

# Konstrukcijska i prometna sigurnost šumskih prometnica

Prof. dr. Ninoslav Lovrić, dipl. ing. šum. i građ.

UDK 634.0.3.

Prispjelo: 4. ožujka 1983  
Prihvaćeno: 25. srpnja 1983.

Prethodno priopćenje

## Sažetak

Šumske cestovne prometnice pripadaju sistemu izvlačenja ili prijevoza, a svrstane su kod mnogih autora u grupu »cesta s niskim troškovima građenja«, što upućuje na njihovu specifičnost, naglašenu i u ovom izlaganju. Prikazana su ispitivanja projektnih elaborata šumskih cestovnih prometnica u pogledu njihove sigurnosti, s tehničkog, šumsko-eksploatacijskog, ekonomskog i biološkog stajališta. Zatim su dani rezultati ovih ispitivanja s namjerom da se utvrdi činjenično stanje stupnja realizacije sigurnosti (u pogledu naprijed navedenih stajališta) šumskih cestovnih prometnica u operativi.

Ključne riječi: šumske ceste — sigurnost — stajalište — eksploatacija

## CONSTRUCTION AND TRAFFIC SAFETY ON FOREST ROADS

### Summary

Forest roads belong to a special category; many references call them »low construction cost roads«, which is suggestive of their specific character. Designs of forest roads have been reviewed with respect to safety and from the engineering, forestry, economic and biological standpoint. The results of the review are presented in order to determine the current safety of forest roads in exploitation.

Keywords: forest roads — safety — standpoint — exploitation

## 1. UVOD

Poznato je da se prilikom izrade projektnih elaborata mora obratiti pažnja na sigurnost šumskih cestovnih sistema, odnosno njihovih objekata, i to kao što je uobičajeno s tehničkog, šumsko-eksploatacijskog i ekonomskog stajališta, dok je biološko stajalište često zanemareno.

S obzirom da izradu projektnih elaborata (tehničke dokumentacije) šumskih cestovnih prometnica obavljaju šumarski stručnjaci, važno je u ovom izlaganju prikazati način kako se ostvaruje ta šumarsko-tehnička djelatnost.

Podaci za obradu ove tematike uzeti su iz izvođačkih projektnih elaborata šumskih prometnica od nekih šumskih gospodarstava, a analizom pomoću koeficijentata sigurnosti ustanovljen je stupanj racionalizacije sigurnosti u izradi elaborata navedenih prometnica, odnosno njihovih objekata. Svakako je važno naglasiti da nije potrebna građevna dozvola za izvedbu projektnih e-

laborata šumskih cestovnih prometnica, zbog njihove gospodarske, odnosno šumsko-eksploatacijske namjene, što, pored ostalih činilaca, znatno utječe na izradu navedenih elaborata.

## 2. PRIKAZ METODE ISPITIVANJA PROJEKTNIH ELABORATA

Iz uvodnog izlaganja proizlazi da je osnovna namjenska koncepcija ove tematike obrada područja planiranja i izgradnje šumskih cestovnih prometnica na osnovi izvedbenih elaborata nekih šumskih gospodarstava u pogledu njihove sigurnosti. Prilikom obrade podataka dobivenih od navedenih gospodarstava upotrijebljen je princip raščlanjivanja utjecajnih parametara zbog jasnijeg uočavanja veličine i smisla njihova utjecaja. Time je određen stupanj primjene u uvodu navedenih stajališta, odnosno načela pri planiranju i izgradnji šumskih cestovnih prometnica izvlačenja i prijevoza.

Zbog specifične problematike ispitivanja primijenjen je poseban princip tretiranja osobina šum-

Referat održan na XI Kongresu Saveza društava za puteve Jugoslavije, Opatija 28-30. X 1982.

skih prometnica sistema izvlačenja i prijevoza, jer se one razlikuju od javnih cestovnih prometnica u pogledu planiranja, izgradnje i odvijanja prometa.

### 3. IZRACUNAVANJE KOEFICIJENATA SIGURNOSTI ŠUMSKIH CESTOVNIH SISTEMA IZVLAČENJA I PRIJEVOZA

Utvrđivanje sigurnosti izgradnje i odvijanja prometa šumskih cestovnih sistema izvlačenja i prijevoza može se promatrati s tehničkog, šumsko-eksploatacijskog, ekonomskog i biološkog stajališta [Lit. 3, 6]. Količinski stupanj navedene sigurnosti određuje koeficijent sigurnosti izgradnje a definira se u općem smislu sljedećom formulom:

$$n = \frac{\text{moguća sigurnost šumskih cestovnih sistema}}{\text{projektom predviđena sigurnost šumskih cestovnih sistema}}$$

Pomoću koeficijenata sigurnosti mogu se također međusobno uspoređivati prometnice cestovnih sistema u pogledu njihove upotrebljivosti, odnosno vrednovanja njihovih projekata izgradnje i odvijanja prometa, a u daljem izlaganju prikazat će se primjena ove opće formule u pogledu sigurnosti.

### 4. DEFINICIJE I ODREĐIVANJE KOEFICIJENATA SIGURNOSTI

Na osnovi gornje formule definirat će se četiri koeficijenta sigurnosti različitog značenja, i to tehnički, šumsko-eksploatacijski, ekonomski i biološki.

Tehnički koeficijent sigurnosti, odnosno statičko-dinamički ( $n_s$ ) pokazuje izdržljivost konstruktivnih elemenata objekata šumskih cestovnih prometnica uzevši u obzir predviđena opterećenja, a dobiva se diobom statičko-dinamičke sigurnosti koju konstrukcija može izdržati do sloma ( $n_{s,m}$ ) i statičko-dinamičke sigurnosti predviđene projektom ( $n_{s,p}$ ). Ovaj statičko-dinamički koeficijent većinom je propisan i odnosi se na objekte donjeg stroja šumskih cestovnih prometnica (mostove, propuste i ostale), pa je prema tome određen formulom:

$$n_s = \frac{n_{s,m}}{n_{s,p}}$$

Ukoliko taj koeficijent nije propisan, treba ga oprezno odabrati zbog mogućnosti rušenja objekta.

Šumsko-eksploatacijski koeficijent sigurnosti definiran je u vezi navedene opće formule omjerom između granične šumsko-eksploatacijske ra-

čunske sigurnosti: šumskih cestovnih prometnica iznad koje prestaje njihova namjenska funkcija i projektne funkcionalne sigurnosti navedenih sistema. Prema namjeni tih prometnica određena je njihova funkcija, a ta se sastoji u realizaciji usluga u pogledu odvijanja prometa. Ako se uzme kao mjerilo odvijanja prometa brzina vozila na osnovi koje se utvrđuju potrebni elementi šumskih cestovnih prometnica, kada će se, uz navedene uvjete, šumskoeksploatacijski koeficijent ( $n_s$ ) odrediti diobom moguće brzine iznad koje prestaje sigurnost odvijanja prometa vozila ( $v_{s,m}$ ) i projektirane računске brzine odvijanja prometa ( $v_{s,p}$ ), odnosno matematičkim izrazom:

$$n_s = \frac{v_{s,m}}{v_{s,p}}$$

Koeficijent ekonomske sigurnosti ( $n_e$ ) određen je omjerom granične računске ekonomske sigurnosti šumskih cestovnih prometnica do koje postoji njegov opravdani ekonomski efekt ( $n_{e,m}$ ) i projektirane ekonomske sigurnosti, odnosno predviđenog gospodarskog efekta navedenih prometnica ( $n_{e,p}$ ), dakle formulom:

$$n_e = \frac{n_{e,m}}{n_{e,p}}$$

Pod opravdanim ekonomskim efektom smatraju se najveće potrebne investicije za građenje šumskih cestovnih prometnica do kojih je njihova izgradnja u šumsko-gospodarskom pogledu opravdana. Predviđene investicije projektirane sigurnosti su niže od navedenih računsko-ekonomskih, određene su na osnovi podataka uzetih iz izvedbenih elaborata građenja šumskih cestovnih prometnica.

Biološki koeficijent sigurnosti ( $n_b$ ) definiran je omjerom između biološkog stanja, tj. izračunate sigurnosti dok nije počela promjena stanja okoline, i projektom predviđene biološko dozvoljene sigurnosti, odnosno promjene navedenog stanja nastale nakon izgradnje. Ako se uzme gospodarska, odnosno novčano iskazana vrijednost, kao mjerilo stanja okoline, tada se može odrediti biološki koeficijent sigurnosti ( $n_b$ ) diobom novčano iskazane vrijednosti stanja okoline izračunate za sigurnost prije početka izgradnje cestovnog sistema ( $n_{b,m}$ ) i smanjene ili povećane novčano iskazane vrijednosti okoline utvrđene za projektiranu biološku dozvoljenu sigurnost ( $n_{b,p}$ ), odnosno stanje okoline nastalo nakon izgradnje. Prema tome taj koeficijent sigurnosti ukazuje na negativni ili pozitivni utjecaj izgradnje na okolinu, a određen je formulom:

$$n_b = \frac{n_{b,m}}{n_{b,p}}$$



U slučaju negativnog utjecaja izgradnje, biološki koeficijent sigurnosti pokazuje koliko je puta niža novčana vrijednost projektom dozvoljenog stanja okoline zbog razaranja od njezine izračunate početne vrijednosti prije izgradnje kod koje ne postoji razaranja okoline.

U slučaju pozitivnog utjecaja izgradnje na okolinu, navedeni koeficijent pokazuje koliko je puta veća novčana vrijednost nastalog stanja okoline koje je bilo projektom predviđeno od početnog stanja okoline prije izgradnje. Razumljivo je da može nastati slučaj kad nije došlo do promjene novčano izražene vrijednosti stanja okoline, prije i nakon izgradnje.

Navedena četiri koeficijenta sigurnosti u međusobnom su odnosu, i oni iskazuju u kojem slučaju može doći do razaranja šumskog cestovnog sistema, odnosno njegovih dijelova ako bi se promijenili npr. tehnički (statičko-dinamički) i šumsko-eksploatacijski koeficijenti sigurnost. Razumljivo je da prekomjernim povećanjem tehničkog i šumsko-eksploatacijskog stabilneta dolazi do smanjenja koeficijenta ekonomske sigurnosti. I tada, kao u prethodnom slučaju, izgradnja može biti neopravdana.

## 5. REZULTATI ANALIZE PROJEKTNIH ELABORATA ŠUMSKIH CESTOVNIH PROMETNICA

Odgovarajući postupak pri primjeni analize izgradnje šumskih cestovnih prometnica očito ovisi od mnogo činilaca koji određuju specifičnost svakog slučaja. Ipak se mogu dati generalni podaci, odnosno opći komentari koji su zajednički za najveći broj projekata izgradnje i odvijanja prometa navedenih sistema, i to u pogledu njihove sigurnosti: s tehničkog, šumsko-eksploatacijskog, ekonomskog i biološkog stajališta.

Šumski cestovni sistemi namijenjeni su prijenosu drvene mase, odnosno realizaciji prometnih usluga u vez: s uzgojem, zaštitom, uređivanjem, iskorišćivanjem šuma i lovstvom. Na osnovi toga može se zaključiti da su zadaci šumskih cestovnih sistema raznovrsni, pa se njihovi projektni elaborati moraju analizirati, ne samo kao građevinski objekti, nego i sa stajališta šumsko-gospodarske upotrebljivosti.

S obzirom na navedenu upotrebljivost, šumski cestovni sistemi mogu se podijeliti na šumske cestovne sisteme izvlačenja i prijevoza. Prvom sistemu pripadaju šumske cestovne prometnice najnižih kategorija, tzv. šumske vlake koje se planiraju i grade bez gornjeg stroja, odnosno kod kojih se promet odvija većinom traktorima na planumu donjeg stroja šumskih cesta. Šumski cestovni sistemi prijevoza izrađuju se s donjim i gornjim strojem, te služe otpremi drvene mase kamionima. Dijele se na sporedne (sekundarne),

sabirne (glavne) i spojne (magistralne) šumske cestovne prometnice. Pri tome su navedene spojne prometnice priključene na javne, a od njih se odvajaju sabirne, zatim od ovih sporedne, a od ovih sporednih šumske vlake kao slijepi krakovi do manjih eksploatacionih šumskih predjela [Lit. 1,4].

### 5.1. Rezultati analize šumskih cestovnih sistema izvlačenja

Izrada projektnih elaborata šumskih cestovnih sistema izvlačenja je u tehničkom pogledu vrlo jednostavna u usporedbi s obradom šumsko-eksploatacijskih, ekonomskih i bioloških elemenata, što je njihova glavna karakteristika. Druga glavna karakteristika šumskog sistema izvlačenja je privremenost njegovih cestovnih prometnica, tj. korišćenja samo za vrijeme eksploatacije šumskog kompleksa. Pri tom, u svim fazama procesa izgradnje kao i eksploatacije ovih prometnica, vrijednosti koeficijentata sigurnosti mogu općenito iznositi:

$$n_s = \frac{n_{s, m}}{n_{s, p}} > 1$$

Za sve konstruktivne elemente cestovnih sistema statičko-dinamički koeficijenti sigurnosti moraju biti veći od jedinice, što je uvjet stabilnosti izgradnje.

$$n_s = \frac{n_{s, m}}{n_{s, p}} \geq 1$$

Za stabilni cestovni sistem šumsko-eksploatacijski koeficijenti sigurnosti moraju biti veći od jedinice, a ako su jednaki jedinici, tada je cestovni sistem labilan.

$$n_e = \frac{n_{e, m}}{n_{e, p}} \geq 1$$

Za stabilni cestovni sistem koeficijenti ekonomske sigurnosti su vrijednosti veće od jedinice uz opravdane ekonomske efekte, a ako su jednaki jedinici, sistem je labilan, ali u nekim slučajevima gradnja može biti ipak opravdana.

$$n_b = \frac{n_{b, m}}{n_{b, p}} \geq 1$$

Biološki koeficijenti sigurnosti su veći ili jednaki jedinici već prema utjecaju izgradnje na okolinu.

Rezultati analize šumskih cestovnih sistema izvlačenja u pogledu upotrebljivosti, odnosno vrednovanja njihovih projektnih elaborata i načina



izgradnje, na osnovi koeficijenata sigurnosti su slijedeći:

— Tehnički (statičko dinamički) koeficijenti sigurnosti pojedinih objekata za njihove konstrukcije uvijek su veći od jedinice, odnosno iznosa prema propisima, a ako je dozvoljen izbor, tada je, ovisno o objektu, katkad uzet neznatno veći od jedinice;

— Šumsko-eksploatacijski i ekonomski koeficijenti sigurnosti su rjeđe jednaki jedinici a vrlo često veći od jedinice, katkad znatno u odnosu na ostale koeficijente sigurnosti, što ukazuje npr. na povećane ekonomske koeficijente sigurnosti, odnosno mogućnost negativnog utjecaja izgradnje na okolinu;

— Biološki koeficijenti sigurnosti većinom su jednaki jedinici, tj. izgradnja prometnica nema utjecaja na okolinu, a ako su veći od jedinice, navedenom izgradnjom degradira se okolina.

Prema tome, na osnovi koeficijenata sigurnosti proizlazi da je katkada, uz potrebnu tehničku i šumsko-eksploatacijsku stabilnost, znatno povećan ekonomski efekt, i to na štetu biološkog učinka. Posljedica takvog stanja je ugrožavanje okoline pa će potrajati neko vrijeme, uz eventualno poduzimanje gospodarsko-uzgojnih mjera za otklanjanje negativnih utjecaja na okolinu, što je olakšano činjenicom da su navedeni sistemi privremenog karaktera.

## 5.2. Rezultati analize šumskih cestovnih sistema prijevoza

Šumski cestovni sistemi prijevoza su stalnoga karaktera, pa izgradnja njihovih prometnica zahtijeva primjenu tehničkih propisa, ali u manjem opsegu nego za javne prometnice, jer za njih nije potrebna građevna dozvola. Kao i kod prethodne analize prometnica izvlačenja, i u ovom slučaju težište razmatranja je projektiranje i građenje šumskih cestovnih prometnica u pogledu njihove sigurnosti s tehničkog, šumsko-eksploatacijskog, ekonomskog i biološkog stajališta.

Uzme li se u obzir prethodno navedene koeficijente sigurnosti u pojedinim fazama izgradnje šumskih cestovnih prometnica prijevoza, tada općenito njihova vrijednost može iznositi:

$$\frac{n_{s, m}}{n_{s, p}} > 1$$

$$i \frac{n_{b, m}}{n_{b, p}} > 1$$

Za stabilni cestovni sistem vrijednosti tehničkih i šumsko-eksploatacijskih koeficijenata sigurnosti su veće od jedinice, što je uvjet stabilnosti izgradnje.

$$\frac{n_{e, m}}{n_{e, p}} \geq 1$$

Za stabilan cestovni sistem koeficijenti ekonomske sigurnosti su vrijednosti veće od jedinice uz opravdani ekonomski efekt, a ako su jednaki jedinici, sistem je labilan, ali u nekim slučajevima gradnje mogu biti opravdane.

$$\frac{n_{b, m}}{n_{b, p}} > 1$$

$$\frac{n_{b, m}}{n_{b, p}} = 1$$

$$\frac{n_{b, m}}{n_{b, p}} < 1$$

Biološki koeficijenti su veći ili jednaki jedinici već prema stupnju negativnog utjecaja na okolinu zbog izgradnje cestovnog sistema, a manji od jedinice ukoliko je povećana novčana vrijednost okoline nakon izgradnje.

Izvršena su istraživanja i analize izvedbenih projektnih elaborata građenja šumskih cestovnih prometnica sistema prijevoza i njihovih sastavnih elemenata s vrednovanjem pomoću koeficijenata sigurnosti i dobiveni su slijedeći rezultati:

— Tehnički i šumsko-eksploatacijski koeficijenti sigurnosti su veći od jedinice s obzirom na stabilnost cestovnog sistema odnosno sigurnosti eksploatacije i prometa koji se odvija tijekom cijele godine;

— Ekonomski koeficijenti sigurnosti utvrđeni kod svih projektnih elaborata prometnica, odnosno građenja, veći su od jedinice, pa je samo teorijski pretpostavljen slučaj kad su ti koeficijenti sigurnosti jednaki jedinici,

— Biološki koeficijenti sigurnosti utvrđeni kod projektnih elaborata : građenja šumskih cestovnih prometnica sistema prijevoza su veći, jednaki ili manji od jedinice, tj. ako su veći od jedinice, tada nastaje oštećenje okoline, odnosno kod jednakosti jedinici nije bilo negativnog utjecaja, a za vrijednost tih koeficijenata sigurnosti manjih od jedinice nastalo je poboljšano stanje okoline nakon izgradnje.

Zaključno se za oba sistema, tj. izvlačenja i prijevoza, može na osnovi koeficijenata sigurnosti utvrditi činjenično stanje da ne postoje tehnički propisi o izgradnji šumskih prometnica. Zbog toga se katkada dešava da je, kod potrebne tehničke i šumsko-eksploatacijske stabilnosti sistema, znatno povećana ekonomska sigurnost na štetu biološke, odnosno da je obrada projektnih elaborata šumskih cestovnih prometnica različita u stručnom pogledu za pojedina šumska gospodarstva. Razumljivo je da su kod prometnica prijevoza štetne posljedice na okolinu većeg učinka jer su te prometnice stalnijeg karaktera, pa se za njihovo smanjenje i otklanjanje preporuča primjena tehničko-bioloških mjera prema načelima inženjerske biologije.

Navedeni koeficijenti sigurnosti za cestovne sisteme izvlačenja i prijevoza određeni su na osnovi naprijed navedene opće formule, i to diobom mogućih sigurnosti šumskih cestovnih sistema izvlačenja ili prijevoza s tehničkog šumsko-eksploatacijskog, ekonomskog i biološkog stajališta i projektom predviđene sigurnosti u pogledu navedenih stajališta. Za sve sigurnosti cestovnih sistema predložena su mjerila njihove kvantifikacije, tako da postoji njihova praktična primjena u operativi.

## 6. ZAKLJUČAK

Namjera ovog izlaganja je prikaz metode kako se pomoću koeficijenata sigurnosti ocjenjuje stupanj sigurnosti u izradi projektnih elaborata šumskih cestovnih prometnica izvlačenja i prijevoza. Primjenom te metode izvršena je analiza projektnih elaborata nekih šumskih gospodarstava i dati su rezultat realizacije sigurnosti šumskih cestovnih prometnica u operativi.

Na taj način dobivene su indikativne smjernice na mogućnost praktičnog određivanja koe-

ficijenta sigurnosti u izradi projektnih elaborata s tehničkog, šumsko-eksploatacijskog, ekonomskog i biološkog stajališta, što je svakako od praktične važnosti za poboljšano planiranje i građenje šumskih cestovnih prometnica izvlačenja i prijevoza u pogledu sigurnosti.

## LITERATURA

- [1] S. Bojanin, S. Sever: Neki elementi finog otvaranja sastojina kod vuče zglobnim traktorom. *Mehanizacija šumarstva*, 1 (1976), (5-6), 135-140, Zagreb.
- [2] E. Bulet: Dimensionierung und Verstärkung von Strassen mit geringem Verkehr und flexiblem Oberbau. *Strasse und Verkehr*, Zürich, 67 (1981), 382-391.
- [3] N. Lovrić: Mogućnosti primjene ekološko-bioloških stajališta u izgradnji šumskih transportnih sistema. Referat održan na I. Kongresu biologa Hrvatske, Poreč, 21. - 26. IX - 1981.
- [4] N. Lovrić: Prostorno planiranje šumskih prometnica. Zbornik radova ekologa Jugoslavije, Savez društava ekologa Jugoslavije, Zagreb, 2 (1979), 253-259.
- [5] B. Wehner, P. Siedek, K. - H. Schulze; *Handbuch des Strassenbaus*, Band 3, Springer - Verlag, Berlin - Heidelberg - New York, 1977, 290.
- [6] Z. Vladisavljević: O vodoprivredi, pogledi i metode, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Institut za vodoprivredu »Jaroslav Černi«, Beograd, 1969, 235.



# INSTITUT ZA DRVO - (INSTITUT DU BOIS)

ZAGREB, ULICA 8. MAJA 82 — TELEFONI: 448-611, 444-518  
TELEX: 22367 YU IDZG

## za potrebe cjelokupne drvne industrije SFRJ

### **OBAVLJA:**

#### **ISTRAŽIVAČKE RADOVE**

s područja građe i svojstava drva, mehaničke i kemijske prerade i zaštite drva, te organizacije i ekonomike.

#### **IZRAĐUJE PROGRAME**

za izgradnju novih objekata, za rekonstrukciju, modernizaciju i racionalizaciju postojećih pogona.

#### **PREUZIMA KOMPLETAN ENGINEERING**

u izgradnji novih te rekonstrukciji i modernizaciji postojećih pogona. Izrađuje idejne, glavne i izvedbene projekte strojarškog dijela toplane, energane, toplinskih razvoda i pneumatskog transporta, te građevinskih objekata za sve industrijske oblasti. Obavlja nadzor nad izvođenjem građevinskih objekata i projektiranih tehnoloških procesa s pripadajućim energetske i strojarškim komponentama, te razvija nove i usavršava postojeće uređaje i opremu iz područja djelatnosti.

#### **PROJEKTIRA I PROVODI**

ekonomsku i tehnološku organizaciju, istraživanje tržišta i razvoj proizvoda.

#### **DAJE POTREBNU INSTRUKTAŽU**

s područja svih grana proizvodnje u drvnj industriji, te specijalističku dopunsku izobrazbu stručnjaka u drvnj industriji.

#### **PREUZIMA IZVOĐENJE SVIH VRSTA ZAŠTITE DRVA**

protiv insekata, truleži i požara za potrebe drvne industrije i šumarstva (zaštita trupaca i građe) i u građevinarstvu (zaštita krovšta, građ. stolarije i ostalih drvnih konstrukcija)

#### **ATESTIRA, ISPITUJE I DAJE UPUTE ZA PRIMJENU**

ljepila, sredstava za površinsku obradu i zaštitu drva, te pokućstva i ostalih proizvoda drvne industrije.

#### **BAVI SE IZDAVAČKOM I NAKLADNIČKOM DJELATNOSTI**

s područja drvne industrije.

#### **ODRŽAVA DOKUMENTACIJSKI I PREVODILAČKI SERVIS**

domaće i inozemne stručne literature.

Za izvršenje prednjih zadataka Institut raspolaže odgovarajućim stručnim kadrom i suvremenom opremom.

#### **U SVOM SASTAVU IMA LABORATORIJE ZA:**

- ispitivanje kvalitete namještaja,
- ispitivanje kvalitete drva i ploča,
- ispitivanje ljepila, te sredstva za zaštitu drva i sredstva za površinsku obradu drva.
- poluindustrijsku proizvodnju ploča.