

# Rekonstrukcija kulturne baštine korištenjem CLT-a

---

**Krstičević, Josip**

**Graduate thesis / Diplomski rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:459372>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-04**



image not found or type unknown

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



zir.nsk.hr



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Josip Krstičević**

**Rekonstrukcija kulturne baštine korištenjem CLT-a**

**Diplomski rad**

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Specijalistički diplomski stručni studij  
Projektiranje u visokogradnji**

**Josip Krstičević  
JMBAG: 0114031718**

**Rekonstrukcija kulturne baštine korištenjem CLT-a**

**Diplomski rad**

**Rijeka, studeni 2023**

## **IZJAVA**

Diplomski rad izradio sam samostalno, u suradnji s mentorom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.

---

Josip Krstičević

U Rijeci, 7.11.2023





## **SAŽETAK**

Ovaj rad istražuje primjenu CLT panela u procesu rekonstrukcije kamene kuće. CLT je inovativni pločasti materijal koji se ističe svojom slojevitom strukturom i izvanrednim fizikalno-mehaničkim karakteristikama, uključujući visoku čvrstoću i nosivost u različitim smjerovima. Osim toga, CLT nudi ekološke, estetske i energetske prednosti, čineći ga atraktivnim izborom u građevinskim projektima. Obuhvaćena je povijest drva kao građevinskog materijala, povijest korištenja drva u građevinskim projektima u Hrvatskoj te detaljne informacije o CLT panelima, njegovim prednostima i postupku proizvodnje. Analizirano je stanja kuće uključujući procjenu postojeće konstrukcije i identificiranje problema i oštećenja koji zahtijevaju rekonstrukciju. Rasprava se bavi usporedbom CLT-a s drugim materijalima u rekonstrukcijama te kvalitetom i trajnošću drvenih panela, a zaključak sažima ključne spoznaje i preporuke za daljnja istraživanja i primjenu drvenih panela u rekonstrukciji.

Kroz ovu analizu rekonstrukcijskog procesa, rad pruža relevantne spoznaje u stvarnim primjerima te potiče daljnje istraživanje i primjenu ove tehnike u rekonstrukciji građevinskih objekata.

**Ključne riječi:** CLT paneli, rekonstrukcija, građevinski materijali, drvo, konvencionalni načini gradnje

## **ABSTRACT**

This paper explores the application of CLT panels in the process of reconstructing a stone house. CLT, or Cross-Laminated Timber, is an innovative panel material distinguished by its layered structure and exceptional physical-mechanical characteristics, including high strength and load-bearing capacity in various directions. Furthermore, CLT offers ecological, aesthetic, and energy-efficient advantages, making it an attractive choice in construction projects. The paper covers the history of wood as a building material, its historical use in construction projects in Croatia, and provides detailed information about CLT panels, their benefits, and the manufacturing process. The analysis assesses the house's condition, including evaluating the existing structure and identifying problems and damages requiring reconstruction. The discussion compares CLT with other materials in reconstructions and examines the quality and durability of wooden panels. The conclusion summarizes key insights and offers recommendations for further research and the application of wooden panels in reconstruction. Through this analysis of the reconstruction process, the paper provides relevant insights into real-life examples and encourages further research and the adoption of this technique in the reconstruction of construction projects.

**Keywords:** CLT panels, reconstruction, construction materials, wood, conventional construction methods

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PREGLED PREDMETNOG MATERIJALA.....	2
2.1. Povijesti pregled drva kao građevinskog materijala.....	2
2.2. Povijesti pregled drva kao građevinskog materijala u Hrvatskoj .....	4
2.3. CLT paneli.....	6
2.4. Prednosti lameliranog drva .....	10
2.5. Postupak proizvodnje .....	10
2.5.1. Primarni odabir drvene građe.....	11
2.5.2. Grupiranje građe .....	12
2.5.3. Površinska obrada .....	12
2.5.4. Lijepljenje .....	13
2.5.5. Formiranje CLT ploče.....	13
2.5.6. Prešanje .....	14
2.5.7. Kontrola kvalitete, površinska obrada i završno rezanje.....	15
2.5.8. Označavanje, pakiranje i otprema CLT ploča .....	15
2.6. Postupak ugradnje .....	16
2.7. Uporaba u rekonstrukciji .....	20
3. ANALIZA STANJA KUĆE .....	21
3.1. Procjena stanja postojeće konstrukcije.....	23
3.2. Definiranje problema i oštećenja koje zahtijevaju rekonstrukciju.....	25
4. PLAN REKONSTRUKCIJE.....	25
4.1. Projektiranje.....	26
4.2. Priprema i pričvršćivanje podloge .....	27
4.3. Specifičnosti vezane za spojeve i ugradnju .....	28
5. IZVEDBA KONSTRUKCIJE .....	29
5.1. Detaljan postupak ugradnje panela .....	30
5.2. Rješavanje specifičnih izazova prilikom rekonstrukcije.....	36
6. KULTURNA DOBRA REPUBLIKE HRVATSKE.....	38
6.1. Organizacija Ujedinjenih naroda za edukaciju, znanost i kulturu .....	39
6.2. Povijesni razvoj zaštite kulturnih dobara .....	40
6.3. Mjere zaštite kulturnih dobara u Hrvatskoj .....	42
6.4. Proces uspostave zaštite kulturnih dobara.....	45
6.5. Zaštićena kulturna jezgra .....	46
6.6. Obnova zaštićene kuće .....	47

6.7. Bespravna gradnja u zaštićenim kulturnim jezgrama.....	48
7. RASPRAVA.....	50
7.1. Usporedba s drugim materijalima u rekonstrukcijama.....	51
7.2. Kvaliteta i trajnost CLT panela.....	52
8. ZAKLJUČAK.....	53
LITERATURA.....	57
POPIS SLIKA.....	58

## 1. UVOD

U ovom diplomskom radu fokus će biti stavljen na ispitivanje primjene drvenih panela u procesu rekonstrukcije kamene kuće. Križno lamelirano drvo, poznato i pod skraćenicom CLT (Cross Laminated Timber), predstavlja inovativni pločasti materijal s izuzetno slojevitom strukturom i impresivnim fizikalno-mehaničkim karakteristikama. Ovaj materijal odlikuje se visokom čvrstoću i sposobnošću nosivosti kako u ravnini, tako i okomito na ravninu elemenata. Stoga se često koristi u obliku zidnih i stropnih panela u različitim građevinskim projektima. Ističe se svojim povoljnim ekološkim, estetskim i energetskim svojstvima koja ga čine atraktivnim izborom u građevinskim projektima, gdje se istovremeno naglašava njegova održivost, vizualna privlačnost te energetska učinkovitost.

U radu će se analizirati prednosti i nedostaci ove tehnike, a zatim razmotriti planiranje i izvedba rekonstrukcije s naglaskom na instalaciju drvenih panela. Također će biti provedena evaluacija rezultata rekonstrukcije te rasprava o kvaliteti i trajnosti drvenih panela u primjeni. Na kraju će biti izneseni zaključci i preporuke za daljnje istraživanje i primjenu drvenih panela u rekonstrukciji.

Kroz evaluaciju ovog rekonstrukcijskog procesa, rad ima za cilj pružiti relevantne spoznaje u stvarnim primjerima. Osim toga, cilj je i iznijeti zaključke i preporuke kako bi se podržala daljnja istraživanja i primjena ove tehnike u rekonstrukciji građevinskih objekata.

## **2. PREGLED PREDMETNOG MATERIJALA**

Čovjek se kroz povijest kontinuirano prilagođavao okolišu i razvijao materijale u svrhu stvaranja najboljih mogućih uvjeta za preživljavanje. U tom se procesu drvo postavilo kao neizostavan čimbenik i tako je ostalo u upotrebi sve do danas. Ono pruža čvrstoću i funkcionalnost, a posebno se izdvaja svojom estetskom privlačnosti i ekološkom održivosti.

U okviru ovog poglavlja, razmotrit će se različiti aspekti primjene drva – od povijesti korištenja do tehnoloških inovacija. Za dublje razumijevanje značaja drva u građevinskom sektoru i njegove prošle, sadašnje i buduće uloge, istražiti će se njegova uloga, analizirati promjene koje su se dogodile kroz različite epohe i istražiti kako suvremene tehnologije i inovacije oblikuju upotrebu drva u modernom graditeljstvu.

Također, analizira se napredak CLT-a i njezin utjecaj na transformaciju građevinske industrije. Specifičnosti i tehnički aspekti vezani uz upotrebu drva, razmatrajući njegove prednosti i nedostatke u različitim fazama, od same proizvodnje do ugradnje i rekonstrukcije.

### **2.1. Povijesti pregled drva kao građevinskog materijala**

Drvo, kao jedan od prirodnih i obnovljivih materijala koje čovjek koristi, dobiva sve veću prepoznatljivost i primjenu u graditeljstvu. U početku civilizacije čovjek je počeo graditi kolibe. Iako nam slika koju imamo o starim civilizacijama (Grci, Rimljani, Egipćani, Perzijanci) dočarava raskošne građevine od opeke, kamena ili mramora, zapravo su u građanskoj arhitekturi veliki antički gradovi formirani posebno za obiteljsko stanovanje od neobrađenog drva. Europska neolitska dugačka kuća, drvena nastamba izgrađena oko 6000. godine prije Krista, fantastičan je primjer kako su ljudi koristili drvo za stvaranje fenomenalnih građevina. Bila je to jedna od najistaknutijih građevina tog razdoblja, čvrsta i monumentalna. Ovdje je moglo živjeti tridesetak ljudi, što samo govori koliko je to bilo veliko. [1]

*Slika 1 Europska neolitska dugačka kuća*



*Izvor: Archaeological 3D Virtual Museum (<https://archaeo3d.com/en/lide-z-dlouhych-domu/lide-z-dlouhych-domu/lide-z-dlouhych-domu/index.html> , pogledano: 1.10.2023.)*

Kroz ovakve se primjere vidi svestranost i izdržljivost drva kao građevinskog materijala koje je ljudima moglo pružiti toplinu i sigurnost, dok je istodobno služilo kao mjesto za zajednički život pa tako i kreiranje ljudske povijesti. Bitnu ulogu ima i u dizajnu općenito, pomažući u oblikovanju budućnosti arhitekture kakvu poznajemo.

Postoje brojni primjeri koji ilustriraju značaj ovog materijala tijekom različitih vremenskih razdoblja. Na primjer, u srednjem vijeku, drvo je bilo osnovni materijal za izgradnju srednjovjekovnih dvoraca i crkava širom Europe. Njegova čvrstoća omogućila stvaranje obrambenih strukture koje su preživjele stoljeća. Mnoge kulture diljem svijeta razvijale različite tehnike za obradu i oblikovanje drva. Tako je primjerice, japanska arhitektura poznata je po izvanrednoj upotrebi drva u tradicionalnim kućama i hramovima, s posebnim naglaskom na izrezbarene drvene detalje koji su postali umjetnička djela sami po sebi. [2]



Slika 2 Hram cvjetajućeg prava



Izvor: Povijest.hr (<https://povijest.hr/drustvo/gradjevine/najstarija-ocuvana-drvena-gradevina/>, pogledano: 1.10.2023.)

U kasnijim stoljećima, industrijska revolucija donijela je nove mogućnosti za obradu drva, omogućujući masovnu proizvodnju drvenih komponenata za kuće i strukture. Drvo se također široko koristi u brojnim inovativnim građevinskim projektima, kao što su drveni neboderi i mostovi.

Ovi su primjeri tek mali uvid u bogatu i raznoliku povijest korištenja drva u građevinarstvu, a svaki pokazuje kako se ovaj materijal prilagođavao potrebama, tehnikama i kulturama tijekom stoljeća, ostavljajući svoj neizbrisiv trag u svjetskoj arhitekturi. Drvo je nedvojbeno napredovalo u posljednjih nekoliko desetljeća, a danas se sa sigurnošću može reći da ono može ponuditi brojne benefite. Iako građevinari koriste različite metode gradnje, sa sigurnošću se može reći da drvo još uvijek igra značajnu ulogu u razvoju novih struktura i zajednica.

## **2.2. Povijesti pregled drva kao građevinskog materijala u Hrvatskoj**

Povijest korištenja drva kao građevinskog materijala u Hrvatskoj obiluje tradicijom koja datira iz daleke prošlosti. Drvo je, kroz stoljeća, imalo ključnu ulogu u oblikovanju

stambenih i gospodarskih struktura na hrvatskom tlu. Ovaj poglavlje pruža povijesni pregled upotrebe drva kao građevinskog materijala, istražujući njegove korijene i razvoj kroz različite periode hrvatske povijesti.

Kada je riječ o biljnom pokrovu, drvo zauzima vodeće mjesto i predstavlja prvi materijal za izgradnju kuća. S obzirom na to da je veći dio hrvatskog prostora bio prekriven šumom, tragovi kuća od drva mogu se naći u katastrima i na krševitim područjima. Migracije stanovništva, imale su dubok utjecaj na graditeljstvo na našim prostorima. Jedan od najznačajnijih faktora migracija bila su turska osvajanja, koja su potaknula seljenje stanovništva iz osvojenih područja u druge regije. Tako su seljaci donosili sa sobom bogato iskustvo i tradiciju iz svog ranijeg prebivališta, koju su prenosili na svoje nove domove. Primjer toga utjecaja može se vidjeti na području Banovine u 16. i 17. stoljeću gdje se naseljavalo stanovništvo koje je izbjeglo iz Bosne. Ovi doseljenici su sa sobom donijeli tradiciju gradnje dvoprostornih dinarskih drvenih kuća poznatih kao brvnare. No, s vremenom, kako se granica prema Bosni čvrsto uspostavila krajem 17. stoljeća, doseljenici su izgubili kontakte sa svojim starim krajem i počeli su se više oslanjati na lokalno stanovništvo. Postoji i usmena predaja koja kaže da su majstori iz Posavine dolazili graditi kuće u Banovinu. Kroz taj proces, stanovništvo Banovine je zadržalo tradiciju dvoprostornih dinarskih kuća, ali majstori iz Posavine su unijeli svoja naprednija iskustva u gradnju.

Šume su već tada često krčene kako bi se stvorila plodna zemlja, ali krajem 18. stoljeća, car Josip II. (sin Marije Terezije) je zbog trgovinske važnosti zabranio upotrebu hrastovine za gradnju kuća, kao i šindre za pokrov. To je potaknulo prijelaz na gradnju kuća prema sustavu "na kanate" koji je uključivao osnovnu konstrukciju od drva s različitim ispunama. Ovaj pristup gradnji je bio poznat kao Fahwerkhaus u srednjoj Europi.

Na jadranskom području, povijesno gledano, bilo je više šuma nego što ih danas ima. U nekim krškim krajevima, zapisi iz 19. stoljeća bilježe da su se kuće gradile od drva. Ova praksa gradnje odražava se u katastrima i povijesnim izvorima. U područjima uz rijeke i močvare, često se koristila trska kao pokrov. Slama, bilo ražena ili pšenična, bila je posebno priređivana za upotrebu kao materijal za pokrivanje krovova kuća diljem Hrvatske.

Na području Baranje, građevinski materijal odabran za gradnju bio je naboje, odnosno zemlja. Ova tradicija gradnje vjerojatno je rezultat utjecaja mađarske kulture, ali je također bila potaknuta nedostatkom drvnih resursa. Naime, kultiviranje beljskog imanja započelo je prije više od 300 godina, što je rezultiralo krčenjem šuma i smanjenjem dostupnosti drva. Stijenke kuća izrađivane su od naboja, obično s debljinom od otprilike 50 centimetara. Naboj je pripremljen miješajući ilovaču sjeckanom slamom koja je služila za povezivanje i armiranje tog materijala. Nakon toga, naboj bi nabijali u dvostranu daščanu oplatu visine od otprilike pola metra. Kada bi se jedan sloj naboja malo prosušio, oplata bi se podizala kako bi se dodao novi sloj naboja. Slojevi naboja bili su međusobno povezani drvenim kolcima, uključujući i nadvoje iznad vrata i prozora. Stijenke od naboja su imale solidna toplinska svojstva, ali bile su osjetljive na vlagu.

U nekim dijelovima, gdje je šuma bila obilna, drvo se često koristilo kao glavni materijal za gradnju kuća. Drvene kuće na panonskim područjima često su podizane na stupovima, poznate kao "stupljanke" ili "sojenice". Ovo je bilo iz praktičnih razloga, prvenstveno kao mjera zaštite od čestih poplava. Kuće su također bile konstruirane s konopcima koji su služili za pričvršćivanje čamaca kako bi se lakše evakuirali tijekom noćnih poplava. Hrast i kesten bili su preferirane vrste drva zbog svoje čvrstoće i trajnosti. Kuće su se izrađivale od ručno piljenih ili tesanih drvenih dasaka.

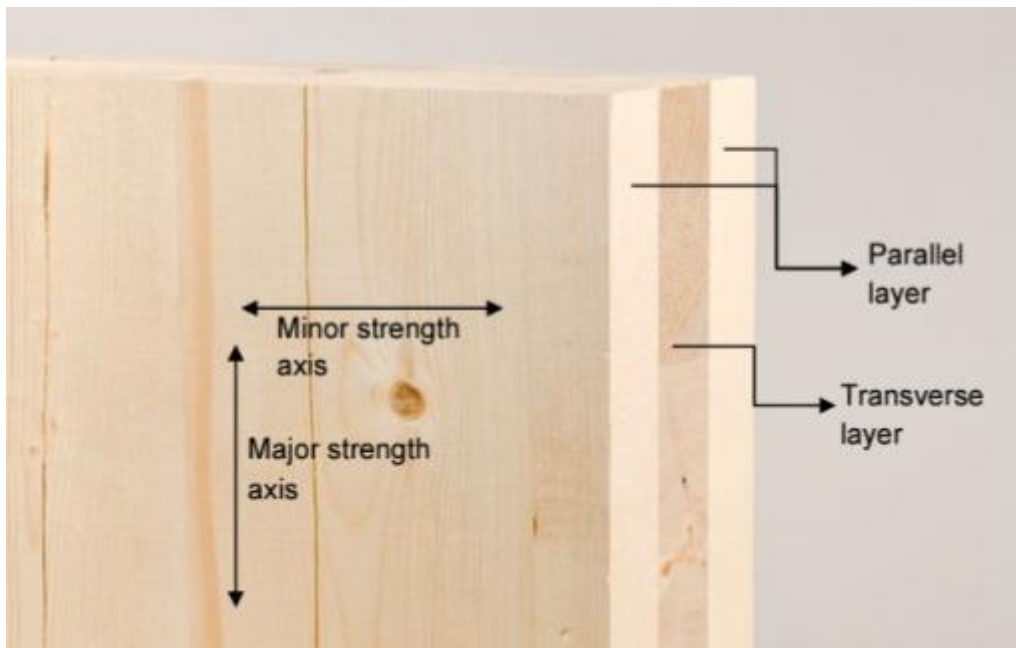
Kroz povijest, korištenje drva u graditeljstvu bilo je nužno prilagođeno okolišu i resursima. Kako se gospodarstvo i tehnički napredak razvijao, tako se mijenjao i način korištenja drva u gradnji kuća. Ova bogata povijest graditeljstva odražava se u raznolikosti i prilagodljivosti stambenih arhitektonskih rješenja na području Hrvatske.

### **2.3. CLT paneli**

Nakon uvida u povijest korištenja drva u građevinarstvu, u nastavku će biti objašnjene suvremene inovacije u građevinskim materijalima. Jedna od najznačajnijih revolucija u ovom kontekstu je CLT. Kombinira tradicionalnu čvrstoću drva s naprednim tehnikama obrade i konstrukcije, otvarajući nove mogućnosti za građevinske projekte. Predstavlja poseban oblik projektiranog drva, izrađen spajanjem slojeva punog piljenog drva

lijepljenjem i tako revolucionira način na koji danas promatramo arhitekturu i dizajn. Karakterizira ga visoka fleksibilnost, a kako bi došlo do njegovog sloma i rušenja, mora proći kroz značajne deformacije, što ga izdvaja od tradicionalnog betona. S druge strane, CLT se cijeni i odabire zbog svoje topline i prirodnih svojstava, čineći ga posebno poželjnim materijalom.

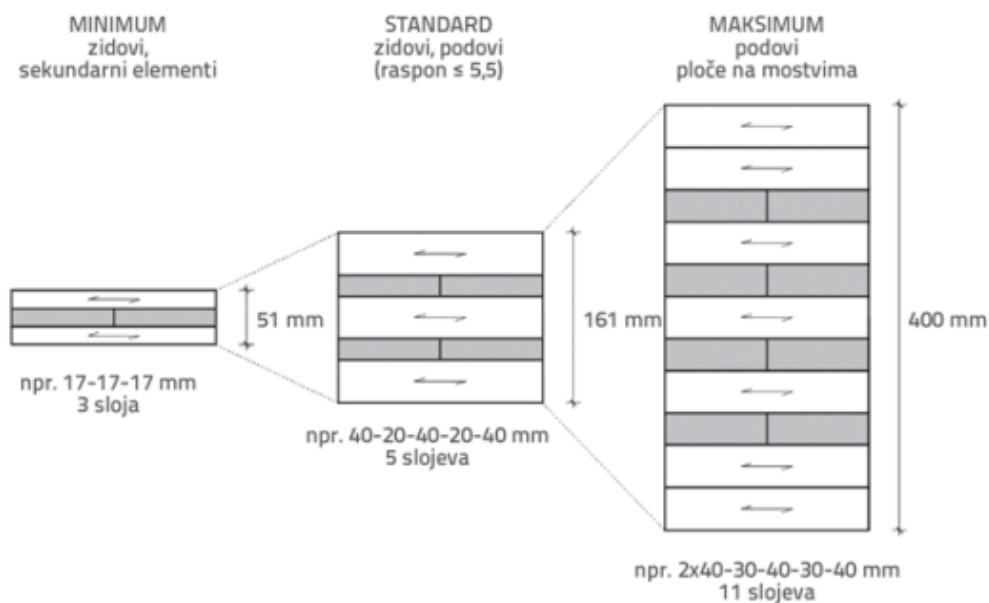
Slika 3 Presjek troslojnog CLT panela izrađenog s ortogonalnim slojevima piljenog drva



Izvor: *Canadian CLT Handbook 2019 Edition*, Edited by Erol Karacabeyli, M.A.Sc., P.Eng., FPIInnovations, and Sylvain Gagnon, P.Eng., FPIInnovations. Chapter 2 - CLT Manufacturing, str. 2.

Prvi put razvijen u Europi ranih 1990-ih, CLT je uveden u Međunarodni građevinski kodeks tek 2015. ICC je najavio odobrenje 14 promjena kodova kao dio Međunarodnog građevinskog kodeksa iz 2021. (IBC) koje dopuštaju masovne drvene konstrukcije do 18 katova. U ove promjene uključeno je i uvođenje tri nova tipa gradnje—IV-A, IV-B i IV-C. U tom kontekstu, teško drvo je ili piljena građa ili strukturno ljepljeno lamelirano drvo i povezano je s konstrukcijom tipa IV. U Europi se CLT uspješno natječe s čelikom, opekam i betonom u odabranim tržišnim segmentima, kao što su višestambene zgrade. ANSI/APA PRG 320-2012 (2012) definira CLT kao „prefabricirani proizvod od drva izrađen od najmanje tri ortogonalno spojena sloja punog piljenog drveta koji su laminirani lijepljenjem uzdužnih i poprečnih slojeva strukturalnim ljepilima kako bi se formirao čvrsti pravokutni - oblikovani element namijenjen krovnoj, podnoj ili zidnoj primjeni.” [3]

Slika 4 Poprečni presjeci tipičnih CLT nosača



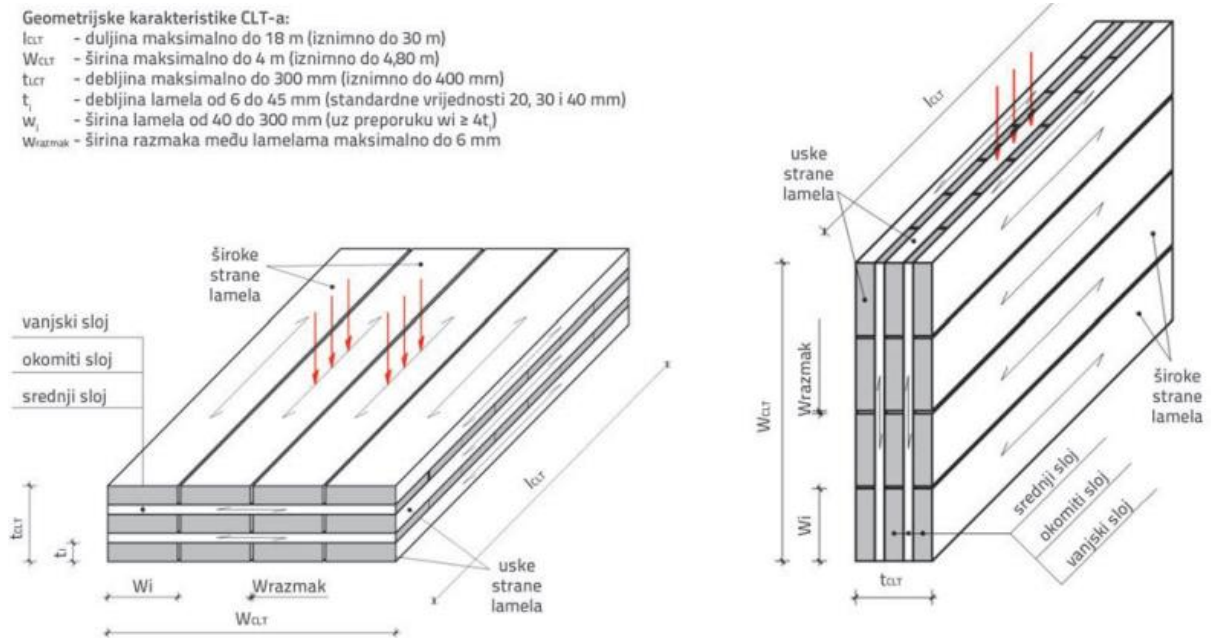
Izvor: Jeleč, Varevac, Rajčić, Građevinar 2 (2018), stranica 77 ([chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-70-2018-2-2-2071.pdf](http://casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-70-2018-2-2-2071.pdf))

Križno lamelirani drveni paneli ili CLT predstavljaju inovativno rješenje u građevinskoj industriji koje se sve više koristi u posljednjim godinama. Ova tehnologija kombinira prirodnu ljepotu drveta s izuzetnom čvrstoćom i stabilnošću. Križno lamelirani paneli sastoje se od najmanje tri sloja drvenih ploča koje su međusobno povezane naizmjenično po dužini i širini, čime se postiže veća otpornost na deformacije uslijed promjena temperature i vlažnosti. Ovaj način konstrukcije omogućuje panelima da izdrže veće opterećenje što ih čini idealnim izborom za različite građevinske primjene te je moguće je proizvesti jako dugačke zidove i debele ploče. Proizvode se u specijaliziranim tvornicama najčešće lijepljenjem neparnog broja drvenih ploča od tri pa sve do jedanaest. Najveće ograničenje u proizvodnji CLT-a je transport pa maksimalne dužine elemenata sežu do 30 metra.

Pored toga, križno lamelirani drveni paneli omogućavaju i efikasnije korištenje drveta, jer se mogu proizvesti od manjih, kvalitetnijih i ekonomski isplativijih lamela. Ova tehnologija pruža značajne ekološke prednosti, jer smanjuje potrebu za upotrebom punog drveta, što doprinosi očuvanju šuma i smanjenju negativnog utjecaja na okolinu. Uzimajući u obzir njihove impresivne mehaničke osobine, ekološku održivost i estetske

karakteristike, križno lamelirani drveni paneli predstavljaju perspektivan materijal koji će se i dalje razvijati i široko primjenjivati u budućnosti.

Slika 5 Geometrijske oznake i dimenzije CLT panela



Izvor: Jeleč, Varevac, Rajčić, Građevinar 2 (2018), stranica 78 ([chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/http://casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-70-2018-2-2-2071.pdf](http://casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-70-2018-2-2-2071.pdf))

Upotreba CLT-a također ima određene nedostatke koji zahtijevaju pažljivo razmatranje. Jedan od glavnih izazova je potreba za pažljivim planiranjem i proizvodnjom kako bi se osigurala dosljednost kvalitete i performansi. Nepravilna proizvodnja ili loš izbor materijala može dovesti do slabijih mehaničkih karakteristika panela, što može smanjiti njihovu efikasnost u konstrukcijama. Također, iako su CLT paneli otporniji na deformacije u odnosu na tradicionalne drvene materijale, i dalje su podložni oštećenjima uslijed produžene izloženosti visokoj vlažnosti i insektima koji napadaju drvo. Stoga je potrebno redovno održavanje i adekvatna zaštita kako bi se osigurala dugotrajnost i pouzdanost ovih panela u različitim uvjetima. Što se tiče konstrukcijske izvedbe, CLT ploče se mogu koristiti kao nosive ploče i posmični zidovi, za razliku od drugih proizvoda izrađenih od kompozitnih ploča na bazi drva. CLT također ima prednosti u pogledu svoje vatrootpornosti zbog predvidljivih svojstava gorenja velikih drvenih konstrukcijskih elemenata. Seizmička izvedba CLT-a bila je predmet nekoliko studija. U jednom eksperimentu, uzorak zgrade od sedam katova bio je podvrgnut jakim potresima, ekvivalentnim 7,2 na Richterovoj ljestvici. CLT je pokazao izvrsno seizmičko ponašanje, s

najvećim pomacima između katova od 5 centimetara i bočnom deformacijom manjom od 30 cm [Slika 4]

#### **2.4. Prednosti lameliranog drva**

Korištenje križno lameliranih panela u pred gotovljenim zidovima i stropovima donosi značajne prednosti koje je važno istaknuti. Križno lamelirano drvo otvara široke mogućnosti u oblikovanju pred gotovljenih elemenata velikih dimenzija, što je ključno u modernoj građevinskoj industriji. Ovi paneli omogućuju proizvodnju izrazito dugih zidova i debelih ploča, što je često neophodno u većim građevinskim projektima. Osim dimenzija, križno lamelirani elementi ističu se svojom iznimnom čvrstoćom. Otporni su na opterećenja koja djeluju u njihovoj ravnini, što ih čini izvrsnim izborom za zidove i stropove. Dodatno, zahvaljujući karakterističnom "armiranju" u slojevima, CLT elementi pokazuju izuzetnu otpornost na cijepanje, što je ključno za dugotrajnost i stabilnost konstrukcije. Važno je napomenuti razliku između križno lameliranih elemenata i lijepljeno lameliranih elemenata, čije su drvene daske međusobno paralelne. CLT paneli se sastoje od slojeva postavljenih pod pravim kutom, čime se postiže posebna čvrstoća i otpornost na opterećenja. Križno lamelirani paneli predstavljaju visoko funkcionalno i izdržljivo rješenje za konstrukciju pred gotovljenih zidova i stropova, pružajući građevinskim projektima prednosti u pogledu dimenzija, čvrstoće i dugotrajnosti. Njihova primjena omogućuje inovativno oblikovanje i pouzdanu izvedbu, što je ključno za suvremenu građevinsku industriju.

#### **2.5. Postupak proizvodnje**

CLT ploče se proizvode u tri ili više slojeva iste ili različite debljine dimenzijske građe ili daske u križnom uzorku od 90°. Ortogonalni raspored slojeva u CLT-u dodaje prostornu stabilnost i sposobnost dvosmjernog djelovanja na uzorak. U određenim slučajevima, dva susjedna sloja mogu se poravnati u istom smjeru za ispunjavanje određenih specifikacija. U osnovi, moguće je proizvesti bilo koju debljinu CLT-a kombiniranjem debljine do najviše 50 mm. Konačna debljina CLT-a ograničena je na 508 mm. Proizvodnja CLT panela uključuje niz koraka. Svaki korak ima svoju ulogu u stvaranju kvalitetnih i izdržljivih CLT panela, koji se sve više koriste u modernoj građevinskoj industriji.

### Proizvodnja obuhvaća:

1. Primarni odabir drvene građe
2. Grupiranje drvene građe
3. Površinska obrada
4. Rezanje na projektirane dimenzije
5. Lijepljenje
6. Formiranje CLT ploče
7. Prešanje
8. Kontrola kvalitete, strojna obrada i završno rezanje
9. Označavanje, pakiranje i otprema CLT ploča

#### **2.5.1. Primarni odabir drvene građe**

U Europi, proizvođači drvenih materijala pridržavaju se dvaju ključnih kriterija pri odabiru građe: građevinskog kriterija i estetskog kriterija. Ovi kriteriji igraju značajnu ulogu u selekciji drvene građe, posebno kada je riječ o CLT panela.

Prvi kriterij, građevinski uvjet, usmjeren je na osiguranje konstruktivne funkcionalnosti drvenih materijala, pri čemu je ključna svrha postizanje strukturalne integritetnosti i čvrstoće CLT panela. Ovdje je prioritet osigurati da svi slojevi lamela, osim vanjskih, ispunjavaju sve tehničke zahtjeve kako bi se osigurala sigurnost i izdržljivost konačnog proizvoda.

S druge strane, estetski uvjet ili uvjet izgleda fokusiran je na postizanje vizualne privlačnosti CLT panela. Za razred CLT-a, posebne vizualne karakteristike moraju biti zadovoljene kako bi se postigao željeni estetski izgled finalnog proizvoda. Ovo je osobito važno kada su vidljivi vanjski slojevi CLT panela.

Kako bi se postigao optimalan balans između ovih dvaju kriterija, proizvođači često teže korištenju kompozitnih materijala, gdje se estetska svojstva, poput izgleda vanjskog sloja, mogu maksimalno iskoristiti. U ovom kontekstu, estetika se ponekad može zanemariti u korist zadovoljenja čisto konstruktivnih zahtjeva, pogotovo kada su svi slojevi osim vanjskog skriveni ili manje vidljivi.

Ovakav pristup omogućuje proizvođačima da postignu ravnotežu između estetskih i



funkcionalnih zahtjeva drvenih materijala, što je od izuzetne važnosti u proizvodnji CLT panela. Ovaj pristup pridonosi izgradnji sigurnih i izdržljivih konstrukcija koje istovremeno zadovoljavaju estetske standarde i preferencije klijenata.

### **2.5.2. Grupiranje građe**

U procesu proizvodnje Cross-Laminated Timber (CLT), važno je pažljivo pripremiti drvenu građu za glavne i manje smjerove čvrstoće. Ova priprema uključuje niz koraka koji su od suštinskog značaja za postizanje visokih performansi i kvalitete CLT-a. Ključni faktori koji se moraju uzeti u obzir pri grupiranju drvene građe za ova dva smjera uključuju razinu vlažnosti i vizualne karakteristike drvene građe. U svrhu osiguravanja da CLT paneli imaju potrebne nosive karakteristike, sva drvena građa koja se koristi za njihovu proizvodnju mora zadovoljavati ista svojstva u smjeru nosivosti. Ovo osigurava da će paneli moći izdržati opterećenja i zahtjeve koji se na njih postavljaju, bez obzira na to u kojem smjeru se primjenjuju. Slično tome, drvena građa koja čini poprečne slojeve CLT-a također mora imati jednaka mehanička svojstva između svih tih slojeva. To je ključno kako bi se osigurala homogenost i konzistencija u svim dijelovima ploče. Ovaj faktor ima direktan utjecaj na čvrstoću i stabilnost panela, čineći ih pouzdanim i predvidljivim u svakoj situaciji. Uz funkcionalne aspekte, estetska kvaliteta CLT-a također je važna. Površine koje će biti vidljive nakon instalacije, posebno najudaljeniji slojevi, često zahtijevaju bolji vizualni izgled kako bi se postigao željeni estetski efekt. U tom kontekstu, moguće je postaviti visokokvalitetnu drvenu građu na određena područja unutar ploče gdje će biti ugrađeni elementi. Ovo nije samo estetski, već i tehnički aspekt, jer omogućuje maksimiziranje učinkovitosti pričvršćivanja i integraciju elemenata u CLT panele na najefikasniji način.

### **2.5.3. Površinska obrada**

Stanica Stanica za rezanje je kompleksna tehnološka naprava koja se koristi u procesima obrade drveta, posebno u izradi furnira i drvnih ploča. Njezina osnovna funkcija je precizno cijepanje drvnih blokova po dužini, kako bi se stvorili uzdužni slojevi drvnih materijala. Osim toga, ova naprava je također sposobna obraditi slojeve drva ako se koristi tehnika rubnog lijepljenja. U procesu izrade uzdužnih slojeva, stanica za rezanje precizno razdvaja drvo po njegovoj dužini. To omogućava stvaranje dugih, tankih traka drveta koje će kasnije biti upotrijebljene za izradu furnira ili drugih drvnih proizvoda. Kvaliteta ovih

uzdužnih slojeva izuzetno je važna jer će utjecati na konačni izgled i čvrstoću proizvoda. Kada se koristi tehnika rubnog lijepljenja, stanica za rezanje omogućava izradu poprečnih slojeva. Ovi slojevi se dobivaju prelamanjem uzdužnih traka drva na kraće dijelove na temelju dimenzija preša. Ovdje je ključna preciznost stanice za rezanje jer je potrebno osigurati da svi poprečni slojevi budu jednake veličine i oblika kako bi se osigurala visoka kvaliteta konačnog proizvoda. Važno je napomenuti da se, u slučaju da se koristi ista vrsta i veličina drva za izradu paralelnih i okomitih slojeva, može postići veća homogenost i konzistencija materijala. Ova tehnika omogućava optimizaciju resursa i povećava učinkovitost proizvodnje drvnih materijala.

#### **2.5.4. Lijepljenje**

U tipičnom sustavu nanošenja ljepila koji se koristi u procesu punjenja, glave ekstrudera se pomiču i nanose paralelne linije ljepila u zrako propusnom sustavu s izravnom opskrbom iz ljepljive posude. Slojevi se mogu lagano navlažiti vodenom maglicom kako bi se olakšalo stvrdnjavanje. Brzina dodavanja u proizvodnji općenito je oko 18 - 60 m/min. Ako su CLT slojevi formirani unaprijed, aplikator ljepila sastojat će se od niza postavljenih malznica jedna uz drugu na gredi i putovat će uzdužno preko slojeva. Tipična brzina traje oko 12 sekundi za 15 metara. Ljepilo treba nanijeti ubrzo nakon površinske obrade kako bi se riješili problemi poput oksidacije, starenja i dimenzijske nestabilnosti drva, te poboljšati sposobnost vlaženja i učinkovitost lijepljenja. Površine za lijepljenje obrađene drvene građe moraju biti čiste i bez tvari koje odbijaju ljepilo kao što su ulja, masti ili sredstva za odvajanje, što bi imalo štetan učinak na kvalitetu lijepljenja. Poremećaji u proizvodnom procesu mogu biti uzrokovani problemima u vezi s nanošenjem ljepila, kao što je prekoračenje najvećeg dopuštenog vremena montaže, što može rezultirati prethodnim stvrdnjavanjem ljepila.

#### **2.5.5. Formiranje CLT ploče**

U kontekstu postavljanja CLT panela, mogu se primijetiti sličnost s procesom postavljanja šperploča s jednim ključnim razlikama. Dok se šperploče sastoje od slojeva drva postavljenih okomito jedan na drugi, svaki sloj CLT ploče izrađen je od više komada drva. Ova suptilna razlika u konstrukciji CLT ploča donosi sa sobom niz značajnih implikacija i tehničkih izazova.

Prvo, različiti komadi drva u svakom sloju CLT ploče često imaju različite karakteristike, uključujući čvrstoću, gustoću i vlakna. Ove varijacije u materijalu mogu utjecati na čvrstoću i stabilnost CLT ploče te zahtijevaju pažljivo planiranje i konstrukciju. Proizvođači CLT ploča moraju pažljivo razmotriti kako postaviti te različite elemente drva kako bi se postigla optimalna čvrstoća i stabilnost ploče.

Drugi važan aspekt je proces spajanja različitih elemenata u cjelinu. Ovdje proizvođači imaju ključnu odgovornost. Razmatranje načina spajanja elemenata, kao što su ljepilo, čavli, ili druge vrste veza, igra ključnu ulogu u osiguranju integriteta CLT ploče. Pravilno postavljanje i sastavljanje ovih elemenata zahtijeva preciznost i stručnost kako bi se osigurala trajnost i pouzdanost konstrukcije. Iako se postavljanje CLT ploča može činiti sličnim postavljanju šperploča, razlike u konstrukciji i karakteristikama materijala zahtijevaju pažljivu analizu i inženjersku ekspertizu kako bi se osigurala čvrstoća, stabilnost i trajnost ovih inovativnih konstrukcijskih materijala. Proizvođači imaju ključnu ulogu u pronalasku najučinkovitijih načina spajanja elemenata kako bi se stvorila pouzdana i sigurna cjelina.

#### **2.5.6. Prešanje**

Prešanje je ključni korak u proizvodnji CLT-a koji vodi računa o pravilnom razvoju veze i kvalitete CLT-a. Ovaj proces osigurava pravilan razvoj veza između slojeva drvene građe, čime se postiže visoka kvaliteta CLT-a. Postoje dvije glavne vrste preša koje se koriste u proizvodnji CLT-a: vakuumska preša s fleksibilnom membranom i hidraulička preša s krutom pločom. Vakuumska preša koristi se za stvaranje teoretskog maksimalnog pritiska stezanja od 14,5 psi (0,1 MPa). Međutim, ovakav pritisak može biti nedovoljan za potpuno eliminiranje potencijalnog savijanja slojeva i uklanjanje površinskih nepravilnosti. Kako bi se prevladali ovi nedostaci, koristi se tehnika olakšica za skupljanje drvene građe. Ova tehnika uključuje uzdužno piljenje kroz djelomičnu debljinu drvene građe kako bi se oslobodila unutarnja napetost. To rezultira smanjenjem šanse za razvoj pukotina u CLT pločama tijekom procesa gubitka vlage. Važno je napomenuti da se prilikom primjene olakšica za skupljanje mora paziti da rubovi ploča ne budu preširoki ili preduboki. Preširoki rubovi mogu smanjiti površinu lijepljenja između slojeva, što može negativno utjecati na nosivost i stabilnost CLT-a. Osim toga, pretjerano duboki utori također mogu narušiti strukturalnu integritet ploča. Zato se pažljivo planira i izvodi proces olakšica za

skupljanje kako bi se postigla optimalna ravnoteža između smanjenja napetosti i očuvanja čvrstoće i stabilnosti ploča. Također je važno napomenuti da upotreba sredstava za smanjenje skupljanja drvene građe može imati značajan utjecaj na performanse konačnog CLT-a. Stoga je nužno provesti testiranje ovih postupaka kao dio procesa osiguranja kvalitete kako bi se osiguralo da se postižu željeni rezultati i da CLT ispuni potrebne standarde i specifikacije.

### **2.5.7. Kontrola kvalitete, površinska obrada i završno rezanje**

Za brušenje se može koristiti industrijski stroj za koji je dizajniran za kompozitne proizvode od drva kao što je šperploča.

Nakon brušenja, CLT ploče se zatim prenose u stanicu za obradu gdje više osni numeričko upravljani stroj izrezuje otvore za prozore i vrata, spojeve i druge potrebne dijelove i obavlja potrebnu strojnu obradu za spojeve. Rezanje se izvodi u strogo kontroliranim uvjetima za maksimalnu točnost. Manji popravci se izvode ručno u ovoj fazi proizvodnog procesa.

### **2.5.8. Označavanje, pakiranje i otprema CLT ploča**

Obrada i proizvodnja CLT panela zahtijeva precizne procese kako bi se osigurala kvaliteta i funkcionalnost konačnog proizvoda. Ovdje ćemo dublje analizirati korake u proizvodnom procesu, istražujući kako industrijski strojevi i numerički upravljani strojevi igraju ključnu ulogu. Prvo, važno je napomenuti da CLT ploče često sadrže kompozitne slojeve drva, poput šperploče. Da bi se postigla potrebna glatkoća i ravnoteža površine, koristi se industrijski stroj za brušenje. Ovaj stroj dizajniran je da precizno i učinkovito obrađuje površinu ploča kako bi se postigao željeni kvalitetan rezultat. Kontrolirani uvjeti rada ključni su za osiguranje točnosti i konzistencije u obradi. Nakon brušenja, CLT ploče prenose se u stanicu za obradu. U ovoj fazi procesa koristi se višeosni numerički upravljani stroj, koji je ključan za izrezivanje otvora za prozore i vrata, izradu spojeva i drugih potrebnih dijelova te za izvođenje strojne obrade za spojeve. Ovi strojevi omogućuju visoku preciznost i ponovljivost u procesu rezanja i oblikovanja. Numeričko upravljanje osigurava da se dizajnirani obrasci i mjere točno reproduciraju na svakoj ploči. Važno je naglasiti da se rezanje i oblikovanje izvode u strogo kontroliranim uvjetima

kako bi se postigla maksimalna točnost. To uključuje održavanje optimalnih parametara temperature i vlažnosti, što može utjecati na obradu drva. Strojni procesi omogućuju brzu i preciznu proizvodnju CLT ploča, čime se smanjuje gubitak materijala i vrijeme proizvodnje. Unatoč visokoj automatizaciji, manji popravci i finalna dorada obično se obavljaju ručno. Ovo osigurava da se svaki proizvod pregleda i prilagodi kako bi se postigla kvaliteta koja udovoljava specifičnim zahtjevima projekta. Ručna intervencija također dopušta popravke ili prilagodbe koje se možda ne mogu postići strojnom obradom.

## **2.6. Postupak ugradnje**

Ugradnja je vrlo jednostavan korak u građevinskom procesu koji zahtijeva preciznost i pažljivu pripremu kako bi se osigurala optimalna funkcionalnost i estetski izgled završene konstrukcije. Prije samog postavljanja panela, neophodno je pažljivo planiranje i osiguranje adekvatne pripreme podloge. Prvo, potrebno je temeljito očistiti i izravnati površinu kako bi se uklonile sve neravnine i nečistoće koje bi mogle uticati na čvrstoću i ravnotežu panela.

*Slika 6 Podizanje panela - Slaganje u sistemu frame*



*Izvor: Vlasništvo ureda MF Arhitekti*

Zatim se pristupa samoj ugradnji panela. Paneli se postavljaju na pripremljenu podlogu, a njihova orijentacija i redoslijed strogo prate projekt konstrukcije. Paneli se mogu postavljati horizontalno, vertikalno ili u kombinaciji, u zavisnosti od specifičnih zahtjeva projekta. Važno je da se paneli pažljivo poravnaju i osigura pravilno međusobno

povezivanje kako bi se spriječilo stvaranje pukotina ili nepravilnosti.

*Slika 7 Podizanje panela - Slaganje u sistemu frame*



*Izvor: Vlasništvo ureda MF Arhitekti*

Ugradnja se vrši pomoću odgovarajućih spojnica koja su posebno dizajnirani za križno lamelirane drvene panele. Upotreba pravilnih spojnica od ključnog je značaja za postizanje optimalne čvrstoće i stabilnosti.



*Slika 8 Učvršćivanje panela - Slaganje u sistemu frame*



*Izvor: Vlasništvo ureda MF Arhitekti*

Nakon što su paneli postavljeni, vrši se završna provjera i podešavanje kako bi se osigurala sigurnost i preciznost. Konačno, preporučuje se redovno održavanje kako bi se produžio vijek trajanja križno lameliranih drvenih panela i očuvala njihova funkcionalnost i estetika tokom vremena.



Slika 9 Slaganje zidova – Slaganje u sistemu frame



Izvor: Vlasništvo ureda MF Arhitekti

Pri proizvodnji i ugradnji CLT panela planiranje i preciznost su ključni, dok je ugradnja isporučenih panela je veoma jednostavna. Pravilno postavljanje panela osigurava stabilnost, dugotrajnost i estetski privlačan izgled građevinske konstrukcije. Pažljivo praćenje uputstava i redovno održavanje ključni su faktori za postizanje uspješne ugradnje i optimalnog korištenja CLT panela.

## 2.7. Uporaba u rekonstrukciji

Rekonstrukcija starih kamenih kuća predstavlja jedinstven izazov u građevinskoj industriji, a križno lamelirani drveni paneli su se pokazali kao vrlo koristan materijal u ovakvim projektima. Kombinacija tradicionalnog šarma kamena s modernom tehnikom križnog lameliranja drva pruža savršeno rješenje za obnovu stare arhitekture, uz istovremeno unapređenje strukturne integriteta i termalne efikasnosti objekta. Prilikom rekonstrukcije, oštećeni zidovi i nosivi elementi starih kamenih kuća mogu biti pojačani i

obnovljeni CLT panelima. Paneli se lako ugrađuju i prilagođavaju različitim oblicima i veličinama, što omogućava precizno prilagođavanje postojećoj geometriji zidova i drugih struktura. Također, njihova relativno laka težina čini proces rekonstrukcije manje zahtjevnim i smanjuje opterećenje na oslabljenim temeljima, što može biti od ključnog značaja za stare objekte. Prednost korištenja CLT panela u rekonstrukciji je i poboljšanje toplinske izolacije objekta. Ovi paneli imaju inherentne toplinske osobine drveta, što doprinosi povećanju energetske efikasnosti kuće i smanjenju troškova grijanja i hlađenja. Ujedno, pružaju bolju kontrolu nad vlagom i smanjuju rizik od pojave kondenzacije, što može biti posebno važno za stare kamene objekte koji su skloni vlažnosti i prodiranju vlage kroz zidove. Križno lamelirani drveni paneli također omogućavaju fleksibilnost u dizajnu i mogućnost uvođenja modernih elemenata u tradicionalnu arhitekturu. Paneli mogu biti tretirani različitim završnim obradama kako bi se očuvao autentičan izgled drva, ali isto tako i omogućila njihova personalizacija i usklađivanje s estetskim zahtjevima rekonstrukcije.

### **3. ANALIZA STANJA KUĆE**

Ovo je poglavlje usmjereno je na analizu stanja kuće kao ključnog aspekta u procesu rekonstrukcije. Prepoznavanje i razumijevanje trenutnog stanja objekta neophodno je kako bi se temeljito planirali radovi na obnovi te osigurala sigurnost i stabilnost objekta u budućnosti. Osnovna svrha analize stanja objekta je vizualnim pregledom identificirati vidljive znakove oštećenja i deformacija, proučavajući ključne elemente poput zidova, temelja, krovne konstrukcije, prozora i vrata. Proučavanjem tih elemenata, inženjeri i arhitekti mogu uočiti pukotine, naginjanje zidova, trulež drveta, deformacije i druge znakove strukturalnih problema. Laboratorijski testovi materijala, ako su potrebni, koriste se za procjenu mehaničkih karakteristika materijala i njihove degradacije tokom vremena, što je od suštinskog značaja za objekte koji su izloženi prirodnim elementima tokom dužeg vijeka trajanja.

Na temelju rezultata analize stanja, stručnjaci izrađuju plan rekonstrukcije koji obuhvaća sanaciju oštećenih dijelova, pojačanje strukture, zamjenu materijala te primjenu modernih tehnika kako bi se poboljšala stabilnost i dugotrajnost objekta. Očuvanje povijesne i arhitektonske vrijednosti stare kuće, istovremeno zadovoljavajući suvremene građevinske standarde, ključna je komponenta tog planiranja.

U analizi stanja kuće, bitno je definirati problem i oštećenja koja zahtijevaju rekonstrukciju. Detaljno će se opisati koraci uklanjanja oštećenih dijelova zida i međukatne konstrukcije, razmatranje zemljišta na kojem kuća stoji i važnost uklanjanja potencijalno problematičnih slojeva, opisat će se proces rekonstrukcije zidova i krova kuće s naglaskom na tehnike ojačanja i zamjene dotrajalih materijala.

Tijekom procesa rekonstrukcije kamene kuće, važno je imati na umu i dodatne aspekte i izazove koje treba razmotriti:

- **Očuvanje povijesti**

U mnogim slučajevima, stare kamene kuće imaju povijesnu vrijednost. Prilikom rekonstrukcije, bitno je očuvati autentični izgled i karakteristike objekta kako bi se sačuvala povijest i kulturna baština.

- **Suvremeni zahtjevi i standardi**

U procesu rekonstrukcije, potrebno je uskladiti objekt s suvremenim građevinskim standardima i zahtjevima za sigurnost, energetska učinkovitost i druge aspekte. To uključuje primjenu izolacije i sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije.

- **Planiranje prostora**

Tijekom rekonstrukcije, prostor se često prilagođava suvremenim potrebama i životnom stilu. To može uključivati promjene u rasporedu prostorija, dodavanje kupaonica ili modernizaciju kuhinje.

- **Upotreba održivih materijala**

Prilikom odabira materijala za rekonstrukciju, može se razmotriti upotreba ekološki održivih i prirodnih materijala kako bi se smanjio ekološki otisak i unaprijedila energetska učinkovitost objekta.

- **Pravne i građevinske dozvole**

Ovisno o lokaciji i obimu rekonstrukcije, može biti potrebno ishoditi odgovarajuće dozvole i pridržavati se lokalnih građevinskih propisa.

### 3.1. Procjena stanja postojeće konstrukcije

Prije nego što se pristupi rekonstrukciji urušene stare kuće, neophodno je izvršiti temeljitu analizu stanja objekta kako bi se utvrdili razlozi urušavanja, procijenili potrebni radovi te osigurala sigurnost i stabilnost objekta u budućnosti. Ovaj proces analize predstavlja ključni korak u obnovi i zahtijeva stručnost i iskustvo inženjera i arhitekata.

*Slika 10 Postojeće stanje objekta*



*Izvor: Izradio autor*

Analiza stanja urušene stare kuće započinje vizualnim pregledom objekta kako bi se identificirali vidljivi znakovi oštećenja i deformacija. Detaljno se proučavaju zidovi, temelji, krovna konstrukcija, prozori i vrata, kako bi se uočile pukotine, naginjanje zidova, trulež drveta, deformacije i druge anomalije koje ukazuju na strukturalne probleme. Također, vrši se procjena općeg stanja materijala korištenih u građenju, poput kamenih blokova, drveta, žbuke i ostalih komponenti, kako bi se razumjela njihova trenutna izdržljivost i otpornost na opterećenja.



*Slika 11 Postojeće stanje objekta*



*Izvor: Izradio autor*

Analiza stanja uključuje i laboratorijske testove materijala, ako je potrebno. Ovi testovi se koriste za procjenu mehaničkih karakteristika materijala i njihove degradacije tokom vremena, što je posebno važno za starije objekte koji su izloženi prirodnim elementima tokom dugog vijeka trajanja.

Na temelju rezultata analize stanja, stručnjaci mogu izraditi plan rekonstrukcije koji obuhvaća sanaciju oštećenih dijelova, pojačanje strukture, zamjenu dotrajalih materijala i implementaciju modernih tehnika i materijala za poboljšanje stabilnosti i trajnosti objekta. Uzimajući u obzir povijesni i arhitektonski značaj objekta, cilj je očuvati autentičnost i šarm stare kuće, dok se istovremeno zadovoljavaju zahtjevi modernog života i građevinskih standarda. U konačnici, analiza stanja urušene stare kuće igra ključnu ulogu u planiranju uspješne rekonstrukcije koja će obnoviti objekt i osigurati njegovu dugotrajnost, istovremeno poštujući njegovu povijest i kulturno naslijeđe.

### **3.2. Definiranje problema i oštećenja koje zahtijevaju rekonstrukciju**

Prvi korak ove rekonstrukcije je ukloniti sav višak iz konstrukcije, zajedno sa urušenim dijelovima zida urušenom međukatnom konstrukcijom te dijelovima pregradnih zidova. Postojeće tlo u prizemlju se uklanja sve do zdravog tla. Rekonstrukcija zidova i krova stare kamene kuće zahtijeva temeljito planiranje i pažljivo izvođenje kako bi se osigurala strukturna stabilnost i dugotrajnost objekta. Prvi korak u procesu rekonstrukcije zidova je pažljivo uklanjanje oštećenih dijelova zida, kao što su urušeni kameni blokovi koji su izgubili svoju nosivost. Nakon toga, vrši se provjera stabilnosti preostalih dijelova zida kako bi se utvrdilo koje dijelove je potrebno srušiti. Po potrebi se ugrađuju armaturne trake ili čelični nosači kako bi se osigurala dodatna čvrstoća i stabilnost zida. Kod rekonstrukcije krova, potrebno je potpuno uklanjanje postojećeg krovnog pokrivača kako bi se oslobodio prostor kroz koji će se postavljati CLT paneli. Kompletno krovšte se zamjenjuje novim CLT elementima, uz potrebna ojačanja i veze kako bi se osigurala nosivost krova. U slučaju zidova, unutarnja strana kamenih zidova premazuje se hidroizolacijom prije postavljanja CLT panela unutar gabarita objekta. S vanjske strane kameni zid se mora zaštititi limenim opšavom kako ne bi dolazilo do prodiranja vode do hidroizolacije. U prizemlju konstrukcije vrši se zamjena materijala kako bi se poboljšala nosivost podloge.

## **4. PLAN REKONSTRUKCIJE**

Rekonstrukcija objekata uz primjenu CLT panela predstavlja izazovno i istovremeno iznimno obećavajuće područje koje zahtijeva pažljivo projektiranje, pripremu i preciznu instalaciju kako bi se postigla maksimalna učinkovitost i održivost.

Poglavlje se temelji na tri ključna podnaslova: "Projektiranje", "Priprema i pričvršćivanje podloge", "Specifičnosti vezane za spojeve i ugradnja". Svaki od ovih aspekata ima svoju jedinstvenu ulogu i značaj u postizanju uspješne rekonstrukcije korištenjem CLT panela, te će biti analiziran u nastavku ovog rada. Ovaj poglavlje će istražiti različite aspekte planiranja i izvođenja rekonstrukcije s CLT panelima, s ciljem pružanja sveobuhvatnog

razumijevanja procesa te poticanja profesionalnog pristupa ovom važnom segmentu građevinske prakse.

#### **4.1. Projektiranje**

Nakon temeljite analize stanja kuće slijedi projektiranje novog sustava statike koji uključuje drvene lamelirane panele kao osnovni materijal. U projektiranju se vodi računa o opterećenjima kojima je objekt izložen, uključujući vlastitu težinu, opterećenje snijega, vjetar i druge vanjske sile. Osim toga, pridaje se pažnja i seizmičkoj otpornosti kako bi se osigurala sigurnost objekta u slučaju potresa. Nakon što je projektiran novi sustav statike, pristupa se izradi i ugradnji CLT panela. Paneli se pažljivo dimenzioniraju i pripremaju kako bi se precizno prilagodili konkretnim dimenzijama i zahtjevima kuće. Prije ugradnje CLT panela u prethodno očišćenu konstrukciju postavlja se Deliform Iglu sustav, koji nam pruža rješenje temeljenja nove CLT konstrukcije. Sastoji se od plastičnih nosača koji dijele tlo ispod konstrukcije i puštaju zračne džepove za strujanje zraka i provlačenje instalacija. Pomažu u upravljanju vlagom omogućavajući da sva voda koja prodire kroz vanjsku oblogu otječe i ispari. Također promiču cirkulaciju zraka, što pomaže u regulaciji temperature i može poboljšati energetske učinkovitost zgrade. Jedna od glavnih funkcija prozračenih šupljina je sprječavanje nakupljanja vlage unutar ovojnice zgrade. Kišnica, kondenzacija ili drugi izvori vlage mogu se odvoditi iz šupljine, smanjujući rizik od plijesni, truljenja i oštećenja konstrukcije. Pravilno održavanje ključno je za dugoročnu učinkovitost prozračenih šupljina. Redovni pregledi i čišćenje nužni su kako bi se osiguralo da šupljina ostane slobodna od otpada i prepreka. Održavanje također pomaže identificirati i rješavati eventualne oštećenja ili trošenje obloge ili komponenata šupljine. Daliform Iglu se postavlja na sloj mršavog betona kako bi osigurali da je podloga na koju se postavljaju apsolutno ravna. Ispod mršavog betona izvodi se zamjena materijala, kako bi se zadovoljila nosivost podloge. Izgradnja prozračenih šupljina zahtijeva pažljivu pozornost na detalje jer učinkovitost sustava ovisi o ispravnoj ugradnji komponenata kao što su vodonepropusna barijera, izolacija i vanjska obloga. Pravilna instalacija ključna je za sprječavanje prodora vode i drugih problema. Nakon osiguranja temelja na koje dolazi nova CLT konstrukcija još jednom se provjeravaju vanjski kameni zidovi koji su djelomično urušeni, no dijelovi zida koji ostaju ne smiju ulaziti u gabarite nove konstrukcije kako bi se CLT elementi mogli neometano postaviti. Ugradnja CLT-a zahtijeva

posebnu pažnju i preciznost kako bi se osigurala njihova pravilna pozicija i povezivanje. Paneli se mogu pričvrstiti pomoću odgovarajućih spojnica, a stručnjaci prate postupak kako bi osigurali njihovu pravilnu ravnotežu i pozicioniranje. Nakon što je CLT konstrukcija prizemlja postavljena, idući korak je postavljanje međukatne konstrukcije koja je također od CLT-a. Vodi se briga pri spajanju zidova sa međukatnom konstrukcijom da se osigura zvučna izolacija između katova i zidova. Na CLT međukatnu konstrukciju postavljaju se zidovi prvog kata, koji se učvršćuju vijcima, da bi se ugradio betonski estrih zajedno sa slojevima plivajućega poda. Nakon ugradnje vanjskih i unutarnjih zidova kata konstrukcije, dolazi vrijeme na postavljanje krova, Sam krov načinjen je od CLT elemenata na koji se veže toplinska izolacija na koje dolazi PE folija kako bi se spriječilo nastajanje kondenzata. Novo krovšte se završava postavljanjem crijepova na sekundarnu konstrukciju krova. Nakon ugradnje nosivih, provode se detaljni testovi i provjere kako bi se osigurala sigurnost i stabilnost kuće. Ovi testovi obuhvaćaju opterećenje i vibracijske analize te provjeru seizmičke otpornosti. Detaljan plan rekonstrukcije statike kuće korištenjem CLT panela zahtijeva stručnost i pažljivost kako bi se osigurala čvrstoća, stabilnost i dugotrajnost objekta. Kombinacija inovativnih drvenih materijala s preciznim projektiranjem i izvođenjem osigurava obnovu kuće koja će zadovoljiti moderne zahtjeve sigurnosti i estetike, dok će istovremeno očuvati prirodni šarm i autentičnost drveta.

#### **4.2. Priprema i pričvršćivanje podloge**

Potrebno je osigurati da je radna površina čista i ravna kako bi se postigla pravilna i stabilna instalacija panela. Svi ostaci starog materijala ili drugih prepreka moraju biti uklonjeni, a potrebno je izravnati površine kako bi paneli bili postavljeni na stabilnu i ravnopravnu osnovu.



Slika 12 Pričvršćivanje panela – Slaganje u sustavu frame



Izvor: Vlasništvo ureda MF Arhitekti

Ovaj korak osigurava pravilno poravnanje i povezivanje panela, sprečava nastajanje pukotina i osigurava ravnomjerno raspodjelu opterećenja. Prije same ugradnje, paneli se moraju pripremiti prema specifičnim zahtjevima projekta. To uključuje rezanje i oblikovanje panela kako bi odgovarali dimenzijama površina koje će se oblagati. Također, paneli se mogu obraditi posebnim premazima za zaštitu od vlage, insekata i drugih vanjskih utjecaja, što će osigurati dugotrajnost i estetski izgled panela. Kada su paneli spremni za ugradnju, provodi se pažljivo postavljanje i povezivanje. To može uključivati upotrebu odgovarajućih spojnika kako bi se osigurala čvrsta i stabilna veza između panela.

#### 4.3. Specifičnosti vezane za spojeve i ugradnju

Spojevi i ugradnja CLT panela imaju svoje specifičnosti koje zahtijevaju preciznost kako bi se osigurala optimalna čvrstoća, stabilnost i dugotrajnost konstrukcije. Prvi aspekt koji treba uzeti u obzir su spojevi između pojedinih panela. Križno lamelirani drveni paneli

obično se međusobno povezuju pomoću posebnih spojnica ili čeličnih elemenata. Izbor pravilnih spojnica je od velike važnosti kako bi se osigurala čvrsta i stabilna veza između panela. Još jedna specifičnost koja treba uzeti u obzir je pravilno pozicioniranje i ravnoteža panela tijekom ugradnje. Paneli se moraju pažljivo poravnati i postaviti na ravnu i stabilnu podlogu kako bi se spriječile nepravilnosti i osigurala ravnomjerna površina. U slučaju nepravilnog pozicioniranja, mogu se javiti pukotine ili neujednačenost panela, što može narušiti strukturnu stabilnost i estetski izgled objekta. Važno je obratiti pažnju na pravilno rukovanje panelima tijekom ugradnje kako bi se izbjegla oštećenja i osigurala njihova netaknutost. Paneli se moraju pažljivo prenositi i postavljati, izbjegavajući udarce ili prekomjerne opterećenja koji bi mogli dovesti do slamanja lamela ili narušiti njihovu čvrstoću.

Za ugradnju CLT panela potrebno je iskustvo i znanje o ovom materijalu kako bi pravilno primijenili tehnike ugradnje i osigurali visok standard kvalitete. Ugradnja CLT panela zahtijeva preciznost i stručnost kako bi se postigla optimalna funkcionalnost i estetika, čuvajući istovremeno prirodnu ljepotu drveta i prednosti koje ovaj materijal pruža u građevinskim aplikacijama.

## **5. IZVEDBA KONSTRUKCIJE**

Poglavlje koje slijedi usmjereno je na ključnu fazu procesa obnove - izvedbu konstrukcije kuće, istražujući njene ključne segmente, uključujući projektiranje, pripremu i montažu Cross-Laminated Timber (CLT) panela. Ova faza zahtijeva iznimnu pažnju prema detaljima i visoku preciznost kako bi se postigla čvrstoća, stabilnost i dugotrajnost obnovljenog objekta. Proces izvedbe počinje nakon temeljite analize stanja kuće. Faza projektiranja fokusira se na kreiranje novog sustava statike koji uključuje korištenje CLT panela kao osnovnog građevinskog materijala. Tijekom projektiranja, stručnjaci uzimaju u obzir različite čimbenike opterećenja, uključujući težinu objekta, opterećenje snijegom, vjetrom i druge vanjske sile, te posebnu pozornost posvećuju seizmičkoj otpornosti kako bi osigurali sigurnost kuće u slučaju potresa. Nakon projektiranja, slijedi faza pripreme i montaže CLT panela. Paneli se pažljivo pripremaju kako bi odgovarali specifičnim dimenzijama i zahtjevima kuće. Prije same ugradnje, konstrukcija se priprema postavljanjem Deliform Iglu sustava, čime se osigurava čvrst temelj za novu CLT

konstrukciju. Ovaj sustav igra ključnu ulogu u upravljanju vlagom, sprječavajući prodor vode unutar konstrukcije. Ugradnja CLT panela zahtijeva izuzetnu pažnju i preciznost kako bi se osigurala pravilna pozicija i povezivanje. Paneli se često pričvršćuju korištenjem odgovarajućih spojnica, a stručnjaci prate svaki korak kako bi osigurali ravnotežu i pravilno pozicioniranje panela.

Specifičnosti vezane za spojeve i instalaciju CLT panela, istražene su u ovom poglavlju. Uključen je izbor odgovarajućih spojnica, ravnotežu panela, rukovanje panelima i stručnost potrebnu za kvalitetnu instalaciju.

Sve navedene faze i postupci čine ključnu ulogu u osiguranju čvrstoće, stabilnosti i dugotrajnosti obnovljene kuće, kombinirajući inovativne drvene materijale s preciznim izvođenjem kako bi se postigli suvremeni standardi sigurnosti i estetike, istovremeno čuvajući autentičnost drva.

## **5.1. Detaljan postupak ugradnje panela**

U nastavku u objašnjeni ključni koraci u postupku ugradnje CLT panela. Počevši od pripreme radnog područja i preciznog mjerenja do pripreme panela, postavljanja, poravnanja, provjere te zaštite i održavanja panela, svaki korak je ključan za osiguranje čvrstoće, stabilnosti i dugotrajnosti kako bi se osigurao visok standard kvalitete i trajnosti. Potrebno je zadovoljit glavnih 5 koraka:

### **1) Priprema radnog područja**

Prvi i ključni korak u procesu ugradnje CLT panela odnosi se na pažljivu pripremu radnog područja. Ova faza postavlja temelje za uspješnu ugradnju panela te igra ključnu ulogu u osiguranju njihove čvrstoće i stabilnosti.

Slika 13 Čišćenje površine – Slaganje u sustavu frame



Izvor: Vlasništvo ureda MF Arhitekti

S obzirom na složenost i visoke standarde, pravilna priprema radnog područja postaje imperativ. Počevši od temeljitog čišćenja površine od prethodnih materijala i ostataka, ova faza osigurava da se stara infrastruktura ukloni, stvarajući prazan platno za postavljanje CLT panela. Osim toga, ključno je osigurati da je podloga ravna i stabilna jer će neravna površina rezultirati nepravilnostima u postavljanju panela. To može dovesti do strukturalnih problema ili estetskih nedostataka. Stabilna podloga osigurava čvrstoću i izdržljivost cijele konstrukcije te smanjuje potrebu za kasnijim popravcima i intervencijama. S obzirom da su CLT paneli često korišteni kao osnovni materijal za konstrukciju, važno je da se pravilna priprema radnog područja provodi sa svim tehničkim specifikacijama i zahtjevima projekta na umu. Time se osigurava da su temeljni koraci postavljeni za uspješnu ugradnju panela i za postizanje izvanrednih rezultata u modernim građevinskim projektima.

## 2) Mjerenje i označavanje

Sljedeći korak je precizno mjerenje dimenzija i oblika površine na koju će se postavljati paneli. U ovom koraku, obavlja se precizno mjerenje kako bi se osiguralo da paneli budu pravilno pozicionirani prema specifikacijama projekta. Označavanjem položaja na kojima će se postaviti paneli, stvaraju se referentne točke koje će olakšati tijekom ugradnje.



*Slika 14 Označeni spojevi – Slaganje u sustavu frame*



*Izvor: Vlasništvo ureda MF Arhitekti*

S obzirom na prilagodljivost CLT materijala, točno mjerenje i označavanje igraju bitnu ulogu u postizanju preciznosti i točnosti tijekom ugradnje. Ovaj korak ne samo da osigurava pravilno pozicioniranje panela, već i smanjuje rizik od grešaka i gubitaka materijala, što je ključno za ekonomičnost i učinkovitost projekta. Tako pridonosi postizanju optimalne čvrstoće i stabilnosti konstrukcije, ključnih elemenata u ostvarivanju ciljanih rezultata.

### **3) Priprema panela**

Nakon što je radno područje pripremljeno i paneli precizno izmjerili i označeni, potrebno je pristupiti pripremi samih panela. U ovoj fazi paneli se prilagođavaju specifičnim zahtjevima projekta kako bi se osiguralo da se savršeno uklapaju u konstrukciju. Svaki projekt može imati svoje jedinstvene potrebe i specifikacije, a paneli se moraju prilagoditi zahtjevima kako bi se postigla optimalna izvedba.

Slika 15 Dopremljeni paneli na gradilištu spremni za ugradnju – Slaganje u sustavu frame



Izvor: Vlasništvo ureda MF Arhitekti

Ovo uključuje rezanje i oblikovanje panela kako bi odgovarali dimenzijama površina na koje će se postavljati. Ovaj korak može obuhvaćati i dodatnu obradu ili aplikaciju posebnih premaza. Ti premazi igraju ključnu ulogu u produženju vijeka trajanja panela i očuvanju njihove funkcionalnosti i estetike tijekom vremena. Na primjer, premazi za zaštitu od vlage osiguravaju da paneli neće apsorbirati višak vlage, što bi moglo dovesti do njihove deformacije ili truljenja. S druge strane, zaštitni premazi protiv insekata štite panele od štetočina i produžuju njihov vijek trajanja, ali i pridonose očuvanju izgleda i estetike panela. Pravilno pripremljeni paneli ne samo da će ispunjavati tehničke zahtjeve projekta već će i doprinijeti ukupnom vizualnom dojmu konstrukcije..

#### **4) Postavljanje panela**

U sljedećem koraku, nakon pripreme radnog područja i pripreme panela, pristupa se postavljanju panela na određenoj površini prema prethodno označenim referentnim točkama. Ovaj korak zahtijeva posebnu pažnju i preciznost kako bi se osiguralo da svaki panel bude pravilno pozicioniran i da tvori čvrstu i stabilnu vezu s drugim panelima.

Prilikom postavljanja prvog panela, stručnjak pažljivo provjerava ravnotežu i nivelaciju kako bi osigurao da je pravilno poravnan s površinom ispod.

*Slika 16 Dopremljeni paneli na gradilištu spremni za ugradnju – Slaganje u sustavu frame*



*Izvor: Vlasništvo ureda MF Arhitekti*

Pravilno poravnanje je ključno kako bi se izbjegle nepravilnosti i osigurala ravnomjerna površina za daljnju izgradnju. Nakon postavljanja prvog panela, nastavlja se s postavljanjem i povezivanjem ostalih panela. Korištenjem odgovarajućih spojnice, osigurava se čvrsta i stabilna veza između panela. Svaki se pažljivo poravnava s prethodnim panelom kako bi se postigla kontinuirana površina. Tijekom ovog koraka, potrebno je voditi računa o pravilnoj raspodjeli opterećenja kako bi se osiguralo da su svi paneli ravnomjerno opterećeni. Osim toga, pravilno pozicioniranje panela ključno je za postizanje stabilnosti i čvrstoće konačne konstrukcije. Preciznost, pažnja na detalje i stručnost stručnjaka za ugradnju panela posebno su bitni faktori koji osiguravaju stabilnost i dugotrajnost.



## 5) Poravnavanje i provjera

U procesu postavljanja panela, kontinuirana provjera poravnanja i nivelacije služi kako bi se izbjegle nepravilnosti i osigurala ravnomjerna površina. Mora se pažljivo nadzirati položaj i orijentacija svakog panela, osiguravajući da se svaki panel precizno poravna s prethodno postavljenim panelima.

*Slika 17 Poravnanje i provjera svakog panela – Slaganje u sustavu frame*



*Izvor: Vlasništvo ureda MF Arhitekti*

Pravilna raspodjela opterećenja je od suštinskog značaja – pažljivo se procjenjuje opterećenje koje će paneli nositi i osigurava da se teret ravnomjerno raspodijeli na svim



panelima. To osigurava da se konstrukcija ne opterećuje neravnomjerno, čime se minimizira rizik od deformacija ili oštećenja. Svaki panel mora biti precizno postavljen na određeno mjesto kako bi se postigla točnost i stabilnost u konačnoj konstrukciji. Takav proces zahtijeva visoku razinu stručnosti i pažnje na detalje.

## **6) Zaštita i održavanje**

U posljednjem koraku, kojeg čini zaštita i održavanje, ključno je osigurati da su svi paneli adekvatno zaštićeni od potencijalnih štetnih utjecaja, uključujući vlagu, UV zračenje i druge čimbenike koji bi mogli ugroziti njihovu trajnost i izgled tijekom vremena. Pažljivo se ocjenjuju potrebe za zaštitom panela ovisno o specifičnostima okoliša i očekivanim izazovima. Ovo može uključivati primjenu posebnih premaza ili impregnacija kako bi se osigurala otpornost na vlagu i sprečavale oštećenja uzrokovana insektima ili gljivicama. Redovito održavanje panela je ključno za produljenje njihova vijeka trajanja i očuvanje funkcionalnosti i estetike. Ovo uključuje provođenje preventivnih mjera zaštite, kao i redovito čišćenje i održavanje površina panela. Tako se postiže konstrukcija koja će zadržati visoku razinu performansi tijekom vremena. Također, održava se estetski izgled panela, što je od iznimne važnosti za dugoročnu privlačnost projekta.

## **5.2. Rješavanje specifičnih izazova prilikom rekonstrukcije**

Prilagodljivost dimenzija i oblika CLT panela predstavlja ključnu karakteristiku koja omogućuje njihovu raznovrsnu primjenu u različitim arhitektonskim konceptima. Ova osobina postaje posebno važna u situacijama kada je imperativ očuvati autentičnost i tradicionalni izgled objekta. CLT paneli se mogu precizno oblikovati i rezati kako bi udovoljili specifičnim zahtjevima i dimenzijama starih zidova i krovnih konstrukcija, čime se omogućava integracija suvremenih materijala u povijesne kontekste. Ova prilagodljivost ne samo da olakšava proces rekonstrukcije i obnove, već i doprinosi očuvanju kulturne baštine. CLT paneli pružaju i mogućnost unapređenja strukturne stabilnosti postojećih objekata. Kada su ti objekti oslabljeni ili oštećeni, CLT paneli se mogu koristiti za pojačanje nosivih elemenata, zamjenu dotrajalih materijala ili čak za konstrukciju novih dijelova objekta. Ovaj pristup omogućava rekonstrukciju objekta s minimalnim intervencijama u postojeću strukturu, čime se čuva povijest objekta i

istovremeno unaprjeđuje njegova funkcionalnost i izdržljivost. CLT paneli su odlična opcija za postizanje energetske efikasnosti u obnovi starih zgrada. Zbog svojih termičkih karakteristika, paneli pridonose poboljšanju toplinske izolacije objekta. To je ključno kod rekonstrukcija starih objekata koji često imaju nedovoljnu izolaciju, jer omogućava značajnu uštedu energije za grijanje i hlađenje, uz istodobno smanjenje ekološkog utjecaja. Proces proizvodnje ima niži ugljični otisak u usporedbi s konvencionalnim građevinskim materijalima poput čelika ili betona. Ovo je značajno s obzirom na sve veću važnost očuvanja okoliša u građevinskoj industriji. Njihova napredna tehnologija proizvodnje jamči visoku razinu preciznosti i kvalitete, čime se osigurava da ispunjavaju najstrože standarde sigurnosti i trajnosti. Ova visoka razina kvalitete i preciznosti ključni su faktori koji omogućuju CLT panelima da zadovolje zahtjeve zaštite kulturne baštine i rekonstrukcije povijesnih objekata. CLT paneli su konstruirani od slojeva drva koji se međusobno lijepe pod pritiskom i visokom temperaturom. Ovaj proces proizvodnje osigurava homogenost materijala i smanjuje prisutnost nečistoća i defekata u materijalu, što ga čini iznimno pouzdanim za upotrebu u projektima gdje su standardi kvalitete od ključne važnosti. Kada je riječ o zaštiti kulturne baštine, posebno kod rekonstrukcije povijesnih objekata, CLT paneli nude niz prednosti. Mogu se precizno izraditi prema specifikacijama projekta, što olakšava obnovu i očuvanje povijesnih detalja i arhitekture. Osim toga, njihova relativno lagana težina omogućuje bržu i jednostavniju montažu, smanjujući rizik od oštećenja okolnih struktura tijekom radova. CLT paneli tako predstavljaju inovativno rješenje koje omogućuje usklađenost s građevinskim propisima i smjernicama za obnovu i povijesnih objekata. Njihova visoka razina preciznosti, kvalitete i izdržljivosti čini ih idealnim izborom za projekte rekonstrukcije gdje se moraju poštovati zahtjevi kulturne baštine, istovremeno pridonoseći očuvanju povijesnih vrijednosti i okoliša.

Primjena CLT panela u građevinskim projektima pruža značajne prednosti kada je riječ o unapređenju strukturne stabilnosti objekta. Ovaj pristup donosi brojne mogućnosti za inovativno inženjering rješenje koje se može primijeniti u situacijama gdje je postojeći objekt oslabljen ili oštećen. Uzimajući u obzir da se CLT paneli sastoje od slojeva drvenih letvica koje su međusobno križno laminirane, oni postaju izvanredno snažni i stabilni nosivi elementi. Karakterističan sastav čini ih idealnim materijalom za pojačanje postojećih nosivih elemenata unutar građevinskih struktura. Tako se omogućava

revitalizacija objekata, poboljšavajući njihovu ukupnu stabilnost i trajnost.

CLT paneli mogu poslužiti kao zamjena za dotrajale materijale u strukturi, čime se produžava životni vijek objekta, a istovremeno smanjuje potreba za temeljitim rekonstrukcijama. Ova zamjena omogućava očuvanje izvorne arhitekture i estetike objekta, čineći ga ekološki prihvatljivijim i održivijim pa otvara vrata stvaranju potpuno novih dijelova građevinskih struktura koji se organski integriraju s postojećom arhitektonskom formom. Ovaj pristup ima sposobnost transformirati postojeće objekte ili izgraditi nove dijelove koji odražavaju suvremene potrebe i zahtjeve, bez narušavanja osnovnih principa dizajna i funkcionalnosti. Kroz preciznu izradu CLT panela, inženjeri i arhitekti mogu stvoriti dodatne prostore, prilagoditi površine ili čak proširiti strukturu kako bi zadovoljili promjenjive potrebe korisnika, a sve to uz očuvanje dosadašnjeg estetskog i funkcionalnog identiteta objekta. Sve navedeno čini primjenu CLT panela ne samo stručno i tehnički opravdanom, već i ekonomski isplativom opcijom za unapređenje postojećih građevinskih objekata. Ovim se pristupom minimizira potreba za rušenjem i potpunom obnovom, čime se štedi vrijeme i resursi te doprinosi održivosti i trajnosti građevinskih rješenja. Zahvaljujući prirodnim termičkim karakteristikama drveta, paneli doprinose poboljšanju toplinske izolacije objekta. To je posebno važno kod rekonstrukcija starih objekata koji su često loše izolirani, omogućavajući smanjenje potrošnje energije za grijanje i hlađenje.

U slučajevima kada su rekonstrukcije izložene ograničenjima građevinskih standarda ili zahtjevima zaštite kulturnog nasljeđa, križno lamelirani drveni paneli se mogu koristiti kao odgovarajuća alternativa konvencionalnim materijalima. Njihova tehnologija proizvodnje omogućuje visoku razinu preciznosti i kvalitete, što osigurava visoki standard sigurnosti i trajnosti, usklađen s građevinskim propisima i smjernicama za obnovu povijesnih objekata.

## **6. KULTURNA DOBRA REPUBLIKE HRVATSKE**

Pojam kulturnog dobra ima iznimnu važnost, obuhvaćajući različite aspekte kao što su očuvanje, obnova, restauracija i zaštita kulturnih dobara. To konceptualno područje povezuje različite aktivnosti usmjerene na očuvanje kulturne baštine te uspostavlja most

između prošlosti, sadašnjosti i budućnosti. Kulturna dobra odražavaju kontinuitet i naslijeđe prošlih vremena, a također predstavljaju dragocjenu ostavštinu za buduće generacije. Dok se u povijesti možda nije uvijek pridavala odgovarajuća važnost očuvanju kulturnih dobara i njihovom doprinosu budućem razvoju čovječanstva, razumijevanje njihove jedinstvenosti i vrijednosti kontinuirano raste. Danas, kulturna baština uživa veliku pozornost i zaštitu nadležnih tijela.

U Republici Hrvatskoj, Zaštićeno kulturno dobro predstavlja ključnu komponentu nacionalne kulturne baštine. To su objekti, zbirke, spomenici, arheološka nalazišta, umjetnička djela, arhivski materijali i drugi elementi koji imaju povijesnu, umjetničku, arhitektonsku, etnografsku, znanstvenu, obrazovnu ili društvenu vrijednost. Ta dobra su od posebnog značaja za identitet i povijest Republike Hrvatske.

### **6.1. Organizacija Ujedinjenih naroda za edukaciju, znanost i kulturu**

Organizacija Ujedinjenih naroda za obrazovanje, znanost i kulturu, poznata kao UNESCO, ima ključnu ulogu u promicanju i zaštiti svjetske kulturne i prirodne baštine. Jedna je od najvećih i najutjecajnijih svjetskih organizacija, osnovana dana 16. studenog 1945. godine. Njegova svrha je poticanje suradnje između članica na području obrazovanja i znanosti, s posebnim naglaskom na zaštitu kulturne i prirodne baštine čovječanstva. Stoga, od 1972. godine, UNESCO vodi Popis svjetske kulturne i prirodne baštine. Unesco okuplja 193 države svijeta, a još 11 zemalja su pridružene toj organizaciji. Najvažnije tijelo Unesca koje donosi ključne odluke jest Opća skupština, koja se sastaje svake dvije godine kako bi utvrdila osnovne strategije i područje rada. Izvršno vijeće Unesca, sastavljeno od samo 58 članica, prati provedbu odluka donesenih na Općoj skupštini te priprema materijale za istu. Izvršno vijeće se sastaje najmanje dva puta godišnje. Osim toga, UNESCO ima Tajništvo koje nadgleda provedbu programa koje je odabrao UNESCO.

UNESCO ima za cilj pridonositi izgradnji mira, borbi protiv siromaštva te poticanju međukulturnog dijaloga putem znanosti, obrazovanja, kulture, informacija i komunikacije. U slučaju velike štete nastale prirodnim ili ljudskim katastrofama na jednom ili više kulturnih dobara, UNESCO organizira hitne intervencije za obnovu. Također, nastala je i Lista kulturne i prirodne baštine u opasnosti. Kasnije je UNESCO

prepoznao i važnost nematerijalne kulturne baštine mnogih zemalja, koja je jedinstvena i posebna. Stoga je uspostavljena Lista nematerijalnih dobara svjetske baštine.

## **6.2. Povijesni razvoj zaštite kulturnih dobara**

Pojava potrebe za zaštitom te očuvanjem kulturne baštine pojavljuje se u 13. stoljeću, što se ogleda u raznim odredbama statuta pojedinih gradova tog vremena. Primjerice, Statuti gradova poput Korčule iz 1254. godine, Dubrovnika iz 1272. godine i Splita iz 1312. godine sadrže odredbe kojima se štite razni spomenici kulture. Također, i "Odluka dubrovačkog Senata o obnovi grada" iz 1668. godine sadrži slične odredbe.

Međutim, najvažniji dokument koji svjedoči o ranoj želji za zaštitom spomenika kulture jest Vatikanski edikt donesen 7. travnja 1820. godine, šire poznat kao "Lex Pacca". U ovom dokumentu prvi puta su sustavno definirane odredbe o iskopavanju arheoloških nalaza, njihovom očuvanju, zabrani oštećivanja, otuđenja, izvoza, popravka ili restauracije bez odgovarajuće dozvole te drugim aktivnostima povezanim s kulturnim dobrima. "Lex Pacca" postao je temeljem za buduće zakone i pravne okvire vezane uz zaštitu kulturne baštine. Značajan korak u razvoju prava zaštite kulturnih dobara u Hrvatskoj dogodio se 1903. godine osnivanjem Povjerenstva za Dioklecijanovu palaču u Splitu, koje je s vremenom preraslo u Povjerenstvo za Dalmaciju. Dalje, 1910. godine, u Zagrebu je osnovano Zemaljsko povjerenstvo za čuvanje umjetnina i povijesnih spomenika u kraljevinama Hrvatskoj i Slavoniji, a nakon Prvog svjetskog rata, pretvoreno je u Konzervatorski ured u Zagrebu.

Unatoč ovim povijesnim koracima, između dva svjetska rata došlo je do stagnacije u razvoju pravnog okvira zaštite kulturne baštine u Hrvatskoj, iako su druge države već napredovale u donošenju sličnih zakona. Tek su naznake brige o kulturnoj baštini vidljive u članku 121 Zakona o šumama i rudama, gdje se spominje zaštita predmeta s kulturnim vrijednostima u šumama, te u člancima 24. i 25. Građevinskog zakona koji se odnose na zaštitu povijesnih urbanih područja i građevina s kulturnim svojstvima.

U neposrednoj prijetnji Drugog svjetskog rata, 1940. godine, u Banovini Hrvatskoj donesena je Uredba o čuvanju starina i prirodnih spomenika. Početkom Drugog svjetskog rata, u Zagrebu je osnovan Konzervatorski zavod. U tom periodu, donesene su i druge važne zakonske odredbe koje se odnose na zaštitu kulturnih dobara, uključujući Zakonsku

odredbu o zabrani otuđivanja, izvoza starinskih umjetničkih, kulturno-povijesnih spomenika, te Zakonsku odredbu o hrvatskim kulturnim spomenicima.

Razvoj sustava zaštite kulturne baštine započeo je 1945. godine kada je Nacionalni komitet oslobođenja Jugoslavije donio Odluku o zaštiti i čuvanju kulturnih spomenika i starina. Nakon toga, uslijedio je Zakon o zaštiti spomenika kulture i prirodnih spomenika. Kada je Republika Hrvatska postala samostalna i suverena država 25. lipnja 1991. godine, sva zakonodavstva o zaštiti kulturnih dobara prenesena su na Hrvatsku.

Zakon o zaštiti spomenika kulture definira što se smatra spomenikom kulture, obuhvaćajući nepokretne i pokretne predmete, grupe predmeta te kulturna dobra koja su važna zbog svoje arheološke, povijesne, sociološke, etnografske, umjetničke, arhitektonske, urbanističke, tehničke i druge znanstvene ili kulturne vrijednosti za društvenu zajednicu. Kako bi se neko dobro proglašavalo kulturnim dobrom, Ministarstvo kulture provodi stručno vrednovanje te izdaje rješenje. Kulturna dobra zatim se upisuju u Registar, koji je javna knjiga vođena od strane Ministarstva kulture i sastoji se od tri liste: Lista zaštićenih kulturnih dobara, Lista kulturnih dobara nacionalnog značenja i Lista preventivno zaštićenih dobara.

Sva kulturna dobra, bez obzira na vlasništvo (fizičkih osoba, gradova, države), moraju uživati preventivnu zaštitu ili biti upisana u Registar prema zakonskim odredbama. U slučaju kada kulturno dobro nema vlasnika ili ostane bez njega, postaje vlasništvo Republike Hrvatske ili države na čijem se teritoriju nalazi, a promjena vlasništva vrši se sudskim putem.

Ministarstvo kulture Republike Hrvatske razvija planove zaštite i uspostavlja mjere zaštite kako bi osiguralo očuvanje kulturne baštine, osiguravajući njezinu identifikaciju, dokumentaciju, održavanje, istraživanje, očuvanje, korištenje i promociju. Sve ove mjere služe za očuvanje kontinuiteta kulture i stvaranje potencijala za njen daljnji razvoj u Hrvatskoj. Zaštita i očuvanje kulturne baštine od velike su važnosti za očuvanje povijesti i identiteta zajednice.

Pregledom povijesti zakonodavstva i zaštite kulturnih dobara, jasno je da je postignut značajan napredak u smislu zakonodavnog okvira zaštite kulturne baštine u Republici Hrvatskoj. Registar, koji sadrži kulturna dobra različitih kategorija i značaja, ključan je alat za očuvanje i upravljanje kulturnom baštinom.

Zaštita kulturnih dobara ima širok opseg koji uključuje niz ključnih aspekata. To uključuje zaštitu i očuvanje kulturnih dobara u izvornom i neoštećenom stanju, prenošenje kulturnih dobara budućim naraštajima, stvaranje prikladnih uvjeta za očuvanje kulturnih dobara, sprječavanje radnji koje bi mogle promijeniti svojstva, značenje ili izgled kulturnih dobara, kontroliranje i sprječavanje protuupravnih postupaka i prometa kulturnim dobrima, te nadzor nad iznošenjem i uvozom kulturnih dobara. Razlog za donošenje Zakona o zaštiti kulturnih dobara jest stvaranje temeljnih uvjeta za provođenje zaštite i očuvanja kulturnih dobara na teritoriju Republike Hrvatske. Ključna svrha tog zakona je evidentiranje i zaštita baštine, a sve informacije prikupljene kroz taj proces zapisuju se u Registar.

Nakon Prvog i Drugog svjetskog rata, te Domovinskog rata, Republika Hrvatska suočila se s ozbiljnim gubicima u kulturnom nasljeđu. Uništeni su mnogi gradovi, naselja, spomenici, arhive, knjižnice i druga kulturna dobra. Naročito su pogođena pokretna dobra, mnoga su nestala, ukradena ili uništena. Međutim, Republika Hrvatska poduzela je napore za obnovu i restauraciju kulturnih dobara, uključujući više od 2.441 nepokretno dobro koja su bila oštećena ili uništena tijekom tih sukoba. Obnovom kulturnih dobara i njihovim vraćanjem na izvorno mjesto, Republika Hrvatska nije samo obnavljala fizičke strukture, već i gradila mostove prema prošlim generacijama. To je doprinijelo očuvanju kulturne baštine i osiguralo da buduće generacije imaju pristup ovim ključnim dijelovima hrvatske kulture.

### **6.3. Mjere zaštite kulturnih dobara u Hrvatskoj**

U svojoj biti, zaštita kulturne i prirodne baštine igra ključnu ulogu u procesu globalizacije, doprinoseći očuvanju identiteta različitih kultura tijekom ovog brzog globalnog razvoja. S obzirom na intenzitet globalizacijskih procesa, od presudne je važnosti imati prilagodljiv sustav zaštite i očuvanja kulturnih dobara kako bi se osigurala njihova optimalna zaštita. Efikasno očuvanje kulturne baštine zahtijeva prihvaćanje i implementaciju sustava zaštite i očuvanja. U Republici Hrvatskoj, taj sustav temelji se na Zakonu o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara Republike Hrvatske, koji obuhvaća 127 članaka i adresira različite situacije, uvijek stavljajući kulturnu baštinu na prvo mjesto.

Osnovna pravna regulativa kojom se uređuje zaštita kulturne baštine u Republici

Hrvatskoj obuhvaća Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (NN 69/99, 151/03, 157/03, 100/04, 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14, 98/15, 44/17, 90/18, 32/20, 62/20). Nadalje, tu su Pravilnik o obliku, sadržaju i načinu vođenja Registra kulturnih dobara Republike Hrvatske (NN 89/11, NN 130/13) i Pravilnik o uvjetima za fizičke i pravne osobe radi dobivanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (NN 74/03, NN 44/10). Osim navedenih zakona i pravilnika, postoji i Strateški plan Ministarstva kulture, odnosno Strategija zaštite, očuvanja i održivog gospodarskog korištenja kulturne baštine Republike Hrvatske za razdoblje 2011.-2015. Također, važno je napomenuti da pravna regulativa Republike Hrvatske mora biti usklađena s zakonima, konvencijama i uredbama Europske unije i UNESCO-a koji također imaju značajnu ulogu u zaštiti kulturne baštine. Ovaj zakon temelji se na brojnim prethodno usvojenim dokumentima, a njegova svrha je osigurati što bolju zaštitu kulturnih dobara na nacionalnoj razini. Također, kroz navedene zakone i strategije, uspostavljaju se ciljevi, mjere i aktivnosti s ciljem unapređenja i jačanja sustava zaštite i očuvanja kulturne baštine. Sve ovo čini ključnu komponentu za očuvanje i promicanje kulturne baštine u Republici Hrvatskoj.

Osnovano na temelju starih dokumenata i spisa čija je primarna svrha bila zaštita i očuvanje kulturne baštine, novi Zakon uvodi niz inovacija koje značajno poboljšavaju zaštitu kulturnih dobara. On zamjenjuje dosadašnji termin "spomenik kulture" novim nazivom "kulturno dobro," čime se obuhvaća šira paleta kulturnih vrijednosti koje nisu bile uključene u prethodne propise. Umjesto izraza "zaštita spomenika kulture," uveden je pojam "zaštita i očuvanje kulturnog dobra," pri čemu "zaštita" označava pravnu i stručnu zaštitu, dok se "očuvanje" odnosi na fizičko očuvanje kulturne baštine kako bi se produžio njezin vijek trajanja. Osim toga, preventivna zaštita dobiva novi kontekst. Prethodno, preventivna zaštita nije bila ograničena vremenski, što je značilo da su neka kulturna dobra bila pod preventivnom zaštitom iako se nisu još utvrdila kao takva. Sada je to vrijeme ograničeno na 3 do 6 godina, nakon kojih preventivna zaštita prestaje. Također, novi Zakon uvodi kategoriju ugrožene kulturne baštine, temeljenu na UNESCO-voj Listi ugrožene svjetske baštine. Time se pruža posebna pažnja baštini koja je u opasnosti. Zakon također uređuje pitanja koja se odnose na prava i obveze vlasnika kulturnih dobara, usklađujući se s europskom i svjetskom praksom. Pravila financiranja očuvanja, obnove i zaštite kulturnih dobara sada su utvrđena zakonom, kao i izvori



financiranja. Također se pojačava zaštita kulturnih dobara, uključujući strože nadziranje istraživanja, dokumentiranja i praćenja. Zakon predviđa zakone koji reguliraju restauratorske djelatnosti i daje pravne i fizičke osobe koje su specijalizirane za očuvanje i obnovu baštine. Sve ove promjene čine Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara temeljem kojeg se stvara snažan okvir za zaštitu i očuvanje kulturne baštine.

Potrebno je odlučiti između konzervatorskog pristupa obnove, koji podrazumijeva rekonstrukciju i obnovu spomenika u njegovom izvornom obliku i materijalu, ili suvremenih arhitektonskih formi koje ne uzimaju u obzir prošla vremena i stilove. Ova dilema često prati odluke u obnovi kulturnih dobara. U kontekstu sakralnih crkava u ruralnim područjima, često prevladava privrženost originalnosti, dok suvremeni umjetnici obnove mogu preferirati novu gradnju s suvremenim arhitektonskim rješenjima kako ne bi bili opterećeni prošlim vremenima i stilovima. Problem se često javlja i zbog zanemarivanja konzervatorskih uvjeta, često zbog percepcije da je obnova u skladu s tim uvjetima znatno skuplja. Pristup obnovi često se temelji na osobnim zamislima, a zanemaruju se konzervatorski uvjeti. Zakonom se regulira administracija, stručni nadzor i inspekcijski nadzor. Tako se određuje da svako kulturno dobro mora biti upisano u Registar, koji je javna knjiga. Također, propisuje se upisivanje posebnih kulturnih dobara na Listu kulturnih dobara od nacionalnog značenja. Uvođenjem Hrvatskog vijeća za kulturna dobra predviđa se tijelo koje ima ovlasti donošenja odluka i rješenja vezanih za kulturnu baštinu Hrvatske, posebno za najvažnija i najzahtjevnija pitanja. Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara uređuje: definiciju kulturnih dobara i njihove vrste, postupak utvrđivanja baštine i njezine zaštite, preventivnu zaštitu, Registar, obveze i prava vlasnika te nositelja stvarnih i obveznih prava na baštinu, mjere zaštite i očuvanja, ograničenja prava vlasnika, obavljanje poslova vezanih uz kulturna dobra, istraživanje, proučavanje, restauriranje, održavanje, obnovu, uporabu, čuvanje i promet baštine, osnivanje Hrvatskog vijeća za kulturna dobra i njihovo djelovanje, upravni, stručni i inspekcijski nadzor, osiguravanje sredstava za zaštitu i očuvanje, prekršaje načinjene na području ili direktno kulturnoj baštini. Do izmjena i dopuna originalnog Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara došlo je nekoliko puta, prvi put 2003. godine, a zatim ponovno u srpnju 2009. godine, kada su izmjene stupile na snagu 28. srpnja 2009. godine.

Promjene u zakonodavstvu i uređenju tijela za kulturnu baštinu čine značajne korake

prema jačoj zaštiti i očuvanju kulturne baštine, dok istodobno otvaraju prostor za različite perspektive i interpretacije prilikom obnove kulturnih dobara.

#### **6.4. Proces uspostave zaštite kulturnih dobara**

Briga o kulturnoj baštini Republike Hrvatske provodi se putem Uprave za zaštitu i očuvanje kulturne baštine, koja je jedna od četiri uprave Ministarstva kulture. Ova Uprava sastoji se od dva sektora: Sektor za zaštitu kulturne baštine, koji obuhvaća Službu za nepokretnu kulturnu baštinu, Službu za pokretnu, etnografsku i nematerijalnu kulturnu baštinu, te Službu za dokumentaciju, registar i promociju kulturne baštine. Također, postoji Sektor za konzervatorske odjele i inspekciju, koji uključuje Službu za inspekcijske poslove zaštite kulturne baštine i ukupno 19 Konzervatorskih odjela.

Potrebno je provesti pet koraka uspostave zaštite nad kulturnim dobrom. Prvi korak je preventivna zaštita, primijenjena tijekom procesa utvrđivanja kulturne vrijednosti dobra i dok se odlučuje je li riječ o kulturnoj baštini. Preventivna zaštita je privremena mjera koja služi sprječavanju oštećenja zbog neznanja ili nemara, a može trajati do tri godine (najdulje šest godina za arheološke i podvodne arheološke ostatke). Tijekom razdoblja preventivne zaštite, prikupljaju se informacije o dobru.

Obavezno je navoditi sljedeće informacije: osnovni identifikacijski podaci o dobru (lokalitet, naziv, katastarska čestica i općina, vlasništvo, korisnik ili imatelj), sažeti opis dobra, sažeto obrazloženje pretpostavljenih svojstava kulturnog dobra, sustav mjera zaštite preventivno zaštićenog dobra, te vrijeme važenja rješenja o preventivnoj zaštiti. Važno je istaknuti da preventivno zaštićeno dobro uživa istu razinu zaštite kao i kulturno dobro, unatoč tome što još nije službeno proglašeno kulturnim dobrom (Antolović 2009: 248). Drugim riječima, svi zakoni koji se odnose na zaštitu kulturnih dobara također se primjenjuju na dobra pod preventivnom zaštitom. Nakon razdoblja preventivne zaštite, slijedi korak utvrđivanja svojstava kulturnog dobra, koji se pokreće na inicijativu nadležnog tijela. Tijekom tog postupka, službeno se utvrđuju svojstva kulturnog dobra. Da bi se utvrdilo ima li određeno dobro karakteristike kulturnog dobra, provodi se temeljito ispitivanje s ciljem identifikacije i nabiranja tih karakteristika, određivanja prostornih granica dobra te uspostavljanja odgovarajućeg sustava mjera zaštite. Ovaj postupak uključuje stručno povjerenstvo s pet članova koje imenuje ministar kulture. Smjernice za vrednovanje predloženih dobara mogu se pronaći u "Uputi za vrednovanje

kulturnih dobara predloženih za upis u Registar Republike Hrvatske." Za nematerijalna dobra, primjenjuju se upute koje se temelje na Konvenciji o zaštiti nematerijalne kulturne baštine UNESCO-a. Nakon što se dobro prepozna kao kulturno dobro, stručno povjerenstvo može predložiti ministru kulture da ga također označi kao nacionalno dobro. Kriteriji za takvu ocjenu nalaze se u Uputi za vrednovanje kulturnih dobara predloženih za upis u Registar Republike Hrvatske. Prva službena proglašenja kulturnih dobara od nacionalnog značaja dogodila su se tek 2007. godine, kada je na tu listu uključeno svega 42 kulturna dobra. Četvrti korak u ovom procesu je upisivanje dobra u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske, što je omogućeno Zakonom o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara u Republici Hrvatskoj. Vođenje Registra kao javne knjige postalo je ključnim dijelom dokumentiranja kulturnih dobara. Danas se Registar održava u elektroničkom obliku, a na kraju svake godine, svi upisi se ispisuju, povezuju i zapečaćuju nakon pažljive provjere od strane ministra kulture. Svi podaci uneseni u Registar čuvaju se trajno. Upisi, promjene i brisanja u Registru obavljaju se temeljem rješenja, a podaci uneseni u Registar ne mogu se brisati niti ispravljati, osim u situacijama predviđenim Pravilnikom.

Posljednji korak koji razdvaja dobro od kulturnog dobra je zaštita dobra s lokalnim značajem. Iako dobro nije službeno proglašeno kulturnim dobrom, još uvijek može dobiti status lokalnog značaja, koji može dodijeliti Ministarstvo kulture. Ovaj status osigurava uvjete za zaštitu dobra slične onima koja uživa kulturno dobro i može potaknuti svijest lokalnih zajednica o potrebi očuvanja lokalnih vrijednosti. Svi relevantni podaci koji opisuju dobro s lokalnim značajem unose se u poseban dokument, a upis se temelji na aktima koje donosi nadležno tijelo lokalne samouprave. Ovi podaci uključuju redni broj upisa, broj i datum akta na temelju kojega se upisuje, smještaj dobra, naziv dobra, identifikacijske podatke sa sažetim povijesnim podacima, opisom i stanjem dobra, ime i prezime vlasnika/imatelja dobra, katastarsku česticu i katastarsku općinu (za nepokretna dobra), opis područja zaštićenog dobra (za povijesne cjeline), karakterističnu fotografiju te službene bilješke (upisi hipoteke i drugi relevantni imovinsko-pravni podaci dobra).

## **6.5. Zaštićena kulturna jezgra**

Zaštićene kulturne jezgre predstavljaju posebno važan segment kulturne baštine Republike Hrvatske - stari gradski centri, tradicionalne četvrti i naselja često su sačuvali

izvornu arhitekturu, ambijent i kulturološke karakteristike. Ova područja nisu samo svjedoci bogate povijesti, već su i ključna turistička odredišta koja potiču ekonomski razvoj. Zaštićene kulturne jezgre predstavljaju dragocjene dijelove naslijeđa Republike Hrvatske. Ove povijesne i kulturne jezgre često su središnji dijelovi gradova i mjesta te su bogate povijesnim, arhitektonskim i kulturnim vrijednostima. Očuvanje tih jezgri ključno je za njegovanje kulturnog identiteta i naslijeđa. Zaštita zaštićenih kulturnih jezgri regulirana je zakonodavstvom Republike Hrvatske. Zakoni i propisi propisuju postupke zaštite, planiranje i očuvanje ovih područja kako bi se sačuvala njihova izvornost i autentičnost. Ova zaštita obuhvaća i mjere kontrole gradnje i obnove kako bi se osiguralo da se očuva povijesni izgled i karakter jezgri. One odražavaju raznolikost arhitektonskih stilova i utjecaja kroz različite povijesne periode. Uključuju srednjovjekovne utvrde, crkve, barokne palače i tradicionalne drvene kuće. Ova raznolikost privlači posjetitelje i turiste, nudeći im uvid u povijest, umjetnost i tradiciju regije. Stari gradovi s kamenim ulicama, arhitektonskim remek-djelima i muzejskim zbirkama često su omiljena odredišta za istraživanje. Posjetitelji također imaju priliku upoznati se s lokalnom hranom, tradicionalnim manifestacijama i običajima koji se prenose s generacije na generaciju.

## **6.6. Obnova zaštićene kuće**

Zaštita kulturnih dobara i procedure vezane uz kuće koje se nalaze unutar zona kulturno-povijesnih cjelina ili su označene kao kulturna dobra, igraju ključnu ulogu u očuvanju kulturnog naslijeđa. Vlasnici takvih kuća i sve zainteresirane strane trebaju poštovati relevantne zakonske propise i surađivati s nadležnim tijelima kako bi osigurali adekvatnu zaštitu. U slučaju bilo kakvih specifičnih pitanja ili potrebe za dodatnim informacijama o procedurama i dozvolama koje se odnose na kuću ili drugu kulturnu vrijednost, preporučuje se kontaktiranje nadležnog konzervatorskog odjela ili Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode. Na taj način je moguće dobiti precizne smjernice i informacije koje su prilagođene situaciji. Prije započinjanja građevinskih radova ili bilo kakvih intervencija koje bi potencijalno mogli utjecati na cjelovitost i karakter povijesnih građevina, nužno je prikupiti odobrenje od odgovarajućeg konzervatorskog tijela. Nadležni konzervatorski organi igraju ključnu ulogu u ovom procesu. Također, treba napomenuti da dozvola nije neophodna samo za građevinske zahvate na zaštićenim kulturnim dobrima, već i za uklanjanje nezaštićenih građevina unutar područja od

povijesnog značaja. U slučaju da se radovi na zaštićenim kulturnim dobrima provode bez potrebnog odobrenja ili suprotno odobrenju koje je izdano, vlasnik takvih objekata može biti suočen s pravnim posljedicama, uključujući i kaznenu odgovornost.

Tijekom faze planiranja restauracije povijesne građevine, konzervatori postavljaju specifične uvjete zaštite kulturnog dobra. Na temelju ovih uvjeta, projektanti razrađuju glavni projekt obnove. Samo kada konzervatori odobre ovaj glavni projekt, radovi na obnovi mogu započeti. Bitno je napomenuti da projektiranje radova na kulturnim dobrima može obavljati samo fizičke osobe koje posjeduju odgovarajuće ovlasti za izvođenje poslova vezanih uz zaštitu i očuvanje kulturnih dobara, kao i stručnjake s relevantnim kvalifikacijama u toj oblasti. Ova zakonska odredba ima za cilj osigurati visoku kvalitetu dokumentacije koja se izrađuje za obnovu kulturne baštine i pružiti jamstvo da izvođači poslova raspolažu potrebnim znanjem, vještinama i opremom kako bi uspješno obavili restauratorske radove. Ministarstvo kulture i medija, jednom godišnje, provodi javni Poziv za financiranje javnih kulturnih potreba. Ovaj poziv obuhvaća financiranje programa usmjerenih na zaštitu, očuvanje, restauraciju, prezentaciju i održavanje kulturne baštine, te se redovito objavljuje putem javnih glasila i službenih internetskih stranica ministarstva.

Vlasnici povijesnih građevina, bilo da su fizičke ili pravne osobe, imaju priliku prijaviti svoje programe za obnovu i zaštitu tih vrijednih objekata putem javnog Poziva. Financiranje tih inicijativa odvija se u okviru jednogodišnjih programa koji se odobravaju temeljem natječaja. Važno je napomenuti da sredstva za obnovu povijesnih kuća ne dolaze isključivo iz državnog proračuna. Naime, sredstva za obnovu ovih povijesnih građevina također su planirana i osigurana unutar proračuna jedinica lokalne i područne samouprave. Sveobuhvatan pristup financiranju omogućava zajednički napor na svim razinama vlasti kako bi se sačuvalo kulturno naslijeđe i očuvala povijest kroz obnovu povijesnih kuća.

### **6.7. Bespravna gradnja u zaštićenim kulturnim jezgrama**

U Republici Hrvatskoj, kao i u mnogim drugim zemljama s bogatom kulturnom baštinom, bespravna gradnja u zaštićenim kulturnim jezgrama predstavlja ozbiljan izazov. Unatoč zakonodavstvu i propisima kojima se štiti kulturna baština, primjeri bespravne gradnje nisu rijetki. Građevine koje se grade bez potrebne tehničke i društvene infrastrukture

često rezultiraju ozbiljnim posljedicama za gospodarstvo, okoliš i društvo. Ovaj dio diplomskog rada istražuje uzroke nastanka bespravne gradnje, njene posljedice i mjere koje se poduzimaju kako bi se suprotstavilo ovom problemu.

Bespravna gradnja može uzrokovati ozbiljne posljedice, uključujući gubitak financijskih resursa, ugrožavanje javnog interesa, ometanje urbanističkog planiranja, te negativan utjecaj na gospodarski razvoj pojedinaca i države. Često se odvija unutar zaštićenih gradskih jezgri, na atraktivnim lokacijama, i uzrokuje ogromne gubitke financijskih sredstava koja su uložena u građevine na kojima se ne može uspostaviti vlasništvo. Ova pojava ne samo da šteti privatnim investitorima, već i društvu u cjelini. Uzroci bespravne gradnje uključuju različite čimbenike, uključujući nedostatak pravilnog urbanističkog planiranja, ekonomske motive, društvene faktore te upravno-pravne nedostatke. Da bi se učinkovito suprotstavili bespravnoj gradnji, ključno je razumjeti te uzroke i poduzeti odgovarajuće mjere.

Iako postoji niz pravnih propisa i zakona koji uređuju gradnju i urbanističko planiranje, Hrvatska se suočava s problemima u primjeni ovih propisa, posebno u usporedbi s praksom u državama članicama EU. Uvođenje zakona koji bi sprječavali bespravnu gradnju, kao što su uvjetovanje izgradnje tehničke urbanističke infrastrukture, obvezatna primjena detaljnog plana uređenja, te zaštita turističkih i zaštićenih gradskih jezgri, moglo bi pomoći u rješavanju ovog problema.

Nadležne vlasti poduzimaju određene mjere kako bi se suočile s bespravnom gradnjom, uključujući rušenje nelegalno izgrađenih građevina ili njihovu legalizaciju unutar zaštićenih gradskih jezgri. Međutim, usklađivanje s odgovarajućim propisima država članica EU i osiguravanje uređenih i opremljenih građevinskih čestica unutar zaštićenih gradskih jezgri ostaju ključni izazovi. Kako bi se stvorilo društvo u kojem je bespravna gradnja svedena na minimum unutar zaštićenih gradskih jezgri, potrebno je uspostaviti zakonodavstvo koje će spriječiti njezino nastajanje, educirati građane o pravnim aspektima gradnje te osigurati učinkovitu primjenu zakona i propisa. Predložena je dopuna Zakon o građevinskoj inspekciji kako bi se komunalnim redarima omogućila ovlaštenja za zaustavljanje bespravne gradnje izvan građevinskog područja do dolaska građevinske inspekcije. Nažalost, ovaj prijedlog je odbijen. Pitanje bespravne gradnje prepoznaje se kao nadstranački problem s ciljem zaštite prostora Republike Hrvatske. Unatoč negativnom mišljenju o prijedlogu dopune zakona, inzistira se na potrebi za

dodatnim ovlastima komunalnih redara kako bi se učinkovitije suprotstavili bespravnoj gradnji i njezinim štetnim posljedicama.

Bespravna gradnja, koja uključuje izgradnju građevina izvan građevinskog područja, uključujući i zaštićene gradske jezgre, postala je ozbiljan problem na prostorima Republike Hrvatske. Prema izvješću Ivane Solar na portalu Baustela.hr, građevinska inspekcija je 2023. započela s uklanjanjem bespravnih objekata, počevši s otocima Brač i Hvar pa u Istarskoj županiji. Unatoč nastojanjima i rokovima za legalizaciju bespravno izgrađenih objekata, bespravna gradnja nastavlja se neometano širiti. Državni inspektor Andrija Mikulić izvijestio je da je na području Istarske županije primljeno više od 2.700 prijava i održano više od 2.000 inspekcijskih nadzora od travnja 2019. godine (izvor: Baustela.hr, 12. svibnja 2023.).

Način kontrole bespravne gradnje ostaje značajna tema u Hrvatskoj, s potrebom za poboljšanim rješenjima kako bi se sačuvali okoliš, zaštićene gradske jezgre i pravni okvir.

Tako je, primjer bespravne gradnje iz Dubrovnika ilustrira ozbiljan problem koji je u toj regiji postao učestalom pojavom. Slučaj rušenja stijene i gradnje zidova podno tvrđave izazvao je ogorčenje građana i postavio pitanje kako se na tako važnom povijesnom mjestu može graditi novi objekt. Nažalost, ovo nije izoliran slučaj jer su slični incidenti sve češći u Dubrovniku. Gradonačelnik Dubrovnika iznio je svoje namjere za rješavanje ovog problema, uključujući vraćanje prostora njegovoj svrsi i moguću namjenu ribarskom klubu. Naglasio je i da će se sve nelegalne izgradnje vratiti u prvobitno stanje prema nalogu Konzervatora. Osim toga, najavio je i podnošenje kaznenih prijava za one koji pokušavaju nezakonito koristiti gradsku imovinu (izvor: "Franković: Podnijeli smo kaznenu prijavu protiv osoba koje su pokušale uzurpirati gradsku imovinu", Maja Rilović Koprivec, 5. veljače 2019., Dubrovački vjesnik).

## **7. RASPRAVA**

Kako bi se donijele informirane odluke u izboru građevinskih materijala, ovo poglavlje uspoređuje CLT s drugim konvencionalnim materijalima poput betona, čelika, cigle i kamena. Analizom tih usporedbi, cilj je identificirati prednosti i ograničenja križno CLT-a u odnosu na druge materijale te kako se oni pozicioniraju u građevinskom sektoru.

Naglasak je stavljen na kvalitetu i trajnost CLT-a. Proces proizvodnje, odabir kvalitetnog drva, tehnike ugradnje i održavanje igraju ključnu ulogu u dugotrajnosti panela. U nastavku se analiziraju aspekti kvalitete i trajnosti, istražujući kako se održavanjem i ispravnom ugradnjom može postići produljeni vijek trajanja i visoka pouzdanost CLT-a. Tako se pruža dubinsko razumijevanje građevinskog materijala te istražuje šire implikacije njihove primjene u građevinskim projektima.

## **7.1. Usporedba s drugim materijalima u rekonstrukcijama**

### Usporedba s betonom:

- Drveni paneli imaju znatno manju težinu od betona, što olakšava transport, rukovanje i ugradnju.
- Beton ima visoku čvrstoću i otpornost na kompresiju, ali drveni paneli pružaju dobru čvrstoću na savijanje i trganje.
- Drveni paneli su ekološki prihvatljiviji jer koriste obnovljiv resurs, dok proizvodnja betona zahtijeva veliku količinu energije i emisiju CO<sub>2</sub>.
- Betonska rekonstrukcija može biti skuplja i zahtjevnija u smislu građevinskih radova i opreme.

### Usporedba s čelikom:

- Drveni paneli imaju prirodniju estetiku i topliji izgled u odnosu na hladan izgled čelika.
- Čelik ima izvanrednu čvrstoću i sposobnost da podnosi velika opterećenja, dok drveni paneli mogu pružiti adekvatnu nosivost za mnoge građevinske aplikacije.
- Drveni paneli su ekološki prihvatljiviji i imaju manji ekološki otisak u proizvodnji u usporedbi s čelikom.
- Ugradnja čelika može biti složenija i zahtijevati posebnu stručnost i alate, dok su drveni paneli često lakši za rukovanje i postavljanje.

### Usporedba s ciglom ili kamenom:

- Drveni paneli pružaju lakši i moderniji izgled u odnosu na tradicionalni izgled cigle ili kamena.
- Cigla i kamen imaju odličnu otpornost na vatru i vremenske uvjete, ali drveni paneli



mogu se dodatno tretirati kako bi se povećala njihova vatrostalnost i otpornost na vlagu.

- Cigla i kamen imaju dug vijek trajanja, ali i drveni paneli mogu pružiti dugotrajnost uz pravilno održavanje.
- Ugradnja drvenih panela može biti brža i ekonomičnija u odnosu na zidanje s ciglom ili kamenom, što može rezultirati manjim troškovima i vremenom potrebnim za rekonstrukciju.

Izbor između CLT panela i drugih građevinskih materijala ovisi o specifičnim potrebama projekta, budžetu i estetskim preferencijama. Drveni paneli nude niz prednosti, uključujući lakšu ugradnju, ekološku prihvatljivost i modernu estetiku, ali treba uzeti u obzir i specifične tehničke zahtjeve i zaštitu od vatrostalnosti. Sve ovisi o ravnoteži između tih faktora u cilju postizanja optimalnog rezultata za određeni projekt građevine.

## **7.2. Kvaliteta i trajnost CLT panela**

CLT paneli ističu se visokom kvalitetom i izvanrednom trajnošću, što ih čini vrlo poželjnim materijalom u mnogim građevinskim projektima. Prilikom proizvodnje CLT panela koristi se najkvalitetnije drvo koje je temeljito odabrano i sušeno kako bi se postigla optimalna čvrstoća i stabilnost. Ovaj inovativan proces omogućuje križno postavljanje drvenih lamela, što rezultira materijalom koji ima poboljšane tehničke karakteristike u usporedbi s konvencionalnim drvenim materijalima. Imaju visoku nosivost i otpornost na savijanje, što ih čini izvrsnim izborom za nosive konstrukcije u građevinskim projektima. Zahvaljujući preciznoj proizvodnji, paneli imaju uniformnu strukturu i minimalne nedostatke poput čvorova i pukotina koje se mogu javiti u tradicionalnim drvenim materijalima. Ova svojstva osiguravaju konzistentnu kvalitetu panela i smanjuju rizik od deformacija i oštećenja tijekom vremena.

Trajnost CLT panela također je impresivna. Kvalitetno drvo i specifična metoda proizvodnje omogućuju panelima da zadrže svoj integritet i izvorni izgled tijekom dugog niza godina. Otpornost na habanje, vlagu i insekte pridonosi produženju vijeka trajanja panela, što ih čini pouzdanim i dugoročnim rješenjem za građevinske projekte. Dodatno, križno lamelirani drveni paneli mogu biti tretirani posebnim premazima kako bi se

povećala njihova otpornost na vremenske utjecaje i produžio vijek trajanja. Važno je napomenuti da kvaliteta i trajnost CLT panela ovise o pravilnom održavanju i pravilnoj ugradnji. Uz redovito održavanje i pravilno rukovanje, ovi paneli mogu pružiti dugotrajan i pouzdan građevinski materijal koji će zadovoljiti visoke standarde kvalitete i estetike u mnogim građevinskim projektima, od rekonstrukcija do novogradnje.

## 8. ZAKLJUČAK

CLT je omogućio prelazak s tradicionalnih linearnih konstrukcija na nove i moderne oblike. Zbog toga je postao iznimno popularan i često korišten materijal u građevinarstvu. Iako je CLT doživio značajan rast u Europi, očekuje se da će se njegova globalna popularnost i uporaba širiti izvan granica Europe, posebno u zemljama kao što su Kanada, SAD i Japan. Za potpuno iskorištavanje potencijala CLT-a u budućnosti, ključno je provesti normizaciju i standardizaciju vezanu za proizvodnju, referentna ispitivanja, proračun, rješenje detalja, izvedbu objekata te upotrebu CLT-a. Osim toga, potrebno je raditi na usklađivanju među proizvođačima kako bi se stvorili normirani modularni elementi. Također, važno je definirati razrede čvrstoće CLT-a kako bi se omogućila bolja primjena u različitim konstrukcijskim scenarijima. Pitanje mehaničkih karakteristika CLT-a također je pod intenzivnim istraživanjem kako bi se utvrdile referentne vrijednosti i postupci ispitivanja. U bliskoj budućnosti očekuje se daljnji rad na ovim aspektima. Uz to, očekuje se da će se CLT uključiti u europsku normu za drvene konstrukcije (Jeleč, M., Varevac, D., & Rajčić, V. (2018). Križno lamelirano drvo (CLT) - pregled stanja područja. *Građevinar*, 70(2), str 75), što će omogućiti bolje proračune i projektiranje. Spojevi su ključni elementi u konstrukciji CLT-a u određivanju ponašanja cijele konstrukcije, posebno u izvanrednim situacijama poput potresa ili požara. Također, nedostaje adekvatan tip spoja prilagođen CLT elementima, a ovdje je potrebno uložiti dodatne napore kako bi se riješio ovaj problem. Uz to, vibracije i ponašanje CLT-a u visokim zgradama ostaju otvorena pitanja koja zahtijevaju daljnja istraživanja i normiranje. Vremenski utjecaji poput vlažnosti i skupljanja također su važni faktori koji trebaju biti uzeti u obzir u normama i standardima. CLT predstavlja inovativno rješenje u građevinarstvu i ima potencijal da zamijeni tradicionalne betonske i zidane konstrukcije. Njegova daljnja popularizacija i

primjena zahtijevaju dodatne napore u standardizaciji, istraživanju i razvoju kako bi se osigurala sigurna i učinkovita primjena CLT-a u budućnosti.

Korištenje CLT panela nudi mnogo prednosti koje se protežu kroz različite aspekte građevinskih projekata. Prvo, ekološka prihvatljivost je ključna. Drveni paneli izrađuju se od obnovljivog prirodnog resursa, što znači da smanjuju ekološki otisak građevinske industrije. Osim što su ekološki prihvatljivi, drveni paneli pružaju izvrsnu termičku izolaciju, što doprinosi energetskej efikasnosti objekata. Zahvaljujući svojoj prirodnoj termičkoj izolaciji, smanjuje se potreba za korištenjem grijanja ili hlađenja, čime se smanjuju troškovi energije. Nadalje, lakoća ugradnje je još jedna bitna prednost drvenih panela. Njihova relativna lagana svojstva olakšavaju rukovanje i ugradnju, a ubrzavaju i olakšavaju proces izgradnje. Osim praktičnosti, drveni paneli pružaju estetsku vrijednost prostoru. Njihov prirodni izgled i toplina često čine prostor ugodnijim i privlačnijim. CLT paneli su izuzetno prilagodljivi i fleksibilni, što omogućava oblikovanje prema specifičnim potrebama i dizajnu objekta. Suvremeni tretmani i premazi čine drvene panele trajnima i otpornima na vlagu, insekte i oštećenja, produžujući njihov vijek trajanja i smanjujući potrebu za čestim održavanjem. Ovo čini drvene panele dugotrajnima i ekonomičnima u dužem roku pa korištenje drvenih panela u građevinarstvu kombinira ekološku osviještenost, energetskej učinkovitost, lakoću ugradnje, estetskej privlačnost, prilagodljivost i trajnost, čineći ih izvanrednim izborom za različite vrste građevinskih projekata, bez obzira radi li se o stambenim objektima, komercijalnim zgradama ili drugim građevinskim strukturama.

Upotreba CLT panela donosi sa sobom niz izazova koji se moraju rješavati kako bi se osigurala njihova uspješna integracija u projekt. Prvo, održavanje je ključno jer drveni paneli zahtijevaju redovitu brigu kako bi se očuvala njihova funkcionalnost i estetski izgled. Ovo uključuje lakiranje, brušenje i eventualno zamjenu oštećenih dijelova. Drugi izazov je vatrootpornost, s obzirom na prirodnu zapaljivost drveta. Kako bi se povećala otpornost na vatru, drveni paneli zahtijevaju poseban tretman, što dodatno zahtijeva dodatne napore i resurse. Izloženost vanjskim elementima, kao što su ekstremni vremenski uvjeti i UV zračenje, može značajno utjecati na trajnost i izgled drvenih panela. Stoga je potrebno pažljivo razmotriti gdje i kako će se koristiti drveni paneli kako bi se minimizirala njihova izloženost ovim elementima. Potrebna je stručnost za ugradnju drvenih panela kako bi se osigurala njihova stabilnost i pravilno pozicioniranje.

Neiskusani pristup može rezultirati nestabilnim ili neestetskim rezultatom. Nadalje, cijena drvenih panela može biti izazovna, jer u nekim slučajevima mogu biti skuplji od drugih građevinskih materijala. Potrebno je pažljivo razmotriti troškove i prednosti pri odabiru ovog materijala za projekt. Unatoč svim ovim izazovima, drveni paneli ostaju popularan izbor u građevinarstvu zbog svojih brojnih prednosti, uključujući sposobnost stvaranja prirodnog i ugodnog ambijenta. Pravilna primjena i kvalitetno održavanje mogu osigurati dugotrajan i funkcionalan rezultat, čime se prevazilaze navedeni izazovi.

Rekonstrukcija stare kamene kuće korištenjem CLT panela predstavlja inovativan i izrazito učinkovit pristup obnovi objekta. Ovaj rad ističe brojne prednosti i značajnu potencijalnu primjenu CLT panela u rekonstrukciji kamene kuće. U usporedbi s alternativnim materijalima, jasno je da se prednosti CLT panela ogledaju u njihovoj fleksibilnosti, ekološkoj prihvatljivosti i energetske učinkovitosti. Njihova visoka nosivost, trajnost i otpornost na vremenske uvjete čine ih idealnim izborom za obnovu kuća s ciljem poboljšanja stabilnosti, energetske učinkovitosti i modernizacije životnih prostora. Svestranost CLT panela omogućuje njihovu primjenu u različitim fazama rekonstrukcije, od oblaganja zidova i krova do pojačanja nosivih konstrukcija. Rezultati ovog istraživanja nedvosmisleno pokazuju da križno lamelirani drveni paneli pružaju izvrsno rješenje za očuvanje i unapređenje šarma stare kamene arhitekture, istovremeno ispunjavajući suvremene zahtjeve građevinske industrije. Tako primjena CLT panela u rekonstrukciji ne samo da podržava očuvanje kulturnog naslijeđa i tradicije, već također pridonosi postizanju energetske učinkovitosti i poboljšanju funkcionalnosti prostora. Njihova fleksibilnost i ekološka prihvatljivost čine ih savršenim izborom za obnovu starih građevinskih objekata u skladu sa standardima. Kada je riječ o betonskoj rekonstrukciji, ističe se da takav pristup može biti financijski zahtjevan i uključivati opsežne građevinske radove, što može povećati ukupne troškove i trajanje projekta. Osim toga, betonska rekonstrukcija zahtijeva upotrebu specifične opreme i stručnosti, što može dodatno komplicirati proces. S druge strane, ugradnja drvenih panela izdvaja se po brzini izvođenja, ekonomičnosti te manjoj potrebi za specijaliziranom stručnošću i opremom. Drveni paneli, kao materijal, često omogućuju bržu montažu i skraćuju vrijeme potrebno za izvođenje radova, što može rezultirati manjim troškovima. Međutim, naglašava se da konačna odluka o izboru materijala ovisi o mnogim čimbenicima. Prvo, specifičnosti građevinskog zadatka moraju biti pažljivo uzete u obzir. Na primjer, određeni projekti možda zahtijevaju čvrstu strukturu koju beton nudi, dok se u drugim situacijama drveni

paneli mogu bolje prilagoditi. Estetske preferencije također igraju značajnu ulogu u odabiru materijala, jer različiti materijali nude različite stilističke mogućnosti. Također, ekološki aspekti postaju sve važniji, a drveni materijali često se percipiraju kao ekološki prihvatljiviji izbor. Kada je riječ o rekonstrukciji građevinskih objekata, bitno je spomenuti problem bespravne gradnje i načina njezine kontrole u Hrvatskoj, s obzirom na njezin utjecaj na okoliš, zaštićene gradske jezgre i pravni okvir. Bespravna gradnja je pitanje koje zaslužuje pažnju kako bi se stvorila bolja i održivija budućnost unutar zaštićenih gradskih jezgri. Iako u ovom radu nisu predložena rješenja, važno je naglasiti da su ona nužna kako bi se suzbila bespravna gradnja, zaštitili kulturni i prirodni resursi te osigurala održiva budućnost gradskih središta. Uvođenje efikasnih mjera i regulacija, u suradnji s vlastima, stručnjacima i građanima, ključno je za očuvanje vrijednosti gradske baštine i okoliša. Bespravna gradnja može narušiti identitet gradova te ugroziti kulturnu i povijesnu baštinu, stoga je važno nastaviti raditi na rješavanju ovog problema kako bi se osigurala održiva budućnost gradskih središta.

Zaključno, rad je istaknuo mnoge prednosti korištenja CLT panela u građevinskim projektima, posebno u rekonstrukciji. Oni su ekološki prihvatljiv, energetski učinkovit i fleksibilan materijal koji može znatno poboljšati stabilnost, estetiku i funkcionalnost starih građevinskih objekata. Unatoč mnogim prednostima, tekst također ističe izazove u korištenju CLT panela, uključujući potrebu za redovitim održavanjem, rješavanjem pitanja vatrootpornosti te obranom od vanjskih elemenata. Potrebna je standardizacija, normizacijom i istraživanjem kako bi se iskoristio puni potencijal CLT-a.

## LITERATURA

- Canadian CLT Handbook 2019 Edition, Edited by Erol Karacabeyli, M.A.Sc., P.Eng., FPInnovations, and Sylvain Gagnon, P.Eng., FPInnovations. Chapter 2 - CLT Manufacturing, str. 2.
- Ruggles, C. N. (Ed.). (2015). Greek Temples and Rituals. In Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy, str. 1573-1581
- Mohammad, M., Gagnon, S., Douglas, B., and Podesto, L. (2012). "Introduction to cross laminated timber," Wood Design Focus 22(2), 3-12.
- Quenneville, P., and Morris, H. (2007). "Japan Kobe earthquake shake table simulation - The earthquake performance of multi-storey cross laminated timber buildings," New Zealand Timber Design Journal 15(4), 3-8.
- Ruggles, C. N. (Ed.). (2015). Greek Temples and Rituals. In Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy. Springer, New York.
- ISO. General Criteria for the Operation of Various Types of Bodies Performing Inspection. ISO /IEC 17020. Geneva, Switzerland. 1998.
- Julien, F. Manufacturing Cross-Laminated Timber (CLT): Technological and Economic Analysis. RFPInnovations. 4XHEHFCanada. 2010.
- "Franković: Podnijeli smo kaznenu prijavu protiv osoba koje su pokušale uzurpirati gradsku imovinu", Maja Rilović Koprivec, 5. veljače 2019., Dubrovački vjesnik
- M.Jeleč; D.Varevac; V.Rajčić, 2018., Građevinar : časopis Hrvatskog saveza građevinskih inženjera. 70 (2018), 2; 75-95.
- Nepoznat autor, 2019, Hrastović inženjering, Križno lamelirano drvo CLT, pogledano: 25.10.2023., dostupno na: <https://www.hrastovic-inzenjering.hr/primjena-energije/energetski-clanci/zelena-gradnja/item/1129-krizno-lamelirano-drvo-clt.html>
- M.Rilović, 2019, Dubrovački vjesnik, Podnijeli smo kaznenu prijavu protiv osoba koje su pokušale uzurpirati gradsku imovinu, pogledano 25.10.2023., dostupno na: <https://dubrovački.slobodnadalmacija.hr/dubrovnik/zupanija/dubrovnik/frankovic-podnijeli-smo-kaznenu-prijavu-protiv-osoba-koje-su-pokusale-uzurpirati-gradsku-imovinu-587727>

## POPIS SLIKA

Slika 1 Europska neolitska dugačka kuća .....	3
Slika 2 Hram cvjetajućeg prava.....	4
Slika 3 Presjek troslojnog CLT panela izrađenog s ortogonalnim slojevima piljenog drva 7	
Slika 4 Poprečni presjeci tipičnih CLT nosača .....	8
Slika 5 Geometrijske oznake i dimenzije CLT panela .....	9
Slika 6 Podizanje panela - Slaganje u sistemu frame.....	17
Slika 7 Podizanje panela - Slaganje u sistemu frame.....	18
Slika 8 Učvršćivanje panela - Slaganje u sistemu frame.....	19
Slika 9 Slaganje zidova – Slaganje u sistemu frame .....	20
Slika 10 Postojeće stanje objekta .....	23
Slika 11 Postojeće stanje objekta .....	24
Slika 12 Pričvršćivanje panela – Slaganje u sustavu frame.....	28
Slika 13 Čišćenje površine – Slaganje u sustavu frame.....	31
Slika 14 Označeni spojevi – Slaganje u sustavu frame .....	32
Slika 15 Dopremljeni paneli na gradilištu spremni za ugradnju – Slaganje u sustavu frame .....	33
Slika 16 Dopremljeni paneli na gradilištu spremni za ugradnju – Slaganje u sustavu frame .....	34
Slika 17 Poravnanje i provjera svakog panela – Slaganje u sustavu frame.....	35

## **POPIS NACRTA**

Nacrt 1: Tlocrt prizemlja

Nacrt 2: Tlocrt kata

Nacrt 3: Postojeće stanje

Nacrt 4: Presjek A-A

Nacrt 5: Presjek B-B

Nacrt 6: Pročelja 1

Nacrt 7: Pročelja 2

Nacrt 8: Detalji



# PROJEKTIRANO STANJE

## TLOCRT PRIZEMLJA

### ZIDOVI

#### VZ 1 - VANJSKI ZID

- CLT nosiva konstrukcija 12cm
- hidroizolacija
- kameni zid 50cm

#### VZ 2 - VANJSKI ZID

- CLT nosiva konstrukcija 12cm
- hidroizolacija
- toplinska izolacija 10cm

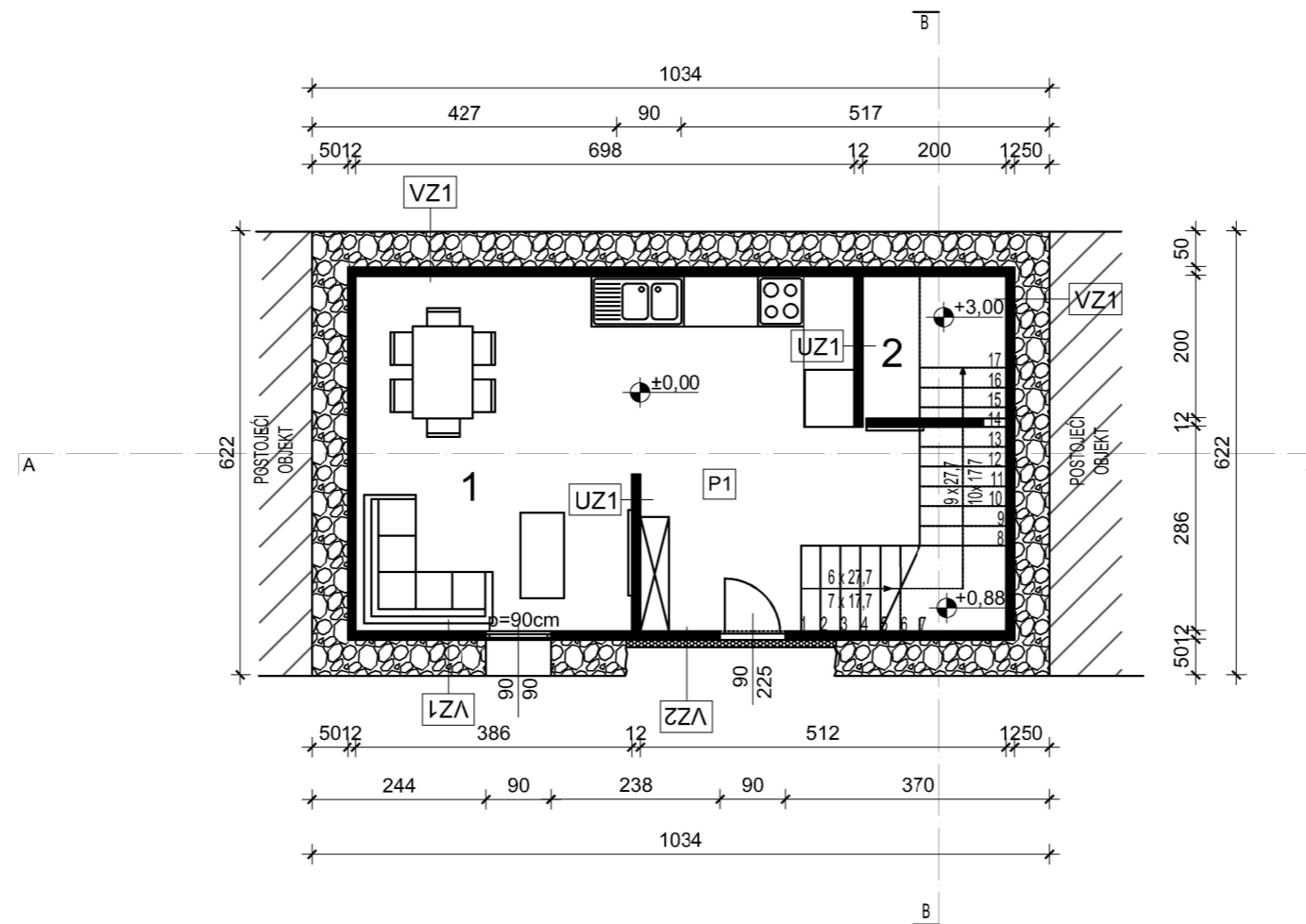
#### UZ 1 - UNUTARNJI ZID

- CLT nosiva konstrukcija 12cm

### PODOVI

#### P1

- keramičke pločice 2cm
- betonska podloga 4-8 cm
- Iglu Daliform 20 cm
- mršavi beton 5 cm
- tucanik 20 cm

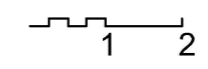


ISKAZ NETO POVRŠINA - PRIZEMLJE:

1. DNEVNI BORAVAK I KUHINJA P=43,70 m<sup>2</sup>
2. KUPAONICA P= 4.00 m<sup>2</sup>

PRIZEMLJE UKUPNO: P=47,70 m<sup>2</sup>

BRUTO POVRŠINA - PRIZEMLJE: P= 48.70 m<sup>2</sup>



GF	Građevinski fakultet sveučilišta u Rijeci	
	DIPLOMSKI RAD: Rekonstrukcija kulturne baštine korištenjem CLT-a	
STUDENT: Josip Krstičević		
MENTOR: mr.sc. MARKO FRANKOVIĆ, dipl.ing.arh.		
PROJEKT: GLAVNI PROJEKT Mjerilo: 1:100		
DATUM: Studeni 2023.		
SADRŽAJ: PROJEKTIRANO STANJE TLOCRT PRIZEMLJA		
LIST BR.:		<b>01</b>

# PROJEKTIRANO STANJE

## TLOCRT KATA

### ZIDOVI

#### VZ 1 - VANJSKI ZID

- CLT nosiva konstrukcija 12cm
- hidroizolacija
- kameni zid 50cm

#### VZ 2 - VANJSKI ZID

- CLT nosiva konstrukcija 12cm
- hidroizolacija
- toplinska izolacija 10cm

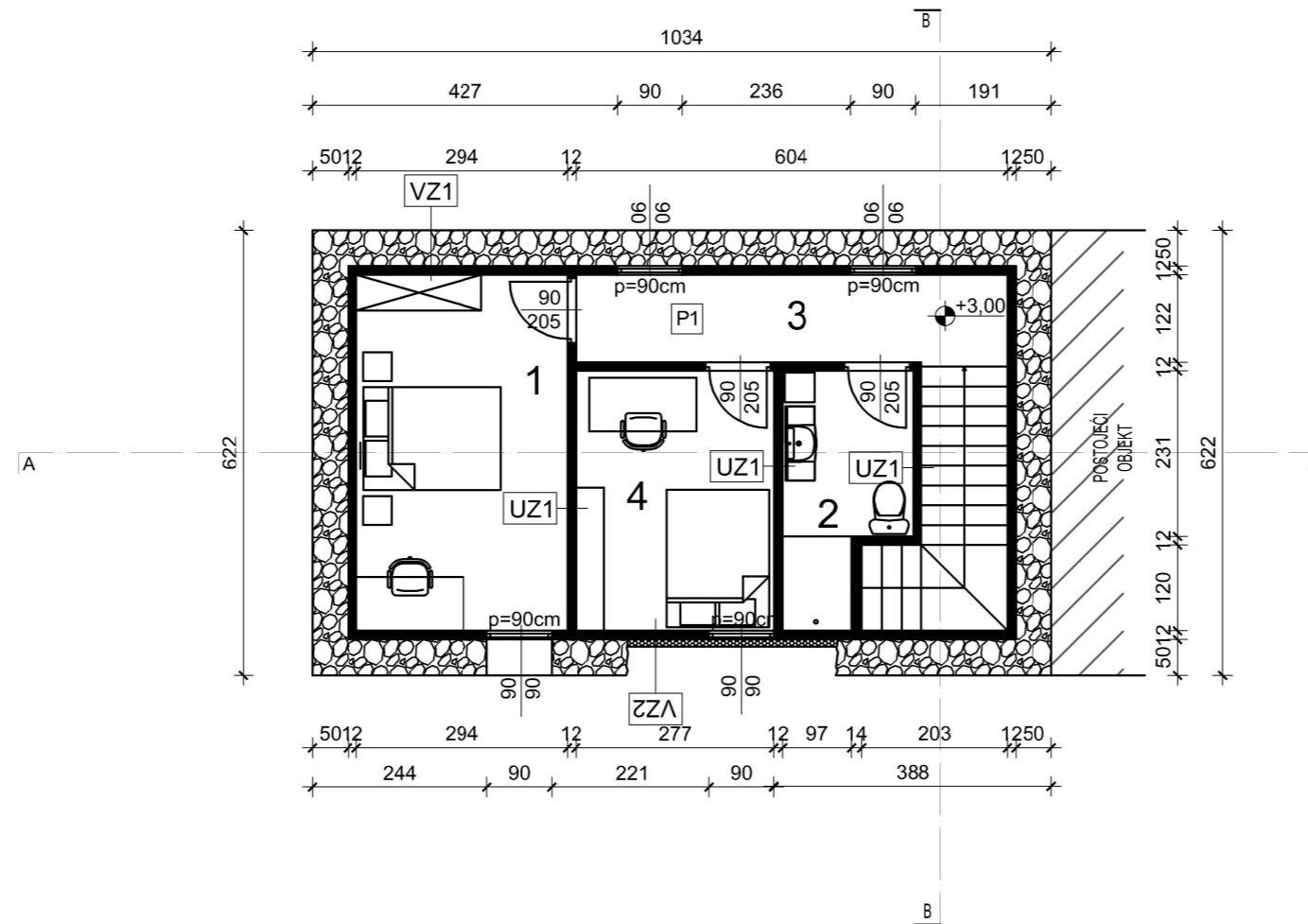
#### UZ 1 - UNUTARNJI ZID

- CLT nosiva konstrukcija 12cm

### PODOVI

#### P1

- keramičke pločice 2cm
- betonska podloga 4-8 cm
- Iglu Daliform 20 cm
- mršavi beton 5 cm
- tucanik 20 cm



### ISKAZ NETO POVRŠINA - PRIZEMLJE:

1. SPAVAČA SOBA	P=14.56 m2
2. KUPAONICA	P= 5.41 m2
3. HODNIK	P=14.24 m2
4. SPAVAČA SOBA	P=10.06 m2

PRIZEMLJE UKUPNO: P=43.27 m2

BRUTO POVRŠINA - PRIZEMLJE: P= 48.70 m2

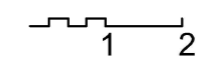
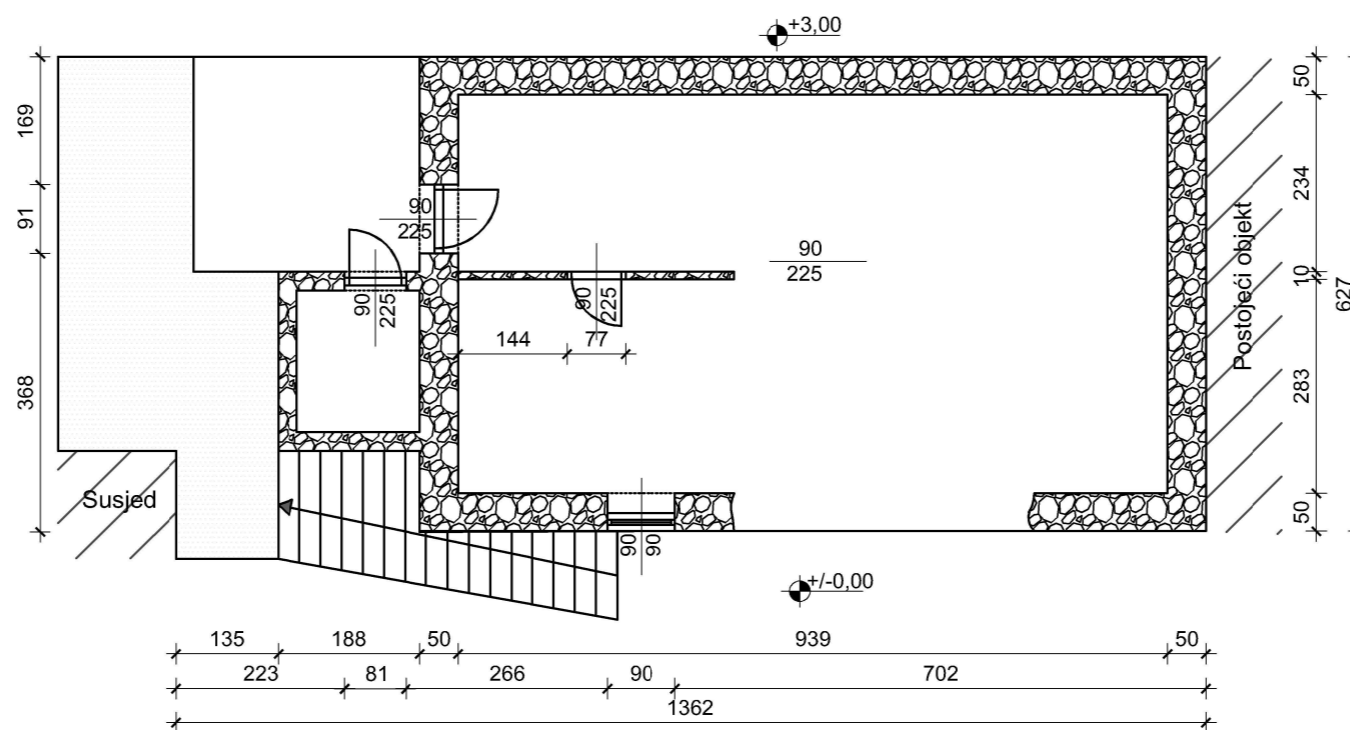


<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">GF</div>	Građevinski fakultet sveučilišta u Rijeci	
	DIPLOMSKI RAD: Rekonstrukcija kulturne baštine korištenjem CLT-a	
STUDENT: Josip Krstičević		
MENTOR: mr.sc. MARKO FRANKOVIĆ, dipl.ing.arh.		
PROJEKT:	GLAVNI PROJEKT	Mjerilo:
DATUM:	Studen 2023.	1:100
SADRŽAJ:	PROJEKTIRANO STANJE TLOCRT KATA	

LIST BR.: **02**

# POSTOJEĆE STANJE

## TLOCRT PRIZEMLJA



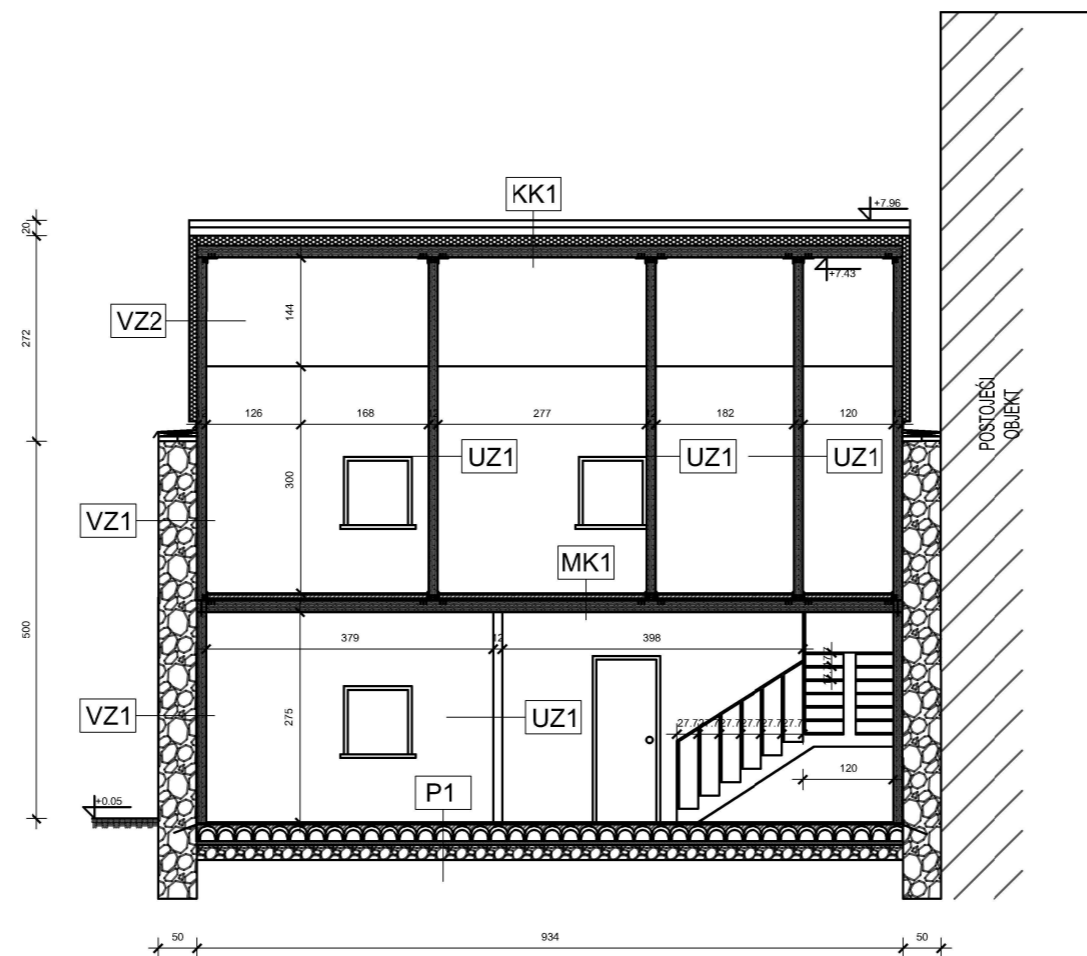
GF	Građevinski fakultet sveučilišta u Rijeci	
	DIPLOMSKI RAD: Rekonstrukcija kulturne baštine korištenjem CLT-a	
STUDENT: Josip Krstičević		
MENTOR: mr.sc. MARKO FRANKOVIĆ, dipl.ing.arh.		
PROJEKT:	GLAVNI PROJEKT	Mjerilo:
DATUM:	Studen 2023.	1:100
SADRŽAJ: POSTOJEĆE STANJE TLOCRT PRIZEMLJA		
LIST BR.:		<b>03</b>

# PROJEKTIRANO STANJE

## PRESJEK A-A

### ZIDOVI

- VZ 1** - VANJSKI ZID  
 - CLT nosiva konstrukcija 12cm  
 - hidroizolacija  
 - kameni zid 50cm
- VZ 2** - VANJSKI ZID  
 - CLT nosiva konstrukcija 12cm  
 - hidroizolacija  
 - toplinska izolacija 10cm
- UZ 1** - UNUTARNJI ZID  
 - CLT nosiva konstrukcija 12cm



### PODOVI

- P1**  
 - keramičke pločice 2cm  
 - betonska podloga 4-8 cm  
 - Iglu Daliform 20 cm  
 - mršavi beton 5 cm  
 - tucanik 20 cm

### ZIDOVI

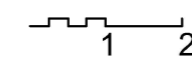
- VZ 1** - VANJSKI ZID  
 - CLT nosiva konstrukcija 12cm  
 - hidroizolacija  
 - kameni zid 50cm
- VZ 2** - VANJSKI ZID  
 - CLT nosiva konstrukcija 12cm  
 - hidroizolacija  
 - toplinska izolacija 10cm
- UZ 1** - UNUTARNJI ZID  
 - CLT nosiva konstrukcija 12cm

### KROVNA KONSTRUKCIJA

- KK 1** - KOSI KROV  
 - lim 2cm  
 - crijep  
 - letva 3/5cm  
 - zračni prostor 2cm  
 - PE folija  
 - EPS 12cm  
 - CLT krovna konstrukcija 16cm

### MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA

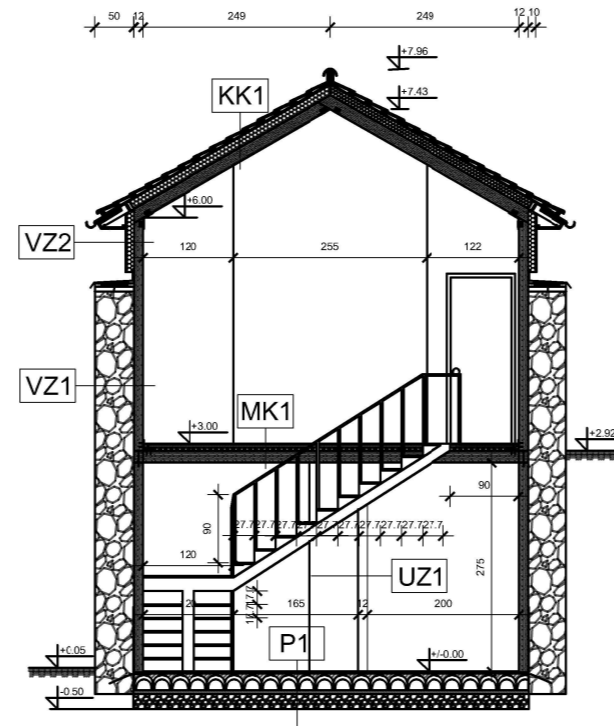
- MK1**  
 - završni sloj 2cm  
 - estrih 5cm  
 - zvučna izolacija 1cm  
 - CLT nosiva konstrukcija 12cm



<b>GF</b>	Građevinski fakultet sveučilišta u Rijeci	
<b>DIPLOMSKI RAD:</b> Rekonstrukcija kulturne baštine korištenjem CLT-a		
<b>STUDENT:</b> Josip Krstičević		
<b>MENTOR:</b> mr.sc. MARKO FRANKOVIĆ, dipl.ing.arh.		
<b>PROJEKT:</b> GLAVNI PROJEKT	Mjerilo:	1:100
<b>DATUM:</b> Studeni 2023.		
<b>SADRŽAJ:</b> PROJEKTIRANO STANJE PRESJEK A-A		
<b>LIST BR.:</b>		<b>04</b>

# PROJEKTIRANO STANJE

## PRESJEK B-B



### ZIDOVI

- VZ 1** - VANJSKI ZID  
 - CLT nosiva konstrukcija 12cm  
 - hidroizolacija  
 - kameni zid 50cm
- VZ 2** - VANJSKI ZID  
 - CLT nosiva konstrukcija 12cm  
 - hidroizolacija  
 - toplinska izolacija 10cm
- UZ 1** - UNUTARNJI ZID  
 - CLT nosiva konstrukcija 12cm

### PODOVI

- P1**  
 - keramičke pločice 2cm  
 - betonska podloga 4-8 cm  
 - Iglu Daliform 20 cm  
 - mršavi beton 5 cm  
 - tucanik 20 cm

### ZIDOVI

- VZ 1** - VANJSKI ZID  
 - CLT nosiva konstrukcija 12cm  
 - hidroizolacija  
 - kameni zid 50cm
- VZ 2** - VANJSKI ZID  
 - CLT nosiva konstrukcija 12cm  
 - hidroizolacija  
 - toplinska izolacija 10cm
- UZ 1** - UNUTARNJI ZID  
 - CLT nosiva konstrukcija 12cm

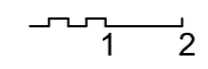
### KROVNA KONSTRUKCIJA

- KK 1** - KOSI KROV  
 - lim 2cm  
 - crijep  
 - letva 3/5cm  
 - zračni prostor 2cm  
 - PE folija  
 - EPS 12cm  
 - CLT krovna konstrukcija 16cm

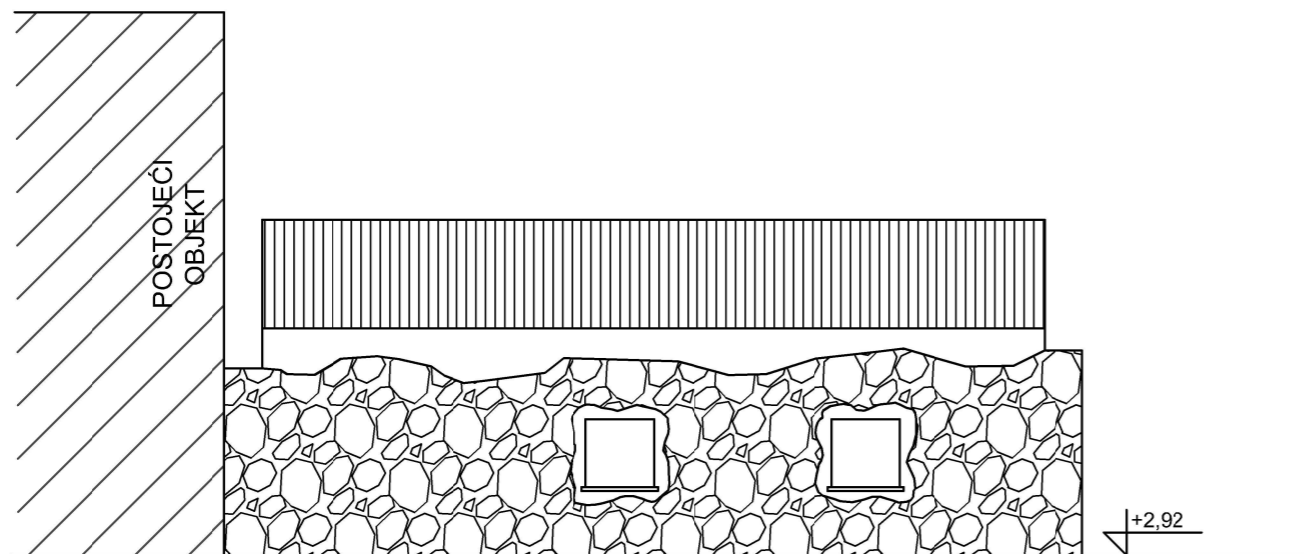
### MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA

- MK1**  
 - završni sloj 2cm  
 - estrih 5cm  
 - zvučna izolacija 1cm  
 - CLT nosiva konstrukcija 12cm

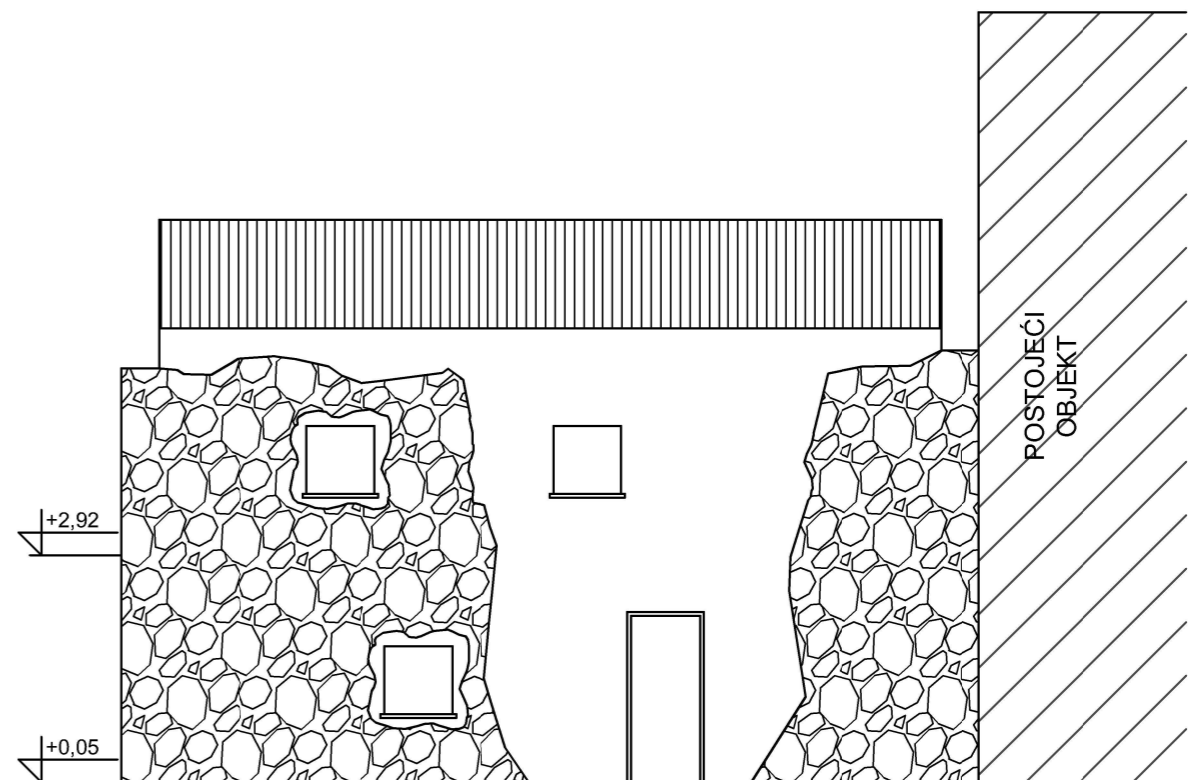
<b>GF</b>	Građevinski fakultet sveučilišta u Rijeci
<b>DIPLOMSKI RAD:</b> Rekonstrukcija kulturne baštine korištenjem CLT-a	
<b>STUDENT:</b> Josip Krstičević	
<b>MENTOR:</b> mr.sc. MARKO FRANKOVIĆ, dipl.ing.arh.	
<b>PROJEKT:</b> GLAVNI PROJEKT	Mjerilo: 1:100
<b>DATUM:</b> Studeni 2023.	
<b>SADRŽAJ:</b> PROJEKTIRANO STANJE PRESJEK B-B	
<b>LIST BR.: 05</b>	



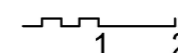
PROJEKTIRANO STANJE  
PROČELJA



SJEVERNO PROČELJE



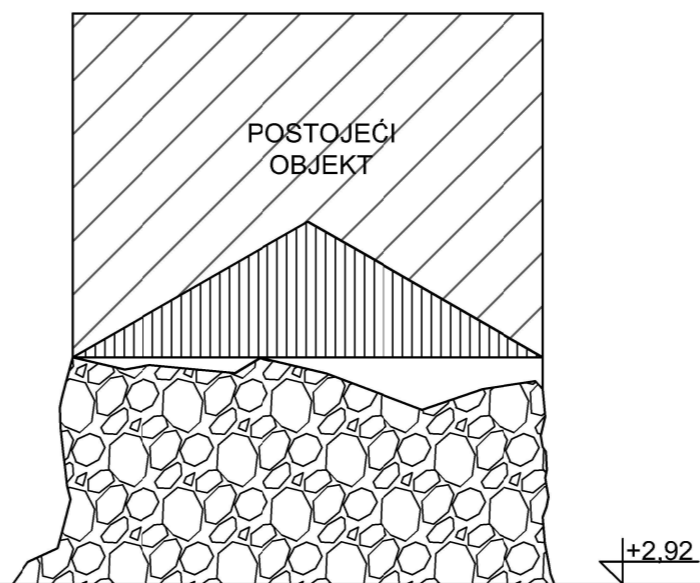
JUŽNO PROČELJE



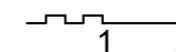
GF	Građevinski fakultet sveučilišta u Rijeci	
	DIPLOMSKI RAD: Rekonstrukcija kulturne baštine korištenjem CLT-a	
STUDENT: Josip Krstičević		
MENTOR: mr.sc. MARKO FRANKOVIĆ, dipl.ing.arh.		
PROJEKT: GLAVNI PROJEKT		Mjerilo:
DATUM: Studeni 2023.		1:100
SDRŽAJ: PROJEKTIRANO STANJE PROČELJA		LIST BR.: <b>06</b>




PROJEKTIRANO STANJE  
PROČELJA

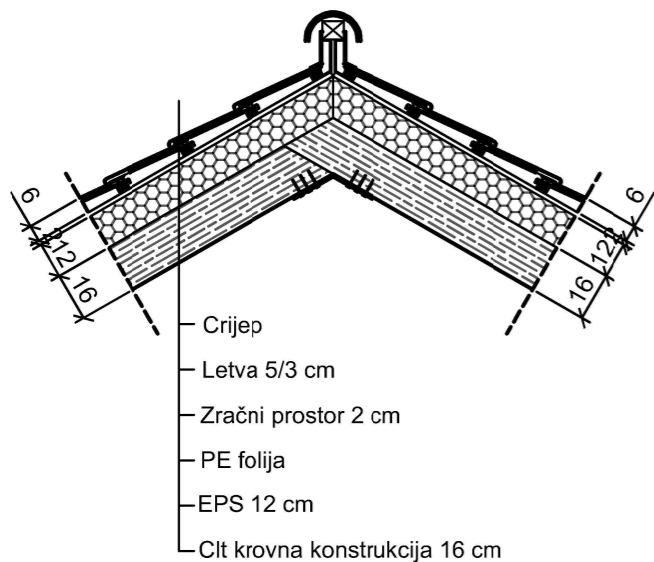


ZAPADNO PROČELJE

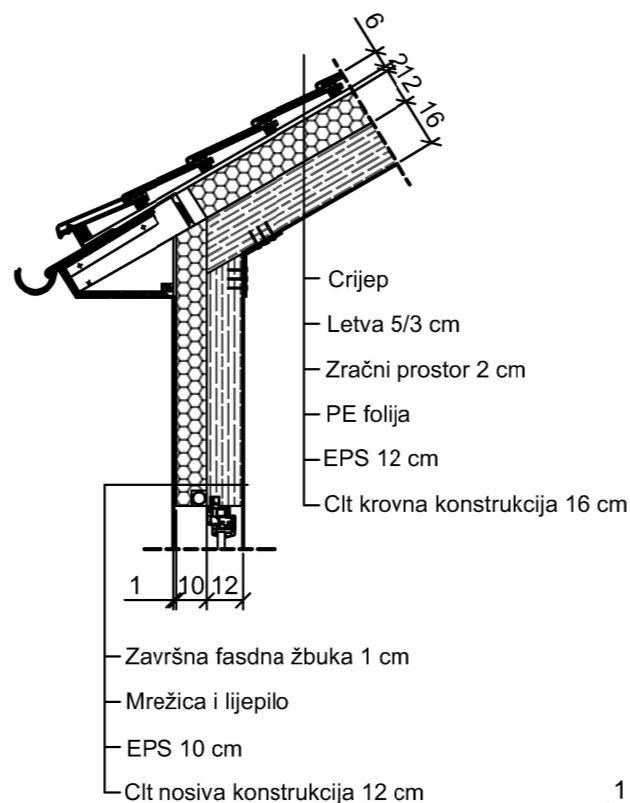


	Građevinski fakultet sveučilišta u Rijeci
<b>DIPLOMSKI RAD:</b> Rekonstrukcija kulturne baštine korištenjem CLT-a	
<b>STUDENT:</b> Josip Krstičević	
<b>MENTOR:</b> mr.sc. MARKO FRANKOVIĆ, dipl.ing.arh.	
<b>PROJEKT:</b> GLAVNI PROJEKT	
<b>DATUM:</b> Studeni 2023.	
<b>SDRŽAJ:</b> PROJEKTIRANO STANJE PROČELJA	
Mjerilo: 1:100	<b>LIST BR.: 07</b>

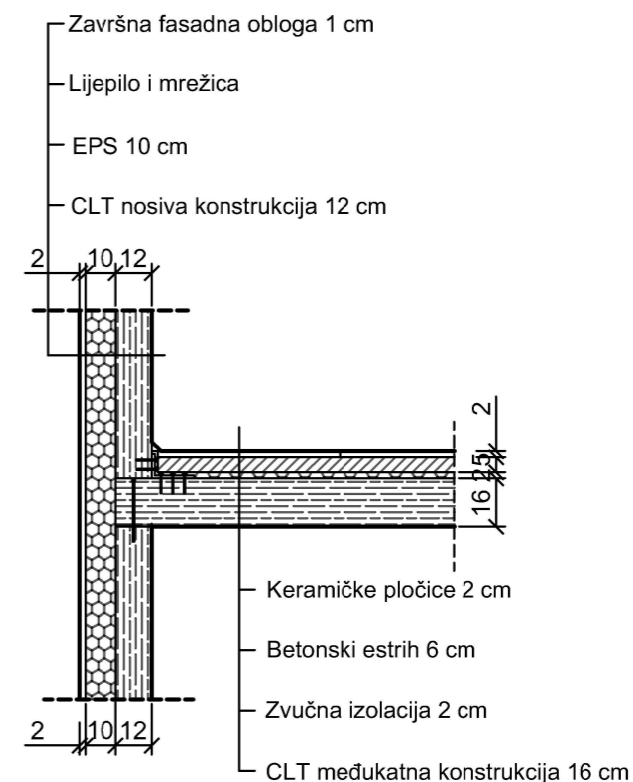
KARAKTERISTIČAN PRESJEK SLIJEMENA KOSOG KROVIŠTA



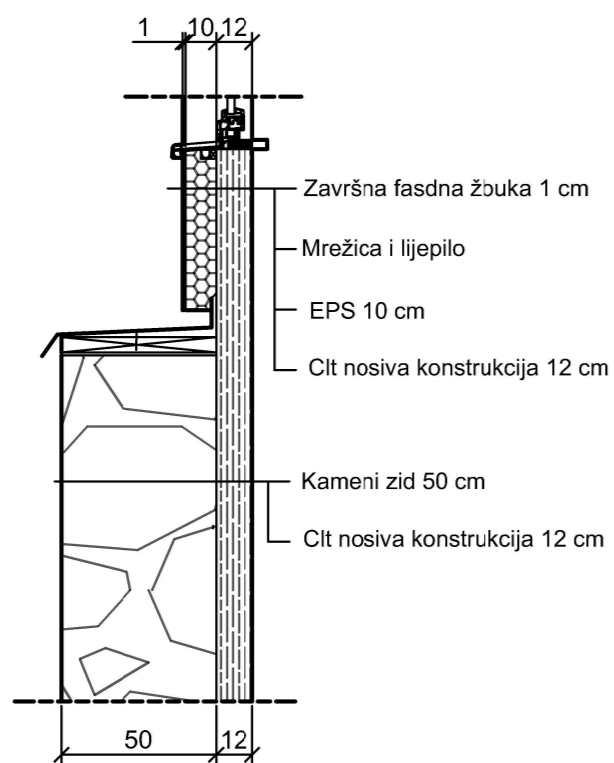
KARAKTERISTIČAN PRESJEK SPOJA KROVA I ZIDA SA DETALJOM PROZORA



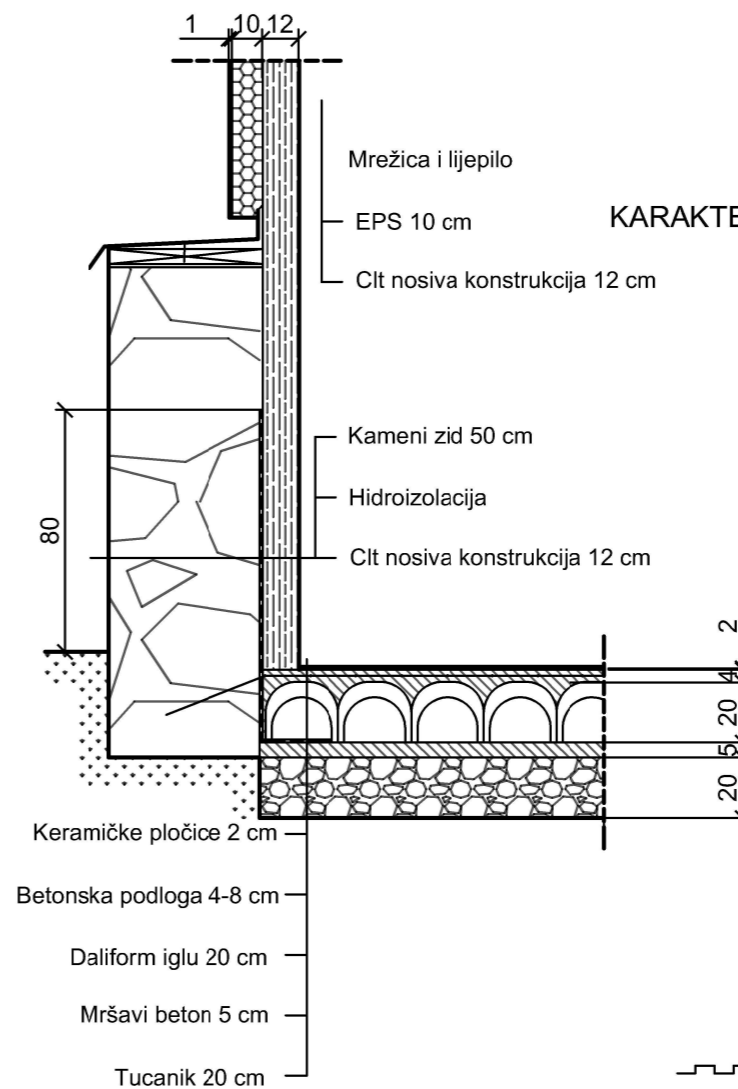
KARAKTERISTIČAN PRESJEK MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE



KARAKTERISTIČAN DETALJ PROZORA NA KATU



KARAKTERISTIČAN PRESJEK TEMELJA



GF	Građevinski fakultet sveučilišta u Rijeci	
	DIPLOMSKI RAD: Rekonstrukcija kulturne baštine korištenjem CLT-a	
STUDENT: Josip Krstičević		
MENTOR: mr.sc. MARKO FRANKOVIĆ, dipl.ing.arh.		
PROJEKT:	GLAVNI PROJEKT	Mjerilo:
DATUM:	Studenj 2023.	1:25
SADRŽAJ:	DETALJI	