

Danilović M., Stojnić D. 2014. Assessment of the state of a forest road network as a basis for making a program of forest management unit opening. Bulletin of the Faculty of Forestry 110: 59-72.

Милорад Даниловић
Душан Стојнић

UDK: 630*383+630*686.3
Оригинални научни рад
DOI: 10.2298/GSF1410059D

ОЦЕНА СТАЊА МРЕЖЕ ШУМСКИХ ПУТЕВА КАО ОСНОВ ЗА ИЗРАДУ ПРОГРАМА ОТВАРАЊА ГАЗДИНСКИХ ЈЕДИНИЦА

Извод: Планирању мреже шумских путева претходи детаљна анализа тренутног квалитативног и квантитативног стања шумских путева, а пре свега, утврђивање њиховог просторног распореда. У раду је извршена категоризација и оцена стања постојећих путева у ГЈ "Жељин" и "Буковик II" и дефинисање делова газдинских јединица са недовољно развијеном мрежом шумских путева. Издвајање неотворених и недовољно отворених делова газдинских јединица извршено је на основу густине мреже шумских путева по одељењима и по мрежи чије су ћелије димензија 500 x 500 m, а затим и на основу омеђених површина са различитим ширинама појасева око шумских путева. Апсолутна густина мреже шумских путева у ГЈ "Жељин" износи 18,62 m/ha, а у ГЈ "Буковик II" 12,03 m/ha. Постављањем омеђених површина око шумских путева, утврђено је да је у ГЈ "Жељин" преко 56% површине покривено појасом ширине од 0 до 200 m, док у ГЈ "Буковик II" овај појас покрива 48% површине.

Кључне речи: шумски путеви, отварање шума, густина мреже шумских путева, програм отварања

ASSESSMENT OF THE STATE OF A FOREST ROAD NETWORK AS A BASIS FOR MAKING A PROGRAM OF FOREST MANAGEMENT UNIT OPENING

Abstract: The planning of a forest road network is preceded by a detailed analysis of the current qualitative and quantitative state of forest roads, and above all, the determination of their spatial layout. This paper presents a categorization and assessment of the state of the existing roads in the FMUs "Željina" and "Bukovik II" and defining of the parts of management units with insufficiently developed

др Милорад Даниловић, ванр. проф., Универзитет у Београду - Шумарски факултет (milorad.danilovic@sfb.bg.ac.rs)

маст. инж. Душан Стојнић, асистент, Универзитет у Београду - Шумарски факултет

networks of forest roads. The identification of unopened and insufficiently opened parts of management units was performed on the basis of density of a forest road network by departments and using a fishnet with 500 x 500 m cell dimensions and buffer zones of different widths around forest roads. The absolute density of a forest road network in the FMU "Željin" is 18.62 m/ha and in the FMU "Bukovik II" 12.03 m/ha. After placing buffer zones around forest roads, it was found that in the FMU "Željin" over 56% of the area is covered by the zone ranging from 0 to 200 m, while in the FMU "Bukovik II" this zone covers 48% of the area.

Key words: forest roads, forest opening, density of a forest road network, program of opening

1. УВОД

Добро организована мрежа шумских путева је кључна за одрживо газдовање шумским ресурсима (Науати *et al.* 2012). Успостављање оптималне мреже шумских путева на терену одвија се кроз неколико радних фаза: планирање, израда пројекта, трасирање, изградња и одржавање путева (Руан *et al.*, 2004).

Планирање мреже шумских путева спроводи се на нивоу шумског подручја и детаљно се разрађује у Програму изградње и одржавања шумских саобраћајница који је саставни део Плана развоја шумског подручја (Закон о шумама). Овим документом дефинише се стање мреже шумских путева, сагледава потреба за планирањем и проширењем мреже шумских путева у складу са утврђеним функционалним целинама и наменом шума (Даниловић *et al.*, 2013). Отварање шума представља постепено планирано опремање шума мрежом путева и стоваришта (Тусек and Suchomel, 1998). Планирању мреже шумских путева претходи детаљна анализа тренутног квалитативног и квантитативног стања путева, а пре свега, утврђивање просторног распореда шумских путева. Анализом тренутног просторног распореда установљава се део шуме коме није омогућен приступ коришћењем постојећих путева (Pellegrini, 2012). Спровођење ових анализа могуће је обавити уз помоћ различитих софтвера базираних на ГИС технологији. Поред тога, применом ГИС-а у планирању, планери шумских путева могу брзо анализирати више варијанти шумских путева и уважавајући еколошке и економске чиниоце изабрати најповољнију (Roger, 2005).

Циљ рада био је дефинисање тренутног квантитативног и квалитативног стања шумских путева, као и издвајање делова газдинских јединица са недовољно развијеном мрежом шумских путева у две газдинске јединице које се налазе у брдско-планинском подручју Србије. Издвајање ових делова газдинских јединица извршено је на основу густине мреже шумских путева по одељењима и по мрежи чије су ћелије димензија 500 x 500 m, а затим и на основу омеђених површина са различитим ширинама појасева око шумских путева. Неотворени делови газдинских јединица, који су приоритет за отварање при изради програма отварања, представљени су нијансама црвене боје на тематским картама.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

Pentek *et al.* (2005) наводе да је анализа постојеће примарне путне инфраструктуре, која се састоји од низа операција и процедура чији је задатак детерминисање квалитета, квантитета и евентуалних недостатака постојеће путне мреже, прва фаза у планирању и оптимизацији мреже шумских путева.

У овом случају, дигитализоване карте газдинских јединица, са уцртаном мрежом шумских путева, послужиле су као основа за утврђивање тренутне отворености. Сви уцртани путеви подељени су у сегменте, при чему је сваки сегмент представљао део пута између две раскрснице. Обиласком свих сегмената путева на терену, извршена је њихова категоризација на асфалтне путеве, шумске путеве са туцаничким коловозом и шумске путеве са земљаним коловозом. Поред тога, у зависности да ли конструктивни елементи путева испуњавају услове за саобраћање камиона са приколицом, стање шумских путева оцењено је на добро или лоше.

Након прикупљања података о стању путева, најпре је израчуната апсолутна (класична) густина мреже путева. При рачунању апсолутне густине мреже шумских путева, примењени су следећи критеријуми (Pentek *et. al.*, 2004): путеви који пролазе кроз шуму узети су у обрачун са читавом својом дужином; путеви који иду границом газдинске јединице (рубом шуме) или на удаљености до 300 *m* од руба шуме, а на које је могуће обављати привлачење, узимају се у прорачун са половином своје дужине; путеви који долазе до границе газдинске јединице и ту се завршавају, узимају се у обрачун са дужином од 500 *m*.

Следећа фаза била је рачунање апсолутне густине за свако одељење унутар газдинске јединице, што је представљено на карти. Одељења су, у зависности од густине мреже путева, представљена градијентом боја, од црвене (одељења кроз која не пролазе путеви) до зелене (одељења са густином мреже путева преко 30 *m/ha*).

Како би се занемарили облик и величина одељења и истакли делови газдинске јединице са недовољно развијеном мрежом шумских путева, приступило се изради мреже са димензијама ћелија 500 x 500 *m*. За сваку ћелију посебно израчуната је површина под шумом и дужина путева који кроз њу пролазе, а затим и густина мреже путева. Као и у претходном случају, ћелије су, у зависности од густине мреже путева, представљене на карти градијентом боја од црвене до зелене.

С обзиром да трошкови привлачења дрвета до стоваришта на шумском путу имају велики утицај на укупне трошкове производње дрвних сортимената, у раду је извршено омеђавање површина око шумских путева у појасима од 0 до 200, 200 до 400, 400 до 600, 600 до 800 и преко 800 *m*. Омеђене површине представљене су на карти градијентом боја од зелене (0-200 *m*) до црвене (преко 800 *m*).

Средња транспортна дистанца рачуната је за свако одељење посебно. Ова дистанца представља линеарно растојање од геометријског тежишта одељења до

најближе тачке на путу. С обзиром да се ово растојање не може усвојити као коначно, неопходно га је увећати за коефицијент корекције. Према A begg (1978), просечан коефицијент корекције за брдско-планинске услове износи 1,44.

Тежиште одељења, као и дистанца до најближе тачке на шумском путу, одређени су у програму ArcGIS 9.3. У раду није анализирана дрвна маса по одељењима, као ни сечиви етат, односно количина дрвета која ће бити транспортована на тако одређеној дистанци, па је средња транспортна дистанца за читаву газдинску јединицу израчуната као аритметичка средња вредност средњих транспортних дистанци за свако одељење.

Анализом густине мреже шумских путева по одсечима и по мрежи, као и омеђавањем површина око шумских путева са различитим ширинама појасева и на крају израдом тематских карата, могу се установити неотворени и недовољно отворени делови газдинских јединица.

2.1. Подручје истраживања

Истраживања су спроведена у две газдинске јединице: ГЈ "Жељин" (ШГ "Столови" Краљево) и ГЈ "Буковик II" (ШГ "Расина" Крушевац, ШУ "Крушевац"). Наведена шумска газдинства у којима се налазе газдинске јединице послују у саставу ЈП "Србијашуме". ГЈ „Жељин“ припада Доњеибарском шумском подручју, а ГЈ "Буковик II" припада Расинском шумском подручју.

Ове две газдинске јединице одликују се сличним орографским и климатским условима. Њихове површине су сличне, и представљају просечну површину газдинске јединице.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Густина мреже шумских путева углавном се приказује на нивоу газдинских јединица и то као апсолутна густина. Међутим, исказивање апсолутне густине мреже шумских путева по газдинским јединицама није довољно за оцену степена отворености те газдинске јединице. Апсолутна (класична) отвореност даје нам грубу слику квантитативног стања шумских путева на неком подручју, али без информација о њиховом просторном распореду (Pičman i Pentek, 1998). Из тог разлога неопходно је спровести и друге анализе како би се дефинисали неотворени, односно недовољно отворени делови газдинске јединице.

Површина газдинске јединице "Жељин" износи 3.274,5 *ha*, а кроз газдинску јединицу пролази 60.981 *m* шумских путева. Сви путеви у овој газдинској јединици припадају категорији шумских путева са туцаничким коловозом, а њихово стање оцењено је као добро.

Газдинска јединица "Буковик II" заузима 3.669,1 *ha* и кроз њу, или непомредно уз њену границу, пролази преко 75 *km* углавном шумских, али и

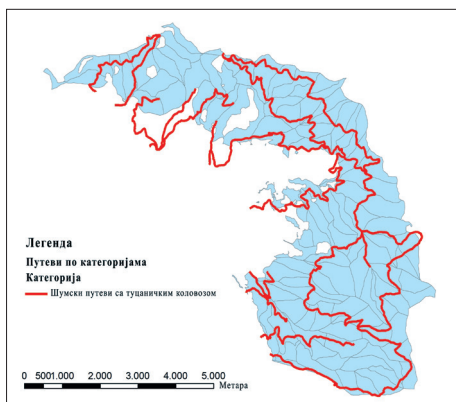
асфалтних путева. Од 48.163 *m* шумских путева са туцаничким коловозом, 10.460 *m* путева пролази границом газдинске јединице или у њеној непосредној близини, па се, према усвојеној методологији, ови путеви узимају у обрачун са половином своје дужине, тј. са 5.230 *m*. Тиме се добија да је укупна дужина шумских путева са туцаничким коловозом која отвара ГЈ "Буковик II" 42.933 *m*.

Шумских путева са земљаним коловозом има 24.928 *m*, с тим да 7.614 *m* ових путева отвара шуму само са једне стране, односно пролазе границом газдинске јединице или у њеној непосредној близини, па се у обрачун густине мреже путева узима 21.121 *m* шумских путева са земљаним коловозом.

Асфалтни путеви углавном се протежу рубом шуме и то су најчешће локални (сеоски) путеви. На ове путеве је могуће обављати привлачење дрвних сортимената, тако да су и они узети у обрачун густине мреже путева. Рубом шуме пролази 2.384 *m* асфалтних путева, а с обзиром да је привлачење на њих могуће само са једне стране, за рачунање густине мреже путева узима се половина њихове дужине, тј. 1.192 *m*.

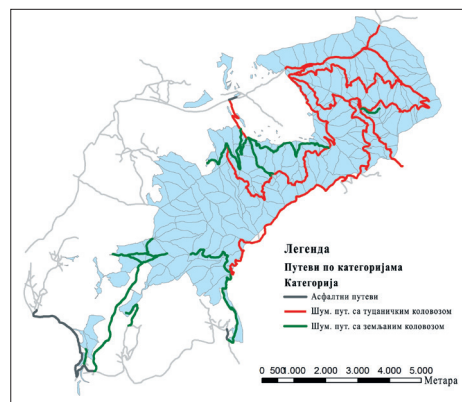
Обиласком шумских путева у ГЈ "Буковик II", утврђено је да је 46,7% путева у добром стању, односно њихови конструктивни елементи испуњавају техничке услове за кретање камиона са приколицом, док је 53,3% путева потребно реконструисати. При том, уочава се да већи број шумских путева са земљаним коловозом нема одговарајуће техничке услове, па је њихово стање оцењено као лоше. Стање већине шумских путева са туцаничким коловозом оцењено је као добро, што значи да ови путеви омогућавају саобраћање камиона са приколицом. Сви асфалтни путеви, што се могло и очекивати, оцењени су као добри.

Апсолутна густина мреже шумских путева у ГЈ "Жељин", добијена као однос дужине шумских путева и површине газдинске јединице, износи 18,62 *m/ha*.



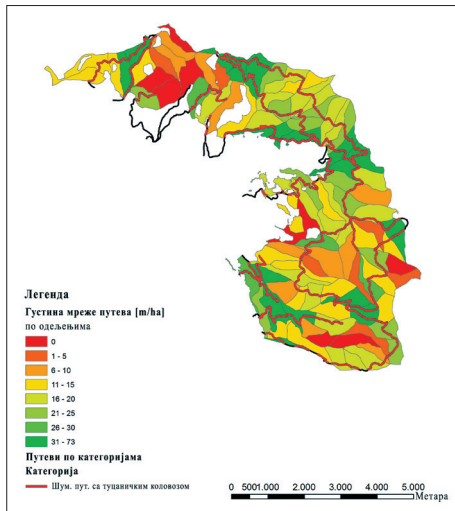
Слика 1. Распоред путева по категоријама у ГЈ "Жељин"

Figure 1. Distribution of roads by categories in the FMU "Željina"

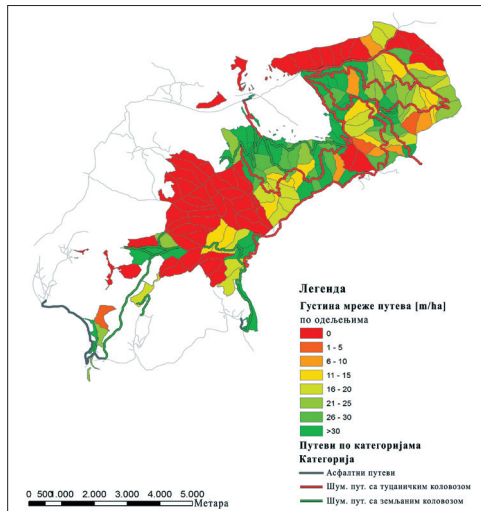


Слика 2. Распоред путева по категоријама у ГЈ "Буковик II"

Figure 2. Distribution of roads by categories in the FMU "Bukovik II"



Слика 3. Густина мреже шумских путева по одељењима у ГЈ "Жељин"
Figure 3. Density of a forest road network by compartments in the FMU "Željina"



Слика 4. Густина мреже шумских путева по одељењима у ГЈ "Буковик II"
Figure 4. Density of a forest road network by compartments in the FMU "Bukovik II"

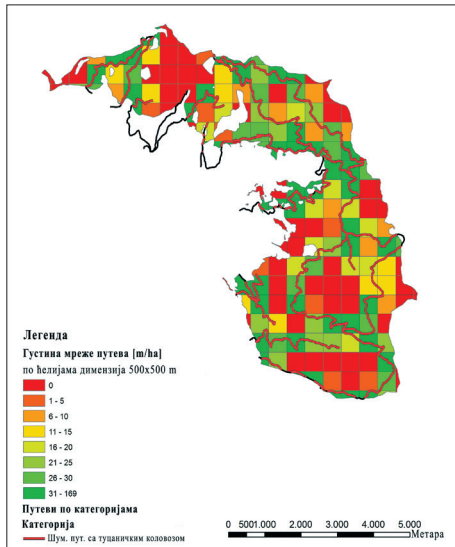
Ако се у обзир узму сви шумски путеви, густина мреже шумских путева у ГЈ "Буковик II" је 17,78 m/ha . Међутим, ако се у прорачун узму само шумски путеви са туцаничким коловозом и асфалтни путеви, густина мреже путева износи 12,03 m/ha .

У оквиру ГЈ "Жељин", кроз девет одељења од сто, шумски путеви уопште не пролазе, тј. густина мреже путева у њима је 0 m/ha , док је у 19 одељења густина мреже путева преко 30 m/ha .

Посматрајући густину шумских путева по одељењима у ГЈ "Буковик II", уочава се да кроз чак 48 од 142 одељења, путеви уопште не пролазе, док је у 28 одељења густина мреже путева преко 30 m/ha .

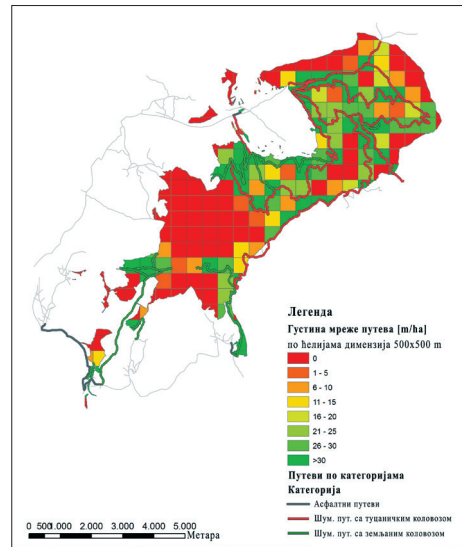
Један од начина приказивања отворености неког подручја јесте и густина мреже путева по мрежи. У овом раду изабрана је мрежа чије су ћелије димензија 500 x 500 m . На овај начин занемарују се облик и величина одељења, а графичким приказом густине мреже путева по свакој ћелији добија се тематска карта на којој се јасно уочавају неотворени и недовољно отворени делови газдинске јединице. Након постављања мреже са димензијама ћелија 500 x 500 m , најпре је одређена површина шумовитог дела унутар сваке ћелије, а затим и дужина путева у свакој ћелији. Односом дужине путева у ћелији и површине под шумом унутар ћелије, израчуната је густина мреже путева у свакој ћелији.

Подручје ГЈ "Жељин" покрила је мрежа од 194 ћелије, при чему су путеви пролазили кроз 123 ћелије. Узимајући у обзир све 194 ћелије, установљено је да је просечна густина мреже путева по ћелији 20,36 m/ha .



Слика 5. Густина мреже шумских путева по ћелијама димензија 500 x 500 m у ГЈ "Жељин"

Figure 5. Density of a forest road network by cells of dimensions 500 x 500 m in the FMU "Željina"



Слика 6. Густина мреже шумских путева по ћелијама димензија 500 x 500 m у ГЈ "Буковик II"

Figure 6. Density of a forest road network by cells of dimensions 500 x 500 m in the FMU "Bukovik II"

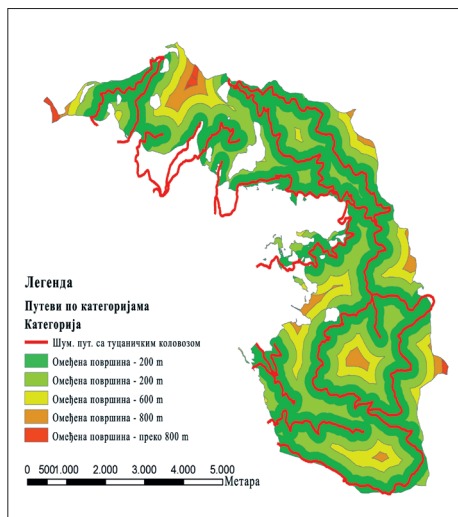
За покривање ГЈ "Буковик II" била је потребна мрежа од 242 ћелије, при чему шумски путеви пролазе кроз 123 ћелије. Просечна густина мреже путева по ћелији, за целокупну мрежу, износи 17,47 m/ha.

Још један од начина издвајања неотворених и недовољно отворених делова газдинске јединице је помоћу омеђених површина око путева. Омеђене површине су у ствари појасеви одређене ширине постављени са обе стране осовине пута. Ови појасеви показују нам удаљеност делова газдинске јединице од најближег пута и на картама су представљени градијентом боја од зелене (0-200 m) до црвене (преко 800 m), при чему је сваки појас за 200 m шири од претходног. У Табели 1 дате су површине које покрива сваки појас.

Табела 1. Омеђене површине у ГЈ "Жељин" и ГЈ "Буковик II"

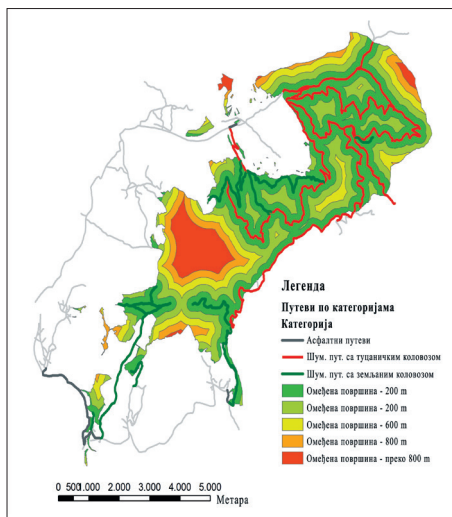
Table 1. Buffered zones in the FMU "Željina" and the FMU "Bukovik II"

Ширина омеђене површине[m] Buffer zone width	0-200	200-400	400-600	600-800	>800	Укупно In total
ГЈ "Жељин" [ha] FMU "Željina"	1.847	913	381	113	20	3274
ГЈ "Буковик II" [ha] FMU "Bukovik II"	1.757	883	469	281	279	3669



Слика 7. Карта омеђених површина у ГЈ "Жељин"

Figure 7. The map of buffered zones in the FMU "Željina"



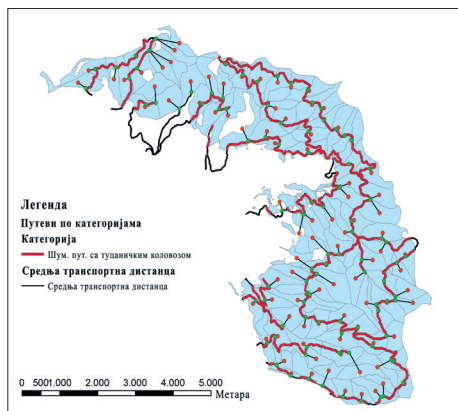
Слика 8. Карта омеђених површина у ГЈ "Буковик II"

Figure 8. The map of buffered zones in the FMU "Bukovik II"



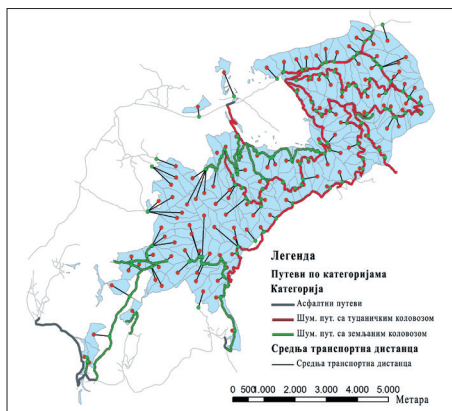
Графикон 1. Процент покривености површине ГЈ појасевима око путева

Diagram 1. The percentage of FMU area coverage with buffer zones



Слика 9. Најкраћа растојања од тежишта одељења до најближег пута у ГЈ "Жељин"

Figure 9. The shortest distances from the centroids of compartments to the nearest roads in the FMU "Željina"



Слика 10. Најкраћа растојања од тежишта одељења до најближег пута у ГЈ "Буковик II"

Figure 10. The shortest distances from the centroids of compartments to the nearest roads in the FMU "Bukovik II"

На *Графикону 1* представљена је процентуална покривеност површина газдинских јединица појасевима различитих ширина.

Средња транспортна дистанца, израчуната на основу растојања од тежишта одељења до најближег пута у ГЈ "Жељин" креће се у интервалу од 10 *m* до 643 *m*. Просечна средња транспортна дистанца за ову газдинску јединицу, увећана за коефицијент корекције, износи 305,3 *m*.

У ГЈ "Буковик II", средња транспортна дистанца креће се од 11 *m* до чак 1303 *m*, док је просечна средња транспортна дистанца 475,2 *m*.

4. ДИСКУСИЈА

Иако непостоје прецизни подаци о квантитативном и квалитативном стању шумских путева, сматра се да је густина мреже шумских путева на подручју којим газдује ЈП "Србијашуме" 7,23 *m/ha*, односно 5,24 *m/ha* ако се у обзир узму само шумски путеви са туцаничким коловозом (2014). Густине мреже шумских путева у газдинским јединицама "Жељин" (18,62 *m/ha*) и "Буковик II" (17,78 *m/ha*, односно 12,03 *m/ha*) су знатно изнад просека за ЈП "Србијашуме".

Поред густине мреже путева, са аспекта отворености шумског подручја много је значајнији просторни распоред шумских путева. Просторни распоред шумских путева знатно је повољнији у ГЈ "Жељин", где су путеви равномерно распоређени по површини, па је неотворено свега девет одељења (9% од укупног броја одељења), за разлику од ГЈ "Буковик II" где је неотворено чак 48 одељења (33,8% од укупног броја одељења).

Међутим, треба напоменути да у ГЈ "Буковик II" постоји велики број одељења за која нам се на први поглед чини да нису отворена, али се ипак учача да путеви пролазе непосредно уз њихову границу. За рачунање отворености тих одељења требало би применити неки други метод, јер рачунање густине мреже путева само на основу односа дужине путева који пролазе кроз одељење и површине одељења, очигледно не даје довољно прецизне податке.

Са друге стране, велика густина мреже шумских путева од преко 30 m/ha , у ГЈ "Жељин" установљена је у 19 одељења (у 19% од укупног броја одељења), док је у ГЈ "Буковик II" установљена у 28 одељења (19,7% од укупног броја одељења).

Издвајање неотворених површина спроведено је и помоћу мреже квадрата димензија 500 x 500 m . У ГЈ "Жељин" путеви не пролазе кроз 71 хелију, односно кроз 36,6% од укупног броја хелија, док је у ГЈ "Буковик II" стање још не повољније, па путеви не пролазе кроз 119 хелија, односно кроз 49,17% од укупног броја хелија.

Примена омеђених површина око путева, са различитим ширинама појасева, представља веома добар метод издвајања неотворених површина унутар газдинских јединица. Овај метод најчешће се примењује при одређивању релативне отворености шумског подручја и ефикасности мреже шумских путева. Међутим, да би се прецизно дефинисали неотворени делови газдинских јединица, неопходно је одредити оптималну средњу транспортну дистанцу за транспортно средство које се користи у првој фази транспорта, а затим формирати омеђене површине око путева са ширином појаса која одговара двострукој оптималној средњој транспортној дистанци.

С обзиром да у раду није вршен избор средстава рада у првој фази транспорта, а такође нису анализирани запремина дрвета и сечиви етат по одељењима, што је неопходно за одређивање оптималне средње транспортне дистанце, издвајање неотворених површина извршено је постављањем омеђених површина око путева са различитим ширинама појасева. Први појас обухвата делове газдинских јединица који су удаљени од 0 до 200 m од пута, а сваки наредни појас је за 200 m шири.

Из наведеног се види да је просторни положај шумских путева знатно повољнији у ГЈ "Жељин", где је преко 56% површине покривено појасом ширине од 0 до 200 m . Ако се претпостави да је дрвна запремина равномерно распоређена по површини, може се рећи да је на преко 56% површине ГЈ "Жељин" средња транспортна дистанца 100 m . Са друге стране, свега 4% површине ове газдинске јединице удаљено је преко 600 m од најближег пута.

У ГЈ "Буковик II" ситуација је нешто неповољнија. Скоро 48% површине покривено је појасом ширине од 0 до 200 m , а преко 15% површине газдинске јединице удаљено је више од 600 m од најближег пута. Robek i Klun (2007) сматрају да је технолошка нужност изградња шумских путева у шумама са дрвном залихом преко 250 m^3/ha и средњом транспортном дистанцом преко 800 m .

Као што је у методу речено, при рачунању средње транспортне дистанце нису узети у обзир дрвна запремина и средство рада којим ће се обављати прва фаза транспорта, већ је претпостављено да је запремина по хектару иста у свим одељењима. Овако добијена средња транспортна дистанца показује велику разлику између ГЈ "Жељин" и ГЈ "Буковик II". Просечна средња транспортна дистанца у ГЈ "Буковик II" (475 m) је за 170 m веће него у ГЈ "Жељин" (305 m), при чему је највећа средња транспортна дистанца чак двоструко већа.

5. ЗАКЉУЧАК

Програм отварања газдинске јединице шумским путевима један је од најбитнијих планских докумената у шумарству. Веома чест случај је да се ови програми не израђују, а планиране активности у вези са изградњом и одржавањем шумских путева износе се у неколико реченица у посебним основама газдовања шумама, без икакве претходне анализе тренутног квантитативног и квалитативног стања шумских путева.

Нови шумски путеви често се граде стихијски, по систему "гашења ватре", при том не водећи рачуна о оптималном положају шумских путева. Прва фаза у одређивању оптималне густине и положаја шумских путева је анализа постојеће мреже шумских путева и издвајање недовољно или потпуно неотворених делова газдинских јединица. У овом раду извршена је детаљна анализа стања мреже шумских путева у газдинским јединицама "Жељин" и "Буковик II", и при том се дошло до следећих сазнања:

- у ГЈ "Жељин" заступљени су искључиво шумски путеви са туцаничким коловозом (60,98 km), а по конструктивним елементима сви ови путеви омогућују саобраћање камиона са приколицом. Са друге стране, у ГЈ "Буковик II", од укупно 75,47 km путева, шумски путеви са туцаничким коловозом учествују са 63,8%, шумски путеви са земљаним коловозом са 33% и асфалтни путеви са 3,2%. При том, 46,7% ових путева има одговарајуће конструктивне елементе за саобраћање камиона са приколицом, док то није случај са осталих 53,3% путева;
- апсолутна густина мреже путева у ГЈ "Жељин" износи 18,62 m/ha, а у ГЈ "Буковик II" 17,78 m/ha, ако се у обзир узимају сви путеви, односно, 12,03 m/ha ако се у обзир узимају само шумски путеви са туцаничким коловозом и асфалтни путеви на које је могуће обављати привлачење дрвета;
- посматрајући густину мреже шумских путева по одељењима, у ГЈ "Жељин" путеви уопште не пролазе кроз 9% одељења, а кроз 19% одељења путеви пролазе са преко 30 m/ha. У ГЈ "Буковик II", путеви не пролазе кроз скоро 34%, а са друге стране кроз скоро 20% одељења пролазе у дужини преко 30 m/ha;
- полагањем мреже са димензијама ћелија од 500 x 500 m и утврђивањем површине под шумом и дужине путева у свакој ћелији, утврђено је да је

просечна густина мреже путева по хелији у ГЈ "Жељин" износила 20,36 *m/ha*, при чему су путеви пролазили кроз 63,4% хелија. Просечна густина шумских путева по хелији у ГЈ "Буковик II" износила је 17,47 *m/ha*, при чему су путеви пролазили кроз 50,8% од укупног броја хелија;

- формирањем омеђених површина око путева који отварају газдинске јединице, утврђено је да у ГЈ "Жељин" појас ширине од 0 до 200 *m* од пута, покрива 56,4% површине, док је овај проценат покривености у ГЈ "Буковик II" нешто мањи и износи 47,9%. Са друге стране, 4% површине удаљено је преко 600 *m* од најближег пута у ГЈ "Жељин", односно 15,3% у ГЈ "Буковик II";
- просечна средња транспортна дистанца у ГЈ "Жељин" износи 305,3 *m*, а у ГЈ "Буковик II" 475,2 *m*.

Напомена: Рад је финансиран од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (евиденциони број пројекта: TR-31041).

ЛИТЕРАТУРА

- (2010): *Zakon o šumama*, Službeni glasnik Republike Srbije 30/2010, Član 65
- Abegg B. (1978): *Die Shatzung der optimalen Dichte von Waldstrassen in traktorfahrbaren Gelände*, Eidg. Anstakt für das forstliche Versuchswesenm Mitteilungen 54, 2
- Danilović M., Stojnić D., Novković N., Gačić D. (2013): *The state of forest roads and determining an optimum density of a forest road network using GIS*. Forest review, Vol. 44 (Rad u štampi)
- Hayati E., Majnounian B., Abdi E. (2012): *Qualitative evaluation and optimization of forest road network to minimize total costs and environmental impacts*, iForest 5, (121-125)
- JP „Srbijašume“ from <http://www.srbijasume.rs/putevi.html> (accessed/pristupljeno 28.08.2014. god.)
- Pellegrini M. (2012): *Support tools for planning and management of a forest road network*, Doctoral thesis, Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali
- Pentek T., Pičman D., Nevečerel H. (2004): *Srednja udaljenost privlačenja drva*, Šumarski list, 9-10 (545-558)
- Pentek T., Pičman D., Potočnik I., Dvorščak P., Nevečerel H. (2005): *Analysis of an existing forest road network*, Croatian Journal of Forest Engineering, 26(2005)1 (39-50)
- Pičman D., Pentek T. (1998): *Relativna otvorenost šumškoga područja i njena primjena pri izgradnji šumskih proupožarnih prometnica*, Šumarski list 1-2 (19-30)
- Robek R., Klun J. (2007): *Recent developments in forest traffic way construction in Slovenia*, Croatian Journal of Forest Engineering 28-1 (83-91)
- Rogers L.W. (2005): *Automating contour based road projection for preliminary forestry road designs using GIS*, MSc. thesis, Washington State University, College of Forest Resources
- Ryan T., Phillips H., Ramsay J., Dempsey J. (2004): *Forest Road Manual, Guidelines for the design, construction and management of forest roads*, COFORD, National Council for Forest Research and Development, Ireland

Tucek J., Suchomel J. (1998): *Technological Requirements for the Location of Forest Roads in Slovak Conditions*, in Proceedings of the Seminar on Environmentally Sound Forest Roads and Wood Transport, Sinaia, Romania, 17-22 June 1996

Milorad Danilović
Dušan Stojnić

ASSESSMENT OF THE STATE OF A FOREST ROAD NETWORK AS A BASIS FOR MAKING A PROGRAM OF FOREST MANAGEMENT UNIT OPENING

Summary

Determining of the current quantitative and qualitative state of forest roads, as well as the identification of the parts of management units with an under-developed network of forest roads was conducted in the management units "Željin" (FE "Tables" Kraljevo) and "Bukovik II" (FE "Rasina" Kruševac) located in hilly-mountainous regions of Serbia.

The area of the management unit "Željin" is 3,274.5 *ha* and it contains only forest roads with a macadam surface (60.98 *km*). By structural elements, all these roads allow the traffic of trucks with trailers. On the other hand, in the FMU "Bukovik II", whose area is 3,669.1 *ha*, out of a total of 75.47 *km* of roads, forest roads with macadam surfaces account for 63.8%, forest roads with earth surfaces for 33% and asphalt roads for 3.2%. In addition, 46.7% of these roads have adequate structural elements for the traffic of trucks with trailers, while that is not the case with 53.3% of the roads.

The absolute (classical) density of the road network in the FMU "Željin" is 18.62 *m/ha* and in the FMU "Bukovik II" 17.78 *m/ha*, if all roads are taken into account, i.e. 12.03 *m/ha* if you consider only the forest roads with macadam and asphalt surfaces that can be used for skidding.

The density of the forest road network by compartments reveals that in the FMU "Željin" roads do not pass at all through 9% of the compartments, and through 19% of the compartments the roads pass with a density of over 30 *m / ha*. In the FMU "Bukovik II", the roads do not pass through nearly 34% of the compartments, whereas on the other hand, they pass through nearly 20% of the compartments with a density exceeding 30 *m/ha*.

With the creation of a fishnet with cell dimensions of 500 x 500 *m* and determination of the forest area and length of roads in each cell, it was found that the average density of the road network in a cell at the FMU "Željin" amounts to 20.36 *m/ha*, with roads passing through 63.4% of the cells. The average density of forest roads in a cell in the FMU "Bukovik II" was 17.47 *m/ha*, while roads passed through 50.8% of the total number of cells. After the forming of buffer zones around the roads that open forest management units, it was found that in the FMU "Željin" buffer zone width ranged from 0 to 200 *m* from the road and covered 56.4% of the area, while the percentage of coverage in the FMU "Bukovik II" for this segment is 47.9%. On the other hand, 4% of the area is at a distance greater than 600 *m* from the nearest road in the FMU "Željin", i.e. 15.3% in the FMU "Bukovik II".

The average mean transport distance in the FMU "Željin" is 305.3 *m*, and in the FMU "Bukovik II" 475.2 *m*.