

Građenje mostova na šumskim cestovnim prometnicama primjenom lameliranog drva*

CONSTRUCTION OF BRIDGES ON FOREST ROADS BY USE OF LAMINATED WOOD

Prof. dr. Ninoslav Lovrić
dipl. ing. šumarstva i građevinarstva
Šumarski fakultet, Zagreb

UDK 630:832.286

Prispjelo: 3. svibnja 1990.
Prihvaćeno: 15. listopada 1990.

Prethodno priopćenje

S a ž e t a k

U ovom izlaganju prikazano je građenje drvenih mostova ili, kako se često nazivaju, šumskih mostova, na području šumskih kompleksa. Svrha izlaganja je prikaz sadašnje upotrebe klasičnog drvnog materijala pri građenju mostova na šumskim cestovnim prometnicama, kako bi se usporedbom s građenjem lameliranim drvom uočila tehničko-ekonomska prednost lameliranog drva u izgradnji ovih mostova.

Ključne riječi: lamelirano drvo — cestovne prometnice — građenje drvenih mostova

S u m m a r y

The paper reviews the construction of wood bridges often referred to as the forest bridges, in forest areas. The scope of the paper is the representation of the present use of standard wood material in construction of bridges on forest roads, showing the advantage from the economic and technical point of view, in construction of bridges by use of laminated wood.

Key words: laminated wood — roads — construction of wood bridges (v. k.)

1. UVOD

Način građenja i izbor materijala za gradnju šumskih cestovnih mostova obavlja se prema potrebama, odnosno zahtjevima prometa šumskih transportnih sustava. Za šumskogospodarske potrebe osobito je važna grupa drvenih mostova poznatih pod nazivom mali mostovi svijetlog raspona od 3,0 m do najviše 10,0 m.

Za gradnju i rekonstrukciju tih mostova nije potrebna tehnička dokumentacija, odnosno građevna dozvola na osnovi Zakona o izgradnji objekata, što je obvezno za mostove na javnim prometnicama. Naime, šumski mostovi služe samo za eksploataciju šuma.

Glavni nosači spomenutih drvenih mostova grade se primjenom klasičnoga drvnog materijala, lijepljenog/lameliranog i slojevitog te prednapregnutoga lameliranog drva. Prema tome, razlikujemo slijedeće kategorije mostova građenih od navedena tri materijala: od klasičnoga, lameliranog i prednapregnutog lameliranog konstrukcijskog drva. Konkurentni građevni materijal za mostove je kamen, opeka, beton, armirani beton i čelik, a mostovi zidani od tih materijala nazivaju se masivnim mostovima.

2. PRIKAZ OBRADJE TEMATSKOG IZLAGANJA

Za obradu ove tematike, osim primjene kriterija tehnike analize, poslužit će i podaci operativnih planova i projekata šumske cestovne mreže nekih šumskih gospodarstava. Ta se praktična metoda bazira na tehničko-tehnološkim osnovama, a njezinom je primjenom omogućeno utvrđivanje i dobivanje utjecajnih činilaca, odnosno nužnih parametara za rješavanje problematike upotrebe konstrukcijskog drva za gradnju šumskih mostova.

Na taj je način definiran postupak kojim se može odrediti stupanj i veličina utjecaja pojedinih navedenih parametara, a time je ujedno određen i koncept izlaganja.

3. PODRUČJE RJEŠAVANJA ZADANE TEMATIKE

Razmatranje gradnje šumskih mostova u ovom slučaju odnosi se na šumske komplekse s gospodarskim jedinicama privrednog značenja ili, kako se još nazivaju, na produktivne šume, a manje na šume koje imaju zaštitnu, estetsku i rekreativnu ulogu.

Šumski predjeli navedenog područja pripadaju transportnom sustavu izvlačenja ili prijevoza,

* Referat sa znanstveno-stručnog savjetovanja o projektiranju i izvodenju suvremenih drvenih konstrukcija, održanog u Cavtatu od 11. do 13. listopada 1989. u organizaciji Saveza inženjera i tehničara Srbije.

ovisno o načinu transporta drva od mjesta obaranja stabala (od panja) i eventualne izrade do glavnog stovarišta ili potrošača. Budući da između mreže šumskih cestovnih prometnica u pojedinim predjelima postoje razlike s obzirom na njihovu izgradnju i promet na njima, na tim je prometnicama potrebno graditi mostove različite kategorije. Na osnovi dobivenih podataka, na područjima transportnog izvlačenja česta je kategorija šumskih mostova s klasičnim konstrukcijskim drvnim materijalom, a u posljednje vrijeme i s lameliranim. U predjelima transportnog sustava prijevoza, osim mostova s klasičnim, grade se i mostovi s lameliranim konstrukcijskim drvom.

4. GRADNJA MOSTOVA NA ŠUMSKOJ CESTOVNOJ MREŽI TRANSPORTNOG SUSTAVA IZVLAČENJA

Prijenos drvene mase u transportnom sustavu izvlačenja iz šume obavlja se besputnim terenom, traktorskim cestama i stazama, odnosno šumskom cestovnom mrežom niže kategorije, tzv. šumskim vlakama. Na takvim se cestovnim pravcima izgrađuju šumski mostovi ili propusti (mali mostovi niskih raspona) s primitivnom izvedbom gornjega i donjeg stroja. Većinom imaju jednostavne gradne nosače raspona 3,0 do 10,0 m, ovisno o prometnom opterećenju. Za gornji stroj mosta upotrebljava se sirovo drvo dopremljeno iz okoline, a glavni su nosači s okruglim poprečnim presjekom, prirodno obli i grubo otesani trupci, odnosno klasično drvo. Ti se nosači ne dimenzioniraju prema propisanom opterećenju za javne mostove, već prema stvarnom opterećenju pojedinih mostova. Donji se stroj također gradi od drvnog materijala iz okoline ili drugog odgovarajućeg materijala. Gornji stroj tih privremenih mostova često je prenosiv, a drvna se građa tih objekata nakon završetka eksploatacije šumskog kompleksa nastoji iskoristiti za daljnju preradu drva. Ako je upotrebljivost te građe višestruka, preporučuje se izrada glavnih nosača od lijepljenog lameliranog drva, i to zbog ekonomskih, funkcionalnih i estetskih prednosti, a naročito zbog njegove trajnosti.

5. ŠUMSKI CESTOVNI MOSTOVI U TRANSPORTNOM SUSTAVU PRIJEVOZA I U ŠUMAMA S DRUGIM FUNKCIONALNIM POTREBAMA

Za šumske cestovne mostove transportnog sustava prijevoza bitno je naglasiti da su oni sastavni dio cestovne mreže, odnosno funkcionalno optimalnih sustava, čiji je cilj prijenos drvene mase na racionalan način. Ti se mostovi, zbog troškova njihove gradnje, odnosno negativnog utjecaja na ekonomičnost cijelog uređajnog otvorenja šumskog kompleksa, ne mogu promatrati kao samostalni objekti. Činjenica je da su troškovi grad-

nje mostova po tekućem metru 50-struko do 200-struko veći od troškova gradnje šumskih cesta po tekućem metru, pa se pri projektiranju mreže cesta za otvaranje šuma katkad moraju izabrati čak tehnički nepovoljnije varijante da bi se izbjegla gradnja mostova. Međutim, treba uzeti u obzir i varijantu gradnje mosta s lameliranim drvom, jer je ono jeftinije po tekućem metru šumske ceste, i time se odlučiti za ekonomičniju varijantu. Pri gradnji javne cestovne mreže, pri kojoj je primarni uvjet što ispruženija linija gradnje, ne dolazi u obzir navedeni izbor varijanata, tj. izbjegavanje građenja mostova.

Šumska cestovna mreža prijevoza priključena je na javnu i služi potrebama gospodarenja šumama da bi se omogućila vožnja motornim vozilima u toku cijele godine. Šumski mostovi te cestovne mreže redovito su dimenzionirani za opterećenja jednake nosivosti kao i javni, ali su, s obzirom na voznu površinu, jednostavnije izvedbe i obično imaju jednu voznu traku. Zbog šumskih cestovnih prometnica male prometne gustoće i intenziteta opterećenja obično se ne izvode pješački prolazi ni ograde.

Nakon Drugoga svjetskog rata pa do približno 1970. godine svi objekti šumskoga transportnog sustava prijevoza grade se pretežno od drvnoga konstrukcijskog materijala. Pod pojmom konstrukcijskog materijala smatraju se sve kategorije klasičnoga, lijepljenog lameliranog i prenapregnutoga lijepljenog lameliranog drva. Na glavnim šumskim cestama kao stalnim prometnicama gradili su se mostovi s jednostavnim i složenim glavnim nosačima, sa sedlima, kosnicima i razuporama, a malokad sa zategama i daščanim nosačima. Pri takvoj gradnji mostova u transportnom sustavu prijevoza na glavnim i sporednim cestama upotrebljavano je klasično drvo, prosušeno ili sirovo, četinjavo ili bjelogorično, koje je katkad premazivano antiseptičkim sredstvima. Nakon tog vremena, tj. otprilike od 1970. do 1985. godine, postepeno se smanjuje upotreba drva za gradnju mostova i propusta na glavnim šumskim cestama, a vrlo rijetko i na sporednim cestama najniže kategorije. Umjesto drvnog konstrukcijskog materijala, za gradnju objekata transportnog sustava prijevoza upotrebljava se beton, armirani beton, prenapregnuti beton i čelik, pri čemu se od čelika izrađuju glavni nosači, a od klasičnog drva pomost. Glavni razlog takve gradnje jest smanjena nosivost drvenih mostova u odnosu prema povećanim pritiscima osovina prometnih vozila, zatim mala trajnost drva u konstrukciji, nestajica drvnog materijala, visoki troškovi održavanja i ostalo.

U najnovije vrijeme, odnosno od 1985. godine, nastale su promjene u konkurentnosti primjene drva u građenju objekata transportnog sustava prijevoza u usporedbi s drugim materijalima. Drvo kao građevni materijal vrlo često ima mnoge prednosti, a promjena je nastala zbog sve veće i šire mogućnosti upotrebe lijepljenog drva, od-

nosno zbog novih metoda građenja industrijski proizvedenim drvnim materijalom, te zbog upotrebe savršenijih konzervansa, koji također osiguravaju i povoljniju upotrebu klasičnog drva.

U šumama sa zaštitnom, rekreativnom i estetskom funkcijom grade se mostovi različitih konstrukcija odnosno kategorija, ali je potrebno naglasiti da je, osim klasičnoga, vrlo česta i primjena lameliranoga lijepljenog i prednapregnutog lameliranog drva, i to zbog već navedenih prednosti.

6. PERSPEKTIVA GRADNJE ŠUMSKIH CESTOVNIH MOSTOVA PRIMJENOM DRVNOGA KONSTRUKCIJSKOG MATERIJALA

Napredak i razvojne tendencije mogu se odrediti usporedbom sadašnjeg stanja u gradnji mostova na šumskim cestovnim prometnicama sa stanjem u prošlom vremenskom periodu. Gradnja novih šumskih mostova ponajprije ovisi o razvoju gospodarstva šumama. U svakom slučaju, već se sada može predvidjeti da će prioritet imati metode građenja mostova koje imaju ove prednosti:

- što niže troškove gradnje u odnosu prema gradnji šumskih cestovnih prometnica;
- brzu i jednostavnu izvedbu te osiguranu dopremu građevnog materijala na mjesto izvedbe;
- što manje dimenzije konstrukcijske mase mosta.

Ako se uzmu u obzir navedene prednosti, vidljivo je da će se i ubuduće širiti primjena svih kategorija drvenih mostova na šumskim cestovnim prometnicama.

Prema podacima iz literature, u evropskim zemljama (Češko-Slovačkoj, Švicarskoj, Austriji, Njemačkoj i Švedskoj) u šumskim se predjelima, osim drvenih mostova, grade i betonski, armiranobetonski, prednapregnuti betonski i čelični mostovi. Međutim, u SSSR-u i SAD većinom se grade mostovi šumskih transportnih sustava primjenom konstrukcijskog drva, ali i mostovi na cestovnoj mreži javnog prometa. U SAD je ekonomskom analizom ustanovljeno da su, uz trajnost 40 do 50 godina pri serijskoj gradnji, drveni mostovi manjeg raspona od impregniranog drva 1,5 puta jeftiniji od čeličnih, a armiranobetonski 3,1 puta skuplji od drvenih.

Osnovni uvjeti uspješne konstrukcije građevinskih objekata primjenom različitih građevnih materijala jesu trajnost, postojanost oblika i povoljne odnosno niske cijene gradnje. Drvene konstrukcije u gradnji objekata mogu potpuno i uspješno udovoljiti navedenim zahtjevima u konkurentskoj borbi s ostalim materijalima. Kako je već rečeno, posebnu pažnju treba pridati upotrebi lijepljenog drva, uz klasično, konzervirano novim, sigurnim konzervansima. No, pri izboru drvnog materijala za gradnju objekata preporučljivo je i nužno upotrijebiti onaj materijal za koji se s tehničko-ekonomskog i gospodarskog stanovišta dokaže opravdanost njegove primjene. Konačno, važno je spomenuti upotrebu prednapregnutoga lijepljenog lameliranog drva, koje se danas primjenjuje za gradnju objekata visokogradnje, a uspješno je i u građenju mostova na šumskim cestovnim prometnicama.

7. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog izlaganja je upoznavanje stručne javnosti sa specifičnim obilježjima šumske cestovne mreže, uz opravdanost upotrebe lameliranoga konstrukcijskog drva pri gradnji šumskih mostova transportnih sustava. Uočeno je da je u pojedinim vremenskim periodima upotreba drvnog konstrukcijskog materijala pri gradnji šumskih mostova na području šumskih kompleksa bila neujednačena. Upozorava se na tendencije daljnje upotrebe te vrste drva u nas, uz oslanjanje na suvremena iskustva nekih zemalja u racionalnom gospodarenju šumama.

LITERATURA

- [1] Bađun, S., Komparativna ocjena kvalitete smrekovine SSSR-a i dvije domaće vrste bora, »Drvna industrija«, br. 5/6, Zagreb, 1977.
- [2] Flegl, S., Gradnja mostova, Nakladni zavod Hrvatske, Zagreb, 1950.
- [3] Horvat, I., Drvo, Tehnička enciklopedija, sv. I, Zagreb
- [4] Hrulev, V. M., Derevanje konstrukcij i detalji, Moskva strojizdat, 1975.
- [5] Lovrić, N., Mogućnost primjene centralnog izvlačenja kod planiranja šumskih transportnih sustava (disertacija), Zagreb, 1976.
- [6] Lovrić, N., Primjena konstrukcionog drva u izgradnji objekata šumskih transportnih sistema, »Šumarski list«, br. 1/2, Zagreb, 1980.
- [7] Lovrić, N., Izvedba drvenih konstrukcija lijepljenim prednapregnutim materijalom, »Građevinar«, br. 8, Zagreb, 1986.
- [8] Gojković, M., Drvene konstrukcije, Naučna knjiga, Građevinski fakultet, Beograd, 1985.
- [9] Mihać, B., Mostogradnja na šumskim putevima i prugama, Univerzitet u Sarajevu, 1969.
- [10] Sablić, S., Drvene konstrukcije u svijetu i u nas, »Građevinar«, br. 2, Zagreb, 1976.
- [11] Zagar, Z., Montažni spoj veze uglja lameliranih drvenih okvira, »Drvna industrija«, br. 7/8, Zagreb, 1988.

BIBLIOGRAFSKI PREGLED

U ovoj rubrici objavljujemo sažetke važnijih članaka koji su objavljeni u najnovijim brojevima vodećih svjetskih časopisa s područja drvne industrije. Sažeci su na početku označeni brojem Oxfordske decimalne klasifikacije, odnosno Univerzalne decimalne klasifikacije. Zbog ograničenog prostora ove preglede donosimo u veoma skraćenom obliku. Međutim, skrećemo pozornost čitateljima i pretplatnicima, kao i svim zainteresiranim poduzećima i osobama, da smo u stanju na zahtjev izraditi po uobičajenim cijenama prijevode ili fotokopije svih članaka koje smo ovdje prikazali u skraćenom obliku. Za sve takve narudžbe ili obavijesti izvanite se obratiti Uredništvu časopisa ili Tehničkom centru za drvo, Zagreb, Ul. 8. maja 82.

630*824.8 — M. Scheithauer M., Merker, O., Aehlig, K., Hoferichter, E.: **Karakterizacija UF-smola s obzirom na otpuštanje formaldehida.** (Charakterisierung von UF-Harzen bezüglich ihrer Formaldehydabgabe) Holz Roh-u. Werkstoff 47 (1989), 11, 457—461.

Dosadašnje metode za karakterizaciju tekućih UF-smola ne daju mogućnost zaključivanja o emisiji formaldehida iz gotovih drvnih materijala. Prikladnije za te svrhe je određivanje otpuštanja formaldehida iz otvrdnutih UF-smola. Modificirana češka Perforator-metoda (ČSN) pokazala je izvjesne prednosti zbog bolje korelacije među perforator-vrijednostima čistih UF-smola i odgovarajućih iz njih izrađenih ploča, kao i zbog mogućnosti razlikovanja sličnih UF-smola.

U članku je dalje opisana WIHS 337 — metoda, koja je primjenjiva za rutinsku kontrolu kvalitete UF-smola kao i za izradu receptura za tehnološke pokuse.

630*824.8 — Vazquez, G., Antorrena, G., Parajó, J., Francisco, J. L.: **Proizvodnja ljepila za drvo polikondenzacijom fenolnih kiselina iz kore Pinus pinaster s rezolima.** (Preparation of wood adhesives by polycondensation of phenolic acids from Pinus pinaster bark with resoles). Holz Roh-u. Werkstoff 47 (1989), 12, 491—494.

Fenolne kiseline ekstrahirane su iz kore Pinus pinaster s 1% -nom NaOH. Iz ekstrakta dobivene su polikondenzacijom s rezolima razne smole. Do 33% fenola moglo se zamijeniti fenolnim kiselinama. S tim smolama izrađene su 5-slojne ploče od drva bora i eukaliptusa i ispitivane prema BS 1455 63. U nekim slučajevima dobiveni rezultati daju poticaj za daljnja istraživanja.

630*84 — Bringezu, St.: **O ispitivanju i ocjenjivanju pogodnosti za okolinu zaštitnih sredstava za drvo.** (Zur Prüfung und Bewertung der Umweltverträglichkeit von Holzschutzmitteln). Holz Roh-u. Werkstoff 47 (1989), 10, 421—425.

Zaštitna sredstva za drvo mogu se učiniti pogodnijima za okolinu ako se, prvo, udio kemijskih zaštitnih sredstava ograniči na potrebnu mjeru i drugo, ako se upotrebe djelotvorna i ujedno za okolinu pogodna zaštitna sredstva. U članku su prikazani ciljevi i težišta ispitivanja i ocjenjivanja ekološke pogodnosti zaštitnih sredstava. Od presudne važnosti je pri tome izdvojena količina djelotvorne supstance zaštitnog sredstva iz obrađenog drva (ispiranje, isplinjivanje), koja bi zbog što trajnije djelotvornosti i što manjeg opterećenja okoline trebala biti što manja.

U članku su nadalje razmatrani putovi unošenja aktivnih dijelova zaštitnih sredstava u okolinu tokom skladištenja, transporta, ugradnje impregniranog drva kao i mogućnosti unošenja raspadnih dijelova zaštitnih sredstava u okolinu prilikom njihovog uništavanja npr. izgaranjem, te su na primjerima ispiranja nefiksiranih, još ne fiksiranih i fiksiranih zaštitnih soli i organskih supstanci prikazani problemi i neka praktična iskustva u primjeni pri ocjenjivanju pogodnosti zaštitnih sredstava za drvo sa stanovišta ekologije.

630*862.1 — Topf, P.: **Ponašanje ploča s mineralnim vezivima pri gorenju.** (Brandverhalten von mineralisch gebundenen Platten). Holz Roh-u. Werkstoff 47 (1989), 10, 415—419.

Dobro ponašanje pri gorenju mineralnim vezivima izrađenih ploča pripisuje se malom sadržaju organskih tvari i kristalnoj vodi u vezivu. Sistematska istraživanja ponašanja pri gorenju takovih ploča nisu poznata. Istraživanja ogrjevne moći, odavanja topline, razvijanja dima i toksičnosti u Japanu i Njemačkoj pokazuju dobru korelaciju s odnosom drvo-vezivo. Gustoća utječe na povišenje temperature pri pokusu na negorivost samo unutar prvih 15 minuta.

Internacionalni propisi za ispitivanje gorenja se jako razlikuju. Zahtijevaju se pri tomu pokusi o površinskom rasprostranjenju i otpuštanju topline, a u pojedinim

zemljama i dodatni dokazi o razvijanju dima i o toksičnosti. U većini zemalja se mineralno vezane ploče iverice klasificiraju kao negorive.

630*862.2 — Hilbert, Th., Lempfer, K.: **Prikladnost raznih sirovina za proizvodnju sadrom vezanih ploča iverica.** (Eignung verschiedene Rohstoffe zur Herstellung gipsgebundener Spanplatten). Holz Roh-u. Werkstoff 47 (1989), 5, 199—205.

Istraživana je prikladnost 10 srednje evropskih vrsta drva i 27 sadrenih veziva za proizvodnju ploča iverica polusuhim postupkom. Kao vezivo je upotrebljena prirodna sadra i razne vrste industrijski dobivenih sadri (npr. pri otsumporavanju dimnih plinova, proizvodnji fosforne kiseline) u obliku alfa i beta-poluhidrata. Bolja svojstva ploča postignuta su s vrstama drva manje gustoće (0,55 g/cm³) u usporedbi s vrstama veće gustoće. Granulometrijska i morfološka svojstva veziva nemaju značajniji utjecaj na čvrstoću ploča. Zbog toga je polusuhi postupak upravo podesan za iskorištavanje industrijskih vrsta sadre.

630*862.2 — Boehme, C.: **Praktična iskustva ispitivanja ponašanja tankih ploča iverica pri savijanju.** (Praktische Erfahrungen bei der Prüfung des Biegeverhaltens dünner Spanplatten). Holz Roh-u. Werkstoff 47 (1989), 5, 185—190.

U radu je istraživana utjecaj raznih u literaturi i normama predlaganih parametara na čvrstoću na savijanje tankih ploča iverica. Varirana je debljina, udaljenost uporišta, promjer podupirača i trna pri ispitivanju na 3 točke kao i širina epruveta, a ispitivana gustoća, čvrstoća na savijanje modul elastičnosti pri savojnom opterećenju. Rezultati ispitivanja podvrgnuti su regresijskoj analizi. Za većinu istraživanih parametara ustanovljen je signifikantan utjecaj na savojna svojstva, i to u okviru pojedinih debljina kao i u ukupnom području debljine.

prof. Z. Smolčić-Zerdk