

Racionalna metoda uređivanja šuma Antuna Tomića kao primjer prilagodljivog gospodarenja šumama s ciljem uspostave prostorno-vremenske potrajnosti

Antun Tomić's Rational Forest Management Method as an Example of Adaptive Forest Management with the Goal of Establishing Spatial-Temporary Sustainability

Krunoslav Teslak, Karlo Beljan*, Tomislav Čavlović, Karlo Petrinović, Jura Čavlović

Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb

* Dopisni autor: Karlo Beljan, e-mail: kbeljan@sumfak.unizg.hr

Sažetak

U Republici Hrvatskoj ustaljen je regularni način gospodarenja šumama u kojem se određivanje sječivog prihoda i uređivanje šuma temelji na metodi dobnih razreda. Takav pristup se neopravdano u europskim klasifikacijama svrstava među modele udaljene od prirodi bliskog gospodarenja. U stvarnosti, gospodarenje regularnim šumama u Hrvatskoj obilježava prilagodljivo planiranje sječivog prihoda utemeljeno na teorijskoj površini dobnih razreda, prioritetima obnove, stanju strukture sastojina, potrebama njege te dugoročnom uspostavljanju i održavanju potrajnosti. Uzimajući u obzir i relativno malu prosječnu površinu sastojina (oko 15 ha) te prevladavajuću prirodnu obnovu vlastitim sjemenom, ovaj se način gospodarenja, unatoč klimatskim, zdravstvenim i gospodarskim izazovima, može smatrati prirodni bliskim. Početke prilagodljivog gospodarenja regularnim šumama u 19. stoljeću postavio je Antun Tomić svojom racionalnom metodom uređivanja šuma, koja je utemeljena na površini, aktualnoj drvnj zalihi i prirastu. Metoda predstavlja otpor nerealnim zahtjevima za sječivim prihodima temeljenim na teorijskom volumnom prirastu, osobito u šumama s velikim udjelom zrelih i prezrelih sastojina te nagomilanom drvnj zalihom. Kombinira Cottinu površinsku metodu i Hundeshagenovu metodu normalnog užitnog faktora te je prilagođena šumama narušene dobne strukture, uz produživanje sječivih dobi radi postupne uspostave normaliteta i potrajnosti prihoda. Može se smatrati prijelazom prema suvremenoj, kombiniranoj metodi dobnih razreda, koja određuje sječivi prihod usporedbom aktualne i teorijske raspodjele površina, drvnih zaliha i prirasta, uz uvažavanje ekoloških i gospodarskih okolnosti. Suvremene mogućnosti izmjere šuma, uključujući daljinsku detekciju, modeliranje i primjenu umjetne inteligencije omogućuju precizno i dinamično planiranje gospodarenja. Korištenje baza podataka, simulatora razvoja šuma i sustava potpore odlučivanju unaprjeđuje vrednovanje različitih scenarija, uključujući klimatske promjene, čime se olakšava odabir optimalnih rješenja. U tom kontekstu, Tomićeva metoda predstavlja važnu povijesnu osnovu razvoja suvremenog, prilagodljivog i objektivnog planiranja gospodarenja šumama.

Ključne riječi:

Antun Tomić, regularni način gospodarenja, određivanje sječivog prihoda, prirodni blisko gospodarenje, planiranje gospodarenja šumama

DOI:

<https://doi.org/10.31298/sl.150.3-4.1>

Kako citirati / How to Cite:

Teslak, K. i dr., 2026: Racionalna metoda uređivanja šuma Antuna Tomića kao primjer prilagodljivog gospodarenja šumama s ciljem uspostave prostorno-vremenske potrajnosti. Šumarski list 150 (3-4): 143–152. <https://doi.org/10.31298/sl.150.3-4.5>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

UVOD

INTRODUCTION

Antun Tomić, značajan hrvatski šumarski stručnjak i znanstvenik, djelovao je tijekom cijelog 19. stoljeća (Piškorić 1994), a kao šumar praktičar primjenjivao je razne metode određivanja sječivog prihoda i uređivanja šuma, često utemeljene na neodrživim pretpostavkama uspostavljene teorijske drvene zalihe i prirasta (Teslak i dr. 2024). Potaknut time razvija i objavljuje vlastitu metodu određivanja sječivog prihoda u regularnim šumama utemeljenu na površini šuma, aktualnoj drvnoj zalihi i aktualnom volumnom prirastu. Metodu naziva racionalna metoda, a objavljuje je kroz više radova u Šumarskom listu u razdoblju od 1883. do 1886. godine (Tomić 1883, 1884a, 1884b, 1886). Metoda je prilagođena primjeni u javnim šumama (Vojna krajina, imovne općine) u kojima su prevladavale šume s dominantno zastupljenim zreлим i prezreлим sastojinama, nagomilanom drvnom zalihom i relativno malim volumnim prirastom.

Najznačajnije i najvrjednije šume na području današnje Republike Hrvatske bile su stoljećima dijelom specifičnog političko-vojnog područja pod nazivom Vojna krajina. Svo zemljište unutar Vojne krajine bilo je državno, a njenim ukidanjem dolazi do osnivanja nekog oblika zajedničkog vlasništva (imovne općine, zemljišne zajednice) (Bucynski 2005, Cerić 2009, Anić 2014) što je imalo i neposredan utjecaj na gospodarenje šumama. Rano ustrojeno državno ili opće (zajedničko) vlasništvo omogućilo je dugoročnije planiranje gospodarenja uvažavajući opću dobrobit i bezvremensku vrijednost šuma (Valentić 1965). To je suprotno pristupu gospodarenja u malim privatnim šumama gdje se prije svega uvažavaju vlasnička prava koja su često povezana s vlasnikovim kratkoročnim i lokalnim interesima (Teslak i dr. 2018).

Najveći dio šuma Vojne krajine bile su šume hrasta i bukve kojima prirodno odgovara obnova na površinama većim od 1 ha uz pomladna razdoblja do 20 godina. Prema tome, tip šume i oblik vlasništva pogodovao je razvoju i opstanku specifičnog modela gospodarenja utemeljenog na: a) uspostavi većih (iznad 1000 ha) prostorno homogenih cjelina (gospodarskih jedinica), b) podjeli šuma na strukturno homogene sastojine, c) dugim ophodnjama (100 i više godina), d) pomladnom razdoblju od oko 20 godina s postupičnim sječama, e) odgovarajućoj dinamici obnove tako da se kroz ciklus ophodnje obnovi cijela površina šume te e) nastojanju da površina obnove kroz vrijeme bude ujednačena (potrajnost prihoda).

U Hrvatskoj model gospodarenja koji ima navedena obilježja nazivamo regularnim načinom gospodarenja. Takav oblik gospodarenja zahtijeva veću površinu šume za uspostavu normaliteta te dugoročno i prostorno široko planiranje pa je prikladan za šume u državnom i javnom vlasništvu ili za velike privatne šumoposjede (Čavlović i dr. 2011, 2012). Posebno je složena uspostava optimalne prostorne i dobne strukture šume jer je ona vrlo rijetko već povijesno uspostavljena bilo prirodno ili povijesnim, odnosno prošlim gospodarenjem. Napredak u prostornoj i dobnjoj strukturi moguć je samo kroz odstupanje dobi sječe pojedinih sastojina od planirane ophodnje, što neminovno iziskuje određene ekonomske i ekološke posljedice (Čavlović i dr. 2006). Takve posljedice često nije spremna podnositi ni sama država, a to je posebno izazovno za kompleksnija vlasništva s više privatnih suvlasnika ili za kombinirano javno i privatno vlasništvo (Čavlović i dr. 2014).

Uređivanje (reguliranje) količine sječa podjelom šume na godišnje sječine podjednake površine radi osiguranja dugoročne potrajnosti (jednakosti) prihoda začetak je gospodarenja šumama uopće, a ujedno i regularnog gospodarenja. Slijedi razvoj brojnih metoda kojima se nastojalo planirati i ujednačiti prihode prilagođene mješovitim šumama visokog uzgojnog oblika te osigurati uspostavu i održavanje potrajnosti gospodarenja šumama. Jedna od uspješnijih metoda je Tomićeva racionalna metoda uređivanja šuma (Ugrenović 1926, Klepac 1996), a prikaz njenih osnovnih načela i analiza primjene je cilj ovog rada.

NAČINI GOSPODARENJA ŠUMAMA U EUROPI I HRVATSKOJ

TYPES OF FOREST MANAGEMENT SYSTEMS IN EUROPE AND CROATIA

Način gospodarenja šumama određen je ekološko-strukturnim obilježjima šuma kojima se gospodari i vlasničko-tradicijskim okolnostima povijesnog nasljeđa. S vremenom se u svijetu razvilo više modela gospodarenja koji se međusobno razlikuju po veličini pomladne površine (Čavlović 2013), a posebnu organizacijsko-gospodarsku razliku čini izdvajanje i zasebno tretiranje jednog razvojnog stadija (dobnog stupnja) unutar zasebne prostorne jedinice (odjela) kao najmanje cjeline (sastojine) za koju se donose zasebni propisi gospodarenja. Donja granica površine zasebnih cjelina ovisi o tradiciji, intenzitetu gospodarenja šumama, raznolikosti staništa, gustoći naseljenosti, šumovitosti i veličini države (Teslak i dr. 2012, 2013). U Hrvatskoj je donja granica 1 ha, a prosječno se radi o sastojinama od oko 15 ha. Neke šumovitije i slabije naseljene države zasebno tretiraju površine ne manje od nekoliko stotina hektara (Giambelluca i dr. 2025).

Objedinjeno tretiranje više razvojnih stadija u jednoj sastojini karakteristika je raznodobnih sastojina. U tom slučaju sastojina kao cjelina nema dob, a stabla istih dimenzija mogu imati različitu dob. Često se takav način naziva raznodimenzijsko gospodarenje. Tako se naglašava važnost veličine stabla (npr. prsni promjer) u odnosu na njegovu dob. Poseban oblik raznodobnog i/ili raznodimenzijskog gospodarenja je preborni način gospodarenja gdje su skupine stabala podjednakih dimenzija vrlo male, a pojedinačna pomladna površina u sastojini nije veća od 0,25 ha (Čavlović 2013). Bitno je naglasiti da pojedini načini gospodarenja nisu jasno razgraničeni te da postoje brojni kombinirani i prijelazni modeli prilagođeni lokalnim ekološkim, stanišnim i organizacijskim obilježjima.

Prema tome, podjelu modela i tipova (načina gospodarenja) na svjetskoj ili europskoj razini nije jednostavno svesti na zajednički nazivnik. Često su podjele grube i dolazi do različitih nesporazuma. Regularno gospodarenje jednodobnim sastojinama (*even-aged forest management*) u većini svijeta podrazumijeva intenzivno gospodarenje šumskim kulturama i plantažama koje se obnavljaju čistim sječama i sadnjom sadnica te se smatra nepoželjnim, umjetnim gospodarenjem (Duncker i dr. 2012, Hengeveld i dr. 2012). Nasuprot tome, oblici raznodobnog gospodarenja smatraju se prirodnijim i poželjnijim. To je neopravdano s obzirom na to da regularno gospodarenje koje se provodi u Hrvatskoj posebno uz stalno smanjenje prosječne površine sastojine (na manje od 10 ha) uz uspostavu optimalne prostorne i dobne strukture šume realno postaje oblik raznodobnog, prirodi bliskog

gospodarenja, ali je plansko-organizacijski vrlo kontrolabilno jer se za svaku dobnu cjelinu (sastojinu) provodi zasebna periodička izmjera, donose ciljevi i propisi gospodarenja koji se dosljedno provode uvažavajući postavljene ciljeve na razini šume (Teslak i dr. 2012).

Pokušaji da se kategoriziraju različiti modeli gospodarenja na razini Europe uglavnom se odnose na kategorije prema stupnju provođenja prirodi bliskog gospodarenja, odnosno prema intenzitetu gospodarenja (Tablica 1) (Duncker i dr. 2012). Pri tomu se objedinjuju svi oblici gospodarenja koji se provode u većini država Srednje Europe, neovisno o načinu gospodarenja. Dokaz je to sličnosti regularnog i raz-

nodobnog gospodarenja, s time da regularni ima prednost u olakšanom planiranju i organizaciji gospodarenja. Preborni stablimični način gospodarenja posebno je izdvojen kao primjenjiv samo na ograničenom području sa skiofilnim vrstama te na iznimno teškom staništu (velika kamenitost, veliki nagibi terena, velika količina oborina u kratkom razdoblju, kratka vegetacijska razdoblja i slično).

Prema Tablici 1 u Hrvatskoj postojeći regularni način gospodarenja zbog provođenja obnove oplodnom sječom u više sjekova svrstan je u srednji intenzitet gospodarenja za razliku od prebornog gospodarenja koje je u kategoriji niskog intenziteta gospodarenja, odnosno prirodi bliskog gospo-

Tablica 1. Popis 12 glavnih uzgojnih postupaka koji se koriste prilikom opisivanja 5 pristupa gospodarenja šumama (PGŠ) prema Duncker i dr. (2012).
 Table 1 List of 12 main silvicultural practices used for describing 5 forest management approaches (FMA) by Duncker et al. (2012).

Odluka <i>Decision</i>	Kategorije pristupa gospodarenju šumama prema intenzitetu <i>Basic principle by FMA Intensity scale</i>				
	Pasivni (negospodarene šume, rezervati prirode) <i>Passive (unmanaged forests, nature reserves)</i>	Slabi (prirodni blisko šumarstvo) <i>Weak (close-to-nature forestry)</i>	Srednji (kombinirano višefunkcijsko šumarstvo) <i>Medium (combined multi-functional forestry)</i>	Jaki (intenzivno jednodobno šumarstvo) <i>Strong (intensive even-aged forestry)</i>	Intenzivni (šumske kulture kratkih ophodnji) <i>Intensive (short-rotation forest species)</i>
1. Prirodnost sastava vrsta drveća <i>1 Naturalness of tree species composition</i>	Samo vrste karakteristične za potencijalnu prirodnu vegetaciju (PNV) <i>Only species of the potential natural vegetation (PNV)</i>	Domaće vrste ili vrste prilagođene lokalnom staništu <i>Native species or species adapted to the local site</i>	Vrste drveća pogodne za stanište <i>Species suitable for the site</i>	Vrste drveća pogodne za stanište <i>Species suitable for the site</i>	Bilo koja vrsta drveća (osim invazivnih) <i>Any tree species (except invasive species)</i>
2. Modifikacija svojstva (genetskih) stabala <i>2 Modification of (genetic) tree properties</i>	Ne <i>No</i>	Nije genetski modificiran niti potječe iz programa oplemenjivanja drveća <i>Not genetically modified, not from breeding programs</i>	Sadni materijal može potjecati od oplemenjenog drveća, ali nije genetski modificiran <i>Planting stock may originate from improved trees, not GM</i>	Sadni materijal može potjecati od oplemenjenog drveća, ali nije genetski modificiran <i>Planting stock may originate from improved trees, not GM</i>	Sadni materijal može potjecati od oplemenjenog drveća ili proizveden putem genetskih modifikacija <i>Planting stock may originate from improved trees or GM</i>
3. Način obnove <i>3 Type of regeneration</i>	Prirodna obnova / prirodna sukcesija <i>Natural regeneration / natural succession</i>	Prirodna obnova (sadnja s ciljem obogaćivanja ili promjena u sastavu vrsta drveća) <i>Natural regeneration (planting for enrichment/altering composition)</i>	Prirodna obnova, sadnja i sjetva <i>Natural regeneration, planting and seeding</i>	Prirodna obnova, sadnja i sjetva <i>Natural regeneration, planting and seeding</i>	Sadnja generativnih ili vegetativnih sadnica i/ili sjetva sjemena (plodova) <i>Planting generative or vegetative seedlings and/or seeding (of fruits)</i>
4. Prisutnost sukcesije šuma <i>4 Successional elements</i>	Da <i>Yes</i>	Da <i>Yes</i>	Privremeno <i>Temporary</i>	Ne <i>No</i>	Ne <i>No</i>
5. Upotreba strojeva <i>5 Machine operation</i>	Ne <i>No</i>	Ekstenzivno <i>Extensively</i>	Srednje <i>Moderately</i>	Intenzivno <i>Intensively</i>	Vrlo intenzivno <i>Very intensively</i>
6. Obrada tla <i>6 Soil cultivation</i>	Ne <i>No</i>	Ne (iznimno ako je tlo uništeno) <i>No (exceptionally if the soil is degraded)</i>	Ne (iznimno ako je tlo uništeno) <i>No (exceptionally if the soil is degraded)</i>	Moguće <i>Possible</i>	Da <i>Yes</i>
7. Gnojenje tla i kalcifikacija <i>7 Fertilization / Liming</i>	Ne <i>No</i>	Ne (iznimno ako je tlo uništeno) <i>No (exceptionally if the soil is degraded)</i>	Ne (iznimno ako je tlo uništeno) <i>No (exceptionally if the soil is degraded)</i>	Moguće <i>Possible</i>	Da <i>Yes</i>
8. Primjena kemijskih sredstava <i>8 Application of chemical agents</i>	Ne <i>No</i>	Ne <i>No</i>	Moguće u krajnjem slučaju <i>Allowed only in exceptional cases</i>	Moguće <i>Possible</i>	Moguće <i>Possible</i>
9. Uključenost zaštite prirode <i>9 Integration of nature protection</i>	Velika <i>High</i>	Velika <i>High</i>	Velika <i>High</i>	Srednja <i>Medium</i>	Niska <i>Low</i>
10. Iskorištenost stabala <i>10 Tree utilization</i>	Ne <i>No</i>	Deblo (puni volumen) <i>Stem only (full volume)</i>	Deblo i krošnja (krupno drvo) <i>Stem and crown (coarse wood)</i>	Do cijelog stabla <i>Up to whole-tree removal</i>	Cijelo stablo i drvni ostaci <i>Whole tree and residues</i>

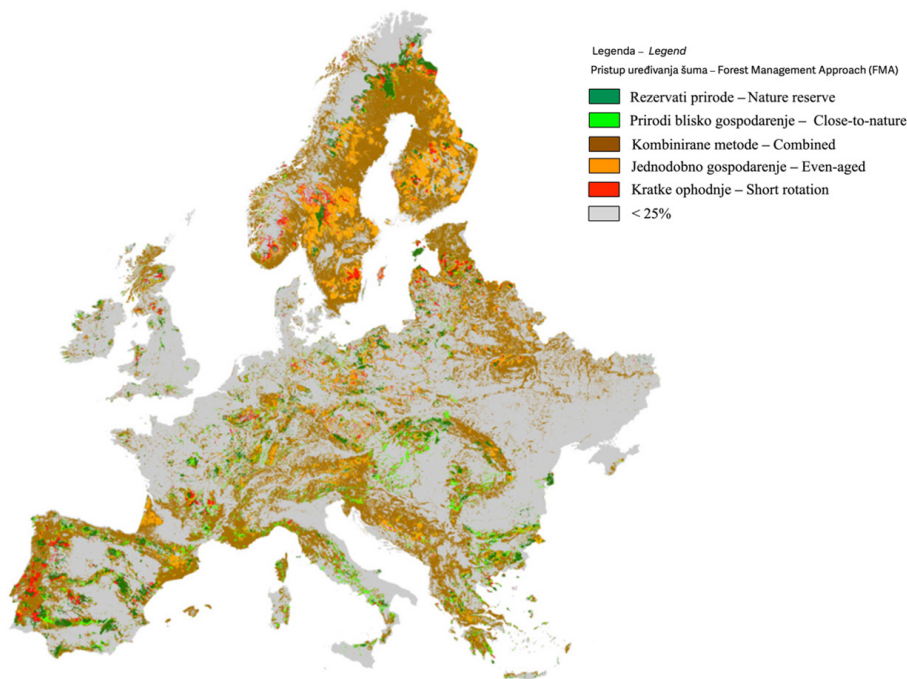
Kategorije pristupa gospodarenju šumama prema intenzitetu

Basic principle by FMA Intensity scale

Odluka Decision	Pasivni (negospodarene šume, rezervati prirode) Passive (unmanaged forests, nature reserves)	Slabi (prirodno blisko šumarstvo) Weak (close-to-nature forestry)	Srednji (kombinirano višefunkcijsko šumarstvo) Medium (combined multi-functional forestry)	Jaki (intenzivno jednodobno šumarstvo) Strong (intensive even-aged forestry)	Intenzivni (šumske kulture kratkih ophodnji) Intensive (short-rotation forest species)
11. Tip dovršne sječe (i uzgajanja šuma) 11 Final harvest (and silvicultural system)	Ne No	Oponašanje prirodnih poremećaja Imitation of natural disturbances Stablimično preborno gospodarenje Single-tree selection system Grupimično preborno gospodarenje Group selection system Femelschlag Femelschlag (irregular shelterwood) system	Sva moguća All possible systems Naplodna stabla Seed-tree system Postupna sječa u prugama Strip shelterwood system Postupna sječa u grupama Group shelterwood system Oplodna sječa u više sjekova Multi-stage shelterwood system Kombinirana panjača Combined coppice system	Sva moguća, dominantno čiste sječe s dugim ophodnjama All possible, mainly clearcuts with long rotations	Sva moguća, panjače, čiste sječe u kratkim ophodnjama All possible; coppice; clearcuts in short rotations
12. Zrelost 12 Maturity	Bez zahvata No intervention	Dugo trajanje rotacije Long rotation period ≥ starost u dobi maks. srednjeg godišnjeg prirasta ili ≥ maximum mean annual increment (MAI) or ciljani promjer prema vrsti drveća i kvaliteti debla the target diameter according to tree species and stem quality	Duljina srednje ophodnje Medium rotation period ≈ starost od starost u dobi maks. srednjeg godišnjeg prirasta ili ≈ age at the age of maximum mean annual increment (MAI) or ciljani promjer prema vrsti drveća i kvaliteti debla the target diameter according to tree species and stem quality	Kratka duljina ophodnje Short rotation period ≈ starost od max. financijske zrelosti (niska kamata) ≈ age at maximum financial maturity (low discount rate)	Najkraća duljina rotacije – Shortest rotation period ≤ starost u dobi maks. srednjeg godišnjeg prirasta ili – ≤ age at the age of maximum mean annual increment (MAI) or ≈ dob od max. financijski povrat (visoka kamata) – ≈ age at maximum financial return (high discount rate)

darenja (Slika 1). Prema kategorizaciji Hengeveld i dr. (2012) kombinirano objektivno gospodarenje šumama dominantno je zastupljeno u Europi pa tako i u Hrvatskoj (Slika 1, Tablica 2). Neopravdano je to obzirom da nije u obzir nije uzeta površina sječine kao utjecajni čimbenik jer regularno gospodarenje uz površine sastojina od oko 10 do 15 ha pred-

stavlja svojevršno oponašanje prirodnih poremećaja i teško je zamisliti prirodi bliže gospodarenje nizinskim šumama. Činjenica je da nije jasno utvrđeno kako se heliofitni hrastovi prirodno obnavljaju, ali za pretpostaviti je da se ti procesi odvijaju vrlo sporo na površinama od nekoliko hektara. Ako se prihvatiti teza da je regularno gospodarenje kakvo se



Slika 1. Dominantni sustavi gospodarenja u Europi (prema Hengeveld i dr. 2012).

Figure 1 Dominant forest management systems in Europe (according to Hengeveld et al. 2012).

Tablica 2. Raspodjela šuma (%) u Europi prema sustavu gospodarenja šumama (prilagođeno prema Hengeveld i dr. 2012).
Table 2 Forest distribution (%) in Europe according to forest management system (adapted from Hengeveld et al. 2012).

Sustav gospodarenja šumama (SGŠ) <i>Forest management system (FMS)</i>	Opis/Naziv <i>Description/Name</i>	Intenzitet gospodarenja <i>Management intensity</i>	Udio SGŠ (%) <i>Share of FMS (%)</i>
I	Prirodni rezervati <i>Nature reserves</i>	Nema gospodarenja (sječe) <i>No management (no harvesting)</i>	8,2
II	Prirodi blisko gospodarenje <i>Close-to-nature management</i>	Zahvati oponašaju prirodne procese <i>Interventions mimic natural processes</i>	18,3
III	Kombinirano objektivno šumarstvo <i>Combined objective forestry</i>	Ograničeni zahvati <i>Limited interventions</i>	64,7
IV	Jednodobno gospodarenje <i>Even-aged management</i>	Zahvati usmjereni na ciljeve proizvodnje drvene tvari <i>Interventions oriented toward timber production goals</i>	5,7
V	Šumarstvo kratkih ophodnji <i>Short-rotation forestry</i>	Intenzivno gospodarenje usmjereno na maksimalizaciju prirasta <i>Intensive management aimed at maximizing increment</i>	3,1

provodi u Hrvatskoj srednje intenzivno onda gospodarenje hrastovima ne može biti bliže prirodi bliskom gospodarenju. Primjena raznodobnog gospodarenja s dobnim skupinama manjim od 1 ha unutar većih odsjeka (sastojina) od nekoliko desetaka hektara upitna je za heliofitne nizinske vrste drveća. Stoga fleksibilno, prilagodljivo i potrajno regularno gospodarenje uz male površine sječina (sastojina) za sada nema alternativu, pogotovo jer se kroz prethodno stoljeće pokazalo uspješno. Još u 19. stoljeću Tomić uvodi veću fleksibilnost u određivanju sječivog prihoda šume u odnosu na tada primjenjivane krute metode utemeljene na teorijskim postavkama normalne šume (Čavlović 2024). Tomićeva metoda uvažava stvarno stanje šume i dijelom gospodarske prilike (Ugrenović 1926). Daljnji razvoj primjene metode dobnih razreda s pristupima modernog, prilagodljivog i detaljnog planiranja, uvažavanja gospodarskih i ekoloških okolnosti, smanjenja prosječne površine sastojina i samoobnove sastojina vlastitim sjemenom može takav regularni način gospodarenja šumama uvrstiti u prirodi blisko gospodarenje.

RAZVOJ METODA ODREĐIVANJA SJEČIVOG PRIHODA I UREĐIVANJA REGULARNIH ŠUMA

DEVELOPMENT OF THE METHODS FOR PRESCRIBING FELLINGS AND EVEN-AGE MANAGEMENT PLANNING

Reguliranje korištenja šuma u prostoru i vremenu polazište je za uređivanje šuma. Već u starom Rimu šuma je dijeljena na onoliko sječina koliko ciklus (ophodnja) broji godina i smatra se prvom metodom uređivanja niskih šuma. Početak je to osmišljavanja i razvoja metoda uređivanja šuma koji se nastavlja u 18. stoljeću. Sve metode prostornog i vremenskog uređivanja šuma razvrstavamo u tri skupine: 1) površinske metode, 2) metode po drvnj zalih i prirastu i 3) kombinirane metode (Čavlović 2024). Površinske metode obilježava nastojanje uspostave prostornog uređenja regularne šume. Normalitet šume zasniva se na površini i ophodnji jednodobne sastojine, a najpoznatije metode su: razdioba šuma na godišnje sječine, Broilliardova površinska metoda, Huffelova površinska metoda i Cottina metoda. Metode po drvnj zalih i prirastu naglasak stavljaju na ujednačavanje prihoda (količine sječa) u vremenu, a pretpostavljaju da je tečajni prirast svih sastojina jednak prosječnom prirastu najstarije sastojine. Metode po drvnj zalih i priras-

tu uključuju: rašestarenje po drvnj zalih (Hartigova metoda), metoda užitnog faktora (Hundeshagenova metoda), Mantel-Massonova metoda, metoda austrijske kameralne takse i francuske metode po drvnj zalih i prirastu.

Kombinirane metode uključuju: metode njemačkog kombiniranog rašestarenja, Heyerovu metodu, Tomićevu metodu, francuske kombinirane metode i metodu dobnih razreda, a sve nastoje kombiniranjem iskoristiti pozitivne strane površinskih i zališnih metoda.

Zakonskom uredbom iz 1769. godine prvi put se za prostor Hrvatske propisuje ophodnja za glavne vrste drveća te se nalaže podjela šuma na godišnje sječine. Po toj su uredbi uređivane šume sve do kraja 19. stoljeća (Meštrović 1995). Potom se 1883. godine uvode francuske metode po drvnj zalih i prirastu, koje drvnj zalihu predstavljaju pravokutnim trokutom podijeljenim na tri doba razreda koji se međusobno odnose u omjeru 1:3:5. Prva je poznata kao instrukcija iz 1883. gdje se sječivi prihod određuje na temelju drvene zalihe zadnjeg dobnog razreda. Slijedi francuska instrukcija iz 1894. godine poznata kao Melardova metoda plavog odjeljka. Godišnji sječivi prihod određuje se temeljem drugog i trećeg dobnog razreda. Treća francuska instrukcija iz 1924. godine jasno razdvaja zreli i nezreli sječ, a za izračun kombinira prethodne dvije instrukcije uz primjenu postotka volumnog prirasta. Uvođenje kombiniranih metoda započinje 1903. godine u Napatku za izradu gospodarskih osnova za šume pod javnim nadzorom. Napatuk propisuje uporabu metode njemačkog kombiniranog rašestarenja, odnosno kombinaciju Cottine i Hartigove metode.

Već od 1931. godine u Uputstvima za uređivanje državnih šuma propisana je primjena metode dobnih razreda za određivanje etata u regularnim šumama. Metoda je razvijena iz Cottine šestarske metode i kombiniranih metoda, kad se postupno pristup rašestarenja površinama na podlozi opće osnove sječa (razdioba ophodnje na razdoblja, a šume na fahove) zamjenjuje dodjeljivanjem sastojina zrelih za obnovu prvom gospodarskom polurazdoblju, a sječivi prihod zrelih sječa određuje se uspoređivanjem aktualne i teorijske raspodjele površina, drvnih zaliha i volumnog prirasta po dobnim razredima uz uvažavanje gospodarskih prilika.

Primjena metode dobnih razreda uz prilagodbe i unapređenja predstavlja glavni pristup uređivanja regularnih šuma u Hrvatskoj sve do danas.

TOMIĆEVA RACIONALNA METODA – PRIMJERI

TOMIĆ'S RATIONAL METHOD – EXAMPLES

Uspješnost primjene svake metode uređivanja šuma ovisi o prostorno-vremenskom stanju i strukturi sastojina i šume na koju se odnosi. Što je šuma bliže teorijskom (normalnom) stanju, to je primjena bilo koje metode uspješnija. Međutim, šume u potpuno uravnoteženom stanju su rijetkost. Kod metoda koje su manje prilagodljive, veće su šanse da će doći do sječe nezrelih sastojina ili odgađanja obnove. Antun Tomić, šumarski znanstvenik i praktičar, u praksi je primjenjivao propisane metode utemeljene na normalnom (teorijskom) prirastu pod utjecajem njemačke škole (austrijska kameralna taksa, Heyerova metoda, ...), čije su metode manje povoljne za šume narušene dobne strukture. Posebno su nepovoljne za šume s prekomjernim ili potpunim udjelom zrelih sastojina koje prirašćuju znatno manje od prosječnog teorijskog prirasta.

Tomićeva racionalna metoda je kombinirana metoda kojom Tomić kombinira Cottinu površinsku metodu i Hundeshagenove metode užitnog faktora i/ili austrijske kameralne takse (Heyerovu metodu). Sječivi prihod koji proizlazi iz nadjeljivanja jednakih površina sastojina za obnovu po razdobljima (rašestarenje po površini) ne mora biti jednak sječivom prihodu određenom prema Hundeshagenovoj formuli, tj. temeljem drvene zalihe i teorijskog postotka prirasta. S obzirom na to da su šume, a posebno šume hrasta lužnjaka na području Vojne krajine, imale narušenu dobnu strukturu i nagomilanu drvenu zalihu uslijed velikog udjela zrelih sastojina, sječivi prihod prema Hundeshagenovoj formuli značajno nadmašuje sječivi prihod koji proizlazi iz rašestarenja nedijeljene površine sastojina (Cottina metoda) koje treba obnoviti tijekom gospodarskog razdoblja.

Tomić je rješenje pronašao u tome da „višak“ sječivog prihoda preraspodjeli kao prethvat na sječju pojedinih stabala u starim, prezrelim sastojinama uvrštenim za obnovu u drugom i kasnijim gospodarskim razdobljima. Dugoročno bi se time uspostavila normalna dobna struktura, odnosno prijelaz iz jednog sustava uređivanja (sječja prebiranjem po cijeloj površini) u organizirano regularno uređivanje s jasnim ciljevima formiranja dobno, strukturnog i prostornog normaliteta.

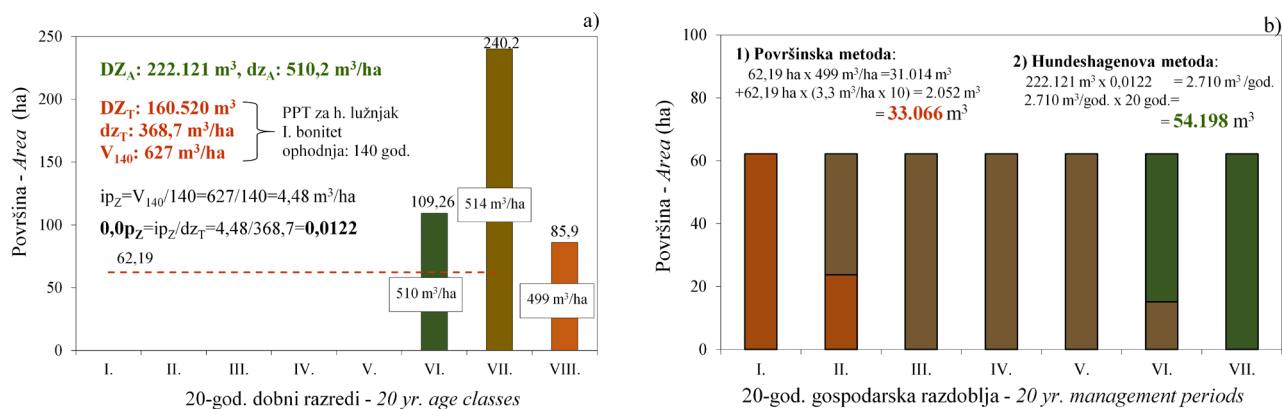
Kako bi se kompenzirao manjak etata zbog velike prosječne zalihe šume zadržan je oblik prebiranja u sastojinama koje nisu bile predviđene za obnovu. Ako su već bile prezrele i narušene strukture njihovo dodatno prorjeđivanje kasnije je stvaralo probleme pri obnovi.

Primjena Tomićeve racionalne metode razrađena je na šumama dviju razina: a) na razini gospodarske jedinice relativno male površine (GJ Opeke) i b) na razini Uprave šuma podružnica Vinkovci (UŠP Vinkovci), u oba slučaja za šumu (uređajni razred) hrasta lužnjaka. Za obje šume prikazana je dobna struktura prema površini (Slika 2a i Slika 3a) s pripadajućim podacima o teorijskoj i aktualnoj drvnj zalihi i volumnom prirastu. Dobna struktura GJ Opeke je iznimno narušena, a cijela se površina šume odnosi na VI., VII. i VIII. dobne

razrede. Aktualna drvena zaliha za oko trećinu ili 61.602 m³ veća je od teorijske (Slika 2a). Dobna struktura šume hrasta lužnjaka u Spačvi (UŠP Vinkovci) ima nešto manje narušenu dobnu strukturu jer je površina šume raspodijeljena na svih sedam dobni razreda uz prezastupljene VI. i V. dobne razrede, a podzastupljene II., III. i IV. dobne razrede. Aktualna drvena zaliha je za 2.748.433 m³ manja od teorijske (Slika 3a). Za tako visoku prostornu razinu gospodarenja (regionalnu) i veliku površinu (57.045 ha) to je značajno narušeno stanje šume. Prema tome, primjena krutih bilo površinskih bilo normalnozališnih metoda uređivanja šuma ne bi bila prikladna i dovela bi do prevelikih odstupanja u odnosu ophodnje i dobi za sječju sastojina. Tomić stoga kombinira više metoda i pojednostavljuje pristup određivanja sječivog prihoda.

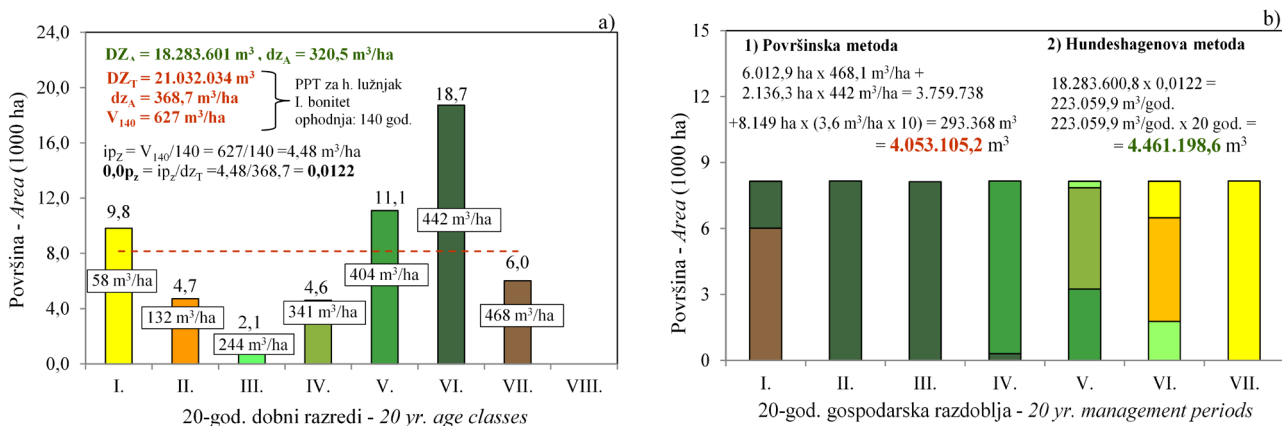
Prema nadjeljivanju jednakih površina za obnovu (rašestarenje po površini), sastojine se dijele u pojedina gospodarska razdoblja s obzirom na dob i prioritete za uvođenje u obnovu. Najzrelije sastojine GJ Opeke VIII. dobno razreda dodijeljene su za obnovu u I. gospodarskom razdoblju te dijelom u II., a sastojine VII. dobno razreda raspoređene su u čak pet gospodarskih razdoblja, od II. do VI. (Slika 2b). To ukazuje na prolongiranje dobi sječja dijela sastojina za 40, 60 pa i 80 godina u odnosu na propisanu ophodnju od 140 godina (teorijska dob sječja). U praksi bi to značilo da je potrebno očuvati strukturu sastojina hrasta lužnjaka do starosti od 200 i više godina, što je vrlo izazovno u današnjim stanišnim i klimatskim okolnostima. Na temelju površine uvrštene u I. gospodarsko razdoblje i prosječne drvene zalihe VIII. dobno razreda uvećanog za prirast (prosječni prirast drvene zalihe na panju sastojina u dobi polovice zadnjeg dobno razreda (3,3 m³/ha)) dobije se sječivi prihod 20-godišnjeg razdoblja od 33.066 m³. Prema Hundeshagenovoj metodi zahtjeva se 64 % veći sječivi prihod ili točno 54.198 m³ (Slika 2b). To znači da bi se razlika od 21.132 m³ realizirala u sastojinama drugog i sljedećih gospodarskih razdoblja u obliku prethvata (pripreme sastojina za obnovu).

Drugačija dobna struktura u šumi hrasta lužnjaka u Spačvi pokazuje nešto drugačiju strukturu sječja, gdje se već I. gospodarsko razdoblje mora popunjavati sastojinama VI. dobno razreda. To znači da bi se te sastojine sjekle 20 godina prije njihove teorijske sječive dobi (140 godina). Prezastupljeni VI. dobni razred dijeli se na sljedeća dva gospodarska razdoblja te se postupno uravnotežuje dobna struktura (Slika 3b). Određivanje sječivog prihoda komplicira uvrštavanje u I. gospodarsko razdoblje sastojine iz zadnja dva dobna razreda (Slika 3b), no temeljem uvrštene površine VII., odnosno VI. dobno razreda i njihove prosječne drvene zalihe uz dodatak prirasta (prosječnog prirasta drvene zalihe na panju sastojina u dobi polovice zadnjeg dobno razreda (3,6 m³/ha)) izračunat je sječivi prihod od 4.053.105 m³. Sječivi prihod prema Hundeshagenovoj formuli iznosi 4.461.199 m³ što je za više od 9 % više nego prema površinskoj metodi. Razlika u sječivom prihodu Tomić predlaže realizirati kao predhvat u sastojinama uvrštenim u II. i sljedeća gospodarska razdoblja. Uspješnost i uputnost takvog pristupa ovisi o stanju strukture sastojina u kojima bi se ostvario predhvat. Ako su očuvanog obrasta moguće je navedeni zahvat ostvariti u smjeru uklanjanja nekvalitetnih stabala. S druge



Slika 2. Prikaz primjene Tomičeve metode određivanja sječivog prihoda na primjeru šume hrasta lužnjaka u gospodarskoj jedinici Opeke (stanje 2006. godine): a) dobna struktura šume po površini, podaci o aktualnoj i teorijskoj drvnjoj zalihi šume te izračun teorijskog užitnog faktora zrele sječe (0,0 pZ); b) raspodjela površina sastojina za obnovu na sedam gospodarskih razdoblja te izračun 20-godišnjeg prihoda zrelih sječica prema površinskoj i Hundeshagenovoj metodi (prema Čavlović 2024).

Figure 2 Presentation of the application of Tomić's method for prescribing regeneration felling on the example of a pedunculate oak forest in the Opeke management unit (status 2006): a) age-class structure of the forest by area, data on the actual and theoretical growing stock, calculation of the theoretical utility factor of regeneration felling (0.0 pZ); b) distribution of the area of stands for regeneration into seven management periods, and calculation of the 20-year regeneration felling according to area control method and Hundeshagen methods (according to Čavlović 2024).



Slika 3. Prikaz primjene Tomičeve metode određivanja sječivog prihoda na primjeru šume hrasta lužnjaka na području Uprave šuma područnica Vinkovci (stanje 2006. godine): a) dobna struktura šume po površini, podaci o aktualnoj i teorijskoj drvnjoj zalihi šume te izračun teorijskog užitnog faktora zrele sječe (0,0 pZ); b) raspodjela površina sastojina za obnovu na sedam gospodarskih razdoblja te izračun 20-godišnjeg prihoda zrelih sječica prema površinskoj i Hundeshagenovoj metodi.

Figure 3 Presentation of the application of the Tomić method for prescribing regeneration felling on the example of a pedunculate oak forest in the area of Forest Administration Vinkovci (status 2006): a) age-class structure of the forest by area, data on the current and theoretical growing stock, calculation of the theoretical utility factor of regeneration felling (0.0 pZ); b) distribution of the area of stands for regeneration into seven management periods, and calculation of the 20-year regeneration felling according to area control method and Hundeshagen methods.

strane, ako su slabog obrasta predhvatom bi se dodatno produbio gubitak strukture i otežala njihova kasnija prirodna obnova.

Usporedbom primjene Tomičeve metode na dvije različite šume vidljiv je utjecaj stanja dobne strukture. Što je struktura bliža teorijskoj to je razlika između površinske i Hundeshagenove metode manja. To ukazuje na činjenicu da za

šumu teorijskog prostorno-vremenskog i strukturnog stanja (normalna šuma) svaka primjenjena metoda je djelotvorna. I suprotno, za šume narušenog stanja primjenjive su fleksibilnije metode, a to su uglavnom kombinirane metode poput Tomičeve racionalne metode i metode dobnih razreda koje uvažavaju aktualno stanje, ciljeve gospodarenja, potrajnost i gospodarske prilike.

POSTAVKE REGULARNOG GOSPODARENJA I SUVREMENA METODA DOBNIH RAZREDA

EVEN-AGED FOREST MANAGEMENT SETTINGS AND MODERN METHODS OF AGE CLASSES

U planiranju gospodarenja regularnim šumama, šuma je skup sličnih sastojina, najmanja u okviru gospodarske jedinice, a najveća unutar šumskogospodarskih područja čije sastojine se međusobno razlikuju po svojoj dobi. Pod sličnošću sastojina podrazumijevaju se ista ciljna vrsta drveća, slična produktivnost staništa, sličan omjer smjese vrsta drveća, isti način gospodarenja te zajednički cilj gospodarenja. Regularne šume uređuju se prema metodi dobnih razreda prema kojoj se određuje količina sječivog prihoda.

Ukupan godišnji sječivi prihod u teorijskoj (normalnoj) šumi jednak je godišnjem prirastu šume. Drvna zaliha teorijske zrele sastojine na panju (glavne sastojine) jednaka je zbroju godišnjih akumuliranih volumnih prirasta. Ukupna drvna zaliha šume na panju ovisi o dužini ophodnje, pa stoga što je ophodnja duža na istoj površini to je veća drvna zaliha (22 % veća zaliha uz 160 godišnju ophodnju u odnosu na 120 godišnju). Ophodnja za pojedini tip šume obilježen ciljanom vrstom drveća određuje se temeljem apsolutne zrelosti, ciljeva gospodarenja i funkcija šume. Ophodnja je planska veličina na razini šume i nije nužno jednaka dobi sječe za svaku sastojinu te šume. Dob sječe pojedinih sastojina može biti manja od propisane ophodnje kada na raspolaganju imamo premalu površinu zrelih sastojina (narušena dobna struktura) ili su sastojine narušene unutarnje strukture pa njihovo održavanje do teorijske dobi sječe postaje neprihvatljivo. Isto tako dob sječe može biti znatno duža od propisane ophodnje kada imamo prezastupljene zrele sastojine očuvane sastojinske strukture te odgađamo njihovu obnovu kako bi unaprijedili dobnu strukturu cijele šume.

Spomenuta metoda dobnih razreda podrazumijeva usporedbu aktualne dobne strukture s teorijskom kako bi se odredili dinamika i intenzitet obnove sastojina. Uspoređuju se aktualne i teorijske površine, drvene zalihe i volumni prirasti, ali uz uvažavanje širih ekoloških i gospodarskih okolnosti s ciljem uspostave uravnotežene dobne strukture šume i održivog gospodarenja šumama.

Ciljevi gospodarenja na razini šume usmjereni su ka uspostavi prostornog (prostorni raspored dobnih razreda) i dobnog normaliteta (razmjer dobnih razreda), a na razini pojedinih sastojina strukturnog normaliteta (optimalna mješovitost, optimalan obrast, optimalan prirast, zdravstveno i kvalitativno stanje). Najkraće vrijeme da se postigne normalitet (teorijsko prostorno i vremensko stanje šume i teorijska struktura sastojina) je jednako duljini ophodnje. U tom slučaju pomladno razdoblje cijele šume jednako je trajanju ophodnje, a pomladno razdoblje obnove zadnjeg dobnog razreda jednako je širini dobnog razreda. Širina dobnog razreda proizlazi iz trajanja ophodnje. Ako su ophodnje duže od 60 godina dobní razred je širine 20 godina, za ophodnje u rasponu od 30 do 60 godina dobní razred je 10 godina, a za one manje od 30 godina širine samo 5 godina. Uz narušenu dobnu strukturu nastojanje da se uspostavi normalitet kroz jednu ophodnju neminovno vodi do većih ili manjih žrtava

(sječa premladih sastojina, ostavljanje prezrelih sastojina i sl.) posebno u gospodarskim jedinicama manje površine ili po površini sporednim uređajnim razredima (šumama).

Prvi korak za određivanje opsega obnove sastojina temelji se na aktualnoj dobnoj strukturi šume i detaljnom opisu sastojina potencijalno zrelih za obnovu te je potrebno utvrditi postoji li dovoljna površina sastojina zrelih za obnovu. Suprotno tomu, ako je na raspolaganju velika površina zrelih sastojina, potrebno je ustvrditi ograničenja njihove obnove. Površine za obnovu uspoređujemo s teorijskom površinom obnove koja proizlazi iz kvocijenta površine i ophodnje. Navedeno znači da u teoriji u šumi gospodarenoj uz ophodnju od 160 godina godišnje obnavljamo 0,625 % površine šume, a uz ophodnju od 140 godina obnavljamo 0,714 % površine. Nadalje, uz ophodnju od 100 godina obnavljamo 1 % šume, dok uz ophodnju od 80 godina obnavljamo 1,25 % površine šume i uz ophodnju od 60 godina obnavljamo 1,67 % površine šume. Učestalo u šumama nemamo uspostavljenu teorijsku dobnu strukturu. Tako uz izrazito narušenu dobnu strukturu šume (50 % površine šume čine zrele i prezrele sastojine), uz ophodnju od 140 godina, površina obnove sastojina zbog okolišnih, gospodarskih, socijalnih i drugih okolnosti te uspostave potrajnosti prihoda, okvirno ne bi smjela prelaziti 1 % površine šume (površinom zastupljenijih uređajnih razreda unutar gospodarske jedinice) godišnje. U prostornim jedinicama (ophodnja 140 godina) više razine (šumarije, regije, šumskogospodarsko područje) zbog stanja bližeg normalnom površina obnove trebala bi biti još bliže teorijskoj od 0,714 % površine šume godišnje. Prema tome, okvirno, godišnje u Republici Hrvatskoj obnova bi trebala započeti i/ili završiti na nešto više od 1 % površine svih regularnih šuma. Takvom dinamikom kroz slijedećih 100 godina uspostavila bi se više manje puna potrajnost gospodarenja. To se, naravno, odnosi na velik broj različitih tipova šuma kojima se regularno gospodari pa je za svaki tip potrebno donositi zasebni plan intenzitetata obnove.

Metoda dobnih razreda detaljno je opisana još u instrukciji za uređivanje državnih šuma iz 1931. godine, a može se sažeti kako slijedi. Nakon što se odredi površina za obnovu u budućim razdobljima sastavlja se opća osnova siječa odnosno prostorno-vremenska raspodjela obnove sastojina za budućih 40 godina. Zbog obnove sastojina oplodnim sjekovima kroz pomladno razdoblje drvna zaliha sastojina postupno se uvećava za očekivani prirast. Sastojinama, odnosno njihovoj drvnoj zalihi, koje će biti obnovljene u prvom gospodarskom razdoblju dodaje se petogodišnji prirast, onima u drugom polurazdoblju 15-godišnji prirast, a sastojinama uvrštenim u drugo razdoblje projekcija se vrši za prosječno 30 godina pa se dodaje 30-godišnji volumni prirast (Čavlović 2024).

Detaljnija, posebna osnova obnove sastavlja se za I. gospodarsko polurazdoblje i u njoj se detaljno propisuje postupak i provedba obnove te se sječivi prihod raspodjeljuje po vrstama drveća i sortimentima. Posebna osnova sječa uključuje i sječive prihode od njege sastojina. Teorijski, površina sastojina u kojima se provodi njega sastojina prorjedom računa se oduzimanjem površine sastojina u obnovi i površine I. dobnog razreda od ukupne površine šume. U I. dobnom razredu provodi se njega sastojina čišćenjem. Tim sastojinama nije utvrđena drvna zaliha stoga se posječena drvna zaliha čišćenjem ne zadužuje niti razdužuje već se koriste površine. Za njegu sastojina bitan je korak između dvije prorjede odnosno

turnus prorijeđivanja koji bi trebao biti kraći u mlađim sastojinama, a nešto dulji u starijim sastojinama. Slično je i s intenzivom prorijeđivanja koji je intenzivniji u mlađim sastojinama; oko 50 % akumuliranog prirasta od prethodne prorjede do 20 % od akumuliranog prirasta od prethodne prorjede u najstarijim sastojinama koje se njeguju prorjedom.

Tijekom jedne ophodnje obnovom sastojina (etat glavnog prihoda) posječe se iznos jednak dvostrukoj drvnoj zalihi te šume na panju i još jedan iznos drvene zalihe kao nezreli prihod (prorjede), što je jednako ukupnom prirastu proizvedenom na površini šume. Sve navedeno govori o velikim proizvodnim i drugim mogućnostima regularno gospodarenih šuma, ali i velikoj zahtjevnosti njihova ispravnog uređivanja i planiranja gospodarenja posebno u kontekstu uspostave potrajnosti gospodarenja koje uključuje normalno prostorno-vremensko stanje i teorijsku strukturu sastojina.

ZAKLJUČAK

CONCLUSION

Tomić je racionalnom metodom pokušao objediniti prednosti određivanja sječivog prihoda proizašlog iz dijeljenja jednakih površina sastojina po razdobljima (Cottino rašestarenje po površini) koji ne mora biti jednak sječivom prihodu izračunatom prema normalnom užitnom faktoru (Hundeshagenova metoda). Metodu temelji na površini, stvarnoj drvnoj zalihi i prirastu, a ne na potencijalnom, teorijskom prirastu, što je povezano s uvažavanjem stvarnog stanja šuma koje su u to vrijeme imale veliku zastupljenost zrelih sastojina te nagomilane drvene zalihe s volumnim prirastom manjim od teorijskog. Metoda predviđa da se razlika u sječivom prihodu namiri u sastojinama predviđenim za obnovu u II. i kasnijim razdobljima, što može dovesti do pada obrasta već prorjeđenih sastojina i kasnije problema u njihovoj obnovi. Iz današnje perspektive metoda nije dovoljno fleksibilna u smislu uvažavanja ekoloških i gospodarskih prilika i aktualne dobne strukture šume u smislu osiguravanja potrajnosti prihoda.

Upravo zbog toga u Hrvatskoj se zadržala i dodatno razvila metoda dobnih razreda još od 1931. godine propisana u Uputstvima za uređivanje državnih šuma. Metodu dobnih razreda obilježava upravo fleksibilnost u razmatranju i uvažavanju ekoloških i gospodarskih prilika te velika preciznost kroz oblikovanje privremenog plana obnove, općeg plana obnove i posebnog plana obnove kojima se detaljno određuje popis sastojina za obnovu i njegu kroz dva 10-godišnja polurazdoblja i jedno 20-godišnje gospodarsko razdoblje (ukupno 40 godina). Razmatra se dobna struktura površina, drvnih zaliha i prirast, prioritet sastojina za obnovu, stanje sastojinske strukture, gospodarske prilike, ekološke prilike i zdravstveno stanje sastojina te potreba sastojina za njegom, a sve kako bi se šuma približila teorijskom stanju i uspostavila potrajnost prihoda i gospodarenja.

Današnje mogućnosti izmjere šuma uz utvrđivanje prirasta stabala, sastojina i šuma, drvene zalihe klasično i metodama daljinske detekcije, mogućnosti modeliranja, programiranja i umjetne inteligencije omogućuju vrlo precizno i dinamično planiranje gospodarenje šumama. Upotreba (baza) podataka izmjere šuma, simulatora razvoja šuma te sustava potpore planiranju gospodarenja (*decision support systems*) omogućuju vrlo intenzivno i prilagodljivo planiranje gos-

podarenja šumama te jasne provjere mogućih scenarija (uključivo i provjeru različitih klimatskih scenarija), što omogućuje odabir najpovoljnijeg i/ili izbjegavanje nepovoljnih scenarija razvoja šuma ili prirodnih resursa općenito.

Količina sječivog prihoda proizlazi iz potrebnih radova u gospodarenju šumama (količine obnova i njega), a ne iz plana proizvodnje (potreba kupaca). Na tome je Tomić kroz svoju metodu dosljedno ustrajao. Prema tome, potrajno gospodariti ne znači sjeći manje od prirasta. Jednako tako ne znači ni sjeći više od prirasta; znači sjeći onoliko koliko je to potrebno da bi se šuma (skup sličnih sastojina) usmjeravala prema optimalnoj prostornoj i dobnoj strukturi šume te optimalnoj unutarnjoj strukturi njenih sastojina.

Suvremena metoda dobnih razreda uz relativno malu prosječnu površinu sastojina (do 10 ha) objedinjuje sve prednosti Tomičeve racionalne metode i modernog prilagodljivog gospodarenja te spoznaja o zakonitostima rasta i prirasta. Ipak, metoda je ovisna o definiranju razine za koju se planira potrajnost (normalitet) jer je razina gospodarske jedinice ponekad premala, a nacionalna razina ipak prevelika. S obzirom na činjenicu da je šumski prostor višestruko rascjepkan na preklapajuće (a i temeljnom namjenom suprotstavljene) gospodarske jedinice (natura područja, privatne šume, gospodarske šume, nacionalni parkovi), aktualno planiranje gospodarenja šumama na razini šume posebno u prostornim jedinicama viših razina vrlo je izazovno i složeno te nažalost postoji više-manje samo načelno.

Neovisno o tome, planiranje i gospodarenje šumama metodom dobnih razrede uz sječine (sastojine) površine do oko 15 ha, pomlađivanje oplodnim sječama u više sjekova, pomlađivanje sastojina vlastitim sjemenom i ustrajanje na sječivom prihodu proizašlom iz potreba sastojina za njegom i obnovom predstavlja prirodi blisko gospodarenje te kao takvo nema veze s kategorijama intenzivnog jednodobnog gospodarenja šumskim kulturama u svijetu u koje se nažalost u pravilu uvrštava.

LITERATURA

REFERENCES

- Anić, I., 2014: Promovirana prva knjiga arhiva Brodske imovne općine. *Šumarski list* 138 (5–6): 320–320.
- Buczynski, A., 2005: Vojna krajina u 18. stoljeću. Širenje krajiškog sustava na oslobođena hrvatska područja. U (Valentić, M., L. Čoralić, ur.): *Povijest Hrvata. Druga knjiga – Od kraja 15. st. do kraja Prvog svjetskog rata*. Školska knjiga, Zagreb, pp. 274–289.
- Cerić, L., 2009: Varaždinski generalat u službi apsolutističkih težnji Bečkoga dvora. *Povijesni prilozi* 28 (36): 109–127.
- Čavlović, J., 2013: *Osnove uređivanja šuma*. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Čavlović, J., 2024: *Šumskogospodarsko planiranje*. Fakultet šumarstva i drvene tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Čavlović, J., O. Antonić, M. Božić, K. Teslak, 2012: Long-term and country-scale projection of even-aged forest management: A case study for *Fagus sylvatica* in Croatia. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27 (1): 36–45. <https://doi.org/10.1080/02827581.2011.628336>
- Čavlović, J., K. Teslak, A. Seletković, 2011: Application and comparison of different models for regeneration planning of pedunculate oak stands (*Quercus robur* L.) – A management unit "Josip Kozarac" case study. *Šumarski list* 135 (9–10): 423–435.
- Čavlović, J., M. Božić, K. Teslak, 2006: Possibility of establishment of sustainable pedunculate oak forest management in future management periods. *Glasnik za šumske pokuse* Posebno izdanje 5: 419–431.

- Čavlović, J., K. Teslak, K. Beljan, 2014: Učinci različitih pristupa planiranja obnove sastojina na gospodarenje i razvoj šume hrasta lužnjaka – primjer uređajnog razreda malene površine. Šumarski list 138 (3–4): 123–134.
- Duncker, P.S., S.M. Barreiro, G.M. Hengeveld, T. Lind, W.L. Mason, S. Ambrozy, H. Spiecker, 2012: Classification of forest management approaches: A new conceptual framework and its applicability to European forestry. *Ecology and Society* 17 (4): 51.
- Giambelluca, A.L., T. Hermosilla, J. Álvarez-Mozos, M. González-Audicana, 2025: Identifying forest harvesting practices: Clear-cutting and thinning in diverse tree species using dense Landsat time series. *Forest Ecology and Management* 578: 122442.
- Hengeveld, G.M., G.-J. Nabuurs, M. Didion, M. Van den Wyngaert, A.P.P.M. Clerkx, M.-J. Schelhaas, 2012: A forest management map of European forests. *Ecology and Society* 17 (4): 53.
- Klepac, D., 1996: Šumarski znanstvenici iz Vinkovaca i vinkovačke okolice. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, Vinkovci.
- Meštrović, Š., 1995: Pravilnik o uređivanju šuma. Šumarski list 119 (11–12): 409–411.
- Piškorić, O., 1994: Prvi predsjednik HSŠD, Antun Tomić (1803–1894). Šumarski list 118 (11–12): 331–337.
- Teslak, K., M. Teslak, M. Vrbanus, 2024: 220. godišnjica rođenja Antuna Tomića, istinskog šumarskog intelektualca svezremenskih promišljanja o gospodarenju šumama. Šumarski list 149 (3–4): 171–179. <https://doi.org/10.31298/sl.148.3-4.6>
- Teslak, K., M., Žunić, K., Beljan, J., Čavlović, 2018: Status and challenges of small-scale private forest management in actual ecological and social circumstances – Croatia case study. Šumarski list 142 (9–10): 459–471. <https://doi.org/10.31298/sl.142.9-10.1>
- Teslak, K., J. Čavlović, M. Božić, K. Beljan, 2013: Pedunculate oak (*Quercus robur* L.) trees qualitative structure as a criterion of stand regeneration planning. Šumarski list 137 (7–8): 367–378.
- Teslak, K., J. Čavlović, M. Božić, 2012: The even-aged forest development computer program SIMPLAG: Design, structure and application. Šumarski list 136 (7–8): 331–342.
- Tomić, A., 1883: Razjašnjenje k racionalnoj metodi uređenja šumskog gospodarstva. Šumarski list 3: 106–123.
- Tomić, A., 1884a: Dodatak razjašnjenju racionalne metode uređenja šumskog gospodarstva. Šumarski list 2: 84–92.
- Tomić, A., 1884b: Konačni osvrt na racionalnu metodu uređenja šumskog gospodarstva. Šumarski list 3: 143–151.
- Tomić, A., 1886: K poglavlju potrajnoga uživanja šuma. Šumarski list 7: 289–294.
- Ugrenović, A., 1926: Tri šumara starine (D. Kos, F. Šporer, A. Tomić). U: *Polja stoljeća šumarstva*. Zagreb, pp. 107–114.
- Valentić, M., 1965: Osnovni problemi u ekonomici hrvatsko-slavonske vojne krajine. *Historijski zbornik XVIII*: 89–102.

Summary

In the Republic of Croatia, forest management traditionally follows an even-aged forest management approach based on the age-class method for determining allowable cut and forest management planning. This approach is often, and unjustifiably, classified within European categorizations of forest management methods as being more or less distant from close-to-nature forestry. In fact, even-aged forest management in Croatia is characterized by adaptive planning of allowable cut, which is based on theoretical age-class area, stand regeneration priorities, stand structure, the need for silvicultural treatments, and the long-term establishment and maintenance of sustainable management. Moreover, considering the relatively small average stand size of around 15 hectares and the predominance of natural self-stand regeneration, even-aged management—despite all climatic, health, and economic challenges—can be promoted as a close-to-nature forestry. The introduction of an adaptive management in even-aged forests was initiated in the 19th century by the Croatian forestry expert and scientist Antun Tomić, through his own forest regulation method called the “rational method”, which was based on forest area, actual timber volume, and increment. The method represents a resistance to the imposed and unrealistic demands for allowable cut based on theoretical volume increment (the so-called normal utilization factor). This is particularly unrealistic in forests with a high proportion of overmature and mature stands, accumulated timber stocks, and relatively low volume increment. Tomić’s “rational method” combines Cotta’s area-based control method with Hundeshagen’s normal utilization factor method. It is adapted for application in forests with non-balanced age structures and, through the deliberate extension of stand cutting ages, gradually leads to the establishment of forest normality and sustainable yields (balanced even-aged forest structure). It can be considered as a transitional method toward the modern combined age-class method, in which stands ready for regeneration are assigned to the first ten-year period. Furthermore, regeneration allowable cut is determined based on a comparison of the actual and theoretical distribution of stand area, timber stocks, and volume increment by age classes, while considering broad ecological and economic conditions. Modern forest measurement techniques, both classical and remote-sensing-based, together with advances in modeling, programming, and artificial intelligence, allow for highly precise and dynamic forest management planning. High-quality forest inventory databases, combined with forest development simulators and forest management planning support systems (FMPS), enable intensive and flexible planning, as well as evaluation of possible scenarios—including different climate scenarios. This makes it possible to select the most favorable outcomes and/or avoid unfavorable developments in forest growth or natural resource management in general. In this context, Tomić’s method should be recognized as a significant historical approach to forest regulation, serving as a foundation for the development of modern, adaptive, and objective forest management planning.

Keywords: Antun Tomić, even-aged forest management, determination of allowable cut, close-to-nature forestry, forest management planning

