

Šumske protupožarne ceste kao posebna kategorija šumskih prometnica

Antolić, Domagoj

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:982165>

Rights / Prava: [In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-27**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET ZAGREB
ŠUMARSKI ODSJEK**

**PREDDIPLOMSKI STUDIJ
ŠUMARSTVO**

DOMAGOJ ANTOLIĆ

**ŠUMSKE PROTUPOŽARNE CESTE KAO POSEBNA KATEGORIJA
ŠUMSKIH PROMETNICA**

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, RUJAN 2018.

DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Zavod:	Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Predmet:	Šumske prometnice
Mentor:	Prof. dr. sc. Tibor Pentek
Asistent – znanstveni novak:	Dr. sc. Ivica Papa
Student:	Domagoj Antolić
JMBAG:	0119013916
Akadska godina:	2017./2018.
Mjesto, datum obrane:	Zagreb, 21.09.2018.
Sadržaj rada:	Stranica: i-v, 1-23 Slika: 15 Tablica: 3 Navoda literature: 30
Sažetak:	Šumske protupožarne ceste vezane su za krško područje mediterana i submediterana gdje su šumski požari dominantan štetni čimbenik po održivost šuma. Posebna su vrsta šumskih prometnica koje su planirane, projektirane i izgrađene s osnovnom zadaćom preventivne zaštite šuma od požara, a u slučaju nastanka požara moraju omogućiti što je moguće bolje uvjete za njegovo suzbijanje. Ne nose naziv šumske gospodarske ceste jer je u vrijeme realizacije njihovog projekta sirovinska baza mediteranskih šuma bila nedovoljno ekonomična za eksploataciju pa je osnovna zadaća izgrađenih cesta bila protupožarna. One obnašaju i ostale funkcije koje se pri gospodarenju šumama javljaju pa se s punim pravom nazivaju višefunkcionalnim šumskim cestama. Neke od tih funkcija su prijevoz drva, šumskih radnika i mehanizacije, uzgojni, uređivački, zaštitni, lovni i ostali radovi.

„Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mog rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

Ime i prezime

U Zagrebu, 21. rujan 2018.

KAZALO SADRŽAJA

1. Uvod.....	1
2. Vrste požara.....	1
2.1. Podzemni požar (požar tla i korijena).....	1
2.2. Prizemni ili niski požar.....	1
2.3. Požar krošanja (visoki ili ovršni požar).....	1
2.4. Požar pojedinačnih stabala	2
3. Štete i zaštita od požara.....	2
4. Šumski požari u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 1995. do 2014. godine.....	4
5. Šumske protupožarne ceste	6
5.1. Definicija i osnovne zadaće šumskih protupožarnih cesta	7
5.2. Karakteristike šumskih protupožarnih cesta.....	9
5.2.1. Postupak izrade studija otvaranja šuma	9
5.2.2. Projektiranje i propisane tehničke značajke.....	10
5.2.3. Tehnologija gradnje i održavanja.....	11
5.2.4. Cijena i izvor sredstava financiranja	13
5.2.5. Intenzitet i frekvencija prometa	14
6. Podjela šumskih protupožarnih cesta	14
6.1. Protupožarna prosjeka	14
6.2. Protupožarna prosjeka s elementima šumske ceste	15
6.3. Protupožarni put	16
7. Pojam srednje udaljenosti kod šumskih protupožarnih cesta.....	16
7.1. Određivanje čimbenika nagiba terena	17
7.2. Određivanje čimbenika horizontalnog zaobilaženja prepreka.....	18
7.4. Utvrđivanje relativne otvorenosti šumske površine	19
7.5. Učinkovitost šumskih protupožarnih cesta.....	20
8. Zaključak	21
9. Literatura	22

KAZALO TABLICA

Tablica 1. Procjena šteta na drvnoj masi i općekorisnim funkcijama šuma u Republici Hrvatskoj (2008. – 2014.)	3
Tablica 2. Osnovne kategorije relativne otvorenosti (Jurik i dr., 1984.).....	19
Tablica 3. Otvorenost šuma na kršu kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o.....	20

KAZALO SLIKA

Slika 1. Prizemni požar	2
Slika 2. Vatrogasci u akciji gašenja požara	3
Slika 3. Sastojina alepskog bora nakon požara	4
Slika 4. Odnos broja požara i opožarenih površina na kršu i kontinentu (%) (1995. – 2014.)..	5
Slika 5. Odnos opožarene površine po upravama šuma na kršu (%) (1995. – 2014.)	5
Slika 6. Opožarena površina u blizini naselja	6
Slika 7. Protupožarna prometnica na krškom području	7
Slika 8. Protupožarna prometnica na krškom području	9
Slika 9. Normalni poprečni presjek ceste	11
Slika 10. Tehnologija gradnje primjenom dozera	12
Slika 11. Tehnologija izvedbe nasipa bagerom na strmijim terenima	13
Slika 12. Protupožarna prosjeka	14
Slika 13. Protupožarna prosjeka s elementima šumske ceste	15
Slika 14. Pregled izgrađenih protupožarnih prosjeka s elementima šumskih cesta u razdoblju 1992. – 2007.	16
Slika 15. Protupožarni put	16

1. Uvod

Šumski požar predstavlja nekontrolirano i stihijsko kretanje vatre, bez obzira na njen intenzitet, pri čemu uništava prvenstveno šume i šumska zemljišta, ali i poljoprivredna zemljišta, prirodne resurse i naselja sa čestim ljudskim žrtvama. Smatra se prirodnom katastrofom, a razlikuje se po vrsti, načinu postanka i štetnim posljedicama koje ovise o starosti šume, vrsti drveća te vrsti požara i njegovoj jačini. Šumski požar može nastati prirodnim putem npr. udar groma ili erupcija vulkana, ali najčešće je uzrokovan ljudskom djelatnošću npr. nemar pri izvođenju poljoprivrednih radova, paljenje korova ili namjerno podmetanje. Ugroženost pojedinih područja vrlo je različita, a najugroženije je područje Sredozemlja, sjevernoameričkih borovih šuma i afričkih savana. Samo u Europi godišnje izbije između 30 000 i 40 000 požara, a veličina opožarenih površina kreće se oko 500 000 ha. Zemlje duž juga Europe (Portugal, Španjolska, Francuska, Italija, Hrvatska, Grčka...) sa svojom klimom i klimatskim promjenama, kao i društveno-ekonomskim prilikama, najjače su pogođene šumskim požarima, što pokazuje i podatak da je između 1995. i 2004. godine izgorena površina iznosila više od četiri milijuna hektara na ovome području (Moreira et al., 2012).

2. Vrste požara

2.1. Podzemni požar (požar tla i korijena)

Pojavljuje se u tlima bogatim humusom, otpadnim biljnim materijalom i mrtvim dijelovima korijenja. Na krškom terenu uništava humus nataložen među kamenjem što uzrokuje isušivanje tla i ugibanje mladih biljaka i stabala. Traje dugo i teško se gasi, obično kada jesenske kiše natope zemlju ili snježni pokrivač spriječi dovod kisika u tlo. Ova vrsta požara vrlo je rijetka, no često postoji opasnost da izbije na površinu i pretvori se u prizemni požar.

2.2. Prizemni ili niski požar

Najčešći je oblik šumskog požara, a nastaje kada se zapali prizemni sloj vegetacije, humus, listinac, suho drvo, panjevi i dr. Gorivi materijal koji omogućuje prizemni požar lagan je i rahle strukture te veoma lako zapaljiv. Ovi požari okarakterizirani su brzim širenjem, obiljem plamena i vrućine. Za njihov razvoj presudni su Sunčeva vrućina i vjetar koji obilno opskrbljuje požar kisikom i utječe na smjer širenja.

2.3. Požar krošanja (visoki ili ovršni požar)

Razvija se iz prizemnog požara kada toplinu i vatru zapaljenog materijala na tlu zračne struje podignu u krošnju. Da bi se održavao i dalje širio, mora ga stalno podržavati prizemni požar.

Za njega je značajno da, kada zahvati krošnje, prelijeće i preskače s jedne krošnje na drugu ili se prenosi zapaljenim češerima i gorućim dijelovima stabala čime lako nastaju novi požari koji se kasnije spajaju pa mogu biti opožarene velike površine.

2.4. Požar pojedinačnih stabala

Nastaje zbog udara groma ili čovjekovom djelatnošću. Od pojedinačno zapaljenog stabla vatra se može proširiti pa mogu nastati prizemni i ovršni požari.



Slika 1. Prizemni požar

(Izvor: <https://www.agroklub.com/sumarstvo/cuvajmo-sume-od-pozara/25762/>)

3. Štete i zaštita od požara

Štete od šumskih požara obuhvaćaju izravni gubitak drvene mase, gospodarskih, zaštitnih, općekorisnih i drugih funkcija šuma, degradaciju šumskog zemljišta, ugrožavanje šumskih i javnih prometnica kao i drugih javnih objekata, ugrožavanje faune, ljudskih života i dr. (Magaš, 2015). Šumski požari oštećuju ili posve uništavaju odrasla stabla, mladik, pomladak, prizemnu floru i listinac, oštećuju ili uništavaju šumsko tlo, smanjuju mu proizvodnu sposobnost i omogućuju eroziju, uništavaju naslage poluraspadnutog i raspadnutog biljnog materijala i humus. Požarom oštećena stabla podložna su napadu potkornjaka i gljiva uzročnika truleži drva što ima dugoročne posljedice na gospodarenje šumama. Požar također nanosi štetu divljači i uništava životinjska staništa. Opožarena šuma ima uništene ili smanjene gospodarske, zaštitnu i općekorisne funkcije, uništen je ili narušen estetski izgled, poremećeni su vodni režimi i ekološki uvjeti. Općenito su štete veće na općekorisnim funkcijama nego na biomasi. Jedna od izravnih šteta od požara jest trošak sanacije požarišta i obnova tj. pošumljavanje opožarenih površina.

Tablica 1. Procjena šteta na drvnjoj masi i općekorisnim funkcijama šuma u Republici Hrvatskoj (2008. – 2014.)

	Krško područje	Kontinentalno područje	Ukupno
Oštećena drvena masa (kn)	386 319 745	61 689 973	448 009 718
Štete na općekorisnim funkcijama (kn)	1 135 588 054	37 848 865	1 173 436 919
Ukupno (kn)	1 521 907 799	99 538 838	1 621 446 637

Izvor: Potencijalna opasnost od požara otvorenog prostora u RH, str.: 30 – 40, Vatrogastvo i upravljanje požarima, br. 2/2015., vol. V, Zagreb

Mjere zaštite od požara mogu se svrstati u dvije grupe: preventivne i kurativne. Preventivne su one koje se primjenjuju prije nastanka požara tj. njima se sprječava ili umanjuje mogućnost pojave požara, a kurativne obuhvaćaju gašenje i sanaciju izgorenog područja. Budući da šumski požari izazivaju trošenje ogromnih sredstava na izravno gašenje i pripremu protupožarne sezone potrebno je veću pažnju posvetiti preventivnim mjerama zaštite kako bi se uopće umanjila mogućnost pojave požara ili kako bi se on što brže stavio pod kontrolu. Provođenje preventivnih mjera zaštite šuma od požara pretpostavka je učinkovite zaštite.



Slika 2. Vatrogasci u akciji gašenja požara

(Izvor: <https://www.rte.ie/news/europe/2018/0804/983100-europe-heatwave/>)

Najvažnije preventivne mjere jesu: izgradnja i održavanje šumskih protupožarnih cesta (prosjeka, prosjeka s elementima ceste i putova), motrenje i dojava, ustroj i organizacija interventnih skupina koje čine osposobljeni radnici opremljeni odgovarajućim vozilima i alatom, šumskouzgojni radovi predviđeni Osnovama gospodarenja ili Pravilnikom o zaštiti šuma od požara (npr. njega i pravodobna proreda, kresanje i uklanjanje suhog granja i materijala, čišćenje i održavanje rubnih pojaseva uz javne prometnice, željezničke pruge i elektroenergetske vodove i dr.) te informativno-promidžbene aktivnosti kojima se što što širi

krug javnosti nastoji upoznati s opasnostima od šumskih požara (npr. znakovi upozorenja i zabrane loženja vatre, jumbo plakati, slanje poruka preko raznih medija informiranja i sl.). Ipak, najsnažnija, najučinkovitija i najdugotrajnija preventivna mjera jest razvijanje svijesti edukacijom svakog pojedinca da sudjeluje u zaštiti šuma od požara, a takvu je svijest posebno potrebno razvijati kod djece jer je to najbolja investicija za budućnost.

4. Šumski požari u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 1995. do 2014. godine

U Republici Hrvatskoj praćenje i obrada podataka vezanih za nastajanje šumskih požara odvija se od 1955. godine, a kao rekordna godina pamti se 2007. kada je registrirano čak 706 šumskih požara koji su nanijeli štetu na 68 171 ha. U promatranom razdoblju od 1995. do 2014. godine izbilo je ukupno 5 377 požara šumskog i ostalog zemljišta, a ukupno je opožareno 259 003 ha. U navedenom razdoblju prosječno je izbilo 269 požara godišnje s prosječnom opožarenom površinom od 12 950 ha godišnje.



Slika 3. Sastojina alepskog bora nakon požara

(Izvor: Šumski požari kao ekološki i krajobrazni čimbenik u području Dalmatinske zagore, Vatrogastvo i upravljanje požarima, br. 3/2012., vol. I, Zagreb)

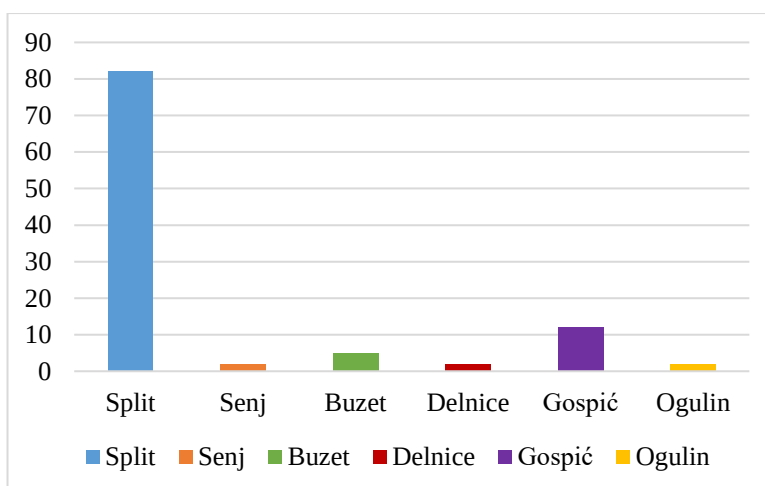
Upravo je prosječna opožarena površina po jednom požaru najrelevantniji podatak kada se opisuju požari jer daje sliku cjelokupnog vatrogasnog ustroja: brzinu opažanja, dojave, intervencije, tehničku pripremljenost, kvalitetu infrastrukture i dr. Kod uređenog sustava ne bi trebala biti veća od 10 ha, a u Hrvatskoj iznosi prosječno čak 48,17 ha; za krško područje 55,67 ha, a za kontinentalno 14,84 ha.



Slika 4. Odnos broja požara i opožarenih površina na kršu i kontinentu (%) (1995. – 2014.)

(Izvor: Potencijalna opasnost od požara otvorenog prostora u RH, str.: 30 – 40, Vatrogastvo i upravljanje požarima, br. 2/2015., vol. V, Zagreb)

Iz prikaza je vidljivo da je područje krša znatno ugroženije šumskim požarima, i po broju i po opožarenoj površini.



Slika 5. Odnos opožarene površine po upravama šuma na kršu (%) (1995. – 2014.)

(Izvor: Potencijalna opasnost od požara otvorenog prostora u RH, str.: 30 – 40, Vatrogastvo i upravljanje požarima, br. 2/2015., vol. V, Zagreb)

Od uprava šuma na krškom području ističe se Uprava šuma podružnica Split koja u ukupno opožarenoj površini na kršu sudjeluje sa 81%.



Slika 6. Opožarena površina u blizini naselja

(Izvor: Organizacija zaštite od požara na otoku Rabu, str.: 32 – 41, Vatrogastvo i upravljanje požarima, br. 1/2013., vol. III, Zagreb)

Prema podacima koje je u listopadu 2017. objavilo Vatrogasno operativno središte Državne službe za zaštitu i spašavanje, od 1. siječnja do 30. rujna zabilježeno je 6 230 požara (55% više u odnosu na godišnji prosjek prethodnih 11 godina) u kojima je izgorjelo 100 767 ha raslinja. Od toga su 3 802 požara pogodila obalu koja je stradala uglavnom u ljetnim mjesecima. Gledajući po županijama, najteže su stradale Šibensko-kninska, Zadarska i Splitsko-dalmatinska županija. Uslijed požarne opasnosti bio je evakuiran dio građana i turista te su bile zatvorene državne ceste D8 i D512. Gašenje je otežavala olujna bura koja je onemogućavala gašenje iz zraka i brže stavljanje požara pod nadzor. Ukupno je izgorjelo oko 7 000 ha borovih šuma, poljoprivrednih površina i niskog raslinja, a od toga oko 30 ha u Parku prirode Biokovo. U sedam priobalnih županija do 15. srpnja 2017. godine georeferencirana su 642 požara s opožarenom površinom od 67 397 ha, odnosno tri puta više nego u cijeloj 2016. godini kada je georeferencirano 214 požara. Čak tri požara imala su opožarenu površinu veću od 3 000 ha, na području Benkovca, Sinja i Gračaca.

5. Šumske protupožarne ceste

Područje mediteranskih šuma istovremeno je najugroženije šumskim požarima i turistički najatraktivnije jer se više od 80% ukupnog turističkog prihoda Republike Hrvatske ostvaruje upravo na području krša (Španjol i dr., 2000). Također, ovo područje čini više od polovice ukupne kopnene površine Republike Hrvatske (23 356 km² ili 52%) na kojem živi oko 2 000 000 stanovnika ili više od 40% ukupnog stanovništva Republike Hrvatske. Mediteranske šume po mnogočemu su osobite: čine 44% ukupne površine šuma i šumskog zemljišta kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o., a na toj površini nalazi se tek 10% drvene zalihe. U strukturi obraslih površina dominiraju različiti degradacijski oblici sa 83%, a ostalih 17% čine visoke

šume. Propisani planovi sječa provode se uz velike poteškoće, prvenstveno zbog nepristupačnosti i neotvorenosti šuma te visokih troškova pridobivanja drva. Promatra li se mediteranske šume isključivo sa stajališta produkcije drvne mase (kvalitete i kvantitete) nameće se mišljenje da one nisu važan čimbenik u šumarstvu Republike Hrvatske. No, sagleda li se šira slika, nema dvojbe da su one značajan i nezaobilazan dio hrvatskog šumarstva. Ta se tvrdnja potkrepljuje vrijednostima općekorisnih funkcija mediteranskih šuma, proizvodnim potencijalom zemljišta, opredjeljenjem Republike Hrvatske za turizam kao gospodarsku granu koja je pokretač cjelokupnog gospodarskog razvoja zemlje te činjenicu kako krške šume svojom prirodnošću, bioraznolikošću i ljepotom značajno doprinose turističkoj privlačnosti obalnih i priobalnih krajeva.

Budući da je, iz navedenih razloga, cjelokupno državno gospodarstvo posebno zainteresirano za ovo područje, nužno je poduzeti sve potrebne korake koji će dovesti do radikalnog smanjenja šumskih požara. Jedan od najvažnijih koraka koji vodi k ostvarenju tog cilja jest optimalno otvaranje šuma mediteranske krške zone sa stajališta dostupnosti ugroženih područja interventnim vatrogasnim vozilima.

5.1. Definicija i osnovne zadaće šumskih protupožarnih cesta

Šumske protupožarne ceste vezane su za krško područje mediterana i submediterana gdje su šumski požari, od sveukupnosti biotskih i abiotskih štetnika, dominantan štetni čimbenik po održivost šuma. Istovremeno, općekorisna vrijednost šuma na kršu višestruko premašuje vrijednost drvnih proizvoda što znači da one ispunjavaju svoju ekološku, socijalnu i ekološko-socijalnu ulogu pri čemu znatno utječu na kvalitetu okoliša i zaštitu prirode.



Slika 7. Protupožarna prometnica na krškom području

(Izvor: <https://www.savjetodavna.hr/savjeti/558/563/protupozarne-prometnice-na-krsu/>)

Šumske protupožarne ceste posebna su vrsta šumskih prometnica koje su planirane, projektirane i izgrađene s osnovnom zadaćom preventivne zaštite šuma od požara, a u slučaju nastanka požara moraju omogućiti što je moguće bolje uvjete za njegovo suzbijanje (Pentek, 2002). To su šumske ceste koje ne nose naziv šumske gospodarske ceste jer je u vrijeme realizacije njihovog projekta sirovinška baza mediteranskih šuma bila nedovoljno ekonomična za eksploataciju pa je osnovna zadaća izgrađenih cesta bila protupožarna (Pičman i dr., 1996). Protupožarne ceste, naravno, obnašaju i ostale funkcije koje se pri gospodarenju šumama javljaju pa se s punim pravom nazivaju višefunkcionalnim šumskim cestama (Pičman i dr., 1996). Prema definiciji šumskih protupožarnih cesta vidljivo je da su one prvenstveno projektirane za zaštitu, i to preventivnu, šuma od šumskih požara. Osnovne ili primarne zadaće ove vrste šumskih prometnica mogu se podijeliti u četiri osnovne skupine (Pičman, 2011):

⇒ Sve zadaće koje doprinose preventivnoj i represivnoj borbi protiv šumskih požara:

- ✓ 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 predstavljaju granicu odjela te ukoliko je šumska protupožarna cesta izgrađena u kombinaciji s protupožarnim prosjekama koje se protežu okomito na nju čine vanjsku granicu područja izvan kojega se šumski požar ne može dalje širiti
- ✓ pružaju mogućnost dolaska vatrogasnih interventnih vozila na mjesto nastanka požara u kraćem vremenskom intervalu, kao i brže naknadno dovoženje vode
- ✓ omogućuju prometovanje vozilima hitne pomoći te vozilima za prijevoz ljudi i opreme
- ✓ služe kao idealno mjesto gdje će vatrogasne postrojbe dočekati nadolazeću vatrenu stihiju
- ✓ predstavljaju mjesta do kojih se vatra širi kod lokaliziranja požara metodom paljenja predvatre, odnosno mjesta odakle se požari suzbijaju taktikom paljenja protuvatre

⇒ Sve zadaće pri radovima propisanim Programom gospodarenja:

- ✓ u uzgajanju šuma
- ✓ u uređivanju i izmjeri šuma
- ✓ u zaštiti šuma
- ✓ u iskorištavanju šuma (pridobivanju drva)
- ✓ u lovstvu i lovnom turizmu
- ✓ u ostalim radovima u šumarstvu

⇒ Sve zadaće i aktivnosti pri radovima korisnika šumskih protupožarnih cesta izvan šumarstva

⇒ Ostale zadaće



Slika 8. Protupožarna prometnica na krškom području

(Izvor: <https://www.savjetodavna.hr/savjeti/558/563/protupozarne-prometnice-na-krsu/>)

5.2. Karakteristike šumskih protupožarnih cesta

Posebna geomorfološka i vegetacijska obilježja krškog terena uvjetuju i poseban način otvaranja mediteranskih šuma i gradnje šumskih protupožarnih cesta u odnosu na otvaranje kontinentalnih šuma gospodarskim šumskim cestama. Razlike se mogu svrstati u nekoliko skupina (Pentek i dr., 2003):

- I. Postupak izrade studija otvaranja šuma
- II. Projektiranje i propisane tehničke značajke
- III. Tehnologija gradnje i održavanje
- IV. Cijena i izvor sredstava financiranja
- V. Intenzitet i frekvencija prometa

5.2.1. Postupak izrade studija otvaranja šuma

Prilikom izrade studija otvaranja krških šuma nužno je uvažiti sljedeće činjenice:

- ⇒ značajni ekološki i sociološki kriteriji procjene optimalnosti zbog višestruko veće vrijednosti općekorisnih funkcija šuma u odnosu na vrijednost drvnih proizvoda
- ⇒ mozaičan raspored odjela i odsjeka ispresijecan privatnim parcelama što znatno otežava provedbu postupka otvaranja šuma zbog većeg udjela "mrtvih zona"
- ⇒ mnoštvo zaštićenih područja različite kategorije zaštite (pri planiranju trasa šumskih cesta ovim područjima nužno je pribaviti suglasnost nadležnih ustanova i ministarstava uz potpuni izostanak sufinanciranja izgradnje i održavanja cesta)

- ⇒ područja bez izrađenih Programa gospodarenja po gospodarskim jedinicama u čijem je slučaju nemoguće oformiti računalnu bazu podataka otvaranog područja i povezati je s prostornom jedinicom odsjeka (sa ciljem uspostave GIS-a kao podloge za različite raščlambe u području otvaranja šuma, iskorištavanja šuma ili cjelokupnog šumarstva)
- ⇒ nepostojanje GIS-a (posao uspostavljanja GIS-a tijekom izrade studija otvaranja šuma predstavlja svojevrsnu pripremnu fazu rada, a troškovno i vremenski u tome sudjeluje s više od 50% na što se nepotrebno troši vrijeme i stručno znanje)
- ⇒ nedostatak katastra šumske prometne infrastrukture (slično kao i sa GIS-om, katastar šumske prometne infrastrukture treba biti sastavni dio GIS-a)
- ⇒ šumske protupožarne ceste treba planirati na međusobnom razmaku 300 – 600 m, a konkretne vrijednosti za određeno šumsko područje ovise o sastojinskim i ostalim utjecajnim čimbenicima
- ⇒ relativna otvorenost i srednja udaljenost pristupa površini (relativna otvorenost, za razliku od klasične otvorenosti koja daje "sirovi" brojčani podatak o količini cesta, pokazuje mnogo i o kvaliteti prostornog razmještaja šumskih protupožarnih cesta; srednja udaljenost pristupa površini svojevrsna je paralela srednjoj udaljenosti privlačenja u gospodarskim šumama)

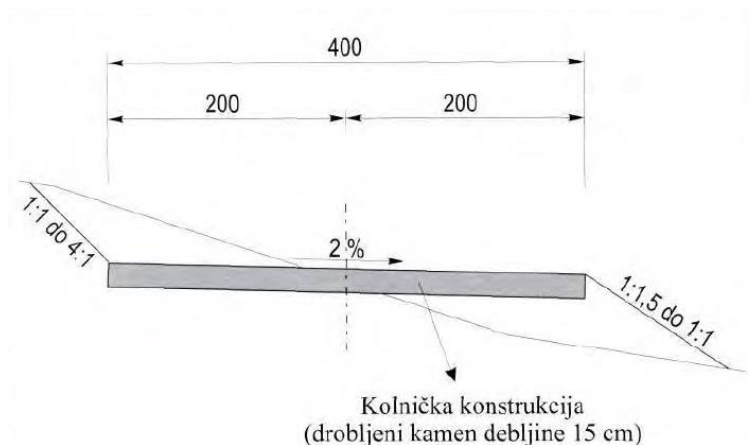
5.2.2. Projektiranje i propisane tehničke značajke

Postupak izrade projekta, u terenskoj i uredskoj fazi, gotovo je istovjetan postupku kod šumskih gospodarskih cesta, dok su sadržaji glavnih/izvedbenih projekata jednaki. Razlike su uvjetovane teškim terenskim i sastojinskim uvjetima s gledišta terenskih mjerenja. Naime, zbog teško prohodnih sastojina u kojima je gotovo nemoguće položiti više inačica nulte linije sa ciljem da se po rekognosciranju terena odabere najbolja, optimalna se nulta linija na terenu polaže zajedno s osovinskim poligonom (uz manje korekcije) kako bi se izbjeglo višestruko prosijecanje sastojina i devastacija ionako teško podignutih šuma. Treba naglasiti kako rezultati dosadašnjih istraživanja nisu potvrdili veću učinkovitost terenskih mjerenja primjenom suvremene metode rada (radna stanica) u usporedbi s klasičnom metodom (teodolit i nivelir) na teškim terenima i u zahtjevnim sastojinskim prilikama.

Šumske protupožarne ceste odlikuju se jednostavnijim tehničkim značajkama od šumskih cesta u gospodarskim šumama. Razlog tome jest njihova primarna zadaća te karakter, intenzitet (prometno opterećenje) i frekvencija prometa. Posebnosti tehničkih uvjeta (Šikić i dr., 1989) koje te prometnice trebaju ispunjavati:

- ⇒ maksimalni uzdužni nagib nivelete iznosi $\pm 8\%$

- ⇒ širina planuma iznosi 4,00 m, a bankine se ne izvode
- ⇒ proširenja kolnika izvode se u krivinama s unutarnje strane (u serpentinama s vanjske strane, a izuzetno u specifičnim terenskim uvjetima pola proširenja može se izvesti s vanjske, a pola s unutarnje strane serpentine)
- ⇒ mimoilaznice se izvode na ravnim pravcima, na mjestima gdje je preglednost dobra, u pravilu na iskopnoj strani zasljeska na međusobnom razmaku 200 – 500 m
- ⇒ na većim uzdužnim nagibima problem odvodnje rješava se procjednicama (poprečnim odvodnim jarcima preko trupa ceste pod kutem od 30° na uzdužnu os ceste)
- ⇒ poprečni nagib kolnika iznosi 2% prema vanjskoj strani
- ⇒ minimalni radijus horizontalnih krivina iznosi 20 m, a u serpentinama (zbog iskolčavanja s vanjske strane) 12 m
- ⇒ minimalni radijus vertikalnih krivina iznosi 300 m
- ⇒ kolnička je konstrukcija debljine 15 cm i izrađuje se od drobljenog, najčešće matičnog, kamenog materijala
- ⇒ kosine nasipa i iskopa definiraju se odnosom veličina u smjeru osi y i osi x te iznose za nasip 1:1, a za iskop 4:1
- ⇒ gradnja se izvodi bočnom kompenzacijom materijala
- ⇒ u pravilu izostaju složeniji cestovni građevinski objekti



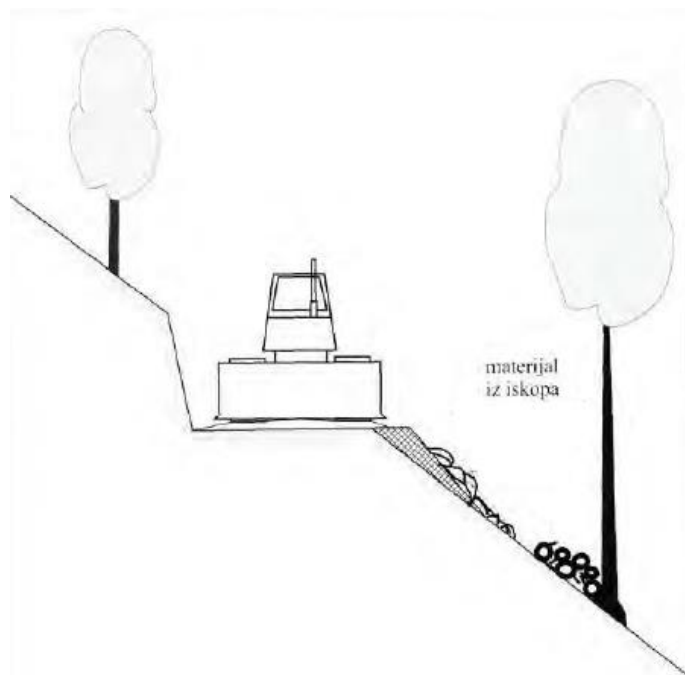
Slika 9. Normalni poprečni presjek ceste

(Izvor: Uloga šumskih prometnica pri gospodarenju šumama na kršu s posebnim osvrtom na Senjsku dragu, Šumarski list - suplement (2003), 65-78)

5.2.3. Tehnologija gradnje i održavanja

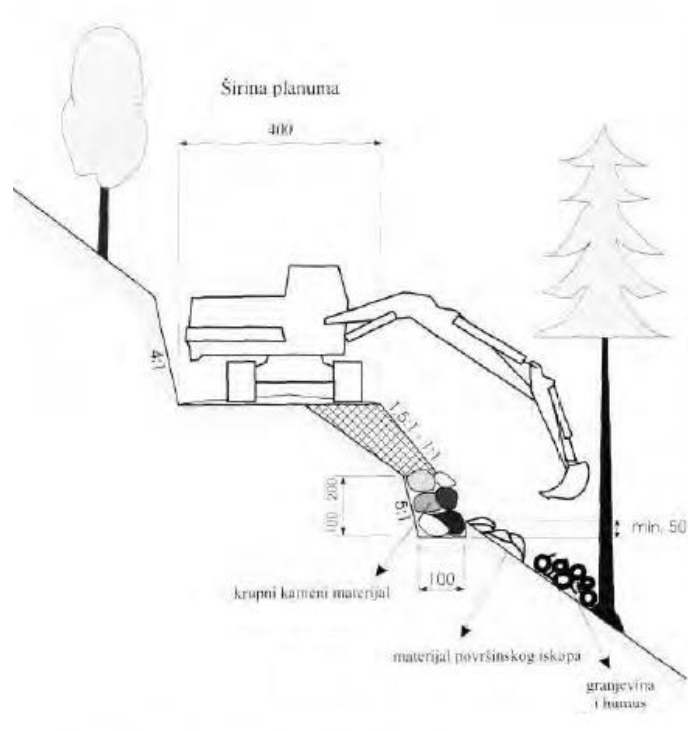
Veliki prosječni i poprečni nagibi terena i teške građevinske kategorije materijala s jedne strane te općekorisne funkcije šuma i okruženje u kojem krške šume rastu i razvijaju se s druge strane,

utjecale su, uz uvijek prisutnu ekološku svijest šumara, na odabir ekološki prihvatljivih i okolišno podobnih tehnologija gradnje šumskih protupožarnih cesta. Pri gradnji na strmim terenima koriste se bageri opremljeni hidrauličnim čekićem čime se postiže ušteda materijala potrebnog za izgradnju nasipa (zbog kraćih nožica nasipa i izbjegavanja "curenja" materijala niz padine, ali i zbog mogućnosti izvedbe dijela tijela ceste u nasipu), osigurava se stabilnost kosina nasipa, izbjegava se veće oštećivanje stabala s donje strane ceste, a u samom se začetku preventivno djeluje na erozivne procese te se iz uporabe u potpunosti izbacuje primjena eksploziva. Na ravnijim se terenima u postupku gradnje koriste dozeri koji u kombinaciji s tehnologijom formiranja tijela ceste metodom bočne kompenzacije zemljanih masa također značajno smanjuju troškove izvedbe ceste (u fazi zemljanih radova), ponajviše zbog izostanka vrlo skupog uzdužnog transporta materijala. Gornji stroj izvodi se od matičnog kamenog materijala kojega u pravilu na krškim terenima ima u izobilju. Pri tome su nužne mobilne drobilice kamena koje na samoj trasi buduće ceste pripremaju kameni materijal potrebne granulacije. Uporabom mobilnih drobilica snižava se cijena gradnje i održavanja ceste budući da se iz strukture troškova u potpunosti eliminira transport kamenog materijala iz najčešće udaljenih kamenoloma, dok je priprema kamenog materijala na trasi ceste već djelomično obuhvaćena cijenom iskopa.



Slika 10. Tehnologija gradnje primjenom dozera

(Izvor: Uloga šumskih prometnica pri gospodarenju šumama na kršu s posebnim osvrtom na Senjsku dragu, Šumarski list - suplement (2003), 65-78)



Slika 11. Tehnologija izvedbe nasipa bagerom na strmijim terenima

(Izvor: Uloga šumskih prometnica pri gospodarenju šumama na kršu s posebnim osvrtom na Senjsku dragu, Šumarski list - suplement (2003), 65-78)

Šumske protupožarne prometnice spadaju u grupu prometnica s kolničkom konstrukcijom bez veznog zastora tj. kolnik je kameni. Takav tip kolnika vrlo je osjetljiv na protjecanje površinske vode s erozivnim djelovanjem, prometno opterećenje i prodor vode u dublje slojeve. Pri održavanju važno je redovito obilaziti i kontrolirati kolnik, a uočene deformacije i oštećenja sanirati u začetku te spriječiti daljnja progresivna oštećenja odgovarajućim materijalom, strojevima i metodama rada. Održavanje se izvodi metodama popravka krpanjem, razastiranjem ili poravnavanjem kolnika. (Pičman, 2007).

5.2.4. Cijena i izvor sredstava financiranja

Izgradnja i održavanje šumskih protupožarnih cesta financira se iz takse općekorisnih funkcija šuma budući da sirovinaska baza krških šuma u trenutku realizacije projekta nije dovoljna za ekonomsku isplativost otvaranja šuma. Stvarna cijena gradnje ovisi o konkretnim terenskim prilikama, građevinskoj kategoriji materijala, poprečnom nagibu terena i eventualnim nužnim građevinskim objektima na trasi. Važno je istaknuti mogućnost i potrebu sufinanciranja izgradnje i održavanja šumskih protupožarnih cesta od strane privatnih šumovlasnika, jedinica lokalne uprave te ustanova i nadležnih ministarstava koja upravljaju različitim kategorijama zaštićenih područja.

5.2.5. Intenzitet i frekvencija prometa

Prometno opterećenje kod šumskih protupožarnih cesta znatno je manje nego kod šumskih gospodarskih cesta, prvenstveno zbog malog učešća specijalnih šumskih kamiona za prijevoz trupaca; iz istog razloga niti periodični karakter prometa nije toliko izražen (period sječa). Do izražaja dolazi značajan udio vozila u vlasništvu korisnika izvan područja šumarstva.

6. Podjela šumskih protupožarnih cesta

Prema Pravilniku o zaštiti šuma od požara (NN 33/14) u protupožarnu infrastrukturu ubrajaju se sljedeće vrste prometnih površina:

6.1. Protupožarna prosjeka

Prosječen prostor u šumi u obliku pruge, očišćen od drveća i niskog raslinja, širine 4 – 15 m, bez elemenata šumske ceste, ponekad prolazi okomito na slojnice terena. Protupožarnom prosjekom ovim se Pravilnikom ne smatra prosječen prostor ispod trasa elektroenergetskih vodova, kao niti prosjeke koje prvenstveno služe kao granice odjela u pojedinim gospodarskim jedinicama. Za izgradnju protupožarne prosjeke nije potrebna dokumentacija, ali zbog konfiguracije terena nije uređena za kretanje vatrogasnih i drugih vozila pa bitno ne olakšava pristup šumi. Često je obrasla travom i niskim raslinjem pa čak i na njoj može nastati požar i proširiti se na okolnu šumu. Njezina je primarna zadaća preventivna biološka mjera borbe protiv požara.



Slika 12. Protupožarna prosjeka

(Izvor: Sever, Z.: Analiza primjene vatrogasnih vozila na protupožarnim cestama, Diplomski rad, Zagreb, 2016.)

6.2. Protupožarna prosjeka s elementima šumske ceste

Prosječen prostor u šumi u obliku pruge, očišćen od drveća i niskog raslinja, širine 4 – 15 m s elementima šumske ceste koji je namijenjen prolaska vatrogasnih vozila do požarišta. Protupožarnom prosjekom s elementima šumske ceste ovim se Pravilnikom ne smatra prosječen prostor ispod trasa elektroenergetskih vodova, kao niti šumske ceste i šumske vlake koje prvenstveno služe za sve ostale potrebe kod gospodarenja šumskim sastojinama. Ovaj tip prometnice spada u jednostavne građevine čija izgradnja ne zahtijeva prethodno dobivanje lokacijske dozvole, ali je potrebno da bude planirana Programom gospodarenja za određenu gospodarsku jedinicu. Održavanje se izvodi prema stanju na terenu, a radovi se planiraju godišnjim planom.

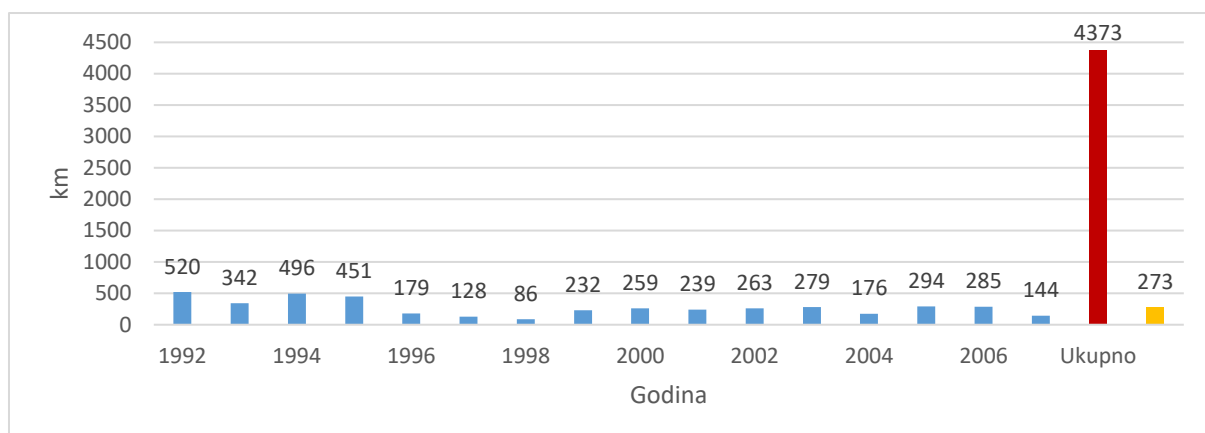


Slika 13. Protupožarna prosjeka s elementima šumske ceste

(Izvor: Krušić, D.: Analiza otvorenosti odabranih područja ušp Split s obzirom na vrijeme intervencije, Diplomski rad Zagreb, 2016.)

Hrvatske šume d.o.o. odlučile su se za izgradnju ovog tipa prometnice zbog činjenice što su se protupožarne prosjeke bez elemenata šumske ceste u pravilu pokazale neupotrebljivim, a ponekad čak i štetnim, posebno na priobalnom i otočnom području.

Od 1992. godine izgrađeno je 4 373 km ovakvih prosjeka ili prosječno 273 km godišnje. Posebno intenzivna izgradnja bila je 1992. godine kada je izgrađeno čak 520 km te 1994. godine sa izgrađenih 496 km protupožarnih prosjeka s elementima šumske ceste. Koliko je na ovom segmentu preventivne zaštite od požara učinjeno, najbolje govori podatak da je do 1992. godine bilo izgrađeno svega 58 km ovakvih prosjeka.

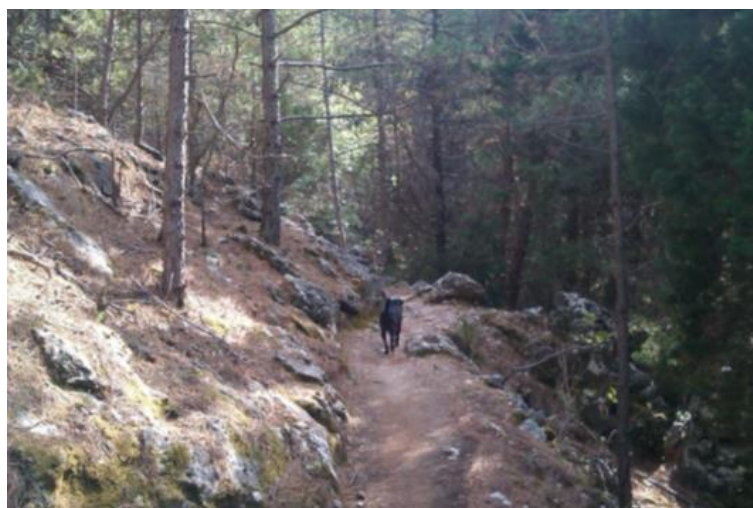


Slika 14. Pregled izgrađenih protupožarnih prosjeka s elementima šumskih cesta u razdoblju 1992. – 2007.

(Izvor: Petar Jurjević, Darko Vuletić, Joso Gračan, Gabrijela Seletković, Šumski požari u Republici Hrvatskoj 1992. – 2007.)

6.3. Protupožarni put

Šumska staza koja je preuska za prolaz vozila, ali služi za prolazak vatrogasaca i priručne vatrogasne tehnike do požarišta.



Slika 15. Protupožarni put

(Izvor: Krušić, D.: Analiza otvorenosti odabranih područja ušp Split s obzirom na vrijeme intervencije, Diplomski rad Zagreb, 2016.)

7. Pojam srednje udaljenosti kod šumskih protupožarnih cesta

Gradnjom šumskih protupožarnih cesta ne ispunjava se osnovni zahtjev šumskih gospodarskih cesta, a to je smanjenje srednje udaljenosti privlačenja jer one većim dijelom ionako nisu gospodarski isplative (Pičman i dr., 1998). Stoga se uvodi veličina *srednje udaljenosti pristupa* (S_P) ugroženoj površini koja može biti geometrijska (S_{PG}) ili stvarna (S_{PS}), ukoliko je korigirana čimbenikom nagiba terena (f_v) i čimbenikom horizontalnog zaobilaženja (f_H). Srednje stvarne optimalne udaljenosti, tj. daljine pristupa površini moraju se odrediti za svako pojedino šumsko područje, vodeći računa o zahtjevima vatrogasnih postrojbi pri gašenju

požara, usuglašavanju vatrogasnih zahtjeva sa šumarskim spoznajama o maksimalnoj gustoći šumskih cesta i površini pod cestama kako se ne bi narušila stabilnost šumskog ekosustava te stupnju opasnosti od pojave šumskog požara.

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

Relativna otvorenost šumskog područja daje dobar uvid u stvarnu učinkovitost mreže šumskih cesta. Kod njezinog utvrđivanja potpuno su jasni kriteriji koji se uzimaju u obzir za obračun – sve ceste čije se omeđene površine tzv. "*bufferi*" nalaze na promatranom području uzimaju se u obračun s pripadajućom utjecajnom duljinom. Postupak određivanja relativne otvorenosti pomoću računala sastoji se u sljedećem: nakon što su u šumsko-gospodarsku kartu mjerila 1:5 000 ucrtane sve postojeće šumske ceste, pristupa se njihovoj digitalizaciji (međe, slojnice, vodotoci, ceste, putevi i dr.). Digitalizirane karte obrade se pomoću računalnih programa te se svi sadržaji slože u zasebne slojeve. Oko postojećih cesta koje se mogu koristiti kao protupožarne, uključujući i javne ceste, polože se omeđene površine tzv. "*bufferi*" 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 ugroženoj šumskim požarima. Površine šumskog područja koje leže unutar omeđenih površina obojaju se jednom bojom (npr. crvenom), a površine koje leže izvan omeđene površine drugom bojom (npr. žutom). Crveno obojane površine dostupne su s pripadajućih cesta za određenu odabranu veličinu srednje optimalne geometrijske daljine pristupa površini, dok su žute površine kritične i nisu dostupne. Za srednje optimalne geometrijske daljine pristupa površini potrebno je pronaći stvarne vrijednosti, odnosno odrediti koeficijent nagiba terena i koeficijent horizontalnog zaobilaženja prepreka kojima se korigira srednja optimalna geometrijska daljina pristupa kako bi se dobila srednja stvarna optimalna daljina pristupa površini.

7.1. Određivanje čimbenika nagiba terena

Površine oko šumskih protupožarnih cesta potrebno je rasterizirati i položiti preko prethodno napravljenog digitalnog modela terena. Digitalni model terena daje prikaz nagiba terena za površinu odabrane veličine, a nagibi terena podijeljeni su u kategorije i obojani različitim bojama (idući od manjih prema većim nagibima boje su sve tamnijih nijansi). Za sve

omeđene površine zajedno izračunat je srednji nagib na način da je vrijednost nagiba pomnožena s brojem pojavljivanja određene veličine nagiba, umnošci su zbrojeni i njihov zbroj podijeljen s ukupnim brojem površina unutar omeđenih površina za koje je izračunat nagib prema formuli:

$$\alpha = (\alpha_1 * n_1 + \alpha_2 * n_2 + \dots + \alpha_m * n_i) / N \dots\dots^\circ$$

Gdje je:

α – srednji nagib terena, $^\circ$

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

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

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

$$f_v = 1 / \cos \alpha$$

Upotrebom digitalnog modela terena 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 daljine pristupa površini, izbjegava se gomilanje kilometara i fiktivno velika otvorenost izražena u m/ha.

7.2. Određivanje čimbenika horizontalnog zaobilaženja prepreka

Ovaj se čimbenik kod šumskih protupožarnih cesta značajno razlikuje u odnosu na šumske gospodarske ceste. Razlog tome jest činjenica da se kod šumskih gospodarskih cesta on veže uz traktore, forvardere i skidere, dok je na području krša povezan s vatrogasnom cijevi. Zbog toga je vrijednost f_H kod istih terenskih uvjeta puno manja za vatrogasne intervencije. Na području krša, zbog spomenutih činjenica s jedne strane i morfologije krša s druge strane, uzima se vrijednost čimbenika horizontalnog zaobilaženja prepreka od 1,10.

7.3. Izračun srednje stvarne optimalne daljine pristupa šumskoj površini

Računa se iz srednje geometrijske optimalne daljine pristupa površini, preko čimbenika nagiba terena i čimbenika horizontalnog zaobilaženja prepreka, koristeći sljedeću formulu:

$$S_{PS} = S_{PG} / (f_v * f_H) \dots\dots m$$

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

7.4. Utvrđivanje relativne otvorenosti šumske površine

Nakon izračuna 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 srednje stvarne optimalne daljine pristupa. Površine dostupne odabranom inačicom srednje stvarne daljine pristupa površini bojaju se crvenom bojom, a ostale površine žutom bojom. Računaju se površine za svaku cestu, zbrajaju se i ukupna suma dijeli s površinom čitavog šumskog područja koje je obuhvaćeno proračunom. Dakle, stvarna relativna otvorenost za odabranu inačicu srednje geometrijske daljine pristupa površini odnos je otvorene i ukupne površine iskazan u postocima. U proračunu se koriste sljedeće formule:

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

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

$$OR = P_{BUK} / P_{UK} * 100 \dots \%$$

Gdje je:

$P_{B1}, P_{B2}, P_{B3} \dots P_{Bn}$ – omeđena površina oko cesta, m^2

P_{BUK} – ukupna omeđena površina oko svih cesta na određenom području, m^2

n – ukupan broj cesta koje se mogu uporabiti kao protupožarne

P_{UK} – površina čitavog šumskog područja za koje se radi proračun, m^2

OR – relativna otvorenost, %

Kako bi se odredilo je li relativna otvorenost šumske površine zadovoljavajuća, koriste se kriteriji iz sljedeće tablice:

Tablica 2. Osnovne kategorije relativne otvorenosti (Jurik i dr., 1984.)

Relativna otvorenost (%)	Komentar relativne otvorenosti
Do 65	Nedovoljna
65-70	Slabo zadovoljavajuća
70-75	Zadovoljavajuća
75-80	Vrlo zadovoljavajuća
Više od 80	Izvanredno zadovoljavajuća

Izvor: Pičman, D., Pentek, T.: Relativna otvorenost šumskoga područja i njena primjena pri izgradnji šumskih protupožarnih prometnica, Šumarski list br. 1 2, (XXII (1998), 19-30

Navedena metoda određivanja relativne otvorenosti određenog šumskog područja daje uvid u stvarnu otvorenost, odnosno pokazuje dostupnost šumskih površina. Odabirom određene veličine srednje geometrijske optimalne daljine pristupa površini, prema zahtjevima zaštite šuma od požara, ali u granicama gdje količina cesta neće imati značajniji utjecaj na poremećaj

ravnoteže ekosustava, moguće je vrlo brzo i jednostavno dobiti sliku o učinkovitosti mreže šumskih protupožarnih cesta.

Pri daljnjem planiranju, projektiranju i gradnji šumskih protupožarnih cesta posebnu pozornost treba usmjeriti na neotvorena područja, tj. područja izvan omeđenih površina. Nužno je voditi računa da ne dolazi do preklapanja omeđenih površina dviju ili više cesta, budući da se na taj način ista šumska površina otvara "više puta", odnosno gradnjom cesta ne ispunjava se osnovni zahtjev, a to je smanjenje srednje daljine pristupa površini. Nastajanje "mrtvih zona" povećava količinu cesta, a samim time i ukupnu cijenu izgradnje, pri čemu se istovremeno ne postižu maksimalni korisni učinci. Ponekad je mrtve zone nemoguće izbjeći (npr. križanja cesta, serpentine i sl.) zbog čimbenika terena (brda, planine ili krški reljef), ali ih je promišljenim planiranjem i projektiranjem potrebno svesti na najmanju moguću mjeru.

Tablica 3. Otvorenost šuma na kršu kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o.

Uprava šuma podružnica	Ukupna površina krša HŠ d.o.o. (ha)	Duljina prometnica koje otvaraju (km)	Otvorenost krša (km/1 000 ha)
Delnice	8 900	111	12,47
Senj	61 180	694	11,35
Gospić	197 070	1 134	5,76
Buzet	72 280	651	9,01
Split	548 020	1 891	3,45
ukupno	887 450	4 481	5,05

Izvor: Hodić, I., Jurušić, Z.: Analiza primarne otvorenosti šuma kojima gospodare HŠ d.o.o. kao podloga za kreiranje buduće politike izgradnje šumskih cesta, Šumarski list br. 9–10, CXXXV (2011), 487–499

7.5. Učinkovitost šumskih protupožarnih cesta

Pokazatelj je prostorno dobro položenih cesta jer daje uvid u stvarnu duljinu ceste koja utječe na smanjenje srednje daljine pristupa površini. Određuje se kao odnos duljine ceste koja otvara neotvorenu površinu i ukupne duljine ceste. Duljina ceste koja otvara neotvorenu površinu jednaka je ukupnoj duljini ceste umanjenoj za duljinu ceste koja uzrokuje nastajanje "mrtvih zona", odnosno koja nema utjecaj na smanjenje srednje daljine pristupa površini. Dobivena odnosna veličina pomnoži se sa 100 čime se dobije učinkovitost šumske protupožarne ceste izražene u postocima. U idealnim uvjetima veličina učinkovitosti približava se 100%.

$$U = (d_E / d_U) * 100 \dots\dots \%$$

$$d_E = d_U - d_M \dots\dots m$$

Gdje je:

U – učinkovitost šumske protupožarne ceste, %

d_E – efektivna duljina ceste (smanjuje srednju daljinu pristupa), m

d_M – neisplativa duljina ceste (uzrokuje nastajanje mrtvih zona), m

d_U – ukupna duljina ceste, m

8. Zaključak

Sveukupnost posebnosti i karakteristika krša kao osnovne značajke prostora Republike Hrvatske, ali i posebnosti krških šuma koje na tom području rastu i razvijaju se, iznjedrile su šumske protupožarne ceste kao zasebnu kategoriju šumskih cesta sa svojim specifičnostima u svim fazama otvaranja krških šuma: planiranju, projektiranju, izgradnji i održavanju. Unatoč "neekonomičnosti" izgradnje šumskih protupožarnih cesta s gledišta sirovinske baze krških šuma, odnosno proizvodnje drvnih sortimenata, ove je šume neophodno sustavno otvarati sve do postizanja optimalne/ciljane otvorenosti prvenstveno zbog njihove protupožarne zaštite, a zatim i proizvodnog potencijala, općekorisnih vrijednosti te svih ostalih segmenata gospodarenja.

Valorizacija općekorisnih funkcija šuma omogućit će primjenu troškovnih modela pri izračunu optimalne/ciljane otvorenosti šuma, ali predstavljat će i kvalitetnu podlogu za argumentirano traženje sufinanciranja izgradnje i održavanja šumskih protupožarnih cesta, od svih strana koje uživaju općekorisne funkcije i imaju izravne ili neizravne koristi od ovih cesta.

Otvaranje šuma ne smije se provoditi stihijski, s jedinim ciljem izgradnje što veće količine šumskih protupožarnih cesta, već se samo na temelju izrađenih Studija otvaranja određenih krških šumskih područja na znanstveno-stručnom načelu mogu izraditi cjelovita, općeprihvatljiva i ekonomski opravdana rješenja.

9. Literatura

1. Bakšić, N., Vučetić, M., Španjol, Ž.: Potencijalna opasnost od požara otvorenog prostora u Republici Hrvatskoj, Vatrogastvo i upravljanje požarima, br. 2/2015., vol. V, Zagreb, str. 30-40
2. Barčić D., Dubravac, T., Rosavec, R.: Utjecaj požara otvorenog prostora na šumarstvo sredozemnog područja krša, Vatrogastvo i upravljanje požarima, br. 2/2016., vol. VI, Zagreb, str. 78-97
3. Glavaš, M., Pičman, D., 1997: Organizacija preventivnog sustava zaštite šuma od požara u Republici Hrvatskoj, Posvetovanje "Gozdove v Sloveniji ogrožajo tuđi požari" (povzetki referatov), Ljubljana, str. 1-8
4. Hodić, I., Jurušić, Z., 2011: Analiza primarne otvorenosti šuma kojima gospodare HŠ d.o.o. Zagreb kao podloga za kreiranje buduće politike izgradnje šumskih cesta, Šumarski list br. 9–10, cxxxv (2011), str. 487-499
5. Jurjević, P., Vuletić, D., Gračan, J., Seletković, G., 2009: Šumski požari u republici hrvatskoj (1992 – 2007), Šumarski list, br. 1-2, vol. 133, Zagreb, 2009, str. 63-72
6. Krušić, D., 2016: Analiza otvorenosti odabranih područja UŠP Split s obzirom na vrijeme intervencije, Diplomski rad, Zagreb
7. Ličina, M., 2013: Organizacija zaštite od požara na otoku Rabu, Vatrogastvo i upravljanje požarima, br. 1/2013., vol. III, Zagreb, str. 32-41
8. Moreira, F., Arianoutsou, M., Corona, P., De las Heras, J., 2012: Setting the Scene for Post-Fire Management, Post-Fire Management and Restoration of South European Forests, str. 1-21, Springer Netherlands, Dordrecht, Heidelberg, London, New York
9. Pičman, D., Pentek, T., 1996: Fire-prevention roads in the area of the forest enterprise Buzet, Zbornik gozdarstva in lesarstva, 49, Ljubljana, str. 187-203
10. Pičman, D., Pentek, T., 1998: Relativna otvorenost šumskog područja i njena primjena pri izgradnji šumskih protupožarnih prometnica, Šumarski list br. 1-2, CXXI1 (1998), str. 19-30
11. Pičman, D., 2007: Šumske prometnice, Šumarski fakultet Zagreb, str. 460
12. Pentek, T., 1995: Protupožarne ceste u Upravi šuma Buzet i njihova uloga pri spriječavanju požara, Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 1-73
13. Pentek, T., Pičman, D., 2003: Uloga šumskih prometnica pri gospodarenju šumama na kršu s posebnim osvrtom na Senjsku dragu, Šumarski list - suplement (2003), str. 65-78

14. Pentek, T., 2012: Skripta iz kolegija Šumske prometnice, Šumarski fakultet Zagreb
15. Rosavec, R., 2010: Odnos čimbenika klime i zapaljivosti nekih mediteranskih vrsta kod šumskih požara. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
16. Rosavec, R., Španjol, Ž., Bakšić, N., 2012: Šumski požari kao ekološki i krajobrazni čimbenik u području Dalmatinske zagore, Vatrogastvo i upravljanje požarima, br. 3/2012., vol. I, Zagreb, str. 51-64
17. Rosavec, R., Šikić, Z., Španjol, Ž., Barčić, D., Vučetić, M., 2013: Ugroženost sastojina alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.) požarima u stanišnim uvjetima jadranskog područja krša, Šumarski list, br. 9-10, vol. 137, Zagreb, 2013, str. 461-471
18. Sever, Z., 2016: Analiza primjene vatrogasnih vozila na protupožarnim cestama, Diplomski rad, Zagreb
19. Šikić D., Babić, B., Topolnik, D., Knežević, I., Božičević, D., Švabe, Ž., Piria, I., Sever, S., 1989: Tehnički uvjeti za gospodarske ceste, Znanstveni savjet za promet Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb, str. 1-78
20. Žaček, J., 2017: Analiza protupožarne infrastrukture otoka Visa, Diplomski rad, Zagreb
21. Zakon o šumama, Narodne novine 68/18
22. Zakon o zaštiti od požara, Narodne novine 92/10
23. Zakon o vatrogastvu, NN 106/99, 117/01, 36/02, 96/03, 139/04, 174/04, 38/09, 80/10
24. Pravilnik o zaštiti šuma od požara, Narodne novine 33/2014
25. Franulović, K., 2014: Protupožarne prometnice na kršu, web savjetodavne službe <http://www.savjetodavna.hr/savjeti/558/563/protupozarne-prometnicena-krsu/>
26. Portal Hrvatske šume d.o.o. <http://portal.hrsume.hr/> (4.9.2018.)
27. Državna uprava za zaštitu i spašavanje <http://duzs.hr/> (4.9.2018.)
28. ****Izvjješće o problematici gradnje i održavanja šumskih i protupožarnih prometnica i stanju otvorenosti šuma, 1997, JP Hrvatske šume, Zagreb, str. 1-11
29. Godišnja izvješća o šumskim požarima, Hrvatske šume d.o.o.
30. Požari u Hrvatskoj 2017. godine https://hr.wikipedia.org/wiki/Požari_u_Hrvatskoj_2017. (4.9.2018.)