

RELATIVNA OTVORENOST ŠUMSKOGA PODRUČJA I NJENA PRIMJENA PRI IZGRADNJI ŠUMSKIH PROTUPOŽARNIH PROMETNICA

RELATIVE OPENNESS OF THE FOREST AREA AND ITS USE IN THE CONSTRUCTION OF THE FOREST FIRE-PREVENTION ROADS

Dragutin PIČMAN* i Tibor PENTEK**

SAŽETAK: Otvorenost šuma na području Republike Hrvatske izražava se u m/ha ili km/1000 ha. Ovakav način određivanja stupnja otvorenosti daje numeričke podatke, ali ne govori nam ništa o stvarno otvorenoj šumskoj površini, odnosno o učinkovitosti položene mreže šumskih prometnica glede smanjenja srednje udaljenosti privlačenja. Podjednaka količina šumskih cesta na određenom šumskom području može dati značajno različite rezultate po pitanju smanjenja srednje udaljenosti privlačenja, ili još gore, često se izgradnjom novih kilometara šumskih cesta odgovarajuće ne smanjuje udaljenost privlačenja. Relativna otvorenost je veličina koja pruža dobar uvid u prostorni raspored, poglavito šumskih protupožarnih cesta, daje mogućnost utvrđivanja otvorenih i neotvorenih površina i nudi mogućnost odabira najpovoljnije inačice šumskih protupožarnih cesta. Relativna otvorenost predstavlja odnos otvorene i ukupne šumske površine izražene u postotku za odabranu srednju optimalnu daljinu pristupa šumskoj površini.

Ključne riječi: otvorenost, relativna otvorenost, šumske protupožarne ceste, srednja geometrijska daljina pristupa površini, srednja stvarna daljina pristupa površini.

1. UVOD - Introduction

Otvorenost određenog šumskog područja šumskim prometnicama (cestama i vlakama) izračunava se odnosom ukupne količine šumskih prometnica prikazane u metrima s ploštinom na kojoj prometnice postoje, iskazanom u hektarima. Dakle, mjerna jedinica kojom izražavamo otvorenost nekoga šumskog područja je m/ha ili km/1 000 ha. Matematički izraz kojim izračunavamo otvorenost ima oblik:

$$O = \frac{d}{P} \dots\dots\dots \text{m/ha}$$

Gdje je:

O - otvorenost šumskog područja šumskim prometnicama, m/ha

d - količina šumskih prometnica, m

P - ploština na kojoj se šumske prometnice nalaze, ha

S obzirom na osnovnu podjelu šumskih prometnica, možemo govoriti o otvorenosti šumskog područja šumskim cestama i otvorenosti šumskog područja traktorskim vlakama. Za izračun otvorenosti šumskim cestama imamo izraz:

$$O_c = \frac{d_c}{P} \dots\dots\dots \text{m/ha}$$

za otvorenost traktorskim vlakama:

$$O_v = \frac{d_v}{P} \dots\dots\dots \text{m/ha}$$

*Doc. dr. sc. Dragutin Pičman, Šumarski fakultet Zagreb
**Tibor Pentek, dipl. inž., Šumarski fakultet Zagreb

Gdje je:

O_c - otvorenost šumskog područja šumskim cestama, m/ha

O_v - otvorenost šumskog područja traktorskim vlakama, m/ha

d_c - količina šumskih cesta, m

d_v - količina vlaka, m

P - ploština na kojoj se nalaze šumske prometnice, ha

U daljnjem tijeku rada bavit ćemo se otvorenošću šumskoga područja šumskim cestama, pa nas zanima koji su to kriteriji koji se koriste za obračun otvorenosti šuma prema važećim zakonskim propisima u Republici Hrvatskoj. Za ocjenu stupnja otvorenosti ne postoje jedinstvena mjerila. Smatra se da cesta ili njeni dijelovi otvaraju šumsko područje samo ako imaju upliv na udaljenost privlačenja. Računa se da cesta ima utjecaj na udaljenost privlačenja ako prolazi do 300 m od ruba šume i na njoj je moguć utovar. Za jedinstveno utvrđivanje otvorenosti i usporedbu stupnja otvorenosti potrebno je primijeniti sljedeće kriterije (*Tehnički uvjeti za gospodarske ceste, 1989*):

- cesta koja prolazi kroz šumu uzimat će se u obračun sa cijelom duljinom
- cesta koja prolazi rubom šume ili na udaljenosti do 300 m od ruba i na njoj je moguć utovar, u obračun će ući s 50 % svoje duljine
- cesta koja dolazi okomito do ruba šume i tu završava uzimat će se s duljinom 500 m
- zemljani putevi koji ne otvaraju šumu tijekom cijele godine, već samo u sušnom razdoblju, neće ulaziti u obračun.

Postavlja se pitanje do kolikog je stupnja otvorenosti potrebno otvarati pojedina šumska područja. Odgovor nije jednostavan, ali se generalno može reći da je konačni cilj otvaranja šuma postizanje optimalne otvo-

renosti (O_o). Optimalna otvorenost izračunava se za svako šumsko područje posebno. Treba naglasiti da dva istovjetna šumska područja, s obzirom na mnoštvo čimbenika koji utječu na optimalnu otvorenost, ne postoje, ma kako ona bila slična (Pićman, 1994).

Optimalna otvorenost ovisi o nizu čimbenika, te postoje razne metode za izračun ove veličine. Većina metoda polazi od pretpostavke da se ceste nalaze na jednakom međusobnom razmaku i da je drvena masa ravnomjerno raspoređena po ploštini za koju se izračun radi. Temelj svih metoda jest traženje minimalnih sveukupnih troškova i to:

- troškova privlačenja drva
- troškova prijevoza drva
- troškova izgradnje šumskih cesta
- troškova održavanja šumskih cesta
- troškova gubitka proizvodne površine radi izgradnje cesta
- ostalih troškova.

Neizravne koristi koje lučimo preko mreže šumskih cesta često je nemoguće valorizirati i brojčano iskazati, tako da ovim obračunom optimalne otvorenosti dobivamo približne rezultate. Isto tako optimalan stupanj otvorenosti šuma vrijedi samo za konkretno područje za koje je izračun obavljen, i to u onom razdoblju dok ulazne veličine zadržavaju vrijednosti korištene u izračunu i dok je stanje ekonomskog, organizacijskog i tehničko-tehnološkog okruženja stalno.

Minimalna otvorenost je prijelazni stupanj ka optimalnoj otvorenosti i može se shvatiti kao optimalna otvorenost u kraćem, ograničenom razdoblju, a služi radi orijentacije pri izradbi perspektivnih planova izgradnje mreže šumskih cesta. Za različita područja u Hrvatskoj, minimalna otvorenost (*Tehnički uvjeti za gospodarske ceste, 1989*) prikazana je u tablici 1.

Tablica 1: Minimalna otvorenost za različita područja u Hrvatskoj

Table 1: Minimum openness for various regions of Croatia

Šumsko područje Republike Hrvatske Forest areas of Croatia	Minimalna otvorenost Minimum openness m/ha
Nizinsko područje Lowland region	7,00
Prigorsko-brdsko područje Hilly region	12,00
Planinsko područje Mountainy region	15,00

Planom Javnog poduzeća Hrvatske šume (*Izješće o problematici gradnje i održavanja šumskih prometnica i stanju otvorenosti šuma 1997.*) određena je minimalna potrebna otvorenost u Hrvatskoj koju treba postići do 2010. godine (tablica 2).

Tablica 2: Planirana otvorenost Republike Hrvatske do 2010. godine*Table 2: Estimated openness of the Republic of Croatia by 2010*

Šumsko područje Republike Hrvatske Forest areas of Croatia	Planirana otvorenost 2010 godine Estimated openness in 2010 m/ha
Nizinsko područje Lowland region	15
Prigorsko područje Hilly region	20
Brdsko i gorsko područje Mountainy region	25
Krško područje Karst region	10

Podaci za minimalnu otvorenost prikazani u tablici 1. vrijede za gospodarske ceste, budući je 1989. godine, kao i danas, u Hrvatskoj vrijedila podjela u kojoj se spominju samo šumske gospodarske ceste. Od 1990. godine pa nadalje počelo se s intenzivnom gradnjom šumskih protupožarnih cesta (ŠPPC), kojima je otvarano krško područje ugroženo opasnošću od šumskih požara, pa se 1997. godine one navode i kao posebna kategorija šumskih cesta. Za područje u kojem one postoje po prvi puta se određuje minimalna potrebna otvorenost. Kod šumskih protupožarnih cesta ne može se govoriti o minimalnim sveukupnim troškovima kao modelu određivanja optimalne otvorenosti sve dok se ne iznađe mogućnost kvantifikacije općekorisnih funkcija šume i neizravnih koristi od mreže šumskih cesta.

Nameće se pitanje, da li iskazivanje stupnja otvorenosti određenog područja u m/ha, poglavito prigorskog, brdskog, gorskog i krškog, uistinu pruža dobar uvid u razmještaj šumskih cesta, prostorni položaj mreže šumskih cesta i njenu učinkovitost, ili je to samo broj

kojem težimo i radi kojeg gradimo kilometre cesta ne vodeći računa o osnovnoj zadaći šumskih cesta, smanjivanju udaljenosti privlačenja?

Polazeći od činjenice da se često puta grade šumske ceste koje ne utječu na smanjivanje udaljenosti privlačenja i da se u mnogim slučajevima boljim prostornim rasporedom mreže šumskih cesta moglo s manjom količinom cesta značajnije utjecati na smanjenje srednje udaljenosti privlačenja, ukazala se potreba za uvođenjem veličine relativne otvorenosti šuma.

Relativna otvorenost daje dobar uvid u prostorni razmještaj šumskih cesta i njihovu stvarnu učinkovitost i pokazuje nam koliko je ploštine određenoga područja otvoreno, a iskazuje se u %. Područje primjene relativne otvorenosti posebice je vezano uz krško područje, gdje se grade ŠPPC, a cjelokupan postupak otvaranja je više-manje vezan samo uz ceste, budući vlake ne mogu na sebe preuzeti zadaće šumskih protupožarnih cesta (samo u iznimnim slučajevima kada zadovoljavaju tehničke karakteristike šumskih cesta).

2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA - The Results of the Research

2.1. Definicija i osnovne zadaće šumskih protupožarnih cesta

Definition and basic functions of the forest fire-prevention roads

Pičman i Pentek (1996) pišu: "šumske protupožarne ceste su takve šumske ceste koje su primarno projektirane i izgrađene s namjenom da obavljaju prevenciju od šumskog požara, a u slučaju nastanka požara moraju omogućiti što povoljnije uvjete za njegovo suzbijanje. To su šumske ceste koje ne nose naziv gospodarske šumske ceste, iz razloga što je u vrijeme realizacije njihovog projekta sirovinna baza mediteranskih šuma bila neekonomična za eksploataciju, pa je osnovna zadaća izgrađenih cesta bila protupožarna".

Osnovne zadaće šumskih protupožarnih cesta su:

- ⇒ obavljanje službe patroliranja prema planu zaštite šuma od požara
- ⇒ u slučaju izbijanja požara šumska protupožarna cesta, ukoliko je propisno održavana, služi kao neprelazni vatrobrani pojas
- ⇒ vrlo često predstavlja granicu odjela, te ukoliko je šumska protupožarna cesta izgrađena u kombinaciji s protupožarnim prošnjekama koje se protežu okomito na nju, često čini vanjsku granicu područja izvan kojega se šumski požar ne može dalje širiti

- ⇒ pruža mogućnost dolaska vatrogasnih interventnih vozila na mjesto začetka požara u kraćem vremenskom intervalu, kao i brže naknadno dovoženje vode
- ⇒ omogućuje prometovanje vozilima hitne pomoći te vozilima za prijevoz ljudi i opreme
- ⇒ služi kao idealno mjesto gdje će vatrogasne postrojbe sačekati nadolazeću vatrenu stihiju
- ⇒ predstavlja mjesta do kojih se vatra širi kod lokaliziranja požara metodom paljenja predvatre, odnosno mjesto odakle požare suzbijamo taktikom paljenja protuvatre.

Protupožarna cesta, naravno, obnaša i ostale funkcije koje su propisane Osnovom gospodarenja za neko šumsko područje, a koje se pri gospodarenju šumama

javljavaju, tako da ove ceste s punim pravom možemo nazvati **višefunkcionalnim šumskim cestama** (Pićman i Pentek, 1996).

Osim navedenih primarnih zadaća, šumske protupožarne ceste služe kao transportni sustav prijevoza drveta, za prijevoz ljudi do šumskih radilišta, za uzgojne, uređivačke, zaštitne, lovne i ostale radove u šumarstvu.

Kod ŠPPC ne govorimo o srednjoj udaljenosti pristupa, jer krške šume većim dijelom nisu gospodarski isplative, već uvodimo veličinu *srednje udaljenosti pristupa* ugroženoj površini (S_p) koja može biti geometrijska, odnosno stvarna, ukoliko je korigirana s čimbenikom nagiba terena (f_v) i čimbenikom horizontalnog zaobilaženja (f_H)

2.2. Primjena relativne otvorenosti pri planiranju, projektiranju i izgradnji ŠPPC

The use of relative openness in planning, designing and construction of the forest fire-prevention roads

Postupak određivanja relativne otvorenosti osobnim računalom sastoji se u sljedećem: nakon što su u šumsko-gospodarsku kartu 1:5 000 ucrtane sve postojeće šumske ceste, pristupa se njihovoj digitalizaciji (međe, slojnice, vodotoci, ceste, putevi i dr.). Digitalizirane karte se obrade pomoću odabranih kompjutorskih programa, te se svi sadržaji slože u zasebne slojeve. Oko postojećih cesta koje se mogu uporabiti kao protupožarne (uključujući i javne ceste) polože se tzv. "bufferi"- **omeđene površine** koje su na svim svojim rubnim dijelovima jednako udaljene od ceste. Udaljenosti od ceste do ruba pripadajuće površine predstavljaju odabrane veličine srednje optimalne geometrijske daljine pristupa površini (S_{PG}) ugroženoj šumskim požarima.

Površine šumskog područja koje leže unutar omeđenih površina obojaju se jednom bojom (npr. crvenom), a one područja koja leže izvan omeđene površine drugom bojom (npr. žutom). Crveno obojane površine su dostupne s pripadajućih cesta za određenu odabranu veličinu srednje optimalne geometrijske daljine pristupa površini, dok su žute površine kritične i nisu dostupne s određenom veličinom S_{PG} . (Slika 1.)

Za srednje optimalne geometrijske daljine pristupa površini potrebno je pronaći stvarne vrijednosti. Treba odrediti koeficijent nagiba terena i koeficijent horizontalnog zaobilaženja prepreka kojima se korigira S_{PG} da bi dobili S_{PS} (srednja stvarna optimalna daljina pristupa površini).

2.3. Određivanje čimbenika nagiba terena - Fixing the ground slope factor

Površine oko ŠPPC potrebno je rasterizirati i položiti preko digitalnog modela terena (DTM-a) koji je prethodno napravljen. DTM nam daje prikaz nagiba terena za površinu odabrane veličine, a nagibi terena su podijeljeni u kategorije i obojani različitim bojama (idući od manjih ka većim nagibima boje su sve tamnijih nijansi). Za sve omeđene površine zajedno izračunat je srednji nagib na način da je vrijednost nagiba množena s brojem pojavljivanja te veličine nagiba, umnošci su zbrajani i njihov zbroj je podijeljen s ukupnim brojem površina unutar omeđenih površina za koje je izračunat nagib prema formuli:

$$\alpha = \frac{\alpha_1 \cdot n_1 + \alpha_2 \cdot n_2 + \dots + \alpha_m \cdot n_m}{N} \dots \dots \dots ^{\circ}$$

Gdje je:

α - srednji nagib terena, $^{\circ}$

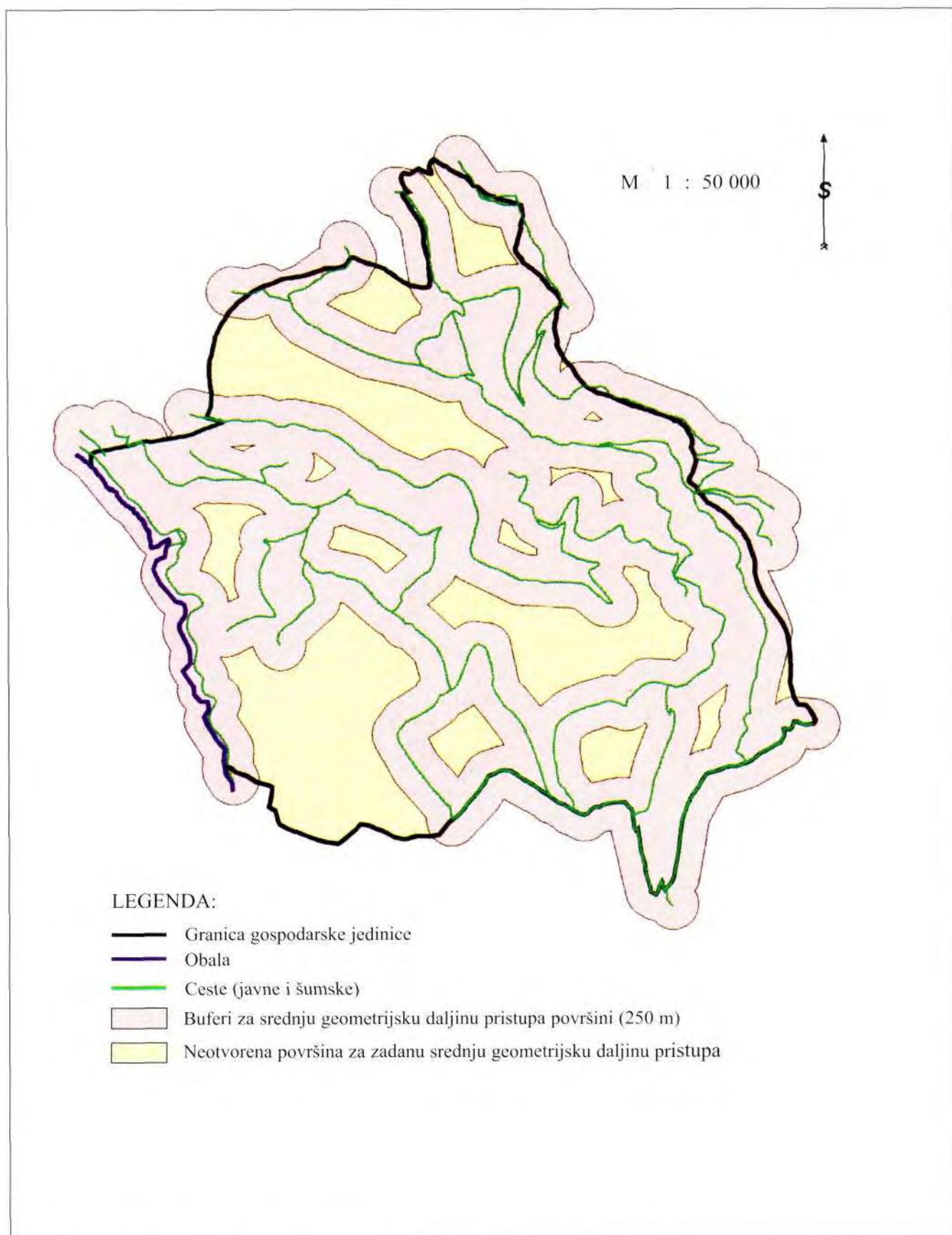
$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_m$ - nagibi terena od 1° do m°

$n_1, n_2, n_3, \dots, n_i$ - broj pojavljivanja određenog nagiba terena

Izračunavanjem $\cos \alpha$ i nalaženjem njegove recipročne vrijednosti izračunat je čimbenik nagiba terena:

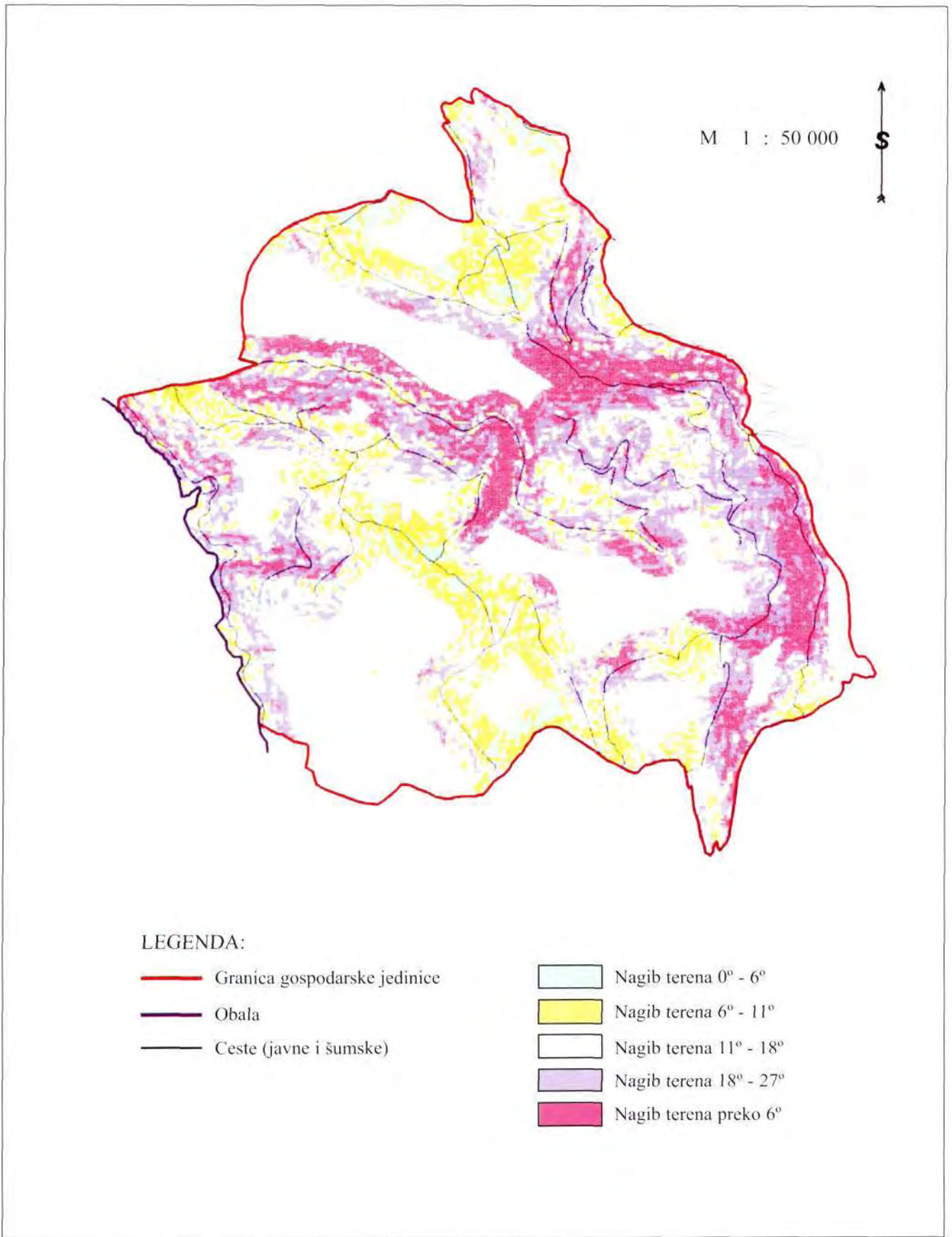
$$f_v = \frac{1}{\cos \alpha}$$

(Slika 2.)



Slika 1: Polaganje omeđenih površina oko postojećih ŠPPC za vrijednost $S_{PG} = 250$ m

Figure 1: Setting of the bordered areas around the existing forest fire-prevention roads for the value of $S_{PG} = 250$ m



Slika 2: Određivanje čimbenika nagiba terena primjenom DTM-a
Figure 2: Fixing the ground slope factor using DTM

2.4. Određivanje čimbenika horizontalnog zaobilaženja - Fixing the horizontal bypass factor

Čimbenik horizontalnog zaobilaženja prepreka je kod ŠPPC značajno različit nego kod gospodarskih cesta. Razlog tomu je činjenica da kod gospodarskih šumskih cesta ovaj čimbenik vezemo uz traktore, forvardere i skidere, dok je na području krša on povezan sa vatro-

gasnom cijevi. Stoga je vrijednost f_H kod istih terenskih uvjeta puno manja za vatrogasne intervencije. Na području krša radi spomenutih činjenica s jedne strane i morfologije krša s druge strane, uzima se vrijednost čimbenika horizontalnog zaobilaženja prepreka od 1,10.

2.5. Izračun srednje stvarne optimalne daljine pristupa šumskoj površini

Calculation of the average actual optimum distance of access to the forest area

Za izračun srednje stvarne optimalne daljine pristupa površini iz srednje geometrijske optimalne daljine pristupa površini, a preko čimbenika nagiba terena i

čimbenika horizontalnog zaobilaženja prepreka, koristi se sljedeća formula:

$$S_{PS} = \frac{S_{PG}}{f_V \cdot f_H} \dots\dots\dots m$$

Gdje je:

S_{PS} - srednja stvarna optimalna daljina pristupa površini, m

S_{PG} - srednja stvarna geometrijska daljina pristupa površini, m

f_V - čimbenik nagiba terena

f_H - čimbenik horizontalnog zaobilaženja prepreka

(Slika 3.)

2.6. Utvrđivanje relativne otvorenosti šumske površine - Fixing the relative openness of the forest area

Nakon utvrđivanja srednje stvarne optimalne daljine pristupa površini ponavlja se postupak polaganja omeđenih površina oko cesta, s time da je sada njihova širina, odnosno vanjski rub udaljen od pripadajuće ceste za vrijednost S_{PS} . Površine dostupne s odabranom inačicom srednje stvarne daljine pristupa površini boja se crvenom bojom, a ostale površine žutom bojom.

Računaju se površine za svaku cestu, sve se površine zbrajaju i ukupna suma dijeli se sa površinom čitavog šumskog područja koje se proračunom obuhvaća. Dakle, stvarna je relativna otvorenost za odabranu inačicu srednje geometrijske daljine pristupa površini odnos otvorene i ukupne površine iskazan u postocima. U proračunu se koriste ove formule:

$$P_{BUK} = P_{B1} + P_{B2} + P_{B3} + \dots\dots\dots + P_{Bn}$$

$$P_{BUK} = \sum_{i=1}^n P_{Bi} \dots\dots\dots m^2$$

$$O_R = \frac{P_{BUK}}{P_{UK}} \cdot 100 \dots\dots\dots \%$$

Gdje je:

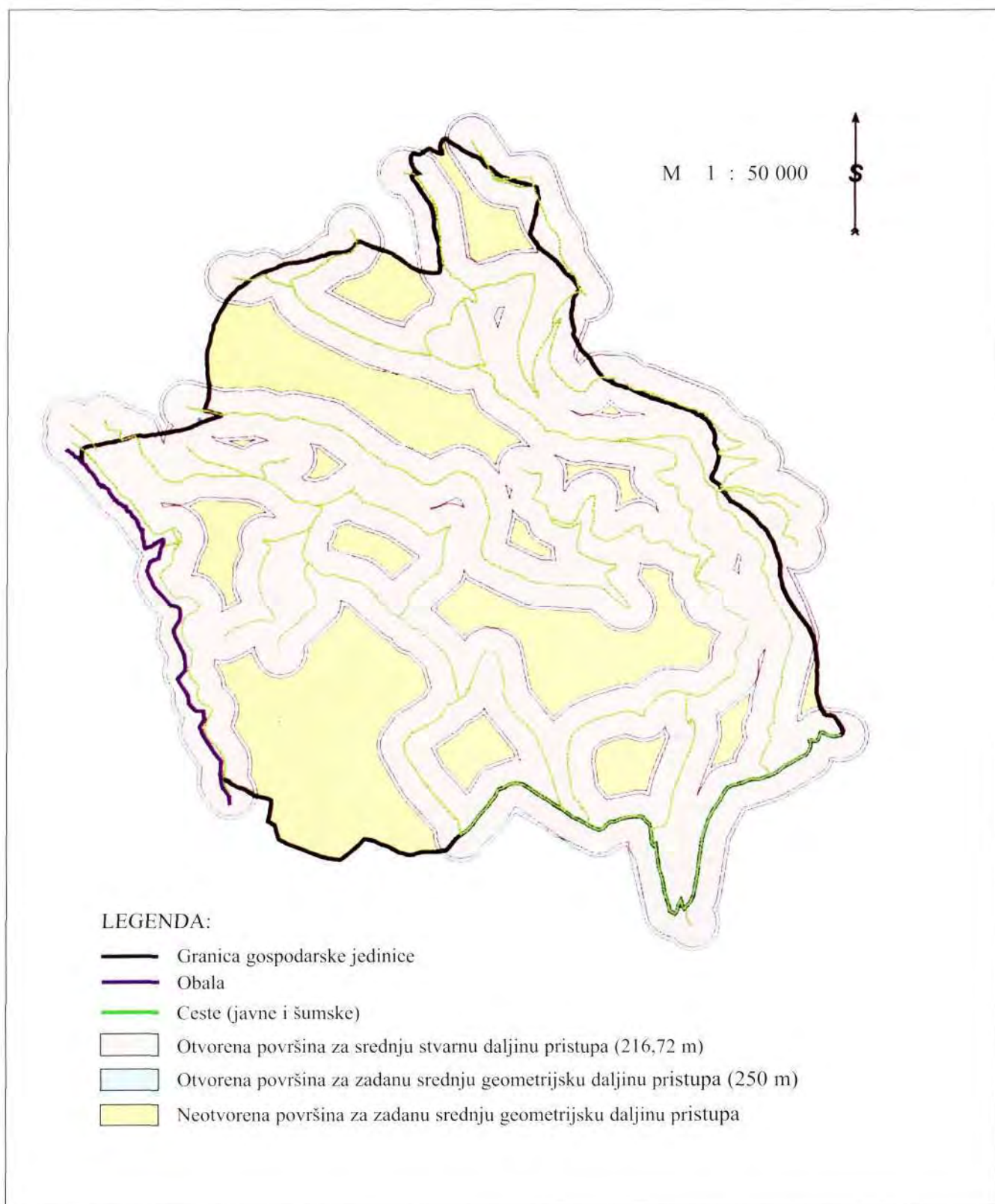
$P_{B1}, P_{B2}, P_{B3}, \dots\dots, P_{Bn}$ - omeđena površina oko cesta, m²

P_{BUK} - ukupna omeđena površina oko svih cesta na određenom području, m²

n - ukupan broj cesta koje se mogu uporabiti kao protupožarne

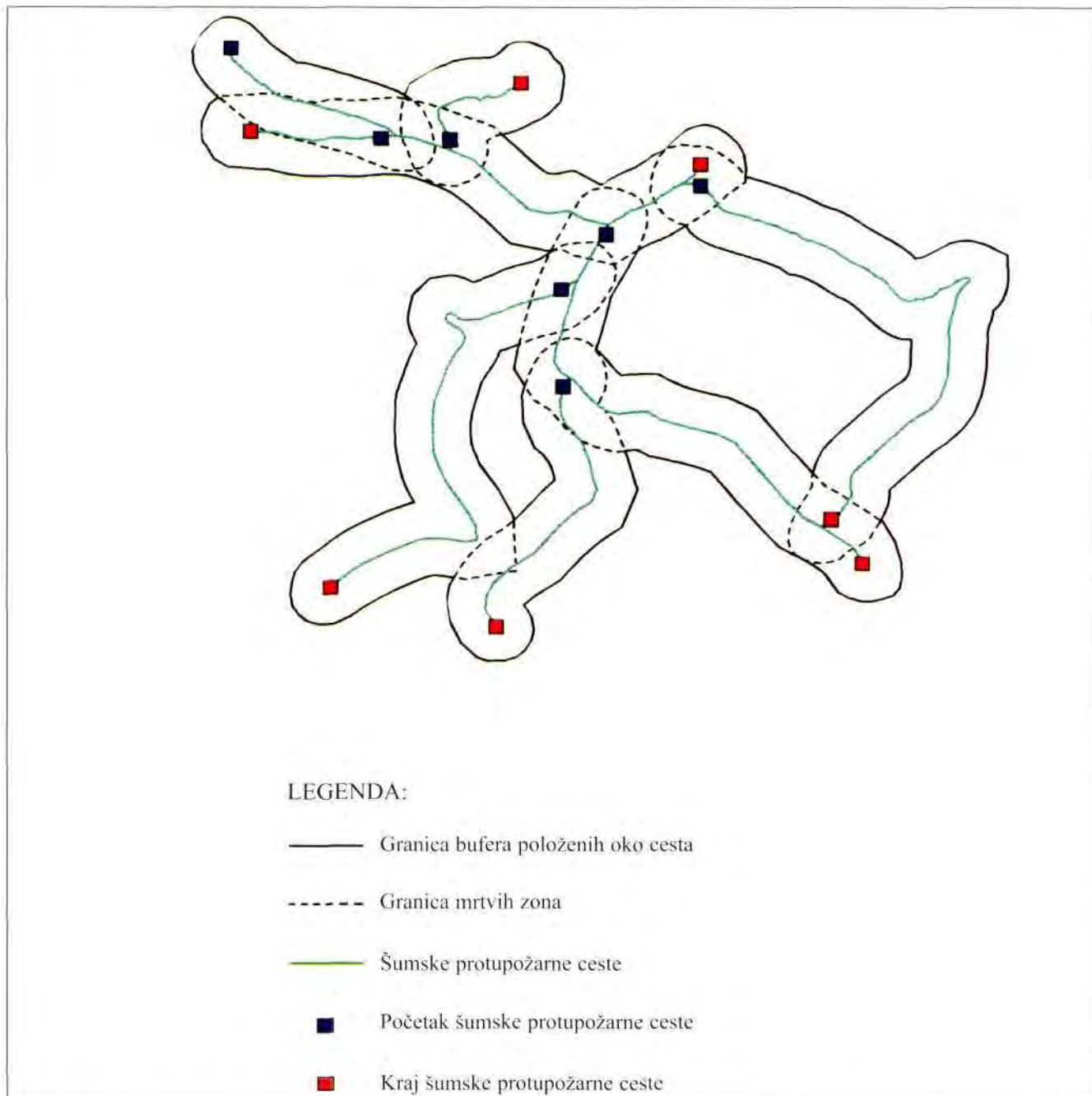
P_{UK} - površina čitavog šumskog područja za koje se radi proračun, m²

O_R - relativna otvorenost, %



Slika 3: Otvorene i neotvorene šumske površine za vrijednost $S_{PG} = 250$ m i $S_{PS} = 216,72$ m
 Figure 3: Opened and unopened forest areas for the value of $S_{PG} = 250$ m and $S_{PS} = 216,72$ m

Da bi odredili je li relativna otvorenost određene šumske površine zadovoljavajuća poslužit ćemo se kriterijima prikazanim u tablici 3.



Slika 4: Uporaba metode "buffera" pri analizi postojeće mreže ŠPPC, a za zadanu S_{PG}
 Figure 4: Using the "buffer" method for analysing the existing network of forest fire-prevention roads for the given S_{PG}

Tablica 3: Osnovne kategorija relativne otvorenosti (Jurik i dr., 1984)

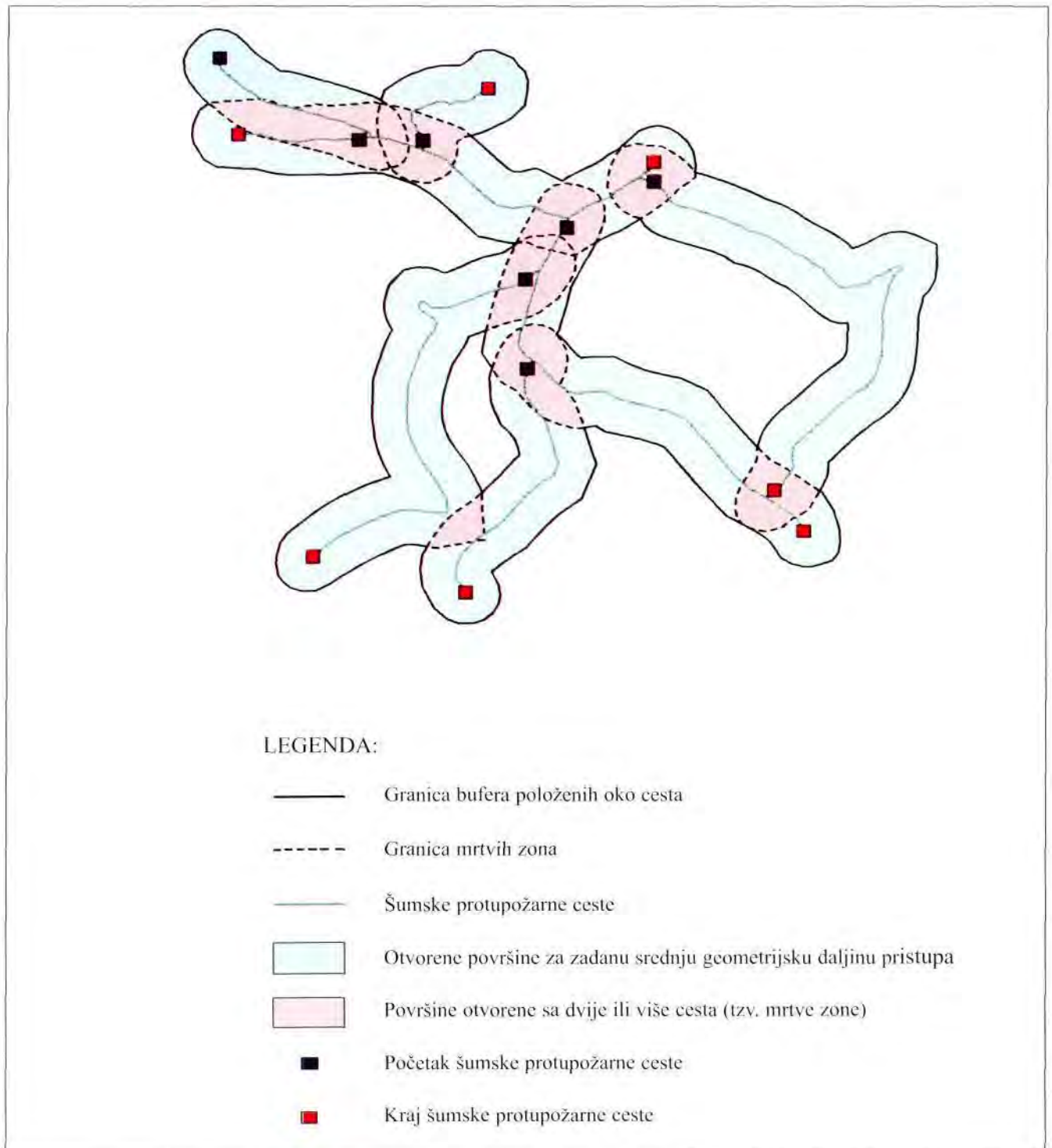
Table 3: Basic categories of relative openness (Jurik and others, 1984)

Relativna otvorenost Relative openness %	Komentar relativne otvorenosti Commentary on the relative openness
do 65	nedovoljna otvorenost insufficient openness
65-70	slabo zadovoljavajuća otvorenost poorly satisfying openness
70-75	zadovoljavajuća otvorenost satisfying openness
75-80	vrlo zadovoljavajuća otvorenost very satisfying openness
više od 80	izvanredno zadovoljavajuća otvorenost extremely satisfying openness

Navedena metoda određivanja relativne otvorenosti određenog šumskog područja daje nam uvid u stvarnu otvorenost, odnosno pokazuje nam dostupnost šumskih površina. Odabirom određene veličine srednje geometrijske optimalne daljine pristupa površini, a prema zahtjevima zaštite šuma od požara, ali u granicama gdje količina cesta neće imati značajniji utjecaj na remećenje ravnoteže ekosustava, moguće je vrlo brzo i jednostavno

dobiti sliku o učinkovitosti mreže šumskih protupožarnih cesta.

Pri daljnjem planiranju, projektiranju i gradnji ŠPPC posebnu pozornost treba usmjeriti na neotvorena područja, tj. područja izvan omeđene površine. Nužno je voditi računa da ne dolazi do preklapanja omeđenih površina dviju ili više cesta, budući se na taj način ista šumska površina otvara "više puta", odnosno gradnjom



Slika 5: Pojava tzv. mrtvih zona kod loše položenih šumskih protupožarnih cesta

Figure 5: Phenomenon of the so called "dead" zones in badly set forest fire prevention roads

ŠPPC se ne ispunjava osnovni zahtjev – smanjenje srednje udaljenosti pristupa površini. Nastajanje tzv. mrtvih zona povećava količinu ŠPPC i samim time ukupnu cijenu izgradnje, a da se istovremeno ne polučuju maksimalni korisni učinci. Ponekad je taj učinak mrtvih zona nemoguće izbjeći (križanja cesta, serpentine i sl.) zbog čimbenika terena (brdo, planina, krški reljef), ali ih je promišljenim planiranjem i projektiranjem potrebno svesti na najmanju moguću mjeru.

Učinkovitost šumske protupožarne ceste odredit ćemo kao odnos duljine šumske protupožarne ceste koja otvara neotvorenu površinu i ukupne duljine šumske protupožarne ceste. Duljina ŠPPC koja otvara neotvorenu površinu jednaka je ukupnoj duljini ŠPPC, umanjenoj za duljine ceste koja uzrokuje nastajanje mrtvih zona, odnosno koja nema utjecaj na smanjenje srednje daljine pristupa površini. Dobivenu odnosnu veličinu pomnožimo sa 100, te imamo učinkovitost ŠPPC izraženu u postocima.

$$U = \frac{d_E}{d_U} \cdot 100 \dots\dots\dots \%$$

$$d_E = d_U - d_M \dots\dots\dots \text{m}$$

Gdje je:

U - učinkovitost šumske protupožarne ceste, m

d_E - efektivna duljina šPPC (duljina koja smanjuje srednju daljinu pristupa), m

d_M - neisplativa duljina ŠPPC (uzrokuje nastajanje mrtvih zona), m

d_U - ukupna duljina ŠPPC, m

Učinkovitost čitave mreže protupožarnih cesta izračunat ćemo kao odnos sume efektivnih duljina za svaku cestu i sume ukupnih duljina svih cesta.

3. ZAKLJUČAK - Conclusion

Relativna otvorenost šumskog područja daje dobar uvid u stvarnu učinkovitost mreže šumskih cesta. Primjena osobnih računala i obradba digitaliziranih šumsko-gospodarskih karata u svrhu dobivanja kvalitetnih podloga za analizu postojećeg stanja i planiranja buduće mreže cesta, sigurno će doprinijeti većoj uporabi veličine relativne otvorenosti.

Kod utvrđivanja relativne otvorenosti nema nejasnoća u pogledu kriterija koje treba uzeti u obzir pri obračunu (koje se ceste uzimaju u obračun, a koje ne), kao što je to slučaj kod izračuna klasične otvorenosti izražene u m/ha. Sve ceste koje imaju utjecaj na smanjenje srednje daljine pristupa površini, odnosno sve ceste čiji se "bufferi" - omeđene površine nalaze na promatranom području, uzimaju se u obračun s pripadajućom utjecajnom duljinom.

ŠPPC su posebno pogodne za obradbu i analizu primjenom relativne otvorenosti, budući se ne mora voditi računa o koncentraciji sječive drvene mase, jer je primarna zadaća ovih cesta protupožarna preventiva. Planiranje budućih protupožarnih cesta kao dijela postojeće mreže, izvodi se na temelju najveće učinkovitosti, najvećeg područja koje se otvara i najmanjeg učešća tzv mrtvih zona.

DTM je vrlo dobar "alat" pomoću kojeg se može vrlo brzo, jednostavno i dovoljno točno odrediti čimbenik nagiba terena. Rasterizacija "buffera" i polaganje preko digitalnog modela terena daje mogućnost izračuna dis-

tribucije nagiba terena, te izračuna srednjeg, minimalnog i maksimalnog nagiba terena i standardne devijacije. Što je mjerilo karte krupnije, a slojnice točnije ucrtane, to će i točnost određenog čimbenika nagiba terena biti veća.

Srednje stvarne optimalne daljine pristupa površini moraju se odrediti za svako pojedino šumsko područje, vodeći računa o zahtjevima vatrogasnih postrojbi pri gašenju eventualnog požara, usaglašavanju vatrogasnih zahtjeva sa šumarskim spoznajama o maksimalnoj gustoći šumskih cesta, i površini pod cestama, kako se ne bi narušila stabilnost šumskog ekosustava, stupnja opasnosti od pojave šumskog požara.

Uporabom DTM-a i primjenom tzv. *metode omeđenih površina* koja se bazira na relativnoj otvorenosti, izbjegava se izgradnja neekonomičnih šumskih cesta koje ne utječu bitno na smanjenje srednje udaljenosti pristupa površini, izbjegava se gomilanje kilometara i fiktivno velika otvorenost izražena u m/ha.

Učinkovitost pojedine ceste kao i cjelokupne mreže šPPC na nekom području je pokazatelj prostorno dobro položenih cesta, jer nam daje uvid u stvarnu duljinu ceste koja utječe na smanjenje srednje daljine pristupa površini, odnosno postotni odnos efektivne i neefektivne duljine ŠPPC. U idealnim uvjetima veličina učinkovitosti se približava 100%, a s porastom utjecaja nepovoljnih čimbenika odstupanja od 100%-tne učinkovitosti se povećavaju.

4. LITERATURA - Literature

- Bilandžija, J., 1988: Organizacija preventivnih mjera zaštite šuma od požara. Zbornik radova "Drugo savjetovanje o naučno-istraživačkom radu šumarskog instituta Jastrebarsko", XXIII (75): s. 205-213.
- Dundović, J., 1996: Gospodarski i ekološki kriteriji za planiranje, projektiranje i građenje šumskih prometnica, Magistarski rad, šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 1-231.
- Glavaš, M., D., Pičman, 1997: Organizacija preventivnog sustava zaštite šuma od požara u Republici Hrvatskoj, Posvetovanje "Gozdove v Sloveniji ogrožajo tudi požari" (povzetki referatov), Ljubljana, str. 1-8.
- Jurik, L. i dr., 1984: Lesni cesty, Priroda, Bratislava, str. 200-245.
- Kušan, V., 1994: Digitalni model reljefa i njegova primjena. Mehanizacija šumarstva 20, (2), Zagreb, str. 77-84.
- Pentek, T., 1995: Protupožarne ceste u Upravi šuma Buzet i njihova uloga pri sprječavanju požara, Diplomski rad, šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 1-73.
- Pičman, D., T., Pentek, 1996: Fire-prevention roads in the area of the forest enterprise Buzet, Zbornik gozdarstva in lesarstva, 49, Ljubljana, str. 187-203.
- Pičman, D., T., Pentek, 1997: Forest fire prevention roads on the Karst area of Republic of Croatia, International Scientific Conference Forest-Timber-Environment 1997, TU Zvolen 9.9.1997. - 11.9.1997., Paper, p. 1-8.
- Šikić, D., Babić, B., Topolnik, D., Knežević, I., Božičević, D., Švabe, Ž., Piria, I., S., Sever, 1989: Tehnički uvjeti za gospodarske ceste, Znanstveni savijet za promet JAZU, Zagreb.
- *****1995: Prijedlog izgradnje protupožarnih prometnica na području krša od 1995. do 1999. godine, JP Hrvatske šume, Zagreb, str. 1-5.
- *****1995: Pravilnik o tehničkim mjerama zaštite šuma od požara, separat, Zagreb 31. 03.1995., s. 1-9.
- *****1997: Izvješće o problematici gradnje i održavanja šumskih i protupožarnih prometnica i stanju otvorenosti šuma, JP Hrvatske šume, Zagreb, str. 1-11.
- *****1997: Prijedlog metodologije izrade katastra šumskih i protupožarnih prometnica na području JP Hrvatske šume, Zagreb, str. 1-14.

SUMMARY: The openness of forests on the territory of the Republic of Croatia is expressed in m/hectare or km/1000 hectare. Such expression of the rate of openness provides a numerical information, but it does not say anything about the actual open forest area i.e. about the efficiency of the constructed network of forest roads regarding a reduction of the average distance of skidding. An about equal amount of forest roads in a certain forest area can provide significantly different results regarding a reduction of the average distance of attraction or even worse, the construction of new kilometres of forest roads does not reduce, very often, the distance of skidding adequately. A relative openness is a value that provides a good insight into the areal arrangement of mostly forest fire-prevention roads, also offering a possibility of fixing the open and unopened areas with the possibility of selecting the most convenient alternative to the existing forest fire-prevention roads. Relative openness represents the relation between the open and total forest area expressed in a percentage of the selected optimum distance of access to the forest area.