



SADRŽAJ

1. UVOD

1

2. UNAKRSNO LAMELIRANO DRVO - CLT

2-6

3. PRIMERI IZVEDENIH CLT KONSTRUKCIJA

7

3.1 STAMBENA ZGRADA FORTE U MELBURNU

7

3.2 STAMBENA ZGRADA STADTHAUS U LONDONU

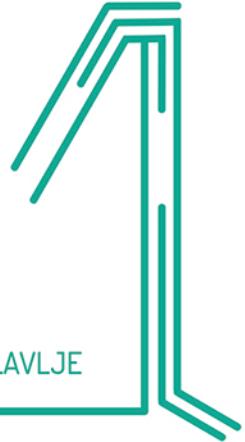
8

3.3 SREDNJA ŠKOLA U NORIČU UK

9

4. ZAKLJUČAK

10-11



UVOD

POGLAVLJE

Drvo je jedan od najstarijih građevinskih materijala i pored kamenja je dugi niz godina bio osnovni materijal za građenje. Njegove karakteristike omogućavaju visok stepen prefabrikacije, brzu montažu na terenu i trenutnu useljivost. Zbog velike požarne otpornosti u požaru ne gubi nosiva svojstva, odnosno mehaničke karakteristike ne menjaju se bitno prilikom visokih temperatura. Drvene konstrukcije su pet puta lakše od armiranobetonskih, pa mogu lakše preuzeti seizmičke sile i predstavljaju dobar izbor u trusnim područjima. Objekti izgrađeni od drveta imaju visoku energetsku efikasnost. Poslednjih decenija, drvo se sve više primenjuje u izgradnji modernih arhitektonskih građevina (npr. sportskih objekata, stambenih zgrada, mostova) zahvaljujući boljem poznavanju drveta kao materijala, primeni savremenih drvenih konstrukcija i upotrebi kvalitetnih spojnih sredstava.



Konstruktivni elementi savremenih drvenih konstrukcija bazirani su prvenstveno na savremenim proizvodima od drveta kao što su lepljeno lamelirano i unakrsno lamelirano drvo.





POGLAVLJE

CLT - UNAKRSNO LAMELIRANO DRVO

Unakrsno lamenirano drvo je moderan proizvod, visoke tehnologije koji je u mnogome unapredio fizičke osobine monolitnog drveta.

CLT se proizvodi od kontrolisano sušenih drvenih elemenata podjednake širine - lamela, kojima su uklonjeni nedostaci (npr. čvorovi, smola). Izdvajanjem tih nedostataka i slojevitim, unakrsnim lepljenjem, dobija se materijal koji ima mehaničke karakteristike ujednačenije od mehaničkih karakteristika monolitnog drveta. Kao kod šperploča, slojevi mekog drveta postavljaju se tako da vlakna drveta budu međusobno pod pravim uglom.

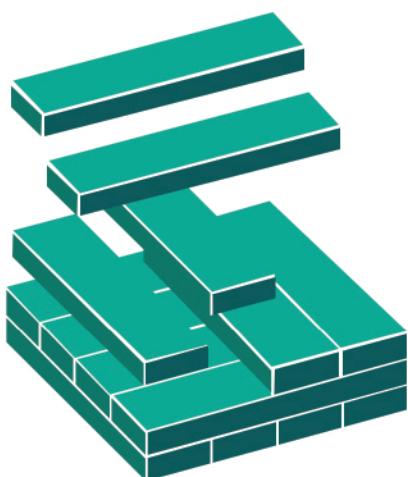


Unakrsno slaganje drveta pruža stabilnost, kao i kod obične šperploče, ali veća debljina slojeva stvara panele koji su dovoljno jaki da budu korišćeni kao konstruktivni elementi, bez potrebe za ojačanjem konstrukcije upotrebom opeke ili betona

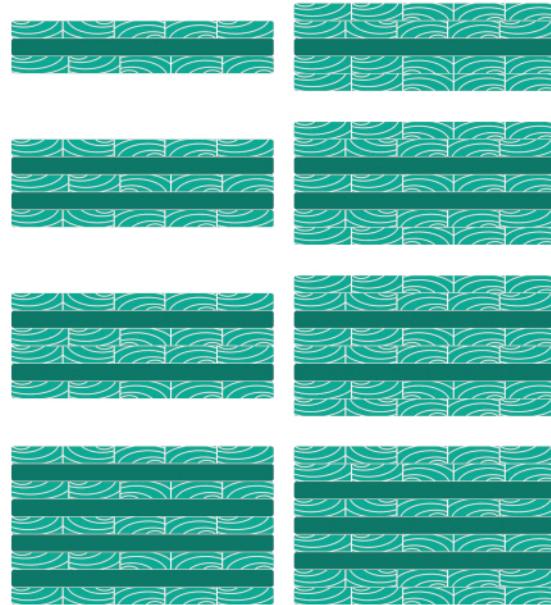


Poprečni preseci CLT panela sadrže najmanje tri unakrsno zaledljene lamele, a najčešće pet ili sedam. Slojevi s lamenama postavljeni su naizmenično pod pravim uglom, ali se pojedini slojevi mogu i duplirati, stvarajući tako panele s većom nosivošću u potrebnom pravcu. Visina lamele u CLT panelima varira od 16 mm do 51 mm, a širina od 60 mm do 240 mm. Spoljne lamele u zidnim CLT panelima postavljaju se uspravno, paralelno sa silom gravitacije, radi maksimalnog iskorišćenja vertikalne nosivosti panela.





KONCEPT CLT SLOGA



POPREČNI PRESECI CLT PANELA

Kod podnih i krovnih CLT panela, spoljne lamele postavljaju se paralelno s pravcem dominantnog opterećenja. Spoljašnje površine panela - zbog estetskih zahteva, te zbog zahteva vatrootpornosti i zvučne izolacije - mogu se obložiti gips-kartonskim pločama ili nekom drugom pogodnom oblogom. U Evropi, CLT paneli najčešće se proizvode od četinara klase čvrstoće C24, vlažnosti $12\pm2\%$. Osnovne fizičko-mehaničke karakteristike CLT panela s daskama od četinara klase čvrstoće C24 (minimalno 90%) i C16 (maksimalno 10%) date su u Tabeli 1.



OSNOVNE FIZIČKO-MEHANIČKE KARAKTERISTIKE CLT PANELA

Tabela 1

Karakteristične čvrstoće [N/mm²]

Savijanje	fm,k	24
Zatezanje paralelno s vlaknima	ft,0,k	16,5
Zatezanje upravno na vlakna	ft,90,k	0,12
Pritisak paralelno s vlaknima	fc,0,k	24-30

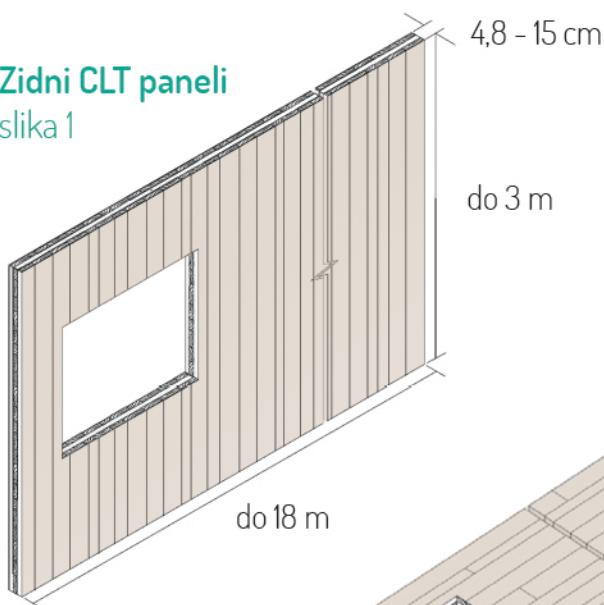
Karakteristične krutosti [N/mm²]

Srednja vrednost modula E paralelno s vlaknima	E0,mean	12000
Srednja vrednost modula E upravno s vlaknima	E90,mean	370

Zapreminska masa [kg/m ³]	ρ	480-500
Koeficijent toplotne provodljivosti [W/(mK)]	λ	0,13
Zapreminska masa [kg/m ³]	u_{max}	I/250

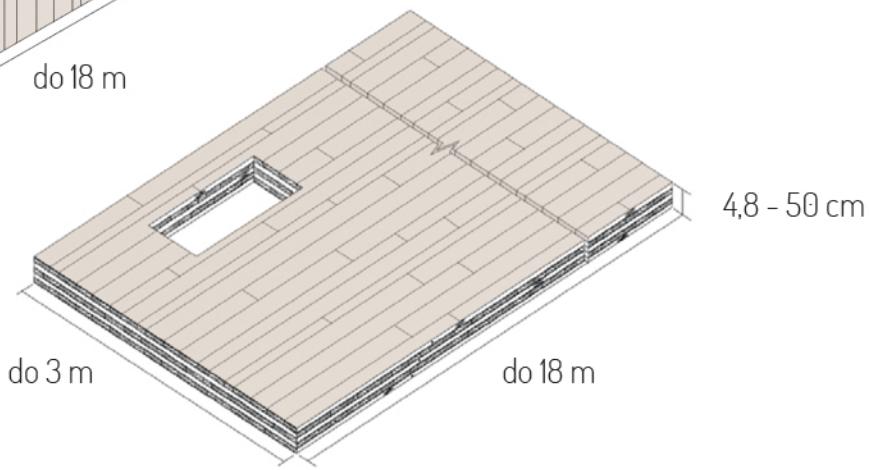


Zidni CLT paneli
slika 1



Zidni CLT paneli isporučuju se na gradilište s već formiranim otvorima po projektu. Tipičan zidni CLT panel prikazan je na slici 1.

Podne i krovne konstrukcije dobijaju se horizontalnim ili kosim slaganjem osnovnih panela. Tipične dimenzije osnovnog podnog i krovnog panela prikazane su na slici 2.



**Podni i krovni
CLT paneli**
slika 2



U svetu, CLT konstrukcije doživele su veliki uspon iz sledećih razloga: neuporedivo su čvršće i imaju bolje statičke osobine od monolitnog drveta, nemaju sklonost ka uvijanju, pojava napuklina svedena je na minimum, velika požarna otpornost, visoka otpornost na potres.

30%

BRŽA IZGRADNJA

5 - 10%

NIŽA CENA

5x 350x

BOLJI
IZOLATOR

Drvo je obnovljiv izvor, što je velika prednost, kao i to što u toku rasta vezuje velike količine ugljen-dioksida. Za proizvodnju tone betona potrebno je pet puta, za čelik 24 puta, dok je za tonu aluminijuma potrebno 126 puta više energije nego za proizvodnju materijala od drveta. Drvo je i mnogo bolji izolator i to pet puta bolji od betona i čak 350 puta bolji nego što je to čelik.

Upotreboom CLT panela smanjuje se vreme izgradnje, jer se drveni elementi isporučuju kao prefabrikovani zidovi ili moduli, koji se zatim brzo uklapaju na gradilištu. Izgradnja CLT konstrukcije je oko 30% brža u poređenju sa odgovarajućom betonskom konstrukcijom. Takođe, drvo je „suv“ građevinski materijal, njemu ne treba vreme da se osuši ili očvrsne, kao što je to slučaj s betonom ili opekom. Za CLT panele koristi se mekano drvo koje raste brzo i kog ima u izobilju, pa je i cena CLT konstrukcija niža od 5 do 10% od odgovarajućih betonskih ili čeličnih.

BETONSKA IZGRADNJA



CLT IZGRADNJA



SPORA IZGRADNJA

Beton kao materijal zahteva dosta vremena kako bi očvrsnuo dovoljno da može služiti kao potpora za spratove iznad.

NEOBOVLJIVI IZVORI

Beton je mešavina šljunka, peska i cementa. Za iskopavanje ovih materijala koriste se vredni resursi i trajno se menja prirodni izgled Zemlje.

VIŠI NIVO BUKE

Gustina betona prenosi buku, što znači da čujete više zvukova iz okolnih prostorija.

PADA NEPREDVIDIVO

U slučaju požara ili zemljotresa, dešava se da betonske strukture nepredviđeno padnu. Problem predstavlja to što je nemoguće utvrditi lokaciju i pravac pada.

BRZA IZGRADNJA

CLT materijali su prefabrikovani i isporučuju se na teren već spremni za sastavljanje, što drastično umanjuje vreme potrebno za izgradnju kao i količinu otpadnih materijala.

OBNOVLJIVI IZVORI

Drvo potiče iz održivih šuma, gde se za svako posećeno stablo sade četiri nova. Takođe drveće apsorbuje ugljen-dioksid tokom rasta i trajno ga zadržava u sebi.

TIŠI DOM

CLT je poznat po tome da rasipa udar zvuka, što donosi tiši dom i mirniji život.

OTPORNOST NA VATRU I POTRESE

Prilikom požara masivno drvo se ugljeniše i ne gori kao obično drvo što mu daje veće protivpožarne performanse.

Višespratne CLT strukture testirane su u Japanu i pokazuju mala ili gotovo nikakva oštećenja nakon višestrukih simulacija zemljotresa što potvrđuje njihovu sigurnost.

PRIMERI IZVEDENIH CLT KONSTRUKCIJA

POGLAVLJE

3.1 STAMBENA ZGRADA FORTE U MELBURNU

Zgrada Forte trenutno je najviša stambena zgrada izgrađena od drveta na svetu. Projektovala ju je i izgradila kompanija Lend Lease 2013. godine. Visoka je 32,17 metara. U prizemlju su poslovni prostori, a na spratovima ima 23 stana

Osnovni konstruktivni elementi su drveni zidni panelii podne ploče. Za izgradnju je bilo potrebno 759 CLT panela, odnosno 485 tona drvene građe. Zgrada Forte je prva stambena zgrada sertifikovana s pet zvezda programa Green Star As Built u Australiji.

Drvena građa u ovom objektu skladišti 761 tonu ugljenika, a odabirom CLT konstrukcije količina ugljendioksida u atmosferi se smanjila ukupno za oko 1 451 tonu, jer bi se pri izgradnji sličnog objekta od betona ili čelika, u atmosferu ispustio dodatan ugljen-dioksid. Ta količina ugljen-dioksida predstavlja 345 automobila manje na ulici u toku jedne godine.

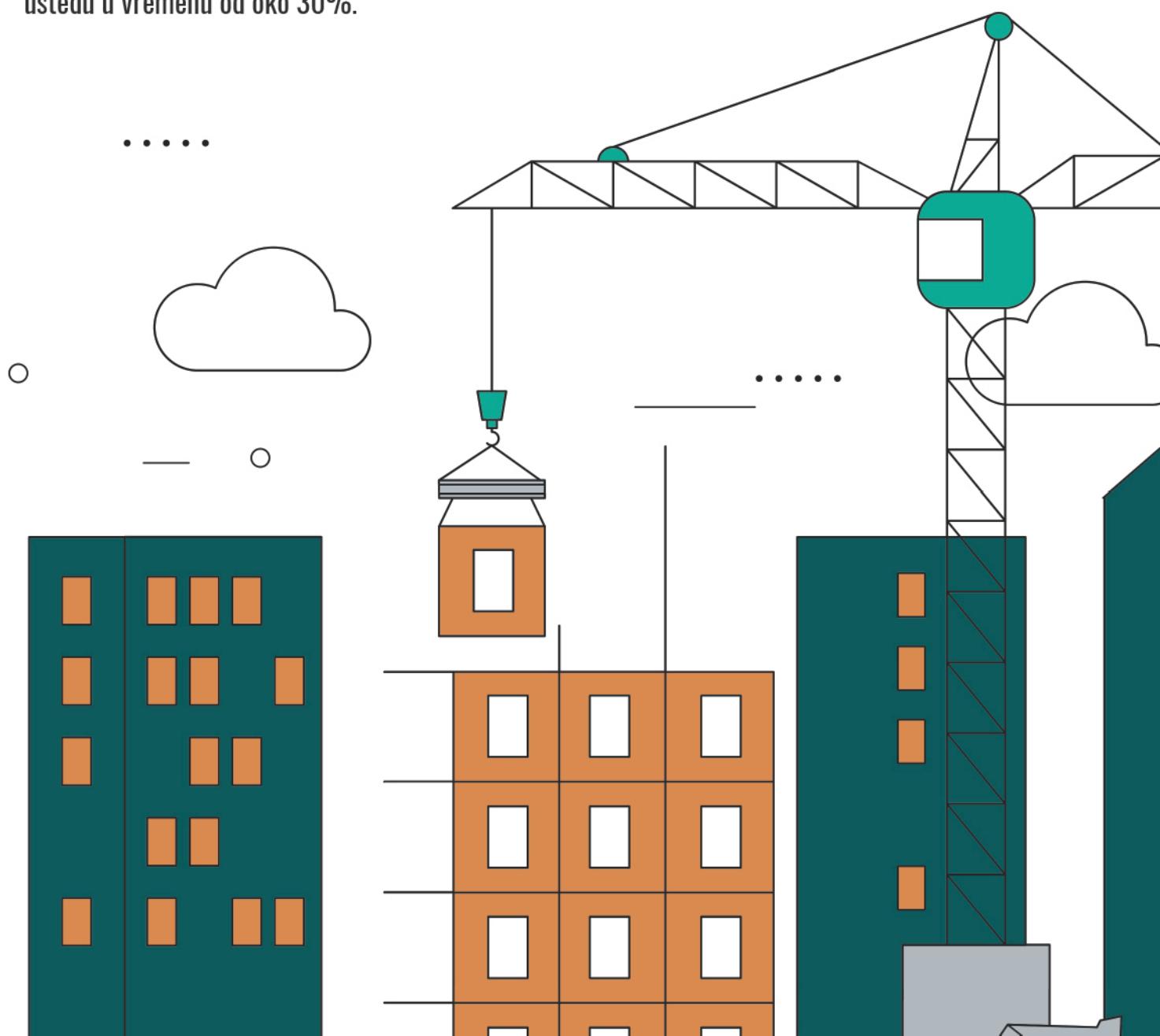


3.2 STAMBENA ZGRADA STADTHAUS U LONDONU

Zgrada Stadthaus sagrađena je 2008. godine u Londonu i pune dve godine bila je najviša drvena stambena zgrada na svetu. Ovu devetospratnicu projektovala je kompanija Waugh Thistleton Architects. Podovi, plafoni, kućište lifta i stepeništa izrađeni su u potpunosti od drveta.

Korisna površina stambene zgrade jeste 2.352 m² i za izgradnju bilo je potrebno 950 m³ CLT panela. Zidni paneli bili su debljine 128 mm, a podni - 146 mm. Za izgradnju jednog sprata bilo je potrebno tri dana. Upo-ređenju s betonskom konstrukcijom, projek-tanti su zborom CLT konstrukcije uštedeli dvadeset dve nedelje gradnje, što predstavlja uštedu u vremenu od oko 30%.

Drvo ugrađeno u Stadthaus čuva oko 186 tona ugljenika, dok bi se za čelik i beton koji se koriste u konvencionalnom građevinarstvu, za sličnu građevinu, u atmosferu ispustilo oko 137 tona ugljen-dioksida u procesu proizvodnje. Dakle, ovakav način gradnje smanjio bi količinu ugljen-dioksida u atmosferi za oko 323 tone.

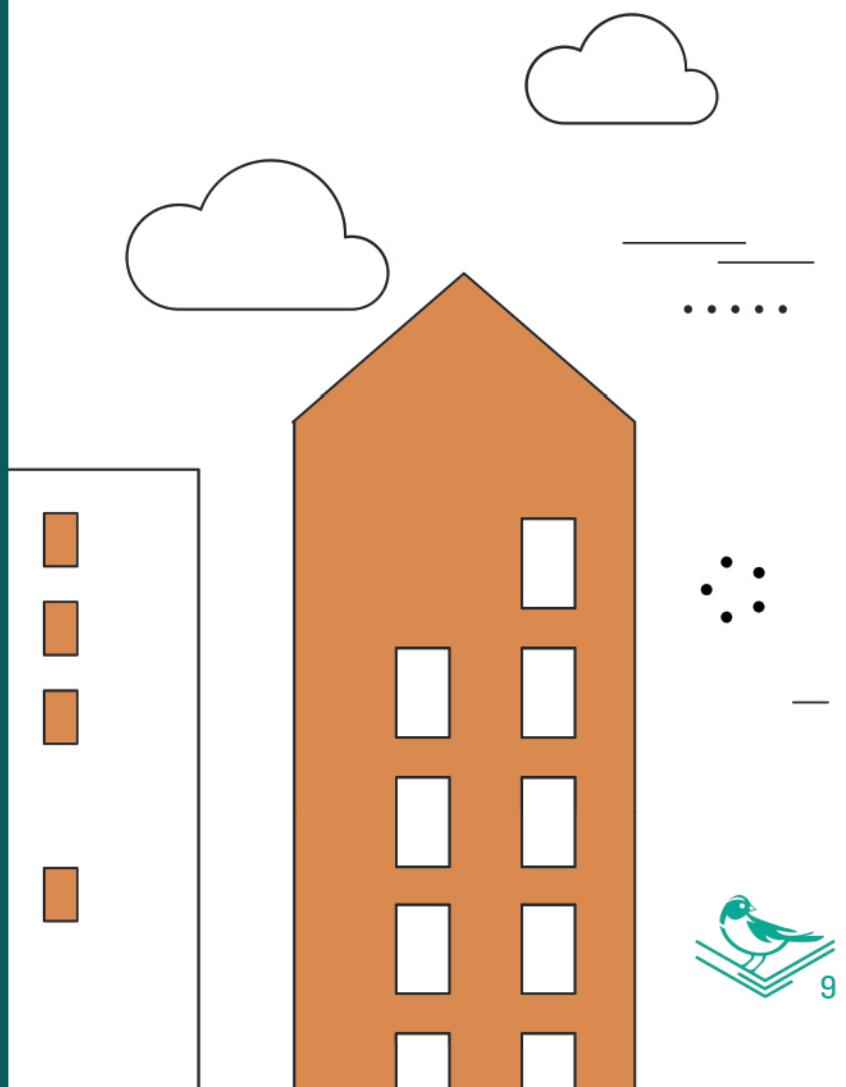


3.3 SREDNJA ŠKOLA U NORIČU - UK

Objekat se nalazi u Noriču i trenutno je najveća CLT konstrukcija u Ujedinjenom kraljevstvu.

Sagrađena je krajem 2009. godine. Glavni arhitekta bio je Sheppard Robson. Korisna površina objekta iznosi 9.500 m², a za izgradnju bilo je potrebno 3.065 m³ CLT panela. Kompletna konstrukcija ovog trospratnog objekta izgrađena je za šesnaest nedelja. Fiskulturnu salu u sklopu škole od 600 m² montirala su četiri radnika za četiri dana. Za montažu jednog zidnog CLT panela dimenzije 3 m x 6 m debljine 15 cm, bilo je potrebno samo tri sata.

Zidovi i podovi su CLT paneli, dok su gredni nosači izvedeni od lepljenog-lameliranog drveta. Prosečan raspon međuspratnih CLT ploča iznosi 7,5 metara, sa osnovnom frekvencijom oscilovanja od 8 Hz.



4

POGLAVLJE

ZAKLJUČAK

Primenom CLT u konstrukcijama postiže se zdrav i prirodan ambijent. CLT konstrukcije su čvršće i imaju bolje statičke osobine od monolitnog drveta, nemaju sklonost ka uvijanju, a pojava napuklina svedena je na minimum. Karakteriše ih velika požarna otpornost, kao i visoka otpornost na potres. Izgradnja CLT konstrukcije brža je oko 30% nego kada se koristi odgovarajuća betonska konstrukcija, jer se drveni elementi isporučuju kao prefabrikovani, koji se zatim brzo uklapaju na gradilištu. Za CLT panele koristi se mekano drvo koje raste brzo i kog ima u izobilju, pa je i cena CLT konstrukcija niža od 5 do 10% od odgovarajućih betonskih ili čeličnih. Drvo je i mnogo bolji izolator – pet puta bolji od betona i čak 350 puta bolji od čelika.

Usvajanjem predloženog međunarodnog standarda EN 16351 Timber structures - Cross laminated timber - Requirements u svim državama Evrope postigao bi se jedinstveni analitički pristup prilikom dimenzionisanja. U Srbiji, prevod ovog standarda obuhvaćen je planom rada Instituta za standardizaciju Srbije, a njegovo prihvatanje dogodilo se krajem 2015. godine









KOLAREVIĆ D.O.O.

Industrijska zona b.b.
37210, Čićevac, Srbija

tel / fax: +381 37 805 202
tel: +381 37 805 203

E-mail: info@kolarevic.co.rs

Dizajn i priprema za štampu:
Sanja Vučković

