

# ŠTUDIJSKE DELAVNICE S PODROČJA ENERGIJSKO UČINKOVITIH LESENIH OBJEKTOV

## Study workshops on energy efficiency of timber buildings

*Povzetek: Usmerjanje arhitekturne in gradbene stroke v energetske varčno načrtovanje in gradnjo je v slovenskem prostoru prisotno že dalj časa. Uspešnost pri iskanju novih rešitev je pogojena z združevanjem strokovnega znanja, industrije, praktičnih izkušenj in inovativnih idej. Vse navedeno skušamo na Univerzi v Mariboru, Fakulteti za gradbeništvo (UM FG) združevati v okviru študijskih delavnic, ki so se do sedaj izkazale kot izjemno zanimive za študente in mentorje ter tudi za partnerje iz gospodarstva. Na ta način želimo z omenjeno problematiko ozavestiti bodoče arhitekta in gradbenike. Tako smo že v letu 2010 izvedli prvo tovrstno študijsko delavnico na primeru enodružinskih montažnih okvirnih lesenih hiš, kjer smo uporabili povečanega deleža steklenih površin posvetili posebno pozornost. Letošnja delavnica je pomenila nekakšen preskok in logično nadgradnjo lanske, saj smo tematiko usmerili v izdelavo idejnih zasnov montažnih lesenih javnih objektov. Glede na predstavljene lastnosti ima namreč gradnja z lesom v kombinaciji z uporabo ustrezno orientiranih steklenih površin velik razvojni potencial tudi v gradnji javnih objektov, čemur se v Sloveniji zaenkrat žal še premalo posvečamo.*

*Ključne besede: les, steklo, študijske delavnice, dizajniranje, modeliranje*

*Abstract: The progressive orientation of the sciences of architecture and civil engineering towards energy-efficient planning and construction has been evident in Slovenia for a considerable period of time. Nevertheless, successful search for new solutions depends on integrating expert knowledge, industry, practical experience and innovative ideas. At the Faculty of Civil Engineering, University of Maribor, we strive for such integration through study workshops which proved to be highly interesting to students and their mentors on the one hand and to partners from the relevant branches of industry on the other, all of which helps our goal to build awareness about the mentioned issues among future architects and civil engineers. The first study workshop on energy-efficient timber buildings held in 2010 was focused on single-family prefabricated timber-frame houses with special attention being paid to the increased glazing size. The study workshop held in this year was focused to the public buildings and thus practically means a continuation and a progress in designing of prefabricated timber structures. Given its characteristics stated above, timber combined with properly oriented glazing surfaces certainly has a huge development potential also in constructing public buildings, i.e. in the field that has currently not reached enough interest or attention among Slovene manufacturers and investors.*

*Keywords: timber, glass, study workshops, designing, modelling*

### 1. UVOD

V času pojava vse bolj perečih problemov, povezanih z okoljskimi spremembami in ob dejstvu, da za ogrevanje stavb še zmeraj porabljamo velike količine primarne energije, predstavlja enega primarnih ciljev gradbenega

sektorja prav učinkovita raba energije in z njo povezano zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov. Arhitekturna in gradbena stroka se zato intenzivno usmerjata v iskanje ustreznih ekoloških rešitev in načinov gradnje, s katerimi je moč doseči večjo energetske varčnosti in s tem povezano zmanjšanje okoljskih bremen.

\* pred.dr., Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, Smetanova ulica 17, SI - 2000 Maribor, Slovenija, e-pošta: vesna.zegarac@uni-mb.si

' red.prof.dr., Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, Smetanova ulica 17, SI - 2000 Maribor, Slovenija, e-pošta: miroslav.premrov@uni-mb.si

Les kot naraven material ima že v osnovi najboljše izhodišče za energijsko učinkovito gradnjo, saj je tudi dober toplotni izolator, ima dobre mehanske lastnosti in zago-

tavlja prijetno bivalno klimo. Zaradi naštetih lastnosti je montažna lesena konstrukcija primerna za gradnjo energijsko varčnih objektov različnih standardov, pri katerih pa sta zaradi solarnih toplotnih dobitkov velikega pomena tudi povečan delež in ustrezna orientacija steklenih površin, (Persson, 2006, Bülow-Hübe, 2001, Ford in sod., 2007). Steklu so proizvajalci skozi leta razvoja izboljšali toplotno-izolacijske in trdnostne lastnosti ter z izboljšanjem faktorja prepustnosti energije sončnega sevanja omogočili, da lahko z velikimi steklenimi površinami, orientiranimi primarno na južno stran, ne le osvetlimo bivalne prostore, pač pa zagotovimo tudi ogrevanje le-teh z energijo sonca. Danes predstavlja gradnja z lesom v kombinaciji z uporabo ustreznih in pravilno orientiranih steklenih površin velik potencial tako v gradnji enodružinskih hiš, kakor tudi večstanovanjskih in javnih objektov. V računskih analizah, ki smo jih izvedli na konkretnem primeru enodružinske hiše (Zegarac, 2011; Žegarac in Premrov, 2010), se je izkazalo, da lahko z uporabo optimalnega deleža zasteklitve na južni fasadi energijske potrebe za ogrevanje in ohlajevanje zmanjšamo tudi do 30 %, seveda če uporabimo nakvalitetnejšo troslojno zasteklitev (Gustavsen in sod., 2007). Z vgrajevanjem povečanega deleža zasteklitev na ostalih treh straneh zgradbe pa energijske potrebe ob upoštevanju srednjeevropskih klimatskih pogojev povečujemo.

Na fakulteti pa se še kako zavedamo dejstva, da je za uspešno diseminacijo tovrstne gradnje, vsekakor gradnje prihodnosti, potrebno še marsikaj drugega. Izvedba natančnih računskih analiz v sklopu obširnega raziskovalnega dela je le prvi segment, pomembno pa je tudi ustrezno ozaveščanje javnosti in predvsem vzgoja mladega kadra bodočih arhitektov, ki bodo vse slabosti in prednosti tovrstne gradnje dobro poznali ter bodo sposobni samostojno zasnovati energijsko učinkovit sodoben lesen objekt. Uspešnost pri iskanju tovrstnih novih rešitev pa zahteva združevanje strokovnih znanj, industrije, praktičnih izkušenj in sveže energije bodočih arhitektov. Povezovanje arhitekturne, gradbene pa tudi še katere druge stroke je pri tem nujno, saj celostno izobraženi kadri za potrebe nizkoenergijske gradnje zaradi dejstva, da je problematika aktualna komaj kakšno desetletje, praktično še ne obstajajo. In na tem področju nas v akademski sferi čaka še precej nalog, saj bo treba strokovnjake še vzgojiti, kar pa zaradi interdisciplinarnosti problematike še zdaleč ne bo lahko. Na Univerzi v Mariboru, Fakulteti za gradbeništvo (UM FG) smo si zastavili jasne cilje, saj načrtujemo v naslednjih treh letih iz področja nizkoenergijske gradnje pripraviti akreditacijo drugostopenjskega študijskega programa, ki bi tudi v slovenskem prostoru zagotavljal dovolj veliko število ustrezno izobraženega kadra. Želimo, da bi omejeni program zagotavljal mednarodno primerljivost z že

akreditiranimi podobnimi študijskimi programi v tujini. V ta namen je fakulteta od leta 2009 že vključena v mednarodni program MOVE.

Kot prvi korak v tej smeri smo na Univerzi v Mariboru, na Fakulteti za gradbeništvo tako že v letu 2010 izvedli prvo tovrstno študijsko delavnico z naslovom »Lesena nizkoenergijska hiša« na primeru enodružinskih montažnih okvirnih lesenih hiš, kjer smo uporabi povečanega deleža steklenih površin posvetili posebno pozornost. Delavnica je na problematiki nizkoenergijske lesene gradnje neposredno integrirala arhitekturno in gradbeno stroko, akademsko in gospodarsko sfero ter pedagoško delo. Projektna naloga, ki so jo pod vodstvom mentorjev reševali študenti, je narekovala zasnovo montažne enodružinske hiše z leseno okvirno stensko konstrukcijo in montažnimi lesenimi stropovi. Delavnica se je izvajala kot dodatni izbirni del predmeta Lesene konstrukcije v 2. letniku prvostopenjskega študijskega programa Arhitektura pod okriljem mednarodnega projekta MOVE in v sodelovanju s podjetjem Lumar IG. Osnovne zamisli, izvedbo in rezultate delavnice bomo podrobneje predstavili v 2. poglavju.

Seveda se z izvedeno delavnico naše razvojno delo iz omenjene tematike še zdaleč ni zaključilo. Odprte so ostajale številne nadaljnje razvojne možnosti. Glede na navedene lastnosti ima gradnja z lesom v kombinaciji z uporabo ustrezno orientiranih steklenih površin velik razvojni potencial tudi v gradnji javnih objektov, čemur se v Sloveniji zaenkrat žal še premalo posvečamo. In prav izdelavi idejnih zasnov takšnih objektov je bila namenjena izvedba letošnje delavnice z naslovom »Lesene energetsko učinkovite javne stavbe«, ki predstavlja nek logični preskok lanskoletne izvedbe v precej zahtevnejše okvirje. Kot primera sta bila obravnavana izdelava idejne zasnove vrtca in večnamenskega javnega objekta na konkretnem primeru občine Destriak. Izvedba in rezultati delavnice bodo podrobneje predstavljeni v 3. poglavju.

## **2. PREDSTAVITEV DELAVNICE »LESENA NIZKOENERGIJSKA HIŠA«**

Poglavitno izhodišče delavnice je bilo vezano na sinergijo les-steklo, torej na gradbena materiala, ki sta bila v preteklosti, tudi na področju Slovenije, precej zapostavljena. Tako je dejstvo, da je les zagotovo energijsko najprijaznejši gradbeni material, saj je edini, ki celo v času svoje rasti razgrajuje CO<sub>2</sub>, oziroma po sežigu ustvarja nevtralno stanje, kar je bistveno precej ugodneje kot pri izdelavi vseh ostalih gradbenih materialov, odločilno vplivalo na izbiro lesa kot osnovnega gradbenega materiala. Z upoštevanjem dejstva, da so steklu proizvajalci skozi leta razvoja izboljšali toplotno-izolacijske in trdnostne lastnosti ter z izboljšanjem faktorja prepustnosti energije sončnega se-

vanja omogočili, da lahko z velikimi steklenimi površinami, orientiranimi primarno na južno stran, ne le osvetlimo bivalne prostore, pač pa zagotovimo tudi ogrevanje z energijo sonca, smo ravno uporabi stekla v sklopu delavnice namenili še prav poseben poudarek.

Projektna naloga, ki so jo pod vodstvom mentorjev reševali študenti, je narekovala zasnovo montažne enodružinske hiše z leseno okvirno stensko konstrukcijo in montažnimi lesenimi stropovi. Montažni stenski elementi, kot osnovni vertikalni nosilni elementi montažne okvirne lesene hiše, predstavljajo sovprežni sistem, sestavljen iz lesenega okvirja in obložnih plošč, ki so večinoma z mehanskimi veznimi sredstvi pritrjene na leseni okvir. V praksi se uporabljajo predvsem obložne plošče iz mavca, ki imajo vgrajena tudi posebna vlakna, ali pa predelani lesni elementi (OSB, furnirne plošče, vlaknene plošče). Bistvo projektne naloge delavnice pa je bilo, da so študentje povezovali uporabo obeh prej opisanih alternativnih ekoloških materialov (les, steklo). Namesto klasičnih obložnih materialov (mavčno-vlaknene plošče, OSB plošče), ki se množično uporabljajo po svetu, so raziskali možnost uporabe maksimalnega možnega deleža ustrezno orientiranih steklenih površin, pritrjenih na osnovni nosilni leseni okvir, pri tem pa je bilo treba zadostiti kriteriju nizkoenergijskosti objekta.

Osnovne projektne zahteve delavnice so bile, da je objekt zasnovan kot enodružinska hiša z etažnostjo P+1, ki ustreza merilom nizkoenergijske gradnje. Iskali smo ustrezno rešitev za hišo, ki ne presega 150 m<sup>2</sup> uporabne površine in jo lahko postavimo bodisi na ravnino ali v hrib, torej v dve značilni situaciji slovenske krajine. Ob ustreznem poznavanju izhodišč nizkoenergijske zasnove in tehničnih značilnosti lesenih konstrukcij smo skušali prikazati izvirne arhitekturne rešitve, ki hkrati zrcalijo strokovno znanje in svežo energijo mlade generacije bodočih arhitektov. Nizkoenergijski standard smo dokazovali z izračunom v programu PHPV 02, poenostavljeni verziji programskega paketa PHPP 07.

Rezultate delavnice predstavlja nabor šestnajstih zaključenih projektov. Predstavljeni maketni izdelki, podprti s posterji in posebno knjižno publikacijo (Zegarac in sod., 2010), predstavljajo le neko idejno zasnovo na področju enodružinskih hiš, ki jo bodo naši proizvajalci morda uspešno razvijali in udeležili tudi v praksi. Med izdelki smo z namenom vzpodbude študentov izbrali tri zmagovalne projekte. Na Sliki 1 so predstavljeni zmagovalni projekti (od leve proti desni) študentske skupine 11: Maša Kresnik, Sanda Moharič, Anja Patekar, Tajda Potrč, študentske skupine 15: Anamarija Fink, Kenan Jašarevič, Katja Keržan, Vanja Rogina, David Zorenč in študentske skupine 3: Luka Bačko, Jernej Borko, Samo Lorber, David Vogrinčič. Razstava vseh izdelkov je potekala od 21. 4. 2010 do 4. 5. 2010 v prostorih Razstavišča Mestne občine Maribor, Grajska ulica 7, ki nam je v ta namen brezplačno ponudila svoj razstavni prostor.

### 3. PREDSTAVITEV DELAVNICE »LESENE ENERGETSKO UČINKOVITE JAVNE STAVBE«

V smislu nadgradnje znanja in izkušenj iz lanske delavnice smo v poletnem semestru študijskega leta 2010/2011 pripravili delavnico »Lesene energetsko učinkovite javne stavbe«, ki je potekala v okviru izbirnega predmeta Lesene energetsko učinkovite stavbe v 3. letniku prvostopenjskih študijskih programov Arhitektura, Gradbeništvo in Gospodarsko inženirstvo. Razen Občine Destrnik, ki je bila kot pobudnica projektne naloge glavni partner, smo po lanskem vzoru vključili tudi partnerje iz gospodarstva, ki pa smo jih skrbno izbrali. Tako je za strokovno pomoč s področja montažne lesene gradnje poskrbelo podjetje Lumar IG d.o.o., Velux Slovenija d.o.o. za področje osvetljenosti prostorov, za področje aktivnih sistemov pa podjetje Menerga. Študentom 3. letnika programa Arhitektura smo pridružili še študente 1. letnika drugostopenjskega programa Gradbeništvo, ki so poskrbeli za statične izračune in dimenzioniranje objektov. Projekti so tako celostno obdelani, od dizajna, do energijskih izračunov ter statične



Slika 1. Nagrajeni projekti delavnice Lesena nizkoenergijska hiša

analize in dimenzioniranja. Vsebinsko je bila delavnica nadgradnja urbanistične delavnice, ki se je prav tako v okviru UM FG izvajala v zimskem semestru pri izbirnem predmetu Prostor mesta, ki je problem najprej ustrezno obdelala iz prostorskega vidika in določila najprimernejšo lokacijo za gradnjo obravnavanih objektov.

Študente smo razdelili v delovne skupine, pri tem pa so vsako skupino sestavljali študentje arhitekture, ki so poskrbeli za dizajn objekta, ter študentje gradbeništva, ki so izvedli na osnovi arhitekturnih zasnov dimenzioniranje objekta. Pri tem je pomembno, da smo študente integrirali že pri začetnem delu, tako da so bodoči gradbeniki aktivno sodelovali s študenti arhitekture že pri snovanju dizajna objekta, izračune energijskih potreb za ogrevanje in ohlajevanje objekta ter izračune osvetljenosti notranjih prostorov pa so praviloma izvajali skupaj. S tem smo dosegli pomembno dejstvo, da je delavnica simultano integrirala delo študentov arhitekture in gradbeništva že pri prvem snovanju zasnove objekta, ter skupno delo pri izračunih energijskih izgub in osvetljenosti objekta.

Projektna naloga je vsebovala zasnovo objekta energetsko učinkovitega vrtca ter večnamenskega objekta z leseno okvirno ali tudi križno lepljeno montažno konstrukcijo. Študentje so bili razdeljeni v 12 delovnih skupin,



**Slika 2. Primera idejnih zasnov vrtca:**  
**zgoraj:** vrtec Destrnik, avtorji N. Matjašič, I. Trstenjak, M. Žnidarič, M. Kodrič, M. Urbanč;  
**spodaj:** vrtec Sovica, avtorji M. Kresnik, S. Moharić, A. Patekar, T. Potrč, A. Pintarič, M. Retuznik

7 jih je obravnavalo zasnovo vrtca, preostalih 5 pa zasnovo večnamenskega objekta. Orientaciji in pravilni izbiri deleža steklenih površin smo posvetili še prav posebno pozornost, kakor je prikazano na Sliki 2 na primeru idejnih zasnov za vrtec in Sliki 3 na primeru večnamenskega objekta. Pri tem smo v glavnem sledili smernicam prej omenjenega raziskovalnega dela obravnave optimalne zasteklitve na primeru enodružinskih hiš. Povečana uporaba ustrezno orientiranih zasteklitev v montažni leseni gradnji je tako celostno obdelana iz vseh potrebnih aspektov, ter tako lahko predstavlja dobro osnovo za nadaljnji razvojni trend tovrstnih objektov tako v Sloveniji, kakor tudi izven naših meja.

Delavnico je v ponedeljek 6. 6. 2011 v prostorih občine Destrnik svečano odprl župan Franc Pukšič, ki je tudi najbolj zaslužen, da je do izvedbe na konkretnem primeru sploh prišlo. Občina Destrnik pa tako lahko služi kot prvi tovrstni primer »dobre prakse« tudi za druge urbane sredine v Sloveniji.



**Slika3. Primera idejnih zasnov večnamenskega objekta:**  
**zgoraj:** večnamenski objekt, avtorji B. Arčnik, M. Čepič, S. Žolek, B. Penič, B. Preložnik  
**spodaj:** večnamenski objekt, avtorji L. Bačko, J. Borko, S. Lorber, D. Vogrinčič, M. Pukšič, M. Gungl

#### 4. ZAKLJUČEK

Montažna lesena gradnja dobiva v svetu vse večji pomen in to dejstvo bo potrebno spoštovati tudi v slovenskem prostoru. Če smo glede ozaveščenosti splošne populacije že precej naredili na področju individualnih hiš, čemur je bila posvečena tudi izvedba naše lanske študijske delavnice, pa nas še ogromno dela čaka na področju javnih in večetažnih stanovanjskih objektov, v čemer kar bistveno zaostajamo za najrazvitejšim svetom. Pravilna in smotrna uporaba povečanega deleža zasteklitev v okvirni montažni leseni gradnji predstavlja tako z vidika dizajna, kakor tudi z vidika energijske učinkovitosti in bivalnega ugodja velik potencial in razvojne možnosti, ki bi jih kazalo izkoristiti. Pri pravilnem snovanju takšnih kompleksnih problemov pa je v bistvu nujno sodelovanje in povezovanje arhitekturne, gradbene in druge inženirske stroke. Navedeno je najlažje zastaviti že pri najmlajšem kadru, zato smo tovrstno problematiko, ob tesnem sodelovanju z gospodarstvom, zastavili v obliki dveh predstavljenih študijskih delavnic. Pri tem predstavlja druga logično nadaljevanje in nadgradnjo prve.

Vsekakor bo treba v bližnji prihodnosti tudi v domačem prostoru na področju energijske učinkovitosti vzgojiti celostno visoko izobražen kader, ki bo povezoval vsa prej navedena inženirska področja. Le tako bo namreč možno pravilno in tudi hitro zasnovati tudi zahtevnejše energijsko učinkovite objekte. Na področju visokošolskega izobraževanja nas v tej smeri čaka še precej nalog, saj bo treba takšne strokovnjake še vzgojiti, kar pa zaradi interdisciplinarnosti problematike še zdaleč ne bo lahko. Na UM FG smo si zastavili v tej smeri jasne cilje, saj načrtujemo v naslednjih treh letih iz področja nizkoenergijske gradnje akreditacijo drugostopenjskega študijskega programa, ki bi tudi v slovenskem prostoru zagotavljal dovolj veliko število ustrezno izobraženega kadra. Seveda želimo, da bi omenjeni program zagotavljal mednarodno primerljivost z že akreditiranimi podobnimi študijskimi programi v tujini. V ta namen je fakulteta od leta 2009 že vključena v mednarodni program MOVE, izvedeni delavnici pa predstavljata le prvi korak v tej smeri.

#### 5. LITERATURA

1. **Bülow-Hübe H. (2001)** The Effect of Glazing Type and Size on Annual Heating and Cooling Demand for Swedish Offices, Report No TABK--01/1022. Department of Construction and Architecture, Lund University, Division of Energy and Building Design, Lund, Sweden
2. **Ford B. in sod. (2007)** The Passivhaus Standard in European Warm Climates: Design guidelines for comfortable low energy homes - Part 2: Italy, Passiv-on Project report
3. **Gustavsen A., Jelle B. P., Arasteh D., Kohler K., (2007)** State-of-the-Art Highly Insulating Window Frames. Research and Market Review, Oslo.
4. **Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist Darmstadt (2007)** PHPP 2007 Guide book
5. **Persson ML. (2006)** Windows of Opportunities, The Glazed Area and its Impact on the Energy Balance of Buildings. PhD Thesis, Uppsala Universitet
6. **Žegarac Leskovar V., Premrov M. (2010)** Impact of the proportion of glazing surface on energy efficiency of prefabricated timber-frame houses. Sustainable Buildings, Design - Operation - Evaluation, Campus Pinkafeld, 11.-12.11.2010
7. **Žegarac Leskovar V., Premrov M., Lukič M., Vene Ž. (2010)** Lesena nizkoenergijska hiša, delavnica, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo.
8. **Žegarac Leskovar V. (2011)** Development of Design Approach for the Optimal Model of an Energy-Efficient Timber House, PhD. Thesis, Technical University Graz.

## NAVODILA AVTORJEM ZA PRIPRAVO PRISPEVKOV

Najdete jih na spletni strani:

<http://www.zls-zveza.si/Revija/Navodila%20avtorjem.htm>