

# Trend v trajnostni inovativni leseni Xlam gradnji



Waldorfska šola  
Ljubljana - prizidek

Tehnologija proizvodnje in uporabnost Xlam v gradbeništvu je dosegla takšno stopnjo, da je v 15 letih prispela na vse kontinente sveta. Tako smo priča vse višjim lesenim objektom, ki prehajajo že v lesene »nebotičnike«.

V Evropi je bilo v zadnjih letih zgrajenih veliko 9-etažnih stavb, v Avstraliji 10-etažna, sedaj se na Norveškem gradi 14-etažna, v Kanadi projektirajo 30-etažni lesen objekt, v ZDA celo 42-etažnega. In trenutna največja ovira za gradnjo ni znanje, ampak zakonske omejitve.

Prednost objektov izdelanih iz inovativnih lesenih masivnih Xlam plošč se predvsem odraža v veliki potresni in požarni odpornosti, v veliki svobodi arhitekturnega izražanja in s tem možnosti izvedbe bolj drznih ter zahtevnejših objektov, v izjemni hitrosti montaže, veliki natančnosti izvedbe, v prestižnem bivalnem ugodju in seveda tudi v številnih možnostih končne obdelave, kjer je lahko lesena konstrukcija deloma ali v celoti vidna in tako ustvari raznolik ter zanimiv naravni interjer objektov.

Xlam elemente sestavljajo križno zložene lesene lamele oziroma deske, ki so pod visokim pritiskom ploskovno in pri kvalitetnejših produktih tudi stransko zlepljene v večji masivni element. Uporablja se lepilo, ki je neoporečno in varno za človeka. Zaradi visoke sposobnosti lepljenja je njegova poraba majhna, saj ob prisotnosti naravne vlage v lesu poveže elemente v celoto. Za osnovno surovino se najpogosteje uporablja les iglavcev, ki je tehnično posušen do vlažnosti 12 odstotkov, s čimer je zagotovljena naravna zaščita lesa pred škodljivci kot so glive, insekti in plesni.

In kaj pridobimo s tovrstno strukturo? Konstrukcijski elementi postanejo bolj togi in nosilni v obeh smereh, poleg tega je zagotovljena dimenzijska stabilnost plošč, kar pomeni, da je delovanje lesa, kot sta krče-

nje in raztezanje, zanemarljivo. Zaradi lahkotnosti in izjemne povezanosti Xlam konstrukcije je pomemben prihranek pri temeljenju, kar še posebno pride do izraza pri slabo nosilnih tleh in tam, kjer je potrebno pilotiranje. Masivni leseni Xlam ovoj predstavlja konstrukcijo brez toplotnih mostov. V primerjavi z drugimi konstrukcijskimi sistemi gradnje je zaradi vitkosti Xlam konstrukcije večji neto izkoristek objekta, kar predstavlja večje notranje prostore glede na enake zunanje mere in enako toplotno prehodnost zunanjih sten.

## Izredne mehanske lastnosti Xlam elementov

Križno lepljenje omogoča dvosmerno nosilnost lesenih ploskovnih elementov ter hkrati zagotavlja tudi dimenzijsko stabilnost plošč in sten v njihovi ravnini. S tem se poveča nosil-

nost in prepreči cepitev lamel pri obremenitvi pravokotno na vlakna lesa. Zaradi križno orientiranih lamel elementi obtežbo prenašajo v dveh pravokotnih smereh, kar omogoča njihovo uporabo tako za stenske kot za stropne elemente. Z ustrezno povezavo elementov v konstrukcijsko celoto dosežemo, da stenski elementi prevzamejo veliko vodoravno obtežbo tako v ravni stene kot tudi pravokotno nanjo. S primerno arhitekturno in statično zasnovano objekta, ustrezno nosilnostjo Xlam elementov in hkrati primerno izvedbo stikov med stenami in ploščami zagotovimo veliko odpornost konstrukcije na vodoravne obtežbe, tudi na zelo močan veter in potres.

## Visoka požarna odpornost

Masivne Xlam plošče imajo tudi bistveno višjo požarno od-

pornost, kot jo običajno pripisujemo lesenim konstrukcijskim elementom, ter lahko presegajo požarno odpornost jeklenih in armiranobetonskih elementov. Elementi zoglelenijo počasi od površine proti notranjosti, zogleleneli sloj pa zmanjšuje prevajanje toplote in onemogoči dostop kisika do lesa. Glede na hitrosti gorenja lesa lahko pri križno lepljenih stenah računsko določimo, da znaša običajna požarna odpornost 3-slojne stene 30 min, s 5-slojnimi stenami je mogoče doseči požarno odpornost 60 min, pri večjih debelinah in več-slojnih stenah pa tudi 90 min in več. V skladu z zahtevami požarnih predpisov so računsko dokazljive tudi višje vrednosti požarne odpornosti (120 min in več), ki so odvisne predvsem od debeline in slojevitosti sten ter njihovih oblog. Podobno je pri ploščah, kjer je nosilnost odvisna od razpona, razporeda plošč glede na širino in s tem opiranja na stene ter seveda tudi od njihove debeline in slojevitosti. Sposobnost lesa za prevajanje

toplote je namreč zelo majhna, saj jo prevaja od 300 do 400-krat počasneje kot jeklo.

### Prednosti lesenih masivnih hiš iz križno lepljenih plošč

Konstrukcije iz Xlam plošč se zelo dobro obnašajo v primeru potresa in požara, saj imajo Xlam paneli veliko trdnost in togost.

Visoka stopnja predizdelanosti zagotavlja največjo možno svobodo v arhitekturi in najvišjo kakovost izvedbe, kar je izrednega pomena za sodobno arhitekturo, ki hrepeni po svobodi.

Gradnja je izjemno hitra in enostavna, hkrati pa postavitve objekta ne povzročata velikega hrupa, kar je želeno pri gradnji na urbanih območjih. Normalna debelina sten za objekte je običajno 10 cm, kar omogoča okoli 10 odstotkov dodatnih bivalnih površin oz. večjo neto etažno površino objekta pri enakih zunanjih gabaritih v primerjavi z ostalimi vrstami konstrukcij, kar je za investitorja vsekakor zelo ugodno. Seveda ostaja tudi to-

plotna zaščita stavbe v primerjavi z ostalimi objekti enaka.

Zaradi okoli petkrat manjših obremenitev v primerjavi z zidano gradnjo je poraba materiala za temeljenje manjša. Xlam sistem gradnje zaradi lahкости ob veliki togosti omogoča postavitve konstrukcije na slabo nosilnih tleh brez zahtevnega temeljenja. Hkrati sistem omogoča nadgradnjo obstoječih objektov, kjer obstoječi objekti in temelji ne prenesejo velikih dodatnih obremenitev.

Lesena masivna stavba praktično nima toplotnih mostov, saj je les že sam po sebi izolacijski material. Tako se masivna lesena Xlam konstrukcija poleti ne pregreva in s tem omogoča udobno bivanje brez ali z zelo majhno porabo klimatizacije, kar zniža stroške. Zaradi dobre izolativnosti se porabi malo energije tudi za ogrevanje pozimi.

Xlam sistem je novi način gradnje lesenih »nebotičnikov«! A izziv ni v projektiranju, konstruiranju in izvedbi, temveč je izziv prepričati ljudi.

Lesene masivne Xlam konstrukcije imajo pred drugimi velike prednosti tudi glede potresne varnosti, saj lahko takšni objekti prestanejo tudi največje potresne obremenitve brez bistvenih poškodb.

Xlam plošče so ognjevarne, saj dogorevajo le površinsko in notranje leseno jedro tako ohranja nosilnost. Pri Xlam konstrukciji v primerjavi z drugimi ogenj ne napreduje več kot dva do tri centimetre v globino konstrukcijo, saj zoglenela plast preprečuje dostop kisika za nadaljnji razvoj ognja.

Xlam sistem gradnje je najbolj zanesljiv, odporen in prilagodljiv sistem lesenih konstrukcij in sedaj je čas za okoljevarstvo, za naravna in obnovljiva gradiva. Čas je za znanje, kreativnost arhitektov in inovativnost konstruktorjev, za sodelovanje med strokami in povezavo z industrijo. V prihodnosti lahko iz lesa ustvarimo še marsikaj.

## Xlam objekti v fazi projektiranja

### Slovenski paviljon Expo Milano 2015



Slovenski paviljon je trenutno najbolj aktualni projekt v Xlam tehnologiji, s katerim se bo Slovenija predstavila v okviru svetovne razstave Expo 2015 v Milanu. Paviljon v tlorisni velikosti približno 800 m<sup>2</sup> odlikuje geometrijsko razgibana površina, ki odraža razgibanost slovenskega ozemlja. Zgodba Slovenije je zgodba o ljubezni do narave, zato je objekt konstruiran predvsem v lesu in steklu. Med najbolj vidnimi svetovnimi razstavami do sedaj je bila svetovna razstava v Parizu leta 1889, ki je za seboj pustila veličasten, svetovno znan spomenik Eifflov stolp kot mejnik industrijske dobe. [G](#)

### Leseni razgledni stolp

Posebnost razglednega stolpa je v škatlastem jedru, ki ima po višini sedem ločenih sob, namenjenih turistom, članom društev, zasebnim lastnikom in podobno. Stolp je sprojektiran tako, da prenese velike pritiske vetra na izpostavljenih razglednih točkah. V višino meri kar 25 m, njegova nosilna konstrukcija je sestavljena iz osrednjega kvadratnega jedra dimenzij 3 m x 3 m, okoli jedra se v rahlem odklonu od navpične osi vzpenja 12 podpornih stebrov s stopniščem do razgledne ploščadi v tlorisni velikosti 8 m x 8 m. Jedro in razgledna ploščad sta zasnovana iz lesenih Xlam plošč. [G](#)



## Nagrade »Naj lesena gradnja«

Objekti, predstavljeni v nadaljevanju, so si prislužili prestižne nagrade »Naj lesena gradnja«, ki jih je leta 2013 podelila Javna agencija Spirit pod okriljem Ministrstva za gospodarski razvoj in tehnologijo. Pri vseh izvedenih objektih je bil uporabljen tudi Xlam sistem.

### Modularen garažni sistem Psilos - posebna nagrada za dosežke na področju tehničnih rešitev



Tehnično dovršena inovacija Psilos se je uvrstila v ožji izbor in je bila leta 2012 predstavljena na 7. slovenskem forumu inovacij. Takšna izvedba konstrukcije parkirne hiše omogoča ekonomično, ekološko, enostavno in hitro izgradnjo z več de-

set ali več sto parkirnimi mesti in je v celoti izdelana iz lesenih elementov. Konstrukcijski sistem odraža visoko požarno in potresno varnost, funkcionalnost in prilagodljivost, možnost modularne serijske industrijske izdelave ter hkrati lahkotnost in s tem enostavnost temeljenja. Postavitev je možna tudi na montažnih jeklenih pilotih brez izvedbe armiranobetonskih temeljev. Lesena izvedba izraža trajnost in ekološki pristop trajne ali začasne umestitve parkirnih hiš v urbana in naravna okolja. [G](#)

### Hiša z dvojnimi previsom - 1. nagrada za stanovanjski objekt



Enodružinska hiša se ponaša z izjemno konstrukcijsko zasnovo, saj ima na obeh straneh velika previsna polja dolžine okoli 5 m in je v tla vpeta le na osrednjem delu, ki površinsko obsega skromnih 33 m<sup>2</sup>. Hiša v velikosti 180 m<sup>2</sup> je optimalno zasnovana s kombinacijo treh

različnih konstrukcijskih sistemov v leseni gradnji. V koncept »hibridne« konstrukcije sta vključena tudi jeklo in armirani beton, zato je konstrukcija hiše eden izmed boljših primerov sodobne gradnje s premišljeno uporabo različnih konstrukcijskih materialov ter inovativnih tehnik spajanja različnih sistemov gradnje. [G](#)

### Mladinski hotel Punkl - 1. nagrada v kategoriji javni objekti

Pri gradnji je bil v največji možni meri uporabljen les, saj je celotna konstrukcija izdelana iz Xlam panelov, ki so večinoma vidni v notranjosti. Tako predstavlja Xlam konstrukcija tudi notranji interjer. Hkrati so bile iz lesa izdelane tudi stropne, stenske, talne obloge, fasada in vso pohištvo. Objekt je zasnovan kot arhitekturno samosvoja nizkoenergijska stavba v skladu z naravnimi in bioklimatskimi danostmi okolice. [G](#)



### Poslovno-skladišni objekt Ekoprodukt - 1. nagrada za poslovno industrijski objekt

Poslovno skladišni objekt je trenutno volumsko največja lesena stavba v Sloveniji. Prva faza je bila izvedena avgusta 2010 in predstavlja objekt tlorisne površine 1156 m<sup>2</sup> in višine 7,5 m, kar predstavlja prostornino okoli 8700 m<sup>3</sup>. Objekt ima v poslovnem delu dvojni konzolni previs 8 m. Tako znaša površina konzolnega previsa 64 m<sup>2</sup>, kar predstavlja dosežek v konstruiranju z lesom. V drugi fazi izvedbe sledi nadgradnja dodatnih dveh etaž z možnostjo uporabe spodnje v skladiščne namene, vse do skupne višine 14 m. Dodatna zahteva je bila tudi večja nosilnost konstrukcije v prvi nadgrajeni etaži, kjer je bila namesto standardne nosilnosti 300 kg/m<sup>2</sup> upoštevana obremenitev kar 600 kg/m<sup>2</sup>. [G](#)



## Dom na Kopah

Dom s svojimi 900 m<sup>2</sup> uporabne notranjosti predstavlja dobro izhodišče za različne turistično - kulturne dejavnosti. Posebnost postavitve lesenega dela objekta, v katerega je bilo vgrajeno okoli 300 m<sup>3</sup> lesa, je v poteku celotne montaže v zimskih mesecih pri zelo nizkih temperaturah na nadmorski višini 1.500 m, kar dokazuje, da je les univerzalno uporaben gradbeni element, ki mu lahko povsem upravičeno pripišemo mnoge prednosti pred ostalimi. Bistvene prednosti objekta, ki je večinoma zgrajen v Xlam sistemu, so izjemna hitrost postavitve kljub neugodnim vremenskim pogojem, velika statična trdnost, majhna lastna teža, ognjevarnost ter odlična toplotna izolativnost in akumulativnost. [G](#)



## Poslovna stavba Eltima



Celotna konstrukcija skupaj s stopniščem in dvigalnim jaškom je izvedena iz Xlam plošč, ki glede na razmerje med višino 12,9 m in širino 5,2 m objekta predstavljajo dovolj tog in nosilen konstrukcijski sistem za zagotavljanje vodoravne stabilnosti objekta v prečni smeri. Hkrati vitkost nosilnih sten, ki znaša le 10 cm, omogoča optimalni izkoristek neto površine vseh poslovnih prostorov. Stavba je ogrevana z nizkotemperaturnim režimom preko talnega gretja, ki ga poganja toplotna črpalka, locirana na strehi objekta. Objekt v vseh pogledih odraža resnost in modernost poslovnega prostora, posebno toplino in unikatnost prostorom dajejo vidni leseni Xlam stropi medetažne konstrukcije. [G](#)

## Sistem protipotresnega utrjevanja obstoječih zgradb - posebna nagrada komisije za dosežke na področju tehničnih rešitev

Inovativni sistem protipotresnega utrjevanja obstoječih objektov s Xlam lesenimi ploščami. Leseni masivni Xlam paneli lahko nase prevzamejo horizontalne potresne sile, ki jih obstoječa konstrukcija objekta ni več zmožna prenesti. Poseben način pritrditve panelov na obstoječo konstrukcijo objekta omogoča enakomeren prenos sil iz objekta na Xlam panele. Postopek prenove omogoča potresno in energetska sanacijo objektov v enem koraku, saj Xlam paneli omogočajo nadgradnjo s toplotno izolacijo, fasado ter stavbnim pohištvom. [G](#)

## Turistično informacijski center Postojna

Turistično informacijski center Postojna je zasnovan kot sodoben, prepoznaven in prostorsko privlačen paviljon. Le-ta ima poudarjeno oblikovano enotno zunanjo površino, ki prehaja iz fasade v streho in nadstrešek. Zasnova strešne konstrukcije, ki je omogočila velik previs, je sestavljena iz Xlam plošče ter lesenih reber, krajše poimenovanih R-Xlam. R-Xlam ploščo je razvilo in patentiralo slovensko podjetje, za njen razvoj pa je podjetje pridobilo tudi prestižno nagrado Javne agencije Spirit za dosežke na področju tehničnih rešitev za inovativni postopek nadgradnje tipskih Xlam plošč in sten. [G](#)



## Nadgradnja hotela Terme v Čatežu - nagrada za tehnološki dosežek.



Investitor je želel povečati štiri etažni hotel Terme v Čatežu za dve etaži in tu se je pojavil nov izziv v Xlam gradnji - nadgradnja. Statična in dinamična analiza hotela, ki je bil zgrajen pred več kot 30 leti, je pokazala, da je obstoječa konstrukcija zmožna prenesti le dodatnih 10 odstotkov teže glede na celotno težo obstoječega objekta. Tako je bilo potrebno pri projektiranju paziti na sestave konstrukcijskih sklopov in uporabiti čim lažje in toge konstrukcijske materiale, ki bodo zagotovili konstrukcijsko stabilnost nadgradnje, saj se na vrhu nadgrajenega objekta izrazito poveča potresni vpliv. S pomočjo Xlam sistema je bilo doseženo, da je dodatna obremenitev v primerjavi s težo spodnjega objekta znašala manj kot 10 odstotkov, hkrati je bila z nadgradnjo s sistemom Xlam zagotovljena togost in enakomeren raznos vertikalne obtežbe, kar je še posebnega pomena. [G](#)



## Prizidek z dvorano - Waldorfska šola Ljubljana



Prizidek k Waldorfski šoli Ljubljana dodaja starima obstoječima objektoma iz 17. in 19. stoletja novo plast časa in vsebine, kar se odraža tako v obliki nove stavbe kakor tudi v izboru gradiv in konstrukciji. Nadzemni del je narejen v celoti iz lesa in naravnih materialov. Organska oblika nove arhitekture je nastala kot posledica težnje izboljšanja občutka odprtega dvoriščne prostora, ujetega med prometno cesto in grajskim hribom. Šola ima pod zemljo manjšo in veliko sodobno telovadnico, ki je lahko tudi gledališka dvorana. [G](#)

## Obnova Skalnih vil

Skalne vile se nahajajo v Istri in predstavljajo več kot 100 let stari v niz povezani kamniti objekti. Obstoječo konstrukcijo sten v obliki



kamnith zložb je bilo potrebno ustrezno sanirati glede vodoravne stabilnosti. Za strešne in medetažne konstrukcije so uporabljene Xlam plošče, ki kamnito zložbo zidov na nivoju medetaž in nivoju strešne konstrukcije medsebojno povežejo. Lesene Xlam plošče so s spodnje strani ostale vidne in tako obnovljeni objekt nudi uporabniku izjemno bivanje v naravnem ovojju, kjer sama konstrukcija izraža čudovit notranji interjer, ki se izraža v kombinaciji lesa in kamna. [G](#)

**Še več konstruiranih in postavljenih objektov iz Xlam plošč različnih arhitekturnih birojev, arhitektov in različnih izvajalcev z opisi prednosti konstrukcij iz Xlam plošč ter izsledkov raziskav si lahko ogledate in o njih tudi preberete na ažurni spletni strani [www.cbd.si](http://www.cbd.si).**

(Viri fotografij in renderjev: Miran Kambič, Studio Stratum, Eko produkt, Sono Arhitekti, 3biro arhitektii, CBD)