

Одрживо коришћење шума

Милорад Даниловић, Славица Антонић, Душан Стојнић

Сажетак. У раду су дати принципи и описани начини одрживог коришћења шума. Истакнут је значај производних и осталих функција шума, и потреба за проналажењем баланса између тренутне потребе за ресурсима и тежње да се они заштите у будућности, јер нерационално коришћење узрокује далекосежне и дуготрајне посљедице. Од краја прошлог вијека дошло је до драстичне промјене у приступу коришћењу шума, и све више се истиче и уважава еколошки аспект, односно покушај да се утицај сјече стабала, али и транспорта дрвних сортимената на животну средину сведе на минимум. Мјере за смањење штетних утицаја механизованих средстава рада на пословима кориштења шума огледају се у смањивању додирног притиска возила на земљиште, коришћењу возила са гусјеницама, коришћењу ланаца на точковима возила, коришћењу полугусеница на тандем точковима возила, коришћењу уређаја за подешавање притиска ваздуха у гумама, смањењу терета који возила превозе или вуку. Све већа потражња за дрветом, заједно са све већим економским и еколошким захтјевима, подразумејува нови приступ и још већу употребу такозваних „нових технологија“. Савремени принцип који се назива „прецизно шумарство“ (Precision Forestry), пропагира коришћење савремених алата и технологија за добијање што више квалитетних

Цитирање: Даниловић М, Антонић С, Стојнић Д (2023) Одрживо коришћење шума У: Говедар З, Матаруга М, Пржуљ Н (уредници) Одрживи развој и управљање шумским екосистемима. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија LI:603–633

Cite as: Danilović M, Antonić S, Stojnić D (2023) Sustainable use of forests. In: Govedar Z, Mataruga M, Pržulj N (eds) Sustainable development and management of forest ecosystems. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Monograph LI:603–633

информација, како би се унаприједио процес доношења одлука и осигурало остварење тренутних и будућих циљева газдовања шумама. Треба имати на уму и да нова технолошка рјешења, поред предности, имају и низ недостатака који се, прије свега, огледају у великој монотонији у раду, али и психичком напрезању радника. Међутим, без нових технологија, није могуће очувати шумске екосистеме и задовољити нарастајуће потребе друштва.

Средства рада која се користе на пословима прве фазе транспорта дрвних сортимената у шумама Републике Српске углавном су застарјела, што није случај са средствима на пословима сјече стабала и израде дрвних сортимената. Примјена оваквих средстава рада није ефикасна са техничког, економског, еколошког и ергономског аспекта. Средства рада која се примјењују у развијеним земљама прилагођена су условима које подразумијева одрживо коришћење шума. Проблем са којим се сусрећу земље у развоју јесте обезбјеђење финансијских средстава за набавку савремених средстава. Овај проблем треба рјешавати кроз субвенције, повољне кредитне линије, вишегодишње уговоре радова и др. Како би велики потенцијал који Република Српска посједује у шумарству био искоришћен на најбољи начин, потребно је улагати у обнову механизације, изградњу путева, али и едукацију запослених.

Шумски путеви представљају најзначајније инфраструктурне објекте у шумама, чијом се изградњом и редовним одржавањем обезбјеђују услови за рационално, интензивно и одрживо газдовање шумама. И поред значајних улагања у мрежу шумских путева у Републици Српској у посљедње двије деценије, и евидентног унапређења стања, са овом праксом потребно је наставити у још већој мјери како би се достигао жељени ниво развоја. Како се у појединим шумскопривредним подручјима густина мреже шумских путева приближава оптимуму, у наредном периоду потребно је више пажње посветити унапређењу квалитета шумских путева ради смањења трошкова експлоатације и трошкова одржавања. Изградња шумских путева ствара све већу забринутост јавности због дугорочног утицаја на животну средину, због чега је овим активностима потребно прићи плански, систематично и одговорно, уважавајући све принципе очувања шумских екосистема, посебно у подручјима јединствених еколошких одлика.

Кључне ријечи: Коришћење шума, технологија, производи шума

16.1. Увод

Шуме заузимају око 1/3 површине планете Земље. Њено постојање без шума потпуно је незамисливо, јер у одређеном смислу шума представљају плућа Земље, зато што апсорбују угљен-диоксид из атмосфере, а заузврат стварају кисеоник. Поред те, неоспорно најважније улоге, шуме имају и друге, прије свега производне функције, које се огледају у томе да шуме као ресурси задовољавају потребе човјека за огревним дрветом, грађевинским материјалом, представљају станиште љековитог биља, станиште дивљих животиња, извориште чисте воде, мјесто за рекреацију и још много тога.

Према Свјетској комисији за шуме и одрживи развој, 350 милиона најсиромашнијих људи на свијету готово у потпуности зависи од шума (Chao 2012). Глобално, процјењује се да између 1,095 милијарди и 1,745 милијарди људи током свог животног вијека у различитом степену зависи од шума (World Bank 2006). На свјетском нивоу, процјењује се да је 20%–25% прихода у земљама у развоју добијено из шумских ресурса (Vedeld et al. 2007). Поред користи од дрвета, релативно велики проценат људи из сиромашних земаља обезбјеђује себи и породици егзистенцију сакупљањем и/или прерадом недрвних шумских производа (НДШП). Интересантно је напоменути да чак 80% људи у свијету на неки начин зависи од недрвних шумских производа, било да је то за своје примарне здравствене и прехранбене потребе и/или у смислу испуњавања потреба за егзистенцијом односно зарадом (Agustino et al. 2011).

У многим земљама, НДШП чине важну компоненту извоза шумских производа. Парадоксално је да, упркос својој тренутној стварној и потенцијалној вриједности, већина НДШП и даље остаје груписана као „остали производи шума“. Ови производи ријетко се налазе у националној статистици и, ако се нађу, ријетко их озбиљно проучавају или истражују националне институције (Agustino et al. 2011).

На свјетском нивоу, из године у годину све више расте потражња за дрветом као сировином, али и осталим недрвним шумским производима. Зато се намеће изазов – на који начин одрживо користити шумске ресурсе, уважавајући, са једне стране, сталне потребе друштва, а са друге постојање одрживог екосистема, како бисмо будућим генерацијама оставили бар онолико колико су садашње генерације наслиједиле од својих предака.

Да би потенцијал који шуме посједују био рационално коришћен, о њима се мора бринути, одговорно управљати и мудро их користити (Даниловић и Гачић 2014).

Термин „одрживо коришћење“ често се чини као оксиморон. Како сјеча шума може бити одржива када се, по дефиницији, захтијева сјеча стабала? Комплетан одговор је сложен, али ако бисмо га морали свести на једну ријеч, то би била ријеч „баланс“. Дакле, треба наћи баланс између тренутне потребе за ресурсима и тежње да се ти ресурси заштите у будућности, јер нерационално коришћење узрокује далекосежне и дуготрајне посљедице. Много је практичних корака које предузећа која газдују шумама могу предузети да заштите шуме, а да истовремено имају одговарајући профит од производње и продаје како дрвних, тако и недрвних шумских производа.

Дакле, теоретски, под одрживим коришћењем шума подразумеје се таква сјеча стабала да се задовоље потребе тржишта у садашњости, без угрожавања екосистема у будућности. Како би тај циљ био остварен, потребно је придржавати се одређених принципа, као што су: установљавање заштићених подручја и очување биодиверзитета, конверзија ниских шума у високе и заштита шума високе вриједности (нпр. прашуме), израда што детаљнијег извођачког плана са посебним нагласком на идентификовање и означавање оних површина које могу бити угрожене ерозијом или пожарима, подизање плантажа и њихово коришћење на оним подручјима гдје ове шуме имају улогу заштите, обнове и очувања природних екосистема, затим примјена „смањеног утицаја сјече“ (*Reduce impact logging*, RIL) како би штете на преосталим стабима и састојини биле смањене на најмању могућу мјеру, обука и заштита на раду запослених итд.

Како би се одрживо коришћење шума одвијало на сврсисходан начин, поред примјене одговарајућих метода и техника у сјечи стабала и изради дрвних сортимената, и при њиховом транспорту, неопходна је одговарајућа мрежа шумских путева, јер без њих овај потенцијал не би могао бити правилно искоришћен. Шумским путевима отварају се и најудаљенији комплекси шума, чиме се обезбјеђује њихова повезаност са јавним путевима и центрима прераде и потрошње шумских производа. Шумски путеви у ужем смислу, које често називамо и шумским камионским путевима, чине основну мрежу шумских путева. Ови путеви су планирани, пројектовани и изграђени инфраструктурни објекти чији је основни задатак стварање услова за рационално и одрживо газдовање шумским ресурсима.

Посебан значај шумских путева огледа се у превентивној и реактивној заштити шума од пожара и других деструктивних појава. Поред тога, шумски путеви су од изузетног значаја за рурални развој и задржавање становништва на селу, развој туризма, спорт и рекреацију, изградњу и одржавање других инфраструктурних објеката (подземних и надземних електроенергетских и телекомуникационих водова, репетитора, релеја, објеката за водоснабдијевање, осматрачница, противпожарних пруга и сл.).

Шумски путеви граде се са конструктивним елементима који задовољавају потребе савременог транспорта, а најзначајнији елементи су ширина коловоза, уздужни нагиб и радијус кривина. Допунску мрежу шумских путева чине тракторски путеви и влаке, који су превасходно намијењени тракторима и другим шумским возилима којима се обавља транспорт дрвних сортимената до привремених стоваришта на шумском камионском путу.

16.2. Технологија, процеси и производи у одрживом коришћењу шума у свијету

Коришћење шума представља веома важан сегмент шумарства. Приступ који се заснивао на уважавању само техничког и економског аспекта при избору технологије коришћења шума у посљедњих двадесетак година је промијењен. Тако се данас приликом одабира одговарајуће технологије уважавају и неки други аспекти, као што су еколошки, ергономски и енергетски. Стиче се утисак да је највећи фокус у садашњости усмјерен, прије свега, на еколошки аспект, односно покушај да се утицај сјече стабала, али и транспорта дрвних сортимената на животну средину сведе на минимум. Како би био смањен утицај на животну средину, прије свега на састојину (на земљиште, преостала стабла и подмладак), постоје два приступа:

- постојећу технологију прилагодити тако да она има што мањи негативни утицај на састојину RIL (Putz and Pinard 1993);
- увођењем нових, такозваних „зелених технологија“ (*Green Technologies*).

„Смањен утицај сјече“ јесте појам који се односи на примјену научних и инжењерских принципа, у комбинацији са едукацијом и обуком радника, а све у циљу побољшања активности радне снаге, опреме и начина рада у области коришћења шума, како би негативни утицаји били сведени на минималну могућу мјеру. Ови утицаји односе се, прије свега, на оштећења у састојини, која се могу подијелити на двије групе: она која су настала у процесу сјече стабала и она која су настала у процесу транспорта дрвних сортимената.

Генерално посматрано, коришћење шума са лошим планирањем радова, неадекватном технологијом и недовољном контролом током извођења радова има за резултат негативне посљедице по подмладак, односно природну обнову састојина (Rushton et al. 2003). Оштећења која се јављају при сјечи стабала и изради дрвних сортимената зависе од примјењене

методе израде. Danilović i sar. (2014) утврдили су да се примјеном полудебловне методе са дијеловима крошње лишћара у односу на сортиментну методу остварују знатно већи учинци, а истовремено не долази до већих оштећења на преосталим стаблима, подмлатку и земљишту, док су Picchio et al. (2011) утврдили да примјена дебловног метода у односу на сортиментни метод проузрокује веће штете по шумску састојину у свим њеним аспектима, а у неким случајевима сњежни покривач, уколико има одговарајућу дубину, може да умањи штетно дејство механизованог начина привлачења (Wästerlund 1986). Штете на подмлатку јављају се при обарању, изради дрвних сортимената, али највише у фази привлачења.

Број посјечених стабала директно је пропорционалан броју оштећења (Saveneh and Dignan 1997). „Смањен утицај сјече“ је планирана и контролисана сјеча како би се смањио утицај на животну средину односно на састојине и земљиште. На величину и број оштећења утичу интензитет сјече, вријеме сјече, карактеристике терена, фаза развоја шуме, врста дрвећа, теренски услови, припрема за рад и професионална контрола, примијењена технологија и у великој мјери и људски фактор, односно мотивација и вјештина радника, али и начин плаћања радника (Mihelič 2014). Оштећења која настају у састојини током сјече и транспорта зависе и од методе израде, густине мреже шумских путева, стања терена итд., што је приказано у неколико студија (Doležal 1984; Košir 2000; Sabo 2003). Утврђено је да механизована сјеча стабала и транспорт дрвних сортимената узрокују нешто мања оштећења на преосталим стаблима у односу на класичну сјечу помоћу моторних тестера (Mihelič 2014). Мјесто (локација) оштећења на преосталим стаблима при механизованој сјечи концентрисано је на дебло, затим слиједе коријен и приданак стабла, док су оштећења на крошњи и на гранама минимална.

Оштећења на земљиштима мање носивости могу се ублажити примјеном одређених мјера као што су: смањење додирног притиска возила на земљиште, коришћење возила са гусјеницама, коришћење ланаца на точковима возила, коришћење полугусјеница на тандем (дуплираним) точковима возила, коришћење уређаја за подешавање притиска ваздуха у гумама и смањење терета при вожњи. Поред тога, оштећења у састојини могу бити смањена усвајањем и примјеном одређених смјерница као што су: уклањање приземне вегетације око стабла прије сјече, усмјерено обарање стабала, успостављање заштитних (бафер) зона и заштићених подручја око сливова, добро планирана примарна и секундарна мрежа путева, ограничавање попречног и уздужног нагиба на путевима ради спречавања ерозије, уклањање дијела дрвног остатка и др.

Овим смјерницама могу се знатно смањити оштећења на преосталим стаблима у састојини након сјече, спријечити појава ерозије и смањити ризик од пожара. Од помоћи може бити и придржавање основних принципа RIL-а, а то су:

- планирање мреже камионских и тракторских путева и стоваришта како би се омогућио приступ сјечини уз минимална оштећења на земљишту и водотоцима;
- примјена одговарајућих техника сјече, усмјерено обарање и оптимална подјела стабла;
- изградња путева, влака и стоваришта, уз придржавање како инжењерских тако и еколошких смјерница;
- привлачење облог дрвета само по влакама и тракторским путевима;
- коришћење жичара у осјетљивим подручјима; и
- спровођење процјене о извршеним радовима након сјече како би се добила повратна информација о квалитету и степену успјешности примјене изабране технологије (Sist i dr. 1998).

Главна препрека широкој примјени RIL-а је та што се он сматра скупљим од конвенционалне (класичне) сјече шуме, посебно ако је обука укључена у калкулације трошкова. За усвајање RIL-а потребно је испунити неколико услова:

- квалификовано особље на свим нивоима и
- континуирана контрола радова на терену.

Поред наведених смјерница, потребно је обезбиједити услове за набавку и примјену савремених средстава рада. Софистицирана средства рада која су данас у употреби у шумарству имају веће могућности односно бројне перформансе које су развијене или побољшане у посљедње двије деценије. Данашња механизација у односу на ону која је била у употреби прије 20 и више година прије свега је повољнија са аспекта безбједности радника, већих манипулативних способности које утичу директно на учинак и значајно су унапређене ергономске и еколошке карактеристике. Побољшање ергономских карактеристика подразумијева: удобније сједиште, бољу контролу и прегледност у возилима, бољу видљивост, климатизован простор за рад итд.

Ова побољшања утичу на здравље, безбједност, заштиту животне средине, учинак радника, али и на његово задовољство на послу. Ергономске карактеристике савремених техничких средстава у коришћењу шума представљају важан фактор за укупне ефекте производње у различитим фазама рада, а нарочито су значајне за здравље радника. Због тога им се данас посвећује велика пажња нарочито код набавке нових средстава за рад у шуми.

16.3. Технологија, процеси и производи у одрживом коришћењу шума у Републици Српској

Треба напоменути да је у нашим крајевима степен механизованости радова ипак релативно мали услед релативно тешких теренских услова, а поред тога, пребирни начин газдовања не дозвољава простор за машине велике снаге (Halilović et al. 2015). Тако сортиментни метод, који се углавном користи у БиХ, има умањен штетни утицај на преостала стабла у састојини, али је такође и мање продуктиван односно његовим се коришћењем, у односу на друге методе, повећава и цијена извођења радова (Halilović et al. 2012). Средства рада која се користе на пословима прве фазе транспорта дрвних сортимената у шумама Републике Српске углавном су застарјела, што није случај са средствима на пословима сјече стабала и израде дрвних сортимената. Сјеча стабала и израда дрвних сортимената обавља се моторним тестерама код којих је, ако су у исправном стању, потрошња мазива сразмјерна потрошњи горива (Бајић и Даниловић 2002), а транспорт дрвних сортимената зглобним шумским тракторима. Ради се о класичној технологији рада која је диктирана станишним и састојинским условима. Набавком нових средстава, која задовољавају савремене захтјеве шумарске производње, уз адекватне организационе мјере и оспособљени кадар, садашње стање може се знатно унаприједити. Да би се ово достигло, потребно је да се држава, као управљач, и корисници шума, те заинтересовани субјекти, плански ангажују на изналажењу најповољнијих рјешења (Вајић et al. 2005).

Већи дио шума Републике Српске налази се у брдско-планинском подручју гдје је изражена купираност терена. Учешће лишћарских врста у укупном сјечивом етату износи око 70%, са учешћем огревног дрвета у овим састојинама, такође, око 70%. Изражени нагиби и велико учешће тврдих лишћара разлози су незнатне примјене софистицираних технологија рада. Простор за примјену ових средстава рада постоји у четинарским састојинама и условима гдје се ограничења налазе у толерантним границама. Шири примјена захтијевала би и корекцију у систему газдовања.

Посебно је значајно истаћи примјену мобилних жичара, за које постоје велике могућности, међутим, оне су веома мало или, боље речено, уопште нису у употреби. Због тога се дио дрвне масе на екстремним нагибима терена не користи или се користи уз велике ризике по екосистем и безбједност радника. Примјена жичара утицала би на то да се на осјетљивим теренима не граде камионски и тракторски путеви. Постоје случајеви гдје се влаке граде и на нагибима преко 70%, што са еколошког и економског аспекта није добро рјешење.

Предуслов за успјешно газдовање шумама јесте развијена мрежа путева. Кроз шуме Републике Српске развијена је мрежа јавних и шумских путева. У складу са Законом о јавним путевима (2013), шумски путеви припадају категорији некатегорисаних путева, заједно са сеоским, пољским и индустријским путевима, путевима на насипима за одбрану од поплава, прилазним и другим путевима. Анализа развијености мреже шумских путева или, како се често каже, анализа отворености шума, проводи се преко различитих параметара, од којих се посебно издвајају густина мреже шумских путева, релативна отвореност и средња транспортна дистанца. Густина мреже шумских путева један је од најчешће коришћених показатеља, преко којег се може вршити груба процјена отворености, али и извршити компарација са другим привредним јединицама, шумскопривредним подручјима, регионима и државама. Инвентуром шумских путева у Републици Српској утврђено је да кроз шуме пролази скоро 9.500 км јавних и шумских путева, а само шумских око 7.850 км. Просјечна густина мреже јавних и шумских путева износи 11,21 м ха⁻¹, односно 9,28 м ха⁻¹ само шумских путева (Dražić et al. 2018). Посљедњих година евидентни су напори за унапређење стања шумских путева у Републици Српској, како са аспекта густине мреже шумских путева, тако и са аспекта њиховог квалитета. У прилог томе говори чињеница да је у посљедњих 14 година изграђено преко 700 км нових шумских путева са туцаничким коловозом. Упоређујући густину мреже путева у Републици Српској са густином мреже у другим земљама Европе, уочава се да је она приближна земљама у окружењу, али је знатно мања у односу на земље Западне Европе.

На основу података објављених у стручним и научним часописима, густина мреже шумских камионских путева у Федерацији БиХ износи 10,9 м ха⁻¹ (Sokolović i Vajrić 2009), у Македонији 13,43 м ха⁻¹ (Trajanov et al. 2015), а у Хрватској од 9,05 м ха⁻¹ у равничарским до 15,43 м ха⁻¹ у планинским подручјима (Pentek et al. 2014). Анализирајући седам планинских региона у земљама Европске уније, Enache et al. (2016) установили су да је густина мреже шумских путева у просјеку 18,5 м ха⁻¹. Густина мреже шумских и јавних путева у Словенији износи 24,8 м ха⁻¹ (само шумских 10,6 м ха⁻¹) (Krč i Beguš 2013), у Италији 24 м ха⁻¹ у сјеверном, односно 6-15 м ха⁻¹ у централном и јужном дијелу (Baldini and Pollini 1996), Аустрији до 45 м ха⁻¹ (Ghaffarian and Stampfer 2007), Чешкој 18,0 м ха⁻¹ (Žáček and Klč 2008), Словачкој 20,1 м ха⁻¹ (Ambrušová et al. 2013), Украјини 10,1 м ха⁻¹ (само шумских 7,8 м ха⁻¹) (Styranivsky et al. 2011), Румунији 13,73 м ха⁻¹ (Bereziuc et al. 2014), Бугарској 7,90 м ха⁻¹ (Stoilov et al. 2014) итд.

16.4. Нови концепти у духу одрживог развоја

Појава нових информационих и комуникационих технологија (ИКТ), посебно интернета и мобилне комуникације, промијенила је свакодневни живот. Ове промјене директно утичу на начин на који људи међусобно комуницирају, послују, организују институције, уопште – како функционишу наша друштва (Castells 2001; Shapiro and Varian 1999). Шумарски сектор није изузетак од овог тренда. Утицај ИКТ на шумарски сектор углавном се ствара изван самог сектора, тј. шумарски сектор се само прилагођава промјенама које ИКТ имају на друштво у цјелини (Hetemäki 2002). У данашње вријеме, ефикасно и одрживо управљање сложеним и разноврсним шумским екосистемима захтијева велике количине висококвалитетних података (информација) о шумама. Брзи развој на пољу обраде података и технологија, попут употребе мобилних телефона и дрона, одразио се и на приступ шумским информационим системима, а посебно на прикупљање података. Шумарство има богату традицију развоја алата за подршку одлучивању користећи комбинацију техника симулације и оптимизације. Неке од првих апликација линеарног програмирања развијене су за одређивање интензитета сјече за велике површине под шумом (Johnson and Scheurman 1977; Garcia 1984). Штавише, велико повећање продуктивности у шумарском сектору након Другог свјетског рата очигледно би било немогуће без аутоматизације постигнуте све већом употребом електронике, укључујући и рачунаре. За шумарство, лансирање првог глобалног сателитског система за позиционирање (*Global positioning system, GPS*) 1978. године, показало се као веома значајна прекретница у развоју нових технологија. Информационо-комуникационе технологије имају широк дијапазон утицаја на шумски сектор – од „канцеларије без папира“, преко примјене у сферама гајења и коришћења шума, до продаје шумских производа, али и рекреативног коришћења шума. Због тога се утицај ових технологија може посматрати на више нивоа – од утицаја на канцеларијско пословање и замјену папирне форме дигиталном, до оних које имају директну примјену на терену, као што су информације које се уносе у посебне уређаје и базе (*Processing Data Automation, PDA*). Поред њих, за планирање газдовања, сјечу и отварање шума веома важну улогу и даље има географски информациони систем (*Geographical Information System, GIS*).

Све већа потражња за дрветом, заједно са све већим економским и еколошким захтјевима, утичу на нови приступ и још већу употребу тзв. „нових технологија“. Како би то било изведено, потребно је увести неке новине у постојећи начин, прије свега, газдовања шумама, а који се даље „прелива“ и на остале сегменте шумарства. Тако данас постоји принцип који се назива „прецизно шумарство“ (*Precision Forestry*), који пропагира

коришћење савремених алата и технологија за добијање што више квалитетних информација, како би се унаприједио процес доношења одлука и осигурало остварење тренутних и будућих циљева газдовања шумама. Принцип „прецизно шумарство“ дефинисала је група истраживача (Taylor et al. 2002), за планирање и провођење локално специфичних активности газдовања шумама и побољшање квалитета и употребе дрвних сортимената, смањење отпада и повећање профита, али и одржавање квалитета животне средине, по угледу на сличан систем који постоји у пољопривреди још од деведесетих година прошлог вијека. Најважнији дио „прецизног шумарства“ јесте примјена нових, савремених технологија. „Прецизно шумарство“ подједнако је повезано са испуњавањем тренутних и будућих циљева газдовања шумама са економског, социјалног и еколошког аспекта, а користи различите алате и технике, који се могу категорисати на различите начине. Ziesak (2006) класификује технике у седам главних области:

- геодетски снимци (терестички ласерски скенер, *Global Positioning System* GPS, INS и дигитална геодетска опрема);
- даљинска детекција (колор-инфрацрвеном камером (CIR), ласерско скенирање из ваздуха);
- испитивање материјала без контакта и компјутеризована томографија (*Computerized tomography*, CT), ултразвук, видео и ласерски скенер;
- мониторинг – идентификација путем радио-фреквенције (*Radio frequency identification*, RFID) и технологија „електронског носа“;
- доношење одлука и планирање сјече;
- GIS, систем подршке за доношење одлука (*Decision support system*, DSS) и софтвер за визуелизацију; и
- рачунарски хардвер.

Према Kovácsová and Antalová (2010), технике и алати у „прецизном шумарству“ подијељени су у пет категорија:

- геодетске технологије (*Global Navigation Satellite Systems*, GNSS), које укључују технологије за мапирање шума, инерцијалне навигационе системе, земаљске ласерске скенере и ласерске даљиномјере;
- ваздухопловне и сателитске технологије даљинске детекције (*Light Detection and Ranging*, LiDAR) и интерферометријски радар (*Interferometric Synthetic Aperture Radar*, IFSAR);
- скенер процеса у стварном времену за контролу дрвета;
- географски информациони систем (*Geographical Information System*, GIS);
- систем подршке одлучивању који је компатибилан са GIS-ом.

Нови глобални тренд, који се све више примјењује у пољопривреди и односи се на систем подршке одлучивању – тзв. „систем подршке одлучивању“ (*Decision support system, DSS*), већ је нашао практичну примјену и у шумарству.

Поред иновација на пољу информационо-комуникационих технологија, у посљедњих двадесетак година интензиван је рад на пољу примјене иновација у сфери механизације. Данашњи дизел-мотори имају потрошњу горива и истовремено смањену емисију издувних гасова. Све више се ради на примјени такозване „зелене технологије“, која представља примјену возила са минималном емисијом штетних гасова. Ова возила позната су као еколошка возила зато што њихова употреба не утиче или има минимални утицај на животну средину и доприноси смањењу присуства штетних гасова у атмосфери, као што су: угљен-диоксид (CO_2), угљен-моноксид (CO), азот-оксид (NO), несагорјели угљоводоник (HC) и једињења олова и сумпор-диоксида. Бројне су иновације у овој сфери, али ће овдје бити наведене само неке од њих. То је, на примјер, примјена синтетичких ужади у првој фази транспорта. Ова ужад замјењују често веома тешку жичану ужад, која се користе при привлачењу витлом и при транспорту дрвних сортимената мобилним жичарама. Ова побољшања огледају се најприје у повећању продуктивности рада, мањем замарању радника и смањењу повреда на раду. Још једна од иновација, на пољу прве фазе транспорта, јесте електронско качење трупаца. Овај намјенски направљен уређај омогућава даљинско радио-контролисано механичко „ослобађање“ трупаца из њихових везива. Након што се дрвни сортименти у састојини завежу и транспортују до привременог стоваришта, на овом мјесту се трупци сами ослобађају притиском само једног дугмета. На тај начин побољшана је сигурност радника, али се повећава и учинак и смањују се трошкови.

Једно од рјешења за транспорт дрвних сортимената јесу мобилне жичаре. Ова технологија углавном се користи у развијеним земљама, али добија све већу популарност и значај и у земљама у развоју, гдје може знатно смањити штету у састојини, како на преосталим стаблима тако и на земљишту. Поред тога, мобилне жичаре веома су корисне на теренима великих нагиба, гдје је велика концентрација дрвне запремине на малом простору, гдје су остала средства, прије свега због нагиба, али и великих трошкова, непримјењива или имају ограничену примјену. Иако се чини да је анимална вуча превазиђен начин транспорта, данас чак и развијене земље користе анималну запрегу као један од видова транспорта. Мишљења о њиховој примјењивости су опречна. Међутим, употреба животиња у коришћењу шума далеко је мање штетна за животну средину него употреба трактора.

Поред тога, животиње пружају природне додатке храњивим материјама у подручјима у којима раде. Још једно од еколошки примјењивих средстава рада које се наводи у литератури јесте транспорт дрвних сортимената хеликоптерима. Овај начин транспорта знатно је мање штетан од других, али захтијева знатно више инвестиција и обуке.

Поред иновација на пољу транспорта, постоје нове, побољшане технологије у фази сјече стабала и израде дрвних сортимената. У погледу мануелну сјече, значајне су тестере на батерије, које умјесто бензинског погона имају батеријско пуњење. Оне представљају најновије технолошко рјешење при сјечи стабала моторним тестерама. Неке од предности ових тестера над класичним тестерама јесу сљедеће: смањена бука, смањене вибрације, нема издувних гасова, смањено оптерећење радника. Међутим, ове тестере имају и своје недостатке, као што су: релативно мала снага, прилагођене су само за стабла мањих пречника или неке мјере његе шума (нпр. кресање грана) и релативно кратко трајање батерија. Како би било која од технологија, поготово у фази транспорта дрвних сортимената (било „нова“ или „стара“), била примијењена, неопходна је и одговарајућа мрежа шумских путева. Проблематика планирања и изградње шумских путева стара је колико и потреба човјека за коришћењем шума. У почетку, шумски путеви били су изграђени као стазе којима се уз помоћ анимала обављало извлачење дрвних сортимената из шуме. Упоредо са развојем друштва и нових средстава рада, мијењао се и начин изградње шумских путева, а као прекретнице истичу се периоди наглог индустријског развоја. Крајем XIX вијека, односно у периоду Друге индустријске револуције, када долази до значајних открића у области копненог саобраћаја, а прије свега развојем мотора са унутрашњим сагоријевањем и убрзаним развојем путева и жељезница, јавља се и потреба за изградом планова развоја шумских путева. У периоду након првог и другог свјетског рата и повећања потребе за сировином, поново се актуелизује питање планирања и изградње шумских путева. Посљедња значајна промјена у изградњи шумских путева услиједила је 60-их година XX вијека, увођењем трактора точкаша у шумарство и замјеном жељезничког саобраћаја камионским. Од тог периода, изградња шумских путева прати трендове развоја транспортних средстава и нових материјала, али без значајних измјена конструктивних елемената. У прилог томе говори чињеница да се шумски путеви у Републици Српској пројектују и граде према Упутству за пројектовање шумских камионских путева из 1958. године, које је незнатно измијењено и допуњено 2008. године. У фази планирања и пројектовања шумских путева, значајан је и период од краја XX вијека, односно период интензивног развоја информационих технологија, посебно увођењем софтвера базираних на GIS и CAD (*Computer Aided Design*) технологији.

Планирање развоја мреже шумских путева представља процес који започиње инвентуром и анализом тренутног стања мреже шумских путева, а завршава се израдом дугорочног плана изградње шумских путева на одређеном подручју и најчешће се ради на нивоу привредне јединице за период од 10 година. Инвентура шумских путева изводи се различитим терестичким методама базираним на примјени глобалног навигационог сателитског система GNSS. Посљедњих година, све већи значај добија ласерско скенирање терена (*Light Detection and Ranging*, LiDAR технологија) са земље и из ваздуха, ради масовног прикупљања геоинформација из којих се софтверским путем издвајају објекти попут шумских путева. За потребе израде планова развоја примјењују се савремене методе и технике имплементирани у различите софтвере, а како се ради о подухвату у простору, географски информациони систем (GIS) постао је незаобилазан алат. Развојем информационих технологија створени су услови за брже, једноставније и тачније управљање великим бројем података, што се позитивно одразило и на планирање мреже шумских путева.

У комбинацији са методама оптимизације и методама одлучивања, GIS омогућује комбиновање и спајање различитих типова информација са различитим вриједностима. Као предност таквог система при планирању мреже шумских путева истиче се визуелизација варијанти, што додаје нову вриједност поступцима доношења одлука и оцјени проблема везаних за путну инфраструктуру.

С обзиром на велики број утицајних фактора, сматра се да је планирање мреже шумских путева један од најкомплекснијих задатака који се ставља пред шумарске инжењере. Због јаког утицаја на шумски екосистем, великих трошкова градње и бројних корисника, шумски путеви ће увијек бити предмет интересовања великог броја заинтересованих страна, што отвара простор за појаву конфликта међу њима, посебно у заштићеним подручјима и близини урбаних подручја. Како би се појава конфликта свела на најмању могућу мјеру, савремено планирање мреже шумских путева креће се у правцу укључивања интересних група у процес доношења одлука, при чему се различитим методама вишекритеријумског одлучивања долази до компромисног рјешења (Стојнић 2019).

Технике GIS-а имају важну улогу у анализи проблема одлучивања, док вишекритеријумска анализа пружа богату збирку техника и процедура за структурирање проблема одлучивања, пројектовања, вредновања и одређивања приоритета алтернативних одлука (Malczewski 2006).

Методе вишекритеријумског одлучивања, као што су аналитички хијерархијски процес (АХП), TOPSIS, PROMETHEE, ELECTRE, SAW, метода

тежинских коефицијената и многе друге, у комбинацији са географским информационим системом, могу да пруже помоћ при избору погодних локација за градњу шумских путева, избору најбоље варијанте шумског пута, одређивању најбољег распореда шумских путева и сл.

16.5. Доступни ресурси за спровођење одрживог коришћења шума

Када је у питању прилагођавање постојећих технологија условима и начину рада, овај приступ је изводљивији у односу на набавку нових средстава у условима Републике Српске, јер захтијева мања улагања. Међутим, у будућности се очекује да се и Република Српска определијели за примјену возила и механизације која имају смањен утицај на животну средину, гдје се, прије свега, мисли на моторе са унутрашњим сагоривањем које треба замијенити савременим возилима на биогорива, електрични погон или хибридном возилима.

Увођење ових технологија рада у процес производње пут је ка умањењу штетних утицаја рада механизованих средстава. Примјена нових технологија рада подразумијева обучене руковоце, као и инжењерски кадар за оперативно планирање. Међутим, за примјену готово било које технологије неопходна је добра отвореност шума шумским путевима.

Изградња шумских путева врши се на основу Годишњег плана инвестиционих улагања, који произлази из програма отварања и плана изградње предвиђеног Шумскопривредном основом, као дугорочним планом газдовања шумама и израђеног Главног пројекта шумског пута. Пројектанти шумских путева најчешће су инжењери шумарства са стеченом лиценцом за израду техничке документације, фаза нискоградње за локалне, шумске и некатегорисане путеве и надзор.

Лиценца се издаје на основу члана 8. Закона о уређењу простора и грађењу (Сл. гласник Републике Српске бр. 40/13, 106/15 и 3/16) и члана 8. Правилника о условима за издавање и одузимање лиценци учесника у грађењу (Сл. гласник Републике Српске бр. 70/13 и 24/15), а лиценцу издаје Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију. Теренска снимања за потребе израде пројеката шумских путева обављају се примјеном једноставних инструмената и опреме (падомјер, бусола и сл.), али и савремене опреме високе тачности мјерења (тоталне станице, GNSS уређаји, ласерски даљиномјери и сл.).

За пројектовање шумских путева примјењују се савремени намјенски софтвери засновани на CAD технологији, чиме је обезбијеђена висока тачност излазних података. Садржај пројектне документације регулисан је Правилником о изради пројеката за шумске комуникације (Сл. гласник Републике Српске бр. 60/09).

16.6. Утицај нових технологија на здравље људи и животну средину

Посао радника у шумарству, посебно оних радника који су ангажовани на пословима сјече стабала и израде дрвних сортимената, спада међу најтеже и најопасније послове. Осим тога, радници који су запослени на пословима коришћења шума готово сваки дан су под ризиком да ће доћи до повреде на раду (Danilović i sar. 2016). Увођењем механизованих средстава овај проблем је дјелимично ријешен, јер нова технолошка рјешења имају, као што је већ поменуто, низ предности (смањен утицај буке, вибрација, издувних гасова, удобност итд.), али и недостатке, као што су монотонија у раду и велико психичко напрезање.

Међутим, аспект којем се тренутно посвећује пуно пажње јесте еколошки. Тако се увођењем нових технологија, али и прилагођавањем постојећих, ствара нови амбијент за очување животне средине, али и смањује утицај на састојину која је у одређеној мјери оптерећена примјеном механизације, а поготово њеном интензивном употребом, посебно на земљиштима мале носивости. Осим на животну средину, употреба новијих технолошких рјешења могла би да утиче и на путеве, јер су коришћење шума и отварање шума у нераскидивој вези и представљају симбиозу која као крајњи резултат даје дрвне сортименте или НДШП допремљене до главног стоваришта.

Изградња шумских путева представља једну од најсложенијих интервенција у шумском екосистему. Иако се често каже да су шумски путеви кичма развоја шумарства, ако су лоше испланирани и пројектовани, изграђени и одржавани, шумски путеви могу имати велики утицај на деградацију животне средине. Такви путеви утичу на прекомјерно губљење продуктивних површина, промјене водених токова, таложење материјала, ерозију земљишта, појаву клизишта, фрагментацију станишта и нарушавање љепоте предјела. У претходном периоду основни задатак планирања био је стварање таквог просторног распореда шумских путева којим ће се, уз минималне трошкове изградње, обезбиједити максимално искоришћење шумских ресурса. Савремени приступ планирању мреже шумских путева, који се базира на

идеји једнаких функција шума, представља техничко-економско-еколошки концепт, чији је циљ смањење негативних ефеката изградње и употребе шумских путева на шумски екосистем.

При градњи шумских путева, неопходно је да се, са једне стране, прати серија прописа и препорука које обезбјеђују трајност и употребљивост шумског пута, а са друге стране да се предвиде могући утицаји на животну средину, као и мјере у погледу њиховог спречавања или смањења. Шумски путеви су линијски објекти чијом је изградњом неизбежно стварање нових непродуктивних површина. Изградњом једног километра шумског пута заузима се површина од 1 до 2 хектара, за шта је потребно посјећи, у просјеку, од 200 до 500 м³ дрвне запремине. Адекватним избором подручја на којима ће се путеви градити и правилним вођењем трасе, у великој мјери може се смањити утицај градње пута на животну средину. Зато је приликом пројектовања и градње шумских путева потребно избежавати нестабилне терене, попут забарених и мочварних подручја, и потенцијална клизишта, али и вођење трасе преко чврстих стијена, гдје се откопи изводе искључиво примјеном експлозива. Посебно осјетљивим подручјима сматрају се стрме падине, гдје изградња шумских путева захтијева извођење великог обима земљаних радова и радова у стијени, а као посљедица таквих радова настају оштећења земљишта и састојина испод пута, засипање корита водотокова, стварање нестабилних косина и бројни други негативни ефекти. У оваквим подручјима веома је битан избор одговарајуће механизације којом се изводе радови, због чега посљедњих година употреба булдозера постаје ограничена, а њихову улогу преузимају багери. Способност багера да одвоји органски материјал и спријечи његово мијешање са минералним, при изради насипа, у великој мјери утиче на стабилност и трајност шумског пута. Такође, контролисаним ископом и одлагањем земљаног и стјеновитог материјала багером спречава се његово расипање и обрушавање низ стрме падине, чиме се редукује појава оштећења.

16.7. Анализа ризика различитих утицаја на експлоатацију ресурса

Због еволуције у шумарској индустрији, снага људи и животиња замијењена је машинама. Тако су моторне тестере у знатној мјери замијенили харвестери, анимал су замијенили трактори и форвардери, а ријеку су замијенили камиони. Све ове иновације повећавају ефикасност рада у коришћењу шума, али имају и негативне посљедице, укључујући повећано сабијање тла, оштећења на преосталим стаблима и подмлатку, смањен број

радника итд. Учесталост оштећења преосталих стабала у састојини највише зависи од карактеристика машина за сјечу, удаљености између сјечних линија, брзине сјече, начина сјече, броја посјеченог дрвећа по јединици површине и услова терена (Butora and Schwager 1986; Bacher 1999; Acar and Dinç 2001; Danilović et al. 2015).

Упркос томе што су нове машине, нпр. харвестери и форвардери, неминовно довеле до повећања продуктивности, али и до смањења јединичних трошкова, са собом су донијеле и низ новина које се, прије свега, односе на ергономију. Са једне стране, радници који управљају овим машинама имају изузетну удобност (удобно сједиште, ротациону кабину, клима-уређај, смањену буку и вибрације итд.), али, с друге стране, ове машине неминовно имају и неке недостатке. Ти недостаци огледају се у монотонији у раду и психичком замарању радника. Веома дуги радни дани (понекад и до 15 сати), кратке и лоше организоване паузе, као и финансијска одговорност за скупе машине, најважнији су фактори који изазивају стрес. Поред тога, оператери који управљају харвестерима морају се носити са много информација током рада и често се захтијева додатно познавање технологије, али и шире сагледавање процеса рада кроз гајење шума (Berger 2003). Истраживања из Пољске показала су да је возач харвестера трошио $3,1\text{--}5,6 \text{ kJ}\cdot\text{мин}^{-1}$ енергије, док је возач форвардера трошио $5,6\text{--}6,6 \text{ kJ}\cdot\text{мин}^{-1}$. Међутим, ментално оптерећење оператора харвестера оцијењено је као велико, а оператора форвардера умјерено, премда је монотоност у раду оцијењена као веома висока за обје позиције (Sawastian et al. 2015). Потрошња енергије током радног дана налази се у распону $1900\text{--}3200 \text{ kJ}\cdot 8\text{ч}^{-1}$. За разлику од харвестера, утврђено је да се просјечна потрошња енергије код радника који рукује моторном тестером креће у распону $18\text{--}55 \text{ kJ}\cdot\text{мин}^{-1}$, у зависности од радне операције (Lipoglavšek 1997). Иако су и власници предузећа веома често свјесни ове чињенице, потражња за дрветом, на глобалном нивоу, константно је у порасту. Како би одржале континуитет у испоручивању робе, компаније, односно запослени, понекад су приморани да раде и прековремено како би одржали континуитет испоруке.

Међутим, упркос порасту броја радних сати, продуктивност оператора харвестера била је мања у обје смјене (Nicholls et al. 2004). Искуства из других индустрија кажу да је смањена будност оператора довела до повећања ризика и озбиљности несрећа, као и оштећења машина. Успјешна примјена режима рада са продуженим радним временом зависи од задовољења оперативних потреба, као и препознавања људских потреба, управљања продуктивношћу, сигурношћу, комуникацијом и одржавањем (Nicholls et al. 2013).

Руковаоци шумским машинама обично раде врло интензивно током радног дана, са ограниченим бројем пауза (Staaf and Wiksten 1984; Gallis 1992; Byers 1997). Неки од приједлога за смањење умора и повећање задовољства на послу, које налазимо у литератури, јесу честе и кратке паузе за одмор. Приликом увођења одмора, главни проблем може бити дисконтинуитет у извршавању задатака. С друге стране, сматра се да увођење краћих 10-минутних одмора не омета прилагођавање послу. Gallis (2013) предложио је такав распоред рада и одмора који би се састојао од око 10 минута активног одмора након сваких 50 минута рада. Пауза од 10 минута помаже оператеру да се опорави од умора, у одржавању радне способности и ефикасности. Такође, 10-минутна пауза може повећати ефективно радно вријеме, јер радници могу изоставити спонтане и прикривене паузе. Такође, на тај начин смањује се трајање изложености вибрацијама, буци и климатским утицајима. Поред тога, активни одмор ће побољшати обнављање радних способности и може имати повољан утицај на мишићни умор. Уз предложени распоред рада и одмора, радници добијају више паузе за оброк и подјелу ручка у двије десетоминутне паузе. Вишеструке паузе за оброк током дана могу помоћи радницима да не оптерећују пробавни систем као у случају једног тешког obroка (Gallis 2013).

16.8. Економско-тржишна анализа

Увођењем нових технологија дошло је до повећања продуктивности у коришћењу шума. Утицај ИКТ немјерљив је у свим сферама, па и у шумарству. Боља и лакша доступност информација о тржиштима и потражњи такође је довела до повећања конкуренције међу добављачима сировина, што значајно утиче на цијене сировина, али и на потражњу. Осим тога, иновације, попут конструкције нових модела харвестерских глава за харвестере који су погодни за рад у лишћарским шумама знатно су допринијеле бољој искоришћености ресурса.

Механизована сјеча харвестером упоређена је са конвенционалним начином сјече, у којем се моторна тестера користи за обарање стабала и израду дрвних сортимената. Истраживања проведена у мјешовитим лишћарским шумама показују да, у поређењу са сјечом моторном тестером, харвестер UTC са харвестерском главом CTL 40 HW смањује вријеме израде за око 70%. У зависности од броја дрвних сортимената по стаблу, рад харвестера био је од 1,7 до 3 пута ефикаснији од рада са моторном тестером (Zinkevičius et al. 2012).

Цијена механизоване сјече у састојинама са малом просјечном запремином нижа је за 20%–30% у односу на традиционалну технику, код које се користе моторне тестере (Bacher-Winterhalter 2004). Према Ohrner (1999), продуктивност харвестера приликом сјече стабала, са просјечном запремином стабла од 0,2 м³, приближно је 8–10 пута већа него када се користе моторне тестере. Према Danilović i sar. (2011), учинци које харвестер остварује у засадима тополе износе, у зависности од метода сјече, од 30,3 до 34,7 м³ по сату, што је десет пута већи учинак од учинка који радник остварује са моторном тестером. Када се користи моторна тестера, боља је квалитативна подјела стабла, јер се одвајају вреднији сортименти, али у овом случају трошкови рада се обично повећавају у односу на харвестер (Zinkevičius et al. 2012).

Forbrig (2000) утврдио је да продуктивност харвестера највише зависи од врсте и просјечне запремине стабла, терена и вјештине руковоаца. Утврђено је да вјештина оператера има велики утицај на продуктивност харвестера и ове вриједности могу варирати од 20% до 50% (Glöde 1999). Међутим, без обзира на то, у Републици Српској и даље се претежно користе моторне тестере као средство за сјечу стабала и израду дрвних сортимената. Разлози за то су вишеструки, али се они, прије свега, огледају у чињеници да су почетна улагања код набавке нових моторних тестера неупоредиво мања у односу на набавку чак и половних харвестера. Осим тога, разлози могу бити и социјалне природе (навика да се ради онако како је већ устаљено, бојазан да нови начин можда није довољно добар). Када је ријеч о путевима, финансирање градње, реконструкције, одржавања и заштите шумских путева врши Јавно предузеће, односно организациони дијелови предузећа из властитих средстава и других извора (кредитна средства, средства проширене репродукције шума, сходно одредбама Закона о шумама и др.). Средства проширене репродукције додјељује Министарство за пољопривреду, шумарство и водопривреду Републике Српске, на основу достављених главних пројеката шумских путева који пролазе кроз шуме и својом изградњом у будућности увећавају њихову вриједност, а то су путеви у шумама посебне намјене, заштитним шумама, изданачким шумама са директном или индиректном конверзијом, као и у деградираним шумама.

Извођење радова на изградњи и реконструкцији шумских путева Јавно предузеће повјерава приватним грађевинским предузећима ангажованим кроз поступке јавних набавки, а у мањој мјери радови се изводе сопственом механизацијом. У зависности од рељефног подручја, просјечни трошкови изградње шумских путева износе од 60.000 до 70.000 КМ км⁻¹ (Dražić et al. 2020), док трошкови редовног годишњег одржавања шумских путева износе и до 4% од трошкова изградње.

16.9. Перспективе развоја одрживог коришћења шума у Републици Српској

С обзиром на постојеће стање у шумарству Републике Српске, али и глобалне трендове, постоји веома велика вјероватноћа да ће савремени принципи који постоје у развијеним земљама (посебно Западне Европе и Скандинавије) бити примijeњени и на овим просторима. То се углавном односи на еколошку компоненту, која сваким даном добија све више на значају у глобалним оквирима, али, наравно, и на локалном нивоу. Како бисмо ишли у корак са развијеним земљама, у наредном периоду неопходно је, прије свега, радити на едукацији не само радника већ и шумарских инжењера, али и оних који доносе одлуке о важности улагања у нова средства, јер је велики дио, не само средстава за рад него и приступа коришћењу шума, нажалост, прилично застарио. За набавку савремене механизације потребно је издвојити финансијска средства за то унутар предузећа или аплицирати неком од приступних фондова Европске уније. Правилно планирање инвестиција веома је важно за развој предузећа, па је у ове планове веома важно укључити и људе из оперативе и стручњаке, како би избор био адекватан и правовремен.

Перспективе развоја мреже шумских путева крећу се у правцу стварања мултифункционалне мреже шумских путева, изграђене у складу са еколошким, економским, друштвеним и техничким критеријумима, којом ће се задовољити све потребе интегралног газдовања шумама, али и потребе других корисника шума. Ови дугорочни планови садржани су у Стратешком плану шумских путева у Републици Српској (2019), којим је предвиђено да се у наредних 30 година изгради додатних 623 км и реконструише 1.407 км постојећих шумских путева. Стратешким планом извршена је идентификација најжитнијих пројеката изградње и реконструкције шумских путева, како би се унаприједили еколошки и економски ефекти и испунили захтјеви за сертификацију шума.

16.10. Закључак

На свјетском нивоу, из године у годину, све више расте потражња за дрветом и осталим недрвним шумским производима. Зато се намеће изазов – на који начин одрживо користити шумске ресурсе, уважавајући са једне стране сталне потребе друштва, а са друге постојање одрживог екосистема, како бисмо будућим генерацијама оставили бар онолико колико су садашње генерације наслиједиле од својих предака. Најбољи

начин за то је проналажење баланса између тренутних потреба и тежње да се ти ресурси заштите у будућности, јер нерационално коришћење ресурса може оставити дуготрајне посљедице.

Како би потенцијал који шуме посједују био правилно искоришћен, неопходно је слиједити неке од смјерница које су већ нашле примјену и имају позитиван одзив у другим земљама. Један од праваца јесте прилагођавање постојећих технологија условима терена, како би штете у састојини и на земљишту биле смањене, као и оптерећење радника, а други је набавка нових средстава, која имају низ предности у односу на старије технологије. Међутим, треба имати на уму и да та нова технолошка рјешења, поред предности, имају и низ недостатака, који се, прије свега, огледају у великој монотонији у раду, али и психичком напрезању радника.

Осим тога, од велике помоћи су и информационо-комуникационе технологије, које у посљедњих неколико година играју значајну улогу у друштву уопште, па, наравно, и у шумарству. Како би велики потенцијал који Република Српска посједује у шумарству био искоришћен на најбољи начин, потребно је улагати у обнову механизације, изградњу путева, али и едукацију запослених.

Шумски путеви представљају најзначајније инфраструктурне објекте у шумама, чијом се изградњом и редовним одржавањем обезбеђују услови за рационално, интензивно и одрживо газдовање шумама. И поред значајних улагања у мрежу шумских путева у Републици Српској у посљедње двије деценије, и евидентног унапређења стања, са овом праксом потребно је наставити у још већој мјери како би се достигао жељени ниво развоја. Како се у појединим шумскопривредним подручјима густина мреже шумских путева приближава оптимуму, у наредном периоду потребно је више пажње посветити унапређењу квалитета шумских путева ради смањења трошкова експлоатације и трошкова одржавања. Изградња шумских путева ствара све већу забринутост јавности због дугорочног утицаја на животну средину, због чега је овим активностима потребно прићи плански, систематично и одговорно, уважавајући све принципе очувања шумских екосистема, посебно у подручјима јединствених еколошких одлика. Дакле, изградња и одржавање шумских путева у смислу управљања шумама чине једну цјелину у оквиру различитих типова и намјене шума. Значај укупних активности на побољшању отварања шума шумским путевима има све већи значај и сматра се једним од основних предуслова за успјешан одрживи развој шумарства у цјелини. Због тога се као приоритет у газдовању шумама често поставља отварање шума као један од основних стратешких циљева.

Литература

- Acar HH, Dinç B (2001) An investigation of winter harvesting on steep terrain in forestry. *Turk J Agric For* 25:139–147
- Agustino S, Mataya B, Senelwa K, Achigan-Dako EG (2011) Non-wood forest products and services for socio-economic development: a compendium for technical and professional forestry education. Nairobi, African Forest Forum
- Ambrušová L, Halaj D, Ilavský J, Marttila J (2013) Atlas of the forest sector in Slovakia. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 257, pp 38
- Bacher M (1999) Literaturstudie Bestandesschäden. In: FVA Baden-Württemberg, Abteilung Arbeitswirtschaft und Forstbenutzung, Versuchsbericht 6, pp 1–11
- Bacher-Winterhalter M (2004) Optimierungsmöglichkeiten und estriktionen eines Mechanisierten Holzerntesystems bei der Umsetzung Moderner Waldbaukonzepte am Beispiel des Südschwarzwaldes. Doctor Theses. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Fakultät für Forst und Umweltwissenschaft en, pp 228
- Бајић В, Даниловић М (2002) Потрошња горива и мазива при сечи у младим хрстово-грабовим састојинама. Гласник Шумарског факултета 86:59–66
- Bajić V, Danilović M, Ćuprić N (2005) Mehanizacija u iskorišćavanju šuma Srbije – stanje i potrebe. *Traktori i pogonske mašine* 10(5):23–30
- Baldini S, Pollini C (1996) Interaction between network of service: Forestry and wood harvesting systems. FAO. Proceedings of the Seminar on Environmentally Sound Forest Roads and Wood Transport, 17–22 June 1996, Sinaia, Romania
- Bereziuc R, Alexandru V, Ciobanu V, Musat EC, Dumitrascu A-E, Antoniadu C, Visan J (2014) The Density Index of Forest-Road Network Managed by the National Forest Administration (RNP). Proceedings of the Biennial International Symposium – Forest and Sustainable Development. Transilvania University Press, Brasov, pp 196–203
- Berger C (2003) Mental stress on harvester operators. In: Limbeck-Lilienau, Steinmüller, Stampfer (eds) Proceedings of the Austro 2003 meeting, October 5–9, 2003, Schlaegl-Austria, High Tech Forest Operations for Mountainous Terrain, pp 10
- Butora A, Schwager G (1986) Holzernteschäden in Durchforstungsbeständen. In: Eidgenössische Anstalt für das Forstliche Versuchswesen, Bericht Nr. 288, Birmendorf
- Byers J (1997) Operators Health-A survey of feller-buncher operators. *LIRO report* 22(17):1–6
- Vedeld P, Angelsen A, Bojö J, Sjaastad E, Berg GK (2007) Forest environmental incomes and the rural poor. *Forest Policy and Economics* 9(7):869–879

- Gallis C (2013) Increasing Productivity and Controlling of Work Fatigue in Forest Operations by Using Prescribed Active Pauses: a Selective Review *Croat J For* 34(1), pp 103
- Gallis C (1992) Work Fatigue in Forest Operations: Causes and Management. M.Sc. thesis. University of New Brunswick. Canada, pp 79
- Garcia O (1984) FOLPI, a forest-oriented linear programming interpreter. In: Nagumo H, Konohira Y, Kobayashi S, Monowa M, Nishikawa K, Naito K, Sweda T, Amano M, Tanaka K (eds) Proceedings, IUFRO Symposium on Forest Management, Planning and Managerial Economics, held at the University of Tokyo, Japan, pp 293–305
- Ghaffarian MR, Stampfer K (2007) Optimum road spacing of forwarding operations: A case study in Southern Austria. In: Proceedings of Austro2007/FORMEC 07: Meeting the Needs of Tomorrow's Forests – New Developments in Forest Engineering, October 7–11, 2007, Vienna and Heiligenkreuz, Austria
- Glöde D (1999) Single and double grip harvesters – productive measurements in final cutting of shelterwood. *J For Eng* 10:63–74
- Даниловић М, Гачић Д (2014) Одрживо коришћење шумских и ловних ресурса. Гласник Шумарског факултета. Специјално издање поводом научног скупа – Шуме Србије и одрживи развој, стр 25–51
- Danilović M, Tomašević I, Gačić D (2011) Efficiency of John Deere 1470D ECO III Harvester in Poplar Plantations. *Croatian journal of forest engineering* 32(2):533–549
- Danilović M, Grujović D, Milovanović B, Karić S (2014) Ocjena modificirane poludeblovne metode listača sa dijelovima krošnje. *Nova mehanizacija šumarstva* 35:35–50
- Danilović M, Kosovski M, Gačić D, Stojnić D, Antonić S (2015) Damage to residual trees and regeneration during felling and timber extraction in mixed and pure beech stands. *Šumarski list* 139(5-6):253–262
- Danilović M, Antonić S, Đorđević Z, Vojvodić P (2016) Forest utilization-related occupational injuries in the area of the FE "Sremska Mitrovica", *Šumarski list* 11–12
- Doležal B (1984) Štete u šumi izazvane primenom mehanizacije. (Dokumentacija za tehniku i tehnologiju u šumarstvu, 81), Beograd, Jugoslovenski poljoprivredno-šumarski centar, Služba šumske proizvodnje, str 47
- Dražić S, Danilović M, Stojnić D, Blagojević V, Lučić R (2018) Openness of forests and forest land in the Bosnia and Herzegovina entity Republic of Srpska, *Šumarski list* 142(3–4):183–185
- Dražić S, Lučić R, Danilović M, Stojnić D (2020) Forest truck road construction in the Republic of Srpska: The volume of works and average price. *Bulletin of Faculty of Forestry* 121., University of Belgrade – Faculty of Forestry, 121:9–26

- Enache A, Kühmaier M, Visser R, Stampfer K (2016) Forestry operations in the European mountains: a study of current practices and efficiency gaps. *Scandinavian Journal of Forest Research* 31(4):412–427
- Žáček J, Klíč P (2008) Forest transport roads according to natural forest regions in the Czech Republic. *Journal of Forest Science* 54(2):73–83
- Законом о јавним путевима (2013) Службени гласник Републике Српске бр 89
- Zinkevičius R, Steponavičius D, Vitunskas D, Činga G (2012) Comparison of harvester and motor-manual logging in intermediate cuttings of deciduous stands. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 36(5):591–600
- Ziesak M (2006) Precision Forestry – An overview on the current status of Precision Forestry. A literature review. In: Precision Forestry in plantations, semi-natural and natural forests. IUFRO Precision Forestry Conference, 5–10 March 2006, Technical University Munich, Stellenbosch University, Germany
- Johnson KN, Scheurman HL (1977) Techniques for prescribing optimal timber harvest and investment under different objectives — Discussion and synthesis. *Forest Science, Monograph* 18
- Košir B (2000) Primerjava rezultatov modela poskodbe drevja v sestoji zaradi pridobivanja lesa in rezultatov terenskih opazovanj. *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 62:53–86
- Kováčsová P, Antalová M (2010) Precision forestry – definition and technologies. *Šumarski list* 134(11–12):603–610
- Krč J, Beguš J (2013) Planning Forest Opening with Forest Roads. *Croatian Journal of Forest Engineering* 34(2):217–228
- Lipoglavsek M (1997) Logger's Loads at Work with Power-Saw. In: Heinimann HR Sessions J, Thimphu B (eds) IUFRO/FAO Seminar on Forest Operations in Himalayan Forests with Special Consideration of Ergonomic and Socio-Economic Problems, pp 105–113
- Malczewski J (2006) GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science* 20(7):703–726
- Mihelič M (2014) Gospodarnost in okoljski vidiki tehnologij pridobivanja lesnih sekancev za energetska rabo. *Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta*, pp 1–285
- Nicholls A, Bren L, Humphreys N (2004) Harvester productivity and operator fatigue: working extended hours. *International Journal of Forest Engineering* 15(2):57–65
- Nicholls A, Bren L, Humphreys N (2013) Harvester Productivity and Operator Fatigue: Working Extended Hours. *International Journal of Forest Engineering* 15:57–65
- Ohrner G (1999) Wie wirtschaftlich arbeiten Harvester. *Forst und Holz* 23:727–732

- Pentek T, Nevečerel H, Ecimović T, Lepoglavec K, Papa I, Tomašić Ž (2014) Strategijsko planiranje šumskih prometnica u Republici Hrvatskoj – raščlamba postojećega stanja kao podloga za buduće aktivnosti. *Nova mehanizacija šumarstva* 35:63–78
- Picchio R, Neri F, Maesano M, Savelli S, Sirna A, Blasi S, Baldini S, Marchi E (2011) Growth effects of thinning damage in a Corsican pine (*Pinus laricio* Poiret) stand in central Italy. *Forest Ecology and Management* 262:237–243
- Putz FE, Pinard MA (1993) Reduced-impact logging as a carbon-offset method. *Conservation Biology* 7(4):755–757
- Rushton T, Brown S, McGrath T (2003) Impact of tree length versus short-wood harvesting systems on natural regeneration. *Forest Research Report 70*, Nova Scotia Department of Natural Resources
- Стратешки план шумских путева у Републици Српској (2019)
- Службени гласник Републике Српске (2013) бр. 40/13
- Службени гласник Републике Српске (2015) бр. 106/15
- Службени гласник Републике Српске (2016) бр. 3/16
- Службени гласник Републике Српске (2013) бр. 70/13
- Службени гласник Републике Српске (2009) бр. 60/09
- Sabo A (2003) Oštećivanje stabala pri privlačenju drva zglobnim traktorom Timberjack 240c u prebornim sastojinama. *Šumarski list* 7(3):335–346
- Saveneh A, Dignan P (1997) The use of shelterwood in *Eucalyptus regnans* forest: the effect of overwood removal at three years on regeneration stocking and health. *Australian Forestry* 60:251–259
- Shapiro C, Varian HR (1999) *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press, pp 1–352
- Sist P, Nolan T, Bertault JG, Dykstra D (1998) Harvesting intensity versus sustainability in Indonesia. *For Ecol Manage* 108:251–260
- Sokolović D, Bajrić M (2009) Šumska prometna infrastruktura u Federaciji Bosne i Hercegovine, pp 39–50
- Staaf KAG, Wiksten NA (1984) *Tree Harvesting Techniques*. Forest Science, Ser Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers
- Stoilov S, Krumov T, Uchikov N (2014) Study of forest road network in Central Rhodopes mountains. *Mechanics, Transport, Communications – Academic Journal* 12(3/3):VIII–1–VIII–8
- Stojnić D (2019) Primena višekriterijumskog odlučivanja u planiranju mreže šumskih puteva u šumama posebne namene. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu
- Sawastian K, Grzywiński W, Turowski R (2015) Analysis of postural strain of loggers during timber harvesting in a spruce stand. *For Lett* 108:1–6

- Styranivsky O, Hromyak Y, Styranivsky Y (2011) Argumentation of Optimum Road Density in the Forests of Ukraine. In: Proceedings of FORMEC 2011 – Pushing the boundaries with research and innovation in forest engineering, October 9–13, 2011, Graz, Austria
- Taylor S, Veal M, Tony G, Timothy M, Corley F (2002) Precision Forestry: Operational Tactics For Today And Tomorrow. University Press, Oxford, UK
- Trajanov Z, Nestorovski Lj, Trajkov P (2015) Development and perspective of the forest road infrastructure in the Republic of Macedonia. Bulletin of Faculty of Forestry, supplement issue, University of Belgrade – Faculty of Forestry, pp 141–148
- Forbrig A (2000) Konzeption und Anwendung eines Informationssystems über Forstmaschinen auf der Grundlage von Maschinenbuchführung, Leistungsnachweisen und Technischen Daten. Doctor Theses. Technische Universität München, Bericht Nr. 29/2000 der Kuratoriums für Waldarbeit und Forsttechnik, Großumstadt, pp 213
- Halilović V, Gurda S, Sokolović D, Musić J, Bajrić M, Ganić E (2012) Fuel and lubricants consumption in the phase of harvesting and processing wood in public enterprise forest offices vareš section 37. Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo 2:31–43
- Hetemäki L, Anders N, Kevin B (2005) ICT and the Forest Sector: The History and the Present. In: Hetemäki L, Nilson S (eds) Information Technology and the Forest Sector. IUFRO World Series, 18, Vienna
- Castells M (2001) The Internet Galaxy, Reflections on the Internet, Business and Society, Oxford
- Chao S (2012) Forest People: Numbers across the World, Forest Peoples Program, Moreton-in-Marsh, UK
- Wästerlund I (1986) In: Knutell H (ed) New Thoughts about Strip Roads, Damage and Techniques in Thinning Operations. Swedish Univ Agric Sci, Dept of Operational Efficiency, Res Note 52, Garpenberg, Sweden, pp 56–63
- World Bank (2009) Community based avoided deforestation project in Guinea-Bissau: Land use change analysis for REDD baseline scenario definition and carbon stock assessment for REDD project
- World Bank (2006) In: Bhargava VK (ed) Global Issues for Global Citizens: An Introduction to Key Development Challenges. The World Bank Report, Washington, DC, USA, 2006

Sustainable use of forests

Milorad Danilović, Slavica Antonić, Dušan Stojnić

Summary

Globally, the demand for wood as a raw material, but also for non-wood forest products, is growing year by year. Therefore, the question arises how to sustainably use forest resources, taking into account on the one hand the constant needs of society, and on the other the existence of a sustainable ecosystem. There are many practical steps that forest management companies need to take to protect forests, while at the same time making adequate profits from the production and sale of both wood and non-wood forest products.

So, theoretically, sustainable use of forests means such felling of trees to meet the needs of the market without endangering ecosystems. In order to achieve this goal, it is necessary to adhere to certain principles, such as: development of a detailed implementation plan with special emphasis on identifying and marking those areas that may be endangered by erosion or fire, restoration and preservation of natural ecosystems, then application of "reduced impact" cuts "in order to reduce the damage to the remaining trees and stands to the minimum, training and protection of employees at work, etc. In addition to the application of appropriate methods and techniques in cutting trees and making wood assortments, in the phase of their transport, an appropriate network of forest roads is necessary, because without them this potential could not be properly used.

The most remote forest complexes are opened on forest roads, which ensures their connection with public roads and centers for processing and consumption of forest products. The special importance of forest roads is reflected in the preventive and reactive protection of forests from fire and other destructive phenomena. In addition, forest roads are extremely important for rural development and retention of the population in the countryside, development of tourism, sports and recreation, construction and maintenance of other infrastructure facilities (underground and overhead power and telecommunications lines, repeaters, relays, water supply facilities, observation posts, fire-fighting railways, etc).

When choosing the appropriate work technology, in addition to technical and economic, other aspects are increasingly taken into account, such as environmental, ergonomic and energy. The biggest focus today is primarily on

the ecological aspect, ie the attempt to reduce the impact of felling trees, but also the transport of wood assortments on the environment to a minimum.

In general, the use of forests with poor planning of works, inadequate work technology and insufficient control during the execution of works results in negative consequences for the young, ie the natural regeneration of forest stands.

Damage that occurs in the stand during felling and transport also depends on the felling method, the density of forest roads, the condition of the terrain, etc.

However, damage to the stand can be reduced by adopting and applying certain guidelines such as: targeted felling of trees to reduce damage to land, saplings and remaining trees, the establishment of buffer zones and protected areas around the basins, using new technological solutions to reduce damage to the land caused by the attraction of logs, careful opening of forests with the primary and secondary network of roads, limiting the transverse and longitudinal slope of roads to prevent erosion. These simple steps can reduce damage to the remaining trees and offspring in the stand after felling, reduce erosion, enable faster "recovery" of the forest and reduce the risk of fire.

Apart from the fact that it is possible to adhere to certain guidelines in order to take into account other aspects (primarily environmental and ergonomic), the other direction is the procurement of new funds. The sophisticated machines in use in forestry today now have surprising capabilities - a number of performances that have been developed or improved in the last two decades. Today's mechanization in relation to the one that was in use 20 or more years ago has primarily improved the safety of workers, increased production performance that directly affected the performance that these machines can potentially achieve, but also improved the characteristics to impact on life the middle was as small as possible. It should be noted that in our region, the degree of mechanization is still relatively small due to relatively difficult field conditions, and in addition, the selective way of management does not allow space for high-power machines. Forestry has a rich tradition of developing decision support tools using a combination of simulation and optimization techniques. Information and communication technologies have a wide range of impacts on the forest sector, which will be even greater in the future. Thus, today there is a principle called *precision forestry*, which promotes the use of modern tools and technologies to obtain as much quality information as possible, in order to improve the decision-making process and ensure the achievement of current and future forest management goals.

Precision forestry is equally related to meeting current and future forest management goals from an economic, social and environmental perspective, and uses a variety of tools and techniques. In addition to innovations in the field

of information and communication technologies, in the last twenty years, work has intensified in the field of application of innovations in the field of mechanization. Today, there are also so-called ecological vehicles because their use has a small impact on the environment and contributes to reducing the presence of harmful gases in the atmosphere. In addition to innovations in the field of transport, there are new, improved technologies in the phase of cutting trees and making wood assortments. Here we will refer primarily to manual felling. These are battery-powered saws, which have a battery charger instead of a petrol one. They represent the latest technological solution in the field of cutting trees with chainsaws. Some of the advantages of these saws over classic saws are the following: reduced noise, reduced vibrations, no exhaust gases, reduced workload of workers. However, these saws also have their drawbacks, such as: relatively low power, adapted only for trees of smaller diameters (eg pruning branches) and relatively short battery life. In the phase of planning and designing forest roads, the period from the end of the 20th century is also important, ie the period of intensive development of information technologies, especially with the introduction of software based on GIS and CAD technology.

Planning the development of the forest road network is a process that begins with an inventory and analysis of the current state of the forest road network, and ends with the development of a long-term plan for the construction of forest roads in a particular area. Forest road inventory is performed by various terrestrial methods based on the application of the Global Navigation Satellite System (GNSS). In recent years, laser scanning of the terrain (LiDAR technology) from the ground and from the air has become increasingly important for the purpose of mass collection of geoinformation from which objects such as forest roads are extracted by software. Given the large number of influencing factors, it is considered that planning the network of forest roads is one of the most complex tasks set before forestry engineers. Due to the strong impact on the forest ecosystem, high construction costs and numerous users, forest roads will always be the subject of interest of a large number of stakeholders, which opens space for conflicts between them, especially in protected areas and near urban areas. In order to reduce the occurrence of conflicts to a minimum, modern planning of the forest road network is moving in the direction of involving stakeholders in the decision-making process, with different methods of multi-criteria decision-making reaching a compromise solution. The introduction of these work technologies into the production process is a way to reduce the harmful effects of mechanized means. The application of new work technologies includes trained operators, as well as engineering staff for operational planning.

The work of forestry workers, especially those workers who are engaged in cutting trees and making wood assortments, is one of the most difficult and

dangerous jobs. In addition, workers employed in forest use have a risk of injury at work almost every day. With the introduction of mechanized means, this problem is partially solved, because new technological solutions have, as already mentioned, a number of advantages (reduced impact of noise, vibration, exhaust gases, comfort, etc.), but also disadvantages such as monotony and great mental strain.

When building forest roads, it is necessary to follow on the one hand a series of regulations and recommendations that ensure the durability and usability of the forest road, and on the other hand to anticipate possible environmental impacts, as well as measures to prevent or reduce them.

In order to keep pace with developed countries, in the coming period it is necessary to work on educating not only workers but also forestry engineers, but also those who make decisions about the importance of investing in new funds, because a large part of not only funds for work, but also the approach to the use of forests, is unfortunately quite outdated. Prospects for the development of the forest road network are moving towards the creation of a multifunctional network of forest roads built in accordance with environmental, economic, social and technical criteria, which will meet all the needs of integrated forest management, but also the needs of other forest users.

Keywords: Use of forests, technology, forest products

