



PIŠE: prof. dr Radovan Cvetković

Uvod

Drvo spada u prirodne građevinske materijale. Jedan je od prvih materijala koje su ljudi koristili za izgradnju jer je bilo dostupno i lako za upotrebu. Kako se civilizacija razvijala, a zajedno sa njom i proizvodnja različitih mašina i alata, tako se i upotreba drveta razvila i povećala, pa je ono postalo jedan od osnovnih materijala koji se koriste u građevinarstvu za izradu kako klasičnih, tako i mnogo složenijih konstrukcija. Drvo je veoma zahvalan materijal jer je vreme potrebno za izgradnju kratko, konstrukcijski elementi od savremenih materijala na bazi drveta, dobijenih posebnom tehnologijom ((lepljeno lamelirano drvo (Glued Laminated Timber-GL) i unakrsno lepljeno drvo (Cross Laminated Timber-CLT)) omogućavaju izgradnju objekata veoma zahtevnih konstrukcija u odnosu na raspon i opterećenja kojima mogu biti izložena tokom eksploatacionog veka. Inicijalni razvoj unakrsno lepljenog drveta, tzv. CLT panela započeo je u Lozani i Cirihi u Švajcarskoj, početkom 1990. godine. Austrija je 1996. godine preuzela istraživanje u ovoj oblasti i doprinela razvoju modernih sistema CLT panela. U početku, napredak je bio vrlo spor, ali tokom 2000-ih broj izgrađenih objekata sa konstrukcijom od CLT panela je povećan zahvaljujući realnom sagledavanju niža prednosti gradnje u ovom materijalu. Glavni evropski proizvođači su: KLH (Austrija, Velika Britanija, Švedska), Binderholz (Austrija), Martinsons (Švedska), Moelven (Norveška), Stora Enso (Austrija), Thoma Holz GmbH (Austrija), FinnForest Merk (Nemačka, Velika Britanija) i HMS (Nemačka). Tipične vrste objekata na kojima su primenjen sistem gradnje u CLT panelima su stambene i poslovne zgrade, zgrade od javnog značaja poput bolnica, škola, biblioteka, objekti namenjeni deci...

Razvoj unakrsno lepljenog drveta – CLT panela



Osnovne karakteristike i proces proizvodnje

CLT paneli nastaju spajanjem drvenih lamela u jednu celinu pod uglom od 90°. Širine tih lamela su 80-240 mm, a debljine 10-40 mm. Ukupna debljina panela kreće se od 40 mm do 360 mm, visina od 2,80 do 3,6 (4,0) m i dužina oko 12

m (veoma često do 16 m, pa u uslovima specijalne gradnje i u zavisnosti od uslova transporta, do 24 m). Lamela se međusobno spajaju lepkom, a njihov broj je neparan, 3, 5, 7, 9 ili više u zavisnosti od konstrukcijskih zahteva. Paneli se mogu koristiti za izradu zidova, podova (međuspratnih konstrukcija), krovova, ali mogu



no je obezbediti dobar kvalitet drvene građe koja se koristi za proizvodnju panela, konstantne interne i eksterne testove i kontrolu kvaliteta te građe i lep-kova koji se koriste u spajanju unakrsno postavljenih daščanih elemenata i tako osigurati kvalitet kompletnog proizvoda sa aspekta nosivosti i upotrebljivosti. Lamelle se međusobno spajaju lepkovima pod pritiskom. Određivanje optimalnog intenziteta pritiska i homogenost su najbitniji za postizanje željene nosivosti i kvaliteta. Najviše se koriste teške, hidraulične prese, ali su u primeni i vakuum prese. Pritisak se nanosi upravno na površinu panela, ali i sa bočnih strana, na ivice panela.

Unakrsno lameliranje obezbeđuje stabilnost i krutost panela u dva pravca što CLT panele čini sličnim betonskoj ploči koja je armirana u oba pravca.

Projektovanje konstrukcije

Konstrukcija objekta izvedena od unakrsno lepljenog drveta (CLT panela), analogna je, sa biheviornalno tačke gledišta, klasičnim zidanim konstrukcijama, tj. opterećenje se u oba sistema preko zidova i međuspratnih konstrukcija prenosi do temelja objekta. Osnovne mehaničko-fizičko-hemijske karakteristike koje se moraju sagledati pri projektovanju i gradnji CLT panelima su: nosivost u odnosu na različita naprezanja, stabilnost i globalna krutost konstrukcije, po-

našanje konstrukcije pri različitom opterećenju, posebno seizmičkom, otpornost na dejstvo požara, zvučna zaštita i trajnost.

Da bi cela konstrukcija bila stabilna i da bi se opterećenje pravilno prenelo, potrebno je posebnu pažnju posvetiti projektovanju, proračunu i izradi veza. Uobičajene veze koje se javljaju kod konstrukcija sa CLT panelima su veza panela međusobno, veza panela za temeljnu konstrukciju ili panela za ostale delove konstrukcije koji su od drugog materijala (beton ili čelik). Spojna sredstva koja se uglavnom koriste za ostvarivanje veza između različitih elemenata su: specijalno oblikovani ekseri, zavrtnjevi bez navrtke, trnovi.

Toplotne karakteristike panela

Sama struktura, velika poroznost drveta i specifična gustina omogućavaju usporen prolaz temperature sa jedne na drugu stranu zidnog panela od drveta. Sama gradnja CLT panela ispunjava kriterijume energetske efikasnosti objekta jer, u određenim klimatskim uslovima, CLT paneli, samo svojom debljinom, ispunjavaju kriterijume istih. Vrednost koeficijenta toplotne provodljivosti panela debljine $d=10\text{cm}$ je oko $0,11\text{ w/mK}$.

Otpornost na dejstvo požara

Unakrsno lamelirano drvo sagoreva $0,67\text{mm/min}$. i moguće je odrediti vre-

me trajanja vatre. Ako je jedna strana panela izložena temperaturi od 1210°C , posle 60 minuta sa druge strane panela debljine 10cm , prodire samo 9.5°C . Korišćenjem različitih zaštitnih premaza, može se poboljšati reakcija panela na dejstvo vatre.

Seizmičko opterećenje

Istraživanja sprovedena u Evropi, Japanu i Kanadi i pokazala su da je drvena konstrukcija od CLT panela sposobna da izdrži jaka seizmička opterećenja kad su veze panela prizemlja i temeljne konstrukcije, kao i same veze zidnih i međuspratnih panela po spratovima izrađene upotrebom metalnih ugaonika i ploča i štapastih mehaničkih spojnih sredstava (posebno oblikovani ekseri, zavrtnjevi bez navrtki, trnovi).

Održivost je sposobnost uspostavljanja ravnoteže određenih procesa ili stanja u nekom sistemu. Održivost je sada jedan od osnovnih uslova koji se postavljaju pri izgradnji objekta u svetu. Projektovanje, izgradnja, način korišćenja objekta, sve to se fokusira na energetske efikasnosti i održivosti. Drvo je svakako najodrživiji materijal, a CLT paneli pripadaju tehnologiji zelene gradnje. Za razliku od proizvodnje CLT panela i njihove montaže ne stvara se CO_2 . Pored toga, dobro je poznato da drvo u toku svog životnog ciklusa vezuje velike



Zaključak

Proizvodnja i gradnja objekata različite namene u CLT-u pozitivna je sa ekološkog aspekta, aspekta energetske efikasnosti, komfora stanovanja, brzne gradnje, visoke seizmičke otpornosti takvih objekata, protivpožarne zaštite, pa se zato grade višespratnice, škole, bolnice, poslovne zgrade, javni kapitalni objekti širom Evrope, SAD, Australije, čak i u Rusiji. Proizvodnja CLT-a je toliko tražena da i najveći investitori, u ovom trenutku, na isporuku od najvećih proizvođača čekaju od šest meseci do godinu dana. Danas, proizvodnja konstrukcijskih elemenata od CLT-a odvija se u fabrikama koje postoje samo u Evropi, ima ih oko 10 i gotovo sve se nalaze na zapadu kontinenta, istočno od Beča. U Srbiji postoji inicijativa, namera i konkretna aktivnost na praćenju evropskih trendova u primeni CLT panela u srpskom građevinskom konstrukterstvu. Kompanija KOLAREVIĆ iz Pojata kod

količine CO₂ u svojoj strukturi, što znači da tako vezan CO₂ ostaje u izgrađenom objektu.

Kruševca, već četiri godine radi na pripremi i razvoju veoma kompleksne tehnološke linije i osvajanju inovativne proizvodnje CLT panela, panela od unakrsno lepljenog drveta. U ovom trenutku kompanija je i u završnici zaokruženja moderne i kompletne proizvodnje ovog inovativnog proizvoda višestrukih kvaliteta i već je u stanju da proizvodi određene količine elemenata za gradnju od unakrsno lepljenog drveta (CLT). Prošle godine započet je postupak sertifikacije kvaliteta proizvoda pri MPA Institutu Univerziteta u Štutgartu. Katedra za drvene konstrukcije Građevinskog fakulteta u Štutgartu uključena je u proces kreiranja tehnološke linije i kontrole kvaliteta proizvodnje koja mora zadovoljiti visoke standarde. U tom procesu učestvuje i nastavno osoblje Katedre za drvene konstrukcije Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu. Nakon okončanja postupka kompanija KOLAREVIĆ će dobiti dozvolu za izvoz proizvoda na



KESIĆ-TEHNIKA DOO
Milorada Popovića 8, 11250 Beograd
m.kesic@sbb.rs www.kesic-tehnika.rs

Prodaja i servis novih i polovnih mašina i alata za drvnu industriju

