

Krstan LAKETIĆ, dipl.inž.grad.¹
Čedo ANDRIĆ, dipl.inž.grad.¹
Prof. dr Boško STEVANOVIĆ, dipl.inž.grad.²

ZNAČAJNI OBJEKTI OD LEPLJENOG LAMELIRANOG DRVETA IZVEDENI U SRBIJI

0352-2733,46 (2013), p. 371-399

UDK: 624.011.1(497.11)
STRUČNI ČLANAK

Rezime

Primena lepljenog lameliranog drveta, kao konstruktivnog materijala u Srbiji je tokom poslednjih desetak godina u konstantnom usponu. U prethodnoj državi - SFRJ, postojale su tri fabrike lepljenih lameliranih konstrukcija, i to u Hrvatskoj, Sloveniji i Bosni i Hercegovini, pa samim tim konstrukcije od lepljenog lameliranog drveta nisu bile dovoljno zastupljene na prostoru Srbije. Nakon raspada SFRJ, a zahvaljujući entuzijazmu pojedinaца emotivno vezanih za drvene konstrukcije, primena ovih konstrukcija na prostoru republike Srbije je postala

¹“PIRAMIDA”, d.o.o., Sremska Mitrovica

² Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Beograd
Rad primljen novembra 2013.

značajna. U radu su prikazani značajniji objekti sa konstrukcijom od lepljenog lameliranog drveta koji su izvedeni u Srbiji, sa opisom karakteristika koje su vezani za drvenu konstrukciju

Ključne reči: drvo, lepljeno lamelirano drvo, drvene konstrukcije

IMPORTANT GLUED LAMINATED TIMBER CONSTRUCTIONS BUILT IN SERBIA

Abstract

Glued laminated timber has been increasingly used as a building material in Serbia over the last ten years. In the former state of SFRJ, there were three factories of glued laminated structures, in Croatia, Slovenia and Bosnia and Herzegovina, therefore the structures of glued laminated timber were underrepresented on Serbian territory. After the breakup of SFRJ, thanks to the enthusiasm of individuals dedicated to wooden structures, using of these structures in the Republic of Serbia is on the rise. This paper presents major buildings constructed with glued laminated timber in Serbia, with a description of the characteristic features related to the timber structure.

Keywords: timber, glued laminated timber, timber constructions

1. UVOD

Lepljeno lamelirano drvo (*Glued Laminated Timber* = *Glulam*) podrazumeva proizvod dobijen lepljenjem dasaka relativno male debljine poprečnog preseka (oko 30mm) i male dužine, u konstruktivne elemente visine poprečnog preseka i do 2,5m, a dužine i do 40m. Dužina i visina pojedinačnih drvenih elemenata ograničena je uslovima proizvodnje, kao i transportnim uslovima. Lepljenje pojedinačnih dasaka se vrši vodootpornim lepkovima visokih mehaničkih karakteristika, namenski proizvedenih za upotrebu u drvenim konstrukcijama. Tehnologija proizvodnje lepljenog lameliranog drveta omogućava oblikovanje najrazličitijih ravnih i lučnih formi nosača, kao i njihovnih kombinacija. Kao osnovni materijal za proizvodnju nosača od lepljenog lameliranog drveta, u najvećem broju slučajeva koristi se četinarsko drvo - smreka, iako se za istu namenu mogu koristiti i jela, bor, ariš, kao i hrastovina i druge vrste "tvrdog" drveta. Raznim tretmanima površinske zaštite pospešuje se trajnost drveta u konstrukcijama, bez obzira da li su izloženi atmosferilijama ili ne. Takođe je moguće, u zavisnosti arhitektonskih zahteva po pitanju boje, bojiti nosače odgovarajućim bojama.

Primena lepljenog lameliranog drveta datira još od 1855 godine, od kada je zabeleženo nekoliko objekata u Engleskoj. Prvi patent za lepljeno drvo registrovan je u Nemačkoj 1906. godine. Neposredno nakon toga proiz-

vodnja lepljenih nosača počinje u Švedskoj 1909. god. i u Americi 1934. Primena tadašnjeg sistema lepljenja nije omogućavala primenu lepljenog drveta u spoljašnjim sredinama jer su nosači bili podložni delaminaciji - lepak nije bio vodootporan i lamele su se razlepljivale. Od 1942. god., u Americi je uveden lepak na bazi fenol rezorcina koji je bio vodootporan, što je omogućilo primenu lepljenog lameliranog drveta u proizvoljnim uslovima sredine. Ovim je napravljen veliki pomak u tehnologiji proizvodnje i primeni lepljenog lameliranog drveta.

Tokom pretrhodnih stotina godina, od kada je lepljeno lamelirano drvo u upotrebi i na tržištu, izveden je veliki broj objekata u svetu i kod nas, sa konstrukcijom od lepljenog drveta raspona i preko sto metara. Primenom proizvoljnih formi, te premazivanjem drveta toniranim premazima pojačan je utisak velebnosti i lepote drvene konstrukcije.

Na našim prostorima primena lepljenog lameliranog drveta datira iz perioda SFRJ kada su ovaj proizvod na tržište plasirala tri proizvođača: GAJ iz Podravske Slatine u Hrvatskoj, KRIVAJA iz Zavidovića u Bosni i HOJA u Sloveniji. Raspadom SFRJ preduzeće GAJ se raspada na dva preduzeća koja i dalje na tržište plasiraju lepljeno lamelirano drvo: DRVENE KONSTRUKCIJE iz Podravske Slatine u Hrvatskoj (preduzeće koje je u stvari naslednik nekadašnjeg GAJa), i LAMINA INŽENJERING iz Lukavca u Bosni i Hercegovini.

U Srbiji se proizvodnjom nosača od lepljenog lameliranog drveta bavi firma PIRAMIDA iz Sremske Mitrovice.

Firma PIRAMIDA iz Sremske Mitrovice je osnovana 1996. godine. Znanje vlasnika firme i zaposlenih, stečeno na upravljačkim i drugim pozicijama u GAJ-u, kao i zapošljavanje odgovarajućih inženjera i drugih stručnjaka iz oblasti drvenih konstrukcija omogućilo je organizovanje projektovanja, proizvodnju i montažu lepljenih lameliranih konstrukcija na teritoriji Srbije i drugih država u regionu, kao i u inostranstvu.

Fabrika lepljenih konstrukcija PIRAMIDA poseduje tehnologiju potrebnu za proizvodnju nosača od lepljenog lameliranog drveta počevši od smeštajnih kapaciteta za lager osnovnog materijala, sušare za sušenje građe, linije za podužno nastavljanje dasaka - formiranje lamela, nanosačicu dvokomponentnog melaminskog lepila kao i nanosačicu jednokomponentnog poliuretanskog lepila, stegače i prese za mehaničko oblikovanje i lepljenje nosača proizvoljne geometrijske forme, mašinu za dvostrano hoblanje nosača, kao i kapacitete za doradu i zaštitu nosača. PIRAMIDA je takođe opremljena za samostalno obavljanje transporta svih pojedinačnih elemenata lepljene lamelirane drvene konstrukcije, kao i za montažu konstrukcija u projektovani položaj. Na slici 1 prikazan je deo proizvodnog pogona firme PIRAMIDA koji se odnosi na podužno nastavljanje drvenih lamela – dasaka i deo magacinskog prostora.



Slika 1.- *Linija za podužno nastavljnje lamela i magacinski prostor*

Tokom poslednjih skoro dvadeset godina PIRAMIDA je izgradila veliki broj objekata od lepljenog lameliranog drveta na teritoriji Srbije i drugih država u regionu, kao i u inostranstvu.

2. ZNAČAJNIJI OBJEKTI OD LEPLJENOG LAMELIRANOG DRVETA IZVEDENI NA OVIM PROSTORIMA

2.1. Krovna konstrukcija zatvorenog bazena u Kragujevcu

Krovna konstrukcija dimenzija u osnovi 51,40 x 59,60m u Kragujevcu je rešena bez međuoslonaca uvođenjem centralnog prostornog rešetkastog nosača koji nosi sekundarne krovne ravni. Prostorni rešetkasti nosač je sastavljen od tri nosača statičkog sistema luka na tri zgloba sa zategom koji su međusobno spregnuti dijagonalnim i horizontalnim štapovima u prostornu rešetku. Nosač sa zategom u svojoj ravni premošćava raspon od 51,40m. Glavni nosači su postavljeni na međusobnom razmaku od 7,45m. Na glavne nosače se oslanjaju sekundarni nosači sistema proste grede raspona 22,35m - nosači sekundarnih krovnih ravni.

Glavni nosač je statičkog sistema lučnog nosača sa zategom, dimenzija poprečnog preseka $b/h = 40 \times 153,6\text{cm}$ i drvenom zategom dimenzija $b/h = 40 \times 80\text{cm}$. Težina sklopljenog nosača je oko 30 tona. Sila u zatezi za najnepovoljnije opterećenje je 1698 kN.

Krovni pokrivač objekta je napravljen od sendvič panela prevučenih hidroizolacionom folijom.

Sve veze u objektu su rešene kao čelične veze namenski oblikovane za prenos uticaja dobijenih statičkim proračunom. Prilikom izrade čeličnih veza korišćeni su



Slika 2.- Glavni nosač pre podizanja u projektovani položaj

standardni konstrukcioni čelici, završno zaštićeni toplim cinkovanjem.

Svi nosači od drveta su zaštićeni površinskim impregnacijama, lazurnim premazima. Nije vršeno premazivanje drvene konstrukcije protivpožarnim premazima jer su preseći dovoljno veliki da izdrže požar u predviđenom trajanju.

2.2. Krovna konstrukcija sportske dvorane u Indiji

Krovna konstrukcija oblika kalote gabarita 71 x 85m, maksimalnog raspona glavnog nosača u ravni 53,60m. Konstrukcija je rešena formiranjem prostorne forme od lepljenog lameliranog drveta u kombinaciji sa čeličnim

rešetkastim nosače. Projektovanim statičkim sistemom, glavni nosači sistema luka na tri zgloba, maksimalnog raspona 53,6m, su međusobno povezani rožanjačama u drugom pravcu, koje su, osim na savijanje, angažovane i na aksijalne uticaje i vrše rasterećenje glavnih nosača, to jest, omogućavaju prostorni rad konstrukcije. Povezivanjem glavnih lučnih nosača tačkasto za čeličnu “kičmu” objekta se takođe vrši rasterećenje glavnih nosača.

Oblikovanjem nosača u skladu sa njihovim položajem u konstrukciji, a prema tačno definisanom crtežu urađenom u 3D, ispoštovan je arhitektonski zahtev za formom kalote po kojoj se rožnjače vode posebno utvrđenim trajektorijama.

Krovni pokrivač objekta je panel napravljen od limova oblikovanih na licu mesta prema krivini krovne površi.



Slika 3.- Krovna konstrukcija sportske dvorane u Indiji

Sve veze u objektu su rešene kao čelične veze namenski oblikovane za prenos uticaja dobijenih statičkim proračunom. Prilikom izrade čeličnih veza korišćeni su standardni konstrukcioni čelici, završno zaštićeni osnovnim i završnim premazom.

Svi nosači od drveta su zaštićeni površinskim impreg-nantima, lazurnim premazima. Nije vršeno premazivanje drvene konstrukcije protivpožarnim premazima, jer su preseki dovoljno veliki da izdrže požar u predviđenom trajanju.

2.3. Pešački most preko reke Crni Timok u Zaječaru

Poznata forma “gazele” sa čeličnim kosim stubovi-ma i lučnim nosačima od lepljenog lameliranog drveta je primenjena za “preskakanje” raspona od 42m između tačaka oslonaca drvenih nosača i 29m između tačaka oslonaca čeličnih stubova.

Statički sistem mosta je sastavljen od dva luka na tri zgloba sa prepustima, na stranama i srednjom aksijalno opterećenom ovešanom gredom. Glavni nosači su međusobno povezani rožnjačama koje nose kolovoznu konstrukciju. Prostorna stabilnost mosta je obezbeđena uvođenjem čeličnih dijagonala u polja između rožnjača i sprežanjem glavnih nosača.

Most je širok 3m i služi isključivo za pešački saobraćaj. Kompletan gornji sloj mosta je napravljen od drveta pa i kolovozna konstrukcija, to jest pod. Zbog izloženosti at-



Slika 4.- Pešački most u Zaječaru

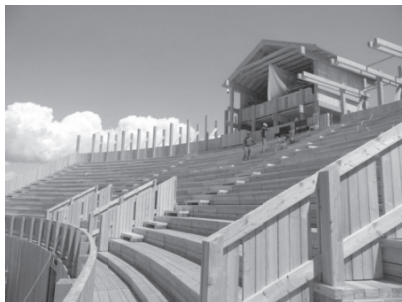
mosferskim uticajima prilikom izrade konstrukcije mosta kao osnovni materijal je korišćena borovina.

Sve veze u objektu su rešene kao čelične veze namenski oblikovane za prenos uticaja dobijenih statičkim proračunom. Prilikom izrade čeličnih veza korišćeni su standardni konstrukcioni čelici, završno zaštićeni osnovnim i završnim premazom.

Svi nosači od drveta su zaštićeni površinskim impregnantima, lazurnim premazima.

2.4. Rekonstrukcija rimskog amfiteatra u Starom Kostolcu - Viminacium

Primenom lepljenog lameliranog drveta urađena je rekonstrukcija rimskog amfiteatra u kombinaciji moderne i klasične arhitekture, te tesarskih i modernih veza. Nosači su napravljeni od ariša. Zbog osobina primenjenog materijala nije korišćena nikakva zaštita od propadanja u uslovima spoljašnje sredine.



Slika 5.- *Drveni amfiteatar u Starom Kostolcu*

Gledalište koje može da primi 1500 gledalaca je formirano na tribinama koje su preko niza stubova oslonjenje na temeljnu konstrukciju u tlu. U sklopu rekonstrukcije je urađena i rekonstrukcija vizitorske kule osmatračnice, te ulazni portal i trijumfalna kapija na ulazu. Takođe su urađeni i zidovi bedema. Kompletne konstrukcije kao i obloge konstrukcije koje simbolišu zidove su urađeni od drveta. Kako bi se postigao bolji arhitektonski efekat nije vršeno oblaganje svih zidova kako bi posmatrač mogao da zaviri u “telo” objekta te na taj način dobio uvid u primenu drveta u davno prošlim vremenima.

Svi nosači od drveta su ugrađeni bez ikakve zaštite jer je kao osnovni materijal primenjen ariš. Ariš je drvo bogato smolama koje sprečavaju razmenu vlage između

drveta i okolne sredine i na taj način višestruko pospešuju trajnost nosača.

2.5. Krovna konstrukcija zatvorenih bazena u Subotici

Sistemom krovnih nosača statičkog sistema luka na tri zgloba raspona 36m je rešeno natkrivanje zatvorenih bazena u Subotici. Forma primenjena na ovom objektu je jedna od najčešće primenjivanih formi u lepljenom lameliranom drvetu, a oblik nosača je lako napraviti u skladu sa tehnologijom proizvodnje drvenih nosača. Nosači su međusobno povezani rožnjačama raspona 6m. Na glavnu krovnu konstrukciju se kači i krovna konstrukcija aneksa rešena u sistemu prostih greda i pendel stubova.



Slika 6.- Krovna konstrukcija zatvorenih bazena u Subotici

Karakteristično je da je arhitektonskim rešenjem nametnuta forma nesimetričnog rama.

Krovni pokrivač objekta je sendvič panel. Zbog omogućavanja pokrivanja panelom na glavne nosače je na lučnom delu dodat "strešni nastavak" koji produžava pravac krovne ravni do fasade.

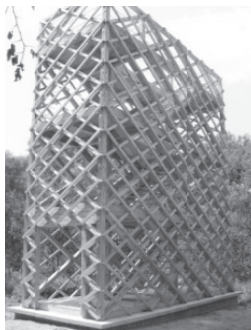
Sve veze u objektu su rešene kao čelične veze namenski oblikovane za prenos uticaja dobijenih statičkim proračunom. Prilikom izrade čeličnih veza korišćeni su standardni konstrukcioni čelici, završno zaštićeni toplim cinkovanjem.

Svi nosači od drveta su zaštićeni površinskim impregnacijama, lazurnim premazima.

2.6. Vizitorska kula u Kupinovu

U okviru rezervata prirode Obedska bara u selu Kupinovu je urađena vizitorska kula osmišljena da oslikava i asocira na arhitekturu "Etno kuće" iz tog kraja. Veza između modernog i klasičnog je rešetkasta obloga kule.

Kula je kompletno napravljena od lepljenog lameliranog drveta, osnovni materijal borovina. Konstrukcija je u osnovi veličine 3,06m x 8,16m, ima tri etaže sa poslednjom etažom na koti +8,60m u odnosu na okolni teren. Prostornom rešetkastom formom objekta je obezbeđen prenos sila na temelje kao i prostorna stabilnost konstrukcije. Svi elementi su iskrojani na tačne mere prema 3D projektu konstrukcije te je na gradilištu samo vršeno uklapanje elemenata u projektovani položaj.



Slika 7.- Vizitorska kula u Kupinovu

Sve veze u objektu su rešene kao čelične veze namenski oblikovane za prenos uticaja dobijenih statičkim proračunom. Prilikom izrade čeličnih veza korišćeni su standardni konstrukcioni čelici, završno zaštićeni toplim cinkovanjem.

Svi nosači od drveta su zaštićeni površinskim impregnacijama, lazurnim premazima.

2.8. Krovna konstrukcija sportske hale hotela “Šumarice” u Kragujevcu

Krovna konstrukcija u formi četvorovodnog krova veličine u osnovi 24 x 42m bez oslonaca je urađena u sistemu lepljenog lameliranog drveta. Karakteristično za

ovaj krov je usvojeni noseći sistem - aksijalno opterećeni štapovi na lomovima krovnih ravni, to jest aksijalno opterećeni grebeni i slemeni nosači. Konstrukcija je rešena uvođenjem aksijalnih uticaja u grebene i slemeni nosač koji svoje reakcije predaju armiranobetonskom skeletu u sklopu zidanog dela objekta - stubovima i horizontalnoj zatezi od armiranog betona. Sprezanjem drvene i betonske konstrukcije omogućen je prenos sila bez međuoslonaca i zatega u ravni nošenja krovnih nosača.

Na glavni aksijalno opterećeni sistem su okačene proste grede u vidu sekundarnog nosećeg sistema, te rožnjače pa zatim rogovi.

Ključna veza u objektu je čvorna veza između dva grebena i slemene grede, u kojoj se vrši prenos sila i obezbeđuje predviđeni rad konstrukcije.

Krovni pokrivač je imitacija crepa.



Slika 8.- Krovna konstrukcija sportske hale u Kragujevcu

Sve veze u objektu su rešene kao čelične veze namenski oblikovane za prenos uticaja dobijenih statičkim proračunom. Prilikom izrade čeličnih veza korišćeni su standardni konstrukcioni čelici, završno zaštićeni farbanjem osnovnim i završnim premazima.

Svi nosači od drveta su zaštićeni površinskim impregnantima, lazurnim premazima.

2.9. Krovna konstrukcija sportske dvorane u Grockoj

Krovna konstrukcija, u sistemu nosača luka na tri zgloba, raspona 37,0m, je urađena za natkrivanje sportske dvorane u Grockoj. Sistem je sastavljen od glavnih nosača postavljenih na rasteru od 5,0m sa ispunom od greda u čvorovima sprega za prijem vetra i obezbeđenje prostorne stabilnosti. Grede ispune ne trpe gravitaciona opterećenja osim sopstvene težine. Svi tereti se predaju direktno glavnim nosačima putem sendvič panela sastavljenog na licu mesta. Donji lim sendviča je dubokoprofilisani lim sposoban za prenos uticaja na rasponu od 5,0m.

Sve veze u objektu su rešene kao čelične veze namenski oblikovane za prenos uticaja dobijenih statičkim proračunom. Prilikom izrade čeličnih veza korišćeni su standardni konstrukcioni čelici, završno zaštićeni farbanjem osnovnim i završnim premazima.

Svi nosači od drveta su zaštićeni površinskim impregnantima, lazurnim premazima.



Slika 9.- *Krovna konstrukcija sportske dvorane u Grockoj*

2.10. Krovna konstrukcija sportske dvorane u Arilju

Sportska dvorana je natkrivena konstrukcijom od lepljenog lameliranog drveta veličine u osnovi 30,35 x 43,80m. Glavni noseći sistem čine ramovi statičkog sistema luka na tri zgloba raspona 30,35m. Moćnost nosača je uslovljena relativno malom strelom luka za ovakav raspon i velikom krivinom nosača u zoni oslonca. Glavni nosači su međusobno povezani sekundarnim sistemom rožnjača. Pored glavnog krova formiraju se i sekundarni krovovi na zabatnim stranama takođe oblikovani primenom lučnih nosača od lepljenog lameliranog drveta.

Krovni pokrivač je sendvič panel.

I u ovom, kao i u prethodnim slučajevima, sve veze u objektu su rešene kao čelične veze namenski oblikovane za prenos uticaja dobijenih statičkim proračunom. Pri likom izrade čeličnih veza korišćeni su standardni konstrukcioni čelici, završno zaštićeni farbanjem osnovnim i završnim premazima.



Slika 10.- *Krovnna konstrukcija*

2.11. Sportske dvorane pokrivenne PVC membranom

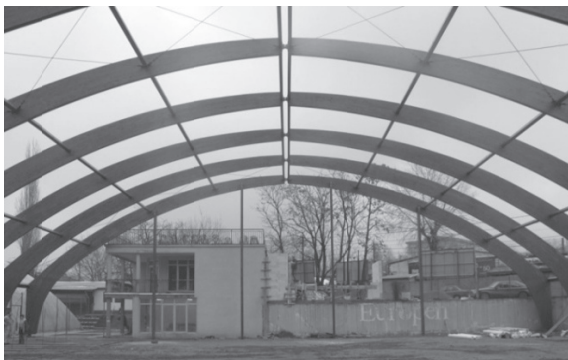
Veliki broj sportskih dvorana pokrivenih PVC membranom je urađen u sistemu lepljenog lameliranog drveta na različitim lokacijama u Srbiji.

Forma objekta se dobija oblikovanjem nosača od lepljenog drveta koji oivičava prostor objekta premoštavanjem raspona od temelja do temelja. Konstrukcija se oblikuje postavljanjem niza nosača statičkog sistema luka na tri zgloba na međusobnom rasteru od oko 5,0m po dužini objekta. Preko glavnih nosača se zatim prevlači PVC membrana i dobija se izolovana sredina.

Glavni nosači se međusobno povezuju rasponkama, gredama koje su upuštene u odnosu na gornju ivicu



Slika 11.- *Sportska dvorana raspona 20,45m*



Slika 12.- *Sportska dvorana raspona 35,35m*



Slika 13.- *Sportska dvorana raspona 20,40m*

kako ne bi učestvovala u prenosu gravitacionih tereta. Rasponke rade u sistemu spregova za prijem vetra i obezbeđenje prostorne stabilnosti objekta.

Glavni nosač sistema luka na tri zgloba može biti oblikovan kao bačvasti ili kao čunasti, već prema nahodjenju projektanta arhitekture.

Sve veze u objektu se rešavaju kao čelične veze namenski oblikovane za prenos uticaja dobijenih statičkim proračunom.

Svi nosači od drveta se štite površinskim impregnacijama, lazurnim premazima.

2.12. Krovna konstrukcija objekta za natkrivanje ostataka Carske palate u Sremskoj Mitrovici

Ostaci Carske palate u Sirmiumu, sadašnjoj Sremskoj Mitrovici, su od propadanja zaštićeni zidanim objektom



Slika 14.- *Krovnna konstrukcija Carske palate u Sremskoj Mitrovici*

sa krovnom konstrukcijom od lepljenog lameliranog drveta. Objekat je u obliku ćiriličnog slova G u osnovi, najvećeg raspona raspona 26,0m.

Krovnna konstrukcija je rešena nizom glavnih nosača statičkog sistema luka na tri zgloba sa zategom na koje se postavljaju sekundarni elementi od masivnog drveta - rožnjače. Pojasevi glavnih nosača su napravljeni od lučnog lepljenog lameliranog drveta, a zatege su napravljene od čelika kako bi se dobio efekat prozračne konstrukcije.

Na skretanju objekta je ugrađen moćan par grebenih nosača koji presecaju tipske glavne nosače. Grebeni nosači su statičkog sistema luka na tri zgloba sa zategom. Međusobno su spregnuti sistemom rožnjača i ukršetnih

čeličnih dijagonala. Grebeni nosači premoštavaju raspon od 36,80m.

Krovni pokrivač je sendvič pravljen na licu mesta za završnim slojem od ravnog falcovanog lima.

2.13. Konstrukcije restorana i kafića

Zbog osećaja topline koju drvo kao materijal poseduje, mekoće na dodir i utiska o oplemenjivanju prostora koji ga okružuje, lepljeno lamelirano drvo je idealan materijal za prostore za boravak ljudi. Iz tih razloga se Investitori često okreću drvetu kao materijalu za glavnu noseću konstrukciju ekskluzivnih bašti i restoranskih prostora.



Slika 15.- *Krovna konstrukcija Restorana Sidro na Srebrnom jezeru*



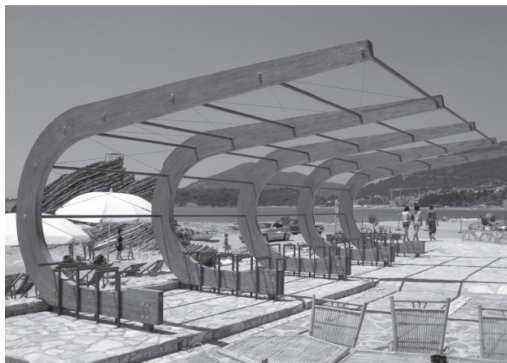
Slika 16.- *Restoran na Zlatiboru*



Slika 17.- *Restoran Alaska barka u Novom Sadu*



Slika 18.- *Nadstrešnica od hrastovine u Beogradu*



Slika 19.- *Nadstrešnica u Rafailovićima*

Veliki broj objekata sa najrazličitijom formama i uslovima pokrivanja te veličinama raspona je napravljen na teritoriji Srbije. Ovi objekti prvenstveno zadovoljavaju estetske kriterijume i u tom smislu se obrada nosača radi na mnogo višem nivou nego za nosače koji su namenjeni za upotrebu u sportskim dvoranama. Rešavanje detalja daje značajan doprinos konačnom proizvodu. Veze se skrivaju u drvenim nosačima kako bi čelik što manje bio izložen pogledu. Na slikama 15-19 prikazani su neki od objekata sa drvenom konstrukcijim posebno oblikovanom da zadovolji estetske kriterijume.

3. ZAKLJUČAK

Drvo i kamen su od iskonskih vremena, vekovima pa i milenijumima, bili osnovni materijali za građenje. I danas, pored progressa i ostvarenih dostignuća u konstrukcijama od drugih materijala, u prvom redu od čelika i betona, drvene konstrukcije imaju svoje mesto u građenju najraznovrsnijih objekata.

Drvo je organski materijal zavisan od mnogih prirodnih faktora i kao takav je heterogen i sa potpunom anizotropijom. Međutim, u savremenoj tehnologiji građenja drvenih konstrukcija, zahvaljujući tekovinama struke i nauke, moguće je uspešno vladati svim njegovim mnogoznačnim svojstvima i „naterati“ drvo, kao građevinski materijal, da „radi“ i da se ponaša po želji graditelja.

Drvene konstrukcije uopšte, a savremene lepljene lamelirane drvene konstrukcije posebno, u odnosu na konstrukcije od drugih građevinskih materijala, imaju svoje specifične konstrukcijske odlike i karakteristike, kao i komparativne prednosti, koje se zasnivaju na sledećim svojstvima i osobinama:

- velika čvrstoća drveta paralelno vlaknima, koja za pojedine vrste drveta premašuje čvrstoću betona na pritisak za marku MB 30. Mala zapreminsku masa (cca 600 kg/m^3) u odnosu na armirani beton (2500 kg/m^3) i čelik (7800 kg/m^3), posebno kod konstrukcija velikog raspona, gde je sopstvena težina najveće opterećenje, ukazuje na ekonomsku prednost konstrukcija od drveta u odnosu na beton i čelik. Sigurno je, da ekonomičnost primene jednog materijala zavisi i od mnogih drugih uslova, no, isto tako stoji, da ovaj parametar nedvosmisleno ukazuje na udeo sopstvene težine na veličinu napona, odnosno dimenzija preseka. Manja sopstvena težina konstrukcija od drveta neosporno utiče i na veličinu temelja;

- drvo je trajan i postojan materijal. Ova konstatacija je često negirana i od ljudi iz struke koji se bave drugim materijalima. Brojni su primeri koji idu u prilog ovom tvrđenju: postoje drveni mostovi, objekti izloženi najnepovoljnijim uticajima, koji do sada egzistiraju i više od 200 godina;

- izuzetna otpornost drveta na agresivne uticaje, kao što su hemijska industrija, proizvodnja i skladištenje veštačkih đubriva, farme krava, svinja i dr., proizilazi iz

činjenice da su drvo, kao i lepak, koji se koristi u lepljenim lameliranim konstrukcijama veoma otporni na kiseline i lužine. Ovo ima za posledicu da je u mnogim zemljama propisima uslovljeno da u objektima sa agresivnom sredinom konstrukcija mora biti isključivo drvena;

- velika otpornost na požar lepljenih lameliranih konstrukcija proizilazi iz odnosa male površine preseka u odnosu na masu, kao i iz činjenice da se pri sagorevanju drveta na površinskim delovima stvara ugljenisani sloj koji je izolator i štiti unutrašnje delove preseka od toplote, što značajno usporeva gorenje. Za razliku od nezaštićenog čelika ili betona lepljeno lamelirano drvo, u zavisnosti od dimenzija poprečnog preseka nosača, u požaru može da „izdrži“ od 30 do 90 pa i više minuta;

- kratka i jednostavna montaža konstrukcija od lepljenog lameliranog drveta bazirana je na maloj težini i mogućnosti kompletne pripreme nosača (krojenje, bušenje, postavljanje elemenata za vezu i dr.) u fabrici;

- bogat repertoar oblikovanja formi nosača i same konstrukcije zasnovan na mogućnosti savijanja lamela pri likom izrade nosača, omogućuje realizaciju najrazličitijih arhitektonskih zahteva u pogledu oblika nosača i izgleda konstrukcije;

- izuzetna toplina koju drvo kao materijal ima, boravak i život ljudi u objektima sa konstrukcijom od drveta je udobniji i lepši, što utiče na njihovo ukupno raspoloženje i motivisanost za život i rad. Ovi efekti postižu se samom vidljivom konstrukcijom, dakle, bez dodatnog ulaganja u uređenje enterijera. Kod betonskih i čeličnih konstrukci-

ja to nije slučaj, jer se one oblažu drugim materijalima ili farbaju, kako bi se, bar delimično, postigao sličan efekat.

Zahvaljujući gore navedenim osobinama, karakteristikama i specifičnim prednostima u odnosu na druge konstrukcije, lepljene lamelirabne drvene konstrukcije nalaze veliku primenu u najrazličitijim objektima. Funkcionalne mogućnosti koje arhitekturi pružaju konstrukcije od lepljenog lameliranog drveta su takve da se može smatrati da je drvo materijal za sva vremena. Elegancija forme, harmonija oblika i istinska toplina ambijenta objekata koji su napravljeni od drveta su najznačajniji faktori koji karakterišu drvo kao materijal ugrađen u jedan objekat.

Raznovrsnost i fleksibilnost primene omogućavaju da se konstrukcije od lepljenog lameliranog drveta sreću u objektima najrazličitije namene, kao što su:

- javni i industrijski objekti: industrijske hale, skladišta, tržnice, garaže, prodajni saloni, sajamske hale, servisi i dr.;

- poljoprivredni objekti: farme krava, ovaca, svinja, skladišta đubriva, hangari za poljoprivredne mašine, staklenici i dr.;

- sportski objekti: plivački bazeni, tribine na stadionima, teniske dvorane, klizališta, sportske dvorane i dr.;

- mostovi: pešački, drumski, železnički i dr.;

- sakralni objekti: crkve, kapele i dr.

Neki od ovih objekata koji su prikazani u radu jasno i nedvosmisleno dokazuju sve ono što je navedeno u ovom zaključku.