

UDK 630*38:007.51

IZDVAJANJE OTVORENIH I NEOTVORENIH ŠUMSKIH PODRUČJA * **Marking opened and unopened forest areas**

Dževada Sokolović¹

Izvod

Otvaranje neotvorenih ili slabo otvorenih šumskih područja moguće je uraditi korektno samo ukoliko je urađena detaljna analiza postojeće mreže šumskih puteva. Pomenuta analiza treba, između ostalog, dati odgovore na pitanja o količini i kvalitetu postojeće mreže puteva, te ukazati na eventualne nedostatke.

U radu je na izabranoj šumskoj površini snimljena postojeća mreža puteva. Izračunata je otvorenost analizirane površine i srednja transportna distanca privlačenja.

Otvorene i neotvorene površine definisane su na taj način što su se oko postojeće mreže šumskih kamionskih puteva kreirali baferi. Izračunata je relativna otvorenost i koeficijent efikasnosti otvaranja.

U radu je određena ciljana srednja transportna distanca privlačenja, za koju su izdvojene otvorene i neotvorene šumske površine.

Izračunati pokazatelji otvorenosti šumskog područja su analizirani, interpretirani i dati su odgovarajući zaključci. Analiza je urađena uz podršku računara – GIS softwer (Geographic Information System).

Ključne riječi: otvaranje šuma, šumski kamionski putevi, srednja transportna distanca privlačenja, GIS

Abstract

Accessibility of unopened and insufficiently opened forest areas could be done in an adequate way only if the detailed analysis of an existing forest road network has been created.

This analysis should, among other answers, respond to the questions about the quantity and the quality of the existing forest road network and show its potential disadvantages.

In this paper the existing forest road network has been recorded on a selected forest area. The accessibility and the mean skidding distance of this area has been

* Rad prezentiran na III simpoziju poljoprivrede, veterinarstva, šumarstva i biotehnologije sa međunarodnim učešćem Strategija razvoja domaće proizvodnje, 28 – 30 septembar/rujan 2005. Sanski Most

¹ Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu – Faculty of Forestry University of Sarajevo

calculated. Opened and unopened areas have been defined by creating buffers around the existing forest road network.

The relative openness and efficiency coefficient of the forest road network have been calculated. In this paper the aimed mean skidding distance has been calculated and it's opened and unopened areas have been marked. The calculated figures of accessibility of forest area have been analyzed and interpreted along with adequate conclusions. The analysis has been done by support of computer – GIS software (Geographic Information System)

Key words: accessibility, forest road network, mean skidding distance, GIS

1. Uvod - Introduction

Od njihovog uvođenja u šume do danas šumski putevi su ostali nezamjenjivi za trajno i ekonomično gazdovanje šumskogospodarskih područja. Zbog toga se mreža šumskih puteva u prethodnom periodu višestruko povećala i još uvijek raste.

U ekonomski razvijenim državama svijeta gradnja mreže šumskih puteva u prošlosti odvijala se izuzetno brzo, tako da danas ove zemlje imaju veoma gustu i razgranatu mrežu puteva. Npr., prema istraživanjima (KRALJIĆ, 1982) otvorenost Austrije je 35 m/ha, Češke 25 m/ha, Švicarske 40 m/ha.

Precizni podaci o otvorenosti šuma u BiH nisu poznati, a prema dostupnim podacima otvorenost se kreće između 10 i 15 m/ha. Za povećanje otvorenosti šuma u BiH, prije bilo kakve gradnje potrebno je odrediti otvorenost koja će zadovoljiti potrebe racionalnog gazdovanja šumama, te omogućiti primjenu mehanizacije u svim vidovima rada u šumi. Konačni cilj kojem se teži kod otvaranja šuma jeste optimalna otvorenost.

Metode pomoću kojih je moguće izračunati optimalnu otvorenost šuma mogu se grupisati u:

- klasične (matematičke)
- savremene (pomoću računara)

Klasične metode računanje optimalne otvorenosti vrše se po modelu minimalnih ukupnih troškova. U ukupne troškove većina autora ubraja troškove gradnje, troškove održavanja, troškove privlačenja i prevoza drvnih sortimenata. Današnje shvatanje značaja i uloge šumskih puteva ne opravdava optimalizaciju otvorenosti samo sa stajališta minimalnih ukupnih troškova, jer putevi u šumi imaju daleko veću funkciju od funkcije eksploatacije drvne mase.

Savremene metode optimalizaciju mreže šumskih puteva provode uključivanjem velikog broja uticajnih faktora, a što je postalo moguće naročito uz primjenu računara u otvaranju šuma. Primjena računara u otvaranju šuma dala je nove mogućnosti koje su do sada bile nezamislive. Računari pored davanja više varijanti za otvaranje, nude i konačna rješenja sa simulacijama vožnje po projektovanom putu.

Preduslov i prvi korak ka optimalizaciji šuma jeste inventarizacija postojeće mreže puteva. U tom cilju, pored ukupne dužine postojeće mreže puteva potrebno je izračunati:

- srednju transportnu distancu privlačenja,
- relativnu otvorenost,
- koeficijent efikasnosti otvaranja.

Ovo su najznačajniji pokazatelji pomoću kojih je uz odgovarajuću analizu moguće izdvojiti otvorene i neotvorene šumske površine. Izdvajanje neotvorenih šumskih površina je veoma važno za dalje otvaranje.

Podaci za analizu koja je provedena u radu uzeti su iz ŠPO, koja je urađena za ŠPP „Unsko“, gospodarska jedinica “Plješevica”. Analiza obuhvata odjele od 17 do 76, ukupne površine 5853,2 ha.

Napomena: U radu će se radi jednostavnosti pisanja odjeli GJ “Plješevica” koji su predmet analize i koji zauzimaju 77,48 % ukupne površine gospodarske jedinice, nazivati GJ “Plješevica”.

2. Metode rada - *Research methods*

Stepen otvorenosti gospodarske jedinice odredit će se dijeljenjem ukupne dužine javnih i šumskih kamionskih puteva sa površinom gospodarske jedinice.

$$O = \frac{D}{A}$$

gdje je:

- O – otvorenost šumskog područja, m/ha ili km/1000ha;
- D – dužina javnih i šumskih kamionskih puteva, m;
- A – površina na kojoj se nalaze šumski putevi, ha.

Putevi koji se uzimaju u obračun za računanje otvorenosti šumske površine (prema ŠKIĆ i drugi 1989) su:

- put koji prolazi kroz šumu uzima se u obračun sa cijelom dužinom (100 %),
- put koji prolazi rubom šume ili na udaljenosti od ruba šume do 300 m, a na njega je moguć utovar, uzima se sa 50 % dužine,
- put koji dolazi okomito do ruba šume i tu se završava uzima se sa dužinom od 500 m
- meki (zemljani) putevi koji otvaraju šumu samo u sušnom razdoblju ne uzimaju se u obzir za obračun stepena otvorenosti.

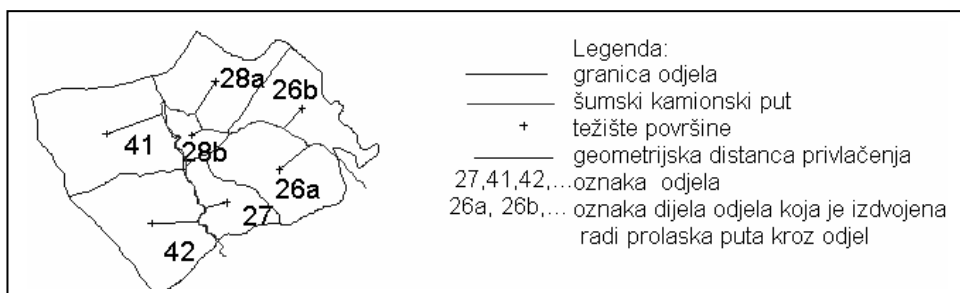
Analiza otvorenosti GJ “Plješevica” uradit će se pomoću savremenih GIS (geografski informacioni sistem) metoda i tehnologija - softwer WinGis 2003.

Srednja transportna distanca privlačenja (STDP) odredit će se pomoću računara – težišni metod i izračunati pomoću obrasca ARNAUTOVIĆ (1975):

$$l_g = \frac{\Sigma m \cdot l}{\Sigma m}$$

gdje je:

- l_g – geometrijska STDP, m;
- Σm – zapremina drvene mase za privlačenje, m^3 ;
- l – udaljenost težišta površine do najbližeg puta, m.



Slika 1. Šematski prikaz metoda određivanja težišta površine
 Figure 1 The scheme of determining geometrical mean skidding distance

Relativna otvorenost analizirane površine izračunat će se metodom kreiranja bafera. Baferi su površine oko puta koje karakteriše jednaka udaljenost od puta do svih rubnih tačaka, a ta udaljenost je dvostuka dužina ciljane geometrijske srednje transportne distance privlačenja.

Relativna otvorenost će se izračunati po matematičkoj formuli:

$$O_R = \frac{P_o}{P_U} \cdot 100;$$

gdje je:

- O_R – relativna otvorenost u %;
- P_O – otvorena površina za ciljanu geometrijsku srednju transportnu distancu privlačenja, ha;
- P_U – ukupna površina otvaranog područja (ha).

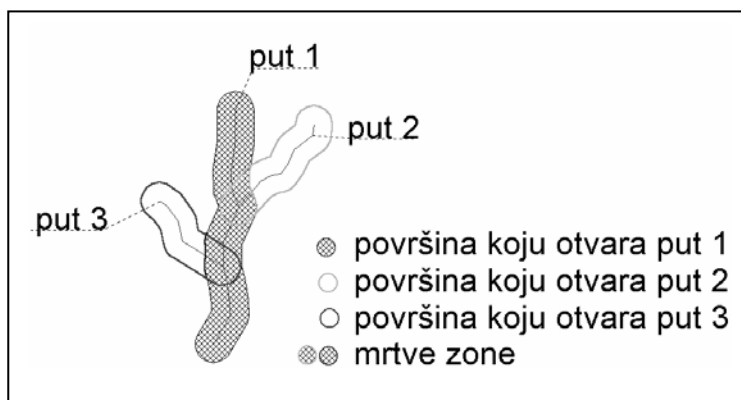
Koeficijent efikasnosti otvaranja:

$$K_E = \left(1 - \frac{P_N}{\Sigma P_{OU}}\right) \cdot 100 \ ;$$

gdje je:

- K_E – koeficijent efikasnosti otvaranja, %;
- ΣP_{OU} – ukupna otvorena površina;
- P_N – površina mrtvih zona.

Površine koje su otvorene sa dva ili više puteva su “mrtve zone” i predstavljaju područja gdje se gradnjom šumskih kamionskih puteva nije uticalo na skraćivanje srednje transportne distance privlačenja. “Mrtve zone” su i područja unutar bafera koja se nalaze van granica gospodarske jedinice.



Slika 2. Šematski prikaz metoda kreiranja bafera
Figure 2 The scheme of the bordered areas method

3 Rezultati istraživanja sa diskusijom - *Research results with discussion*

Postojeća otvorenost GJ “Plješevica” –

Existing forest road network in the Management Unit Plješevica

Šumski kamionski putevi na analiziranom području su snimljeni pomoću GPS uređaja. Direktnim mjerenjem puteva pomoću WinGis-a ustanovljena je postojeća ukupna dužina šumskih kamionskih puteva u GJ “Plješevica” i iznosi: 53401 m.

- Otvorenost GJ “Plješevica” izračunata na osnovu ukupne dužine puteva na analiziranoj površini i iznosi 9,12 m.

$$O = \frac{D}{A} = \frac{53401}{5853,2} = 9,12m$$

- Geometrijska srednja transportna distanca privlačenja za postojeću mrežu šumskih kamionskih puteva izračunata je pomoću računara – težišni metod i iznosi:

$$l_{gs} = 469,23 \text{ m}$$

- Stvarna srednja transportna distanca privlačenja:

$$l_{sS} = l_{gs} \cdot r = 469,23 \cdot 1,309 = 614,22m$$

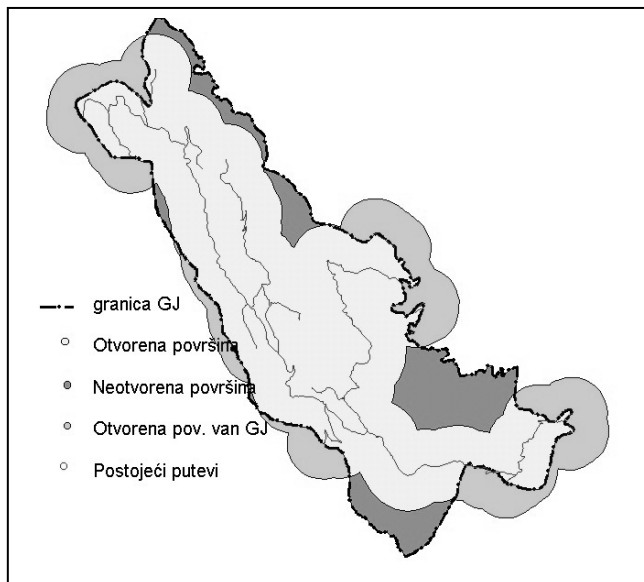
gdje je:

- l_{sS} – stvarna srednja transportna distanca privlačenja, m;
- l_{gs} – geometrijska srednja transportna distanca privlačenja, m;
- r – koeficijent korekcije.

Koeficijent korekcije r je potreban zbog horizontalnog (stabla, bare, podmladak) i vertikalnog (nagib terena) zaobilaženja. Za prosječan poprečni nagib terena 31,5 % koliko je izmjereno na ovom području: $r = 1,309$. (JELIČIĆ, 1985).

Analiza otvorenosti postojećom mrežom puteva urađena je metodom kreiranja bafera za geometrijsku srednju transportnu distancu privlačenja 469,23 m, odnosno za stvarnu srednju transportnu distancu privlačenja 614,22 m i data je na slici 3.

Napomena: U bafer se uzimala dužina dvostruke geometrijske srednje transportne distance privlačenja koja iznosi 938,46 m.



Slika 3. Otvorenost GJ “Plješevica” za postojeću stvarnu srednju transportnu distancu privlačenja 614,22 m

Figure 3. The openness of the Management Unit Plješevica for the existing real mean skidding distance 614,22 m.

Analiza otvorenosti gospodarske jedinice za stvarnu srednju transportnu distancu privlačenja od 614,22 m urađena je za svaki put pojedinačno i data je u tabeli 1.

Na osnovu podataka sa slike 3 i tabele 1 izračunata je relativna otvorenost i koeficijent efikasnosti otvaranja gospodarske jedinice postojećom mrežom puteva:

- relativna otvorenost GJ “Plješevica” postojećom mrežom šumskih kamionskih puteva uz izračunatu stvarnu srednju transportnu distancu privlačenja od 614,22 m iznosi $O_R=82,61\%$,
- koeficijent efikasnosti otvaranja postojećom mrežom šumskih kamionskih puteva uz izračunatu stvarnu srednju transportnu distancu privlačenja od 614,22 m iznosi $K_E=14,87\%$.

Za ocjenu relativne otvorenosti uzeta je klasifikacija prema PENTEKU (2002):

- do 55% nedovoljna otvorenost
- od 56% do 65% slaba otvorenost
- od 66% do 75% jedva dobra otvorenost
- od 76% do 85% vrlo dobra otvorenost
- preko 86% odlična otvorenost

Tabela 1. Rezultati otvorenosti GJ „Plješevica“ za stvarnu srednju transportnu distancu privlačenja 614,22 m

Table 1 The results of openness the Management Unit Plješevica for the real mean skidding distance 614,22 m

Oznaka puta Sign of road	Dužina puta Length of road	Otvorena površina Open area	Mrtve zone Dead zones	Otvorena površina van GJ Outside M.U.	Ukupno neefikasne površine Inefficient area	Koeficijent efikasnosti Efficiency coefficient
	m	ha	ha	ha	ha	%
1	16922,86	2910,51	995,27	641,2	1636,47	43,77
2	659,28	400,25	143,87	256,38	400,25	0
3	571,70	343,13	98,14	226,23	324,37	5,47
4	429,42	334,57	81,2	253,37	334,57	0
5	1155,14	457,03	457,03	0	457,03	0
6	11643,83	2065,62	1784,13	69,64	1853,77	10,26
7	2088,80	538,44	387,18	151,26	538,44	0
8	1381,18	512,04	431,81	80,23	512,04	0
9	9483,65	1840,48	1269,42	372,73	1642,15	10,77
10	1957,66	627,31	627,31	0	627,31	0
11	1130,38	467,56	467,56	0	467,56	0
12	2021,97	536,8	495,56	0	495,56	7,68
13	994,02	441,79	366,72	75,07	441,79	0
14	1499,7	493,48	373,48	90	463,48	6,08
15	1587,33	537,04	199,87	210,46	410,33	23,59
16	339,71	340,21	173,79	166,42	340,21	0
Σ		12846,26			10935,4	14,87

Prema datoj klasifikaciji relativna otvorenost GJ „Plješevica“ postojećom mrežom šumskih kamionskih puteva spada u grupu odlična otvorenost. Koeficijent efikasnosti otvaranja postojećom mrežom šumskih kamionskih puteva od 14,87 % pokazuje da je 14,87 % površine gospodarske jedinice otvoreno samo jednim putem, dok se na ostalom dijelu površine gospodarske jedinice uticaji dva ili više puteva preklapaju.

3.2. Ciljana optimalna otvorenost GJ „Plješevica“ - *Aimed optimum openness of the Management Unit Plješevica*

Upoređivanjem postojeće stvarne srednje transportne distance privlačenja (614,22 m) sa srednjom transportnom distancom privlačenja koja se prema većini autora smatra optimalnom za planinske terene, a nalazi se unutar intervala 300 – 500 m, zaključili smo da postojeća srednja transportna distanca privlačenja nije zadovoljavajuća.

Sljedeći korak u analizi bio je računanje optimalne srednje transportne distance privlačenja. Određivanje optimalne srednje transportne distance privlačenja moguće je riješiti pomoću matematičkih formula za računanje optimalne otvorenosti određenog šumskog područja po modelu minimalnih ukupnih troškova.

Analizom velikog broja matematičkih formula za računanje optimalne otvorenosti može se zaključiti da se rezultati dobijeni pomoću navedenih formula ne mogu u potpunosti uzeti kao mjerilo za donošenje odluka o potrebama daljeg otvaranja ili neotvaranja šumskog područja. Najznačajniji nedostatak postojećih modela jeste što problem otvaranja šuma rješavaju isključivo na osnovu ekonomskog kriterija.

U tabeli 2 je prema metodu REBULA (1980) za različite nivoe optimalne otvorenosti izračunata optimalna stvarna STDP:

$$l_o = \frac{k_s}{O_{opt}} \cdot 10000;$$

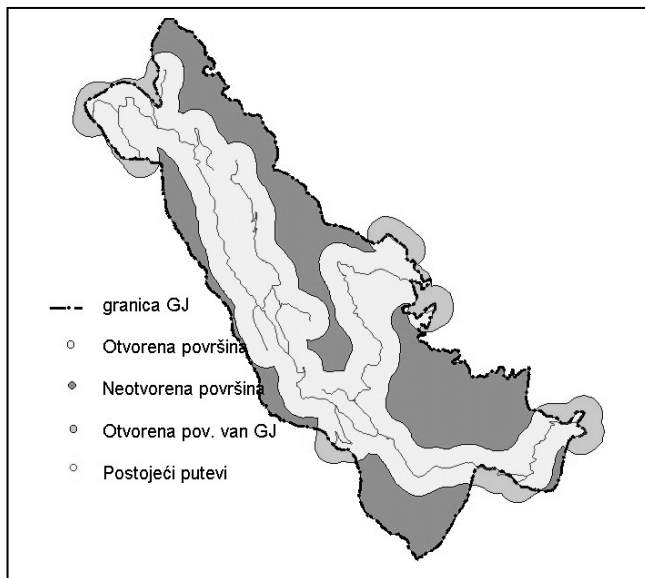
gdje je:

- l_o – optimalna stvarna srednja transportna distanca privlačenja, m;
- k_s – koeficijent privlačenja: 0,4 – za ravničarske šume; 0,6 – za brdo; 0,8 – za planinu;
- O_{opt} – optimalna otvorenost, m/ha.

Tabela 2. Odnos otvorenosti i ciljane stvarne srednje transportne distance privlačenja
Table 2. The relation between the openness and the aimed real mean skidding distance

O_{opt} m/ha	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
l_o m	533	500	471	444	421	400	381	364	348	333	320

Prema podacima iz tabele 2 ako se uzme da je ciljana otvorenost GJ „Plješevica“ između 20 i 25 m/ha kako se preporučuje u svjetskoj literaturi za slične terenske prilike, ciljana srednja transportna distanca privlačenja se kreće unutar intervala 320 do 400 m. Za analizu otvorenosti GJ “Plješevica” izabrane su slijedeće ciljane srednje transportne distance privlačenja: 400, 364 i 320 m.



Slika 4. Otvorenost GJ “Plješevica” za ciljane stvarnu srednju transportnu distancu privlačenja 320 m

Figure 4. The openness of the Management Unit Plješevica for the aimed real mean skidding distance 320 m

Tabela 3. Relativna otvorenost GJ “Plješevica” za različite varijante izabrane ciljane STDP
Table 3. Relative openness M.U.P. for various variants of the chosen mean skidding distance

	Ciljana srednja transportna distanca privlačenja, m			
	614	400	364	320
Otvorena površina, ha Open area	4835,17	3943,86	3734,24	3460,81
Neotvorena površina, ha Unopen area	1017,23	1908,54	2118,96	2392,39
Površina otvorena putem iz GJ a nalazi se van GJ, ha Open area outside the M.U.	2592,99	870,81	752,79	613,71
Mrtve zone, ha Dead zone	10935,43	1704,99	1495,14	1253,24
Relativna otvorenost, % Relative openness	82,61	67,38	63,81	59,13

U tabeli 3 je za različite varijante izabrane ciljane stvarne srednje transportne distance privlačenja izračunata: otvorena površina, neotvorena površina, površina otvorena putem iz gospodarske jedinice a nalazi se van granica gospodarske jedinice, mrtve zone i relativna otvorenost. Na slici 4 je kao primjer urađena analiza otvorenosti za ciljane stvarnu srednju transportnu distancu privlačenja 320 m.

Analizirajući podatke sa slike 4 i iz tabele 3 vidimo da se smanjivanjem srednje transportne distance privlačenja smanjuju površine gospodarske jedinice koje su otvorene postojećom mrežom šumskih kamionskih puteva, a povećavaju se neotvorene površine. Takođe smanjuje se i relativna otvorenost gospodarske jedinice. Relativna otvorenost koja je dobijena za srednju transportnu distancu privlačenja 320 m iznosi 59,13 % i prema datoj klasifikaciji spada u grupu površina koje imaju slabu otvorenost.

Da bismo smanjili površine gospodarske jedinice koje nisu otvorene i da bismo povećali apsolutnu i relativnu otvorenost gospodarske jedinice, postojeću mrežu šumskih kamionskih puteva treba proširiti novim putevima, koji bi se planirali i gradili na površinama koje su izdvojene kao neotvorene.

4. Zaključak - Conclusion

Postojeća otvorenost GJ "Plješevica" iznosi 9,12 m/ha i nije zadovoljavajuća.

Za analizu postojeće otvorenosti GJ "Plješevica", u cilju njenog poboljšanja, osim ukupne dužine postojeće mreže šumskih puteva potrebno je analizirati i njihov prostorni raspored.

U radu je težišnim metodom – pomoću računara izračunata geometrijska srednja transportna distanca privlačenja. Transformacija geometrijske srednje transportne distance privlačenja u stvarnu srednju transportnu distancu privlačenja izvršena je pomoću faktora korekcije za prosječan nagib terena 31,5 % koliko je izmjereno na analiziranoj površini. Stvarna srednja transportna distanca privlačenja u GJ "Plješevica" iznosi 614,22 m.

Analiza otvorenosti GJ "Plješevica" metodom omeđenih površina urađena je za postojeću stvarnu srednju transportnu distancu privlačenja 614,22 m i za ciljane srednje transportne distance privlačenja 400, 364 i 320 m. Na osnovu rezultata provedene analize može se zaključiti slijedeće:

- smanjivanjem ciljane srednje transportne distance privlačenja povećavaju se neotvorene površine gospodarske jedinice,
- smanjuje se relativna otvorenost gospodarske jedinice sa 82,61 % koliko iznosi za postojeću srednju transportnu distancu privlačenja, na 59,13 % koliko je izračunata, naprimjer, za ciljane srednju transportnu distancu privlačenja 320 m.

Dobijeni rezultati su logični, jer ako želimo da smanjimo srednju transportnu distancu privlačenja u gospodarskoj jedinici, potrebno je da gradimo nove šumske

kamionske puteve. Novi šumski kamionski putevi trebaju se graditi na područjima koja su izdvojena kao neotvorene šumske površine.

Za izdvajanje otvorenih i neotvorenih šumskih područja metoda omeđenih površina, relativna otvorenost i koeficijent efikasnosti otvaranja veoma su pogodni za analizu postojeće mreže šumskih kamionskih puteva.

Kvalitetno i dugoročno otvaranje šuma traži jednu iscrpnu i sveobuhvatnu analizu, koju je moguće provesti samo nakon kvalitetne analize postojeće mreže šumskih kamionskih puteva.

5. Literatura - References

1. ARNAUTOVIĆ, R., 1975: O određivanju srednje daljine privlačenja, Narodni šumar 4-6, Sarajevo, str. 137-139.
2. JELIČIĆ, V., 1985: Studija otvaranja odjela 70 i 71 u GJ „Jadovnik – Drvar“ dio, Sarajevo, str. 1 – 31
3. KRALJIĆ, B., 1982: Ekonomika šumarstva. Separat, Informator, Zagreb
4. PENTEK, T., 2002: Računalni modeli optimizacije mreže šumskih cesta s obzirom na dominantne utjecajne čimbenike, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Disertacija, str. 1 – 271.
5. REBULA, E., 1980: Prispjevek k opredeljevanju optimalne gostote omrežja gozdnih cest, Gozdarski vestnik 9, Ljubljana, str. 372 – 395.
6. ŠIKIĆ, D., I DRUGI, 1989: Tehnički uvjeti za gospodarske ceste, Znanstveni savjet za promet JAZU, Zagreb.

Summary - Sažetak

The analysis of accessed and uncased forest areas has been done by the method of creating buffers.

The buffers have been created around the existing forest roads network for the calculated real mean skidding distance of 614,22 meters. The calculation of the relative accessibility $O_R = 82,61\%$, and efficiency coefficient $K_E = 14,87\%$ have been done.

In this paper the buffers have been calculated for the chosen mean skidding distance of 320, 364, 400 and 614 meters, because the ultimate objective of the forest roads construction is shortening of the mean skidding distance.

The method of creating buffers, the relative accessibility efficiency is an adequate method for analysis of the existing forest roads network, extraction of accessed and uncased forest area and their further accessing.