

# МЕТОДОЛОГИЈА ПРОЈЕКТОВАЊА МРЕЖЕ ШУМСКИХ ПУТЕВА НА НИВОУ ШУМСКОГ ПОДРУЧЈА

БОГДАН СТЕФАНОВИЋ<sup>1</sup>

**Извод:** У раду је представљен концепт пројектовања мреже шумских путева на нивоу шумског подручја у форми генералног пројекта, који је усклађен са стратешким нивоом планирања у оквиру плана развоја шумског подручја. Пројектовање мреже шумских путева се ради у склопу програма изградње и одржавања шумских саобраћајница као саставном делу плана развоја. Циљ израде овог програма је добијање вредности оптималне густине мреже шумских путева, као мерила оптималне отворености шума, на крају планског периода од 10 година, али и планирање изградње нових и радова на постојећим шумским путевима на шумском подручју.

**Кључне речи:** План развоја шумског подручја, мрежа шумских путева, пројектовање, Генерални пројекат, више-критеријумска оптимизација

## METHODOLOGY OF THE FOREST ROAD NETWORK DESIGN AT THE LEVEL OF FOREST AREA

**Abstract:** The paper introduces the concept of designing the network of forest roads in forest areas. The design, which is in the form of a General Project, is in line with the strategic planning within the Forest Area Development Plan. The forest road network design is conducted within the program of the construction and maintenance of forest roads which is an integral part of the Development Plan. The goal of this program is to estimate the optimum density of the forest road network, as the criterion of the optimum forest openness, at the end of the planning period of 10 years, and then based on that to plan and build new and maintain the existing forest roads in the forest areas.

**Keywords:** The Development Plan of Forest Area, forest road network, design, General project, multi-criteria optimization

## 1. УВОД

Према Стратегији развоја шумарства (2006) и Националној стратегији одрживог коришћења природних ресурса и добара (2012), стратешко опредељење сектора шумарства Србије заснива се на принципима одрживог газдовања и коришћења шума. У наведеним стратешким документима потврђен је значај шумских путева као техничке инфраструктурне основе одрживог газдовања и коришћења шума, али је указано и на изражен проблем имплементације наведених принципа и „...због *недовољно развијене мреже шумских путева...*”, при чему се, у циљу побољшања стања мреже, „...*планира њено проширење и повећање квалитета...*”. Поред тога, Медаревић, М. (2012) наводи да су карактеристике незадовољавајућег стање шума

<sup>1</sup> мр Богдан Стефановић, дипл. инж. шумарства, ЈП за газдовање шумама „Србијашуме” Београд, Универзитет у Београду Шумарски факултет

Србије неповољна структура по пореклу, узгојном облику, очуваности, старости, здравственом стању и сортиментној структури, али и **недовољна отвореност шума** и упућује да се садашње стање може поправити **развојем мреже шумских путева**, спровођењем планираних шумско-узгојних радова и већим коришћењем потенцијалног етата. Стратешко опредељење сектора шумарства, стање шума и шумских путева у Србији потврђује актуелност решавања великог броја проблема и неопходност тражења решења у области шумског путног инжењерства. Један од проблема је усклађивање различитих нивоа пројектовања шумских путева са одговарајућим нивоима планирања газдовања шумама на које је указао Стефановић, Б. (1999). Конкретно, у овом раду је представљен концепцијски и методолошки основ пројектовања и оптимизације мреже шумских путева на шумском подручју који, до сада, у нашем шумарству, није разрађен.

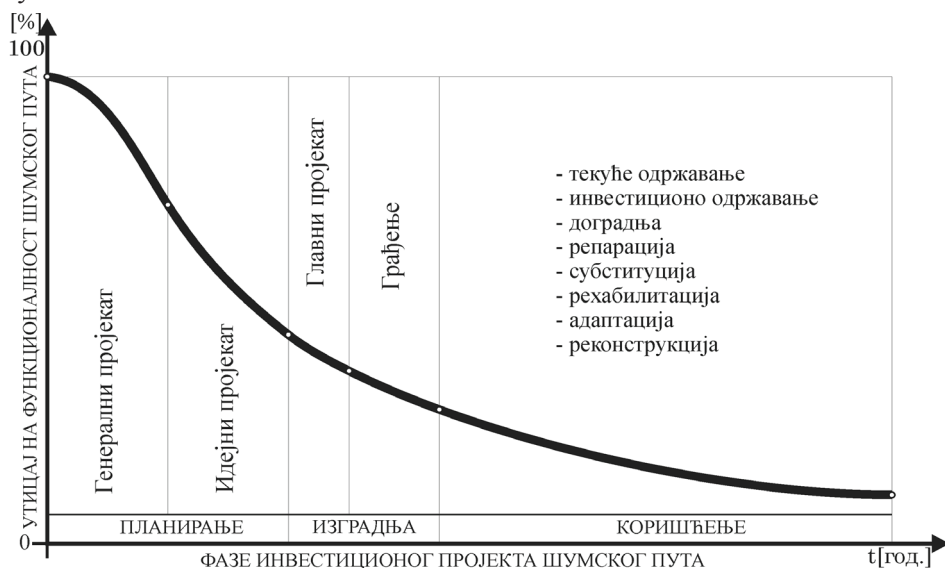
Шумски путеви су грађевински објекти који се планирају и граде у специфичном и осетљивом природном окружењу каква је шума. С обзиром на то да свака антропогена активност у шумском екосистему изазива промене које нарушавају његову стабилност (Forman, R.T.T., Alexander, L.E., 2000), интервенција човека треба да буде веома дискретна и тако реализована да изазване промене буду што је могуће мање (Coffin, A.W., 2007). То је основни разлог што се све активности човека у шуми унапред планирају, планови анализирају и усвајају, организује њихова реализација и евиденција, обавља контрола и сагледавају ефекти спроведених активности на настале промене у шуми. Због тога планирање и изградња шумских путева, као највећих, најчешћих и најскупљих грађевинских објеката у шуми, треба да буде веома стручна, мулти-дисциплинарна и сврсисходна (Стефановић, Б., 2007). С обзиром на то да су шумски путеви првенствено намењени за обављање послова газдовања шумама, пројектовање мреже шумских путева у простору се врши у складу са планирањем газдовања шумама (Стефановић, Б., 2004), па је, у циљу одрживог газдовања шумама, неопходно пројекте мреже шумских путева ускладити са плановима газдовања. Поред тога, систем планирања мреже шумских путева треба да буде усклађен са системом газдовања шумама. С обзиром на то да је основни циљ више-функционалног система газдовања шумама одрживо коришћење свих функција шума уз обезбеђење функционалне трајности (Медаревић, М., 2006), Stefanović, В. (2006) је представио систем планирања мреже шумских путева по коме се оптимизација мреже врши по више критеријума, у складу са више-функционалним системом газдовања шумама. Примена више-критеријумске оптимизације мреже шумских путева омогућује да се преиспитају темељне поставке и осавремени приступ одређивања оптималне густине, као мерила отворености шума, кроз испитивање функционалности мреже шумских путева (Стефановић, Б., Ранковић, Н., 2003).

## 2. ПРОБЛЕМ И ЗАДАТАК РАДА

Током израде планова газдовања шумама на свим просторним нивоима, планирају се различите, како стратешке, тако и оперативне

активности. Све те активности се могу планирати, организовати, реализовати и контролисати само уз озбиљну анализу стања шумске путне инфраструктуре, уочавање конкретних проблема и давање практичних стручних решења у области пројектовања мреже и изградње шумских путева. Међутим, готово да је постала пракса у нашем шумарству да се пројектовање мреже, њена оптимизације, евалуација и избор оптималног решења мреже шумских путева, **не раде**. Основна активност у области пројектовања шумских путева се своди на израду главних пројеката без инфраструктурне анализе и испитивања функционалности мреже шумских путева, али и без истраживања сврхе и оправданости инвестиције у изградњу конкретног шумског пута. Инвестирање у објекте инфраструктуре без претходне студије оправданости, тј. изводљивости је, у крајњем случају, неприхватљиво, посебно што инвестиције у шумске путеве, поред пошумљавања и мелиорација шума, представљају највеће инвестиције у шумарству (Ранковић, Н., 1996).

Према својој суштини, начину припреме и израде, инвестициони пројекат шумских путева потпуно задовољава дефиницију инвестиционог пројекта у грађевинарству, који, како наводе Ivković, B., Popović, Ž. (1995), представља „...комплексан техничко-технолошки, организациони, финансијски и правни подухват чији је циљ изградња и опремање објекта или објеката за које је у претходним инвестиционим студијама показано и доказано да су својом функцијом неопходни инвеститору и да му, као такви, доносе профит”. Пројекти мреже шумских путева су, у ствари, инвестиционе студије на основу којих инвеститор доноси одлуку о инвестирању у изградњу нових или извођење различитих врста радова на постојећим шумским путевима.



Слика 1. Комплетан инвестициони пројекат шумског пута  
**Figure 1.** The complete Forest Road Investment Plan

Користећи аналогију са јавним путевима (Анђус, В., Малетин, М., 1993), примењено на шумске путеве (Стефановић, Б., 2006), инвестициони пројекат шумског пута се састоји од три основне фазе: планирање, изградња и коришћење уз три нивоа пројектовања: генерални, идејни и главни пројекат (слика 1).

У фази планирања, у оквиру генералног и идејног пројекта шумских путева, се ради пројектовање мреже, док се у фази изградње ради главни пројекат шумског пута и његово грађење. Током века трајања шумског пута, тј. фазе његовог коришћења, изводе се различити грађевински радови у циљу постизања и одржавања одговарајућег нивоа функционалности шумског пута.

Израда свих наведених фаза инвестиционог пројекта шумског пута утиче на његову функционалност, која се огледа кроз побољшање саобраћајне ефикасности и квалитета услуга, али и кроз смањење вредности инвестиционих улагања и негативног утицаја шумског пута, као грађевинског објекта, на околину. Као што се на слици 1 види, утицај пројектовања на функционалност шумског пута је далеко већи у фази планирања, на нивоу генералног и идејног пројекта, него у фазама изградње и коришћења шумског пута. Избегавањем пројектовања мреже шумских путева, али и формалном и нестручном израдом пројектата без темељног приступа решавању проблема и, за конкретне услове, избор најбоље алтернативе, тј. варијанте решења мреже губи се могућност утицаја на стварни квалитет, позитивне ефекте шумског пута и цену његове изградње (слика 2).



Слика 2. Некомплетан инвестициони пројекат шумског пута  
Figure 2. The incomplete Forest Road Investment Plan

Наведени тро-равански процес пројектовања шумских путева: генерални, идејни и главни пројекат је у складу са законским оквиром

планирања и изградње објеката (2009), али је у складу и са Законом о шумама (2010) и у њему предвиђеним плановима газдовања шумама којих такође, има три: план развоја на нивоу шумског подручја, основа, односно, програм газдовања шумама на простору газдинске јединице и годишњи план газдовања шумама.

У складу са стратешким планирањем на нивоу шумског подручја, у форми генералног пројекта, врши се свеобухватно и уопштено сагледавање стања и пројектовање коридора мреже шумских путева у зависности од основних орографских услова. На нивоу газдинске јединице се, у форми идејног пројекта, а у складу са оперативним планирањем, врши детаљније и прецизније пројектовање траса, у оквиру коридора мреже шумских путева, у зависности од приоритетне функције шума. Главни пројекат представља извођачки пројекат конкретне трасе шумског пута у коме се представљају детаљи геометријских и конструктивних елемента трасе и налази се у прилогу годишњег плана газдовања шумама.

### **3. ШУМСКИ ПУТЕВИ У ПЛАНОВИМА ГАЗДОВАЊА ШУМАМА И У ПЛАНУ РАЗВОЈА ШУМСКОГ ПОДРУЧЈА**

Према Закону о шумама (2010) газдовање шумама представља „... *скупи међусобно усајашених стварно-научних, техничко-технолошких, економских, организационих и друштвених активности које се у одређеном периоду предузимају у шуми ради њене заштите, одржавања, унапређивања и коришћења*”, а мрежа шумских путева чини техничку инфраструктуру шума. Члан 65. овог Закона (2010) се односи на планирање и изградњу шумских путева. У њему је предвиђено утврђивање оптималне отворености шума шумског подручја, а да се планирање и изградња шумских путева детаљно разрађује и на нивоу шумског подручја, у оквиру програма изградње и одржавања шумских саобраћајница, и на нивоу газдинске јединице, у оквиру основа, тј. програма газдовања шумама. Наведени законски оквир омогућује и обавезује да се активности на пројектовању и оптимизацији мреже, али и на изградњи траса шумских путева изабраних у процесу оптимизације, ускладе са планирањем газдовања шумама на одговарајућем просторном нивоу.

На површини шумског подручја, односно националног парка, ради се план развоја шумског подручја, односно план развоја шума у националном парку. План развоја је стратешки плански документ којим се утврђују правци развоја шумарства на територији шумског подручја, односно националног парка, за период од 10 година, са планом за њихово спровођење. На нивоу газдинске јединице се усваја основа газдовања шумама или, за шуме сопственика, програм газдовања шумама. Планови газдовања шумама на нивоу газдинске јединице представљају оперативне планске документе којима се, за период од 10 година, разрађују опште смернице стратешког планирања из плана развоја и доносе оперативни планови газдовања по врсти и обиму послова, али и времену, месту и начину њиховог спровођења.

У складу са наведеним плановима газдовања, генерални пројекат се ради

на површини шумског подручја у склопу програма изградње и одржавања шумских саобраћајница, као саставном делу плана развоја. Идејни пројекат се ради на површини газдинске јединице, у форми програма отварања газдинске јединице, у прилогу основе, односно, програма газдовања шумама. Годишњи план газдовања шумама се ради за газдинске јединице у којима се, у години за коју се доноси план, обављају послови газдовања шумама. Годишњи план, између осталог, садржи обим, место и динамику радова на изградњи техничке инфраструктуре, а у државним шумама и средства за спровођење тих радова. Саставни део годишњег плана су извођачки пројекти, пројекти коришћења осталих шумских производа и осталих функција шума. У прилогу годишњег плана газдовања шумама налазе се главни пројекти шумских путева који се граде у години за коју се доноси годишњи план. У наведеним плановима газдовања, шумски путеви заузимају веома значајно место јер се без њих не може остварити ниједна од планираних активности. Просторни и плански ниво газдовања шумама утиче на обим приступа и степен детаљности при пројектовању и оптимизацији мреже шумских путева, али и при планирању активности на развоју мреже кроз изградњу нових шумских путева и унапређењу функционалног стања постојећих шумских путева. С обзиром да се у овом раду разматра пројектовање и оптимизација мреже шумских путева на нивоу шумског подручја анализа ће бити урађена за наведени плански и пројектни ниво.

У циљу стварања услова за уравнотежен и одржив развој шума, као и за рационално спровођење мера газдовања шумама, на одређеној територији Републике Србије установљена су шумска подручја која чине основне јединице газдовања шумама (Јовић, Д., Медаревић, М., 1991) и представљају географску, природну и планску целину. Према Закону о шумама (2010) шумама на територији шумског подручја се газдује на основу плана развоја којим се утврђују правци развоја шума са планом за њихово спровођење, а подаци за његову израду се добијају из националне и састојинске инвентуре шума. План развоја садржи: приказ и анализу стања шума, утврђену оптималну шумовитост, избор функција и намену шума, функционалне просторне целине, опште смернице развоја, циљеве и мере за унапређивање шума, стратешку процена утицаја на животну средину, начине очувања и јачања општекорисних функција шума и заштиту шума, начин газдовања шумама, узгојне и уређајне мере за газдинске класе.

Према члану 65. Закона о шумама (2010), планом развоја се „...*ујтврђује ојийимална ојтвореностј шума<sup>2</sup> шумској јодручја, а иланирање и изјрадња шумских јушева се дејтаљно разрађује Пројрамом изјрадње и одржавања шумских саобраћајница,<sup>3</sup> који је сасјавни део Плана развоја...*”. Да би дефи-

---

2 Појам „отвореност шума” се често поистовећује са појмом „густина мреже шумских путева” [m-ha-1], иако је она само једно од мерила и показатеља отворености шума. Густина мреже шумских путева

3 Прикладнији назив овог документа је ПРОГРАМ РАЗВОЈА МРЕЖЕ ШУМСКИХ ПУТЕВА јер значај шумских путева и њихово лоше стање у Србији условљавају да свака активност у овој области има развојни карактер. Поред тога, термин „шумске

нисали отвореност шума потребно је указати на значај шумских путева у мрежи и функције коју обављају, као и функције мреже у простору. Наиме, шумски путеви, као инвестициони пројекти и грађевински објекти, имају исте основне карактеристике као и друге врсте путева. Основна намена свих путева, па и шумских, је задовољавање људске потребе за транспортом робе и људи. Путеви су елементи мреже и њихова класификација зависи од положаја и функције мреже у простору и функције пута у мрежи. Техничке и конструктивне карактеристике путева лимитирају њихов капацитет, а тиме и капацитет мреже и одређују значај мреже у простору. Капацитет мреже шумских путева, односно путева у њој, је одређен планираним 10-годишњим сечивим етатом дислоцираним на површини целог шумског подручја.

Мрежа путева је систем којим се садржаји једног простора повезују са другим простором, саобраћајни токови са једног простора обједињују у целину, а мањи делови простора опслужују. У складу са тим, и шумски путеви су класификовани према значају, у зависности од положаја у простору и функције коју обављају. Шумски путеви се, према значају, односно према положају у простору деле на главне, споредне и привозне (Лалић, М., 1976), а према функцији отварања шума на везне, сабирне и приступне, користећи се основним функцијама путева уопште (2011). Главни шумски путеви повезују шумске комплексе са јавним или некатегорисаним путевима (2005) или другим видом саобраћаја, а служе и као осовина за прикључивање других шумских путева. На тај начин они врше функцију повезивања. Споредни шумски путеви се одвајају од главних шумских путева и отварају, тј. обједињују саобраћајне токове из делова шумског комплекса или сливова у једну целину, тако да имају сабирну функцију. Привозни шумски путеви се одвајају од главних или споредних и као приступни путеви отварају мање сливова или поједина одељења и имају функцију опслуживања.

Дакле, отвореност шума шумског подручја је стање мреже шумских путева одговарајуће квалитативне и квантитативне структуре које задовољава основну функцију транспорта робе и људи кроз повезивање шумских комплекса са мрежом јавних и некатегорисаних путева, затим обједињавање саобраћајних токова из газдинских јединица и приступ, тј. опслуживање мањих шумских комплекса, као што су сливови или групе одељења. Утврђивање оптималне отворености шумског подручја је процес одређивања оптималног стања мреже шумских путева, при коме је, за дате услове, постигнута најбоља функционалност мреже, тј. и оптимална густина и најбоља квалитативна и квантитативна структура мреже. С обзиром на хетерогеност станишних и састојинских услова шумског подручја и изражене орографске разлике, утврђивање оптималне отворености шумског подручја захтева тражење оптималног решења мреже шумских путева применом метода више-критеријумске оптимизације. У поступку оптимизације се пројектује више алтернатива решења мреже, врши ева-

---

саобраћајнице” (1998) је много шири појам од термина „шумски путеви” јер обухвата и шумске влаке, против-пожарне пруге и др. саобраћајнице у шуми нижег ранга које нису предмет стратешког планирања у оквиру плана развоја шумског подручја.

луација функционалности сваког решења и избор најбоље просторне и структурне варијанте, односно, оптималног решења мреже при већем броју постављених критеријума.

Према Правилнику о садржини Плана развоја ... (2014), шумски путеви се у плану развоја представљају у оквиру приказа стања шума, анализе стања и у плану изградње и одржавања шумских саобраћајница. У склопу приказа стања шума шумског подручја даје се податак о вредности садашње и оптималне густине мреже шумских путева изражене у  $m \cdot ha^{-1}$ . Вредност садашње густине ( $G_0^S$ ) мреже шумских путева се добија на основу катастра шумских путева, а вредност оптималне густине ( $G_{opt}^S$ ) за садашње стање шума, применом резултата истраживања Тичерића, Д. (1989).

Поред тога, део плана развоја, који се односи на анализу стања шума, па и мреже шумских путева, садржи квантитативне и квалитативне показатеље стања шумских путева који се раде на основу њиховог катастра (члан 66. Закона о шумама, 2010), а који представља основу за планирање смерница развоја у области шумског путног инжењеринга. У складу са циљевима газдовања шумама у циљу унапређења и побољшања постојећег стања шумских путева на нивоу шумског подручја планирају се два основна развојна правца, и то:

1. изградња нових шумских путева у циљу повећања густине и достизања периодичне оптималне густине мреже на крају планског периода од 10 година и
2. изградња различитих видова радова на постојећим шумским путевима у циљу побољшања њиховог функционалног стања и постизања, за дате услове, најбоље квалитативне и квантитативне структуре мреже.

Планиране мере и активности на унапређењу стања шумских путева у оквиру наведених развојних праваца се раде у програму изградње и одржавања шумских саобраћајница који садржи обим, динамику и ресурсе, као и начин и упутства за њихово спровођење. У оквиру израде овог програма се рачуна вредност периодичне оптималне густине ( $G_{opt}^P$ ) мреже шумских путева на крају периода од 10 година за који се ради план развоја. Она се рачуна на основу вредности садашње густине и израчунате циљне оптималне густине ( $G_{opt}^C$ ) мреже шумских путева која одговара циљном стању шума шумског подручја које Медаревић, М. (1992) назива „...ојшмално функционално стање шума или функционални ојшимум...”. Циљна оптимална густина мреже шумских путева се рачуна коришћењем истраживања Тичерића (1989).

Резултати и закључци програма изградње и одржавања шумских саобраћајница представљају основ за израду плана изградње и одржавања шумских саобраћајница, који је саставни део планова развоја (2012, 2013а, 2013б). План изградње и одржавања шумских саобраћајница треба да садржи табеларни преглед планираних радова на изградњи нових, али и радове на постојећим шумским путевима са динамиком реализације, вредношћу инвестиција и начином финансирања који је усклађен са планираним активностима газдовања шумама у склопу плана развоја.



#### 4. ПРОГРАМ ИЗГРАДЊЕ И ОДРЖАВАЊА ШУМСКИХ САОБРАЋАЈНИЦА (ПРОГРАМ РАЗВОЈА МРЕЖЕ ШУМСКИХ ПУТЕВА)

Закон о шумама (2010) предвиђа обавезу израде програма изградње и одржавања шумских саобраћајница. Сваки програм садржи прецизно наведене мере и активности које, у суштини, представљају операционализацију плана са аспекта његовог практичног извршења, односно, обухвата дефинисање процедура и правила потребних за његову реализацију. То је документ који садржи скуп циљева, процедура, правила и ресурса са актерима који их извршавају, локацијом, редоследом, динамиком и упутством за извршење (Ранковић, Н., 2012).

Циљеви израде програма изградње и одржавања шумских саобраћајница на нивоу шумског подручја су:

1. добијање вредности периодичне оптималне густине ( $G_{opt}^p$ ) на крају периода од 10 година за који се ради план развоја, која је показатељ оптималне отворености шума шумског подручја, а рачуна се на основу садашње густине ( $G_0^s$ ) и циљне оптималне густине ( $G_{opt}^c$ ) мреже шумских путева при постигнутом циљном стању шума шумског подручја;
2. планирање активности, на стратешком нивоу планирања, које треба спровести „...на подизању и одржавању квалитета и густине мреже шумских саобраћајница” (2012), у периоду од 10 година колико важи план развоја, а које се односе на планирање изградње нових шумских путева ради повећања густине мреже и планирање изградње различитих видова радова на постојећим шумским путевима у циљу побољшања њиховог функционалног стања и
3. добијање оптималне отворености шумског подручја кроз избор најбоље алтернативе мреже шумских путева применом више-критеријумске оптимизације за услове газдовања шумама конкретног шумског подручја при чему најбоља варијанта има најбољу функционалност, која осим постигнуте периодичне оптималне густине има и најбољу квалитативну и квантитативну структуру.

Програм изградње и одржавања шумских саобраћајница се састоји од студије постојеће мреже путева, програма оптимизације мреже шумских путева (генерални пројекат) и плана изградње и одржавања шумских путева.

1. **Студија постојеће мреже путева** садржи евиденцију и структуру по категоријама како шумских, тако и јавних и некатегорисаних путева који се користе у пословима газдовања шумама, као и квантитативну и квалитативну анализу њиховог стања и оцену употребљивост и шумских путева. Ова студија садржи анализу постојећих шумских путева по врсти и функцији, као и проверу њихове функционалности (положај у простору, структура путева у њој, квалитет техничких и конструктивних елемената и саобраћајна ефикасност). Мреже путева по категоријама се приказују на 3D моделу терена коришћењем ГИС-а.

2. **Програм оптимизације мреже шумских путева** (генерални пројекат

шумских путева) садржи поступак и процедуру за добијање најбољег решења мреже шумских путева за дате услове. Оптимизација почиње израчунавањем густина (садашње, садашње оптималне, циљне оптималне и периодичне оптималне) мреже шумских путева и годишњег прираштаја густине који показује колико нових шумских путева треба градити у току 10 година важења плана развоја. Користећи ГИС шумског подручја у 3D моделу терена може се извршити подела простора према орографским условима јер они имају највећи утицај на облик и карактеристике мреже шумских путева у простору (Тичерић, Д., 2001). На тај начин се у оквиру шумских комплекса могу сагледати површине на којима је потребно пројектовати нове коридоре шумских путева. На основу податка о планираној вредности инвестиционих улагања током планског периода од 10 година у изградњу нових и радове на постојећим шумским путевима могу се, у складу да плановима газдовања шумама, одредити приоритети изградње. На основу тога се генерише потребан број варијанти, односно, алтернатива решења мреже шумских путева. Показатељи (параметри и атрибути) сваке алтернативе се вреднују у оквиру постављених критеријума оптимизације, тј. врши њихова евалуација и избор најбољег решења мреже. Оптимизацијом мреже шумских путева се добија оптимална мрежа шумских путева која, поред постигнуте периодичне оптималне густине, као мерила и показатељ оптималне отворености шума на крају 10-годишњег планског периода, има најбољу функционалност, тј. најбољу квалитативну и квантитативну структуру шумских путева. Квалитативна и квантитативна структура шумских путева у изабраном решењу мреже представља основ за израду плана изградње и одржавања шумских путева.

**3. План изградње и одржавања шумских путева** у облику табеларног прегледа садржи локацију, тј. газдинску јединицу у којој се планирају радови на изградњи шумских путева, затим назив пута и његову укупну дужину, деоницу или деонице пута на којој ће се изводити радови, врсту радова (новоградња, реконструкција, адаптација, субституција, репарација, рехабилитација, доградња и инвестиционо одржавање), планирану годину, тј. период изградње у оквиру планског периода од 10 година, као и назив инвеститора, вредност појединачних и укупних инвестиција, али и начин и извор финансирања сваке инвестиције.

## 5. ЗАКЉУЧЦИ

На основу наведене методологије пројектовања мреже шумских путева и њихове оптимизације на нивоу шумског подручја може се закључити следеће:

1. пројекте шумских путева је неопходно радити у три нивоа: генерални, идејни и главни пројекат, при чему се у оквиру генералног и идејног пројекта шумских путева врши пројектовање и оптимизација мреже шумских путева, а главни пројекат представља извођачки пројекат конкретне трасе шумског пута у коме се оптимизују геометријски и конструктивни елементи трасе;

2. Закон о шумама предвиђа да се планирање и изградња шумских путева детаљно разрађује и на нивоу шумског подручја у оквиру плана развоја, и на нивоу газдинске јединице, у оквиру основа, тј. програма газдовања шумама. На овај начин је омогућено да се активности на планирању мреже шумских путева кроз пројектовање и оптимизацију, али и на изградњи траса шумских путева изабраних у процесу оптимизације, ускладе са планирањем газдовања шумама на одговарајућем просторном нивоу;

3. у складу са планским нивоима газдовања шумама, генерални пројекат се ради на површини шумског подручја, на стратешком нивоу планирања, у оквиру програма изградње и одржавања шумских саобраћајница чија је израда законска обавеза, јер саставни део плана развоја. Идејни пројекат се ради на површини газдинске јединице, на оперативном нивоу планирања, у форми програма отварања газдинске јединице, у прилогу основе, односно, програма газдовања шумама. Главни пројекти шумских путева који се граде у години за коју се доноси годишњи план газдовања шумама се налазе у његовом прилогу;

4. полазна основа за пројектовање и оптимизацију мреже шумских путева су два развојна правца у области шумског путног инжењеринга: планирање изградње нових шумских путева са циљем проширења мреже, односно, повећања њене густине и планирање изградње различитих видова радова на постојећим шумским путевима у циљу побољшања њиховог садашњег функционалног стања;

5. отвореност шума шумског подручја је стање мреже шумских путева одговарајуће квалитативне и квантитативне структуре које задовољава основну функцију транспорта робе и људи кроз повезивање шумских комплекса са мрежом јавних и некатегорисаних путева, затим обједињавање саобраћајних токова из газдинских јединица и приступ, тј. опслуживање мањих шумских комплекса, као што су сливови или групе одељења.

Оптимална отвореност шумског подручја мрежом шумских путева, за конкретне услове, представља такво стање мреже шумских путева при коме је најбоље могуће задовољена основна функција транспорта робе и људи кроз све три функције шумских путева повезивање, сабирање и опслуживање шумских комплекса уз најбољу функционалност мреже која се огледа у достигнутој оптималној густини и најбољој квалитативној и квантитативној структури мреже.

Утврђивање оптималне отворености шумског подручја је процес одређивања оптималног стања мреже шумских путева, које представља варијанту решења мреже у којој је стање путева такво да је, за дате услове, постигнута најбоља функционалност мреже, тј. и оптимална густина и најбоља квалитативна и квантитативна структура мреже;

6. Пројектовање и оптимизација мреже шумских путева на нивоу шумског подручја до сада у нашем шумарству није рађена јер није постојао методолошки оквир за планирања мреже на релативно великом и хетерогеном шумском простору. Овај рад представља допринос развоју методологије пројектовања и оптимизацији мреже шумских путева на нивоу шумског подручја и будућа истраживања треба усмерити ка његовој

примени и добијању конкретних резултата везаних за једно шумско подручје.

**Напомена:** Раг је финансиран са Пројекта БТ37008: „Одрживо газдовање укључивим пошеницијалима шума у Републици Србији”.

## ЛИТЕРАТУРА

- Анђус, В., Малетин, М. (1993): Методологија пројектовања путева, Грађевински факултет Универзитета у Београду, Београд.
- Иvković, В., Поповић, Ж. (1995): Управљање пројектима у грађевинарству, Наука, Београд.
- Јовић, Д., Медаревић, М. (1991): Основне претпоставке за савремено газдовање и управљање шумским подручјима, Гласник Шумарског факултета № 73, Београд, (387-378).
- Лалић, М. (1976): Нове методе и начини пројектовања шумских путева као основе за планирање и газдовање шумама, Гласник Шумарског факултета – посебно издање, Београд, (117-120).
- Медаревић, М. (1992): Функције шума и њихово обезбеђивање при планирању газдовања шумама. Докtorsка дисертација у рукопису, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд.
- Медаревић, М. (2006): Планирање газдовања шумама, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд.
- Медаревић, М. (2012): Шуме и дрво при одрживом и полифункционалном аспектима коришћења, Дрво техника № 34, Београд.
- Ранковић, Н. (1996): Економика шумарства, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд.
- Ранковић, Н. (2012): Прилог појашњењу појмова „план”, „програм” и „пројекат” који се користе у шумарској политици, Шумарство № 1-2, Београд, (121-132).
- Стефановић, Б. (1999): Пројектовање шумских путева – основне смернице и перспективе развоја, Гласник Шумарског факултета № 80-81, Београд, (107-117).
- Стефановић, Б., Ранковић, Н. (2003): Однос густине мреже шумских путева и производње шумских сортимената у Србији у периоду 1991.-2000. године, Гласник Шумарског факултета № 87, Београд. (187-195).
- Стефанович, Б. (2004): Специфика планирования дорожной инфраструктуры в лесных областях Сербии, Труды Белорусского государственного технологического университета, Серия II, Выпуск XII, Минск, Беларусь, (151-156).
- Стефанович, Б. (2006): Фазы проектирования лесных дорог в Сербии, VI международная научно-техническая конференция „Лесной комплекс: состояние и перспективы развития”, Брянская государственная инженерно-технологическая академия, Брянск, Россия, 1.-30. ноября 2006., Сборник научных трудов, (51-53).
- Stefanović, В. (2006): Savremeni pristup upravljanju projektom planiranja mreže шумских путева, X internacionalni simpozijum iz project management-a YUPMA 2006: „Projektно управљање организацијама – нови приступ”, Udruženje за управљање пројектима Србије и Crne Gore, Zlatibor, 15-17. мај 2006, Zbornik radova str. 460-465.
- Стефановић, Б. (2007): Модел путне инфраструктуре Делиблатске пешчаре са аспекта заштите шума од пожара, Шумарство № 1-2, Београд, (81-91).
- (2006): Стратегија развоја шумарства Републике Србије, Службени гласник Републике Србије № 59/06, Београд, (4-19).
- Тићерић, Д. (1989): Истраживање утицаја relevantних фактора на optimalну густину саобраћајница у друштвеним шумама, докторска дисертација у рукопису, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд.

- gradu, Beograd.
- Tičerić, D. (2001): Konfiguracija terena kao faktor optimalne gustine mreže šumskih puteva, *Šumarstvo* № 3-4, Beograd, (33-43).
- Forman, R. T. T., Alexander, L. E. (2000): Roads and Their Major Ecological Effects, *Annual Review of Ecology and Systematic* № 29, (207-231).
- Coffin, A. W. (2007): From Roadkill to Road Ecology: A Review of the Ecological Effects of Roads, *Journal of Transport Geography* № 15, (396-406).
- (1998): *Правилник о условима за коришћење шумских саобраћајница*, Службени гласник Републике Србије № 22/98, Београд, (603-605).
- (2005): *Закон о јавним путевима*, Службени гласник Републике Србије № 101/05, Београд, (91-111).
- (2009): *Закон о планирању и изградњи*, Службени гласник Републике Србије № 72/09, Београд, (105-139).
- (2010): *Закон о шумама*, Службени гласник Републике Србије № 30/10, Београд, (61-80).
- (2011): *Правилник о условима које са аспекта безбедности саобраћаја морају да испуњавају путни објекти и други елементи јавног пута*, Службени гласник Републике Србије № 50/11, Београд, (210-289).
- (2012): *Национална стратегија одрживог коришћења природних ресурса и добара*, Службени гласник Републике Србије № 33/12, Београд, (3-156).
- (2012): *План развоја за јужнокучајско шумско подручје 2012-2021*, у рукопису, Биро за планирање и пројектовање у шумарству, ЈП „Србијашуме” Београд, 222 стр., <http://www.mpzss.gov.rs/>
- (2013a): *План развоја за посавско-понунавско подручје 2011-2020*, у рукопису, Биро за планирање и пројектовање у шумарству, ЈП „Србијашуме” Београд, 279 стр., <http://www.mpzss.gov.rs/>
- (2013b): *План развоја шумадијског шумског подручја 2012-2021*, у рукопису, Биро за планирање и пројектовање у шумарству, ЈП „Србијашуме” Београд, 491 стр., <http://www.mpzss.gov.rs/>
- (2014): *Правилник о садржини Плана развоја шумског подручја, односно Плана развоја шума у националном парку*, Службени гласник Републике Србије № 145/14, Београд, (99-105)

## METHODOLOGY OF THE FOREST ROAD NETWORK DESIGN AT THE LEVEL OF FOREST AREA

*Bogdan Stefanović*

### Summary

The Law on Forests (2010) defines the obligation to determine the optimum forest openness, as well as the basis for the forest road planning and construction, which is further developed at the level of the forest area within the development plans, and at the level of the management unit within the forest management plans, *i.e.* forest management programmes. This legal framework enables the harmonization of the forest road planning (network design and optimization) with the forest management planning at the appropriate level. Forest road designs may be: general, preliminary, and main designs, whereby general and preliminary designs of forest roads involve the design and optimization of the network of forest roads, while the main design is the detailed design of a specific forest road route which optimizes the geometrical and structural elements of the route. Taking into consideration the levels of forest management planning, the general design relates to forest areas, at the strategic level of planning, within the program of construction and maintenance of forest roads, and as an integral part of the development plan. The preliminary design applies to management units, at the operational level of planning, in the form of programs for the management unit es-

establishment, within the forest management plan, *i.e.* the forest management programme. The main design of the forest roads which are being built in the current year are included in the annual forest management plans.

The design and optimization of the network of forest roads is based on two development directions in the field of forest road engineering:

1. planning the construction of new forest roads in order to expand the network, *i.e.* to increase the forest road network density, as a measure of the forest roads openness and
2. planning different types of work on the existing forest roads (reconstruction, renovation, substitution, repair, rehabilitation, upgrading and maintenance) in order to improve their current functional state.

The measures and activities for the improvement of the condition of forest roads are within the above-stated development directions developed as part of the programme of the construction and maintenance of forest roads which determines the scope, schedule and resources, as well as the methods and guidelines for their implementation. The programme of construction and maintenance of forest roads includes the study of the existing road network, forest road network optimization program (general design) and the forest road construction and maintenance plan. The program of construction and maintenance of forest roads in forest areas is aimed at:

1. obtaining the value of the periodic optimal density ( $G_{opt}^p$ ) at the end of a period of 10 years covered by the current development plan, as an indicator of the optimum openness of the forest area,
2. planning activities for the ten-year period of the development plan on the construction of new forest roads and different types of construction work on the existing forest roads and
3. achieving the optimum openness of the forest area through a selection of the best option of the forest road network by using multiple-criteria optimization for the specific conditions of the forest management in a particular forest area. The best option is the most effective one, which apart from the most optimum density has the best qualitative and quantitative structure.

The openness of the forest area refers to the state of the forest road network with an adequate qualitative and quantitative structure that meets the basic requirements of the transport of goods and people by connecting forest complexes with the network of public and unclassified roads, integrating the traffic from different management units and providing access to smaller forest complexes, such as river basins or groups of compartments.

The optimum openness of the forest area by the network of forest roads, in specific conditions, refers to the state of forest road network that can meet the basic requirements of the transport of goods and people by connecting, integrating and providing services to forest complexes and achieving the best effectiveness of the network through attaining the optimum density and best qualitative and quantitative structure of the network. The optimum openness of a forest area is determined by defining the optimum state of the network of forest roads, which as the best variant of the forest road network, in the given conditions, achieves the best functionality of the network, *i.e.* both the optimum density and the best qualitative and quantitative structure of the network. The design and optimization of the network of forest roads in forest areas hasn't been practiced in our forestry so far, because there has been no methodological framework for the network planning at a relatively large and heterogeneous forest area. This work is a contribution to the development of the methodology of designing and optimizing the network of forest roads in forest areas and future research should be directed towards its implementation and obtaining concrete results related to particular forest areas.