

AR 2011/1

---

Arhitektura, raziskave  
*Architecture, Research*

# AR

---

**Arhitektura, raziskave**  
*Architecture, Research*  
**2011/1**



Fakulteta za arhitekturo  
Inštitut za arhitekturo in prostor  
Ljubljana 2011

---

Fakulteta za arhitekturo  
Inštitut za arhitekturo in prostor

ISSN 1580-5573  
ISSN 1581-6974 (internet)  
<http://www.fa.uni-lj.si/ar/>

*revija izhaja dvakrat letno / published twice a year*

*urednik / editor*  
prof dr Borut Juvanec

*regionalna urednika / regional editors*  
prof dr Grigor Doytchinov, Avstrija  
prof dr Lenko Pleština, Hrvaška

*uredniški odbor / editorial board*  
prof dr Vladimir Brezar  
prof dr Peter Fister  
prof dr Borut Juvanec  
prof dr Igor Kalčič  
doc dr Ljubo Lah

*znanstveni svet / scientific council*  
prof dr Paul Oliver, Oxford  
prof Christian Lassurance, Pariz  
prof Enzo d'Angelo, Firence

*recenzentski svet / supervising council*  
prof dr Kaliopa Dimitrovska Andrews  
akademik dr Igor Grabec  
prof dr Hasso Hohmann, Gradec  
prof mag Peter Gabrijelčič, dekan FA

*tehnični urednik / technical editor*  
doc dr Domen Zupančič

*prelom / setting*  
Astroni d.o.o.

*lektoriranje, slovenščina / proofreading, Slovenian*  
Karmen Sluga

*prevodi, angleščina / translations, English*  
Milan Stepanovič, Studio PHI d.o.o.

*klasifikacija / classification*  
mag Doris Dekleva-Smrekar, CTK UL

*uredništvo AR / AR editing*  
Fakulteta za arhitekturo  
Zoisova 12  
1000 Ljubljana  
Slovenija  
[urednistvo.ar@fa.uni-lj.si](mailto:urednistvo.ar@fa.uni-lj.si)

*naročanje / subscription*  
cena številke je 17,60 EUR / price per issue 17,60 EUR  
za študente 10,60 EUR / student price 10,60 EUR  
[urednistvo.ar@fa.uni-lj.si](mailto:urednistvo.ar@fa.uni-lj.si)

revija je vpisana v razvid medijev pri MK pod številko 50  
revija je indeksirana: Cobiss, ICONDA

za vsebino člankov odgovarjajo avtorji / authors are responsible for their articles

*revijo sofinancirata / cofinanced*

JAK, Javna agencija za knjigo RS  
MŠŠ, Ministrstvo za šolstvo in šport

*tisk / printing*  
Tiskarna Bograf

---

<b>Uvodnik / Editorial</b>	<b>1</b>
<b>V spomin / In memoriam</b>	<b>5</b>
<b>Članki / Articles</b>	
Ljudmila Koprivec, Martina Zbašnik-Senegačnik	<b>9</b>
TEHNOLOŠKE INOVACIJE KONVENCIONALNIH GRADIV NA SODOBNEM FASADNEM OVOJU / TECHNOLOGICAL INNOVATIONS OF CONVENTIONAL MATERIALS ON CONTEMPORARY FAÇADE ENVELOPES	
Mitja Košir	<b>19</b>
REGULACIJA NOTRANJEGA OKOLJA Z URAVNAVANJEM STAVBNEGA OVOJA / CONTROL OF INDOOR ENVIRONMENTS VIA THE REGULATION OF BUILDING ENVELOPES	
Manja Kitek Kuzman, Srečko Vratuša	<b>29</b>
ENERGIJSKO VARČNA LESENA GRADNJA V SLOVENIJI / ENERGY EFFICIENCY TIMBER BUILDING IN SLOVENIA	
Lara Slivnik	<b>35</b>
OBJEKTI Z JEKLENO KONSTRUKCIJO V SLOVENIJI V ENAINDVAJSETEM STOLETJU / STEEL CONSTRUCTED STRUCTURES IN SLOVENIA IN THE TWENTY-FIRST CENTURY	
Kristina Careva, Tajana Jaklenec	<b>41</b>
PROSTOR IZLOŽBE KAO PRETEČA INTERNETA / EXHIBITION SPACES AS PREDECESSORS OF THE INTERNET	
Andreja Benko	<b>49</b>
PRVA EVANGELIČANSKA CERKEV V BODONCIH / THE FIRST EVANGELICAL CHURCH IN BODONCI	
Tadeja Zupančič	<b>57</b>
RECENZIJA KNJIGE DISTRIBUTED INTELLIGENCE IN DESIGN	
<b>Projekti / Projects</b>	
Borut Juvanec	<b>61</b>
CENTER EU VERNAKULARNE ARHITEKTURE V LJUBLJANI / EU VERNACULAR ARCHITECTURE CENTRE IN LJUBLJANA	
<b>Kongresi / Congresses</b>	<b>67</b>
<b>Navodila avtorjem / Author guidelines</b>	<b>75</b>

---

The past year was quite productive, in the scholarly field as well. You are invited to read in the present issue of AR the reports on research, activities, congresses and awards.

To mark the centenary of the birth of a professor at our school, Edo Mihevc, an exhibition was mounted at the Cankarjev dom Cultural and Congress Centre; you will find the homage to the great architect below. More about his work in the next issue.

The faculty was granted two **Zlata kocka/Golden Cube** awards for its pedagogical work; the winners were **Dr Živa Dev** and **Assistant Professor Domen Zupančič** (together with Assistant Professor **Beatriz Tomšič Čerkez** from the Faculty of Education, who is also known for her contributions to AR). Congratulations!



Unfortunately, shortly before the publication of the magazine I was taken aback by a letter from the Moscow colleagues informing us of the death on June 23 2011 of the architect Professor Elena Alexandrovna Opolovnikova. She continued the work of her father Alexander Viktorovich Opolovnik, who studied the timber architecture of the Russian north before World War II. **Elena Opolovnikova** was the first to publish his unpublished work (and, above all, excellent pencil drawings on Schoelleshammer paper, which I admired at her home in Moscow); later on, she promoted Russian culture with some fine books of her own. The last of these was published only a few days before her death.

In Slovenia, we came to know her through her absorbing lectures at the ALPE ADRIA International Conference, where she appeared several times. She also contributed to AR magazine, arguing that Slovenia and Russia were very much alike with respect to timber. Besides she was also very much attached to Slovenia.

She will be missed by all who knew her.

The present issue of AR contains articles on technological innovations in façade cladding, steel structures, energy-efficient construction, an Evangelical church and exhibition spaces.

**Dr Ljudmila Koprivec** and **Professor Martina Zbašnik Senegačnik** writes about ordinary materials built into the façade cladding. It is a specially interesting topic, as some materials and techniques which were once used successfully fell out of favour with users, investors and architects. The writer offers a contemporary view of classic materials.

A good former student of ours and Assistant at the Faculty of Civil Engineering, **Dr Mitja Košir**, presents technical solutions for the regulation of interior environments. He gives practical evidence of the efficiency of regulation by means of building envelopes, which has been known for a long time, but much less applied.

**Assistant Professor Manja Kuzman** and **Dr Srečko Vratuša** write about energy-efficient timber construction in Slovenia. The concern is with economically more successful solutions for advanced technologies.

**Assistant Professor Lara Slivnik** depicts steel constructed structures in Slovenia, primarily those erected in the course of the past ten years, discussing bridges, buildings, a stadium, and a metal mountain hut.

Architects from Zagreb preparing their doctoral theses, **Kristina Careva** and **Tatjana Jaklenc**, present an interesting relationship: exhibitions and the Internet. They present realisations and possibilities in both media, neither of which is outdated nor particularly innovative.

**Andreja Benko**, also preparing her doctoral thesis, treads a particular path by investigating the first Evangelical church in Slovenia. The article reveals the architectural richness of Evangelical churches, which has been concealed from us until now. I hope that our young colleague will continue her work after this publication.

There is sufficient reading for the beginning of the new academic year. Perhaps some ideas for our teaching programme might arise from AR.

The Editor

Preteklo leto je bilo kar produktivno leto, tudi na znanstvenem področju. Porocila o raziskavah, o akcijah, o kongresih, o nagradah si lahko preberete v današnji številki revije AR.

Ob stoletnici rojstva profesorja na naši šoli, Eda Mihevca, je tekla razstava v Cankarjevem domu, poklon velikemu arhitektu lahko pogledate v nadaljevanju. Več o njegovem delu v naslednji številki.

Na pedagoškem področju je fakulteta dobila dve odličji: Zlato kocko. Dobitnika sta dr **Živa Devova**, pa docent **Domen Zupančič** (v družbi z docentko **Beatriz Tomšič Čerkezovo** s Pedagoške fakultete, ki jo pravtako poznamo z objav v AR). Čestitam.

Žal pa me je tik pred izdajo presenetilo pismo kolegov iz Moskve, da je 23. junija 2011 umrla arhitektka, profesorica in doktorica **Elena Aleksandrovna Opolovnikova**. Nadaljevala je delo svojega očeta Aleksandra Viktoroviča Opolovnika, ki je že pred drugo vojno aktivno raziskoval leseno arhitekturo ruskega severa. Elena Opolovnikova je najprej izdajala še neobjavljene tekste (in predvsem odlične risbe, ki sem jih, narisane s svinčnikom na šeleshamru, v Moskvi pri kolegici občudoval), kasneje pa je svojo rusko kulturo promovirala z nekaj imenitnimi svojimi knjigami. Zadnja je izšla le nekaj dni pred njeno smrtjo. V Sloveniji smo jo spoznali po slikovitih predavanjih na Mednarodni konferenci ALPE ADRIA, kjer je nastopala kar nekajkrat. Pa v revijo AR je pisala, saj je trdila, da sta Slovenija in Rusija v lesu prav podobni. Tudi nasploh je bila na Slovenijo posebej navezana.

Vsi, ki smo jo poznali, jo bomo pogrešali.

V današnji številki AR pa lahko berete članke o tehnoloških inovacijah fasadnega ovoja, o regulaciji stavbnega ovoja, o objektih z jekleno konstrukcijo, o energetske učinkoviti gradnji, o evangeličanski cerkvi in o razstavnem prostoru.

Kolegica iz Trima dr **Ljudmila Koprivec** in profesorica **Martina Zbašnik Senegačnikova** pišeta o običajnih, vsakodnevnih gradivih, vgrajevanih v fasadni ovoj. To je posebej zanimiva tematika, saj so nekatera gradiva in nekatere tehnike, ki so bili nekdanj prav uspešno uporabljani, v nemilosti tako pri uporabnikih, pri investitorjih in pri arhitektih. Kolegica odpira sodoben pogled na klasične materiale.

Naš dober bivši študent in asistent na Gradbeni fakulteti, dr **Mitja Košir** prikazuje tehnične rešitve pri regulaciji notranjega okolja. Praktično dokazuje uspešnost uravnavanja s stavbnim ovojem, kar sicer že dolgo poznamo, a manj uporabljamo.

Docentka **Manja Kuzman** in dr **Srečko Vratuša** pišeta o energetske varčni leseni gradnji pri nas. Gre za ekonomsko uspešnejše rešitve naprednih tehnologij.

Docentka **Lara Slivnikova** opisuje objekte z jekleno konstrukcijo v Sloveniji, predvsem zadnjih deset let. Gre za mostove, za zgradbe in za stadion, pa za kovinski bivač.

Arhitektki iz Zagreba, ki pripravljata doktorata, **Kristina Careva** in **Tatjana Jaklenec**, predstavljata zanimiv odnos: razstave in internet. Predstavljata izvedbe ter možnosti tako enega kot drugega medija. Noben ni zastarel in nobeden prav inovativen.

Doktorantka **Andreja Benko** je zaorala na skoraj popolnoma novem področju: z raziskavo prve evangeličanske cerkve pri nas. Ob članku se razkriva arhitekturno bogastvo evangeličanskih cerkva, ki nam je bilo do zdaj zamolčano. Upam, da bo mlada kolegica delo nadaljevala tudi po objavi v AR.

Ravno prav branja za začetek novega šolskega leta. Morda se nam ob AR porodi kaka misel tudi za naše pedagoško delo.

Urednik



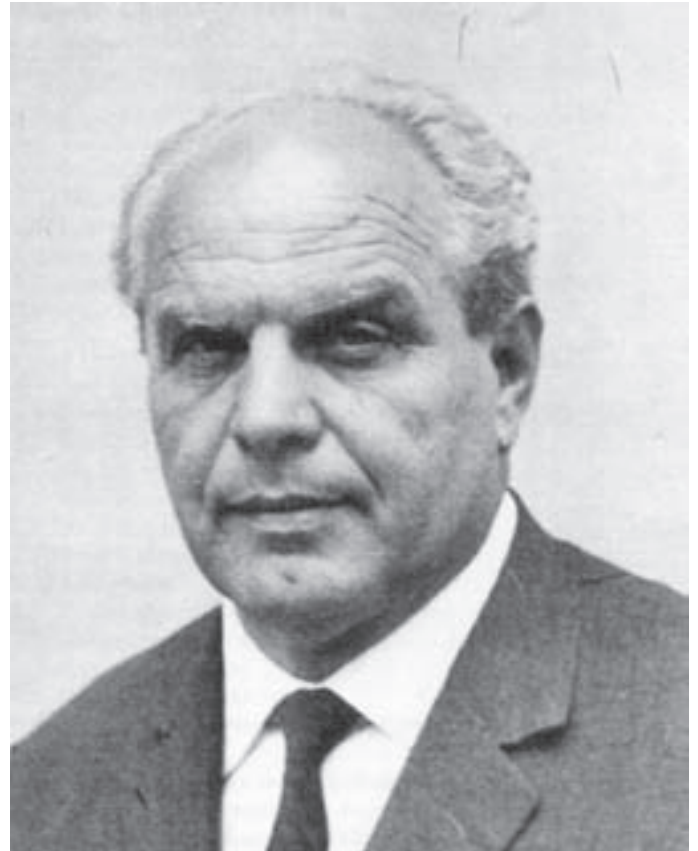
**V spomin / *In memoriam***

---



08. 07. 1911 rojen v Trstu  
1931 maturiral na gimnaziji v Ljubljani  
1931/32 se je vpisal na Oddelek za arhitekturo, Tehniške fakultete Univerze v Ljubljani
01. 08. 1936 diplomiral pri prof. Jožetu Plečniku  
1937 – 1940 služboval v projektivnih in stavbnih podjetjih v Ljubljani
- 1940 opravil strokovni izpit za pooblaščenega inženirja
- 1941 – 1943 komandant Gubčeve brigade, komandant višje oficirske šole za obveščevalce, načelnik glavnega štaba operacijskih oddelkov in član NOV in POS
- 1943 gospodarski pooblaščenec FLRJ v Trstu in Julijski krajini
16. 06. 1945 šef kabineta v ministrstvu za industrijo in rudarstvo LRS
- 11.11.1946 izredni profesor za stanovanjske in industrijske zgradbe na Oddelku za arhitekturo Tehniške fakultete Univerze v Ljubljani
- 1949 1. nagrada vlade FLRJ, Ministrstva za prosveto in kulturo za izvedbo industrijskih objektov Tovarne Litostroj (sodelavec Miroslav Gregorič)
- 1950 Nagrada Ministrstva za gradnjo LRS za zazidalni načrt kemične tovarne Belinka
- 1958 dekan ljubljanske šole za arhitekturo
- 1958 – 1981 redni profesor za predmete: stanovanjske zgradbe, industrijske zgradbe, opremo prostora in kompozicijske seminarje od 3. letnika do diplome
- 1965 Nagrada mesta Ljubljane za vidne dosežke v arhitekturi
- 1969 Prešernova nagrada za “Arhitektonsko urbanistično rešitev kompleksa Lucija”
- 1981 upokojil in preselil v Portorož
- 1985 častni naziv “Zaslužni profesor” za pedagoško delo, ki mu ga je podelila Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani
- 04.06.1985 umrl v Portorožu. Pokopan je v Ljubljani na Žalah

Na tem mestu, kot njegov študent in tudi dolga leta asistent, moram posebej izpostaviti, da sem bil ves čas tudi projektant. S prof. Mihevcem sva ustvarjala številne projekte, to je moj spomin na pionirska dela, profesor me ja vzgajal v poštenega in kreativnega arhitekta. Najino prvo srečanje je bilo v začetku 3. letnika, ko sem se prijavil v njegov “Seminar”. Še danes slišim njegov glas, ko mi je “odprl vrata” v kraljestvo Arhitekture (z veliko začetnico): **“Arhitektova govornica je risba,”** in takoj tudi: **“Arhitektura se prične in konča z detajlom.”** Danes znam zares ceniti te besede, ki so se mi uresničevale ves čas do današnjih dni. Tako tudi učim študente in moja srečanja z njimi so prijateljski in predvsem kreativni pogovori o arhitekturi, pa tudi življenjske resnice, ki bi jih sami težko našli in uspeli uporabljati. Z leti postajajo moje konzultacije s študenti bolj ali manj “prijateljske”, tudi konzultacije z mojim profesorjem so bile take. Od njega sem se naučil vse kar mi danes prinaša topel, prijateljski pogovor in kot tak je tudi edino konstruktiven. Razgovori ob projektu so postali v mojem kabinetu enaki in enako uspešni, kot so bili v preteklosti v “Koprskem seminarju”.



Zato se na tem mestu iskreno zahvaljujem profesorju Mihevcu, da mi je odprl “vrata v skrivnosti arhitekture”, v človeške in ustvarjalne odnose med **učiteljem in učencem**, med **stroko in politiko** in ne nazadnje tudi med **poštenjem in goljufigo!**

Prof. Mihevc je s svojim življenjskim opusom dal slovenski arhitekturi in s tem tudi slovenski kulturi prispevek, ki še ni definiran, ki bo šele s promocijo ob 100 letnici rojstva, lahko korektno ovrednoten. Večplastnost njegovega delovanja je očitna, bil je urbanist, na slovenski obali, tudi v Ljubljani, v Istri, v zamejstvu, gradil v Trstu in Gorici. To je tista večplastnost, ki je prav v Portorožu ustvarila turistično riviero, velike turistične objekte, kopališča, športne objekte, gostinske kapacitete. Portorož je postal slovenska riviera. V tem opusu moram izpostaviti tudi dva kulturna objekta, slovenska domova v Trstu in Gorici. To je bilo darilo slovenski skupnosti v zamejstvu.

Na tem mestu bi rad posebej poudaril, da je prof. Mihevc diplomiral 431 študentov med leti 1947 in 1981. To je izjemna številka, ki najverjetneje ne bo nikoli presežena. V preteklosti ni bilo veliko mentorjev za diplomska dela, vendar pa je številka 431 izjemno visoka. Njegovo pedagoško delo je bilo usmerjeno v izobraževanje arhitektov, v “populacijo arhitektov”, ki bodo v prihodnosti sposobni nadaljevati ustvarjalnost, ki so jo uspešno razvijali v času povojnega in sodobnega časa. Njihove aktivnosti v slovenskem prostoru so evidentne, saj veliko število njegovih učencev uspešno nadaljuje prakso in s tem nadaljuje delo njihovega vzornika, prof. Mihevca, mentorja, ki jih je usposobil za ustvarjanje slovenske arhitekture.

Razstava njegovih del v Cankarjevem domu bo odprla polemike. Dokazala bo, da je tudi prof. Mihevc s svojim življenjskim delom dal slovenski arhitekturi in s tem tudi slovenski kulturi večplastnost, enkratnost, s tem pa tudi možnost primerjave s prof. Ravnikarjem, ki že dolgo časa imel publiciteto, imel je razstavo v Cankarjevem domu, kot jo bo imel tudi prof. Mihevc. Oba bosta imela monografiji, razstavi - skratka publiciteta bo na javnem nivoju, oba se bosta lahko enakovredno primerjala, seveda tudi s svojimi učenci, ki bodo sodniki, kritiki in tudi poročevalci. S tem bo odprto novo poglavje v dualizmu Ravnikar – Mihevc, vsi pošteni arhitekti in drugi strokovnjaki bodo lahko povsem svobodno razpravljali o vrednosti umetniških del obeh “velikanov”.

Ob koncu bi rad poudaril, da smo se zbrali, potrudili, pripravili povsem novo razstavo, da bodo s tem izpolnjene tiste pravice, ki jih prof. Mihevc do danes še ni imel. Vsi se veselimo tega dogodka, da se bomo na enakovrednih nivojih lahko konstruktivno pogovarjali in ocenjevali.

prof. dr. Igor Kalčič



Članki / *Articles*

---

## TEHNOLOŠKE INOVACIJE KONVENCIONALNIH

## GRADIV NA SODOBNEM FASADNEM OVOJU

TECHNOLOGICAL INNOVATIONS OF CONVENTIONAL MATERIALS ON  
CONTEMPORARY FAÇADE ENVELOPES**izvleček**

Človek že od najstarejših časov za gradnjo uporablja gradiva, ki so na voljo v naravi. Prva t.i. konvencionalna gradiva so bila les, kamen in ilovica v elementarni obliki. Z iznajdbo ognja je surovine mineralnega izvora lahko predelal v bolj uporabno obliko – mavec, opeka, keramika, kovine, steklo. Mineralnim gradivom, ki so bila v uporabi več kot dve tisočletij, so se v XX. stol. pridružili še beton in polimeri. XXI. stol. prinaša s III. tehnološko revolucijo konvencionalna gradiva z izboljšanimi lastnostmi. Kamen, keramika, steklo, beton, kovine, les in druga gradiva rastlinskega izvora ter polimeri pridobivajo s posebnimi postopki proizvodnje, obdelave in tudi s pomočjo nanotehnologijo nove možnosti uporabe.

**abstract**

*From the earliest times, people have used materials which can be found in nature. The primary so-called conventional materials were wood, stone and clay in their elementary form. The discovery of fire enabled humans to process mineral raw materials into more practical forms – gypsum, bricks, ceramics, metals and glass. Mineral materials which have been in use for over two millennia were joined in the 20th century by concrete and polymers. The third technological revolution of the 21st century brought about conventional materials with improved properties. Stone, ceramics, glass, concrete, metals, wood and other materials of vegetal origin, and polymers, acquire through specific procedures of production, processing, as well as with the assistance of nanotechnology, fresh possibilities of utilisation.*

**ključne besede**

konvencionalna gradiva, tehnološke inovacije, nano tehnologija

**key words**

*conventional materials, technological innovations, nanotechnology*

Prva gradiva, ki jih je človek uporabil za gradnjo bivališč, je našel v naravi. Kamen, les, ilovica, ki so tisočletja sestavljala grajeno opno, so uporabna v elementarni obliki. Uporaba ognja za preoblikovanje naravne surovine v bolj uporabno gradivo je prinesla I. tehnološko revolucijo. Paleta gradiv se je močno razširila – mavec, opeka, kovine, steklo, keramika. Čim višja je bila temperatura, ki jo je bil človek sposoben ustvariti, tem širši je bil nabor gradiv. II. tehnološko revolucijo je povzročila industrijska revolucija, ki je v proizvodnjo gradiv prinesla serijsko proizvodnjo, kontroliran postopek izdelave in s tem tudi višjo kvaliteto proizvodov. Proizvodnji kovin, stekla, opeke in keramike se je v XX. stol. pridružil beton, ki je po dolgih stoletjih oblik, ki jih je narekovala tektonika, prinesel možnosti bolj svobodnega organskega oblikovanja. V 2. pol. XX. stol. je velik preskok v ponudbi gradiv prinesla obširna skupina polimernih gradiv na bazi organskih spojin z lastnostmi, ki jih pri anorganskih gradivih ni bilo mogoče doseči [Zbašnik-Senegačnik, 1996]. Prihod nanotehnologije, CNC strojev, in drugih tehnoloških izboljšav ob prehodu v XXI. stol., je prinesel III. tehnološko revolucijo. V zadnjih letih nastajajo številna nova gradiva. Razdelimo jih lahko v dve obširni skupini. V eno skupino spadajo t.i. pametna gradiva, ki so sposobna zaznavati spodbude (stimulacije) iz okolja in nanje načrtovano reagirati na predvidljiv, uporabe, odgovoren, reproduktiven in običajno reverzibilen način. In to ne le enkrat, število odgovorov na spodbudo iz okolja je neomejeno. V drugo skupino novonastalih gradiv pa spadajo konvencionalna gradiva z izboljšanimi lastnostmi. Za do sedaj poznana konvencionalna gradiva se je zdelo, da so že dosegla razvojni optimum, vendar pa so z najnovejšimi tehnološkimi pristopi in (tudi) z nano dodatki

pridobila povsem nove lastnosti. Z njimi je tudi oblikovanje fasadnega ovoja doseglo nov zagon. Ta ni pogojen samo z željo po novem, neodkritem, temveč z ostrejšimi ekonomskimi zahtevami, strogimi okoljskimi predpisi in predvsem konkurenco na trgu, ki zahteva od gradiv čedalje širši nabor lastnosti.

Trenutno smo torej tudi pri razvoju fasadnega ovoja priče pravi eksploziji novih gradiv – konvencionalnih gradiv z izboljšanimi lastnostmi, ki so se še pred kratkim zdale nemogoče.

**Lastnosti posodobljenih konvencionalnih gradiv**

Želja po eksperimentiranju je opazna ne glede na to, katero gradivo je uporabljeno v sodobnem fasadnem ovojju, in lahko predstavlja barvito, enobarvno, spremenljivo ali minimalistično vizualno podobo. To željo v zadnjih letih podpirajo konvencionalna gradiva, ki so z najnovejšimi tehnološkimi postopki pridobila naslednje značilne lastnosti:

- **Zmanjšana teža** – nove strukture gradiv in postopki izdelave omogočajo zmanjševanje mase in posledično teže gradiv.
- **Povečana trdnost** – z vpeljavo kompozitov se povečuje tudi trdnost gradiv. Kombinacija visokotehnoloških lastnosti matrice in ojačitvenih elementov daje kompozitom nove, trdnejše lastnosti in pogosto omogoča raznolikost fasadnih oblog.
- **Povečana obstojnost** – nove površinske obdelave omogočajo trajnejšo zaščito gradiv pred zunanji vplivi (UV žarki, atmosferilije), izboljšujejo požarno odpornost in omogočajo protikorozijsko zaščito, ki je možna z nanosom visokokvalitetnih kovinskih ali nekovinskih barv, prahu in premazov.

- **Povečane dimenzije** – z izboljšanimi lastnostmi konvencionalnih gradiv ter z vpeljavo visokotehnoloških proizvodnih metod se dimenzije fasadnih plošč pospešeno povečujejo.
- **Novo vizualne lastnosti** – konvencionalna gradiva so s hitrim razvojem tehnologije obdelave poleg izboljšanih lastnosti pridobila tudi nekatere popolnoma nove vizualne lastnosti. Gradiva kot so kamen, les in beton so se pojavila v vlogi prosojnih gradiv (prosojne plošče kamna, prosojni betoni itd.).

### Klasifikacija

Po kriterijih praktične sistematike, ki upošteva uporabnost ter tehnološke in naravoslovne sorodnosti, so gradiva razvrščena v družine z imeni, ki se uporabljajo v graditeljski in projektantski praksi, v vsakdanjem življenju in tudi med arhitekti. Sistematika hkrati omogoča tudi nekonfliktno določanje povsem novih družin gradiv. V tej skupini so gradiva razporejena v naslednje družine: **kamen, keramika, steklo, beton, kovine, les in druga gradiva rastlinskega izvora ter polimeri**.

### Kamen

Kamen se v sodobni arhitekturi ne uporablja več kot gradbeno in konstrukcijsko gradivo, vedno pogosteje prevzema vlogo obloge v fasadnem ovoju. Uporaba kamna v graditeljstvu po načelih tektonike, ki ima svoje korenine v antičnih arhitekturnih stvaritvah, se tako s sodobno obdelavo kamna in novimi načini pritrdjevanja oblog počasi izgublja. Kamen s svojimi lastnostmi kot so trajnost, estetika in trdnost ohranja simbolični pomen bogastva, lepote in večnosti. Pridobiva pa nove lastnosti kot so prosojnost, lahkotnost in možnost ukrivljenja [Zijlstra, 2005:46].



Slika 1: Transparentna tanka plast oniksa: Kamen debeline nekaj milimetrov lahko v kombinaciji s steklom uporabljamo v fasadni oblogi, kjer steklo ščiti tanko plast kamna pred zunanji vplivi. Popoln efekt prosojnosti gradiva določa pravilna izbira določenega tipa kamna [Foto: Koprivec].

*Figure 1: Thin transparent layer of onyx: stone a few millimetres thick combined with glass can be used for façade cladding, where the thin layer of stone is protected by glass against external influences. The perfect transparency of the material is determined by the correct selection of the specific type of stone [Photo: Koprivec].*

**Kamniti kompoziti** – kamen se lahko nareže v tanko plast (slika 1), ki je velikokrat utrjena z različnimi ojačitvenimi komponentami kot so steklo, sendvič plošče s sredico iz aluminijastega ali polimernega satovja (slika 2), v zadnjem času pa se, sicer še v razvojni fazi, kot podlaga preizkušajo tudi

tridimenzionalne netkane tekstilije iz steklenih vlaken. Sodobna proizvodnja in tehnologija lepljenja omogočata zmanjševanje teže gradiva in delno ukrivljanje. Zaradi lahkotnosti se je gradivo najprej uporabljalo v interierjih letal in ladij. Pogostejšo uporabo na fasadah trenutno zavirata nezaupanje v tehnologijo lepljenja in visoka cena.



Slika 2: Osem milimetrov debela plast kamna na sendvič plošči iz aluminijastega satovja: tehnološki postopek poteka z lepljenjem sendvič plošče na nekaj centimetrov debelo plast kamna. Kamnita površina se nadalje obdelava do debeline 6-8 milimetrov [Foto: Koprivec].

*Figure 2: Eight-millimetre-thick layer of stone on an aluminium honeycomb sandwich panel: the technological procedure involves bonding a sandwich panel to a layer of stone a few centimetres thick. The stone surface is further worked to a thickness of 6-8 millimetres [Photo: Koprivec].*

**Kamniti furnir** je tanka plast naravnega kamna (škrlavci, peščenjaki) debeline od 0,1–2 mm in manj (slika 3). Večinoma je nalepljen na polimerno matrico, ki je utrjena s steklenimi vlakni. Za podlago se lahko uporabljajo tudi druga gradiva kot so npr. les, različne sendvič plošče itd. Kompozit s kamnitim furnirjem je popolnoma nov izdelek in ga je za uporabo na fasadah potrebno dodatno testirati na zunanje vplive.



Slika 3: Z izboljšanim tehnološkim postopkom razslojevanja kamna se izdeluje kompozit s plastjo kamna debeline 50-100 μ. Zaradi izredno tanke plasti (zaščitena je s silikonsko emulzijo) in fleksibilne volnene matrice je 0,1-0,2 mm tanek kompozit možno upogibati, z nadaljnjno toplotno obdelavo pa se lahko dosežejo tudi zahtevne tridimenzionalne oblike [http://www.richterveertechnology.com].

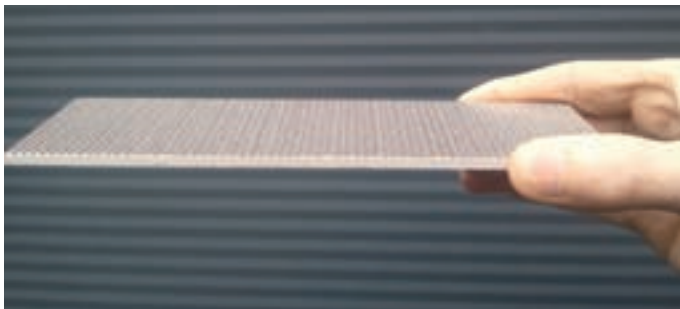
*Figure 3: An improved technological procedure for splitting stone layers allows for the production of a composite with a 50-100 μ thick stone layer. Due to the extremely thin layer (protected by silicon emulsion) and flexible wool matrix, the 0.1-0.2 mm thin composite is pliable; through further thermal processing, demanding three dimensional shapes can also be achieved [http://www.richterveertechnology.com].*

## Keramika

Današnja tehnološko obdelana keramika ima lastnosti, ki jo uvrščajo med visokotehnološka gradiva. Keramika se izdeluje kot keramična pena, z vlakni ojačana keramika in tanka keramika povečanih dimenzij. Povečana trdnost keramičnih izdelkov je razširila njihovo konvencionalno uporabo na širše področje (talne keramične obloge v industrijskih objektih, na železniških postajah, letališčih, v bolnicah in na urbanih pešconah). Zaradi odpornosti gradiva na zunanje vremenske vplive, obširne palete barv, enakomerne površinske obdelave, možnosti aplikacije sončnih celic, lahkotnosti gradiva itd., so keramična gradiva primerna za fasadne obloge.

**Visokotehnološka keramika** ima v primerjavi s tradicionalno keramiko predvsem večjo trdnost ter povečane dimenzije pri drastično zmanjšani debelini plasti. Visokotehnološka keramika je odporna na mehanske pritiske, proti zmrzali ter kemično inertna.

- **Keramični kompoziti** – nekatera podjetja izdelujejo keramiko povečanih dimenzij z minimalno debelino. Tlačna trdnost tudi najtanjših keramičnih oblog omogoča uporabo na fasadah (slika 4). Pri večjih obremenitvah se za povečanje trdnosti izdeluje kompozit, ki sestoji iz dveh ali več keramičnih plošč, ki so med seboj zlepljene z ojačitveno mrežico iz steklenih vlaken.
- **Z vlakni ojačana keramika** – v keramični matrici so vgrajena različna vlakna (npr. jeklena). Takšna keramika združuje visoko duktilnost s trdnostjo gradiva, kar omogoča drugačno in varnejšo uporabo gradiva na fasadah [Fernandez, 2006: 217].
- **Keramika v posebnih oblikah** – keramika se lahko izdeluje kot penjena keramika ali v obliki keramičnih delcev, ki jih dodajajo drugim gradivom za prevleke ali premaze. Keramične delce, vezane s smolo, dodajajo barvam in prevlekam na zunanjih površinah stavb – nanosi odbijajo infrardečo svetlobo in povečujejo trajnost fasadne obloge.



Slika 4: Keramični kompozit: Keramične plošče, ki so lahko velike 150 x360 cm ob minimalni debelini 3 mm [Foto: Koprivec].

Figure 4: Ceramic composite: ceramic panels which can be as large as 150x360 cm with a minimal thickness of 3 mm [Photo: Koprivec].

## Steklo

Nekatere izboljšave v proizvodnji stekla kot so kaljenje, lepljenje raznih slojev in sestavljanje večplastnih plošč so omogočile, da je steklo postalo samonosno in konstrukcijsko. Steklo je s posebnimi visokotehnološkimi obdelavami poleg izrednih trdnostnih in varnostnih lastnosti pridobilo tudi nove vizualne in tehnološke lastnosti. Tankoslojni nanosi odbijajo

sončno energijo, ustvarjajo večbarvne učinke ter spreminjajo stopnjo prosojnosti in prozornosti. Z uporabo samonosnega in ukrivljenega stekla nastajajo različne oblike.

**Visokotehnološko steklo** po možnostih, ki jih nudi, prekaša tradicionalno oblikovanje steklenih, prosojnih in prozornih površin. Z uporabo sodobnih tehnologij so stekla pridobila naslednje lastnosti: toplotno izolativnost, zvočno izolativnost, protisončno zaščito, protipožarno zaščito ter trdnost (kaljeno in lepljeno steklo). Imajo tudi nove estetske značilnosti (refleksija, zrcaljenje, barvitost itd.). Z različnimi tehnikami površinske obdelave stekla (neposredno tiskanje grafičnih znakov in podob) nastaja nova ornamentika.

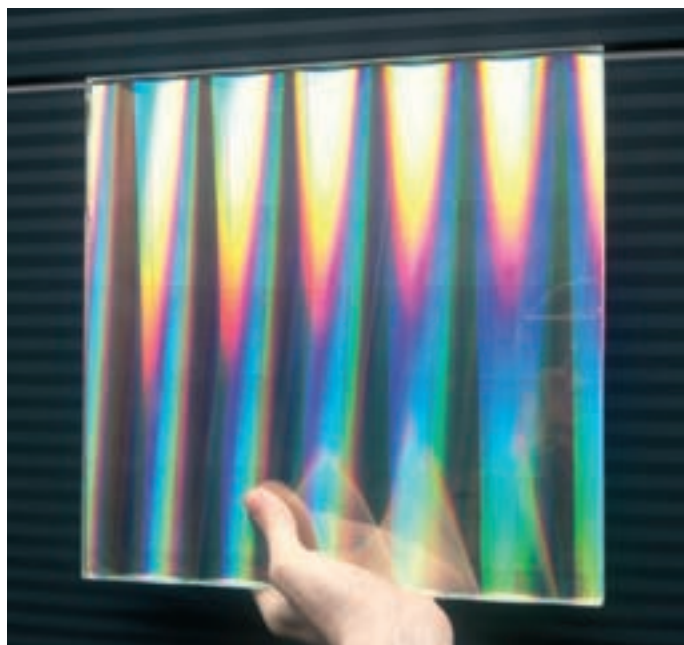
Posebne vizualne efekte ter nove tehnološke možnosti prinaša stekleni fasadni ovoj z uporabo naslednjih vrst stekla:

- **Visokotehnološko barvno steklo** – dimno steklo, barvno lepljeno steklo (med dve plasti vstavijo barvno folijo);
- **Ukrivljeno steklo** (torzija stekla nastopi pri 600°C in je odvisna od debeline stekla ter oblike kalupa; ukrivljajo lahko vse vrste stekla);
- **Steklo z vgrajenimi sončnimi celicami**;
- **Površinsko obdelano steklo** – tiskanje na steklo (slika 5), folije s specialnimi učinki (slika 6), tankoslojni nanosi.



Slika 5: Tehnologija digitalnega tiska keramičnih delcev na steklo omogoča poljubno oblikovanje fasadne površine in zagotavlja trajnost tiskanega vzorca (John Lewis Department Store; Foreign Office Architects, London, 2008) [Pell, 2010: 99].

Figure 5: The technology of digital printing of ceramic particles on glass allows for the optional design of façade surfaces and ensures the durability of the printed pattern (John Lewis Department Store; Foreign Office Architects, London, 2008) [Pell, 2010: 99].



Slika 6: Posebni vizualni efekti stekla: Laminirano steklo z vstavljenimi dikroičnimi folijami omogoča menjavo barv. Spremembe barv so lahko zelo nepredvidljive in hitre. Podobni vizualni učinki nastanejo v perju nekaterih ptic ali na vodi v oljnem madežu. Ko svetloba pade na dikroično folijo, se pojavijo različni vizualni učinki. Barve se spreminjajo glede na vpadni kot svetlobe in vidni kot opazovanja [Addington, Schodek, 2005: 156] [Foto Koprivec].

*Figure 6: Special visual effects of glass: laminated glass incorporating dichroic, colour-changing film. Colour changes may be very unpredictable and rapid. Similar visual effects occur in the plumage of some birds or in oil stains on water. When light strikes the dichroic film, various visual effects occur. Colours change in respect to the angle of incidence of light and the angle of observation [Addington, Schodek, 2005: 156] [Photo Koprivec].*

## Beton

Tehnologija izdelave betona je do danes zelo napredovala, izboljšala se je trdnost gradiva, uveljavile so se nove vrste cementov (ultrafini cementi), agregatov (naravni, umetni, organski) in dodatkov (superplastifikatorji, pigmenti). Najnovejši dodatki se dodajajo pred ali med mešalnim procesom. Dodatki lahko izboljšajo kakovost gradiva, ščitijo beton pred zunanjimi vplivi, olajšajo delo pri vgradnji, vplivajo na končni videz gradiva in prispevajo k bolj trajnostni gradnji z betonom [Ballard Bell, Rand, 2006]. Poleg izboljšanja tehničnih karakteristik lahko določeni dodatki v betonu (npr. optična steklena vlakna) dajejo gradivu lastnosti kot je npr. prosojnost.

**Samozgoščevalni beton** je v svežem stanju samo zaradi delovanja lastne teže in sposobnosti tečenja sposoben popolnoma zapolniti opaž poljubne oblike, pri tem tesno oblitati nameščeno armaturo, se odzračiti in znivelirati, ne da bi pri tem segregiral. Takšne lastnosti mu daje povečan delež paste na račun grobozrnatega agregata in dodatek superplastifikatorja (mešanica organskih dodatkov, pridobljena s pomočjo nanotehnologije, ki transformira togo betonsko maso v bolj tekočo zmes) [Duh, D., 2008: 3]. Samozgoščevalni betoni omogočajo izvedbo najzahtevnejših oblik kot so: nagnjene površine, zakrivljene površine, tenki profili. Doseže se neluknjčava (gladka) fasadna površina, ki je pri estetiki vidnega betona zaželena.

**Visokokvalitetni beton**, ojačan z vlakni zaradi dodatkov, vključno z različnimi vrstami vlaken (steklena in karbonska vlakna), dosega boljše duktilnost, trdnost in s tem trajnost. Matrica

vsebuje cement, kremenov prah, pesek, superplastifikator, vodo, kremenjak, mineralna in druga vlakna, ki lahko nadomestijo jekleno armaturo. Za fasadne obloge se izdelujejo izredno tanki, lahki in trdni betonski elementi.

**Prosojni beton** je konvencionalni beton z dodatki optičnih steklenih vlaken, zaradi česar prepušča svetlobo [Weller, Rexroth, 2005: 1296]. Izdelujejo ga v obliki blokov. Prosojni betoni spadajo v kategorijo konstrukcijskih betonov, saj se njihova prostorninska masa giblje med 2100-2400 kg/m<sup>3</sup>. Z razvojem tehnologije prosojnega betona se spreminja osnovni koncept strukture betona in s tem fasadnega ovoja (slika 7).



Slika 7: Prosojni beton: Količina optičnih steklenih vlaken je 4%, količina betona je 96% [Hegger in sod.: 2005:16].

*Figure 7: Transparent concrete: the quantity of optical glass fibres is 4%; the quantity of concrete amounts to 96% [Hegger et al.: 2005: 16].*

**Grafični beton** – na betonsko površino se lahko trajno integrira slika z visoko resolucijo. S postopkom fotografske obdelave betonske površine (slika 8), ki je seštevek kemijskih znanosti, visokotehnološke opreme, strokovnega znanja o betonu in grafične tehnologije, agregat betona postane prenosnik digitalne slike. Hkrati se visokokvalitetnemu betonu dodajajo raznovrstni pigmenti in pucolani, da se doseže čimbolj intenziven kontrast med gladko površino in jedkanim odtisom betona [Herzog in sod., 2004: 105-106]. Za sodobne projekte so vedno bolj značilne obdelave fasade s številnimi učinki in poudarjeno izumetničenostjo samega gradiva.



Slika 8: Fotografska obdelava betonske (in steklene) površine (Knjižnica tehnične šole, Eberswald, arh. Herzog & de Meuron, 1999) [Pell, 2010: 32-35].

*Figure 8: Photographic treatment of concrete (and glass) surface (Technical School Library, Eberswald, arch. Herzog & de Meuron, 1999) [Pell, 2010: 32-35].*



## Kovine

Uporaba kovinskih oblog v arhitekturi je značilna za zgradbe arhitektov Franka O. Gehry-ja (fasada iz titana, Guggenheimov muzej, Bilbao, 1997), Renza Piana (fasada iz svinca, Auditorij Parco della Musica, Rim, 2002), Herzog-a & de Meuron-a (perforirane in reliefno oblikovane bakrene plošče, Muzej mladih, San Francisco, 2005) [Pell, 2010: 75] in drugih. Izboljšana odpornost kovin na korozijo, večja trdnost in duktilnost gradiva, prevleke in druge površinske obdelave prispevajo k bolj raznovrstni uporabi kovin v arhitekturi [Fernandez, 2006: 145]. V sodobnem fasadnem ovoju se kovine uporabljajo v obliki plošč (slika 9), sendvič panelov, mrež in kovinskih tkanin.



Slika 9: Perforirana in reliefno oblikovana bakrena pločevina na fasadi (Muzej mladih, San Francisco, Herzog & de Meuron 2005) [Foto: Zbašnik-Senegačnik].  
*Figure 9: Perforated and relief copper sheet metal on a façade (The de Young Museum, San Francisco, Herzog & de Meuron, 2005) [Photo: Zbašnik-Senegačnik].*

**Kovinski sendvič paneli** so sestavljeni iz pločevine z vgrajeno izolacijo z visoko trdnostjo. Večinoma so takšni paneli tanjši in trdnjši. Paneli so samonosni, odporni na požar, vedno večjih dimenzij. Sodobne tehnologije obdelave (laserska obdelava, razrez s CNC stroji) omogočajo dodatno ustvarjanje posebne teksture panelov, ki dajejo fasadam jasno izraženo svojstveno podobo (slika 10).



Slika 10: Dodatna površinska obdelava kovinskega sendvič panela daje arhitektu možnost individualnega izražanja [Trimov Art Me sendvič panel, foto: arhiv Trimo, d.d.].  
*Figure 10: Additional surface treatment of the metal sandwich panel provides the architect with the possibility of individual expression [Trim's Art Me sandwich panel, photo: Trimo d.d. archive].*

**Kovinske mreže** – pogosto pri oblikovanju sodobnega fasadnega ovoja uporabljajo kovinske mreže kot fasadno oblogo ali kot senčilne elemente (slika 11). Večstanovanjski objekt na Rue des Suisses v Parizu z zložljivimi perforiranimi kovinskimi elementi (Herzog & de Meuron, 2000) je eden prvih takih primerov [[http://housingprototypes.org/project?File\\_No=FRA023](http://housingprototypes.org/project?File_No=FRA023)]. Novejši sodobni primer uporabe kovine v obliki mreže iz 3 mm debelega aluminija je Muzej sodobne umetnosti v New Yorku (SANNA, 2007) [Sauer, 2010:140].



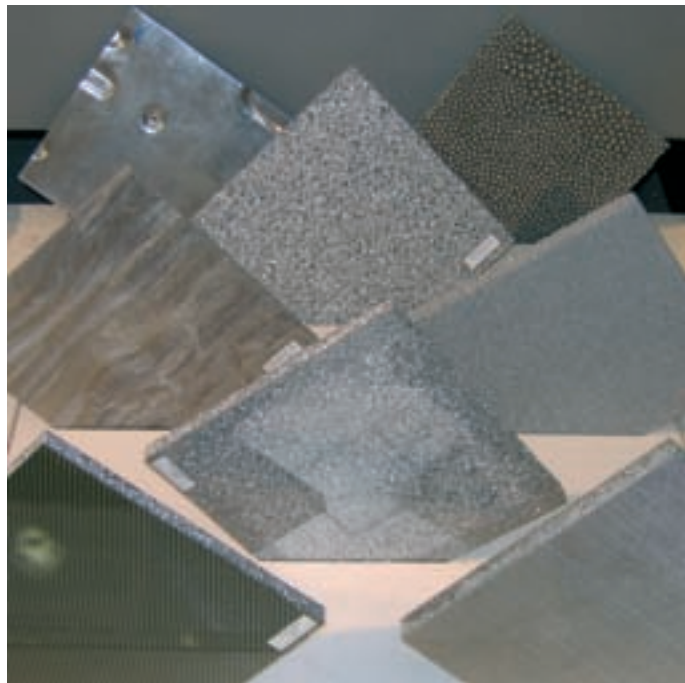
Slika 11: Zložljivi kovinski paneli iz kovinske mreže na ulični fasadi večstanovanjske zgradbe na Rue de Suisse (Herzog & de Meuron, Paris, 2000) [[http://housingprototypes.org/project?File\\_No=FRA023](http://housingprototypes.org/project?File_No=FRA023)].  
*Figure 11: Folding metal net panel on the frontage of a multi-dwelling residential building in Rue de Suisse (Herzog & de Meuron, Paris, 2000) [[http://housingprototypes.org/project?File\\_No=FRA023](http://housingprototypes.org/project?File_No=FRA023)].*



Slika 12: Luknjičava struktura penjenega aluminija [Sauer, 2010: 39].  
*Figure 12: Porous structure of foam aluminium [Sauer, 2010: 39].*

**Penjene kovine in kovinska satovja** so najbolj inovativna oblika kovin (slika 12). To so celična gradiva, izdelana iz trdne kovine, v katero so vstavljene praznine. Penjene kovine niso gorljive in se lahko reciklirajo [Ashby in sod., 2000: 233]. Veljajo za lahka in toga gradiva z dobrimi zvočnoizolativnimi

lastnostmi. Trenutno za penjene kovine uporabljajo predvsem aluminij in nikelj [Fernandez, 2006: 148]. Kovinska satovja povzemajo strukturo satovja, ki je prisotna v naravi. Izvrstno absorbirajo tlačne sile. Izdelujejo jih v poljubnih dimenzijah. Penjene kovine in kovinska satovja se kot sredica uporabljajo v obliki sendvič plošč (slika 13).

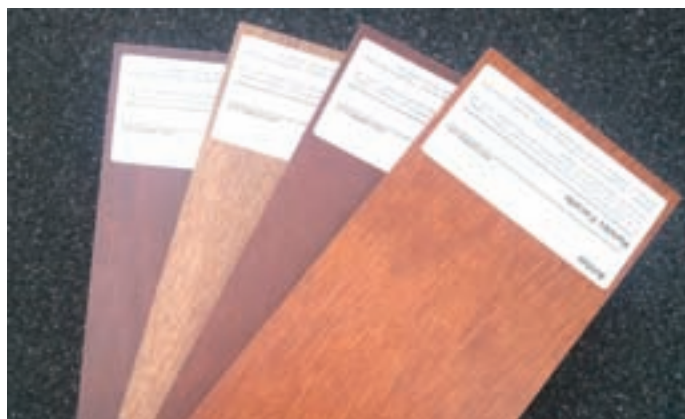


Slika 13: Penjeni aluminij kot sestavni del (sredica) v različnih sendvič ploščah [Foto: Koprivec].

Figure 13: Aluminium foam core in various sandwich panels [Photo: Koprivec].

### Les in druga gradiva rastlinskega izvora

Les s posebnimi modifikacijami pridobiva nove lastnosti tako v tehnološkem kot v oblikovnem smislu. Sodobna tehnologija omogoča gradbeni industriji novo predelavo v polizdelke iz oplemenitenega lesa. Na ta način se s posebnimi tehnološkimi



Slika 14: Špansko podjetje Parklex izdeluje kompozitne plošče z bakelitno sredico in naravnim lesnim furnirjem. Plošče so tanke, trdne, večjih dimenzij. Raznolikost zunanje fasadne obloge omogoča obširna paleta lesnih furnirjev [Foto: Koprivec].

Figure 14: The Spanish firm Parklex manufactures composite panels with a bakelite core and natural wood veneer; the panels are thin, solid and large. A wide variety of wood veneers enables diversity of external façade claddings. [Photo: Koprivec].

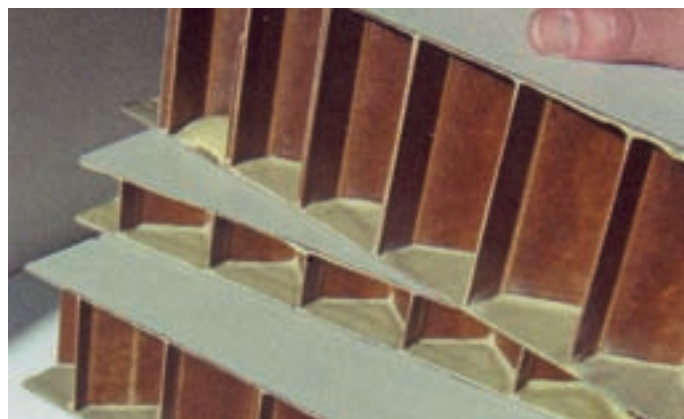
postopki zmanjša ali odpravi nekatere neugodne lastnosti lesa. Spreminjajo jih s posebnimi kemijskimi procesi, vendar pa les obdrži svoje konvencionalne dobro znane lastnosti, kot so razgradljivost, trajnost in druge ekološke lastnosti, fleksibilnost – ukrivljenje in naravni videz.

**Modificirani les** in njegovi polizdelki nastanejo z različnimi tehnološkimi obdelavami in postopki obdelave lesa. V primerjavi z naravnim lesom postane modificirani les odpornejši na vlago, ogenj, mikroorganizme ter pridobi na trdnosti in trajnosti. Z obdelavo s paro pod določenim pritiskom spremeni tudi celično strukturo. Modificirani les se izdeluje kot vezani les, furnir, visokokvalitetni laminat itd. Uporablja se kot sestavni del fasadnih oblog, ki so odporne na zunanje vremenske vplive, hkrati pa ohranjajo naravno estetiko gradiva in na fasadni površini omogočajo neponovljivi lesni vzorec (slika 14).

**Anorgansko vezani kompoziti** iz naravnih gradiv so sestavljeni iz hitro rastočih naravnih gradiv kot so slama, bambus, juta. Povezuje jih nanotehnološko vezivo, ki je nestrupeno, se težko vname in ima hidrofobne lastnosti. S takšnim vezivom vlakna naravnih gradiv tvorijo nanokompozit. Prepoznane in uporabljene so dobre statične lastnosti nekaterih vlaken v vzdolžni smeri (npr. bambusova vlakna imajo natezno trdnost do 40 kN/cm<sup>2</sup>, v primerjavi z lesnimi vlakni, ki imajo natezno trdnost do 5 kN/cm<sup>2</sup> ali jeklom (Je 37) 36 kN/cm<sup>2</sup>).

**Papir** je ekološko gradivo rastlinskega izvora, ki v sodobnem oblikovanju preseneča s svojo uporabnostjo. V modificirani obliki se papirnati izdelki uporabljajo tudi kot fasadne obloge v obliki laminatov. V obliki sendvič elementov (satovje iz papirja kot sredica in papirnate stranice, impregnirane s sintetičnimi smolami, se pod pritiskom in visoko temperaturo obdelajo v voodoporen in požarnovaren kompozit) se lahko uporabljajo celo kot konstrukcijski elementi.

**Papirnate sendvič plošče** so v celoti izdelane iz papirja, ki je impregniran s sintetično smolo. Iz celuloze pod pritiskom in visoko temperaturo nastane voodoporna in požarnoodporna gradivo. Sredica v obliki satovja daje gradivu ustrezno trdnost (slika 15). Sendvič plošče se izdelujejo do širine 1,5 m in so lahko poljubne dolžine.



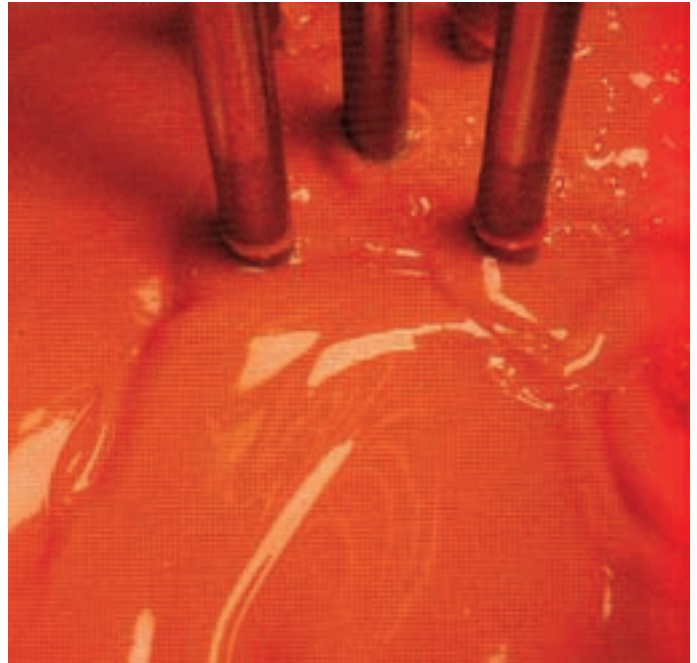
Slika 15: Papirnate sendvič plošče se lahko uporabljajo za izdelavo pohištva, stenskih, fasadnih in konstrukcijskih elementov [Sauer, 2010: 30].

Figure 15: Paper sandwich panels can be used in the manufacture of furniture, walls, façades and construction elements [Sauer, 2010: 30].



Slika 16: Tridimenzionalni fasadni elementi iz polimerov [<http://www.linmech.co.uk/case1.html>].

*Figure 16: Three dimensional polymeric façade elements [<http://www.linmech.co.uk/case1.html>].*



Slika 17: Zmes biokompozita iz korenjevih vlaken: Biokompozit je ojačan z vlakni korenja, ki so pridobljena s postopkom nanotehnologije. V posebnem postopku vlakna iz korenja ekstrahirajo in dodajo visokotehnoškimi smolam [Stattmann, 2008: 518].

*Figure 17: Bio-composite mixture from carrot fibres: bio-composite is reinforced by carrot fibres produced by means of nanotechnological procedures. Through a special procedure, carrot fibres are extracted and added to high-tech resins [Stattmann, 2008: 518].*

## Polimeri

Za arhitekturno stroko so bile lastnosti polimerov vselej zanimive: majhna teža, možnost plastičnega oblikovanja, žive barve in prosojnost. Iz polimernih snovi izdelujejo hidrofobna, prozorna, prosojna in neprosojna gradiva z veliko mehansko trdnostjo, ki ne potrebujejo površinske obdelave. Polimere je mogoče spajati (variti, lepiti), ne rjavijo, odporni so proti kislinam, solem, insektom in delno tudi atmosferilijam. Predvideva se, da bodo polimeri nadaljevali svoj ekspanzivni razvoj zadnjih desetletij z razvojem raznovrstnih, cenejših in na vremenske razmere bolj odpornih polimerov [Stevens, 2002]. Poseben poudarek je na razvoju samonosnih polimerov z visoko trdnostjo, kar je možno doseči z ojačitvijo polimerne matrice. Nova generacija polimernih kompozitov omogoča razvoj polivalentnih, upogljivih gradiv, ki se uporabljajo kot fasadne obloge (slika 16) [Fernandez, 2006: 190].

**Polimerni kompoziti** so nova generacija kompozitov iz polimernih gradiv, ojačanih z vlakni. Visokotehnoška vlakna (karbonska, steklena, polimerna, naravna itd.) tvorijo različne oblike –tridimenzionalne mreže, ki jih dodajajo različnim polimernim matricam [Fernandez, 2006: 242]. Ker vlakna sama po sebi niso trdna, temveč krhka in upogljiva, potrebujejo matrico, da jih pozicionira in utrdi, da nastali kompozit lahko prenaša obtežbo.

Polimerni kompoziti, ki jih uporabljajo kot fasadne obloge, so večjega formata, lažji in poljubnih oblik. Večjo oblikovalsko svobodo omogoča tudi možnost vlijanja matrice in prožnost ojačitvene faze (visokotehnoških vlaken).

**Biopolimeri** so sestavljeni iz naravnih polimerov, plastifikatorja

in drugih dodatkov [Stevens, 2002: 105]. Komponente biopolimerov v celoti ali delno pridobivajo iz biološko razgradljivih surovin. Biopolimere uvrščajo kot nestrupena, biorazgradljiva gradiva z možnostjo recikliranja v skupino polimerov. Zaradi teh ekoloških lastnosti se v angleškem jeziku pogosto uporablja izraz “green plastic“. Biopolimere večinoma izdelujejo po enakih postopkih kot njihove petrokemične sorodnice, pojavljajo pa se tudi novi proizvodni procesi z uporabo biotehnologije [Stevens, 2002: 208], kjer bakterije v odpadnih živilih proizvajajo surovine, ki jih uporabijo pri izdelavi polimernih gradiv. Tako iz odpadnih gradiv nastajajo nova visokokvalitetna gradiva [Stattmann, 2008: 518].

**Polimerni biokompoziti** imajo vsaj eno komponento biološkega izvora (naravna vlakna, ki ojačujejo polimerno matrico, ali polimerna vlakna, ki ojačujejo biopolimere). Biokompoziti so trdi, se ne krušijo, so temperaturno stabilni, lahko so visokotransparentni in razgradljivi. Za ojačitev večinoma vsebujejo umetna ogljikova, aramidna ali steklena vlakna, ki so ekološko oporečna, saj jih ni možno reciklirati. Redkeje se uporabljajo naravna vlakna iz lanu, konoplje ali sisala. Biološke komponente v kompozitih dajejo gradivu svojstven videz (slika 17).

## Uporaba konvencionalnih gradiv z izboljšanimi lastnostmi v sodobnih fasadnih elementih

Fasadni ovoj opravlja več funkcij – štiti zgradbo pred zunanjimi vplivi, preprečuje toplotne izgube in pregrevanje, omogoča ustrezno naravno osvetlitev, je nosilec oblikovalskega sporočila itd. ter, ne nazadnje, zagotavlja optimalno bivalno ugodje. Tudi

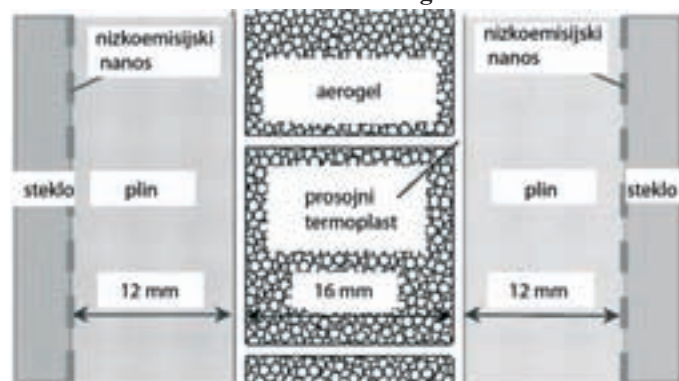
najsodobnejša gradiva največkrat ne morejo opravljati vseh funkcij, zato se med seboj povezujejo v fasadne elemente. V nadaljevanju sta prikazana dva aplikativna primera fasadnih elementov.

### Plinsko polnjen prefabriciran fasadni element

Fasadni element tvorijo različna konvencionalna gradiva z izboljšanimi lastnostmi. Jedro panela sestoji iz večkomornega sistema: aluminijastih folij, ki so vstavljene med distančnike in tvorijo več prekatov, polnjenih s plinom. Jedro z dveh strani utrjujeta zunanja (steklena ali kompozitna) in notranja (mavčno-vlaknena) plošča. Pod strogimi pogoji robotizirane tehnologije se posamezni sloji lepijo med seboj. Nastali element je po obodu zalit s polisulfidom, vanj se vtisneta vertikalni ojačitvi (polimerni kompozit, ojačan s steklenimi vlakni), ki preprečujeta toplotne izgube sistema (slika 18). Fasadni element v stavbnem ovoju tvori neprezračevan, prefabriciran, modularni fasadni sistem, ki se na konstrukcijo stavbe obeša na podkonstrukcijo.

Koncept ter tehnične in tehnološke zahteve fasadnega elementa so določile kriterije za izbor zunanje fasadne obloge. Osnovni kriterij je zahteva, da zunanja plošča pripomore k trdnosti celotnega fasadnega elementa, ki mora biti hkrati lahek. Upoštewane morajo biti maksimalne dimenzije elementa (1250 x 4000 mm) in njegova minimalna debelina (cca 125 mm). Imeti mora ustrezno zvočno izolativnost, požarno odpornost in paronepropustnost. Ob vseh teh zahtevah so bila za oblogo fasadnega elementa izbrana konvencionalna gradiva z izboljšanimi lastnostmi. Trenutno sta v postopku certificiranja kaljeno, emajlirano steklo in visokotlačni laminat z aluminijasto folijo. Nadaljnje razvojne aktivnosti pa potekajo na področju keramičnih, kamnitih, betonskih, kovinskih in lesnih kompozitnih gradiv.

### Zasteklitveni fasadni element z aerogelom



Slika 19: ZAE Bayern (Das Bayerische Zentrum für Angewandte Energieforschung) je razvil prosojni, visokoizolacijski, zasteklitveni fasadni elemen. Širšo uporabo v arhitekturi omejuje visoka cena aerogela in nezmožnost recikliranja gradiva [Baetens in sod.2011: 767].

Figure 19: ZAE Bayern (Das Bayerische Zentrum für Angewandte Energieforschung) have developed a transparent, highly insulating, glazing façade element. Its wide use in architecture is restricted by the high price of aerogel and the inability to recycle the material [Baetens in sod.2011: 767].

Fasadni element s skupno debelino cca 56 mm je sestavljen iz dveh visokotehnološko obdelanih steklenih plošč, dveh komor, polnjenih s plinom, in izolacijske sredice iz aerogela, ki je vstavljena med dvoslojno PMMA (Poly(methyl methacrylate))



Slika 18: Podjetje Trimo, d.d., v okviru projekta, ki ga sofinancirajo TIA in evropski razvojni skladi, razvija nov prefabriciran, tankoslojni fasadni element. Posamezna gradiva so združena v enoten fasadni element, ki se bo z možnostjo menjave zunanje fasadne obloge sposoben tudi vizualno spreminjati, medtem ko učinkovitost posameznih slojev zagotavlja toplotno in zvočno izolativnost, trdnost ter požarno odpornost obešenega fasadnega sistema strukturnega videza, ki je hkrati tudi tanek in lahek [Foto:arhiv Trimo, d.d.].

Figure 18: Within the framework of a project co-financed by TIA and the European Development Funds, the company Trimo d.d. has been developing a new prefabricated thin layered façade element. Individual materials are joined into a single façade element which can be visually altered by changing external façade claddings. At the same time, the efficiency of individual layers ensures thermal and acoustic insulation, solidity and fire resistance of the hung façade system with a structural appearance, which is also thin and lightweight [Photo: Trimo d.d. archive].

ploščo (slika 19). Aerogel je ultra lahka nanopena. Ker so takšne pene večinoma sestavljene iz zraka (količina zraka variira od 95% do 99,9%) jih imenujemo aerogeli, preostali delež pene pa je iz silicijevega dioksida. Oznaka gel izhaja iz procesa izdelave: vodni raztopini osnovnega gradiva dodajo katalizator. Ta omogoči nastanek majhnih votlinic s tankimi stenami, ki se združijo v verige in nato skupine verig - gel. S sušenjem nato nastane peresno lahek aerogel [Evropska komisija, 2006: 23]. Zračne molekule, ujete v nanoporah (velikost približno 20 nm), se ne morejo gibati, kar da gradivu izredne toplotne izolacijske lastnosti. Aerogel je prosojen in prepušča svetlobo. Primeren je za zvočno in toplotno izolacijo. V arhitekturi se aerogel uporablja kot izolacijsko polnilo med različnimi gradivi (med steklenimi ploščami, steklenimi U-profilii ali med akrilnimi paneli) [Leydecker, 2008: 130-31].

Prozorni stekleni plošči z nizkoemisijemskim nanosom na notranji strani stekla nudita toplotno in sončno zaščito. Komori, polnjeni s plinom, in aerogel, vstavljen v PMMA ploščo, pa zagotavljajo dodatno toplotnoizolativnost sistema. Ker fasadni element v celoti sestoji iz prosojnih gradiv (stekla, prosojnega termoplasta PMMA in aerogela), poleg toplotne izolativnosti omogoča visoko prepustnost dnevne svetlobe, zboljšuje bivalno ugodje in zmanjšuje uporabo umetne svetlobe.

## Zaključek

Razvoj na področju novih gradiv (fleksibilnih, lahkih, trdnih) je in bo v prihodnosti bistven faktor, ki soustvarja novo podobo sodobnega fasadnega ovoja. Konvencionalna gradiva dobivajo nove lastnosti, ki omogočajo širšo uporabo. Kamen se danes lahko obdelava v izredno tanke plasti, ki so velikokrat utrjene z različnimi ojačitvenimi komponentami. Izdelki iz visokotehnološke keramike so trdni, odporni na mehanske pritiske in proti zmrzali ter kemično inertni. Visokotehnološke keramike se lahko dodajajo tudi barvam in prevlekam. Visokotehnološko steklo z raznovrstnimi modifikacijami vidno vpliva na oblikovanje sodobnega fasadnega ovoja ter presega tradicionalno oblikovanje steklenih, prosojnih in prozornih površin. Z uporabo samonosilnega in ukrivljenega stekla nastajajo različne oblike. Stekleni fasadni ovoj se je od XX. stoletja z uporabo barvnih stekel in posebne površinske obdelave razvil v ornamentirano, spremenljivo ali raznobarno stekleno opno. Visoko kvalitetni betoni omogočajo izvedbo tanjših profilov, daljših razponov, višjih struktur z lažjo in bolj inovativno geometrijo. Nove kovine so prepoznavne po izboljšani odpornosti na korozijo, večji trdnosti in duktilnosti gradiva in dodatnih površinskih obdelavah (npr. CNC tehnologija omogoča izvedbo poljubnih tekstur na kovinsko površino). Skupina gradiv naravnega izvora s posebnimi modifikacijami pridobivajo nove lastnosti tako v tehnološkem kot v oblikovalskem smislu. S posebnimi kemijskimi procesi jih modificirajo, vendar njihove dobro znane kvalitete kot so razgradljivost, trajnost in druge ekološke lastnosti ostajajo. Uveljavljajo se polimerna kompozitna gradiva, ki imajo večje oblikovne možnosti, majhno težo in večjo mehansko trdnost ter relativno nizko ceno proizvodnje in minimalno vzdrževanje. Svet gradiv se torej širi. Hiter razvoj tehnologije, interdisciplinarno raziskovanje ter sodelovanje med industrijo in akademijami, arhitekti in oblikovalci omogočajo nove možnosti na področju oblikovanja in predstavljajo nove izzive v tehnološki uporabi in kreiranju novih konvencionalnih gradiv z izboljšanimi lastnostmi.

**Viri in literatura**

- Addington, M., Schodek, D., (2005): *Smart Materials and Technologies for Architecture and Design Professions*. Elsevier Ltd., Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokyo.
- Ahby, M. F., Evans, A. G., Fleck, N. A., Gibson, L. J., Hutchinson, J. W., Wadley, H. N. G., (2000): *Metal Foams, A Design Guide*. Butterworth – Heinmann, Oxford.
- Baetens, R., Jelle B.P., Gustavsen, A., (2010): *Vacuum insulation panels for building applications: A review and beyond*. V: *Energy and buildings*, št. 42, str. 147-172.
- Ballard, Bell, V., Rand, P., (2006): *Materials for Architectural Design*. Laurence King Publishing, London.
- Duh, D., (2008): *Samozgoščevalni in vibrirani betoni z apnenčevo moko (doktorska disertacija)*. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani, Ljubljana.
- Evropska komisija, [http://ec.europa.eu/research/industrial\\_technologies/pdf/nano-brochure/nano\\_brochure\\_sl.pdf](http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/nano-brochure/nano_brochure_sl.pdf), <dostop marec, 2011>.
- Fernandez, J., (2006): *Material Architecture; Emergent Materials for Innovative Buildings and Ecological Construction*. Elsevier, Architectural Press, Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokyo.
- Hegger, M. in sod. (2005): *Baustoff Atlas*. Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin.
- Herzog, T., Krippner, R., Lang, W., (2004): *Facade Construction Manual*. Birkhäuser, Munich: Edition Detail, Basel, Boston, Berlin.
- Leydecker, S., (2008): *Nano Materials*. Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin.
- Linmech Technical Solutions, <http://www.linmech.co.uk/case1.html>, <dostop marec, 2011>.
- Pell, B., (2010): *The Articulate Surface*. Birkhäuser GmbH, Basel.
- Richter veneer technology, <http://www.richter-veneertechnology.com>, <dostop marec, 2011>.
- Sauer, C., (2010): *Made of...New Materials Sourcebook for Architecture and Design*. Die Gestalten Verlag GmbH & Co. KG, Berlin.
- Stattmann, N., (2008): *Bio – Kunststoffe*. V: *Detail*, št. 5, str. 516-523.
- Stevens, E. S., (2002): *Green Plastic: An Introduction to the New Science of Biodegradable Plastics*. Princeton University Press, Princeton.
- Večstanovanjska hiša na Rue des Suisse v Parizu, [http://housingprototypes.org/project?File\\_No=FRA023](http://housingprototypes.org/project?File_No=FRA023), <dostop marec 2011>.
- Weller, B., Rexroth, S., (2005): *Material wirkt – Neue Entwicklungen an der Fassade*. V: *Detail* št. 11, str. 1296.
- Zbašnik-Senegačnik, M. (1996): *Negativni vplivi gradiv na človeka in okolje : doktorska disertacija*. UL, Fakulteta za arhitekturo, Ljubljana.
- Zijlstra, E., Steenbrink, I., Ruiters, A., (2005): *Material Skills; Evolution of Materials*. Materia Rotterdam, Rotterdam.

dr. Ljudmila Koprivec  
ljudmila.koprivec@trimo.si  
TRIMO d.d.  
Sektor razvoja in informatike

prof. dr. Martina Zbašnik-Senegačnik  
martina.zbasnik@fa.uni-lj.si  
UL Fakulteta za arhitekturo

# REGULACIJA NOTRANJEGA OKOLJA Z URAVNAVANJEM STAVBNEGA OVOJA

## CONTROL OF INDOOR ENVIRONMENTS VIA THE REGULATION OF BUILDING ENVELOPES

### izvleček

Oblikovanje udobnega zdravega in stimulativnega notranjega okolja stavb ima neposreden vpliv na uporabnike, porabo energije v stavbah ter hkrati tudi na širši sistem socio-ekonomskega okolja človeške družbe. Notranje okolje v stavbah je definirano s pomočjo stavbnega ovoja, ki predstavlja interaktivni vmesnik izmenjav med zunanjim in notranjim okoljem oziroma uporabnikom. Primerno oblikovan, zadostno prilagodljiv ter primerno reguliran stavbni ovoj predstavlja osnovo za vzpostavitev kvalitetnega notranjega okolja. Sistematična obravnava lastnosti tako stavbnega ovoja kot tudi notranjega okolja, ki ima za izhodišče psiho-fiziološke zahteve oziroma potrebe uporabnikov, predstavlja načrtovalski pristop, ki omogoča holistično obravnavo stavb ter v njih vgrajenih elementov in sistemov. Predstavljena delitev notranjega okolja na vizualno, toplotno, vohalno, akustično in ergonomično pod-okolje omogoča klasifikacijo ter izbor najpomembnejših vplivnih faktorjev, s pomočjo katerih se lahko pristopi k oblikovanju in regulaciji stavbnega ovoja kot vmesnika med zunanjim in notranjim okoljem. Rezultat uporabe takšnega pristopa je predstavljen avtomatski regulacijski sistem notranjega okolja, ki je izveden v realnem okolju kabineta na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo.

### ključne besede

notranje okolje, stavbni ovoj, regulacijski sistem, grajeno okolje, stavbe

### abstract

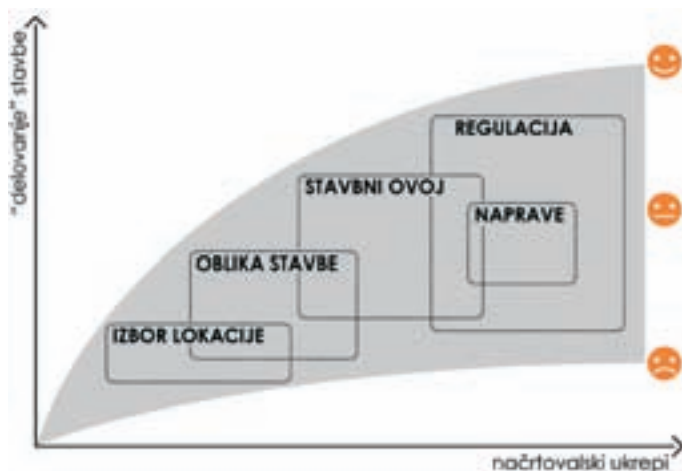
*The design of comfortable, healthy and stimulating indoor environments in buildings has a direct impact on the users and on energy consumption, as well as on the wider socio-economic environment of society. The indoor environment of buildings is defined with the formulation of the building envelope, which functions as an interface between the internal and external environments and its users. A properly designed, flexible and adequately controlled building envelope is a starting point in the formulation of a high-quality indoor environment. The systematic treatment of the indoor environment and building envelope from a user's point of view represents an engineering approach that enables the holistic treatment of buildings, as well as integrated components and systems. The presented division of indoor environment in terms of visual, thermal, olfactory, acoustic and ergonomic sub-environments enables the classification and selection of crucial factors influencing design. This selection and classification can be implemented in the design, as well as in control applications of the building envelope. The implementation of the approach described is demonstrated with an example of an automated control system for the internal environment of an office in the building of the Faculty of Civil and Geodetic Engineering.*

### key words

interior environment, building envelope, regulation system, built environment, buildings

Ovoji stavbe kot vmesnik, ki omogoča izmenjavo energije, snovi in informacij med zunanjim in notranjim okoljem predstavlja ključen element pri tvorjenju umetnega notranjega bivalnega okolja [Košir, 2008]. Notranje okolje bivanja in delovanja za ljudi, torej uporabnike, predstavlja, za razliko od naravnega zunanjskega okolja, prostor nadzora, tako na psihofizičnem kot fizičnem področju bivanja. Z razvojem in specializacijo človeka in njegovega socio-ekološkega prostora se je in se še vedno dviga tudi stopnja specializacije in nadzora parametrov bivalno-delovnega okolja [Krainer, 2008a]. Kot končno stopnjo takšnega razvoja bi lahko v hipotetičnem primeru pričakovali razvoj popolnoma izoliranega notranjega okolja, ločenega od zunanjih vplivov. Kljub vsemu pa že krajši premislek pokaže, da bodo grajeni sistemi vedno predstavljali le del širšega naravnega okolja ter tako nanj fizično vezani vsaj s fizikalnimi procesi izmenjave energetskega tokov, če ne tudi snovi in informacij [Krainer, 1993]. Dodatno pa se stvari pričnejo zapletati pri človeški fiziologiji in psihi ter posledični psihološki in fiziološki povezavi ljudi z zunanjim okoljem ter vsemi povezanimi okoljskimi vplivi. Izpostavljenost zunanjim vplivom vnaša nepredvidljivo dinamiko, ki vodi do fizioloških šokov ter pozitivnega stresa, s katerim je telesu omogočena priprava na nepredvidljive situacije vsakdanjega bivanja [Stoops, 2004]. V povprečju ljudje v urbanih okoljih preživimo 80–90 % časa v notranjem okolju [Evans, 1998], kar za človeka z življenjsko dobo 80 let predstavlja kar 64–72 let. Prav zaradi tega ima kvaliteta notranjega okolja ter s tem povezan pravilno oblikovan in reguliran stavbni ovoj izrazit vpliv ne samo na učinkovitost in zdravje uporabnikov, temveč tudi na celotno družbo [Fisk, 2000, Sobocki, 2006]. Ima namreč neposreden ekonomski vpliv, ki se odraža v zmanjšanju stroškov za zdravstvo, manjšem

številu izostankov z dela ter v višji delovni učinkovitosti. Vse več dokazov potrjuje domnevo da izboljšanje načrtovanja, upravljanja in vzdrževanja stavb neposredno vpliva na zmanjševanje pojavnosti simptomov sindroma bolnih stavb, alergijskih in astmatičnih obolenj, nalezljivih bolezni dihal [Fisk, 2000] ter kardiovaskularnih težav, povezanih z izpostavljenostjo konstantnim temperaturnim pogojem [Stoops, 2004]. Zavedanje vpliva izboljšanja kvalitete bivalno-delovnega okolja v stavbah pri načrtovalcih, naročnikih in uporabnikih tako predstavlja izreden potencial za zmanjšanje negativnih zdravstvenih in ekonomskih vplivov grajenega okolja na ljudi. Posledica izboljšanja lastnosti notranjega okolja je lahko povečanje ali zmanjšanje potrebne energije za izgradnjo in delovanje stavbe. Pravilno strukturirani, uporabljeni in usklajeni načrtovalski ukrepi lahko simultano predstavljajo pozitivne učinke tako za izboljšanje kvalitete notranjega okolja, kot tudi za zmanjševanje porabe energije ter povečajo trajnost in sonaravnost celotne stavbe (Slika 1). Nasprotno pa lahko nepremišljeni ukrepi, koncentrirani na enostranske učinke (zmanjševanje porabe energije za delovanje stavbe na kakršenkoli možen način), in neprimerna uporaba tehnologije pripeljejo do nezaželenih posledic, na področju porabe energije in hkrati pri kvaliteti notranjega okolja. Končni cilj gradnje stavb naj bi tako bil oblikovanje zdravega in udobnega okolja z najmanjšo možno porabo energije in ne najmanjša možna poraba energije ob zagotavljanju fizioloških minimumov [Krainer, 2008b, Krainer et al., 2008]. S holistično obravnavo stavbe, upoštevanjem principov pasivno solarne arhitekture (PSA) [Goswami et al., 2009] ter aplikacijo primerne tehnologije je možno doseči simultane pozitivne učinke na področju oblikovanja notranjega okolja in pri zmanjšanju porabe energije (Slika 1).



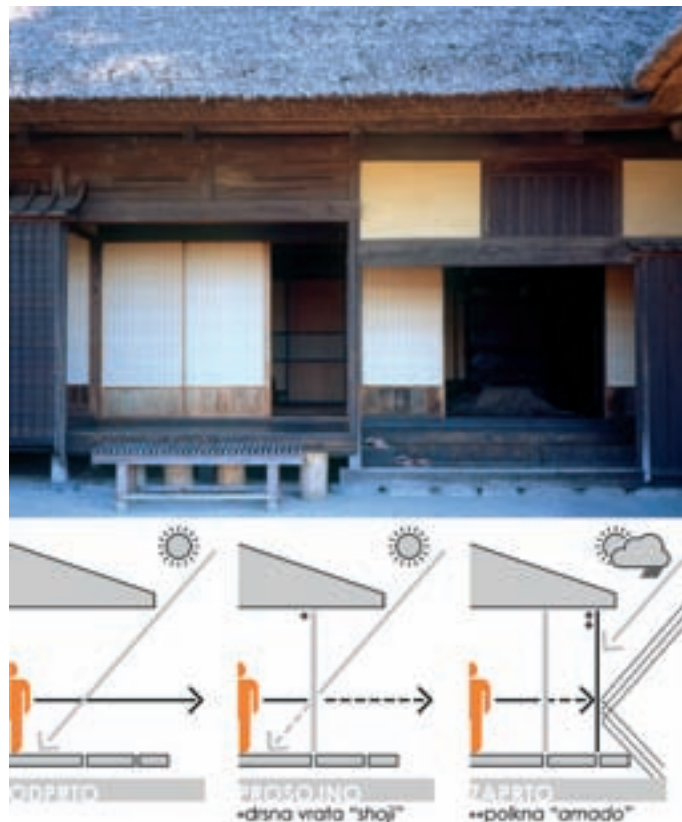
Slika 1: Sinergetični učinki načrtovalskih ukrepov odločilno vplivajo na končno "kvaliteto" stavbe – celota je več kot le seštevek posameznih elementov.

Figure 1: Synergetic effects of design interventions have a decisive influence on the final "quality" of a building – whole is greater than the sum of its parts.

V grobem je možno vsako stavbo deliti na dva med seboj neločljivo povezana dela, in sicer na stavbni ovoj ter notranje okolje. Omenjena dela stavbe sta vedno v konstantni dinamični interakciji izmenjave energije, snovi in informacij z zunanjim okoljem in uporabniki. Vzpostavitev primernih karakteristik notranjega okolja je posledica kompleksnega usklajevanja zunanjih danosti na nivoju mikro, mezo in makro lokacije z zahtevami in željami uporabnikov stavb, pri čemer predstavljajo ovoj in vgrajene tehnologije vmesnik (Slika 2), ki omogoča vzdrževanje meta-stabilnega stanja interakcij, odraženih v lastnostih notranjega okolja [Kraimer, 1993, Košir, 2008]. V pričujočem članku bodo predstavljena izhodišča za holistično obravnavanje problema interakcij med zunanjim okoljem, stavbo in uporabnikom ter na teh izhodiščih zasnovan regulacijski sistem za kontrolo notranjega okolja v stavbah. Integralni Regulacijski sistem Notranjega Okolja (IRsNO) [Košir, 2008] je aplikacija izvedena v realnem okolju kabineta na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo (FGG) v Ljubljani, ki predstavlja celostno rešitev za uravnavanje parametrov notranjega okolja, ob hkratnem zmanjševanju porabe energije s spreminjanjem lastnosti stavbnega ovoja in koordiniranim upravljanju vgrajenih naprav.

### Struktura notranjega okolja – definicija področja delovanja

Ljudje zaznavamo okolje na dveh različnih vendar medsebojno neločljivo prepletenih nivojih, ki sta močno odvisna od socio-kulturološkega in psiho-fiziološkega odziva posameznika. Kulturno pogojeno zaznavanje okolja je v glavnem posledica pričakovanj, vtisov, povezav, vplivov in želja, ki so običajna v nekem specifičnem socialnem okolju [Kraimer, 2008a], ter so posledica zgodovinskega razvoja kulturološkega okolja. Kot takšna je kulturno pogojena zaznava okolja, ki nas obdaja, izrazito subjektivna kategorija, na katero vpliva razvoj posameznika tako v širših (družba) kot tudi ožjih (družina, prijatelji) kulturološko socialnih skupinah. Drug nivo zaznavanja okolja je psiho-fiziološki odziv človeškega telesa na okoljske stimulanse [Schiffman, 1996]. Odziv človeškega telesa predstavlja lažje določljivo in bolj predvidljivo kategorijo, ki pa je kljub vsemu individualna ter različna od osebe do osebe ter hkrati ni neodvisna od kulturološko pogojenega



Slika 2: Stavbni ovoj tradicionalne japonske hiše predstavlja izredno prilagodljivo, ročno regulirano vmesnik med notranjim in zunanjim okoljem [vir fotografije: [http://homepage2.nifty.com/hsuzuki/wallpaper\\_archives/japanese/11\\_engawa\\_1024.jpg](http://homepage2.nifty.com/hsuzuki/wallpaper_archives/japanese/11_engawa_1024.jpg)].

Figure 2: Building envelope of a traditional Japanese house acts as a highly flexible manually regulated interface between indoor and exterior environment [source of photograph: [http://homepage2.nifty.com/hsuzuki/wallpaper\\_archives/japanese/11\\_engawa\\_1024.jpg](http://homepage2.nifty.com/hsuzuki/wallpaper_archives/japanese/11_engawa_1024.jpg)].

zaznavanja okolja. Človeško telo zaznava okoljske razmere preko čutnih sprejemnikov, ki posredujejo odgovarjajoče informacije možganom, ti jih interpretirajo kot lastnosti okolja, ki pa jih je možno povezati s specifičnim čutom oziroma čuti. Povezava med okoljskimi lastnosti in človeškim receptorskim živčnim sistemom ter posledično interpretacijo možganov v čutne dražljaje, lahko predstavlja enostaven in učinkovit način klasifikacije značilnosti notranjega okolja na podlagi psiho-fiziološkega odziva človeka, torej uporabnika prostora. Ta pristop omogoča definiranje petih pod-okolij (vizualno, toplotno, vohalno, akustično in ergonomično okolje), ki skupaj tvorijo višjo celoto notranjega okolja (Slika 3). Vsako od petih pod-okolij je možno definirati z vplivnimi faktorji (Slika 3), ki odločilno vplivajo na sprejemljivost okoljskih karakteristik. Za primerno oblikovano, zdravo in uporabniku prilagojeno notranje okolje je ključnega pomena prav regulacija oziroma možnost vpliva na vse ali pa vsaj na ključne vplivne faktorje posameznih pod-okolij. Medsebojna povezanost in prepletenost posameznih vplivnih faktorjev narekuje holistično obravnavo sistema notranjega okolja, saj so lastnosti le-tega rezultat medsebojnih vplivov vseh elementov, kar bi bilo možno v psihološki terminologiji opisati tudi kot neke vrste "okoljski gestalt" [Szokolay, 2008].

Iz praktičnih razlogov je število vplivnih faktorjev sistema notranjega okolja smiselno zmanjšati na minimalno še



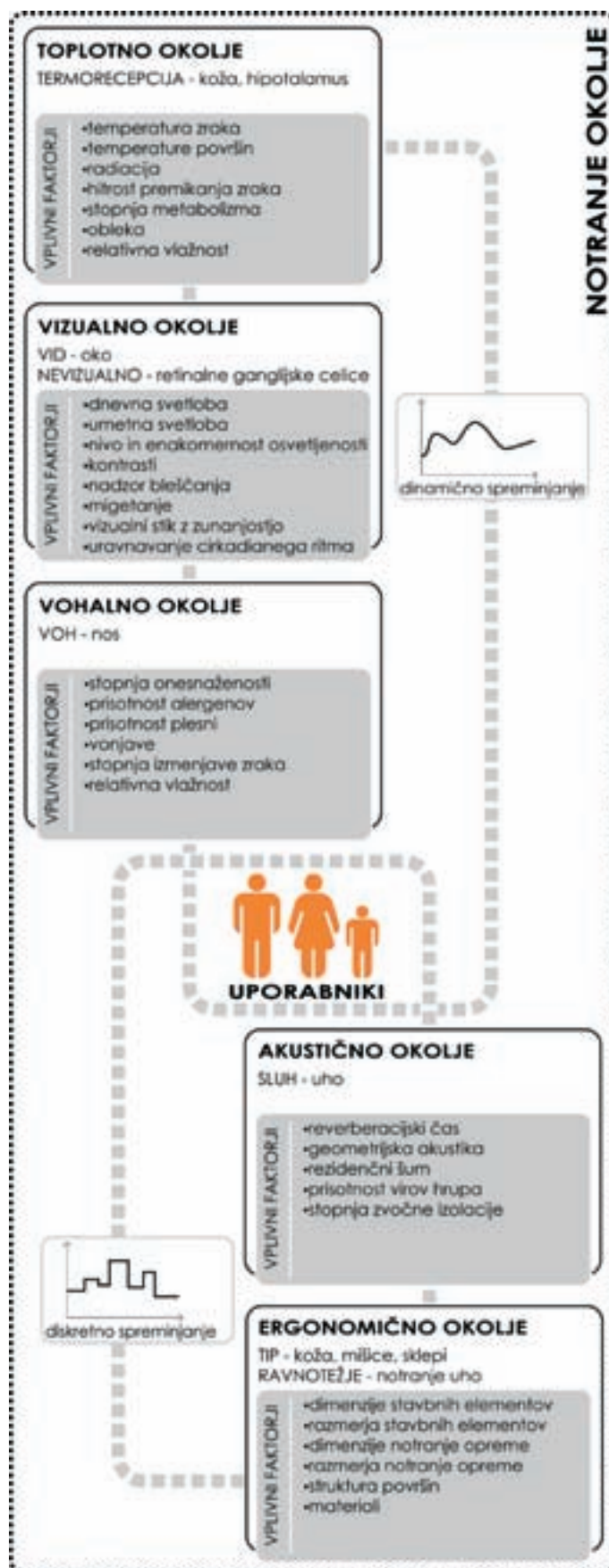
sprejemljivo število s katerim je možno zadovoljivo opisati njegovo delovanje. Takšna redukcija ima predvsem praktične posledice, saj je poenostavljen model primernejši za uporabo tako pri načrtovanju kot tudi pri upravljanju stavbe in njenih sistemov. Redukcija glede na dinamičnost sprememb in vplivov posameznih vplivnih faktorjev kot tudi pod-okolij predstavlja enostaven in uporaben mehanizem za poenostavitev modela notranjega okolja. V tem kontekstu je možno okarakterizirati akustični in ergonomični pod-okolji kot predvidljivi in z izrazito diskretno dinamiko sprememb (Slika 3), saj sta relativno nespremenljiva vse dokler ne nastopi sprememba v zunanjem ali notranjem okolju. Primer takšne diskretne spremembe v primeru akustičnega okolja je dvig nivoja prometnega hrupa v zunanjem okolju ob izgradnji nove avtoceste ali pa sprememba namembnosti stavbe, kar vpliva na uporabo prostorov ter s tem na ergonomično pod-okolje. V primerjavi z akustičnim in ergonomskim pod-okoljem so za toplotno, vizualno in vohalno pod-okolje značilne izrazito bolj dinamične in nepredvidljive dnevne ter sezonske spremembe v zunanjih danostih, kot tudi v zahtevah uporabnikov. Primer izrazitih in nepredvidljivih sprememb je nivo zunanje osvetljenosti, kjer so nihanja med 1000 in 5000 lx v časovnem intervalu 10 minut ali manj zelo pogosta (ob trenutni pooblačitvi neba). Ob upoštevanju zgoraj navedene predpostavke o delitvi na dinamično in diskretno spreminjajoče se vplivne faktorje je možno zaključiti, da je na lastnosti notranjega okolja možno vplivati z aktivnimi in pasivnimi posegi. Tako za reguliranje akustičnega in ergonomičnega pod-okolja v večini primerov zadostujejo pasivni ukrepi na nivoju stavbnih elementov ali komponent, kot je recimo izvedba zvočne izolacije (akustično pod-okolje) ali pa primerno oblikovano delovno mesto (ergonomično pod-okolje). Pri uravnavanju toplotnega, vizualnega in vohalnega pod-okolja je smiselna uporaba kombinacije aktivnih in pasivnih ukrepov, kjer je iz gledišča zmanjševanja porabe energije v stavbah potrebno primarno optimizirati pasivne ukrepe (primerno zasnovan stavbni ovoj) ter nato omogočiti zadosten nivo tehnologije za aktivno optimizacijo notranjega okolja (npr.: avtomatsko senčenje, fiziološko regulirano prezračevanje) [Košir, 2008]. Iz stališča dinamične regulacije notranjega okolja s pomočjo prilagajanja stavbnega ovoja so tako primarna področja ukrepov toplotno pod-okolje (solarni pritoki, pasivno hlajenje, aktivno ogrevanje in hlajenje), vizualno pod-okolje (dnevna svetloba, umetno osvetljevanje) in vohalno pod-okolje (fiziološko prezračevanje na osnovi koncentracije CO<sub>2</sub>).

### Toplotno pod-okolje

Toplotno okolje v stavbah je neposredno povezano in odvisno od mikro, mezo in makro klimatskih danosti lokacije stavbe, kjer imajo največji vpliv dnevne in sezonske spremembe zunanjih temperaturnih pogojev. Najbolj razširjen in obilen vir toplote v vseh klimatskih tipih je sončno sevanje, ki ima disproporcionalno večji vpliv na oblikovanje toplotnega pod-okolja v stavbah

Slika 3: Struktura notranjega okolja deljena na pet pod-okolij, osnovanih na psiho-fiziološkem odzivu človeškega telesa. Vsako od pod-okolij ljudje zaznavamo z določenim čutom oziroma čuti, celovita slika notranjega okolja pa je pogojena z vplivom in interakcijami med posameznimi deli.

Figure 3: Structure of the indoor environment with the corresponding five sub-environments based on the psycho-physiological response of the human body. Each of the five sub-environments is perceived by a specific sense or senses while the final perception of the indoor environment is defined by the influence and interactions between each part.



[Goswami et al., 2009] v primerjavi z ostalimi viri (zunanji topel zrak, notranji viri). Popolnoma drugačna pa je situacija pri toplotnih ponorih (radiacijsko hlajenje, zunanji hladen zrak, evaporacijsko hlajenje), kjer so le-ti izrazito odvisni od makro in mikro-lokacijskih lastnosti stavbe. Lastnosti toplotnega pod-okolja stavb so tako kombinacija direktnega vpliva sončnega sevanja (solarni pritoki), izmenjave toplotnih tokov z zunanostjo (transmisijski in ventilacijski pritoki ali izgube), načina uporabe (metabolna toplota, toplota naprav) in dovedene energije (ogrevanje, hlajenje).

Za ljudi primerno in udobno toplotno okolje je predvsem odvisno od pričakovanj in zahtev, kjer veliko vlogo igra homeotermična narava človeškega telesa. Za optimalno toplotno okolje lahko smatramo takšno kombinacijo pogojev, pri katerih je človeški termoregulacijski sistem pod najmanjšim stresom. Takšni pogoji so izpolnjeni, ko je ambientalna temperatura okolice izenačena z nevtralnostno temperaturo [Nicol in Roaf, 1996], ki definira območje temperaturne uravnovešenosti človeškega telesa ob upoštevanju sezonske adaptacije. Za večino aplikacij v notranjem delovno-bivalnem okolju lahko trdimo, da so uporabnikom sprejemljivi temperaturni pogoji takrat, ko je ta enaka nevtralnostni temperaturi z odstopanjem  $\pm 2.5$  K. Pri individualizaciji toplotnega okolja pa je potrebno upoštevati tudi stopnjo metabolizma, faktor obleke, radiacijsko asimetrijo, hitrost premikanja zraka in relativno zračno vlažnost. Orisana kompleksnost faktorjev, ki sooblikujejo notranje toplotno pod-okolje nakazuje smer razvoja, ki se giblje v vse večjo individualizacijo notranjega okolja, kjer nezadovoljna manjšina ni zanemarjena zaradi zadovoljne večine uporabnikov.

### Vizualno pod-okolje

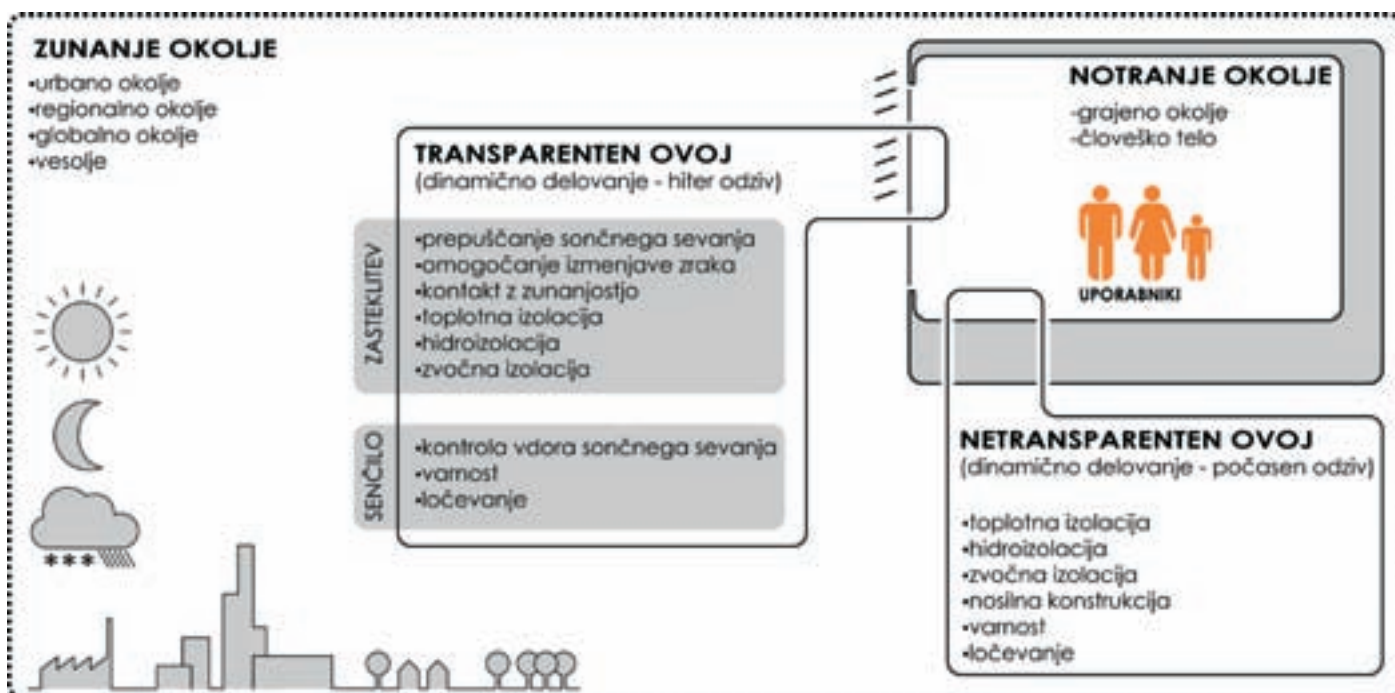
Svetloba v notranjih okoljih je nujna za opravljanje večino procesov, ki se opravljajo v stavbah, nepogrešljiva pa je predvsem v bivalnih in večini delovnih okoljih zaradi svoje kvalitete in intenzitete ( $lm/W$ ), ki jo ne dosega noben vir umetne osvetlitve [Krainer et al., 2008]. Vpliv dnevne svetlobe na uporabnike notranjih okolij v stavbah se odraža na fiziološkem in psihološkem nivoju, saj omogoča regulacijo cirkadianega ritma [Hubalek et al., 2010] s sprožanjem mehanizma za proizvodnjo hormona melatonina ter posledično uravnavanje spalnega cikla, zbranosti in sposobnost koncentracije. Izpostavljenost človeške kože dnevni svetlobi povečuje sposobnost sintetizacije vitamina D ter s tem povezane absorpcije kalcija, kar posledično zmanjšuje možnost nastopa osteoporozе in rahitisa [Ander, 2003]. Študija, ki jo je v Kaliforniji izvedla Heschong Mahone Group je neizpodbitno dokazala pozitivne učinke dnevne svetlobe na sposobnost učenja in delovno uspešnost v šolah [Heschong, 2003a] ter delovno učinkovitost v pisarniških okoljih [Heschong, 2003b]. Pri primerjavi uspešnosti šolskih otrok se je izkazalo, da so tisti, ki so bili izpostavljeni večji količini dnevne svetlobe v učilnicah napredovali za 20 % hitreje pri matematičnih testih ter za 26 % pri bralnih sposobnostih, v primerjavi s tistimi v z dnevno svetlobo slabo osvetljenih učilnicah. Z gledišča porabe energije v stavbah uporaba dnevne svetlobe močno vpliva na porabo električne energije za osvetljevanje ter posledično tudi na potrebo po ohlajevanju prostorov [Dogrusoy in Tureyen, 2007], kar pride do izraza predvsem v poslovnih in trgovskih stavbah. Seveda je umetna razsvetljava v grajenem okolju nujna kot dopolnilni vir svetlobe v času, ko naravna svetloba ni na voljo (nočni čas) ali ko je le-ta nezadovoljive intenzitete (oblačno vreme).

Oblikovanje stavb na način, da je omogočen primeren nivo in kvaliteta osvetljenosti z dnevno svetlobo za vizualne naloge je dobro raziskano področje gradbene fizike, ki omogoča z upoštevanjem osnovnih pravil in ob uporabi primernih analitičnih orodij oblikovanje zelo kvalitetnega vizualnega pod-okolja. Veliko slabše pa je raziskan nevizualen oziroma biološki vpliv dnevne svetlobe na cirkadiani ritem in splošno zdravje ljudi. Ker človeško telo ločeno zaznava vizualne (čepki in paličice v očesu) in nevizualne (retinalne ganglijske celice) učinke dnevne svetlobe lahko prihaja v notranjih okoljih do nezadostne izpostavljenosti dnevni svetlobi z gledišča nevizualnih učinkov ob hkratni zadostni osvetljenosti za vizualne naloge [Košir et al., 2011].

### Vohalno pod-okolje

Kvaliteta vohalnega pod-okolja oziroma notranje atmosfere v stavbah je verjetno najbolj neraziskano in zanemarjeno področje oblikovanja notranjega okolja v stavbah kljub temu, da ima izrazite vplive na zdravje in počutje uporabnikov [Fisk, 2000]. Kvaliteta zraka v stavbah je lahko vzrok za nezadovoljstvo uporabnikov na dveh nivojih, in sicer na zaznavnem nivoju kot posledica zatohlega zraka in izvorov neprijetnih vonjav (npr.: človeški metabolizem). Drug nivo prestavlja prisotnost različnih kemičnih spojin [CR 1752, 1998], kjer primarno nevarnost predstavlja izpostavljenost strupenim snovem, ki jih človeško telo ni sposobno zaznati. Izvor nevarnih snovi v notranjem zraku so predvsem materiali vgrajeni v stavbo in opremo, slabo načrtovani ali nevezdrževani prezračevalni sistemi, nepravilno hranjene kemikalije ter naravni viri. Ker je področje vpliva kemičnih spojin, predvsem pa vpliv kombinacije različnih kemičnih spojin v notranjem okolju stavb, slabo raziskano [World Health Organization, 2000], je najbolj smiseln ukrep odstraniti vse potencialne vire iz notranjega okolja. Ob predpostavki, da so iz notranjega okolja odstranjeni vsi ali vsaj večina potencialnih virov strupenih kemikalij, lahko zaključimo, da na kvaliteto notranjega vohalnega pod-okolja v stanovanjskih in poslovnih stavbah vplivajo predvsem metabolni procesi uporabnikov ter njihove aktivnosti [Košir, 2008]. Izjemo predstavljajo okolja, v katerih takšna odstranitev ni mogoča (industrijska okolja), saj je prisotnost strupenih substanc (npr.: azbest, toluen, vinil klorid, benzen, radioaktivne snovi) posledica procesa, ki se vrši v stavbi. V takšnih primerih je potrebno izvajati ukrepe na nivoju osebnih zaščitnih ljudi, ki delajo v takšnem okolju, ter s tem zmanjšati oziroma ublažiti nezaželene posledice.

Za primerno vzdrževanje kvalitete zraka v notranjem okolju, kjer je primarni vir onesnaženja človeški metabolizem (zaznavne obremenitve) se izkaže kot zelo praktičen pristop uravnavanje koncentracije  $CO_2$ . Čeprav človeški olfaktorični sistem ni sposoben zaznati  $CO_2$ , je le-ta dokazano [CR 1752, 1998] zelo dober pokazatelj kvalitete zraka. S primerno izmenjavo zraka z zunanostjo je tako možno doseči vrednosti koncentracije  $CO_2$ , ki se ne razlikujejo od zunanjih ter jih ljudje zaznavamo kot "svež" zrak. Primerno stopnjo prezračevanja je možno doseči s tehnološko enostavnimi (npr.: ročno lokalno prezračevanje) ali sofisticiranimi (npr.: avtomatsko vodeno lokalno prezračevanje) rešitvami, vendar z različno stopnjo učinkovitosti. Pri izbiri prezračevalnega sistema notranjega okolja ni zanemarljiv tudi psihološki učinek možnosti ročnega odpiranja oken, ki uporabnikom ponuja večjo fleksibilnost uporabe in tako vpliva na njihovo učinkovitost [Heschong, 2003a].



Slika 4: Stavbni ovoj kot vmesnik med zunanjim in notranjim okoljem je možno ločiti na dva dela okarakterizirana z izrazito različnima časovnima odzivoma. Ker je za transparentni del stavbnega ovoja značilen hiter odziv, predstavlja tudi primarno polje aplikacije dinamičnih ukrepov za regulacijo notranjega okolja.

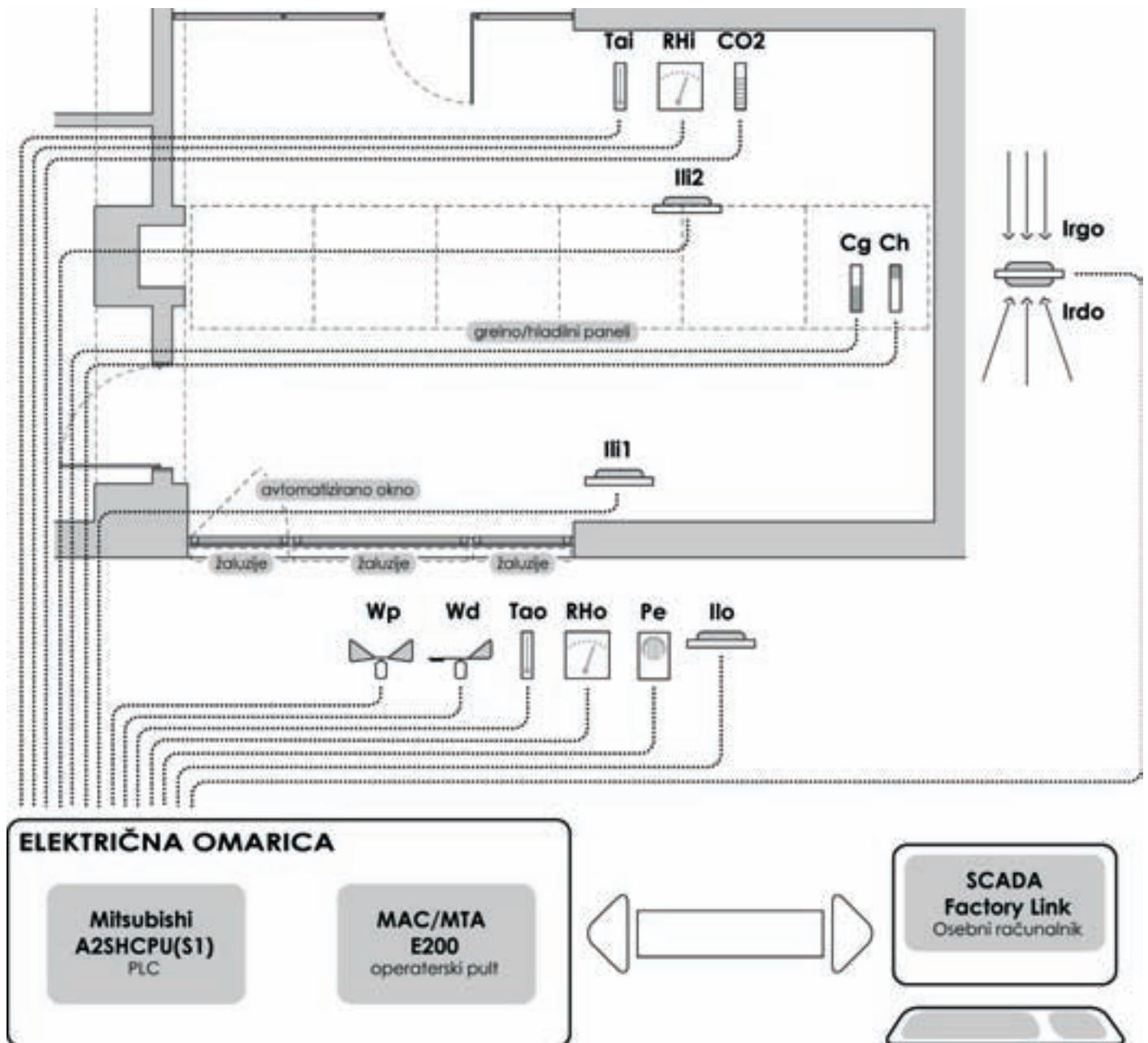
Figure 4: Building envelope represents an interface between external and indoor environments with two distinctively different temporal responses. Due to its quick response to external influences the transparent part of the building envelope is also the primary field of dynamical interventions for the regulation of internal environment.

### Stavbni ovoj – interaktivni vmesnik

Sistemi notranjega bivalno-delovnega okolja so z izmenjavo energije, snovi in informacij neločljivo vezani na zunanje okolje ter tako v konstantni dinamični interakciji z zunanjimi danostmi. Ta izmenjava se vrši preko vmesnika, ki ima vlogo zaščite in ločevanja ter hkrati posredovanja zelenih in zadrževanja neželenih vplivov iz zunanosti v notranost in obratno. Vmesnik, ki se v primeru stavb manifestira v obliki stavbnega ovoja, predstavlja element stavbe, ki omogoča interakcijo grajenega okolja z zunanostjo ter tako na splošno tudi definira obseg bivalno-delovnega okolja. Stavbni ovoj kot zaključena celota, ki objema notranji prostor in ga tako ločuje kot tudi povezuje z zunanostjo, je kulturološko izvoren ter tehnološko in klimatološko pogojen del stavbe [Canadian Architect] [Deplazes, 2008] [Krainer, 2002]. Stavbni ovoj je izrazito heterogena struktura, ki jo je možno deliti glede strukturo (transparentni, netransparentni deli), funkcijo (nosilna konstrukcija, toplotna zaščita, zaščita pred vodo, zvočna zaščita, psihofizična zaščita, ...) in pozicijo v stavbi (strehe, odprtine, tla, stene, ...).

Iz stališča obravnavanja interakcij med zunanjim in notranjim okoljem je najbolj zanimiva delitev na transparentne in netransparentne elemente ovoja (Slika 4), ki se z upoštevanjem trenutne tehnologije gradnje razlikujejo zlasti v časovni odzivnosti, transparentni deli so tako bolj in netransparentni deli manj časovno odzivni. Prvi tako omogočajo uporabnikom hiter odziv na njihove zahteve in tudi na zunanje pogoje pri prenosu energije, snovi in informacij. Za netransparentni del stavbnega ovoja pa je ob izpolnitvi zadostne toplotne zaščite značilno, da opravlja predvsem nosilno in ločevalno funkcijo (psihofizična zaščita ter zaščita pred vdorom vode in vlage). Aktivna vloga oziroma hitrost in stopnja prilagodljivosti transparentnih elementov je v veliki meri odvisna od njihove

strukture oziroma zasnove. Tako v principu gradnja na višjem tehnološkem nivoju omogoča tudi večjo prilagodljivost odprtini željam in zahtevam uporabnikov [Canadian Architect]. Pogled v konceptualno zasnovo transparentnih elementov pa odkrije, da v zadnjih 2000 letih na tem področju ni bilo večjih preskokov, saj je prihajalo le do tehnoloških izboljšav. Tako kot v preteklosti tudi dandanes osnovo zunanjega transparentnega dela stavbnega ovoja predstavljata zasteklitve in v neki obliki aplicirana sončna zaščita (Slika 4). Okno oziroma zasteklitve v sistemu stavbnega ovoja omogoča vizualni kontakt z zunanostjo, prehod sončnega sevanja v notranji prostor, pritoke oziroma odtok toplote ter izmenjavo zraka z zunanjim okoljem [Deplazes, 2008]. Senčila pa uporabnikom omogočajo regulacijo pritočev sončnega sevanja in nivoja dnevne svetlobe ter vzpostavljajo zasebnosti, ko stik z zunanostjo ni zaželen. Učinkovitost senčil pri opravljanju navedenih nalog pa je zelo močno odvisna od uporabljenega tipa (fiksna, premična) in pozicije senčila (zunaj, med stekli, v notranosti) [Deplazes, 2008] [Košir, 2008]. Oba funkcionalna sloja, združena v sistem transparentnega ovoja stavbe, tako predstavljata izrazito aktiven element interakcije notranjega okolja z zunanostjo. Funkcionalnost sistema zasteklitve in senčila je nadalje možno še dodatno razširiti s vključitvijo aktivnih sistemov za izkoriščanje sončnega sevanja (npr.: fotovoltaični moduli, solarni kolektorji) v senčilo [Košir et al., 2010], ali pa z integracijo senčila in zasteklitve (elektrokromna, gasokromna stekla) zmanjšati količino mehanskih elementov. Dinamična narava transparentnih delov stavbnega ovoja skupaj s pripadajočimi elementi senčenja zahteva za primerno delovanje vzpostavitev zadostnega nivoja regulacije. V splošnem je možno trditi, da večja kot je prilagodljivost uporabljenih sistemov, višjo stopnjo regulacije ti zahtevajo. Kljub vsemu pa je v današnjih stavbah večinoma v uporabi le ročna regulacija,



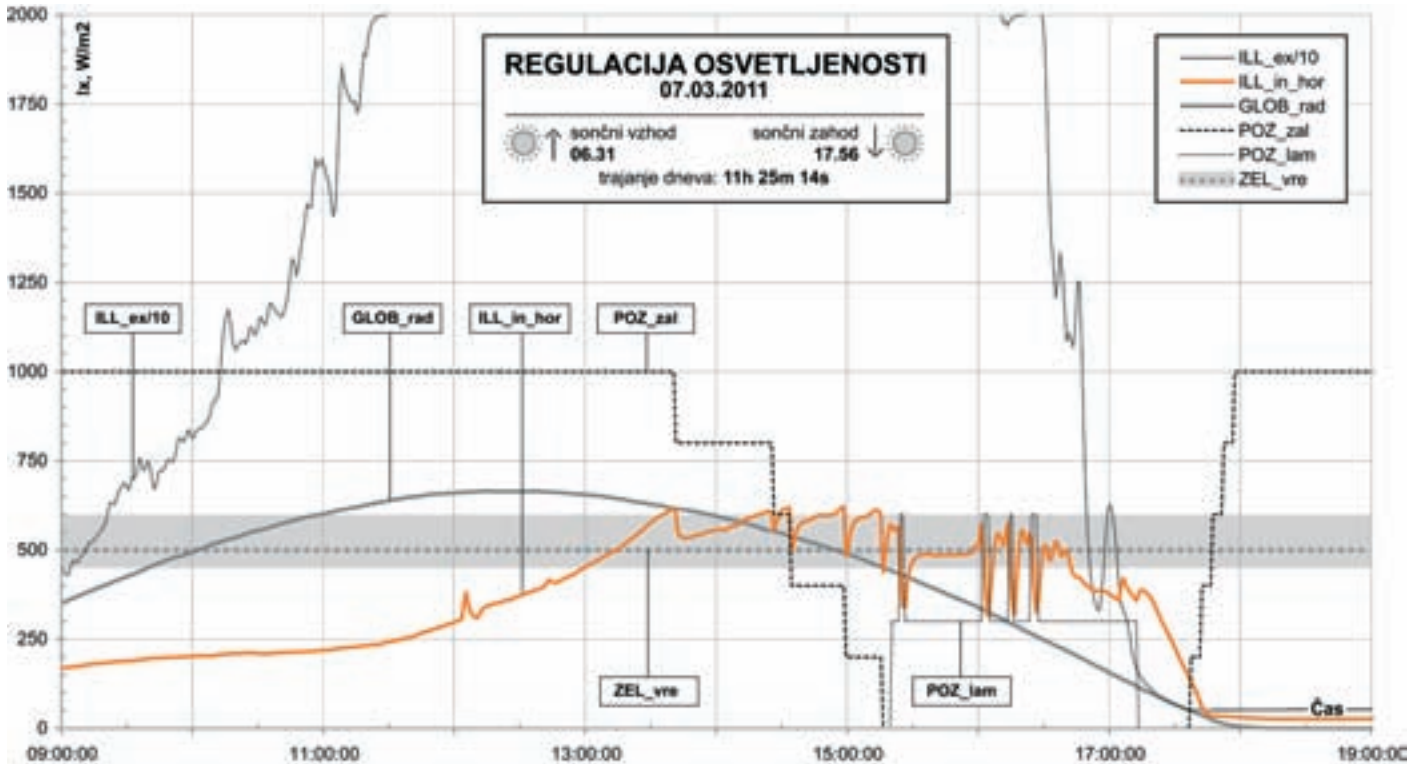
Slika 5: Shematski prikaz tlorisa kabine, senzorske mreže in osnovnih elementov IRSNO. Elementi senzorske mreže so sledeči: Ili1 in 2 – notranja osvetljenost, Tai – notranja temperatura zraka, RHi – notranja relativna vlažnost, CO<sub>2</sub> – koncentracija CO<sub>2</sub>, Cg in Ch – poraba energije za ogrevanje in ohlajevanje, Irgo – direktno sončno sevanje, Irdo – odbito sončno sevanje, Ilo – zunanja osvetljenost, RHo – zunanja relativna vlažnost, Tao – zunanja temperatura zraka, Pe – senzor padavin, Wp – jakost vetra, Wd – smer vetra.

ki ne omogoča dovolj velike fleksibilnosti niti pri kontroli stavbnega ovoja niti pri ostalih vgrajenih napravah, in se je zaradi človeške sposobnosti adaptacije na klimatske razmere izkazala kot neučinkovita oziroma premalo odzivna. Naslednji tehnološki korak v oblikovanju bolj učinkovitega stavbnega ovoja ter posledično bolj udobnega notranjega okolja je zagotoviti primeren nivo avtomatske regulacije. Takšen sistem mora pristopati k regulaciji notranjega okolja in stavbnega ovoja celovito, saj parcialne rešitve, kjer se obravnava samo del problema (npr.: ogrevanje, prezračevanje, osvetljevanje) zanemarjajo holistično naravo sistema notranjega okolja stavb.

Figure 5: Representation of the IRSNO system with its basic elements. Sensor array is comprised of the following sensors: Ili1 & 2 – internal illumination, Tai – internal air temperature, RHi – internal relative humidity, CO<sub>2</sub> – concentration of CO<sub>2</sub>, Cg & Ch – energy consumption for heating and cooling, Irgo – direct solar radiation, Irdo – reflected solar radiation, Ilo – external illumination, Rho – external relative humidity, Tao – external air temperature, Pe – precipitation detector, Wp – wind power, Wd, wind direction.

### Regulacija notranjega okolja - primer

Sistem za regulacijo notranjega okolja IRSNO uravnava lastnosti toplotnega (senčenje, hlajenje s prezračevanjem, aktivno hlajenje in ogrevanje), vizualnega (dnevna svetloba, umetna razsvetljava) in vohalnega (fiziološko pogojeno prezračevanje glede na koncentracijo CO<sub>2</sub>) pod-okolja kabine v stavbi FG na Jamovi cesti 2 [Košir, 2008]. Kabinet ima površino 38.80 m<sup>2</sup>, z zahodno orientirano zasteklitvijo skupne površine 11.40 m<sup>2</sup>, ter relativno nizko zasedenostjo prostora, saj ta znaša le 0.05 oseb/m<sup>2</sup>. Zasteklitev je deljena na šest pod-enot, pri čemer je vsaka opremljena z motorizirano žaluzijo na zunanji strani,



Slika 6: Regulacija osvetljenosti notranjega okolja kabineta v stavbi FGG dne 7.3.2011 med 9.00 in 19.00. Na grafu je prikazana zelena notranja osvetljenost z definiranimi zadovoljivimi odstopanji (ZEL\_vre), dejanska notranja osvetljenost (ILL\_in\_hor), zunanja osvetljenost deljena s faktorjem 10 (ILL\_ex/10), globalno sončno sevanje (GLOB\_rad), položaj žaluzij (POZ\_zal) ter naklon lamel (POZ\_lam).

Figure 6: Regulation of the indoor environment of the office in the FGG building during March 7th 2011 between 9:00 and 19:00. The featured graph presents internal illuminance set-point value with the defined acceptable deviations (ZEL\_vre), internal illuminance (ILL\_in\_hor), external illuminance divided by factor of 10 (ILL\_ex/10), global solar radiation (GLOB\_rad), position of blinds (POZ\_zal) and the inclination of blades (POZ\_lam).

te pa se uporabljajo za regulacijo solarnih pritokov in dnevne osvetljenosti prostora. Prezračevanje in hlajenje z prezračevanjem je omogočeno z odpiranjem motoriziranega okna, dovajanje dodatne energije za ogrevanje in hlajenje pa s pomočjo stropnih nizkotemperaturnih radiacijskih panelov. V primeru nezadostne osvetljenosti delovnih mest z dnevno svetlobo je dodatna umetna osvetlitev omogočena s šestimi stropnimi fluorescentnimi svetili. Strukturno gledano je IRsNO deljen na senzorsko mrežo, procesno enoto in nadzorni sistem (Slika 5). Jedro regulacijskega sistema je zasnovano okoli industrijskega programabilnega logičnega krmilnika (PCL), ki opravi vse potrebne spremembe stanja aktuatorjev glede na predhodno definirana pravila in želje uporabnikov. Nadzor in spreminjanje nastavitve delovanja sistema je vodeno preko standardnega osebnega računalnika in namensko oblikovane aplikacije izvedene v SCADA Factory Link (Supervisory Control and Data Acquisition & Human Machine Interface) programskem okolju. Vsi izmerjeni okoljski podatki in vsi podatki o delovanju sistema so shranjeni v zunanji Microsoft SQL bazi ter so tako na voljo za kasnejšo nadaljnjo obdelavo. IRsNO je zasnovan kot hibridni regulacijski sistem, v katerem so uporabljeni konvencionalni proporcionalno-integrirni (PI) regulatorji kot tudi napredni regulatorji na osnovi mehke logike, vse skupaj pa je med seboj povezano v obliki kaskadnega regulacijskega sistema. Prednost uporabe mehke logike v primerjavi s konvencionalnimi regulacijskimi pristopi je predvsem v bolj intuitivni izvedbi regulacijskih pravil, saj so le-ta formulirana s pogojno posledičnimi pravili v obliki "ČE", "POTEM". Takšen pristop je zelo podoben človeškemu načinu

razmišljanja in dojemanja ter omogoča matematično modeliranje lingvističnih spremenljivk kot so zelo hladno, toplo, presvetlo [Munakata, 1998]. Uporaba mehke logike za nadzor notranjega okolja v stavbah se je izkazala kot upravičena pri mnogih drugih uspešnih eksperimentalnih aplikacijah [Košir et al., 2006]. Regulirane količine notranjega okolja kabineta so horizontalna osvetljenost delovne površine (vizualno pod-okolje), notranja temperatura zraka (toplotno pod-okolje) in koncentracija CO<sub>2</sub> (vohalno pod-okolje). Funkcionalno gledano je IRsNO sestavljen iz regulacijskih zank za osvetljenost, ogrevanje, hlajenje in prezračevanje. Ker pa se regulacija posameznih parametrov notranjega okolja velikokrat izvaja z istimi aktuatorji (npr.: uravnavanje solarnih pritokov in dnevne osvetljenosti se regulira s pomočjo senčil) je potrebno obravnavati sistem celovito ter predvideti potencialne medsebojne interakcije. Takšna organizacija neizbežno pripelje do hierarhične strukture, pri kateri imajo nekateri ukrepi prednost pred drugimi. Običajno to pomeni, da sistem prioriteto izbere regulacijo tistega parametra, na katerega so uporabniki bolj občutljivi (osvetljenost, kvaliteta zraka). Tako ima prezračevanje prednost pred zmanjševanjem toplotnih izgub, saj ima slaba kvaliteta notranjega zraka negativne posledice na udobje in storilnost ter hkrati na zdravje uporabnikov. Človeški odziv na visoke koncentracije CO<sub>2</sub> je skoraj takojšen (pojav glavobola, zaspanost), pri spremembah temperatur pa prihaja do časovnega zamika zaradi inercije procesa prenosa toplote ter adaptacije človeškega telesa. Podobno je z regulacijo notranje naravne osvetljenosti, na spremembe katere so uporabniki bolj občutljivi

kot pa na temperaturna nihanja, pod pogojem da le ta niso pretirana (nihanja  $\pm 2.5$  K so za večino uporabnikov še vedno sprejemljiva [CR 1752, 1998]). Pri izbiri ukrepov oziroma aktiviranju aktuatorjev, IRsNO podobno uporabi najprej tiste ukrepe, ki so energetske bolj učinkovite. To pomeni, da se notranje lastnosti okolja najprej poskuša regulirati s PSA ukrepi, kot so senčenje ali hlajenje s prezračevanjem, šele če ti ukrepi ne dosežejo zadovoljivih rezultatov se aktivira aktivno hlajenje in ogrevanje ali umetna razsvetljava. Za zadovoljivo delovanje avtomatskega regulacijskega sistema v stavbah je poleg njegove dejanske učinkovitosti potrebno zagotoviti, da takšen sistem sprejmejo tudi uporabniki notranjega okolja. Velikokrat je lahko prav delovanje avtomatskega sistema tudi vzrok za nezadovoljstvo uporabnikov [Ruck et al., 2000]. Največjo težavo predstavljajo neprestano aktiviranje aktuatorjev (npr.: pogosto premikanje senčila, ali prižiganje luči) ter nezmožnost ročnega posega v delovanje sistema. V zasnovi IRsNO sta obe potencialni težavi rešeni na takšen način, da je ročni poseg v delovanje vedno omogočen ter ima prednost pred avtomatsko regulacijo. Prepogosto aktiviranje aktuatorjev pa je omejeno s pasovnimi območji še sprejemljivih vrednosti ter časovnimi intervali, znotraj katerih je dovoljena le ena sprememba stanja aktuatorjev. Primer takšnih pravil je definicija zelene vrednosti notranje osvetljenosti (npr.: 500 lx) z definiranimi sprejemljivimi odstopanji  $+100$  lx in  $-50$  lx, premiki senčil, rotacije posameznih lamel senčila ter prižiganje umetne razsvetljave pa so omejeni s časovnimi intervali.

IRsNO kontinuirano regulira notranje okolje kabineta v stavbi FGG od začetka leta 2009. V obdobju zadnjih dveh let se je sistem izkazal kot zanesljiv in primerno zasnovan, saj je zagotovil primerne notranje pogoje v večini primerov. Na sliki 6 je prikazana regulacija notranje horizontalne osvetljenosti prostora dne 7.3.2011 v obdobju med 9.00 in 19.00 uro. V času prikazanega eksperimenta je bila umetna razsvetljava izključena, osvetljenost je bila regulirana izključno s pomočjo premikanja senčil, zelena vrednost osvetljenosti je bila nastavljena na 500 lx z dovoljenimi odstopanji  $+100$  lx in  $-50$  lx. Vremenski pogoji so bili izrazito sončni, kar je razvidno iz meritev globalnega horizontalnega sončnega sevanja (GLOB\_rad). Zaradi zahodne orientacije prostora, ima direktno sončno sevanje vpliv na notranjo osvetljenost šele v popoldanskem času, ko preide sonce v zahodni del nebesne poloble. Med 13.00 in 17.00 je sistem zadovoljivo sledil zeleni vrednosti notranje osvetljenosti (ZEL\_vre) z občasnimi trenutnimi odstopanji, ki so posledica rotacije lamel žaluzij oziroma premikov žaluzij. Primeren nivo notranje osvetljenosti je bil dosežen z manj kot tremi premiki žaluzij v času ene ure. Na diagramu prikazana pozicija žaluzij (POZ\_zal) označuje premike šestih enot, pri čemer vrednost 1000 odgovarja stanju, ko so vse žaluzije dvignjene, vsak naslednji korak pa predstavlja spustitev ene žaluzije. Ko so aktivirane vse žaluzije imajo le-te lamele v horizontalni poziciji (POZ\_lam), kar na diagramu ustreza vrednosti 0. Rotacija lamel se izvaja v korakih od  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  do  $90^\circ$ ; slednja pomeni popolnoma zaprto žaluzijo (POZ\_lam = 900). Trenutni veliki padci, vidni na diagramu med 15.20 in 16.30 uro, so posledica nizkega vpadnega kota sonca, kar pomeni, da je sonce posijalo direktno na senzor osvetljenosti, na kar se je sistem odzval z rotacijo lamel. To je posledično pomenilo padec notranje osvetljenosti, v naslednjem koraku pa je bilo stanje ponovno korigirano. Prikazano delovanje ilustrira prednosti avtomatske regulacije, saj bi brez senčenja notranja osvetljenost narasla do zelo visokih

vrednosti, kar bi bilo za uporabnike izredno moteče. Če bi bila regulacija izvedena ročno, pa bi zaradi adaptacije uporabnikov prihajalo do zapoznelega odziva na spremenjeno stanje.

### Zaključek

Izhodišče vseh načrtovalskih intervencij predstavljenega holističnega ter sistematičnega urejenega pristopa k obravnavanju interakcij med zunanjim in notranjim okoljem ter posledično ovrednotenje vloge stavbnega ovoja je uporabnik. S tem je izpolnjen pogoj za oblikovanje zdravega, udobnega ter stimulativnega notranjega okolja ter posledično energetske bolj učinkovitega sistema, gledano ne samo na nivoju stavbe, ampak tudi na nivoju celotnega socio-ekonomskega sistema. Z razvojem in specializacijo grajenega okolja se sočasno povečujejo zahteve in pričakovanja glede kvalitete in prilagodljivosti notranjega okolja, kar pripelje do potrebe po vse bolj tehnološko naprednih stavbnih sistemih. Sistem avtomatske regulacije notranjega okolja IRsNO s pomočjo prilagajanja karakteristik stavbnega ovoja predstavlja primer nadgradnje funkcionalnosti stavbe, ki omogoča boljše bivalne pogoje, večjo učinkovitost uporabnikov ter istočasno manjšo porabo energije. Zasnovan je na predpostavkah holističnega obravnavanja notranjega okolja stavb ter izkoriščanju PSA ukrepov za reguliranje njihovega delovanja. Eksperimenti s sistemom IRsNO izvedeni v zadnjih dveh letih so pokazali upravičenost in učinkovitost sistema, saj le ta omogoča avtomatsko uskladitev uporabnikovih zahtev za osvetljevanje, ogrevanje, hlajenje ter prezračevanje ob hkratnih energetskih prihrankih

Oblikovanje notranjega delovno-bivalnega okolja s pomočjo stavbnega ovoja predstavlja osnovo graditeljstva oziroma arhitekturnega oblikovanja stavb, saj se grajeno okolje vzpostavi šele takrat, ko se širši sistem zunanjega okolja loči z neko razmejitvijo. Razmejitev oziroma vmesnik med dvema okoljema pa neizbežno postane polje interakcij bolj ali manj nasprotujočih si pogojev. Stavbni ovoj torej zagotavlja dinamično interakcijo z zunanjim okoljem ter istočasno zagotavljanje primernih pogojev v notranjem okolju. Takšna aktivna vloga stavbnega ovoja predstavlja bistvo PSA načrtovanja stavb, saj predvideva izkoriščanje izmenjave energije, snovi in informacij za doseg uporabniku prijetnega, zdravega in energetske učinkovitega notranjega okolja. Poudariti je potrebno, da je udobno in zdravo notranje okolje vedno primarnega pomena in tako bolj pomembno kot energetska učinkovitost stavbe, saj lahko le zdravi in zadovoljni uporabniki zagotovijo učinkovitejšo družbo, ki je predpogoj za vzpostavitev energetske bolj učinkovitih sistemov. Kljub temu pa se pod okriljem perečih problemov energetske krize in sprememb globalnega klimatskega okolja v arhitekturi in z njo povezanih disciplinah pojavlja parcialno gledanje na težavo učinkovitosti stavb. Kot rešitve za zmanjšanje porabe energije se pojavljajo sistemi oziroma stavbe, ki poizkušajo čim bolj zmanjšati dinamično interakcijo med notranjim in zunanjim okoljem [Krainer et al. 2008]. Primarni cilj takšnih stavb je doseči večjo energetske učinkovitost, s pomočjo vzpostavitve čim bolj stacionarnega stavbnega ovoja, kjer je interaktivnost le-tega motnja in ne prednost. Tehnološki posegi v takšnih stavbah so večinoma naravnani na zmanjšanje porabe energije brez dejanskega premisleka o vplivih na kvaliteto bivalnega okolja in zdravje uporabnikov, ki predstavlja kolateralno škodo.

Takšen pristop predstavlja ostanek redukcionističnega pogleda na naravo in človeka iz 19. stoletja, saj ne priznava kompleksne povezanosti in interaktivnosti med človekom, naravo in umetno ustvarjenim okoljem človeške družbe.

### Viri in literatura

- Ander, D. G., (2003) Daylighting: Performance and design. John Wiley & Sons, Hoboken.
- Canadian Architect The National Review of Design and Practice, Architectural Science Forum,  
[http://www.canadianarchitect.com/asf/arch\\_science\\_forum.htm](http://www.canadianarchitect.com/asf/arch_science_forum.htm) <dostop marec 2011>.
- CR 1752, (1998): Ventilation for buildings – Design criteria for the indoor environment, European Committee for Standardization, Brussels, 1998.
- Deplazes, A. (ur.), (2008): Constructing architecture: materials, processes, structures. A handbook. – 2nd ed. Birkhäuser, Basel.
- Dogrusoy, I. T., Tureyen, M., (2007): A field study on determination of preferences for windows in office environments. *Building and Environment*, Let. 42, št. 4, str.: 3660-3668.
- Evans, G. W., McCoy, J. M., (1998): When buildings don't work: The role of architecture in human health. *V: Journal of Environmental Psychology*, Let. 43, št. 1, str.: 85–94.
- Fisk, W. J., (2000): Health and productivity gains from better indoor environments and their implications for the U.S. Department of Energy. *V: Lawrence Berkeley National Laboratory*.
- Goswami D. Y. (ur.), Haggard K., Bainbridge D., Aljilani R., (2009): *Passive Solar Architecture Pocket Reference*. International Solar Energy Society, Freiburg.
- Heschong, L., (2003a): *Windows and Classrooms: A Study of Student Performance and the Indoor Environment*. Heschong Mahone Group, California Energy Commission, Fair Oaks.
- Heschong, L., (2003b): *Windows and Offices: A Study of Office Worker Performance and the Indoor Environment*. Heschong Mahone Group, California Energy Commission, Fair Oaks.
- Hubalek, S., Brink, M., Schierz, C., (2010): Office workers' daily exposure to light and its influence on sleep quality and mood. *V: Light Research & Technology*, Let. 42, št. 1, str.: 33-50.
- Košir, M., (2008): *Integralen regulacijski sistem notranjega okolja na osnovi uporabe mehke logike: doktorska disertacija*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana.
- Košir, M., Krainer, A., Dovjak, M., Kristl, Ž., (2011): Automatically controlled daylighting for visual and non-visual effects. *V: Light Research & Technology*, članek sprejt v objavo.
- Košir, M., Kristl, Ž., Krainer, A., (2006): Parametrical study of fuzzy control approaches for regulating thermal and optical flows. *V: EuroSun 2006 : Conference Proceedings*, Glasgow, International Solar Energy Society, str. 1-9.
- Košir, M., Kristl, Ž., Orel, B., Krainer, A., (2010): Shading device integrated solar collector for better utilization of renewable solar energy in buildings. *V: Renewable energy 2010: advanced technology paths to global sustainability: joint with 4th International solar energy society conference, Asia Pacific region, 27 June-2 July, 2010, Pacifico Yakahama, Yokahama Japan*. Yokahama: International Solar Energy Society, str. 1-4.
- Krainer, A., (1993): *Building Science and Environment-Conscious, Design Module 1: Design Principles, 7 Toward Smart Buildings*. European Commission TEMPUS Joint European Project JEP-1802.

- Krainer, A., (2002): Sistem, Modul 1, Konstrukcijski sklopi 1. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana.
- Krainer, A., (2008a): SUSTAINABLE? ARCHITECTURE, bioclimatic architecture, on line teaching package. SARA – Sustainable Architecture Applied to Replicable Public Access Buildings, [http://kske.fgg.uni-lj.si/Index\\_SI.htm](http://kske.fgg.uni-lj.si/Index_SI.htm).
- Krainer, A., (2008b): Passivhaus contra bioclimatic design – Dedicated to em. Univ.-Prof. Dr. Ing. habil. Dr.h.c. mult. Karl Gertis on the occasion of his 70th birthday. V: Bauphysik, Let. 30, št. 6, str.: 393-404.
- Krainer, A., Košir, M., Kristl Ž., Dovjak M., (2008): Pasivna hiša proti bioklimatski hiši V: Gradbeni vestnik, Let. 57, št. 3, str.: 58-68.
- Munakata, T., (1998): Fundamentals of the New Artificial Intelligence: Beyond Traditional Paradigms. Springer-Verlag, New York.
- Nicol, F., Roaf, S., (1996): Pioneering new indoor temperature standards: the Pakistan project. V: Energy and Buildings, Let. 23, št. 3, str.: 169-174.
- Ruck, N., Aschehoug, Ø., Aydinli, S., Christoffersen, J., Courret, G., Edmonds, I., Jakobiak, R., Kischkoweit-Lopin, M., Klinger, M., Lee, E., Michel, L., Scartezzini, J.-L., Selkowitz, S., (2000): Daylight in Buildings A source book on daylighting systems and components. International Energy Agency (IEA) Solar Heating and Cooling Programme, Energy Conservation in Buildings & Community Systems, Paris.
- Schiffman, H. R., (1996): Sensation and perception: an integrated approach. – 4th ed. John Wiley, New York.
- Sobocki, P., Jönsson B., Angst J., Rehnberg C., (2006): Cost of depression in Europe. V: Journal of Mental Health Policy and Economics. Let. 9, št. 2, str.: 87-98.
- Stoops, J. L., (2004): A possible connection between thermal comfort and health. V: Lawrence Berkeley National Laboratory.
- Szokolay, S. V., (2008): Introduction to architectural science: The basis of sustainable design. – 2nd ed., Architectural Press, Oxford.
- World Health Organization, (2000): Air quality guidelines for Europe – 2nd ed., World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.



**izvleček**

V prispevku je prikazana sodobna lesena gradnja s poudarkom na energetski učinkovitosti. Slovenija je država z visokim deležem gozdnih površin in omogoča zdržno proizvodnjo kvalitetnega lesa. Kljub temu je letna poraba lesa na prebivalca še vedno nižja od evropskega povprečja. V prispevku so opisane prednosti uporabe lesa kot gradbenega materiala in značilnosti tehnološko napredne lesene gradnje. Lesena gradnja v Sloveniji je v zadnjih letih v porastu, kar kažejo tudi izvedeni in v prispevku delno prikazani javnomnenjski raziskavi iz leta 2006 in 2011. Uporabljena metoda dela pri raziskavi je bilo zbiranje podatkov, izvedeno s CATI metodo - računalniško podprto telefonsko anketiranje. Poleg večjih podjetij se v zadnjem času pojavlja nezamisljivo število lesenih hiš, zgrajenih v lastni režiji in preko manjših obrtnikov – tesarskih delavnic. Glede na trende v drugih alpskih deželah se pričakuje, da se bo njihovo število še povečalo. Prevladujoči sistemi lesene gradnje v Sloveniji so: okvirna (panelna) konstrukcija, skeletna konstrukcija in polna masivna konstrukcija. Pojavljajo pa se tudi mešani sistemi. Proizvodni procesi in izdelki iz lesa so tudi bližje konceptu "oZdZ – od zibelke do zibelke" (C2C – cradle to cradle). V Sloveniji poteka projekt vzpostavljanja Mreže C2C v okviru evropskega programa INTERREG IVC.

**ključne besede**

lesena gradnja, les gradbeni material, sistemi lesene gradnje, vrednotenje oZdZ

**abstract**

*Paper presents contemporary wooden architecture emphasising its energy efficiency. Slovenia has extensive forests, which enable the production of high-quality wood. Slovenian wood consumption, according to official data, is relatively low compared to available wood resources, but nevertheless higher than the European average. This study focuses on the advantages of wood as a building material and the properties of technically advanced wooden buildings. Building in wood has been increasing in Slovenia in recent years. In addition to the production of bigger companies, a considerable number of wooden houses have appeared lately, constructed by the undertakings themselves and through smaller tradesmen i.e. carpentry workshops. According to trends in other Alpine regions, the percentage of construction through carpentry workshops will increase even more. The prevailing systems of timber construction in Slovenia are panel construction, wood frame construction and solid wood construction. There are also mixed systems. The production processes and wooden products are close to the C2C – cradle-to-cradle concept. In Slovenia the project of establishing a C2C network is ongoing in the scope of the European INTERREG IVC programme.*

**key words**

timber building, wood building material, structural systems, cradle-to-cradle

**Slovenija dežela gozdov**

Slovenija je srečna gozdna in lesna dežela. Odlično izobražen gozdarski kader usmerja gospodarjenje z gozdovi dosledno ekosistemsko (sonaravno), zdržno in večnamensko. Ekosistemsko gospodarjenje z aktivnim vzdrževanjem gozdnega zdravja oz. integritete gozdnih ekosistemov, ki predstavlja fundamentalno odgovornost gozdarstva, zagotavlja potrebno biološko in mehansko trdnost sestojev, omogoča realizacijo številnih ekonomskih, ekoloških in socialnih funkcij ter zdržno proizvodnjo kvalitetnega lesa [Torelli, 2010]. Zadnji podatki o slovenskih gozdovih [ZGS, 2009] kažejo, da znaša njihova površina 1.186.104 ha, od tega je 877.452 ha zasebnih in 279.865 ha državnih. V primerjavi s predhodnim letom se je površina gozdov povečala za okrog dva tisoč hektarov, gozdatost Slovenije je torej 58,5 %, delež gozdov v zasebni lasti se je povečal za 0,5 % in znaša 73,5 %, državnih gozdov je 24,4 %, ostalo so gozdovi v lasti lokalnih skupnosti. Leta 2009 je bila lesna zaloga gozdov v Sloveniji 327.458.500 m<sup>3</sup> ali 276 m<sup>3</sup>/ha. Od tega je iglavcev 128 m<sup>3</sup>/ha in 148 m<sup>3</sup>/ha listavcev. Letni prirastek slovenskih gozdov znaša 7.985.300 m<sup>3</sup> (6,74 m<sup>3</sup>/ha). Posek še naprej zaostaja za dopustnim oziroma možnim posekom, kot ga dovoljujejo gozdnogospodarski načrti (Tabela 1).

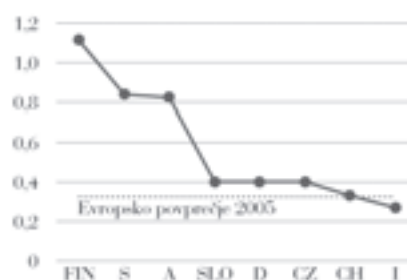
	Iglavci (m <sup>3</sup> bruto)	%	Listavci (m <sup>3</sup> bruto)	%	Skupaj (m <sup>3</sup> bruto)	%
2007	2.042.735	89	1.199.335	48	3.242.070	68
2008	2.055.341	87	1.372.031	53	3.427.372	70
2009	1.853.772	76	1.520.419	57	3.374.191	66

Tabela 1: Evidentirani posek (m<sup>3</sup> bruto) in delež letnega možnega poseka (%) v obdobju 2007-2009 [ZGS, 2010].

Table 1: Records of timber harvesting (gross cubic metres) and the share of possible harvesting (in %) in the 2007-2009 period. (Source: ZGS 2010)

V lesni zalogi slovenskih gozdov med drevesnimi vrstami prevladujeta bukev in smreka, vsaka z 32 %, sledijo jima jelka s 7,5 %, hrasti s 7,4 %, bori 5,9 %, plemeniti listavci z 4,9 % in vse druge drevesne vrste skupaj z okrog 10 %. V strukturi potencialne vegetacije je delež bukve znatno višji - 58 %, smreke le 8 % in jelke 10 %, kar kaže na nekdanje neprimerno umetno razširjanje višinske smreke na nižinska, pretežno bukova rastišča. Letna poraba lesa na prebivalca v Sloveniji znaša le 0,4 m<sup>3</sup>, v Avstriji pa kar 0,8 m<sup>3</sup> (slika 1).

Letna poraba lesa (m<sup>3</sup>/prebivalca)  
v izbranih državah EU, 2005



Slika 1: Letna poraba lesa (m<sup>3</sup>/prebivalca) v izbranih državah EU, 2005 [Mayer, Peters, 2006].

Figure 1: Annual timber consumption (m<sup>3</sup> per capita) in selected EU countries, 2005.

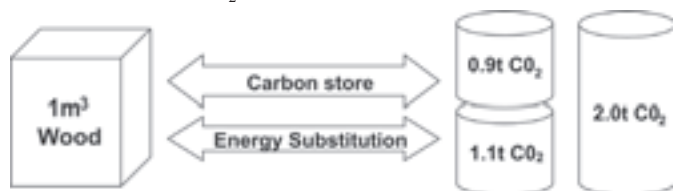
**Prednost uporabe lesa kot gradbenega materiala**

Les je prijazen okolju in je edini obnovljivi gradbeni material z izjemno čistim življenjskim ciklom. Ima ugodno razmerje med gostoto in trdnostjo, visoko površinsko temperaturo, nizko toplotno prevodnost, dobro akustiko in dobre elastične

lastnosti. Nastaja v čistem procesu fotosinteze in asimilacije ob blagodejnem vplivu na okolje, za obdelavo in predelavo je potrebno malo energije, predstavlja akumulacijo CO<sub>2</sub> in je CO<sub>2</sub> – nevtralen, drevesa in leseni izdelki lahko desetletja in stoletja skladiščijo CO<sub>2</sub>, lesne ostanke lahko uporabimo za lesna tvoriva ali kot energent. Značilnosti lesa:

Splošna dosegljivost in obnovljivost. Posek je manjši od dopustnega, določenega z gozdno-gospodarskimi načrti.

Les je naravni akumulator atmosferskega ogljika in je CO<sub>2</sub>-nevtralen. Pri sežigu odda les le toliko ogljikovega dioksida, kolikor ga je med rastjo v procesu fotosinteze sprejel iz atmosfere. Kubični meter sveže bukovine vsebuje 287 kg ogljika ali 1052 kg ekvivalentov CO<sub>2</sub>! Če z lesom nadomestimo kak drug neobnovljiv gradbeni material (beton, opeka), prihranimo še nadaljnjo tono CO<sub>2</sub> (slika 2).

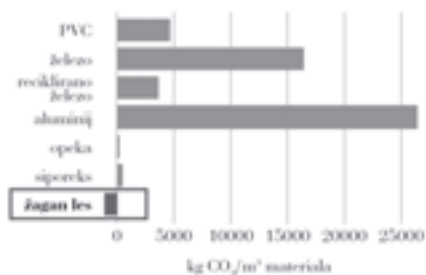


Slika 2: 1 kubični meter lesa vsebuje približno do 1 t ekvivalentov CO<sub>2</sub>. Če z lesom nadomestimo drug neobnovljiv material, lahko prihranimo dodatno tono CO<sub>2</sub> - skupaj 2 t [Gozdarski inštitut Slovenije – Mitja Piškur].

Figure 2: 1 cubic meter of timber contains approximately up to 1 ton of CO<sub>2</sub> equivalents. If a non-renewable material is replaced by timber, another ton of CO<sub>2</sub> can be saved; 2 tons in total [Slovenian Forestry Institute – Mitja Piškur].

Drevo je naravni akumulator energije, gozdovi so visokoproduktivne energijske tovarne, les je bioenergija in lesni izdelki nizkoenergijski izdelki.

Neto emisija oz. absorpcija CO<sub>2</sub> na 1 m<sup>3</sup> surovine



Slika 3: Neto emisija oz. absorpcija CO<sub>2</sub> na 1 m<sup>3</sup> surovine [CEI-Bois, 2006].

Figure 3: Net emission or absorption of CO<sub>2</sub> per 1 m<sup>3</sup> of raw material.

Nizka količina “sive” energije (angl. embodied energy, nem. graue Energie) lesa in lesnih tvoriv v primerjavi z nelesnimi materiali. Siva energija za aluminij je kar 515.700 MJ/m<sup>3</sup>, za jeklo 151 200 MJ/m<sup>3</sup> in za PVC 93.620 MJ/m<sup>3</sup>, medtem ko znaša siva energija za žagan, “zračno” sušen les iglavcev le 165 MJ/m<sup>3</sup>, za tehnično sušenega 880 MJ/m<sup>3</sup>, za vezan les 5 720 MJ/m<sup>3</sup>, za iverko 4.400 MJ/m<sup>3</sup>, za lepljene nosilce 2.530 MJ/m<sup>3</sup>, za MDF 8.330 MJ/m<sup>3</sup> in za papir 33.670 MJ/m<sup>3</sup>.

Pri lesu in lesnih tvorivih je količina sive energije v primerjavi z energijo, ki jo vsebuje les, še posebej ugodna: pri žaganem, sušenem in skobljanem lesu 15 %, pri iverkah 30 % in pri MDF še vedno le 40 % [Frühwald, 2000].

Izjemno čist in energijsko varčen “življenjski cikel”.

Enota	Skladiščenje ogljika
Hiša	10-25 t C/hiša
Lesena okna	25 kg C/okno
Lesene talne obloge	5 kg C/m <sup>2</sup>
Pohištvo	1 t C/gospodinjstvo

Tabela 2: Skladiščenje ogljika v proizvodih stanovanjske gradnje [CEI-Bois, 2006].

Table 2: Carbon storage in housing construction products [CEI-Bois, 2006].

## Prednosti in značilnosti tehnološko napredne lesene gradnje

### 1. Gradnja v skladu z načeli trajnostne gradnje

Ekološka neoporečnost in visok odstotek reciklaže vgrajenih materialov, energetsko varčna v fazi proizvodnje in uporabe (stroški obratovanja so nizki), omogoča zdravo bivalno okolje; les s svojo barvo, strukturo in vonjem pozitivno vpliva na človekovo počutje. V leseni zgradbi se prebivalci počutijo prijetno (že) pri 18-20°C, v masivni zgradbi pa šele pri 22-24°C.

Lesena gradnja omogoča bolj zdravo bivalno okolje



Slika 4: Lesena gradnja omogoča bolj zdravo bivalno okolje - sprememba deležev 2011 proti 2006 [Kitek Kuzman, 2006 in 2011].

Figure 4: Timber construction allows for a healthier living environment – change of shares in 2011 with respect to 2006 [Kitek Kuzman, 2006 and 2011].

### 2. Gradnja je prenesena iz gradbišča v proizvodno halo, kjer poteka izdelava sestavnih delov v kontrolirani klimi, zaprtih in suhih prostorih

Vsi vgrajeni materiali in polizdelki so zaščiteni pred vremenskimi vplivi, večina sestavnih delov je narejena v proizvodnji, tako je postopek gradnje na gradbišču okolju prijaznejši, saj je manj odpadnega materiala in manj prevozov na gradbišče. Možno je vpeljati sistem stroge interne kontrole kakovosti vgrajenih materialov in vseh procesov od načrtovanja do montaže. Zagotovljena je večja natančnost izdelave sestavnih delov objektov, saj kvalificirani delavci delajo po vnaprej dogovorjenih postopkih v skladu z vnaprej določenimi detajli, ki jih izvedejo strokovnjaki s specifičnimi znanji, gradnja je industrijski proizvod, podvržen mnogim notranjim in zunanjim kontrolam, ki jo izvajajo neodvisni inštituti.

### 3. Hitra gradnja

Visoka stopnja prefabrikacije skrajša čas montaže in zaključna dela lahko potekajo neposredno po montaži hiše, ki je ponavadi končana že po tednu dni. Ni potrebe po dolgotrajnem sušenju vgrajenih gradbenih materialov, zato je možna hitra vselitev takoj po zaključku finalnih del.

#### 4. Oblika zgradb je odvisna od želja naročnikov in ne od načina gradnje

Sodobna lesena hiša ustreza okoljski estetiki in življenjskemu standardu današnjega časa. Proizvajalci montažnih hiš nudijo pestro izbiro tipskih hiš, prilagajanje oblike hiše klimatskim razmeram, regionalnemu stilu gradnje, projektnim pogojem ter kupni moči, potrebam in željam bodočega graditelja, tako da ustreza individualnim pričakovanjem in ni nujno tipska. Sodobna lesena hiša ustreza potrebam po alternativnih oblikah bivanja, se hitro prilagaja ter odziva na vse tehnične in oblikovalske novosti, ima velik estetski vidik. Notranji razpored hiše je možno spreminjati in tako zagotoviti pogoje, da bo v času uporabe hiša vedno uporabniku pisana na kožo" in odgovor na njegove dejanske potrebe.

#### 5. Trajnost - dolga življenjska doba

Sodobna montažna gradnja je rezultat sožitja v zgodovini preskušanih klasičnih gradbenih tehnik z uporabo lesa in modernih postopkov industrijske izdelave, ki ob upoštevanju predpisov in standardov zagotavlja proizvod vrhunske kakovosti, narejen za več generacij. Glavni konstrukcijski material je les, ki je trajen gradbeni material, saj so lesene stavbe v preteklosti preživele stoletja. Proizvajalci dajo sedaj tudi 50 letno garancijo na konstrukcijo. Preverjanje celotnega proizvodnega procesa - projektiranje, proizvodnjo in montažo opravljajo neodvisne institucije v skladu s slovensko in evropsko zakonodajo: znak CE, RAL Gütezeichen Holzhausbau, Znak kakovosti v graditeljstvu, International QualitySeal, idr.

#### 6. Požarno varna gradnja

V primeru požara les dolgo zdrži obremenitve. Les je gorljiv, vendar primerjalno z betonom in jeklom prevzema večje požarne obremenitve. Pri gorenju ustvarja les na svoji površini zoglenelo plast kot neke vrste samozaščito. Obnašanje lesa med požarom je predvidljivo in se ga upošteva pri načrtovanju stavb.

#### 7. Potresno varna gradnja

Lahka potresno varna konstrukcija omogoča gradnjo hiš na manj nosilnih tleh in potresno ogroženih območjih.

#### Les omogoča soudeležbo pri gradnji

Ker les lahko enostavno oblikujemo, lahko številna gradbena dela opravimo sami. Tudi nadaljne adaptacije in predelave so enostavne. Sanacija lesenih objektov v primeru poplav je enostavnejša kot pri klasičnih zidanih objektih.

#### 8. Cenovno ugodna gradnja

Cenovno primerljiva s klasično gradnjo, pri primerljivih cenah za primerljivo toplotno prehodnost stene večja bivalna površina; pri enakih zunanjih gabaritih tudi do 10 % večja uporabna stanovanjska površina, fiksno dogovorjena cena, kupec prihaja v stik z enim izvajalcem, ki potem tudi jamči za celoten objekt.

#### Vrednotenje energetske učinkovite lesene gradnje "OD ZIBELKE DO ZIBELKE (oZdZ)"

Razvoj novih izdelkov na področju lesnopredelovalne industrije, ki bodo skladni tudi z načeli oZdZ (C2C) ponujajo v prihodnosti veliko možnosti in priložnosti. Proizvajalci

leseni hiš bodo postopno označevali svoje izdelke z ogljičnim odtisom in drugimi indikatorji LCA. Analiza življenjskega kroga (LCA) je analitično orodje za sistematično objektivno vrednotenje vseh bistvenih vplivov, ki jih ima izdelek na okolje v svojem življenjskem ciklu. Z njo ovrednotimo vplive na okolje pri pridobivanju surovin in proizvodnji polizdelkov ter porabo energije in emisije (v zrak in vodo) škodljivih snovi pri proizvodnji izdelka. Ovrednotimo tudi vpliv vseh vrst transporta in odpadkov-stranskih produktov v celotnem življenjskem ciklu izdelka. Medtem ko je bil na začetku razvoja analize LCA velik poudarek na okoljskih problemih, kot so acidifikacija in nitrifikacija, so v zadnjih nekaj letih prevladujoča tema toplogredni plini. Emisije toplogrednih plinov, povezane z izdelkom, imenujemo tudi ogljični odtis (ang. Carbon Footprint) po količinsko najbolj pomembnem toplogrednem plinu – CO<sub>2</sub>, ki služi kot osnovna enota. Podatki o ogljičnem odtisu postajajo v Evropi vse bolj zaželeni ali celo nujna informacija. V Franciji je na primer zakonsko sprejeto, da bodo morali proizvajalci in prodajalci z januarjem 2011 postopno označevati svoje izdelke z ogljičnim odtisom in drugim indikatorji LCA - zakonodaja v okviru Grenelle de l'environnement [Das Gupta, 2009]. Uvedba ocene življenjskega kroga (LCA) in ocene stroškov in koristi v življenjskem krogu bi pospešila javno naročanje trajnostnih objektov.

V tujini je že nekaj izdelkov iz lesa, za katere so uspeli pridobiti certifikat, ki dokazuje skladnost z načeli koncepta oZdZ (npr. podjetje TimberSIL®, kjer so z inovativno kombinacijo lesa in stekla razvili nov kompozitni izdelek z izboljšanimi mehanskimi lastnostmi). Pri konceptu "od zibelke do zibelke" (C2C-Cradle to cradle) gre za idejni premik od pristopa, ki temelji na načelu: vzemi-naredi-odloži (od zibelke do groba), do tistega, ki temelji na vzorcih, ki jih najdemo v naravi. Ciklus kroženja snovi je v idealnem primeru neskončen, obsega pa optimizirano porabo energije, karseda majhno izgubo materialov v procesu in manjšo odvisnost od surovin iz narave. Izvajanje načel "od zibelke do zibelke" temelji na ustvarjanju sonaravnih učinkovitih rešitev, ki imajo dolgoročno velik prispevek k trajnostnemu razvoju. Proizvodni procesi, zasnovani po načelih oZdZ, so preprostejši, porabijo manj energije in surovin, proizvedejo manj odpadnih materialov, ki se lahko reciklirajo in so zaradi tega cenovno bolj ugodni. Okoljsko sprejemljive materiale lažje in ceneje procesiramo, ekonomsko privlačen je tudi vidik recikliranja materialov, ki ohranjajo svojo prvotno kakovost.

V skladu z načeli koncepta oZdZ morajo proizvodni procesi in izdelki izpolniti različne zahteve:

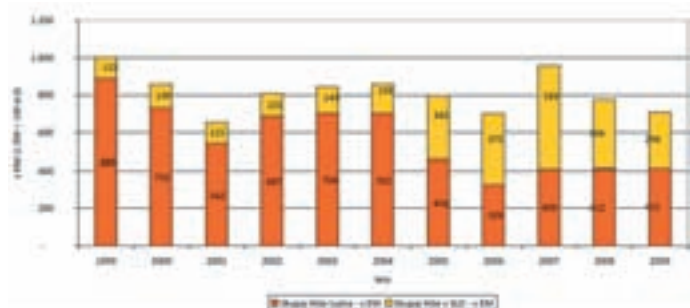
- uporabljeni materiali morajo biti popolnoma varni za ljudi, rastline in živali;
- po zaključku življenjskega kroga je izdelke mogoče preprosto razstaviti;
- sestavine izdelka se lahko uporabijo, bodisi v biosferi (ekološko recikliranje), bodisi v tehnosferi (tehnološko recikliranje), ne da bi pri se pri tem zmanjšala njihova kakovost.

V Sloveniji s tem namenom poteka projekt vzpostavljanja Mreže od Zibelke do zibelke (MoZdZ) (Dremelj, 2010), ki ga sofinancira Evropska komisija v okviru programa INTERREG

IVC. Projekt predstavlja tudi velik izziv za področje napredne energijsko učinkovite lesene gradnje.

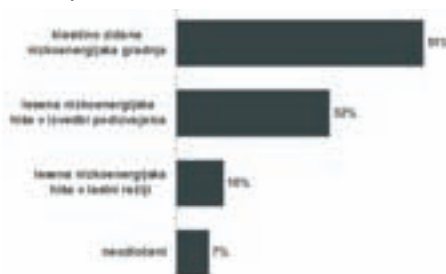
### Lesena gradnja v Sloveniji

Gradnja objektov v Sloveniji predstavlja več kot polovico gradbene dejavnosti (52,5 %), od katere je okrog tri četrtine aktivnosti namenjenih gradnji novih objektov in le manjši delež prenovi. Največji delež obstoječih stavb predstavljajo stanovanjske stavbe (43 %). Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije (2009) je razvidno, da je več kot polovico (56 %) stanovanjskih stavb zgrajenih iz opeke, 16 % je betonskih in mešanih konstrukcij, ostali materiali, med njimi tudi les, pa so zastopani v manjši meri. Kot prikaz trenda uporabe materialov v zadnjih 5 letih lahko služi delitev stanovanjskih površin za stavbe zgrajene po letu 2000 kjer je ugotovljeno, da je povečana uporaba betonskih konstrukcij +60 % in lesenih konstrukcij +35 %, upada pa uporaba kombiniranih konstrukcij. V Sloveniji je bilo leta 2009 zgrajenih 4.235 stanovanjskih stavb, od tega 183 stavb, kjer je bil pretežno uporabljen gradbeni material les [Statistični letopis, 2009]. Podatki o realizaciji montažnih hiš v letu 2009 - Sekcija slovenskih proizvajalcev montažnih hiš [GZS, 2009] kažejo, da je bilo v letu 2009 proizvedenih vseh 1.116 montažnih objektov, od tega 709 lesenih montažnih hiš, od tega prodanih doma manj kot polovica, največji delež izvoza pa predstavljajo dežele EU (Slika 5). Sekcija slovenskih proizvajalcev montažnih hiš deluje v okviru Združenja lesne in pohištvene industrije pri GZS že od leta 1999 in združuje naslednja podjetja: Jelovica hiše d.o.o., Kager hiša d.o.o., Lumar IG d.o.o., Marles hiše Maribor d.o.o., Rihter d.o.o., Riko hiše d.o.o., Rima d.o.o. in Smreka d.o.o.



Slika 5: Prodaja lesenih montažnih hiš članov Sekcije slovenskih proizvajalcev (1 EM = 140 m<sup>2</sup>) [GZS, 2009].

Figure 5: Sale of prefabricated wooden houses by the Slovene prefabricated wooden houses manufacturers.



Slika 6: "Predstavljajte si, da bi danes gradili nizkoenergijsko hišo. Za kakšno gradnjo bi se odločili?" (n=406) [Kitek Kuzman, 2011].

Figure 6: "Imagine building a low-energy house today. What type of construction would you choose?" (n=406) [Kitek Kuzman, 2011].

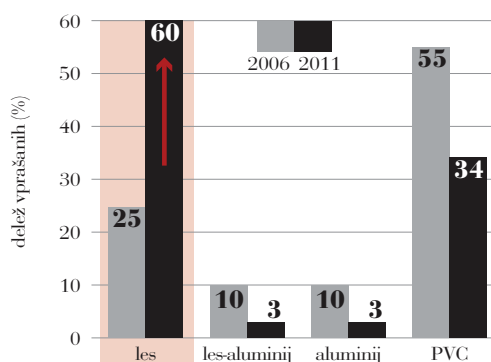
Poleg večjih podjetij se v zadnjem času pojavlja nezamenljivo število lesenih hiš, zgrajenih v lastni režiji in preko manjših obrtnikov – tesarskih delavnic, za katere pričakujemo, da se bo njihovo število še povečalo, glede na trende v drugih alpskih deželah.



Slika 7: "Za kakšen način gradnje bi se odločili?" (n=406) [Kitek Kuzman, 2011].

Figure 7: What type of construction would you choose? (n=406) [Kitek Kuzman, 2011].

### Izbira materiala za okna



Slika 8: Izbira materiala za okna [Kitek Kuzman, 2006 in 2011].

Figure 8: Selection of window material [Kitek Kuzman, 2006 and 2011].

Lesena gradnja v Sloveniji je v zadnjih letih v porastu, kar kažejo tudi izvedeni in v prispevku delno prikazani javnomnenjski raziskavi iz leta 2006 in 2011. Uporabljen metoda dela pri raziskavi je bilo zbiranje podatkov, izvedeno s CATI metodo - računalniško podprto telefonsko anketiranje. V anketi je bilo zajetih 406 oseb. Anketiranje je potekalo od 16. 5.- 3.6. 2006 in od 15.12.2010 do 22. 12. 2010 za fizične osebe po vsej Sloveniji [Kitek Kuzman, 2006 in 2011]. Vzorčni okvir je strukturiran glede na regionalno sestavo po dvajsetih statističnih regijah.

Po podatkih javnomnenjske raziskave "Ocena tržnega potenciala lesenih izdelkov in lesene gradnje" (2011) bi se dobra polovica (51 %) anketiranih odločila za klasičen način gradnje, 32 % bi se jih odločilo za leseno montažno gradnjo izvedeno s strani uveljavljenih proizvajalcev lesenih nizkoenergijskih hiš, 10 % pa v lastni režiji - tesarska izvedba (Slika 6).

Delež tistih, ki bi se odločili za leseno gradnjo je danes bistveno večji kot pred 5 leti [Kitek Kuzman, 2006]. Razliko gre pripisati spremembi mnenja javnosti v zadnjih letih, saj

je lesena gradnja bolj prepoznavna; javnost je seznanjena z njenimi prednostmi, kot so okolju prijazna gradnja, energetska varčnost, hitrost gradnje in potresna varnost (slika 7). Prav tako, danes proizvajalci razvijajo nove tipe oken, tako po dizajnu, funkcionalnosti in po izboljšavah tehničnih lastnosti, poskrbijo pa tudi za pravilno vgradnjo. Povpraševanje kupcev po varčnih U vrednostih posameznih oken je v zadnjem letu skokovito naraslo, predvsem zaradi povečanja ozaveščenosti kupcev, pa tudi zaradi podeljevanja subvencij za nizkoenergijske in pasivne gradnje (slika 8).

## Prevladujoči sistemi lesene gradnje v Sloveniji

### Okvirno-panelna konstrukcija

Pri okvirni konstrukciji sestavljajo stene leseni okviri iz stebrov in prečk različnih dimenzij. Kot zunanja in notranja obloga so lahko različne plošče (mavčno kartonske plošče, mavčno vlaknene plošče, iverne plošče, lesno cementne plošče, plošče iz lesnih vlaken, lesne plošče z orientiranimi vlakni, vezane plošče). Prostor med ploščami je zapolnjen s toplotno izolacijo (mineralna, steklena ali kamena volna, v novejšem času pa pogosto tudi naravni materiali: celuloza, volna, kokos, konoplja, bombaž). Stropne konstrukcije sestavljajo leseni stropni nosilci različnih prerezov, z obojestransko oblogo iz plošč ter izolacijo večje gostote (mineralna volna). Na mednadstropni konstrukciji je možno izvesti tudi plavajočo talno konstrukcijo za boljšo zvočno zaščito (cementni estrih). V Sloveniji je na tržišču največ ponudnikov hiš z leseno okvirno konstrukcijo.



Slika 9: Primeri izvedbe: okvirna-panelna konstrukcija, skeletna konstrukcija in masivna lesena konstrukcija [Kolb, 2008] Foto: arhiv Sekcija slovenskih proizvajalcev montažnih hiš.

Figure 9: Examples of application: wood frame structure, skeletal structure and massive timber structure (Source: Die technischen Holzinformationen der Lignum, Lignatec, Massivholzbau).

### Skeletna konstrukcija

Nosilna konstrukcija je sestavljena iz stebrov in nosilcev, ki so postavljeni na določenem rastru. Omogočajo poljubno izvedbo fasad in pregradnih sten. Stene ne prevzemajo nosilne funkcije v smislu prenosa vertikalne obtežbe, zato so možne svobodnejše zasnove. Nad ali med primarne nosilne elemente se polagajo sekundarni nosilni elementi, npr. stropovi. Obremenitve se prenašajo izključno preko nosilcev na stebre, ki so praviloma neodvisni od polnih elementov, ki zapirajo prostor, večinoma ostanejo vidni, da se leseni skelet poudari. Stene so lahko prefabricirani elementi iz lesa ali stekla (lahko tudi kombinacija materialov). Pogoste so kombinacije skeletne nosilne konstrukcije s steklenimi polnili in polnih elementov.

## Masivna lesena konstrukcija - polna konstrukcija

Pri masivnih izvedbah razlikujemo dva tipa zgradb: tiste, ki imajo stene iz masivnih tramov - brun in tiste s stenami iz lepljenih elementov.



Slika 10: Primerjava količine vgrajenega lesa za leseno in klasično gradnjo [CEI-Bois, 2006].

Figure 10: Comparison between volumes of built-in wood in the cases of timber and classical construction [CEI-Bois, 2006].

### Zaloge ogljika v večnadstropni gradnji v CO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup> bivalne površine

lesena okvirna konstrukcija	221 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>
lesena masivna konstrukcija	332 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>
opeka / beton	23 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>

Slika 11: Zaloge ogljika v večnadstropni gradnji v CO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup> bivalne površine [CEI-Bois, 2006].

Figure 11: Carbon storage in multi-storey construction in CO<sub>2</sub> equivalents per m<sup>2</sup> of residential floor plan [CEI-Bois, 2006].

Stene so navadno enostransko obložene z izolacijo in ploščami, mogoča pa je tudi izvedba brez obloge, kjer je stena iz vidnih brun, tramov ali plošč iz dezintegriranega lesa. Zunanje stene so lahko zaščitene z oblogo iz lesa ali z ometom ali obzidane s fasadno opeko. Stropne konstrukcije so navadno masivne lesene lepljene plošče ali stropni nosilci z obojestransko oblogo iz plošč in polnilom. V zadnjem obdobju se vse več izvajajo inovativne lesene masivne konstrukcije iz križno lepljenih lesenih masivnih plošč (XLam), ki imajo bolj enakomerne in boljše mehanske ter deformacijske lastnosti kot konstrukcijski elementi iz masivnega in enosmerno lepljenega lesa, predvsem v smeri pravokotno na vlakna lesa. Križno lepljene elemente sestavljajo križno zložene lesene lamele oziroma deske, ki so pod visokim pritiskom ploskovno zlepljene v večji masivni element. Za osnovno surovino se uporablja tehnično suh les iglavcev. Križno lepljenje omogoča obojesmerno nosilnost lesenih ploskovnih elementov, povečuje nosilnost in preprečuje cepitev v smeri pravokotno na vlakna lesa, poleg tega pa zagotavlja dimenzijsko stabilnost plošč, kar pomeni, da je delovanje lesa (krčenje, nabrekanje) zmanjšano na zanemarljivo vrednost. Zaradi križno orientiranih lamel lahko elementi obtežbo prenašajo v dveh pravokotnih smereh, kar omogoča njihovo uporabo tako za stenske kot stropne elemente. Hkrati se XLam plošče lahko uporabljajo kot nosilni in nenosilni elementi in dopuščajo možnost kombiniranja z jeklom, steklom in vsemi ostalimi tradicionalnimi gradbenimi materiali, s čimer ponujajo največjo možno svobodo v arhitekturi [Dujic, Žarnic, 2009].

V Londonu je bila leta 2008 postavljena najvišja lesena stanovanjska stavba na svetu, ki je bila v Veliki Britanji konec leta 2008 nagrajena s tremi prestižnimi nagradami: UK wood award

– Category: Structural, UK wood award – Category: Offsite construction in TTJ Award 2008 – Category: Achievement in Engineered Timber.

V Sloveniji je bila projektirana največja lesena zgradba, ki se bo izvajala v dveh fazah. 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 konzolni previs 8 m, kar predstavlja dodatni dosežek pri konstruiranju z lesom. Nad izvedeno prvo fazo objekta bo nadgradnja dveh poslovnih etaž, do skupne višine 14 m, kar predstavlja objekt skupne površine 3740 m<sup>2</sup> in prostornine 16.200 m<sup>3</sup> (slika 12).

V zadnjih letih se je pokazalo veliko zanimanje za nadgradnje hotelskih kompleksov term, ki potrebujejo več nastanitvenih zmogljivosti. Statična analiza hotela Terme, ki je bil zgrajen pred več kot 30 leti, je pokazala, da je obstoječa konstrukcija zmožna prenesti dodatne 3 etaže izvedene v masivni leseni križno lepljeni konstrukciji, ki doprinese zgolj 10 % dodatne lastne teže konstrukcije v primerjavi s 4-etažno obstoječo konstrukcijo. Obstoječa zidana konstrukcija je bila za potrebe potresne analize modelirana z nadomestnimi diagonalami, medtem ko je bila lesena križno lepljena konstrukcija modelirana s ploskovnimi elementi.



Slika 12: Poslovno – skladišni leseni masivni objekt v industrijski coni v Komendi, 2010.

*Figure 12: Office and warehouse building in massive timber in the Komenda industrial zone, 2010.*



Slika 13: Nadgradnja hotela Terme Čatež izvedena v masivni leseni križno lepljeni konstrukciji.

*Figure 13: Elevation of the Hotel Terme Čatež realised in a massive timber cross glued structure.*

## Sklep

Razvoj novih tehnologij lesene gradnje in nova projektantska znanja omogočajo prodor in izvedbo zahtevnejših ter večjih lesenih konstrukcij tudi v slovenskem prostoru. Les kot konstrukcijski material se poleg gradnje enostanovanjskih hiš vse bolj uveljavlja tudi na področju večetažne stanovanjske

gradnje ter na področju industrijskih in arhitekturno zahtevnejših objektov. Gradbena in arhitekturna stroka se intenzivno usmerjata v iskanje ustreznih okolju prijaznih rešitev in načinov gradnje, s katerim je moč doseči večjo energijsko varčnost in s tem povezano zmanjšanje okoljskih obremenitev.

## Viri in literatura

- AJPES, (2010): Informacija o poslovanju gospodarskih družb v Republiki Sloveniji v letu 2009.
- CEI-Bois, (2006): Tackle Climate Change. Use Wood, p.:1-5.
- Climate Change (2001): IPCC Third Assessment Report. The Scientific Basis. [http://www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/) <dostop februar, 2011>
- Dremelj, M., (2010): Od zibelke do zibelke. Revija Les Wood, letnik 62, št. 7-8, str.: 353-354.
- Dujič, B., Žarnić, R. (2009): Vrednotenje potresne odpornosti lesene gradnje. V: Gradnja z lesom- izziv in priložnost za Slovenijo Kitek Kuzman M (ur.) Oddelek za lesarstvo Biotehniška fakulteta, UL, 213-218.
- Frühwald, A., (2000): Eco balance. A new method for the ecological evaluation of wooden products. University of Hamburg, BFH.
- GZS Združenje lesne in pohištvene industrije, (2009): Kazalniki poslovanja GZS za leto 2009.
- Kitek Kuzman, M., (2006): Raziskava stališč o leseni gradnji v Sloveniji in Trendi uporabe lesa v pohištveni industriji, avnomnenjska raziskava, GATE, BF-Oddelek za lesarstvo.
- Kitek Kuzman, M., (2011): Ocena tržnega potenciala lesenih izdelkov in lesene gradnje, javnomnenjska raziskava, OZS: Alpe Adria Holz Les.
- Kolb, J., (2008): Systems in Timber Engineering. Basel. Birkhäuser, 317.
- Mayer, M. J., Peters, C. (2006): The benefits of using wood. Roadmap 2010. Rentschler, Munich: 60 (Source UNECE - analysed by M. Piskur, Slovenian Forestry Institute).
- Statistični urad Republike Slovenije, (2003): Popis prebivalstva, gospodinjstev in stanovanj Slovenije 2002, izpis izbranih križanj podatkov dobljen s popisom. Statistični letopis Republike Slovenije 2005, 44: 611 p.
- Statistični letopis 2009 ([http://www.stat.si/letopis/2010/20\\_10/20-14-10.html](http://www.stat.si/letopis/2010/20_10/20-14-10.html)).
- Das Gupta, J. (2009): Eco Indicators on every product. <http://thegreentake.wordpress.com/2009/11/30/eco-indicators-on-every-product/> <dostop februar, 2011>.
- Šijanec Zavrl, M., (2010): Trajnostne, zelene stavbe v teoriji in praksi, V : Zbornik Nove tehnologije v gradnji z lesom, Manja Kitek Kuzman (ur.), FA 16.9.2010.
- Torelli, N., (2009): Les zares, v: Gradnja z lesom - izziv in priložnost za Slovenijo, Manja Kitek Kuzman et. al.
- ZGS, (2009): Poročilo o delu Zavoda za gozdove Slovenije za leto 2009.

doc.dr. Manja Kitek Kuzman  
manja.kuzman@bf.uni-lj.si  
UL Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo

viš.pred.dr. Srečko Vratuša  
srecko.vratusa@fa.uni-lj.si  
UL FA

OBJEKTI Z JEKLENO KONSTRUKCIJO V SLOVENIJI V  
ENAINDVAJSETEM STOLETJUSTEEL CONSTRUCTED STRUCTURES IN SLOVENIA IN THE TWENTY-FIRST  
CENTURY**izvleček**

V uvodu je predstavljen kratek zgodovinski pregled gradnje jeklenih konstrukcij v svetu in predstavljene so osnovne lastnosti jekla. Osrednji del članka sestavljata opis jeklenih konstrukcij mostov in stavb z jekleno konstrukcijo, ki so jih zgradili v Sloveniji v zadnjih desetih letih. Podrobno so opisani: novi cestni most čez Ljubljano v Podpeči, cestni Puhov most čez Dravo na Ptuj, most za pešce čez Grubarjev kanal na Špici med Prulami in Izansko cesto ter dva mostova za obiskovalce Škocjanskih jam: Cerkvencov most in Mariničev most. Med novozgrajenimi stavbami so arhitekturno izstopale: kompleks odpada kovin v Pivki, razširjena konstrukcija nogometnega stadiona Ljudski vrt v Mariboru in športni park Stožce v Ljubljani, trgovsko zabavišni center Portoval v Novem mestu, počitniško naselje Nebesa v Liveku nad Kobaridom, stanovanjska hiša na Ljubljanskem barju in dva planinska bivaka. V sklepu so opisane prednosti jeklene konstrukcije, ki jo kot nosilno palično, skeletno ali okvirno konstrukcijo uporabljajo pri mnogih poslovnih, industrijskih, športnih, družbenih in stanovanjskih zgradbah.

**ključne besede**

arhitektura v jeklu, jeklena konstrukcija, slovenska arhitektura

**abstract**

*The introduction presents a short historical review of steel construction around the world. Basic information on steel and steel construction is also provided. Among Slovenia's bridge constructions: the new road bridge Podpeč (Ljubljana); the Puh road bridge in Ptuj (Drava); the pedestrian bridge at Špica in Ljubljana; and two bridges for visitors to the Škocjan caves. In steel construction, bearing steel bar structures, and frame and skeletal structures have been utilised for a number of office, industrial, sports, social and residential buildings. In terms of architecture, the outstanding new builds are: the scrap metal junkyard complex in Pivka; the enlarged structure of the football stadium in Maribor and in Ljubljana; the Portoval centre in Novo mesto; the Nebesa holiday village at Livek above Kobarid; a residential house on the Ljubljana Marshes, and two mountain huts. Among refurbished structures, the interesting ones are the old civic electricity works; structures in the southern section of the former army barracks in Metelkova Street; and the elevation of the Mathematics Department of the UL. Recently, construction with steel modular elements has become very popular again. The article concludes with a description of the advantages of the bearing steel structures described.*

**key words**

*Steel architecture, Steel structure, Slovene architecture*

S pojavom parnega stroja v sredini osemnajstega stoletja so se potrebe po kvalitetnem železu znatno povečale. Kakovost predelave železove rude se je v devetnajstem stoletju neprestano izboljševala: leta 1855 je britanski izumitelj Henry Bessemer patentiral tehniko masovne proizvodnje jekla, deset let pozneje so predstavili še nemško izboljšavo talilne peči za jeklo, Siemens-Martinov postopek. V gradbeništvu so jeklo z manj kot enim odstotkom masnega deleža ogljika, ki je primernejše za gradnjo kot kovano ali lito železo, začeli uporabljati proti koncu devetnajstega stoletja. Skoraj istočasno so gradili prvo mostno konstrukcijo, zgrajeno izključno iz jekla: železniški most preko zaliva Forth na Škotskem (1882-90), in prvi nebotičnik Home Insurance Building (1884-85) v Chicagu. Most preko zaliva Forth s skupno dolžino 2,5 kilometra sta iz jeklenih cevastih profilov načrtovala gradbena inženirja, sir John Fowler in sir Benjamin Baker. Sestavljen je iz več enot, ima dva konzolna razpona po 523 metrov, kar je še danes drugi najdaljši razpon konzolnega mostu na svetu, in je znan tudi zato, ker je konzolni del povezan le s členki [Blanc, McEvoy, Plank, 1993: 16-18]. Prvi nebotičnik, deset nadstropij visoki Home Insurance Building, je načrtoval ameriški inženir in arhitekt William Le Baron Jenney. Stavba velja za prvo ognjevarno zgradbo z jekleno okvirno nosilno konstrukcijo, sestavljeno iz stebrov in nosilcev, ki pa so bili nato zakriti z opečno fasado [Dupré, 2008: 14-15].

Kvaliteta izdelave jekla se je tudi v dvajsetem stoletju neprestano izboljševala. Prvo nerjavno jeklo so izdelali leta 1912 in je vsebovalo 11,5 odstotka masnega deleža kroma. Konstrukcijsko jeklo je železova zlitina, ki ima enakomerno kemično sestavo, z manj kot 2,5 promila masnega deleža ogljika, in točno določeno

trdoto. Jeklo se uporablja za nosilno konstrukcijo objektov, za oblikovanje notranjosti objektov in kot zunanja urbana oprema. Konstrukcijsko jeklo je v preteklem stoletju omogočilo razvoj mostov velikih razponov, gradnjo nebotičnikov, hitro postavljenih poslovnih, industrijskih ali trgovskih objektov ter streh velikih razponov brez vmesnih podpor. Postalo je gradivo, ki je prisotno v celotni arhitekturi: od palic in mrež kot armatura v betonu, kot stebri ali nosilci, kot samostojne, kompozitne ali sovprežne jeklene plošče ali kot različna pritrjevalna sredstva: žebli, vijaki ali vešalke.

Danes se v gradbeništvu in arhitekturi uporabljajo standardizirani tipi vroče valjanih prerezov (I, IPE, HEA, HEM, HEB in U profili, L kotnik), hladno oblikovanih prerezov ali varjenih prerezov, ki vsi omogočajo razmeroma enostavno izdelavo samostojnih konstrukcij. Mehko jeklo (S235, S355) se uporablja za izdelavo manj zahtevnih jeklenih konstrukcij in mehke armature za armirani beton, jeklo visoke trdnosti (S400, S500, S600 in celo do S1000) pa za zahtevnejše konstrukcije in izdelavo prednapetega betona. Za medsebojno stikovanje se najpogosteje uporabljajo zvari ali pa mehanska vezna sredstva: zakovice, čepi in vijaki.

**Mostovi**

Včasih so bili mostovi, ki so jih gradili na slovenskih cestah, le redko jekleni. Med prvimi mostovi z jekleno konstrukcijo je Stari cestni most preko Drave v Mariboru, ki so ga za promet odprli leta 1913. Sestavljen je iz treh zaporednih lokov, od katerih vsak lok meri po 42 metrov in je sestavljen iz prostorskega paličja, ki je med seboj kovičeno [Firbas, Fleisinger, Lemajič, 2003: 23-25].

Poleg mostov iz jeklenih prostorskih paličij so se v Sloveniji uveljavili tudi jekleno-betonski sovprežni mostovi. Prvi sovprežni most s konstrukcijo iz jekla in betona so zgradili na Trojanah leta 1960, le dve leti kasneje pa še dva železniška nadvoza v centru Ljubljane: na Celovski in na Dunajski cesti [Markelj, 2010]. Med najbolj poznanimi sovprežnimi mostovi je stari viadukt Peračica, zgrajen med letoma 1963 in 1966 na gorenjski hitri cesti. Most je zasnoval dr. Franci Kržič, eden redkih slovenskih gradbenih inženirjev - konstruktorjev, ki je načrtoval sovprežne mostove. Hkrati s Peračico je zasnoval tudi bližnji viadukt Lešnica (1966), nato cestni most čez Dravo pri Ruti (1970), železniški most čez Pako pri Šoštanju (1970), dva cestna mostova čez Savo Bohinjko na obvozni cesti mimo Bohinjske Bele (1978) ter cestna mostova čez Savo v Tacnu (1978-79) in pri Kranju (1980). Žal je po letu 1980 in predvsem ob intenzivni gradnji avtocest v Sloveniji po letu 1991 prevladal t.i. betonski lobi, zato so bili vsi novozgrajeni avtocestni viadukti iz armiranega betona. Prvi sovprežni most na slovenskem avtocestnem programu so zgradili šele nedavno: cestni most na razcepu pri Slivnici (2008), ki ima poligonalno izvedeno cevno ločno konstrukcijo iz ene cevi [http://www.meteorit-group.com].

Izredno zahteven projekt, čeprav oblikovno manj inovativen, je bila rekonstrukcija desnega tira železniškega mostu preko reke Save pri Litiji (1999-2000). Zaradi iztirjenja vlaka so morali desni most v celoti zamenjati, hkrati pa ohraniti njegovo geometrijo, da je ostal skladen z obstoječim mostom levega tira. Most so sestavili iz jeklenih plošč, ki so jih varili v homogeni zvarjenec na enem bregu reke ter ga postopoma narivali proti drugi brežini [Hladnik, Gruden, Jenko, 1998], [http://www.meteorit-group.com].

V zadnjih letih sta nagrade mednarodne in domače stroke prejela dva mostova z jekleno konstrukcijo. Prvi je sovprežni most za pešce in kolesarje na Ptuju (1997), ki ima inovativno zasnovano konstrukcijo iz jeklenega prostorskega paličja ter sovprežne armiranobetonske plošče in zaradi svoje izredne vitkosti deluje lahkotno in transparentno [Pipenbaher, 1997]. Drugi most je nadomestna Studenska brv za pešce in kolesarje v Mariboru (2007-08), ki je zasnovana kot jekleno prostorsko paličje, sestavljena iz treh vzdolžnih cevi ter poteka preko že prej obstoječih podpor z leseno pohodno ploskvijo [Mlakar, Markelj, 2007]. Novi cestni most preko Ljubljance v Podpeči (2007) ima nosilno prostoležečo jekleno ločno konstrukcijo ojačenim nosilcem in z armiranobetonsko voziščno ploščo [Gruden, 2007]. Tudi brv preko Grubarjevega prekopa na Špici med Prulami in Izansko cesto v Ljubljani (2008-09) je jekleno prostorsko paličje, zasnovano kot dvojni lok z odprtim trikotnim prerezom [http://www.meteorit-group.com]. V Škocjanskih jamah so za obiskovalce prenovili dva mostova: Cerkenikov most je prostoležeča prekladna jeklena konstrukcija (2001), zanimivejši je Mariničev most (2010), ki je prostorsko razgibana jeklena mostna konstrukcija, sestavljena iz med seboj tangentno povezanih ravnih delov in konstantnih krivin skupne dolžine 28 metrov [Mlakar, Markelj, 2010].

### Stavbe

V Sloveniji je stavb z vidno jekleno konstrukcijo razmeroma malo. Nekaj arhitekturno in konstrukcijsko izredno zanimivih objektov iz vidnega jekla so zgradili med letoma 1950 in 1980:

poleg industrijskih hal in športnih dvoran predvsem poslovne in trgovske stavbe. Jeklena nosilna konstrukcija je primerna za hitro gradnjo novih objektov, hkrati pa omogoča tudi velike razpone brez vmesnih podpor (stebrov), kar prispeva k večji fleksibilnosti tlorisa. Po drugi svetovni vojni so v Ljubljani ustanovili podjetje Slovenija projekt, ki se je kmalu razvilo v eno izmed vodilnih podjetij za projektiranje industrijskih obratov, novih naselij, stanovanjskih in družbenih stavb ne le v Sloveniji, temveč tudi v Jugoslaviji [Slovenija projekt: 1961]. Arhitekt Miro Gregorič je projektiral več industrijskih hal s strešno konstrukcijo iz jeklenega paličja: oblikovalnico jeklolivarne Litostroj v Ljubljani (1951), tovarno cementa Anhovo (1953) in žarilnico železarne na Jesenicah (1953). V Slovenija projektu je deloval tudi Josip Didek, ki je načrtoval več tovarn z jekleno konstrukcijo, ki je bila oblečena v horizontalne Durisol plošče: obrate železarne v Štorah, tovarno Sava v Kranju, IMV v Novem mestu in mnoge druge. Ponos jeklarske industrije v Sloveniji je postal paviljon Litostroj (1958) na Gospodarskem razstavišču, ki ga je načrtoval Marko Šlajmer. Med športnimi objekti, ki prav tako potrebujejo velike razpone, sta dominirala ljubljanska Hala Tivoli (1963-65) in ob njej zimsko kopališče Tivoli (1973-75). Proti koncu šestdesetih let je z arhitektom Milanom Miheličem začel sodelovati gradbeni inženir, konstruktor Franci Kržič. Skupaj sta zasnovala več jeklenih konstrukcij trgovskih in poslovnih stavb, nekatere izmed njih so bile nagrajene s pomembnimi arhitekturnimi nagradami: veleblagovnice Market v Osijeku (1963-67), Stoteks v Novem Sadu (1968-72) in Slovenijales v Ljubljani (1974-79), poslovno stolpnico S2 na Bavarskem dvoru v Ljubljani (1969-80) ter njej nasproti mednarodno avtomatsko telefonsko centralo (1972-78). Izredno inovativna je bila jeklena konstrukcijska zasnova Narta studia v Ljubljani (1970-72), ki jo je po ameriških vzorih arhitekturno zasnoval Miloš Lapajne. Inženir Josip Didek je v začetku sedemdesetih let zgradil tudi eno prvih enostanovanjskih stavb z jekleno konstrukcijo v Sloveniji, lastno hišo v Podbočju pri Kostanjevici na Krki.

Vidna jeklena konstrukcija je torej prevladovala v obdobju tretje četrtine dvajsetega stoletja, ki ga slovenski teoretiki arhitekture imenujejo strukturalizem ali funkcionalizem, vendar se mu morda bolj prilega izraz funkcionalistična senzibilnost, saj gre za uporabno občutljivost v arhitekturi. Konstrukcija ni imela samo uporabne vrednosti, temveč je s svojimi detajli prispevala k oblikovnemu videzu stavbe. Vidna jeklena konstrukcija je torej postala okras sami stavbi. Temu obdobju je konec sedemdesetih let dvajsetega stoletja sledila doba postmoderne arhitekture, ki je konstrukcijo skrila za fasadni plašč in jo naredila nevidno. Skoraj hkrati se je v industrijsko razvitem svetu pojavila High-tech arhitektura, arhitektura visoke tehnologije, ki pa se v Sloveniji ni razvila. Tako je šele v enaindevsetem stoletju, v dobi arhitekturnega minimalizma, nastopil čas, ko arhitekti zopet načrtujejo vidno jekleno konstrukcijo.

Danes se v Sloveniji gradi vse več stavb z jekleno konstrukcijo, ne le velikih tovarniških hal, strešnih konstrukcij preko športnih objektov ter neverjetnega števila novih trgovskih centrov, temveč tudi malih stanovanjskih enot, obnovitev starih poslopij, nadzidav ali novih modularnih zgradb. Med novozgrajenimi industrijskimi zgradbami izstopajo tudi objekti v Cementarni Anhovo, vključno z novim, preko sto metrov visokim stolpom toplotnega izmenjevalnika (2009), ki se odlikujejo po izrazito



inženirski dovršenosti ter dokazujejo prednosti natančno projektiranih in zgrajenih jeklenih konstrukcij [Pirih, Habič, Hladnik & drugi, 2009]. V biroju Dekleva Gregorič arhitekti so zasnovali kompleks odpada kovin z dvema stavbama v Pivki (2007). Obe stavbi sta povsem enakih volumnov, razlikujeta se le v gradivu, saj ima upravna stavba jekleno konstrukcijo in fasado, servisni objekt pa ima nosilno konstrukcijo betonsko. Dvojnost arhitekturne podobe je arhitekturna stroka nagradila z več nagradami: mednarodno nagrado, ki jo podeljuje Chicago Athenaeum, Museum of Architecture and Design, za najboljšo novo globalno oblikovanje v letu 2009, s Plečnikovo medaljo za leto 2008 in Zlatim svinčnikom 2009 [<http://www.zaps.si>]. Jeklene strešne konstrukcije so primerne za prekritje večjih razponov športnih objektov. Stadion Arena Petrol v Celju (2003-08) ima nad tribunami streho, sestavljeno iz dveh nosilnih stebrov, na njih pa so po 31 metrov dolgi škatlasti konzolni nosilci, ki so jih predhodno zvarili in na gradbišče pripeljali v celih kosih [Markelj, Reichenberg, 2003]. Športna dvorana malega pokritega stadion Ljudski vrt v Mariboru ima ploskovna, ločno izvedena paličja z razponom 48 metrov, ki so vzdolžno povezana s cevni nosilci [<http://www.meteorit-group.com>]. Evropsko nagrado za projektiranje v jeklu leta 2009 je prejela nova strešna konstrukcija razširjenega nogometnega stadiona Ljudski vrt v Mariboru (2006-08). Stari stadion Ljudski vrt (1960-62), ki sta ga načrtovala arhitekt Milan Černigoj in inženir Boris Pipan, ima nad tribunami 129,8 metrov dolg in 18,4 metrov visok betonski lok, ki je spomeniško zaščiten. Zato je delovna skupina, sestavljena iz dveh arhitekturnih birojev, Ofis Arhitekti in Multiplan Arhitekti, načrtovala širitev starega stadiona tako, da se nova arhitektura stadiona stare betonske konstrukcije ne dotika, hkrati pa skupaj tvorita nov, enoten prostor. Nove tribune prekriva jeklena strešna 25 metrska konzolna konstrukcija iz škatlastih zvarjencev, ki so radialno nameščeni in vpeti v betonsko tribuno. Celotna nova strešna konstrukcija stadiona ima ločno obliko strešin, ki daje objektu poseben pečat [Čeferin, 2008]. Arhitekturni biro Sadar Vuga Arhitekti je načrtoval športni park v ljubljanskih Stožicah (2007-10), ki je sestavljen iz treh osrednjih objektov: nogometnega stadiona, športne dvorane, trgovskega centra ter veliko odprtih rekreacijskih površin. Nogometni stadion je deloma vkopan, iz terena gleda le konzolna streha, ki je bila sprva načrtovana kot prednapeta armiranobetonska konstrukcija. Med gradnjo stadiona so spremenili koncept strehe in izvedena je bila jeklena strešna konstrukcija, sestavljena iz visokih, tenkostenskih zvarjenih nosilcev na osni razdalji od 3 do 3,8 metra [Jarc, 2010]. Streha športne dvorane v Stožicah je zasnovana kot lahka jeklena lupinasta konstrukcija velikih razponov: 120 metrov v dolžino, 100 metrov v širino in ima višinsko ukrivljenost 15 metrov. Primarna konstrukcija je sestavljena iz mreže votlih pravokotnih profilov, ki so med seboj varjeni, in diagonal iz okroglih cevi, ki so členkasto pritrjene na mrežo. Celotna streha je pritrjena le na obodne stebre, kjer se konstrukcija nadaljuje z jeklenimi nosilci kvadratnega prereza v nadstreške in fasado. Lupinasta konstrukcija športne dvorane tako dobi obliko školjke [Završki, 2010]. S športnim parkom v Stožicah je arhitekturni biro Sadar Vuga Arhitekti nadaljeval svoj bogat opus objektov z jekleno nosilno konstrukcijo.

Vidno jekleno konstrukcijo v Sloveniji so v arhitekturo zadnjih

letih dvajsetega stoletja zopet vpeljali prav v biroju Sadar Vuga Arhitekti in z njo začeli zaznamovati svoja dela: Gospodarsko zbornice Slovenije (1996-99), ki je prejela evropsko nagrado za projektiranje v jeklu 2001, vhodno avlo Narodne galerije (1996-2001), poslovno stavbo Arcadia (1999-2000) ter Center Mercator v Novi Gorici (2000-01), ki je prav tako prejel evropsko nagrado za projektiranje v jeklu, tokrat za leto 2003. Pri vseh omenjenih objektih z jekleno konstrukcijo so v biroju Sadar Vuga Arhitekti sodelovali s konstruktorji iz podjetja Elea iC. Prav novi veliki trgovski centri na obrobju mest imajo največkrat jekleno konstrukcijo: od zabaviščno – trgovskega centra Portoal v Novem mestu (2002-03), ki sta ga načrtovala arhitekta Janez Koželj in Jože Jaki ter je prejel evropsko nagrado za projektiranje v jeklu za leto 2005, do vseh novozgrajenih nakupovalnih središč, kakršen je center Supernova na Rudniku v Ljubljani in vseh, ki jih trenutno po Sloveniji še gradijo.

Konstrukcijsko nasprotje proizvodnim, športnim in trgovskim objektom z velikimi razponi je naselje manjših počitniških hiš v vasi Livek nad Kobaridom (2002-04). Arhitekt Rok Klanjšček je s sodelavci načrtoval skupino štirih alpskih počitniških hiš s skupnimi prostori in s hišo za lastnika. Celoten kompleks leži na terasi nad soško dolino s čudovitim razgledom na julijske Alpe, vendar v konstrukcijsko zahtevni, izrazito močni vetrovni coni in na nadmorski višini 800 metrov. Posamezne hiše manjših tlorisnih dimenzij so nanizane okoli dvorišča in so povezane le v kleti, kjer so prostori za rekreacijo: bazen, savne in fitnes. Počitniške hiše imajo tradicionalno obliko, vendar je njihova konstrukcija nekonvencionalna: kletni nivo je armiranobetonski, na njem je jeklena vidna konstrukcija. Stebri iz valjanega jeklenega profila IPE 240 so v mreži 2,7 metra in so na spodnji strani povezani z jeklenimi valjanimi profili HEA 260, na zgornji strani pa so prečno povezani z jeklenimi vezmi ter se nadaljujejo v strešne profile. Jeklena konstrukcija je vzdolžno zavetrovana z nateznimi diagonalami iz polnih jeklenih palic. Fasade hiš so v kleti kamnite in v pritličju lesene; proti dvorišču so zaprte, proti dolini pa omogočajo širok razgled [Čelik, 2007: 172], [<http://www.elea.si>].

Na slabih nosilnih tleh ljubljanskega barja sta arhitekta Domen in Jože Kušar načrtovala stanovanjsko hišo z nosilno jekleno konstrukcijo. Postavljena je na lesenih pilotih, ki jih povezujeta dva armiranobetonska pasovna temelja, na ta dva temelja je postavljenih šest votlih okroglih jeklenih cevi – stebrov, ki tvorijo prosto prehodno pritličje in šele na teh ceveh je zgrajena jeklena skeletna konstrukcija, ki kot nadstropje in mansarda služita za bivalni del hiše [Kušar, 2003].

Še manjših dimenzij je planinski bivač na Kotovem sedlu (2005), skelet iz jekla, ki ga je načrtoval arhitekt Miha Kajzelj. Bivač ima trapezoiden tloris dimenzij, 4,5 metrov dolžine in 2,8 metrov širine, ter poševno enokapno streho. Zaradi velike snežne obremenitve pozimi je konstrukcija jeklen skelet, polnjen s kombiniranimi Trimo ploščami. Celotna konstrukcija, fasada in notranja oprema bivača so vnaprej v tovarni narejeni elementi, ki so jih po delih s helikopterjem prepeljali na lokacijo, tik ob velikem balvanu, ter ga tam le postavili na podlago [Čelik, 2007: 160-61]. Podobno konstrukcijo, vendar povsem drugačno oblikovan je bivač na Grintovcu (2010) istega arhitekta, izdelan prav tako s Trimovimi elementi [<http://www.trimo.eu>]. Konstrukcijsko povsem enostaven

objekt je nova Trimova poslovna stavba, v kateri je razvojno-inovacijska podmornica, imenovana TRIP (2005-06), ki jo je zasnoval arhitekt Aleš Prinčič s partnerji. Stavba je zaradi lokacije v industrijski coni izrazito usmerjena sam vase. Za estetsko minimalistično oblikovano fasado se skriva notranjost, opremljena s sistemom inteligentne hiše in s poudarjenimi notranjimi ozelenjenimi atriji, ki osvetljujejo sklope manjših prostorov. Jeklena nosilna konstrukcija je dolga 100 metrov in je sestavljena iz tehnološko najzahtevnejših elementov, ki jih proizvajajo v sami tovarni Trimo. Veliko pozornosti so arhitekti namenili skrbno načrtovanim detaljom in za stavbo prejeli zlati svinčnik za leto 2006 in evropsko nagrado za projektiranje v jeklu za leto 2007 [Ebner, 2007].

Vedno več je torej poudarka na gradnji iz vnaprej pripravljenih delov, od manjših fasadnih elementov do popolnoma modularne gradnje večjih objektov, kakršna sta vrtca v Podpeči (2009) in Škofji Loki (2010), oba sestavljena iz modularnega montažnega sistema Trimo. Osamljeni niso niti poizkusi s sestavljanjem kontejnerjev v večje poslovne ali stanovanjske objekte, nekaj najbolj zanimivih je prikazanih v knjigi slovenskega avtorja Container Architecture [Kotnik, 2008] in Container Atlas: A Practical Guide to Container Architecture [Slawik, Bergmann, Buchmeier et al., 2010].

Jeklena nosilna konstrukcija se lahko uporablja tudi pri obnovah konstrukcij starih stavb. Pri obnovi in razširitvi stare mestne elektrarne v Ljubljani (2001-02) so nosilne opečne zidove sanirali in jih potresno ojačili z jeklenimi sidrnimi obroči, težo zgradbe pa razbremenili z izgradnjo lahkih medetažnih jeklenih sovprežnih (high bond) konstrukcij. Zunanji izgled stavbe je zaradi spomeniško varstvenih pogojev ostal nespremenjen [www.elea.si]. Pri obnovi šestih stavb na Metelkovi v Ljubljani (2000-06) so za potresno ojačitev opečnatih konstrukcij dodali betonsko jedro, veliki nadstreški ter fasada na dvoriščni strani pa imajo novo jekleno konstrukcijo [www.elea.si]. Konstrukcijsko zahtevna je bila nadzidava ter potresna in statična ojačitev armiranobetonske skeletne konstrukcije Fakultete za matematiko in fiziko v Ljubljani (2004-08). Staro armiranobetonsko konstrukcijo iz leta 1970 so porušili do prvega nadstropja, ob njej pa postavili novo jekleno okvirno konstrukcijo z medetažnimi sovprežnimi (high bond) stropi [www.elea.si].

### Sklep

Slovenija ima bogato tradicijo železarstva in jeklarstva, saj je bilo že noriško jeklo znano po vsem Rimskem imperiju. Po antiki je ostala tradicija pridobivanja železa v alpskem svetu Slovenije neprekinjena: v triglavskem predgorju, predvsem na poključnem Rudnem polju in na Jelovici so nabirali bobovec, do 3 cm velike železove kroglice, ki so podobne stročnici bobu. Bobovec so nato predelovali v manjših topilnicah železa v Bohinju, Kamni Gorici in v Železnikih, tradicija umetnostne kovaške obrti se je do današnjih dni ohranila v Kropi. Na Dvoru pri Žužemberku na Krki je v devetnajstem stoletju obratovala pomembna železarna in livarna, ki je izdelovala tudi zahtevne izdelke, med drugim so v njej izdelali prvi litoželezni most: Hrdeckega most v Ljubljani, ki do danes ostaja v uporabi in je najstarejši most s členki v Evropi. Jeklarska naselja, kot so Jesenice, Ravne na Koroškem ali Zreče, so po drugi svetovni

vojni doživela velik razcvet. Jeklarska industrija se je v zadnjih dvajsetih letih močno preoblikovala, med drugimi je nastala skupina Meteriot, ki izdeluje in gradi jeklene konstrukcije, močno se je razvila tovarna Trimo, ki presega slovenske okvire in arhitektom v svetu nudi veliko tehnološko visoko obdelanih jeklenih montažnih elementov.

Inštitut za jeklene konstrukcije kot poseben inštitut Visoke tehniške šole Univerze v Ljubljani je leta 1948 ustanovil gradbeni inženir Miloš Marinček. Kasneje se je inštitut osamosvojil in danes ga poznamo pod imenom Inštitut za metalne konstrukcije (IMK). Delo na inštitutu je usmerjeno k raziskavam in razvoju, projektiranju, nadzoru v času izdelave in montaže, preiskavam vgrajenih materialov, izdelkov in delov konstrukcij ter obremenilnemu preizkušanju konstrukcij.

Med gradbenimi inženirji je izstopal Franci Kržič, ki je z inovativnimi rešitvami jeklenih gradbenih konstrukcij v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja pripomogel k atraktivnim rešitvam arhitekturnih objektov. Danes med gradbenimi inženirskimi podjetji izstopa Elea iC, ki se lahko pohvali z velikim številom uspešno zasnovanih konstrukcij.

V arhitekturi na ozemlju Slovenije so jeklo začeli uporabljati v času po drugi svetovni vojni, še posebej med letoma 1950 in 1980. Arhitekturno delovanje je bilo tedaj izredno zanimivo, saj je nastalo nekaj konstrukcijsko izredno zanimivih objektov v povezavi armiranega betona in jekla, zato obdobje vidne konstrukcije lahko imenujemo tudi doba funkcionalistične senzibilnosti, oziroma uporabna občutljivost v arhitekturi. Ponos jeklarske industrije v Sloveniji po drugi svetovni vojni je najprej postal danes žal popolnoma spremenjeni paviljon Litostroj na Gospodarskem razstavišču. V sedemdesetih letih dvajsetega stoletja je arhitekt Milan Mihelič skupaj s konstruktorjem Francijem Kržičem načrtoval več jeklenih konstrukcij stavb, nekatere izmed njih so bile nagrajene s pomembnimi arhitekturnimi nagradami. Izredno sodoben je bil Narta studio, delo arhitekta Miloša Lapajnet, z deloma vijačeno in deloma varjeno jekleno konstrukcijo.

Po času arhitekture funkcionalistične senzibilnosti je šele v enaindevajsetem stoletju nastopil čas, ko arhitekti zopet načrtujejo vidno jekleno konstrukcijo. Jeklena konstrukcija dovoljuje arhitektu večjo svobodo izražanja z manj omejitvami in s tem ustvarjalnejše načrtovanje: več možnosti za tvorjenje najbolj zahtevnih oblik, za bogato izrazno podobo, uspešno kombinacijo s sodobnimi gradivi in neomejeno uporabo barv. Konstrukcija v jeklu omogoča velike razpone brez vmesnih stebrov, je lahka in vitka, posledično pa je stavba transparentna in ima možnost naravne osvetlitve. Takšna stavba lahko izraža elegantno enostavnost, funkcijo ali značilno identiteto tako naročnika kot arhitekta. Vse naštete lastnosti so zaželeno tako med arhitekti, kot med naročniki.

Vidna jeklena konstrukcija zahteva veliko natančnost vseh sodelujočih: naročnika, arhitekta, konstruktorja in izvajalca del. Arhitekt in konstruktor morata že od najzgodnejše faze načrtovanja nenehno medsebojno sodelovati, saj le tako lahko dosežeta enostavno, funkcionalno, optimalno, torej najbolj celovito rešitev konstrukcije, ki naj omogoči tudi najboljši prostorski učinek stavbe. Načrtovanje s sodobnimi računalniškimi programi omogoča natančen izris jeklene konstrukcije v treh dimenzijah, projektiranje in računanje

takšne konstrukcije je funkcionalno in enostavnejše, vendar vnaprej premišljeno do potankosti, saj načrti zahtevajo veliko število detajlov jeklene konstrukcije: za center Portoval v Novem mestu so izrisali preko 400 različnih jeklenih detajlov. Izvajalec del lahko izdelava jekleno konstrukcijo hitro in uspešno, enostavna in brez večjih napak je zato tudi gradnja oziroma montaža predhodno izdelanih elementov iz linijskih nosilcev ali sestavljenih konstrukcij.

Linijske nosilce, pri katerih je ena dimenzija bistveno večja od ostalih dveh, se sestavlja v zahtevnejše konstrukcijske sisteme. Najpogostejši konstrukcijski sistemi jeklenih konstrukcij so ravninska in prostorska paličja, skeletne in okvirne konstrukcije ter konzolne konstrukcije. Med linijske nosilce sodijo horizontalni in poševni nosilci ter stebri. Jekleno skeletno konstrukcijo so zgradili tako na Ljubljanskem barju in služi kot stanovanjska hiša, kot tudi pri prefabriciranih gorskih bivalih in pri nadzidavi Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani. Jeklene okvirje so uporabili pri gradnji počitniškega naselja Livek na dolino reke Soče. Primer jeklenega ravninskega paličja je mala pokrita dvorana športnega parka v Mariboru, prostorsko paličje pa so postavili kot streho nad športno dvorano v Stožicah. Konzolne konstrukcije so uporabili pri gradnji pokritih tribun na nogometnih stadionih v Celju, v mariborskem Ljudskem vrtu in na ljubljanskih Stožicah.

Temelji in temeljne plošče stavb so običajno armiranobetonski, vendar so zaradi manjše lastne teže celotne jeklene konstrukcije dimenzionirani na manjšo obremenitev, torej zahteva jeklena konstrukcija manjše stroške temeljenja. Jekleno konstrukcijo postavljajo kvalificirani delavci, ki so dražji od nekvalificirane delovne sile, a gradnja konstrukcije je hitrejša, saj je v veliki meri neodvisna od vremenskih pogojev in traja manj časa kot gradnja v armiranem betonu, zato so celotni stroški gradbišča manjši. Gradnja jeklene konstrukcije je sorazmerno hitra, stavba je takoj vseljiva, zato je takšna konstrukcija izjemno primerna za industrijske hale in trgovske centre, kjer je obratni tok denarja najbolj potreben in viden. Skoraj vsi trgovsko - nakupovalni centri, ki so v zadnjih letih zrasli kot gobe po dežju po Sloveniji, imajo jekleno konstrukcijo: od Centra Mercator v Novi Gorici, Supernove v Ljubljani, do Portovala v Novem mestu, od Izole in Jesenic do Lendave in Črnomlja.

Vendar mora imeti vidna jeklena konstrukcija kvalitetno izvedene spoje, če naj ti postanejo okras sami konstrukciji oziroma stavbi. Spoj med posameznimi deli konstrukcije so lahko kovičeni, vijačeni ali varjeni. Kovičenje je najstarejši način spajanja posameznih jeklenih konstrukcij in se ga danes pri novozgrajenih konstrukcijah ne uporablja več. Vijačenje se uporablja za povezovanje jeklene konstrukcije z betonsko, za spoje, kjer je zaželena razstavljiva zveza, za razmeroma hitro montažno gradnjo ali za gradnjo na višini. Najzanimivejši primer vijačene konstrukcije je kupola športne dvorane v Stožicah. Tretja možnost spajanja jeklenih konstrukcij je varjenje, ki so bolj estetsko, saj stikov med posameznimi elementi večinoma skoraj ni opaziti, vendar morajo biti natančno izvedeni. Varjenje so uporabili tako pri postavitvi jeklenega nadstreška pri športni dvorani v Stožicah, kot tudi pri jeklenih konzolnih nosilcih strehe nad nogometnim stadionom v Stožicah. Danes se v slovenskem gradbeništvu pri izdelavi konstrukcij v večini primerov uporabljajo prav varjeni stiki, ki se lahko avtomatsko izdelajo že v delavnici ali ročno varijo na gradbišču.

Konstrukcije iz jekla so za gradnjo zahtevne, saj potrebujejo poleg projektantskega znanja gradbenika in razumevanja arhitekta ter vizije investitorja tudi skoraj centimetrsko natančnost izvajalcev. Vsaka nenatančnost izdelovalcev konstrukcije se opazi, saj je ne zakrivajo debele plasti ometov. Dolge ravne linije žal postanejo sumljivo zgrbančene, neprimerno je slikanje detajlov varjenih spojev ali stikov.

Pritrjevanje sekundarne konstrukcije za zvočno in toplotno izolacijo ter fasadnih elementov na primarno konstrukcijo je enostavno, večinoma vijačeno, prav tako je enostavno tudi vodenje in prilagajanje različnih instalacij. Konstrukcije iz jekla imajo po končani gradnji možnost velike prilagodljivosti: enostavno je dograjevanje ali ojačevanje konstrukcije, spreminjanje tlorisa ali konstrukcije, prav tako je nezapletena tudi demontaža. Pokrita dvorana v Stožicah bo tako naknadno dobila akustično izolacijo, ki naj bi pripomogla k boljši zvočni kakovosti dvorane in njene uporabe za koncerte.

Vzdrževanje jeklenih konstrukcij je v današnjem času preprosto, z dobro predvidljivimi stroški, in dolgo življenjsko dobo. Najboljši primer dolge življenjske dobe je litoželezni Hrdeckega most preko Ljubljanice v Ljubljani, prvič postavljen na mestu današnjega Čevljarskega mostu (1867), nato prestavljen k mrtvašnici (1931) in danes ponovno sestavljen v podaljški Hrenove ulice (2011).

Z najnovejšo tehnologijo so uspešno rešili tudi včasih težavno protipožarno in protikorozijsko zaščito jekla. Varnost jeklenih konstrukcij je danes zagotovljena s homogenim materialom, ki je podvržen strogi kontroli kvalitete pred vgrajevanjem, vidni stiki konstrukcije pa omogočajo enostavno pregledovanje tudi med uporabo. Konstrukcija ima veliko sposobnost prevzemanja izjemnih obtežb, kakršna sta potres ali eksplozija.

Čeprav je izdelovanje jekla energetsko potratno, okoljevarstveni vidik jeklenih konstrukcij ni zanemarljiv. Objekte z jekleni konstrukcijo gradimo na okolju prijaznem gradbišču z manj hrupa, manj prahu in na manjšem gradbišču, prevoz je preprostejši, enostavna je tudi morebitna prestavitev objekta. In ne nazadnje: danes je več kot 50 odstotkov jeklenih konstrukcij narejenih iz recikliranega jekla in tudi takšno konstrukcijo lahko ponovno recikliramo. Z vidika trajnostnega razvoja je jeklo gradivo, ki ga lahko recikliramo in nato ponovno uporabimo. Je trajno gradivo, vendar tako kot vsa druga gradiva, tudi jeklene konstrukcije potrebujejo skrb in nego. Cena jeklene konstrukcije je zaradi hitrejšega gradnje, manjših temeljev in lažjega pritrjevanja dodatnih elementov na konstrukcijo konkurenčna armiranobetonski gradnji.

Jeklena konstrukcija omogoča fleksibilnost, velike razpone, razgibanost, drznost, zračnost, uporabnost prostora ter visoko estetski in sodobni izgled, a je hkrati zahtevna. Skeletno jekleno konstrukcijo so pred petdesetimi leti načrtovali predvsem za gradnjo novih industrijskih hal, ki zahtevajo hitro gradnjo in možnost fleksibilnosti tlorisa, ter športnih objektov, ki potrebujejo velike razpone, brez vmesnih podpor. Danes imajo novi, veliki trgovski centri na obrobju mest največkrat jekleno konstrukcijo, saj ta prinaša prednosti pred drugimi gradivi: predvsem kratek čas gradnje, večje razpone ter zato tudi večjo fleksibilnost tlorisa. Jeklene konstrukcije danes uporabljamo tudi za individualno stanovanjsko gradnjo, za modularno gradnjo in za prenove konstrukcij starih stavb.

V članku je prikazan pregled najznačilnejših objektov z jekleno

konstrukcijo v Sloveniji s poudarkom na najvidnejših primerih trajnih stavb iz slovenske arhitekture zadnjega desetletja. Spremenljivost, trajnost, hitrost in enostavna gradnja so bili glavni razlog za uporabo jekla kot osnovnega konstrukcijskega gradiva. V času arhitekturnega minimalizma postaja jeklo vedno bolj uporabljeno gradivo, vendar naj zato ne postane arhitektura monotona ali dolgočasna. Spomnimo se časa secesije, ko so z železom bogato okrasili secesijske ograje in nadstrešnice. Arhitektura stavbe mora biti funkcionalna, njena konstrukcija pravilno zasnovana, a hkrati naj bo stavba tudi oblikovno privlačna.

**Zahvaljujem se dr. Borutu Bundari ter g. Gregorju Grudnu iz Inštituta za metalne konstrukcije za sodelovanje, dr. Franciju Kržiču za pripoved o njegovem delu in dr. Miroslavu Preglju za nasvete.**

### Viri in literatura

- Blanc, A., McEvoy, M., Plank, R., (1993): *Architecture and Construction in Steel*. The Steel construction institute, E. & F.N. Spon, London.
- Čeferin, P. (2008): *Football stadium, Maribor*. V: A10 Sep/oct 2008, str.: 23.
- Čelik, M., (2007): *New Architecture in Slovenia* Wien. Springer, New York.
- Dupré, J., (2008): *Skyscrapers*, Black Dog & Loventhal Publishers, New York.
- Ebner, M., (2004): *Jeklo – material prihodnosti*. V: Remec, Č., Ebner, M., Mur, R.: *Združenje kovinske industrije Jeklene konstrukcije*. GZS, Združenje kovinske industrije, Ljubljana, str.: 6-19.
- Ebner, M., (2007): *Trimo Razvojno-Inovacijska Podmornica*. V: Informa, št. 15, str. 10-11.
- Elea iC, [http://www.elea.si/projekti\\_01.htm](http://www.elea.si/projekti_01.htm), <dostop februar 2011>.
- Elea iC, <http://www.elea.si/gradbene-konstrukcije/pocitnisko-naselje-livek>. <dostop september, 2010>.
- Firbas, I., Fleisinger, P., Lemajič, U., (2003): *Mariborski mostovi : gradbeništvo, arhitektura, raziskovalna naloga, Srednja gradbena šola Maribor, Maribor*.
- Gruden, G., (2007): *Novi most čez Ljubljano v Podpeči*. V: *Gradbenik*, december 2007, str.: 22-23.
- Hladnik L., Gruden, G., Jenko, E., (1998): *Projektiranje novega železniškega mostu čez Savo pri Litiji v skladu s predstandardi Eurocode*, V: Saje F., Lopatič, J.: *Zbornik 20. zborovanja gradbenih konstruktorjev Slovenije*, SDGK, Ljubljana, str.: 49-56.
- Jarc, U., (2010): *Nogometni stadion Stožice* V: Lopatič, J., Markelj, V., Saje F.: *Zbornik / 32. zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije*, SDGK, Ljubljana, str.: 141-147.
- Kotnik, J., (2008): *Container Architecture*. Links Books, Barcelona. kovinske konstrukcije, <http://e-konstrukcije.si>, <dostop januar 2011>.
- Kušar, D., (2003): *Jeklena stanovanjska hiša na Ljubljanskem barju*. V: Saje F., Lopatič, J.: *Zbornik 25. zborovanja gradbenih konstruktorjev Slovenije*, SDGK, Ljubljana, str.: 283-288.
- Markelj, V., (2010): *Sovprežne konstrukcije na slovenskih cestah*. V: *Zbornik referatov / 10. slovenski kongres o cestah in prometu*, Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije, Ljubljana, str.: 1156-57.
- Markelj, V., Reichenberg, B., (2003): *Nogometni stadion v Celju*. V: Saje F., Lopatič, J.: *Zbornik 25. zborovanja gradbenih konstruktorjev Slovenije*, SDGK, Ljubljana, str.: 257-260.
- Meteorit-group, [http://www.meteorit-group.com/meteorit\\_reference.htm](http://www.meteorit-group.com/meteorit_reference.htm) <dostop februar, 2011>.
- Mlakar, R., Markelj, V., (2007): *Studenška brv, Most za pešce in kolesarje preko reke Drave v Mariboru*. V: Lopatič, J., Markelj, V., Saje F.: *Zbornik 29. zborovanja gradbenih konstruktorjev Slovenije*, SDGK, Ljubljana, str.: 83-90.
- Mlakar, R., Markelj, V., (2010): *Mariničev most v Škocjanskih jamah projekt in izgradnja*. V: Lopatič, J., Markelj, V., Saje F.: *Zbornik / 32. zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije*, SDGK, Ljubljana, str.: 101-112.
- Orbanić J., (2007): *Jekleni mostovi in prepusti na slovenskih progah*. V: *Gradbenik*, december 2007, str.: 24-25.
- Pipenbaher, M., (1997): *Most za pešce in kolesarje preko reke Drave na Ptuj*. V: Saje F., Lopatič, J.: *Zbornik 19. zborovanja gradbenih konstruktorjev Slovenije*, SDGK, Ljubljana, str.: 51-58.
- Pirih, M., Habič, T., Hladnik, L., Sapundžič, I., Mur, R., Murgeli, E., (2009): *Med najvišjimi zgradbami v Sloveniji*. V: Lopatič, J., Markelj, V., Saje F.: *Zbornik 31. zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije*, SDGK, Ljubljana, str.: 77-84.
- Slawik, H., Bergmann, J., Buchmeier, M., Tinney, S., (2010): *Container Atlas: A Practical Guide to Container Architecture*. Gestalten Verlag, Berlin.
- Slivnik, L., (2010): *Zgradbe z železno oziroma jekleno konstrukcijo v Sloveniji*. V: AR, 2010/1, str.: 38-45.
- Slovenija projekt, (1961): *Slovenija projekt 1946-1961*. Slovenija projekt, Ljubljana.
- Trimo, <http://www.trimo.eu/references> < dostop februar 2011>.
- Završki, M., (2010): *Projekt gradbene konstrukcije športne dvorane Stožice*. V: Lopatič, J., Markelj, V., Saje F.: *Zbornik / 32. zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije*, SDGK, Ljubljana, str.: 131-140.
- Zbornica za arhitekturo in prostor Slovenije, [http://www.zaps.si/index.php?m\\_id=Primorska](http://www.zaps.si/index.php?m_id=Primorska), < dostop februar 2011>.

# PROSTOR IZLOŽBE KAO PRETEČA INTERNETA

## EXHIBITION SPACES AS PREDECESSORS OF THE INTERNET

### izvleček

Članak donosi kratak povijesni pregled tržnog i izložbenog prostora namjenjenog okupljanju i razmjeni zamisli, dobara, znanja. Tipovi tih prostora mijenjaju se paralelno s razvojem civilizacije i kulture; od lokalnih okupljanja ritualnog karaktera preko sajмова i izložaba do svjetske izložbe i Interneta globalnih razmjera. Kroz tekstove suvremenika istražuje se i uspoređuje prostorna organizacija fizičkog prostora Svjetske izložbe i virtualnog prostora Interneta čije su prednosti i mane objašnjene doživljajnim karakteristikama. Za razliku od fizičkog, u virtualnom načinu okupljanja izostaje velik dio osjetilnog iskustva pa bez obzira što je analiza doživljajnih karakteristika dovela do spoznaje da je svjetska izložba bila preteča Interneta, digitalna prisutnost Interneta neće zamijeniti svjetske izložbe već ta dva prostora žive paralelno, međusobno se isprepliću i nadopunjuju.

### ključne besede

tržni prostor, prostor izložbe, svjetska izložba, Internet

### abstract

*The article is a brief historical review of the market and exhibition place intended for assembling and exchange of ideas, goods and knowledge. The types of these spaces change in parallel with the development of civilisation and culture, from local gatherings of ritual character through fairs and shows to world exhibitions and Internet of global dimensions. Through the texts of contemporaries, investigations and comparisons are made of the spatial organisation of physical space at the World Exhibition and the virtual space of the Internet, whose advantages and drawbacks are explained by experience-linked features. Unlike physical meetings, virtual gatherings lack a great deal of sensory experience. Although the analysis of experience-linked features led to realisation that the World Exhibition was a precursor of the Internet, the digital presence of the Internet will not replace the World Exhibition; both these places exist in parallel, and interlock and complement each other.*

### key words

market place, exhibition place, world exhibition, Internet

Razmjena dobara i usluga je jedan od najstarijih oblika ljudske djelatnosti iz čega se razvija današnja trgovina. Kao i za svaku djelatnost i interakciju, i trgovanju je potreban prostor te su se kroz vrijeme razvila tri tipa: tržni prostor, izložbeni prostor i prostor Interneta. Tržni prostor je u prvom redu fizički prostor koji može biti otvoren ili zatvoren, na ili u kojem se odvija trgovačka razmjena dobara i usluga. Pored prodaje dobara izmjenjuju se znanje i informacije, što tom prostoru daje i edukacijsku komponentu. Prostor izlaganja prvenstveno je fizički prostor koji može biti otvoren ili zatvoren, a na ili u kojem se prezentiraju pojedina dobra, tehnička i umjetnička dostignuća i djela nacija, pojedinaca, kompanija. Prostor izlaganja je prostor prezentacije što je ekstenzija trgovačke funkcije, ono što bi danas popularno zvali marketing. Pri tome se također izmjenjuju znanja i informacije. Pojavom Interneta stvara se virtualni prostor u kojem se prožimaju sve ljudske djelatnosti neusporedivom brzinom u odnosu na fizički prostor. Tako i prostor trgovanja, prezentacije i izlaganja uz snažnu globalnu interakciju ulazi u sferu virtualnog.

Članak donosi kratak povijesni pregled razvoja tržnog i izložbenog prostora iz kojeg je potekla Svjetska izložba. Osnovna razlika između tržnog i izložbenog prostora jest njihova fizička prisutnost, u odnosu na virtualnu sferu Interneta. Po svojem dosegu, tržni prostor je lokalnog dok je izložbeni prostor, evoluiran u Svjetsku izložbu, i prostor Interneta globalnog karaktera. Mjera globalnosti pokazuje ukupnost ljudskog postignuća na i Svjetskoj izložbi i na Internetu. U članku se kroz tekstove suvremenika istražuje i uspoređuje prostorna organizacija Svjetske izložbe kao predstavnika fizičkog prostora globalnog mjerila, te Interneta kao

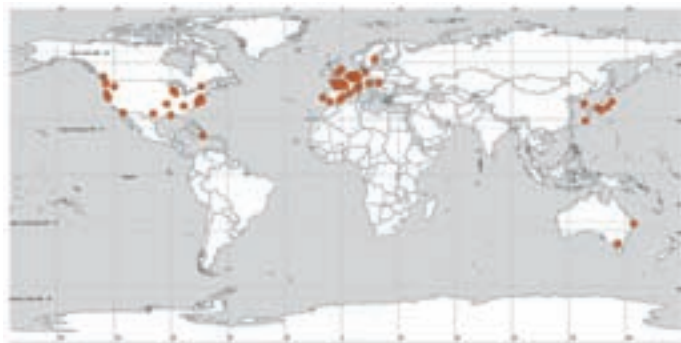
predstavnika virtualnog prostora globalnog mjerila. Doživljajne karakteristike suvremenika svjetskih izložbi i suvremenika Interneta objašnjavaju prednosti i mane prostorne organizacije oba prostorna fenomena te tako potvrđuju njihov zajednički nazivnik.

### Povijesni pregled prostora okupljanja za razmjenu zamisli, dobara, znanja

Prostor okupljanja za razmjenu zamisli, dobara, znanja razvija se paralelno s civilizacijom i kulturom. Njegov začetak nalazimo u pretpovijesnim civilizacijama kada se zajednica spontano okupljanja na otvorenom te održavala rituale. Prvi svjesni pokušaji oblikovanja zatvorenih prostora javnog okupljanja su hramovi kulture južne Mezopotamije koji datiraju iz zadnjih stoljeća 4. tisućljeća pr. n. ere. Slijede primjeri hramova egipatske kulture za koje je karakteristično da unutrašnjost nije bila dostupna puku. Okupljanje i razmjena dešavala se na otvorenom prostoru oko hrama koji, osim blizinom izgrađene sakralne građevine, nije bio prostorno definiran.

Agora, trg za slobodnu duhovnu i materijalnu razmjenu među ravnopravnim ljudima, javlja se u gradovima antičke Grčke. Nastajanje agore predstavlja jedinstven događaj u povijesti čovjeka kakvog nisu poznavale dotadašnje visokorazvijene kulture Orijenta jer ona postaje jedinstveno središte društveno-političkog, kulturnog i trgovačkog života polisa [Milić, 1994: 97, 265]. Agoru djelomično okružuju portici, vijećnica, kazalište, javna fontana, gimnastičke dvorane, hramovi, stoe. Trgovina se odvijala u dućanima ili na štandovima između kolonada koje su okruživali ansambl spomenutih tipova zgrada.

Period rimske kulture karakterizira gradnja niza novih tipova



Slika 1: Paralelni prikaz rasporeda i gustoće SI-i te postotka stanovništva koji se koristi Internetom, na karti svijeta, [autor, autor na osnovi: <http://en.wikipedia.org>, pristup ožujak 2008.].

građevina i prostora. Iz tog razdoblja datira i prva tržnica - Trajanov forum u Rimu [Pevsner, 1997: 235] na kojem je bilo okupljeno preko 150 dućana na pet etaža ukupne površine oko 30.000 m<sup>2</sup>. Prostor karakterizira natkrivena ulica s trgovinama (Via Biberatica) i natkrivena tržnica. Ovakva organizacija prostora koja je u zatvorenom prostoru objedinila više trgovačkih prostora predstavlja novi tip - trgovačku baziliku [\*\*\*, 1981: 69].

U islamskim gradovima prostori za razmjenu zamisli, dobara, znanja su bazari i sukovi koji su karakteristični za gradove Male Azije i sjeverne Afrike. To su trgovački centri koji kao takvi funkcioniraju cijele godine. Grand bazaar (Kapalıçarşı) u Istanbulu, nastao iz male zatvorene tržnice, vremenom je prerastao u nekoliko kilometara dug, natkriveni prolaz uz koji je smješteno preko 4000 dućana. Popratni sadržaji su džamije, banke, policijska stanica i restorani. Suk je sastavni dio većine gradova sjeverne Afrike. Označava ponekad natkrivenu, češće nenatkrivenu trgovačku ulicu prema kojoj su orijentirani dućani dok se na proširenjima ulica stvaraju trgovi s kavanama.

U srednjem vijeku razmjena zamisli, dobara, znanja odvija se i u otvorenim i u zatvorenim prostorima. Uvriježeni oblik trgovine na važnim prometnim smjerovima postao je sajam kao oblik javno organiziranog periodičnog tržišta na kojem se prostorno i vremenski koncentriraju ponuda i potražnja radi trgovanja robom ili zaključivanja poslova. Sajmovi se u početku organiziraju na otvorenom prostoru gdje se predmeti izlažu na štandovima, dok se kasnije sele u zatvorene prostore većeg mjerila - paviljone. Veliki sajmovi su osim sklapanja poslova uključivali i zabavu. U Francuskoj i Engleskoj javlja se otvoreni tip tržnice - klaustar koji je okružen dućanima ili štandovima što Filarete smatra idealnim tipom tržnice. Verzija tog tipa, poluotvoreni prostor, razvija se u Veneciji pod nazivom fondaco. To je hibrid skladišta, tržnice i stanovanja na tri nivoa galerija [Pevsner, 1997: 237]. Tip građevine za trgovanje s višetažnim galerijama orijentiranim na pročelje i otvorenim s jedne strane proširio se tijekom 16. stoljeća u Italiji pod nazivom loggia. U isto doba na sjeveru Europe, u bogatim gradovima Belgije i Nizozemske, javlja se zatvoreni tip vijećnice. Zanimljivo je da su u tim zemljama svjetovne zgrade grandioznošću nadišle sakralne. Vijećnice su u prizemlju imale zatvorenu tržnicu s dućanima koji su bili otvoreni prema vanjskim fasadama.

U idućih dvjesto godina nije se desilo ništa značajno, a sam broj i veličina tržnog prostora ovisio je o veličini gradova kao i sanitarnim, sigurnosnim i moralnim zahtjevima. Krajem

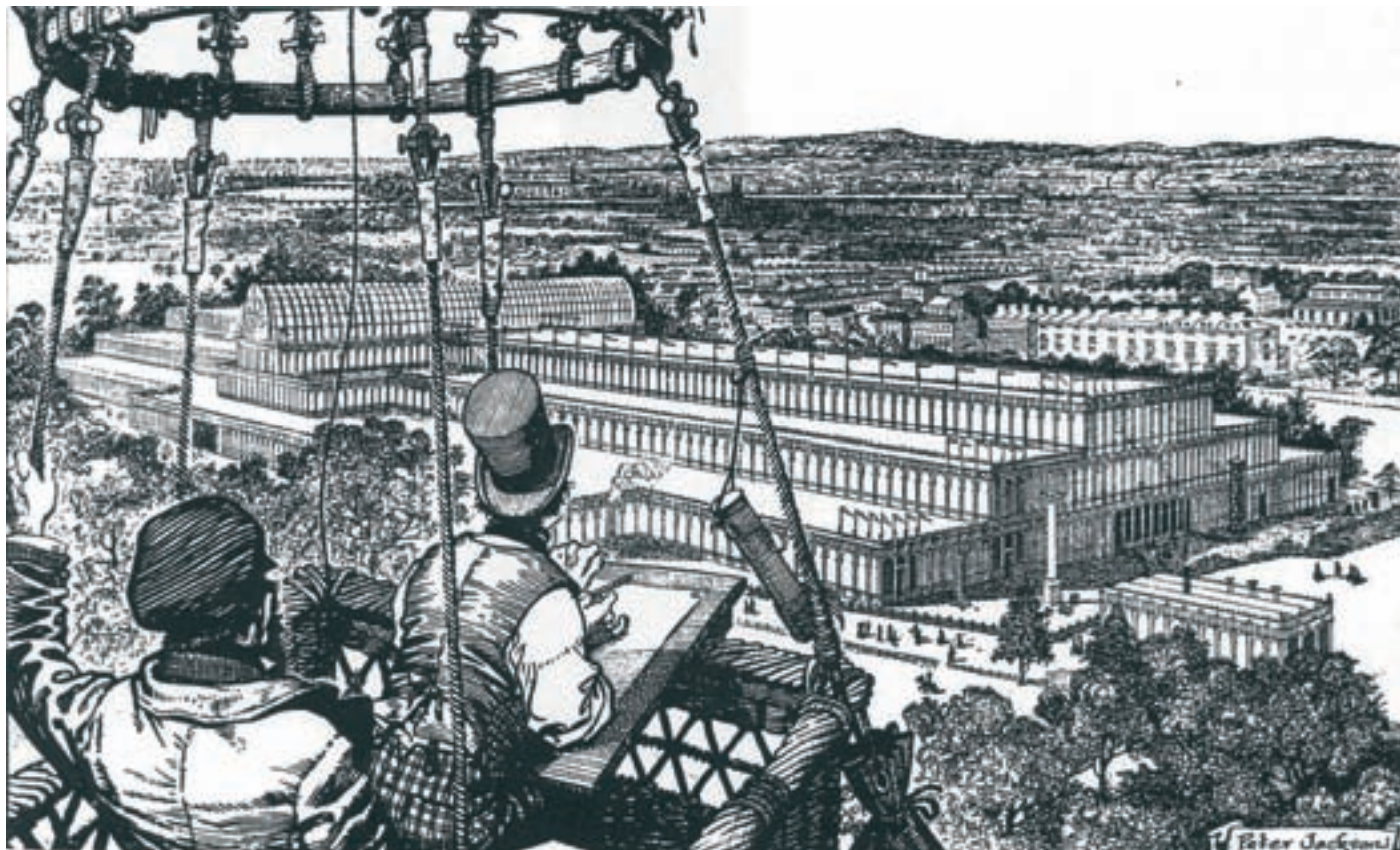


Figure 1: Parallel presentation on world map of the the world of the disposition and density of World Exhibitions and the percentage of population using the Internet [author, author on the basis of: <http://en.wikipedia.org>, accessed March 2008.].

18. st. J.F. Blondel i J.N.L. Durand kritizirali su nove pariške tržnice navodeći upravo loše higijenske uvijete. Durand je predložio novi – kvadratni centralnim tip s dvorištem i tri kata s arkadama, gdje se trgovanje odvija u prizemlju, a skladištenje na katu. Međutim, krenula je Napoleonova kampanja za izgradnju novi tržnih/prodajnih prostora koja se nastavila i iza njegovog pada. Kampanja je rezultirala gradnjom kalustarnih prostora s akademama što se zadržalo sve do sredine 19. st. Među njima se ističe La Clotheov projekt iz 1784. g. - kompozicija 5 četverouglastih zgrada s dvorištima i 4 ekedre, te C. Flowerov Hungerford Market iz 1833.g. Bazilikalni Hungerford Market imao je galerije i krila u kojima su bili smješteni dućani. Gornje dvorište činili su veći dućani, a donje, kasnije natkriveno, dvorište služilo je trgovanju ribom. [Pevsner, 1997: 240]

Industrijska revolucija koja je imala za posljedicu širenje tržišta krucijalna je za gospodarski opstanak pojedine države. Takavu mogućnost nudile su gospodarske i industrijske izložbe. Europske izložbe su od samog početka bile internacionalnog karaktera, ali engleske su gotovo sve bile nacionalnog karaktera. Premda se u Engleskoj održala prva industrijska izložba, Francuska je 1798. g. održala prvu pravu nacionalnu industrijsku izložbu, pokazavajući više proizvode nego metodu proizvodnje same [Allwood, 2001: 4]. Pojavom nacionalnih izložbi su drugoj polovici 19. st. i gospodarskih izložbi početkom 20. st. razvija se novi tip građevina za salone i izložbe, a time i upotreba novih, velikorasponskih čeličnih konstrukcija. Novost u organizaciji izložbenih prostora je V. Baltardov plan iz 1853. g. za Halles Centrales u Parisu. Nadsvođene avenije povezuju 14 paviljona od kojih je svaki služio izlaganju i prodaji drugog tipa proizvoda. Prostornom organizacijom cijelog sklopa kao i svake pojedine jedinice projekt je utemeljio organizaciju mnogih kasnijih i gospodarskih i industrijskih i Svjetskih izložbi. Organizacija i preglednost sklopa konkurirala je prostornoj senzaciji unutrašnjosti paviljona.

Svjetske izložbe počevši od prve u Londonu 1851.g. nastavile su se razvijati, a na osnovi tipologije nacionalnih industrijskih odnosno gospodarskih izložbi. Paralelno s njima egzistirali su sajmovi, a njihov razvoj krenuo je u dva smjera: opći, lokalni i uski, specijalizirani. Za sajmove je općenito karakteristično da su nastajali na periferiji grada, a širenjem grada njihova mjesta postala su atraktivna pa su se ponovo selila na periferiju ostavljajući tako uži prostor grada novim sadržajima. U 20. st. sajmovi postaju usko specijalizirani pa se tako razvijaju sajmovi automobila, plovila, mode, graditeljstva, knjiga i ostalih područja



Slika 2: Svjetska izložba u Londonu 1851.g., [Allwood, J., (2001): The Great Exhibitions. 150 Years.: Exhibition Consultants Ltd., London].

Figure 2: London World Exhibition, 1851, [Allwood, J., (2001): The Great Exhibitions, 150 Years: Exhibition Consultants Ltd., London].

ljudske djelatnosti. Njihova organizacija preuzela je matricu prijašnjih načina izlaganja, a ukupnost ljudskog postignuća dosegla je njihovu visoku mjeru globalnosti.

### Svjetske izložbe

Na tradiciji sajma zasnovana je Svjetska izložba na kojoj se proizvodi više ne prodaju već se izlažu uzorci. Tu manifestaciju međunarodnog značaja nemoguće je jednoznačno okarakterizirati jer se definicija pojma gradila postepeno, tijekom vremena. Službeno tijelo, Ured za međunarodne izložbe koji upravlja svjetskim izložbama (BIE - Bureau of International Expositions) opisuje ju kao univerzalno mjesto susreta gdje se edukacija odvija kroz eksperimentiranje, kooperacija kroz participaciju, a razvoj kroz inovaciju. Manifestacijom Svjetske izložbe izražava se poruka univerzalnog interesa, obrazovno i rekreativno iskustvo, a eksperimentiranje rezultira neobičnim. Svjetsku izložbu, uz Olimpijske igre i Svjetsko nogometno prvenstvo, s pravom možemo nazvati mega-događajem, a gradovi domaćini kroz organizaciju i trajanje tog kulturnog događaja velikog mjerila izvlače trajnu prostornu dobit. Ona se ne ogleda samo u smislu žarišta interesa tijekom trajanja izložbe, nego i po njenom završetku jer novoizgrađeni ili konsolidirani dijelovi grada ostaju građanima za daljnje korištenje. Prva svjetska izložba održana je u Londonu 1851. godine. Do zadnje održane izložbe, one u Shangaiu u 2010. g., ukupno je prema službenom popisu BIE održano preko 90 [Official Site of the Bureau International des Expositions, <http://www.bie-paris.org>, <pristup ožujak, 2011>] Svjetskih izložbi različitih kategorija

koje je prema karakteru moguće podijeliti u tri razdoblja.

Prvo razdoblje svjetskih izložbi traje od 1851.-1937. godine. Izložbe tog razdoblja usredotočene su na razmjenu i prezentaciju tehničkih i tehnoloških dostignuća i napredaka. Unutar ovog razdoblja svjetske izložbe moguće je podijeliti na još dva podrazdoblja. Prvo karakterizira odvijanje izložbe u jedinstvenoj velikoj zgradi odnosno paviljonu (London 1851. - Chicago 1893.) gdje su se izlagali strojevi za proizvodnju. S vremenom je broj paviljona rastao, no dimenzija samog paviljona se nije bitno smanjivala. Drugo podrazdoblje karakteriziraju manji nacionalni paviljoni u kojima su se prezentirali samo proizvodi, ne i proizvodnja (Pariz 1900. – Pariz 1937.). Izložbe ovog razdoblja oslanjale su se isključivo na fizički doživljaj prostora i izložaka, a veliki doseg je što su se na jednom mjestu mogla razgledati sva trenutna dostignuća i znanja. Koliko se pažnje polagalo na planiranje samih paviljona, toliko se pažnje posvećivalo i organizaciji unutrašnjosti paviljona. Paviljoni su postajali dijelom već uređenog gradskog tkiva što je bila karakteristika europskih gradova, dok su u američkim gradovima izložbe nastajale na praznim ledinama koje su nakon demontaže paviljona postajale parkovi ili novi dijelovi grada. U Europi grad postaje izložba, a u Americi izložba postaje dio grada. Arhitektura prvih svjetskih izložbi zasnovana je na tipu staklenika velikih raspona koji su se pojavili 1815. i 1817. g. [Pevsner, 1997: 240]. Međunarodni stil, kako ga je nazvao povjesničar H. R. Hitchcock, javlja se nakon 1918. g. Na njegov razvoj značajno je utjecao niz izložbi na osnovi razmjene arhitektonske međunarodne zamisli i eksperimenata. Prva od tih

izložbi, održana 1930.g. u Stockholmu, pružila je priliku da se ispita ambijent sastavljen isključivo od modernih objekata. Prije toga građevine međunarodnog stila moglo se doživjeti samo kao pojedinačne u stranom ambijentu. Na Svjetskoj izložbi u Parizu 1937. g. međunarodni stil pokazao se kao zreo pokret europskih razmjera što su slijedile svjetske izložbe u Bruxelles-u 1958.; Montrealu 1967. i Osaki 1970.g.



Slika 3: Prostorna organizacija Svjetske izložbe u Montrealu 1967.g., [Expo 67 – A Special Issue of the Architectural Review, vol. CXLII, no. 846, August 1967].  
Figure 3: Spatial organisation of the Montreal World Exhibition in 1967 [Expo 67 – A Special Issue of the Architectural Review, vol. CXLII, no. 846, August 1967].

Drugo razdoblje svjetskih izložbi od 1939.-1987. g. karakterizira postupno odustajanje od prikaza ljudskih dostignuća, a fokus se seli na kulturalnu razmjenu. U tom razdoblju svjetske izložbe baziraju se na temama kulturalnog značaja civilizacije koje s vremenom dobivaju utopijske značajke. Tehnologije i inovacije ostale su prisutne, ali manje u izlošcima, a više u arhitektonskim dostignućima. Zajedno s pojavom korporativnih paviljona, na izložbama se počinje primjenjivati i multimedijalni oblik prezentacije što, uz fizički doživljaj uvodi i virtualni. Pojavljuje više pojedinačnih paviljona bilo tematskih bilo nacionalnih bilo korporativnih pa se više pažnje polaže na planiranje parcele same izložbe, dok organizacija unutrašnjosti postaje zanemariva. Takav trend karakterističniji je za američke izložbe, dok se u Europi zbog krize nakon drugog svjetskog rata izložbe još uvijek integriraju u gradsko tkivo te se radi samo na projektima

paviljona, a manje na samom planiranju izložbe. Izlaskom moderne arhitekture iz krize arhitektura paviljona nudi nova konstruktivna rješenja. To je pokazalo na tematskim paviljonima. Osobiti iskorak desio se s Atomiumom i Le Corbusieovim Phillips paviljonom na Svjetskoj izložbi u Bruxellesu 1958. g. te američkim paviljonom - geodetska kupola Buckminster Fullera na Svjetskoj izložbi u Montrealu 1967. g.. Atomium postaje prepoznatljiv znak – identitet grada, no većina paviljona zbog svog eksperimentalnog karaktera podliježu demontaži ili propadanju i tako samo ostaju u memoriji.

Treće razdoblje svjetskih izložbi, koje traje od 1988. g. do danas, karakterizira brandiranje nacija, iako su još uvijek prisutni i aspekti iz prijašnja dva razdoblja. Na trećem razdoblju svjetskih izložbi kulminira vizualni i virtualni doživljaj izložbe s naglaskom na promociju nacija. Prezentacija i efekt iznenađenja imaju primat pred samim izlošcima, odnosno nacije se predstavljaju oblikovanjem čime se pridonosi razvoju arhitekture, a zanemaruje se razmjena materijalnih dobara što je pokrenulo održavanje prvih svjetskih izložbi. Virtualni doživljaj izložbe raste kroz sve veće korištenje virtualnih tehnologija čime se gubi senzorna percepcija. U ovom razdoblju se izložbe rade s namjerom da one ostanu gradu tj. da se odmah prenamjenjuju pojedini paviljoni i prostori izložbe u gradske prostore. Pored toga što je pažnja polagana na samu prostornu organizaciju pojedinih paviljona međusobno, u ovom razdoblju, a što su omogućile virtualne tehnologije, postaje važno pokazati nacionalni ili korporacijski paviljon iznutra. To više nisu pojedinačni izlošci, već virtualna prezentacija pojedine nacije ili pojedine korporacije. Iz trećeg razdoblja valja spomenuti prvu Svjetsku izložbu u Njemačkoj koja je održana 2000. g. u Hannoveru na kojoj su se isticali japanski paviljon arhitekta Shigeru Bana, švicarski arhitekta Petera Zumthora te nizozemski MVRDV-a. Iako na izložbi jedan od najposjećenijih, nizozemski paviljon je poslije izložbe polako propadao te je na kraju prodan putem Interneta. Posljednja Svjetska izložba u Shanghaiju 2010.g., po svim parametrima najveća do sad, obojena je snažnim nacionalnim brandiranjem te je tako potisnula tematske paviljone, a koji bi zbog aktualne teme održivosti trebali postati glavni nosioci idućih izložbi. Ipak tema izložbe Better City Better Life afirmirala je organizaciju same izložbe te pokazala bitne elemente za izložbeni prostor, prostornu organizaciju same izložbe kao i benefit koji ona ostavlja gradu.

### Internet

Posljednju stepenicu u razvoju prostora okupljanja za razmjenu zamisli, dobara, znanja predstavlja virtualni prostor Interneta. Internet ili svjetsku računalnu mrežu tehnički definiramo kao skup mreža koje komuniciraju metodom prespajanja paketa, a povezane su uređajima za povezivanje [Kiš, 2000: 513]. Internet danas povezuje velik broj korisnika i računalnih mreža iz različitih dijelova svijeta. „Mreža svih mreža“, kako se naziva, sastoji se od milijuna kućnih, akademskih, poslovnih i vladinih mreža koje međusobno razmjenjuju informacije i usluge kao što su elektronička pošta, chat i prijenos datoteka, kupovina dobara te povezane stranice i dokumente World Wide Weba. Osnovna ideja mu je ostvarivanje trenutnog i uvijek otvorenog pristupa informacijama. Prvotno osmišljen za vojne svrhe, Internet je na sebe preuzeo predstavljanje, prijenos i razmjenu svih vrsta





Slika 4: Svjetska izložba u Shangaiju 2010. g., [R. Lisac – privatna arhiva].

Figure 4: Shanghai World Exhibition 2010 [ Arch. R. Lisac – private archive].

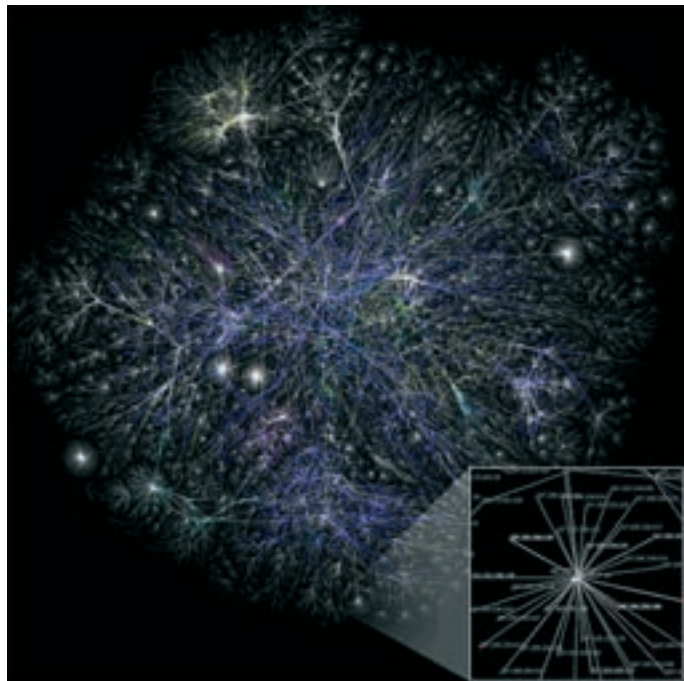
podataka; od baštine do novih ideja i pronalazaka. Uz Internet koristi se i Intranet. To je privatna područna mreža koja, osim funkcija Interneta, sadrži i privatni Web poslužitelj te poseban sigurnosni sustav. Najčešće se koristi kod povezivanja tvrtki poslovnih partnera ili u znanstvenim ustanovama [Kiš, 2000: 518].

#### **Prostorna organizacija Svjetske izložbe i Interneta**

Pregledna analiza prostora namjenjenih razmjeni zamisli, dobara, znanja potvrdila je Svjetsku izložbu kao prostor globalne razmjene, mega-događaj svjetskih razmjera gdje se predstavlja ukupnost svih ljudskih dostignuća. Ova karakteristika zajednička je i Internetu dok je bitna razlika njihovo egzistiranje u fizičkom odnosno virtualnom prostoru. Nameće se pitanje koje su to zajedničke karakteristike, pozitivne i negativne, prostorne organizacije ta dva tipa prostora. Odsustvo materijalizacije internetskog prostora otežava prostornu komparaciju koju je nemoguće izvesti standardnim metodama arhitektonske usporedbe. Stoga je osmišljen model usporedbe doživljaja tih prostora kroz analizu pisanih materijala suvremenika. Doživljaj fizičkih prostora Svjetske izložbe u zapisima posjetitelja prisutan je već 150 godina, a o virtualnom prostoru Interneta polemizira se zadnjih par desetljeća. Ukupnost pisanog materijala dovoljna je za sustavnu doživljajnu analizu kojom je uočeno da uistinu postoje zajedničke karakteristike prostorne organizacije ta dva prostora.

Prve svjetske izložbe karakteriziralo je izlaganje u jedinstvenom, zajedničkom prostoru. Novi materijali i tehnologije omogućavali su stvaranje do tada neviđenih prostornih konstrukcija koje su u posjetiteljima izazivale osjećaj nestvarnosti. Percepcija Kristalne palače za prvu Svjetsku izložbu u Londonu 1851. g. gubila se u perspektivi kroz koju se višestruko lomila svjetlost što je dovodilo do osjećaja bestežinskog stanja [Bucher, 1851.]. Ovakve fascinacije izložbenim prostorom ponovno se javljaju na Svjetskoj izložbi u Bruxellesu 1958. g. koja je uslijedila nakon duge stanke. Period neodržavanja izložbi ojačao je želju nacija za spektakularnom prezentacijom, a kod posjetitelja povećao želju za doživljajem savršenosti. Možda su i zbog toga posjetitelji arhitekturu paviljona u Bruxellesu vidjeli kao dematerijaliziranu i nestvarnu te za njen opis koristili riječi kao što su akrobacija i ekvilibriranje što ponovo izaziva osjećaj nestvarnosti. Ako fizičku prisutnost definiramo kao stvarnost, prostor Interneta upravo je nestvaran, a njegov početak karakterizira gomilanje digitalnih podataka na jedinstvenom virtualnom prostoru bez sustavnog reda. No, ubrzo se pokazala potreba za strukturiranjem odnosno nalaženjem načina koji bi omogućio snalaženje u prostoru čiju jedinu komponentu fizičkog predstavlja ekran na kojem se elektronski podaci pretvaraju u svima razumljive znakovne poruke. Internet se počinje strukturirati pa prostor dobiva svoje pretince baš kao što proizvodi u dućanu imaju svoju policu ili izložak svoj postament u izložbenom prostoru. Iako bez prostornih dimenzija, "virtualne

ladice“ – web stranice, pretraživači, preglednici, izbornici dobivaju organizacijsku logiku. Uvođenjem pretraživača, npr. Google, olakšano je snalaženje i omogućeno sustavno korištenje Interneta u istraživačke i druge svrhe, a stvoren je i novi rječnik, npr. googlati.



Slika 5: Prikaz različitih putanja segmenata Interneta, [http://en.wikipedia.org, pristup ožujak 2008.].

Figure 5: Presentation of various paths of Internet segments, [http://en.wikipedia.org, accessed March 2008.].

Navikavanjem na nove prostore velikih dimenzija koji su se počeli graditi i za druge potrebe, posjetitelji Svjetskih izložbi prestali su bivati očarani samim prostorom te su više pažnje posvećivali materijalu koji se u prostoru izlaže. A taj je materijal postajao sve brojniji. Množina izložaka na Svjetskoj izložbi u Parizu 1900. g. dovela je do funkcionalnih teškoća u korištenju prostora te su posjetioci bili zbunjeni načinom korištenja. Problem predstavlja poimanje detalja zbog preplavljenosti informacijama, ali zapravo nije potrebno, a ni moguće, shvatiti sve [Naumann, 1981: 25]. Takva zbunjenost načinom korištenja ukazala je na potrebu jasne organizacije kojom se postiže preglednost ukupnog materijala. Prostori svjetskih izložbi strukturirali su se na dva nivoa: projektnom i planskom. Projektni je podrazumjevao jasnu funkcionalnu organizaciju pojedinog paviljona s komunikacijskim i izlagačkim prostorima u kojima su se izložci nizali određenim logičkim principom. Planski nivo značio je organiziranje područja održavanja izložbe na kojem se nalazilo više (nacionalnih) paviljona te ga možemo podijeliti u pet tipova [Careva, Jaklenec, Lisac, Marunica, 2008]. Pod prvi tip svrstavamo gradove koji su za prostor održavanja izložbe odabrali već uređene gradske prostore, najčešće parkove. Nakon izložbe paviljoni su demontirani, a prostor je vraćen u izvorno, ili nešto poboljšano stanje. Izložbe ovog tipa većinom pripadaju prvom razdoblju i europskim gradovima (London 1851., Pariz 1867. i 1889., Beč 1873., Stockholm 1897., San Diego 1915.

i 1935.). Najupečatljiviji primjer demontažnog paviljona je Kristalna palača građena za prvu svjetsku izložbu u Londonu 1851. godine. Drugom tipu pripadaju gradovi koji su svjetsku izložbu iskoristili za revitalizaciju nekih zapuštenih zona koje su izgubile prvotnu funkciju. Ovaj tip često se upotrebljava jer je ogroman kapital, koji je potrebno uložiti kako bi se financirala izgradnja i održavanje Izložbe, na taj način dvostruko isplativ. Primjeri drugog tipa karakteristični su za gradove SAD-a uz nekoliko primjera iz Azije (Seattle 1962., New York 1964., San Antonio 1968., Osaka 1970., Spokane 1974.). New York je na taj način uredio park Flushing Meadows što se smatra najvećom krajobraznom intervencijom u povijesti istočnog SAD-a. Treći tip predstavljaju gradovi koji su za potrebe izložbe mijenjali topografiju. Dodatno povećanje već ionako visokih troškova organizacije učinili su da primjera ovog tipa nema mnogo, a vežemo ih za SAD i Japan (St. Louis 1904., San Francisco 1939. i 1940., Montreal 1967., Okinawa 1975.). Tako je u San Franciscu umjetno napravljen otok Treasure Island koji je trebao postati aerodrom za posebnu vrst letjelice, ali je zbog ratnih potreba pretvoren u vojnu pomorsku bazu. U četvrti tip svrstavamo gradove koje je organizacija Izložbe potakla na unaprjeđenje gradske infrastrukture, poglavito stvaranje novih prometnih tokova ili čak uvođenje novih prijevoznih sredstava u sustav grada. Primjere četvrtog tipa nalazimo na više kontinanta i u više razdoblja (Budimpešta 1896., Sevilla 1992. i Vancouver 1986.). Tako je u Budimpešti 1896. u promet puštena prva linija podzemne željeznice. Peti tip predstavljaju gradovi koje je održavanje izložbe korijenito promijenilo. Ovom tipu pripadaju Barcelona 1888., Chicago 1893. i Lisabon 1998. godine. To su gradovi koji su planiranjem izložbe planirali i svoju budućnost. Izložbe u Chicagu 1933. i 1934. g. bile su izrazito planirane i to zahvaljujući načinu prezentacije arhitektonske misli te gusto prepletenoj strukturi fleksibilnih dimenzija, s velikim halama specijaliziranih funkcija kojima je omogućeno proširivanje [Skidmore, 1933: 345]. Metaforična karakterizacija prostora te izložbe kao nepregledne strukture, u slučaju Interneta je istinita. Internet se neprestano nadograđuje unutar virtualnog prostora i zapravo je teško sagledati njegovu veličinu. Jasna organizacija izložbi u Barceloni 1929. i 1930. g., prikazala je cjelinu bez fragmentacije čime je posjetiteljima omogućen kvalitetan uvid i ispravna slika [Baeschlin, 1929: 502]. Napredak u prezentaciji čini da izložbe postaju „prostorne enciklopedije“. Godinama nakon izložbe u Barceloni na Internetu se danas kontinuirano povećava količina podataka u virtualnom prostoru za koji nije potrebna ulaznica niti je dostupan samo u uredovno vrijeme, a na njemu se između ostalog i konstantno nadopunjuje, doduše ne recenzirana ni lektorirana, ali ipak s izvorima navedena, slobodna enciklopedija Wikipedija.

Ono što je strukturiranje prostora i Svjetske izložbe i Interneta omogućilo je kvalitetna upotreba tih prostora za susretanje, učenje i eksperimentiranje. To su univerzalni prostori u kojima se sažimaju informacije svih polja i postaju dostupne svakom posjetiocu. Tako govori i tadašnji ministar trgovine Chapsal kad je izložbu u Parizu 1937. g. okarakterizirao kao mjesto susreta za usporedbu iskustava i dostignuća te razmjenu znanja [\*\*\*, 1937]. Spomenuto učenje od i na izložbi, Internet je usvojio i uveo u novi način obrazovanja kroz pojam e-učenja koji označava proces obrazovanja uz uporabu informacijske i komunikacijske

tehnologije koja doprinosi unapređenju kvalitete toga procesa i kvalitete ishoda obrazovanja [\*\*\* 2007: 8]. Internet je, kao globalni medij, općenito okarakteriziran kao povijesna mogućnost sagledavanja virtualne svjetske komunikacije. On otvara prostor hibridnim diskursima koji su decentralizirani, interaktivni, neograničeni, bez hijerarhije, transmedijalni i međukulturalni. Internet služi kao neprofitni sistem za izmjenu znanja kojeg stvara i koji je pristupačan globalnoj zajednici [Eliasson, 2000: 201]. Uz ove pozitivne karakteristike, kod korištenja oba prostora javljaju se i negativni učinci – mogućnost zaraze, zbunjenost i anksioznost. Koncentracija velikog broja ljudi na jednom mjestu, poput svjetske izložbe, povećava mogućnost tjelesnih infekcija. Za razliku od tjelesnih, zaraze koje se putem virusa šire Internetom mogu otežati ili onemogućiti povezanost pojedinca s ostalim jedinkama na Internetu te mu time dokinuti virtualnu egzistenciju.

Komercijalizacija Svjetskih izložbi započinje pojavom korporativnih paviljona kojima se ne brandiraju nacije već korporacije. U tom je pogledu značajna Svjetska izložba u Osaki 1970. g. te Svjetska izložba u Sevillei 1992. g. U Osaki u prvi plan dolazi prezentacija novih tehnologija. Nesvakidašnje prostore izložbenih paviljona posjetitelji su doživljavali kroz trenutnu fascinaciju bez želje za takvom stvarnošću; za njih to je bila tek luda proslava, zabavni park, a ne projekcija budućnosti [Blake, 1970: 797]. Razdvajanje svijeta stvarnosti i svijeta mogućnosti dešava se i pri svakodnevnoj upotrebi Interneta. Zapravo se danas gubitak slobode u stvarnom svijetu može nadomjestiti velikim mogućnostima slobode koja se nudi na Internetu pri čemu valja podrtati kako, usprkos trudu, čovjek stvarnu slobodu ne može zamijeniti virtualnom, a pokušaji da se to ostvari dovode čak i do psihopatskih stanja [Obrist, 2003: 65]. Osim karaktera zabavnog parka, komercijalizacija je uzrokovala i eklektičnost izložbi što se vidi na primjeru Seville gdje su korporativni paviljoni doprinjeli festivalskom karakteru [Haubrich, 1992]. Neprestalno oglašavanje proizvoda i tvrtki posjetitelju je neprestano odvlačilo fokus s teme izložbe. Oglasi koji se na Internetu pojavljuju otvaranjem gotovo svake stranice, bilo kao njen sastavni dio, bilo kao dodatni prozor, čine taj virtualni prostor eklektičnim. Čak se i u vrlo fokusirani dio Interneta, namjenjen elektroničkoj pošti, komercijalni duh uvukao u obliku reklamnih poruka (anonimnih) pošiljatelja koje pune sandučice internetskih adresa. Virtualni prostor nastao je ne samo kao sredstvo prijenosa informacija, nego kao veliko i novo kazalište za pohranu i operacionalizaciju svjetskog kapitala [Eliasson, 2000: 202]. Danas je kulturni koncept kibernetičkog prostora potrebno kritički proučiti kao novi oblik javne sfere gdje socijalne interakcije i susreti kulture pronalaze otvorenu domenu, nagovještavajući potencijal za emancipaciju od ograničenja u našoj suvremenoj socijalnoj stvarnosti [Eliasson, 2000: 203]. Prostor u kome je moguće razmijeniti ne samo materijalna dobra već i socijalne vještine višestruko je koristan za zajednicu. Internetu su, kao predstavniku nove stepenice u razvoju prostora okupljanja i interakcije, i u toj sferi put utrle svjetske izložbe.

Ova usporedba Svjetske izložbe i Interneta ne bi bila potpuna da se ne osvrnemo i na njihovo direktno preklapanje. Brz razvoj Interneta pospješio je njegovu integraciju u gotovo sve vidove ljudske djelatnosti. Upotreba Interneta na svjetskim izložbama

svoju je kulminaciju doživjela na Svjetskoj izložbi u Lisabonu 1998. g. naivnim pokušajem da se uhvati svijet koji izmiče. Izložbom u Lisabonu pokušao se kompenzirati gubitak senzorne percepcije posredstvom modernih virtualnih tehnologija. Takav pristup međutim nije djelovao u smjeru poboljšanja jer je, posvuda prisutno, internetsko pretraživanje izložbe negiralo potrebu fizičke prisutnosti na njoj. Internet je prema mišljenju mnogih bio previše potenciran što je dovelo ne samo do pretjerane upotrebe Interneta već poistovjećivanja s njim. „U praksi se i Izložbe i Internet često premeću u iskustvo meta svijeta fragmentacije, tehničku iznudu koja daje dojam groteskno izobličene prijenosa slike“ [Weimer, 1998]. Zanimljivo je da pretjerana upotreba Interneta u Lisabonu nije dovela do pozitivne doživljajne percepcije suvremenika, no s druge strane prostorna strategija izložbe tijekom, a pogotovo poslije njenog trajanja pospješila je razvoj Lisabona u ekonomskom i gospodarskom smislu čime se taj grad može okarakterizirati kao jedan od onih koji su organizacijom Svjetske izložbe najviše profitirali.

### Zaključak

Ideja usporedbe fizičkog i virtualnog prostora namijenjenog razmjeni zamisli, dobara, znanja postavila je u fokus istraživanja Svjetsku izložbu i Internet. Zajednički nazivnik globalnosti ta dva prostora dokinuo je moguće razlike specifičnog lokalnog karaktera i otvorio put komparativnoj analizi. Usporedbom tekstova suvremenika istraživani su njihov doživljaj fizičkog odnosno virtualnog prostora što je dovelo do zanimljivih spoznaja. Iako su određene podudarnosti očekivane, ovaj model detektiranja pokazao je da se u percepciji korisnika fizički prostor Svjetske izložbe i virtualni prostor Interneta u mnogočemu podudaraju.

Na početku njihova razvoja, oba prostora karakteriziraju nestvarnost i nesagledivost te potreba za uvođenjem jasne strukture kako bi se efikasno mogao pretraživati sadržaj. Korisnim se u oba slučaja pokazao modularni prostor koji je lako nadograđivati, što je naravno daleko lakše postići kod Interneta lišenog prostornih dimenzija. Funkcioniranje oba prostora temelji se na što potpunijem uvidu i pristupu informacijama na jednom mjestu pa ne čudi da su u prvom planu susretanje, učenje i eksperimentiranje. Komercijalizacija koja je danas prisutna na svim poljima ljudskog postojanja nije mimošla ni svjetsku izložbu ni Internet. Oba prostora oglašavaju i nude, tamo gdje je tome mjesto i tamo gdje, na žalost, nije. Želja za spektakularnim na Svjetskim izložbama i mogućnosti dotad neviđenog na Internetu učinile su da oba prostora za većinu korisnika nude „drugi“ svijet. Ta zamjena za stvarnost omogućuje egzistiranje u zanimljivom i nepoznatom, no većina posjetitelja zadovoljna je što takav svijet nije i njihova svakodnevnica.

Svjesnost o virtualnom prostoru učinila je da je on sve prisutniji u fizičkom. Mogućnost brzog i sveobuhvatnog pretraživanja na Internetu upitnim je učinila potrebu održavanja svjetskih izložbi, no treba jasno razgraničiti vrijednosti koje ta dva prostora za okupljanje i razmjenu nude. Prilikom posjete svjetskoj izložbi čovjek dobiva iskustvo, kontaktira i afirmira se kao društveno biće kroz sva osjetila: vid, sluh, dodir, njuh, okus. Najveća mana Interneta je izostanak velikog djela perceptivnog iskustva odnosno oslanjanje većinom na vizualne osjete što dovodi do otuđenja. Svjetska izložba pruža cjelovito iskustvo u kome

čovjek sudjeluje svim osjetilima dok kod upotrebe Interneta izostaju socijalni kontakti.

Možemo zaključiti da se fizički način okupljanja i razmjene koji se razvio s tržišnim i izlagačkim prostorima danas dešava i na virtualnom prostoru Interneta. Najbitnija karakteristika Interneta jest snažna interakcija i brzina koja se odvija posredstvom virtualnog okoliša. Međutim, za razliku od fizičkog prostora, upotrebom Interneta kod korisnika izostaje velik dio osjetilnog iskustva. Preuzimanjem uloge tržišnog i izložbenog prostora Internet ne umanjuje i ne isključuje funkciju i smislenost fizičkog prostora istih. Očito je da se svjetska izložba ne može i ne treba natjecati s Internetom, kao i da je virtualni prostor Interneta samo produžetak odnosno pomoć fizičkom svijetu. Bez obzira što su doživljajne karakteristike dovele do spoznaje da je svjetska izložba bila preteča Interneta, digitalna prisutnost Interneta neće zamijeniti svjetske izložbe već ta dva prostora žive paralelno, međusobno se isprepliću i nadopunjuju. Na pojedincu je da li će i u kojoj mjeri koristiti fizičko odnosno virtualno iskustvo.

Zahvaljujemo mentorima akademiku prof. dr. sc. Velimiru Neidhardt i doc. dr. sc. Igoru Tošu te prof. dr. sc. Borutu Juvanecu na vrijednim savjetima.

## Literatura i izvori

- \*\*\* (1937): Exposition internationale des artset des techniques dans la vie moderne, Catalogue officiel. Bd. 1 Liste des Exposants. Bd. 2 Catalogue par pavillons, Paris. [preuzet s Exposeeum e.V., <http://www.expo2000.de>, <pristup prosinac, 2007>.]
- \*\*\* (1981): Velike arhitekture svijeta, GZH, Zagreb
- \*\*\* (2007): Hrvatska opća enciklopedija sv. 9, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb.
- \*\*\* (2007): Strategija e-učenja sveučilišta u Zagrebu, Sveučilišna tiskara, Zagreb.
- Allwood, J., (2001): The Great Exhibitions. 150 Years.: Exhibition Consultants Ltd., London
- Baesclin, P. L., (1929): Welt-Ausstellung Barcelona. In: Deutsche Bauzeitung 63, 502-504. [preuzet s Exposeeum e.V., <http://www.expo2000.de>, <pristup prosinac, 2007>.]
- Bucher, L., (1851): Kulturhistorische Skizzen aus der Industrieausstellung aller Völker, Frankfurt [preuzet s Exposeeum e.V., <http://www.expo2000.de>, <pristup prosinac, 2007>.]
- Careva, K.; Jaklenec, T.; Lisac, R.; Marunica, K., (2008): Svjetska izložba u Zagrebu – Istraživanje kroz projekt I (obranjeno na javnom izlaganju Radionica Doktorskog znanstvenog studija Arhitektura, ožujak 2008), Zagreb.
- Eliasson, O., (2000): Surroundings Surrounded – Essays on Space and Science, Neue Galerie, ZKM Center for Art and Media, The MIT Press, Graz.
- Exposeeum e.V., <http://www.expo2000.de>, <pristup prosinac, 2007>.
- Haubrich, W., (1992): Eine Insel für die Welt. Erster Blick auf die EXPO 92., In: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 21.04.1992. [preuzet s Exposeeum e.V., <http://www.expo2000.de>, <pristup prosinac, 2007>.]
- Kiš, M., (2000): Englesko – hrvatski informatički rječnik, Naklada Ljevak, Zagreb.
- Milić, B., (1994): Razvoj grada kroz stoljeća I - Prapovijest – Antika, Školska knjiga, Zagreb.
- Naumann, F., (1981): Daldalos 2, str. 25. [preuzet s Exposeeum e.V., <http://www.expo2000.de>, <pristup prosinac, 2007>.]
- Obrist, H. U., (2003): Interviews, Volume I, Edizioni Charta, Milan. Official Site of the Bureau International des Expositions, <http://www.bie-paris.org>, <pristup ožujak, 2011>.
- Pevsner, N., (1997): A history of building types, Princeton University Press, New Jersey.
- Skidmore, L., (1933): Planning the Exposition Displays. In: Architectural Record, Volume 73, str. 342-347. [preuzet s Exposeeum e.V., <http://www.expo2000.de>, <pristup prosinac, 2007>.]
- Weimer, W., (1998): Angstschreie, Fiepsen und der Liebeslaut der Delphine. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 18.06.1998. [preuzet s Exposeeum e.V., <http://www.expo2000.de>, <pristup prosinac, 2007>.]
- Winckel, F.; Blake, P.; Guljanizki, N., (1970): EXPO Osaka - die Stadt der Viertelmillion. In: Bauwelt, 18.5.1970, Jg. 61, Nr. 20, str. 779-799. [preuzet s Exposeeum e.V., <http://www.expo2000.de>, <pristup prosinac, 2007>.]
- Wikipedija, <http://hr.wikipedia.org>, <pristup prosinac, 2007>.

Kristina Careva  
kcareva@arhitekt.hr  
Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet

Tajana Jaklenec  
tjaklenec@arhitekt.hr  
Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet

PRVA EVANGELIČANSKA CERKEV V BODONCIH  
THE FIRST EVANGELICAL CHURCH IN BODONCI**izvleček**

Protestantizem je imel močan vpliv tudi na slovenskem področju. V obliki evangeličanske vere augsburške veroizpovedi se je protestantska vera ohranila v Sloveniji predvsem v Prekmurju. Tu je pustila svoj pečat poleg književnosti in posvetnega življenja tudi v cerkveni arhitekturi. Kot gibanje je protestantizem zagovarjal preprostost in enostavnost in kot tak iskal najboljše v človeku. Prav taka so tudi njihova vodila pri načrtovanju sakralnih objektov - preprosta in enostavna. Edinstven primer navedenega je prva cerkev cerkvene občine Bodonci, ki je bila postavljena leta 1792. Analiza le-te je predmet obravnave tega prispevka. Za objektom, ki je pomemben z različnih vidikov, bi se skoraj izgubile vse sledi, kakor so se že za marsikaterim takim spomenikom.

**abstract**

*Protestantism exerted considerable influence in the Slovene area. In the form of Evangelical faith of the Augsburg confession, Protestantism has survived in Slovenia mainly in the Prekmurje region. In both literature and everyday life, Protestantism left a mark on ecclesiastical architecture. Protestantism advocated simplicity and plainness, thereby seeking the best in people, and the attendant guidelines for designing religious buildings are the same – plain and simple. A unique example of this is the first church of the Bodonci religious community, erected in 1792, which is analysed in this contribution. Almost all vestiges of this structure, significant from various points of view, have been lost, which has been the fate of many similar monuments.*

**ključne besede**

Bodonci, evangeličanska cerkev, analiza, arhitektura, konec 18. st., reformacija, protireformacija, protestantizem

**key words**

*Bodonci, Evangelical church, analysis, architecture, end of the 18th century, Reformation, Counter-Reformation, Protestantism*

**Zgodovina**

Dva ključna zgodovinska dogodka, prodor Luthrovih reformacijskih idej iz leta 1517 in turška zmaga pri Mohaču leta 1526, sta pretresla zgradbo fevdalne Ogrske, kamor je takrat spadalo Prekmurje. Ostrogonski kardinal je že leta 1521 razglasil, v vseh pomembnejših ogrskih cerkvah, papežev sklep o izobčenju Luthra in obsodbi njegovega nauka, čemur je sledil močan val protireformacije.

Značilnost protestantizma slovenskega vzhoda, za razliko od večine reformacijsko – preobrazbenih gibanj v evropskih nacionalnih sredinah in osrednjeslovenskega nastopa je v dejstvu, da so bile skoraj dvesto let v pokrajini brez meščanskega sloja, glavna opora novega verskega nauka in teženj po kulturnem napredku kmečke množice [Šebjanič, 1977:11].

Začetki evangeličanov na sedanjem slovenskem področju segajo v 16. stoletje, ko so reformatorji Primož Trubar, Jurij Dalmatin, Sebastian Krelj ter drugi položili temelj slovenskemu jeziku z izdajo prvega tiskanega prevoda Cathekismusa in Abecedariuma, Bibilije, Otroče biblije.

**Kratek oris evangeličanske cerkve**

Evangeličanska cerkev izhaja iz rimokatoliške cerkve, a je z uvedbo sprememb, ko je Luther na vrata wittenberške cerkve pribil 95 tez, ubrala svojo pot. Bistvo Luthrovih naukov in tez je, da naj cerkev ne povečuje svojega premoženja na podlagi svojih vernikov in podložnikov. Protestantske cerkve so zato precej enostavne in kakor bi danes rekli elegantne, a ne bogate in baročno razkošne.

Na prekmurskem področju so s področja književnosti in širitve evangeličanske vere, pomembni Ferenc Temlin s prvo

prekmursko tiskano knjigo Mali katechismus, Štefan Küzmič - po katerem je bila kasneje poimenovana bodonska cerkev, z Nouvim Zakonom, Mikloš Küzmič, ki ni bil v sorodu s prej imenovanim Štefanom, z njegovim najpomembnejšim delom Abecednikom, Štefan Sijarto, Jurij Cipot in mnogi drugi [Hari, 2000: 16].

V dobi protireformacije je bilo protestantsko gibanje v Sloveniji sicer zatrto in se je ohranilo le na vzhodu dežele (Prekmurje), ker je bilo to območje pod madžarsko upravo, pomniki pa so razsejani tudi po širšem območju. Pa še v tem delu sta se ohranili le cerkveni občini Nemes Csó in Šurd – obe na sedanjem območju Madžarske iz katerih so potem kasneje, po tolerančnem patentu iz leta 1782 nastale nove cerkvene občine na prekmurskem ozemlju.

V Sloveniji so najštevilnejši predstavniki protestantov, evangeličanske veroizpovedi, v Prekmurju. Po podatkih evangeličanske cerkvene skupnosti Slovenije [<http://www.evangelicna-cerkev.si/sl/>], jih je okvirno 20.000. Ti sledijo naukom augsburške veroizpovedi, ki sloni na Luthrovih naukih oz. veroizpovednih spisih, kjer je zaobjet osnovni nauk evangeličanske cerkve (confessio augustana). Le-ti so bili javno prebrani in sprejeti leta 1530 v Augsburgu.

Za samo cerkveno arhitekturo so reformatorji pomembni tudi na slovenskem področju, ker so omejili in poenostavili gradnjo. Vero so hoteli vrniti iz "pozlačenih višav", kamor jo je s poudarjanjem materialnosti pripeljala rimokatoliška cerkev, k ljudem. Sporočilo, ki ga naj cerkveni prostor daje je tako v primerjavi z rimokatoliško vero, da sta vera in bogastvo v vsakem posamezniku in ne v bogastvu in razkošnosti cerkvenega objekta.

Prav o tem nam v eseju Proti zidavi cerkva, ki je del obsežnejšega besedila Ta prvi deli tega novega testamenta iz leta 1557, piše Trubar.

Ker je cerkev prostor, kjer se izvajajo bogoslužja in se zbira večja množica ljudi, mora tudi sama oblika prostora izhajati iz tega. Vsaka cerkvena skupnost ima svoje splošne zakonitosti za gradnjo cerkva oz. svetih objektov, hkrati pa mnogokrat podano osnovno obliko in razporeditev, ki pa je, še najbolj v preteklosti, kot po navadi sledila lokalnim zakonitostim in materialom, ki so bili na tem področju dosegljivi. Splošne zakonitosti gradnje evangeličanskih cerkva so, da so bile delane preprosto in skromno, brez nepotrebne razkošja. Oltar z razpelom, ki ga je, kakor bomo videli v nadaljevanju članka, sam Luther sicer zavračal, a se je kljub temu ohranil, je orientiran na vzhod in v nasprotni smeri od vhoda v cerkev – se pravi, da se je cerkveni vhod, ki je bil vedno na krajši stranici objekta nahajal na zahodnem delu objekta. S strani je bil v veliki večini primerov evangeličanskih cerkva stranski vhod, namenjen fararju, saj je bil najbližji župnišču.

Pri večini protestantskih cerkva je prostor orientiran tako, da je duhovnik, ki izvaja bogoslužje viden in slišen vsem, ki se nahajajo v prostoru. Prav zato se mnogokrat pojavlja tudi galerija v obliki črke U, na kateri so bile prav tudi klopi, vse z namenom, da se prostor čim bolj izkoristi. Notranjost pritličja cerkve so dopolnjevale cerkvene klopi brez klečalnega dela, ki je sicer nujnost rimokatoliške cerkve.

### Cerkev v Bodoncih

Organizirano in dejavno prisotnost protestantizma med slovenskimi tlačani pretežnega dela Prekmurja in neposredno sosednjega okoliša Porabja je moč zaznati šele ob koncu 16. stoletja. V Bodoncih, manjši vasi na začetku gričevnatega Goričkega, se je leta 1590, ko se je po sedanjem prekmurskem področju, ki je bil takrat pod ogrsko oblastjo, začel širiti val protestantizma, ljudje pa so množično začeli prestopati v evangeličansko vero.

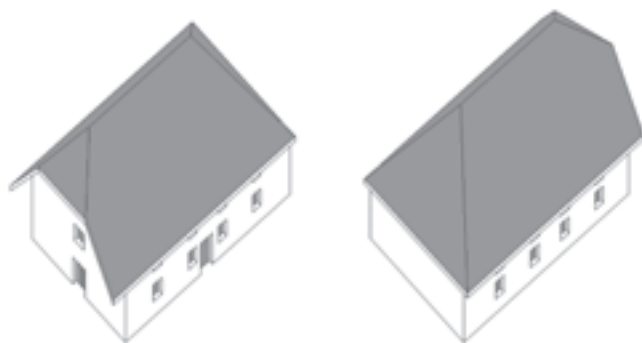
Najstarejša evangeličanska cerkev v Bodoncih je iz leta 1792. Tega leta se je bodonska gmajna odcepila od puconske cerkvene občine in postala v Prekmurju četrta samostojna cerkvena občina Bodonci. Do takrat so obstajale le tri samostojne cerkvene občine na področju Prekmurja. To so bile Puconci, Križevci in Hodoš, vse ustanovljene leta 1783.

Ob odcepitvi četrte cerkvene občine je grof Peter Szapári, gmajni, za potrebe postavitve cerkvenega objekta podaril ozemlje pod pogojem, da v primeru, ko se bogoslužje ne bi kontinuirano izvajalo, podarjeno ozemlje ponovno preide v njegovo last. Prva božja služba je bila opravljena 29. julija 1792 v skednju Mikloša Vlaja. Glede na podatke, ki jih imamo in so navedeni v nadaljevanju, vidimo, da so se pogajanja za postavitev cerkve začela že pred prvo božjo službo, saj je bil že pred tem sestavljen predračun s strani izvajalca, načrti, po katerih je narejen predračun, pa še prej. Prvi pogovori oziroma ideje o postavitvi evangeličanske cerkve so bili tako opravljeni že pred odcepitvijo od puconske cerkvene občine, ob zaključku prve božje službe, pa so ta predračun potem tudi potrdili, da je kasneje tudi ta občina dobila svoj sakralen objekt.

Kmalu po darovanju, je tako na podarjenem ozemlju, radgonski tesar János Griegich postavil prvo leseno cerkev.

Po podatkih iz arhiva in kakor navaja mag. Franc Obal, je bila na tem mestu leta 1800 sezidana druga cerkev z zvonikom, ki jo je zgradil zidarski mojster Samuel Leitner iz Körmenda.

Glede na to, da je bila takrat prvotna cerkev stara šele osem let, ni verjetno da bi se v celoti zidala nova cerkev, temveč se predvideva, da je bila prvotna cerkev le obzidana najverjetneje z opeko domače proizvodnje, na novo pa je bil dozidan zvonik. Kasnejša dozidava višjih elementov objektov, kot so stolpi in zvoniki, izhaja iz tega, da so smeli evangeličani šele z zakonom iz leta 1791, pri svojih cerkvenih objektih graditi stolpe oziroma zvonike, uporabljati zvonove ter imeti lastna ločena pokopališča [Obal, <http://www.evangel-bodonci.si/sl/>]. Obnovo in dozidavo so farani poenostavili v novo cerkev.



Slika 1: Aksonometrični prikaz prve cerkve v Bodoncih.

Figure 1: Axonometric drawing of the first church in Bodonci.

Da je bilo temu tako, potrjuje tudi arhivska skica stranskega pogleda na cerkev, kjer se jasno vidi, da je bila cerkev na južni strani dokončana (končni napušči, previsi), skratka lepo zaključena, dočim je bila s severne strani ravno odrezana, streha pa nezaključena, kar že nakazuje, da je bilo morebiti že takrat znano, da bodo v kratkem cerkveni objekt tudi dozidali – zvonik, (kakor se je to zgodilo tudi že v prejšnjih treh cerkvenih občinah, kjer so cerkveni objekti dobili zvonik tudi po deset in več let kasneje) in ga potem tudi dokončali.



Slika 2: Skica prečnega prereza.

Figure 2: Cross-section of the structure.

20. aprila, leta 1899 je bil položen temeljni kamen za gradnjo tretje evangeličanske cerkve v Bodoncih. Ta je v tlorisu podobna

srednjeveškim bazilikam, z glavno in dvema stranskima ladjama. Strop je obokan, delan v obliki kupole, zaključno sloj pa je v celoti poslikan. Kor v cerkvi povzema prvotno obliko kot v stari cerkvi, tako da se ne nahaja le pri orglah, temveč tudi nad obema stranskima ladjama.

Cerkev so zgradili po načrtih zidarskega mojstra Daniela Plazotte iz Murske Sobotice. Ta podatek kaže na to, da je v 100 letih stara cerkev, še lesene konstrukcije, dotrajala in so jo morali podreti ter sezidati novo. Tretjo cerkev je zgradil Alajos Lukič, zidarski mojster iz Fehringa. Blagoslovljena je bila 10. decembra 1899.

Iz tega časa sta tudi prižnica in oltar, ki ima na zadnji strani vrezano letnico in imeni: 1899 Siftár Károly lelkész (duhovnik), Kuras Ferencz asztalos mester (mizarski mojster). Oltar krasi slika z motivom Jezusa na Oljski gori, katera je delo neznanega avtorja.

Na ohranjeni spominski fotografiji iz leta 1902, ko je bila takrat nova cerkev prepleškana in poslikana, je vidna njena zunanja in notranja podoba iz katere je razvidno, da sta njena prvotna arhitekturna zasnova in oblika ohranjena v večji meri vse do danes [Obal, <http://www.evangel-bodonci.si/sl/>].

Spomladi leta 2010 je farar bodonske cerkvene občine v arhivskih knjigah naletel na načrte prve bodonske evangeličanske cerkve, kar se je kasneje izkazalo, da so le skice oziroma prerisi originalnih načrtov, kateri so shranjeni v evangeličanskem arhivu v madžarskem Szombathelyju. Predvidevamo, da so skice prve cerkve, ki datirajo v leto 1792 delo takratnega fararja, ki je prerisal originalne načrte v cerkveno knjigo za lastno evidenco.

Tako originalni načrti, kot skice so bili pomembni za nadaljnje delo in analizo tega sakralnega objekta.

Citat avtorja Richarda Friedenthala iz knjige Luther, Njegovo življenje in njegov čas, nam na 703. strani pove kaj je pomenila Luthru cerkev: "Cerkev naj bi bila po njegovem preprosta dvorana za pridige, v kateri ne sme vernika nič odvrčati od besede. Ta nazor je prišel do izraza v grajski cerkvi v Torgau, rezidenci njegovih vojvod, ki je nastala v zadnjih letih njegovega življenja in ki jo je posvetil kot prvo "protestantsko" cerkev. To je le še "dvorana za pridige, brez posebnega prostora za oltar." " Iz tega citata tudi vidimo, kakšno je imel Luther mnenje o cerkvenem prostoru in kakšnim motivom naj bi ob gradnji cerkve sledili. Predpostavljamo lahko, da so temu sledili tudi pri obravnavanem objektu, saj sta tloris in prerez, ki sta nam znana, zelo enostavna in skromna.

### Razmerje v objektu

Po tlorisu pritličja, vidimo, da je tlorisna zasnova cerkve podolgovata, in sicer v razmerju zlatega reza. Zlati rez (sectio divina), je razmerje, ki je tudi v praksi največkrat uporabljano razmerje, saj pooseblja naravno razmerje.

Slika 3: Zunanji pogled na tretjo bodonsko cerkev.

Figure 3: Exterior of the 3<sup>rd</sup> church in Bodonci.

Slika 4: Notranjost tretje bodonske cerkve - prižnica in oltar.

Figure 4: Interior of the 3<sup>rd</sup> church in Bodonci.



Človek kot del narave, je prav tako zgrajen v tem razmerju in prav zato je od začetkov pa vse do današnjega časa uporabljal zlati rez v svojih delih. Zlati rez je neskončno razmerje dveh stranic, pri čemer je krajša stranica v razmerju do daljše, kot daljša vsoti obeh ( $a:b=b:c$ , če je  $c=a+b$ ). Neskončno pri tem pomeni, da lahko podaljšamo ta izraz v:  $a:b=b:c:c+b$ . V grafičnem smislu lahko konstruiramo razmerje v segmentih daljice. Diagonala dveh kvadratov (kjer sta dolžini obeh stranic enaki 1) je enaka  $\sqrt{5}$ . Celotna dolžina je enaka 2 in višina pravokotnika je enaka 1. Krajša stranica zlatega reza je zato  $\sqrt{5}-1$  in daljša stranica  $3-\sqrt{5}$ ;  $(\sqrt{5}-1)+(3-\sqrt{5})=2$ . Na drugi strani, če potrebujemo pravokotnik z razmerjem stranic v zlatem rezu, je konstrukcija le-tega naslednja: če delimo kvadrat z eno stranico dolžine 1, je diagonala (pravokotnika  $1/2$  in 1) enaka  $\sqrt{5}/2$ . Pravokotnik v zlatem rezu je tako 1:  $(1/2+\sqrt{5}/2)$  [Juvanec, 2009: 196].



Slika 5: Skica pogleda na cerkev.  
Figure 5: A view of the church.



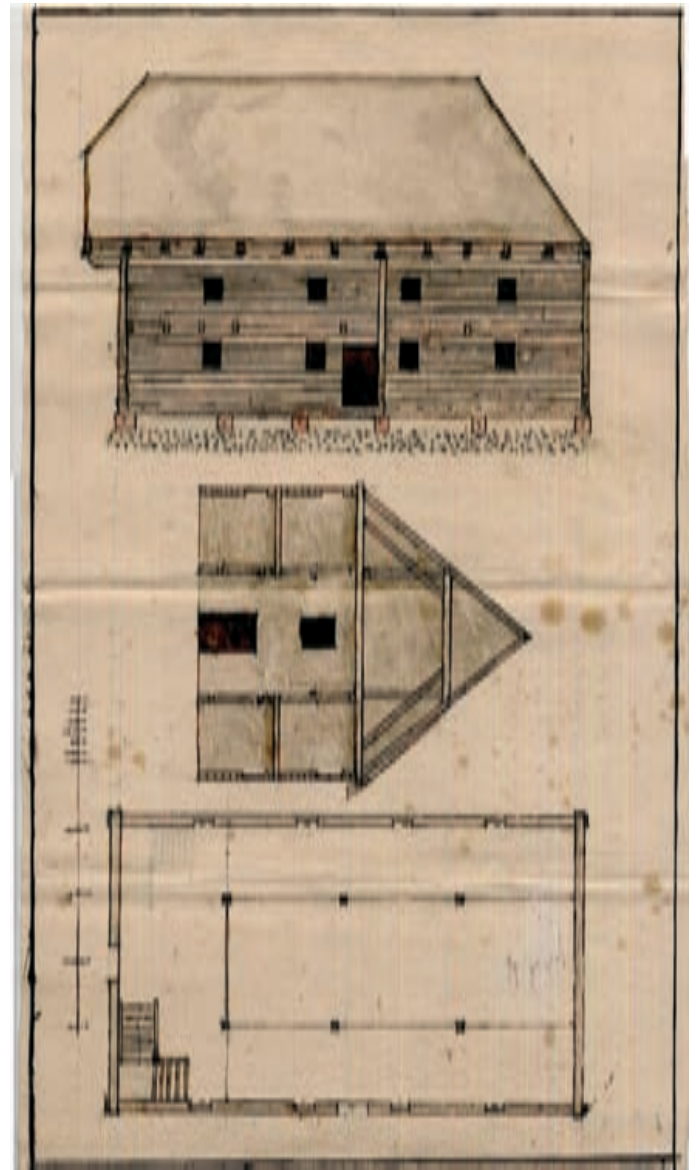
Slika 6: Skica tlorisa objekta.  
Figure 6: Floor plan.

Če pogledamo razmerja, ki se pojavijo po analizi tlorisa objekta, je prostor v dolžino razdeljen na 4 pravokotnike pri čemer sta si enaka skrajna dva in srednja dva ( $a-b-b-a$ ). Temu je tako, ker se je na nasprotni strani od vhodnih vrat namenjenih vernikom, ki so se zmeraj nahajala na ožji stranici, nahajal prostor za oltar in s tem za duhovnika. Obenem pa je bila na vhodnem oz. izhodnem delu zaradi vernikov vedno večja množica ljudi in je prostor moral biti nekoliko prostornejši.

V širino objekta je prostor prav tako razdeljen na štiri dele v

istem razmerju – ( $a-b-b-a$ ) – če se orientiramo glede na podpirne lesene stebre, ki nam nakazujejo nekoliko širši srednji del objekta – oltar ter ožja skrajna dela, nad katerima se je nahajala galerija.

V prečnem prerezu čez cerkev se nam pokaže, da je stranica strešine enaka  $\sqrt{2}$ , kar pomeni, da je višina strešine enaka polovici višine.



Slika 7: Originalni načrti prve bodonske cerkve, najdeni v arhivu v Szombathelyju.

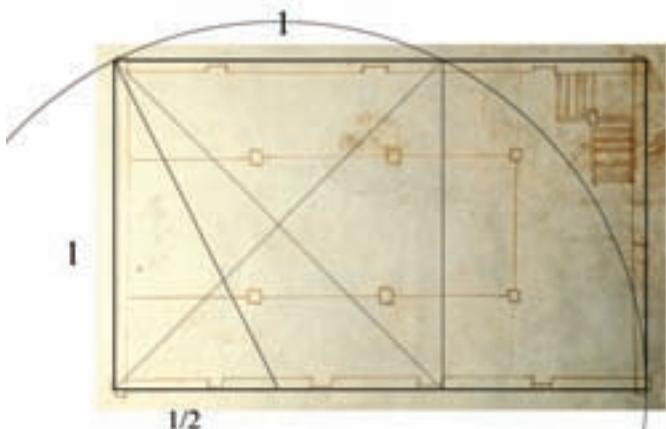
Figure 7: Original designs of the first Bodonci church discovered in a Szombathely archive.



Slika 8: Zlati rez v trikotniku.

Figure 6: Golden section in a triangle.





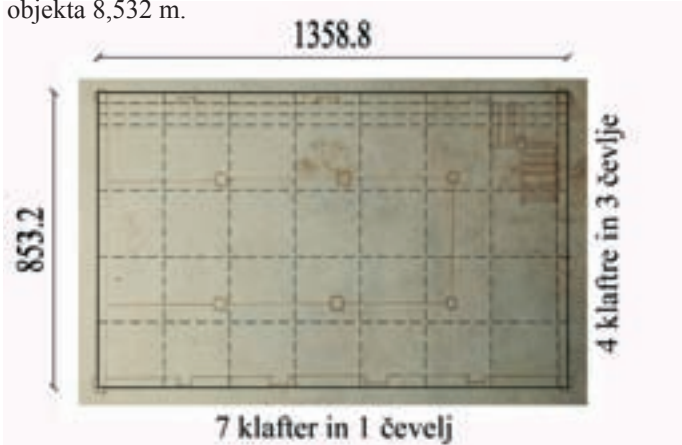
Slika 9: Zlati rez v tlorisu obravnavanega objekta.  
Figure 9: Golden section in the floor plan.

### Mere objekta

Arhivski zapisi (popis materiala se nahaja v nadaljevanju) nam podajo tudi dejanske tlorisne mere objekta, ki so bile podane še v starih dunajskih merah - v klaftrih in čevljih.

Pri tem klaftra izhaja iz dunajskega seznja in se je kot merilna enota uporabljala tudi na prekmurskem področju. V primerjavi z dunajskim seznjem je klaftra nekoliko manjša in manj natančna. 1 dunajski seznj meri 1,89648 m, klaftra pa 1,896 m. Čevlj je prav tako stara dunajska enota, ki je enaka 12 dunajskim palcem. Meri pa 0,316 m.

S temi podatki smo lahko natančno določili tlorisne dimenzije objekta, saj je bila dolžina objekta enaka 7 klaftrom in 1 čevlju, širina pa 4 klaftrom in 3 čevljem. Tako smo dobili zunanjo dimenzijo objekta v sodobnih merilnih enotah. Za stare mere so imeli na razpolago material, ki so ga razrezali na potrebne dolžine in iz tega potem izhajali pri gradnji. Notranjost je bila potem taka, kot se je izšlo. Tako je bila zunanja dolžina objekta preračunana v današnji metrični sistem, 13,588 m in širina objekta 8,532 m.



Slika 10: Izris tlorisnih mer v današnjem metričnem sistemu v primerjavi s takratnimi.

Figure 8: Floor plan measurements in today's metrical system compared with the then measurements.

### Izračun tesarskih del

Za novozgrajeno evangeličansko cerkev v Bodoncih, ki meri v dolžino 7 klafter in 1 čevlj, v širino pa 4 klaftre in 3 čevlje, je potreben sledeči lesni material:

		Forint	Krajcar
1.	Po predloženem načrtu je potrebnih 100 komadov lepega gradbenega lesa		
2.	Za okvirje vrat in zgornji tlak je potrebnih 225 komadov desk, pri čemer 1 komad znese 15 krajcarjev	56	15
3.	Za podboje vrat 30 komadov tanjših desk/letev po 12 krajcarjev	6	/
4.	Krajših žebjev za les 1000 kom.	4	10
5.	Daljših žebjev za les 500 kom. 100 komadov je 15 krajcarjev	1	15
6.	Za strešne letve 300 kom	/	/
7.	Plačilo za tesarsko delo: na dan se računa 36 krajcarjev	54	/
8.	Steklarska dela za celotno cerkev	36	/
9.	Ključavničarska dela za celotno cerkev	37	30
10.	Steklarska dela za župnišče in šolo	24	/
11.	Ključavničarska dela za župnišče in šolo	20	/

Lep les, kateri je poudarjen, je zagotavljal določeno kvaliteto gradnji, saj je bil kakovostnejši in s tem tudi trajnejši, kar pomeni, da se cerkev ni gradila za kratek čas, vseeno pa ni bila delana razkošno ali preveč velikopotezno, saj ni bilo možno predvideti, kakšen bo odziv vernikov in za kakšne potrebe graditi, kar v svojem pismu poudarja grof. Szapary. Prav tako pa tudi to ni bil evangeličanski cerkveni cilj, ki je zagovarjal preprostost.

### Stene

Z analizo prvih najdenih skic, smo sklepali, da je bila cerkev grajena kot vsaka prekmurska hiša, z leseno konstrukcijo in ometom iz ilovice, kateri je bil na koncu prebeljen z apnom, da je zaščitil konstrukcijo pred vremenskimi vplivi.

Kasnejši originalni načrti, pa jasno nakazujejo, da je bila cerkev v celoti lesena, ker so tudi v načrte vrisane podrobno lesene brune, v oba pogleda oziroma prereza.

To se je dalo sicer razbrati tudi iz popisa materiala, ki je zabeležen v 1. zapisniški knjigi [Sedar, 2011], saj drugega materiala kot lesa ni bilo zavedenega – material potreben za omet.

Iz načrtov smo lahko povzeli, da so za konstrukcijo ostrejša potrebovali 26 špirovcev, dve dolgi (ali sestavljeni) kapni legi, nekaj škarij (vsaj 8) in podporne ročice ter stebre, poleg tega pa tudi galerijo, vključno z ostrejšem, ki jo je s pritličja podpiralo 6 stebrov, zajeti pa moramo tudi nosilce za galerijski del; s tem se že hitro približamo 100 kosom lesa, kolikor jih je bilo v popisu zavedenih. Zato lahko sklepamo, da je bil v popisu zaveden le osnoven konstrukcijski les. Za postavitev lesenih sten bi potrebovali več lesa, zato iz tega lahko povzamemo, da je bil del materiala za gradnjo darovan.

### Tla

Tla v pritličnem delu objekta so bila iz nabutane ilovice, da se je ustvarila spodnja nosilna podlaga. Ta je bila primerno zravnana, na njo pa so bile položene kot zaključni sloj lesene deske, ki so zavedene v popisu materiala. Te deske so bile primerne debeline in pritrjene na spodnjo nosilno podkonstrukcijo, da zaključni sloj ni bil v direktnem stiku z zemljinjo, kar je preprečevalo hitrejši propad lesa. Če je bil ta les še kako drugače zaščiteno ali premazan ni znano. Lahko pa predvidevamo, da so z golim lesom vzbujali občutek svetosti in mogočnosti – Boga, tudi zato, ker je bila cerkev večja od siceršnjih bivalnih objektov in se niso hoteli ponašati z ometom, ki bi zahteval tudi poslikave oziroma freske, katerih so se branili in odpovedali.

## Temelji

Temelji so v objektu zavedeni le na vzdolžnem pogledu cerkve. Vrisani so pod vsakim stebrom in pod zunanji obodnimi stenami. Temeljenje objektov se je v takratnem času izvajalo tako, da so kot temelj položili v vsak vogal in pod stebre večje kamne ali žgano ilovico, ki so se položili na utrjeno zemljinu. Tako so vsaj nekoliko ublažili večje posedke objekta in deloma tudi propad gradbenega materiala – lesa. V vsakem primeru je moral biti temelj iz trdnjše materiala kot sama konstrukcija objekta, saj so se na temeljih pojavili največji pritiski.

## Stebri

Stebri so bili pomembni z dveh strani. V objektu podpirajo ostrešje objekta, obenem pa nosijo tudi galerijo ali kor v objektu. V originalnem načrtu objekta, so v prečnem prerezu stebri risani malo lepše in dodelano tako, da je z oblikovanjem baza stebra ločena od trupa ter trup od kapitelja. Vse to je vrisano izjemno preprosto, vendar se s tako potezo nakazuje, da je bilo v načrtovanje vloženo več truda. Na stebre je prav tako pritrjena in vrisana ograja za kor. Zanimivo pri tem je, da je pogled na stransko fasado risan kot prerez, saj so pod nosilnimi stebri risani tudi temelji, kateri pa v prečnem prerezu niso zavedeni.

## Zunanja podoba objekta

Proti vsem okoliškim hišam, ki so se v takratnem času nahajale v okolici in so bile povečini tradicionalne, tipične pritlične hiše prekmurskega področja, je objekt s samo višino, zagotovo predstavljal dominantno v prostoru, s tem da je bil dvoetažni – zaradi galerije, ki mu je dala svojo višino in kvadraturu. Čeprav je bil delan razmeroma preprosto in enostavno, kar je predpisovala tudi evangeličanska vera, se je na daleč ločil od okoliških objektov, saj je že sama velikost objekta nakazovala njegovo vsebino.



Slika 11: Primerjava v velikosti med takratno tipično prekmursko hišo in bodonsko evangeličansko cerkvijo.

Figure 11: Comparison of size between a typical Prekmurje style house of the period and the church.

## Omet

V našem primeru ne moremo reči, da je bil objekt ometan, saj so v originalne načrte vrisane lesene brune. S tem, ko nam je znano, da se je cerkev leta 1800 obzidala, lahko sklepamo, da objekt do takrat niti ni bil ometan, ampak so bile lesene brune vidne. Sprva je bilo mišljeno, da je bil objekt narejen kot tipična večja prekmurska cimprana hiša, katere osnova so lesene brune. Za

boljšo trdnost in oprijemljivost so te brune bodisi zarezali, bodisi na njih pritrčili trstiko.

Na to se je nanašala ilovnata malta, ki so jo dobili tako, da so ilovico pomešali s seseklano slamo in "plevami". Ta ilovnata malta se je potem stisnila med posamezne brune in brune močno sprijela med seboj.

Tako pripravljena stena iz brun v kombinaciji z ilovnato malto je potem služila kot osnova za končni izravnalni sloj, ki je bil blato ali pa prav tako ilovnati omet. Ilovnati omet namreč ščiti les pred razpadom, saj le-ta tako zdrži več sto let, ker je zaščiten pred zunanjimi klimatskimi vplivi kot npr. vlaga, UV žarki, vreme ...

Posušeni končni sloj je bil pobeljen z apnom ali pa so končni, že trden omet kako drugače poslikali. Spodnji del hiše – cokl, je bil pobarvan s sajami ali modro galico, kasneje tudi s črno ali oker barvo, da kokoši niso kljuvale in uničevale ometa, umazanija s tal pa ni črnila bele fasade. Apneno fasado je pred vremenskimi vplivi ščitil tudi širok napušč.

## Okna in vrata

Sedanja cerkev je orientirana v smeri sever-jug, zato predvidevamo, da je bila taka tudi orientacija prvotne cerkve. Vrata za vernike se pojavijo na ožji strani nasprotno od oltarja in so ponavadi širše dimenzionirana, kakor je tudi v našem primeru, pri tem se pojavi tudi predprostor za cerkev, ki je lahko ločen od preostalega dela cerkve. Prav tako se nad glavnim vhodom v cerkev centralno pojavi še eno okno.

Iz tlorisa in pogleda originalnih načrtov povzamemo, da se na vzhodni strani cerkve pojavi stranski-ožji vhod za fararja in štirje pari oken, katera se simetrično ponovijo tudi na zahodni strani objekta. Vendar pa če z originalnimi načrti primerjamo kopije načrtov vidimo, da se vzhodni strani objekta pojavijo le trije pari oken, kar bi lahko bila napaka prerisovalca ali pa so se za takšno izvedbo odločili naknadno.

Iz priloženega pogleda ter tlorisa objekta je razvidno, da je objekt imel dve vrsti oken. Delitev oken je posledica galerijskega dela oz. kora. Ker so bili nosilci za galerijo vpeti na eni strani v steno, na drugi strani pa so jih podpirali osrednji stebri, okna niso mogla biti tako nedeljena visoka in ozka, zato se pojavita višinsko dve okni. Tako je spodnja linija oken nekoliko višja kot zgornja. Si pa sledijo v enakem zaporedju. Parapetna višina vgradnje oken je približno 110 cm. Iz popisa materiala in pa načrtov je razvidno, da so bila okna že zastekljena, kar je za tisti čas predstavljalo veliko investicijo. To nam dodatno potrjuje dejstvo, da cerkev ni bila delana le za 8 let, kakor po nekaterih, prej omenjenih podatkih, navajajo.

## Kritina

Poleg tlorisa je bil dodan tudi prerez preko objekta. Pomaga nam v tolikšni meri, da vidimo, katero razmerje se pojavi v prerezu cerkve in nam kaže naklon strehe, ki s strmimo jasno nakazuje, da je bila prvotna lesena cerkev krita s slamo, saj tako zasnova ostrejša, statično gledano, tudi ne bi vzdržala težje obremenitve. Za slamo je najprimernejši naklon strehe okrog 45°. Pri našem objektu se nam pojavi približno 48° naklon, kar zadošča za primerno odvodnjavanje strehe. Slamnata streha je namreč morala imeti prej omenjen strmejši naklon že zaradi tega, ker je bila slama lahka kritina in če ni bila postavljena pravilno je hitro

začela gniti, saj voda ni zadosti hitro odtekala z nje. Slama je eden najstarejših naravnih materialov za prekrivanje streh objekta in na območju Prekmurja v tistem času tudi najbolj uporabljan, saj je bilo tega materiala zadosti, ker je Prekmurje že od nekdanj znanu po žitnih poljih.

## Notranja oprema objekta

### Klopi

Glede na mnoge druge cerkve in še na nekatera pričevanja starejših vernikov sklepamo, da v prvih letih obratovanja cerkve v prostoru ni bilo klopi in stolov, ki tudi niso vrisani v načrte, saj so tako omogočili večjemu številu vernikov obisk bogoslužja, poleg vsega pa so bile klopi in oprema cerkev takrat še drage stvari, ki si jih novoustanovljena cerkvena občina še ni mogla privoščiti in se je to dodajalo postopoma.

### Galerija ali kor v evangeličanskih cerkvah

Iz enostavnega tlorisa pritličja cerkve, z dodanim modularnim merilom vidimo, da je imela že manjša enostavna cerkev galerijo ali kor, ki je tudi vrisana v tlorisu pritličja. Do nje se je dostopalo po manjših lesenih stopnicah, ki so bile postavljene glede na glaven vhod v objekt, takoj desno od njega v vogal.

Galerija in s tem tudi ostrešje objekta, sta bila podprta s šestimi stebri (treji vzporednimi), ki so omogočali statično stabilnost ostrešju in pa galeriji. Iz načrtov vidimo, da so nosilci za galerijski del na eni strani vpeti v steno, na drugi strani pa kor podpirajo stebri, ki se kontinuirano dvigajo čez obe etaži. Teh šest stebrov v modularnem razmiku, je omogočalo zračnost in preglednost prostoru ter seveda čim večji prostor namenjen zbiranju vernikov.

Kor je bil v celoti lesen in kakor navaja popis materiala so bile zaključni sloj lesene deske, kakršne se pojavijo kot zaključni dloj tudi v pritličju objekta.

### Oltar in prižnica

Oltar je najpomembnejši del vsakega sakralnega objekta, saj ob njem duhovnik opravlja del bogoslužja. Pri evangeličanskih cerkvah je oltar ponavadi minimalno dvignjen od preostalega dela. Kakšen je bil prvoten oltar v tem objektu ni znano.

Protestantizem je že ob svojem nastanku močno poudarjal vlogo besednega bogoslužja (branja Božje besede in pridiganja), zato je za vse protestantske cerkve značilno, da imajo prižnice. Te se lahko pojavijo v obliki mize, na kateri je Sveto pismo, ali pa so pomaknjene v sredino glavnega oltarja oziroma nad glavni oltar, s čimer simbolizirajo centralno vlogo oznanjevanja. Prižnica je pogosto oblikovana privzdignjeno, v obliki manjšega balkona, do katerega se dostopa preko stopnic.

Kako je bila oblikovana in zasnovana prižnica pri obravnavani cerkvi ne moremo z zagotovostjo vedeti, saj v načrte ni vrisan niti položaj in velikost oltarja. Lahko pa sklepamo da se je tako kot ostala notranja oprema prostora, dodala sčasoma, ko so si lahko privoščili.

### Zaključek

Najdeni načrti so pomembni z arhitekturnega vidika načrtovanja objekta, morda še bolj pa uči njihov simbolni pomen.

Analiza objekta kot celote, izhaja iz najdenih načrtov. V kolikšni meri so bili izvedeni ne vemo, saj ni na voljo nobenega zapisa

ali fotografije objekta. Iz načrtov le sklepamo, kako in zakaj je bilo tako načrtovano, pa še to ne moremo potrditi, saj je preris objekta drugačen od originala.

Za prve najdene načrte se iz današnjega vidika morda zdi, da so pripravljene laično, saj v tlorisu ni podanih mer, dodano je le grafično merilo, česar si danes ne moremo predstavljati. Še posebno nedodelan je prerez objekta, kateri pa nam vseeno poda nekaj bistvenih in koristnih informacij. Podporniki, ki držijo ostrešje niso postavljeni nad nosilne stebre, ročice, ki statično podpirajo nosilne elemente ostrešja pa so predolge in se zdi da so nepotrebne; vendar pa so postavljene vzporedno, iz česar lahko trdimo, da je bila ta strešna konstrukcija namenjena slamnati kritini. Iz načrta fasade smo lahko razbrali zunanjo podobo objekta in na podlagi tega lahko za določene stvari sklepamo, kako so si po kronološkem zaporedju sledile.

Originalni načrti iz Szombathelyja so sicer nekoliko bolj dodelani, vrisane so lesene brune, definiran vodoravni princip zlaganja brun, vrisane vse odprtine, vendar v primerjavi z današnjim načinom načrtovanja še vedno delujejo nepopolno. Primerljivi so morda z današnjo idejno zasnovo.

Temu ne gre zamerit, saj v takratnem času poklica arhitekta še niso poznali, ali pa so si jih lahko privoščili le redki premožnejši ljudje, tako da so namesto njih delo neredko opravljali malo boljši risarji oziroma mizarji, tesarji.

Ravno ta laičnost še posebej poudarja razvoj arhitekture, saj brez enostavnih in nedorečenih začetkov danes ne bi znali oceniti kako velik korak naprej smo storili. Po drugi strani pa ugotovimo, da se je kljub laičnosti sporočilo preneslo v celoti in se starodavni principi načrtovanja in gradnje prav v ničemer ne razlikujejo od današnjih. Poudarja nam komunikacijo med mojstri, ki so objekt snovali in med tistimi, ki so ga postavljali, saj so se mnogi objekti, kljub pomanjkljivim načrtom, izvedli brez problemov.

Še večji pomen pa ima morda cerkve kot simbolni objekt, saj je bila postavljena v prelomnem obdobju in kot taka prenaša sporočilnost dveh veroizpovedi, evangeličanske in rimokatoliške. V tem primeru obravnavana cerkev predstavlja uspehe reformacije, saj se je z reformacijo odprlo prvo okno humanizmu. Reformacija je tako izražena v poenostavitvi odnosa do boga in z začetki razvoja humanizma, ki sega vse do današnjih dni.

### Zahvala

Za sodelovanje in strokovno svetovanje se najlepše zahvaljujem prof. Borutu Juvancu s Fakultete za arhitekturo Univerze v Ljubljani, za strokovno pomoč pri dilemah s strani arhitekture in razmerij, in kustosu Pokrajinskega muzeja v Murski Soboti, g. Francu Kuzmiču, za podporo pri reševanju problemov s strani verske in zgodovinske tematike.

Na koncu, a ne nazadnje sem hvaležna g. Simonu Severju, da me je povabil k sodelovanju, fararju Bodonske cerkvene občine, ki je načrte našel in jih posredoval meni, saj brez njega članka in orisa zgodovine ne bi bilo.

### Slovarček

Božja služba – bogoslužje pri evangeličanski cerkvi.

Cerkvena občina – je izraz za evangeličansko župnijo. Izraz občina ali občestvo (cerkvena občina, cerkveno občestvo), je prevod grške besede

ecclesia, kar v dobesednem prevodu pomeni poklicani iz in se prevaja tudi kot cerkev.

Evangelikanstvo - v Sloveniji najbolj razširjena smer protestantizma.

Fara – iz nemške besede Pfarre - cerkvena občina – prekmursko.

Farar – iz nemške besede der Pfarrer - duhovnik v evangeličanski cerkvi – prekmursko.

Gmajna – iz nemške besede Gemeinde – občestvo – fara.

Kor – galerija ali balkon.

Pleva - trši ovoj semena pšenice, rži, ki ni tesno zrasel z vsebino.

### Viri in literatura

Deu, Ž., (2006): Podeželske hiše na Slovenskem. Založba kmečki glas, Ljubljana.

Hari, T., (2000): Zgodovina evangeličanske cerkve v Murski Soboti (s kratkim pregledom zgodovine protestantizma v Prekmurju). Evangeličanska cerkvena občina, Murska Sobota.

Juvanec, B., (2010): Arhitektura Slovenije, vernakularna arhitektura, severovzhod. Univerza v Ljubljani, Založba i2, Ljubljana.

Juvanec, B., (2009): Basics of proportional systems in architecture. V: Prostor 17 [2009] 1[37]: 196. University of Zagreb, Faculty of Architecture, Zagreb.

Obal, F., [http://www.evangelic-bodonci.si/sl/informacija.asp?id\\_meta\\_type=96&id\\_informacija=538](http://www.evangelic-bodonci.si/sl/informacija.asp?id_meta_type=96&id_informacija=538), <november 2010>

Rajhman, J., (1997): Pisma slovenskih protestantov. Znanstvenoraziskovalni center SAZU, Ljubljana.

Sedar, K., (2011): Prva kronika evangeličanske cerkvene občine Bodonci. Evangeličanska cerkvena občina Bodonci, Bodonci.

Šebjanič, F., (1977): Protestantsko gibanje Panonskih Slovencev (Od začetkov reformacije do obdobja dualistične ureditve Avstro-Ogrske). Pomurska Založba, Murska Sobota. Evangeličanska cerkvena skupnost, <http://www.evangelic-cerkev.si/sl/> <november 2010>.

Vas Bodonci, <http://www.bodonci.net/vasbodonci.php> <november 2010>.

Slovar slovenskega knjižnega jezika, [http://bos.zrc-sazu.si/cgi/a03.exe?name=sskj\\_testa&expression=pleva&hs=1](http://bos.zrc-sazu.si/cgi/a03.exe?name=sskj_testa&expression=pleva&hs=1) <november 2010>.

Andreja Benko  
4andreja@gmail.com  
Podiplomski študij, UL FA

### Iz recenzije

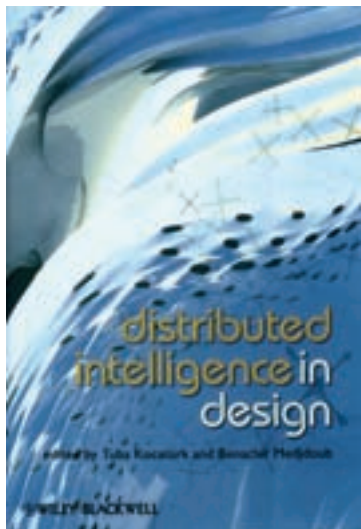
“Ponovno odkrita” v rokopisni obliki prva kronika evangeličanske cerkve občine Bodonci je spodbudila mladega in novega duhovnika te občine, da je dal najprej omenjeno kroniko strokovno restavrirati, nato pa poiskal primerne svetovalce in nato izvajalce za “obelodanitev” kronike. Za prevajalko je bila izbrala Klaudija Sedar. Prevod s kratkim komentarjem prevajalke je že izšel. Za pomoč pri arhitekturnem delu pa je bila izbrana zavzeta mlada arhitektka Andreja Benko. Tako je začela Andreja Benko zelo zavzeto raziskovati omenjeni odkriti načrt iz leta 1792 s popisom materiala za gradnjo evangeličanske cerkve v Bodoncih. Nekakšen načrt je bil namreč prerisan (skiciran) v prvo kroniko župnije, ki jo je začel pisati prvi duhovnik, ni pa bil načrt prav natančen. To je povzročilo že prvi prvem natančnejšem pregledu nekaj nepričakovanih težav že sami prevajalki, kar pa je potem razjasnilo odkritje natančnega uradno predloženega načrta, ki je k sreči ohranjen v arhivu na Madžarskem.

Tako je poskušala arhitektka Andreja Benko z vidika arhitekture rekonstruirati to stavbo, ki ima do sedaj edina do tega časa ohranjene prvotne načrte. To ji je tudi uspelo. Že dosedanja raziskava je vsekakor priporočljiva za objavo, v kateri od naših strokovnih publikacij, kajti ugotovila in pojasnila je nekaj zelo zanimivih zadev, ki so bile do sedaj nekako neznane in neopažene in so potemtakem gotovo pomembne za prispevek k zgodovini arhitekture. Tako dobivamo s področja zgodovine arhitekture tudi na tem območju dodatne pomembne osvetlitve. Kar bi bilo potrebno kot recenzentu še nakazati, pa je avtorica pojasnila že sama pri opredeljevanju svoje raziskave.

mag. Franc Kuzmič  
Pokrajinski muzej Murska Sobota

## RECENZIJA KNJIGE

KOCATŪRK, T., UR. , MEDJDOUB, B., UR. (2011): DISTRIBUTED INTELLIGENCE IN DESIGN. WILEY & BLACKWELL, CHICHESTER. ISBN: 978-1-4443-3338-1



Znanstveno posvetovanje ('Distributed Intelligence in Design Symposium') v Salfordu je leta 2009 zbralo celo stotnijo razpravljalcev o razmerju med digitalno tehnologijo in arhitekturnim oblikovanjem. Pričujoča knjiga predstavlja izbor tem, ki jih je iz predstavitev razvilo petindvajset avtorjev, uredila in komentirala pa sta jo predstavnika organizatorja omenjenega simpozija. Soavtorji sedemnajstih poglavij prihajajo tako iz akademskih krogov kot tudi iz arhitekturne prakse, predvsem iz velikih arhitekturnih birojev, ki se ponašajo s svojimi lastnimi aplikativno-raziskovalnimi oddelki. Poglavja so združena v štiri dele brez vsebinskih naslovov. Pri uvodničarjih in v prvem delu knjige najdemo razlage mnogoterosti znanja v oblikovanju, v drugem so izpostavljena razmerja med arhitekturnim izobraževanjem in prakso ter med zasnovo in izvedbo, v tretjem so poglavja o informacijskih modelih izvedbe ('BIM'), četrto pa je posvečeno parametricizmu.

Paul Richens začenja predgovor s povzetkom omenjenega simpozija. 'BIM' opredeljuje kot disciplino oblikovanja integralne podatkovne baze za izvedbo objekta, parametrično oblikovanje pa kot geometrično tehniko, ki je s fiksiranjem določenih relacij in z variiranjem izbranih vrednosti le eno od orodij za konceptualno oblikovanje, predvsem za študijo geometričnih vidikov oblikovanja. Če je 'BIM' enovit model, primeren bolj za konstruiranje kot za oblikovanje, ponujajo parametrični modeli mnogoterost, ki je bližje naravi oblikovalskega procesa: za preverjanje alternativ, dimenzij materialov, velikosti in oblik, a s sebi lastnimi omejitvami. Oblikovalski slog določa vnaprejšnja racionalizacija, ki ustvarja kompleksnost iz enostavnih elementov, ali pa naknadna, ki izoblikovano celoto pretvori v optimizirane elemente. Pristaši 'BIM'-a vidijo osrednjo temo 'mnogoterega znanja' v podatkih, parametriki pa v sistemu (geometričnih) omejitvah in svobode. V raziskovalnih enotah velikih birojev Paul Richens prepozna rojevanje nove arhitekturne specializacije, ki jo imenuje 'arhitekturni geometer'. Prihodnost parametricizma pa vidi v upoštevanju parametrov, ki niso zgolj geometrijski. Ob spremljanju aktualnega dogajanja v raziskovanju lahko dodamo, da se Richensova predvidevanja dandanes že uresničujejo.

Tuba Kocatürkin in Benachir Medjdoub predstavita svoje razloge za uvedbo koncepta 'mnogoterosti znanja in

razumevanja'. Gre predvsem za raziskovanje razmerij med družbo in tehnologijo v digitalno vodenih procesih oblikovanja in gradnje; za 'orkestracijo' orodij, idej različnih disciplin, pa tudi za mnogoterost akterjev procesa. Knjiga naj bi polemizirala tudi o razmerju med oblikovalsko inovacijo in tehnologijo ter pokazala stanje in pričakovanja za prihodnjo generacijo arhitekturnega oblikovanja kot prakse sodelovanja.

Bryan Lawson začenja prvi tematski del knjige s poudarkom, da je znanje pravzaprav v ljudeh. Oblikovanje obravnava kot spoznavni proces, ne pa zgolj kot proces priprave informacij za izvedbo. Trdi, da obstaja med izkušenimi arhitekti in novinci bistvena razlika v tem, da izkušeni ne delajo istih stvari hitreje, bolj natančno ali bolj učinkovito, temveč delajo druge, drugačne stvari. Trdi tudi, da pri tem pravzaprav manj razmišljajo, saj probleme in rešitve 'prepoznavajo' na podlagi izkušenj. Podpora spoznavnemu procesu mora biti torej prilagojena različnim stopnjam zrelosti: novincem, zrelim arhitektom, vizionarjem.

Potrebna pa je tudi odločitev, v kolikšni meri je določena sistemska podpora osredje ali obrobje oblikovalskemu procesu. Dodajmo, da mora oblikovalski proces v vsakem primeru ostati v jedru dogajanja, če naj proces še imenujemo 'oblikovalski'.

Volker Mueller se posveča mnogoterosti oblikovalskih skupin. Razmišlja o ravneh znanja in razumevanja: izboljšanje na kateremkoli nivoju izboljša celotni oblikovalski proces.

Chris J.K. Williams in Roly Hudson izpostavljata razliko med mnogoterim in enovitim miselnim modelom. Njuno izhodišče je razumevanje: površinsko ali poglobljeno. Bolj, ko je razumevanje poglobljeno, bolj je očiščeno nepomembnih podrobnosti. Takšno razumevanje po njunem mnenju vodi v enovitost miselnega modela. Lahko se vprašamo, ali v enovitost miselnega modela vodi tudi poglobljeno razumevanje kompleksnosti sistema prostorskih razmerij v procesu arhitekturnega oblikovanja.

Peter Brandon obravnava vprašanje integracije oblikovalskega znanja in razumevanja v interdisciplinarnih skupinah. Ob uporabi digitalnega vmesnika, ki je prevodnik mnogoterih znanj, prihaja do izgube znanja in razumevanja. V virtualnih okoljih, ki omogočajo visoko stopnjo življenja v skupni prostor, naj bi bila omenjena atrofija manj očitna. Avtor žal svoje trditve ne ilustrira, ne s podatki ne z vizualizacijami.

Brent Allpress se v začetku drugega dela knjige posveča spremembam na pedagoškem področju. Ugotavlja, da je potrebno trditve o tem, da bo uporaba novih tehnologij preprosto izpodrinila obstoječe prakse in načine razmišljanja, jemati z dobršno mero skepse. Kljub temu pa poudarja, da projektni, problemsko orientirani pedagoški pristop odkriva neslutene kreativne možnosti. V mislih ima predvsem parametrični pristop.

Eduardo Lyon izpostavlja razliko med oblikovanjem in izvedbo, med kreacijo prostora in produkcijo objekta. Nadaljuje z razpravo o oblikovanju, ki temelji na sestavljanju komponent, in o oblikovanju, ki izhaja iz strukture oblikovalskega znanja: o objektu, izdelavi in o procesu. Oblikovalsko znanje po njegovem mnenju sestavljajo znanja o objektu, o procesu oblikovanja in o procesu izdelave.

Matias del Campo in Sandra Manninger se dotikata komunikacije med različnimi specializacijami, in sicer z vidika objekta in njegovega učinka. Objekt je npr. 'vmesno polje' oz. univerzalni

skupni 'jezik' disciplin, ki učinkuje in se pusti vplivati. Sean Hanna obravnava digitalna orodja kot spodbujevalce kreativnih vzgibov. Logika in intuicija sta bistveni komponenti oblikovalskega procesa. Izmenjujeta se fiksiranje in spreminjanje oblikovne zasnove, z analognimi in digitalnimi orodji. Večina orodij sicer podpira fiksiranje in racionalizacijo zasnov, vendar izbrani primeri kažejo, da ni nujno tako. Če orodjem za oblikovanje zasnov dodamo orodja za interpretacijo možnosti, bo naše znanje in razumevanje oblikovanja v procesu sodelovanja dejansko mnogotero v polnem pomenu besede.

V tretjem delu knjige Arto Kiviniemi razlaga integrirani 'BIM' kot tehnični temelj novih poslovnih modelov in delovnih procesov.

Rita Cristina Ferreira izpostavlja problem uporabe orodja v podporo odločanju o oblikovanju za izdelavo: to je razkorak med arhitekturnim oblikovanjem, gradbeno tehnologijo in upravljanjem izvajanja. Tudi transparentnost, ki jo sistem ponuja, ni vedno zaželjena: predvsem ne takrat, ko beleži oblikovalske probleme in napake.

Robin Drogemuller in John H. Frazer raziskujeta razmerje med stalnostjo in spremenljivostjo v podpori mnogoterosti znanja in razumevanja v oblikovanju. Glede na to, da si oblikovalec želi inovativnost rešitve, je vprašanje, kakšno vlogo ima v procesu oblikovanja uporaba 'standardov' oz. predhodno opredeljenih zasnov – za analizo novih rešitev in za sporazumevanje o inovacijah, ne le za interdisciplinarno komunikacijo, temveč tudi za vključevanje uporabnikov. Avtorja trdita, da so standardi bistveni, da pa zahtevajo stalno raziskovanje njihovih možnosti. Z vidika sporazumevanja pa se nova orodja izboljšujejo, vendar ostaja še vrsta vprašanj odprta.

Martin Riese izpostavlja primere projektov večjih razsežnosti ter študij njihovega življenjskega ciklusa. Mnogoterost znanja in razumevanja v procesu teh študij in upravljanje z navedeno mnogoterostjo spreminjata naravo industrije. Intenzivnost in učinkovitost sodelovanja omogočata racionalizacijo rabe materialov. Avtor pričakuje nadaljevanje trenda optimizacije izdelave in sestavljanja elementov gradnje v visoki stopnji integracije holističnega procesa.

V četrtem delu knjige se Cristiano Ceccato posveča hitrosti širitve novih praks, ki jim botruje strateški pristop k digitalno podprtemu oblikovanju. Ta hitrost zahteva razmislek o rešitvah, ki jih zahteva dolgoročna stabilnost velikih arhitekturnih birojev. Med osrednjimi temami (vsaj pri biroju ZHA) so: upravljanje z dobrimi praksami izvedbe, gradbeno-tehnična in digitalno-oblikovalska znanja.

Neil Katz razpravlja o prednostih enostavnih digitalnih orodij, ko gre za učinkovito spodbudo kreativnosti v procesu oblikovanja. Kot pristaš algoritmičnega modeliranja (pri podjetju SOM) ugotavlja, da obstaja vrsta rešitev, ki so uporabne v projektih z različnimi zasnovami in za različne projektante ter celo za različna digitalna orodja.

Hugh Whitehead, Xavier De Kestelier in Irene Gallou v intervjuju s Tubo Kocatürk razkrivajo delovanje aplikativno-raziskovalnih oddelkov velikih arhitekturnih birojev (primer: SMG / Foster & Partners). Whitehead poudarja, da morajo biti digitalna orodja prilagojena vsakemu projektu in projektni skupini posebej. V zvezi z 'BIM'-om pa omenja sledeči problem: mnogotere predstavitve De Kestelier izhaja iz pedagoške prakse zgodnjega uvajanja programiranja v arhitekturni kurikulum: tako postane programiranje le eno izmed mnogih možnih spretnosti, ki se kasneje integrira v projektno delo, poudarek se preseli iz orodja

k procesu oblikovanja.

Lars Hesselgren pa Benachiru Medjdoubu odgovarja na vprašanja o sodobnih predstavitvenih tehnikah in o potrebah preoblikovanja arhitekturnega izobraževanja z vidika potrebe arhitekturne prakse. Zanj so bistvena nova znanja o geometriji, programiranju in razumevanje kompleksnih sistemov.

Manfred Grohmann in Oliver Tessmann razpravljata o vlogi uporabe treh izbranih konstrukcijskih parametrov v oblikovalskem procesu meddisciplinarnega sodelovanja: geometrije sistema, topologije in materialnosti. Sodelovanje med arhitekti in gradbeniki zahteva mnogoterost strategij za snovanje konstrukcij: v iskanju odgovorov na pogoje izvedbe. Avtorja se zavzemata za sodelovanje že v fazi opredelitve pogojev. Ugotavljata, da digitalna orodja izbrani pristop podpirajo z možnostjo metamorfoze analitičnih orodij v ustvarjalna.

V knjigi torej najdemo celo paleto interdisciplinarnih predstav o mnogoterosti znanja in razumevanja arhitekturnega oblikovanja. Vsem pa je skupen digitalno podprti abstraktni, konceptni pristop k arhitekturnemu oblikovanju. Naslov knjige ne odraža povsem natančno njene vsebine: mnogoterost arhitekturnega znanja dandanes ni omejena zgolj na visoko stopnjo kompleksnosti arhitekturnih projektov, katerih izvajanje podpira t.i. BIM, ali na visoko stopnjo kompleksnosti oblik, ki jih omogoča parametrično razmišljanje s pomočjo algoritmičnega modeliranja. Ta mnogoterost prežema vsa polja oblikovanja. V naslovu morda manjka poudarek, da gre v knjigi za razmišljanja o digitalni podpori upravljanju mnogoterosti znanja in razumevanja, potrebnega za arhitekturno projektiranje. Parametricizem res omogoča preseganje tradicionalne odvisnosti arhitekture od enostavnih geometrijskih operacij. Omogoča pa tudi obsedenost z raziskovanjem geometrične kompleksnosti in posledično zanemarjanje vsega, česar v arhitekturi ni mogoče izraziti z geometrijo objekta. Integralni modeli ('BIM') pa po drugi strani bolj očarajo konstrukterje kot oblikovalce, saj mnogoterosti procesa oblikovanja ni mogoče v celoti integrirati v enovit model. Hitro digitalno modeliranje ponuja odlično in sprotno preverjanje konceptnega vidika arhitekturnih zasnov. Dostikrat pa prehitve dejanska prizadevanja arhitektov, da bi svoje rešitve sproti dovolj intenzivno preverjali na izkustven način, s preverjanjem doživljajske podobe prostora, ki jih določajo in oblikujejo s hitrim modeliranjem sproti preverjeni objekti v prostoru. Arhitekt se tako iz oblikovalca prostora spreminja v oblikovalca objektov v prostoru. To dokazujejo tudi ilustracije knjige: če odštejemo portretni fotografiji urednikov in sheme projektnih skupin, podatkovnih baz, razmerij v oblikovalskem ali izvajalskem procesu, je večina ilustracij oblikovalskih rešitev konceptne narave, torej takšne, ki arhitekturno zasnovo kažejo kot abstraktno miselno celoto. Ilustracij, ki predstavljajo koncept, ne pa podobe prostora, je vsaj tri četrtine. Vemo pa, da je za predstavitev podobe prostora, vsaj na način, ki ga omogoča knjižna objava, običajno potrebnih več ilustracij, kot za prikaz koncepta, saj prostor doživljamo po delih, in ne kot celoto, naenkrat. Vprašamo se lahko, kakšno podobo izkustvenega, doživetvenega prostora predlagane rešitve ustvarjajo. Knjiga se torej ne ukvarja z digitalno podporo preverjanja arhitekturnega prostora kot prostora človekovega izkustva, z omejitvami in možnostmi vizualizacijskih digitalnih sistemov, čeprav so le-ti odlična platforma za meddisciplinarno in uporabniško sodelovanje, o katerem govori knjiga.



**Projekti / *Projects***

---



PROJEKT ARRS ŠT.: J5-6557, 2007 - 2010

Projekt je tekel v okviru ARRS kot temeljni projekt med leti 2007 in 2010 na Fakulteti za arhitekturo Ljubljanske univerze.

Znanstvena izhodišča projekta obsegajo tri tematske sklope: arhitekturo, dediščino in znanost. Arhitektura kot najbolj vidni element kulture, tako teoretsko kot praktično. Arhitektura je veda o oblikovanju prostora, prostor pa je vse okrog nas. Pomembni so elementi napredka in pomembnosti: velike arhitekture so plod največjih strokovnjakov svojega časa in določajo značilnosti celovitih kultur. Vernakularna arhitektura je plod malih ljudi, za male ljudi.

Dediščina kot najpomembnejši element kulture sega v predzgodovino, pri čemer je znanstvena kategorija vede, ki proučuje premike, razvoj in oblike človeštva humana antropologija, saj o narodnostih še ni sledu. Dediščina je sestavni in najpomembnejši del kulture, ki nadaljuje tipiko in razvija kulturo naroda. Najbolj nedvomni in najvidnejši element te kulture je arhitektura, ki omogoči pračloveku preživetje, dvig nad žival in njegov miselni in fizični razvoj.

Znanost kot dokaz urejanja in vnašanja elementov v človekov vsakdan, ki jih za arhitekturo postavlja Vitruvij: firmitas, utilitas, venustas (trdnost, konstrukcija; uporabnost; lepota, obliko). Gre za praktične rešitve, ki jih znanost odkriva, razume, razlaga in postavlja na pravo mesto v teoriji, ki jo človek udejanja v praksi.

### Interdisciplinarnost

Vse stroke po prioritetah sodelujejo enakovredno in enakopravno z uporabo izsledkov dosedanjega dela, čeprav z značilnostmi posamičnih organizacij, ki so odvisne od ekspertov samih, od organizacij, v okviru katerih delujejo, od jezikovnih okvirov in od kulturnih ter profesionalnih tipik. Sodelujoči so, po prioritetah: (Usmeritve MVZT: točka iv) drugega sklopa kot multinacionalni program:

informacijski sistem nacionalne in kulturne dediščine v povezavi in s tekočim vključevanjem:

sodobni knjižni, narečni zgodovinski slovarji, atlasi antropologija

### Problematika

Vernakularna arhitektura začenja kot kamen, menhir, kar samo po sebi še ni arhitektura. Ko pa dva menhirja človek prekrije s tretjim, je to že zatočišče, arhitektura. Strokovnjaki od tod naprej gradijo sakralne objekte, grajske in take za mrtve. Nešolan človek zida zase: zatočišča, hiše, gospodarske objekte, hleve, vasi. Preko vasi vernakularnost ne seže: mesto je že plod strok, ki se prepletajo - oblikovanje prostora pa se konča v politiki (načrtovanje prostora), ki je usklajevanje interesov, kjer je arhitekt le še sestavni del.

Graditelji vernakularne arhitekture niso šolani, niso teoretsko podkovani ljudje. Znanje se je podedovalo, razširjalo se je po cehih, v zaprtih krogih, skoraj kot skrivnost. Znanje je bilo darilo. Rezultati vernakularne arhitekture so še danes prav spektakularni: slovenski kozolec kot najbolj popolna arhitektura je dokaz za to.

### Program

Program sam sestavlja teoretski okvir in praktični primer, pilotni projekt.

a/ Teoretski okvir ustanovitve predstavljajo potrebe, možnosti, hotenja in zmožnosti. To so politični cilji.

b/ Praksa se kaže v projektu kot praktični primer ustanovitve centra, ki lahko služi kot pilotni projekt za ustanavljanje nacionalnih centrov - takrat že brez začetnih težav in otroških bolezni, s katerimi se bo pilotni projekt nedvomno spopadal.

Temeljni cilj je vrnitev pomena in vloge vernakularni arhitekturi. Za to je treba vernakularno arhitekturo odkriti, jo prepoznati in razgraditi, dokazati njeno vlogo v naši kulturi. Teoretske in praktične osnove moramo tehnično prikazati, da bodo razumljene. Dokumentacijo je treba postaviti dostopno javnosti, z znanstvenimi obdelavami.

Cilj je vzpodbujanje organizacij, šol, univerz za zbiranje in obdelavo gradiva ter za razširjanje znanj v vseh medijih, za dvig zanimanja in za dvig vrednosti arhitekturne dediščine.

Praktični cilj je ustanovitev Interdisciplinarnega centra vernakularne arhitekture EU v Ljubljani, z vsemi temeljnimi cilji praktične oblike. To je predvsem informacija o teoriji vernakularne arhitekture, o objektih po namenu, deželah, materialih, oblikah, po narodih (info/doku center). To je vzpodbujanje dela v znanosti na teoretičnem in na praktičnem področju, objavljane in razširjanje tega vedenja. To je organizacija kongresov, za razširjanje vedenja znanstvenikov tega področja. To je ustanavljanje strokovnih in znanstvenih organizacij za odkrivanje, obdelavo, zaščito in za organizacijo predstavljanja vernakularne arhitekture. To je šolanje kadra za posamične probleme. To je dvig kulture, kar je na področju arhitekture osnovni namen znanosti: omogočiti vrednotenje vernakularne arhitekture in jo postaviti na mesto, ki ji gre.

## 1 ORGANIZACIJSKI OKVIR ICA, POTREBE, MOŽNOSTI, PREDNOSTI

### 1.1 Smisel

Smisel organiziranja ali ustanovitve centra za vernakularno arhitekturo je predvsem v združevanju moči na področju kulture:

#### 1.11 Zbiranje informacij o organizacijah

1.111 organizacije, ki se ukvarjajo z vernakularno arhitekturo, ki so lahko:

1.1111 državne in pod kontrolo ustreznih ministrstev

1.1112 znanstvene in pod kontrolo univerz

1.1113 lokalne, zasebne ali organizacije civilnih iniciativ

1.112 Sortiranje in analiziranje teh informacij

1.113 Distribucija in organiziranje dosegljivosti informacij o organizacijah

1.12 Zbiranje informacij in podatkov o vernakularni arhitekturi

1.121 Sezname arhitektur

1.122 Postavitev kriterijev za vrednotenje

1.123 Izbor arhitekture po vrednotenju iz točke 1.122

1.13 Strokovno delo snemanja in dokumentiranja

1.14 Znanstveno delo analiziranja in postavljanje tipik

1.15 Postavitev sistemov dosegljivosti: knjižnice, šole, raziskovalne organizacije, virtualne knjižnice, Net, interaktivni sistemi

### 1.2 Pomen ICA za Slovenijo, za EU

Center vernakularne arhitekture je za Slovenijo enako pomemben

kot za vso Evropo: za zbiranje, inventariziranje, dokumentiranje, analiziranje, objavo rezultatov, organiziranje dosegljivosti

1.21 Cilj Centra je zbiranje, inventariziranje, analiziranje vernakularne arhitekture na Slovenskem

1.22 Cilj je tudi objavljjanje in organiziranje dosegljivosti teh rezultatov

1.23 Cilj Centra za Evropsko unijo je enako kot za Slovenijo, zbiranje podatkov, evidentiranje in znanstvena obdelava

1.24 Za EU je pomembno, da ima dosegljive možnosti selektivnega izbora določene stroke po izbranih kriterijih. Ti kriteriji morajo biti skupni in enotni za vse članice Eu.

### 1.3 Znanstveno delo

1.31 Na podlagi dokumentacije je prvo delo znanosti analiziranje, potem pa klasificiranje elementov in sklopov

1.32 Na osnovi tega je šele mogoče postavljati zaključke in sklepe znanstvenega dela

1.33 Primerjava primerljivih rezultatov lahko da kvalitativne podatke

1.34 Šele ti podatki so osnova za inovacije v znanosti, tako v podatkih kot v sistemih in v sistematikah posamičnih področij

1.35 Usmerjanje znanosti, vodenje odločitev na osnovi kvalitativnih parametrov je tudi vodenje znanosti, ki lahko pripelje do novosti v detajlih, celotah ali v sistematiki dela

1.36 Znanost najvišjega razreda in izjemne kvalitete lahko vrednoti kulturo in ji daje okvire, ocene in napotke za razvoj: omogoča njen napredek

### 1.4 Dejavnosti ICA

1.41 Zasnova, organizacija in vodenje dela z vernakularno arhitekturo:

1.411 Ministrstev in medresorsko usklajevanje

1.412 Uprav in lokalnih skupnosti anpdoročjih, kjer se dotikajo vernakularne arhitekture

1.413 Univerz, kolikor te posegajo v lokalne prostore, kulture, interese

1.414 Organizacij, ki se ljubiteljsko, strokovno lai znanstveno ukvarjajo s kulturo an področju oblikovanja prostora

1.42 Usklajevanje dela vseh subjektov iz točk 1.411 do 1.414

1.43 Usklajevanje dela organizacij an področju kulturne dediščine

1.44 Zbiranje, izbiranje, klasifikacija in distribuiranje informacij

1.45 Strokovno in znanstveno delo, na osnovi in v sodelovanju vseh organizacij

1.46 Organizacija workshopov in drugih javnih predstavitev

1.47 Organizacija kongresov in znanstvenih združevanj v kulturi

1.48 Koordinacija multidisciplinarnega dela s področja kulture prostora

1.49 Informiranje javnosti: tisk, TV, radio, video, CDRomi, Net, izdajanje publikacij, prodaja

### 1.5 Organizacija ICA

ICA je organiziran takole: znanstveni svet, nadzorni svet, uprava, področni sveti, administracija, knjižnica

1.51 Znanstveni svet vodi usmeritve in določa prioritete

1.52 Nadzorni svet skrbi za finančne osnove in za pravilnost poslovanja

1.53 Uprava dejansko in fizično vodi center, vodi ga vodja (vsebinsko, znanstveno) in upravni vodja (finančno), področni vodje oddelkov (po programu), ostalo so administrativni delavci

1.54 Ustanovitelja ICA sta Scientific Council EU ter Republika Slovenija (z ustreznimi vladnimi organi, ministrstvi)

1.55 ICA je reguliran s Statutom, ki določa okvire, organizacijo, vodenje, namen s cilji, delo, povezave z drugimi nacionalnimi organi, kompetence.

1.56 ICA lahko finančno podpirajo tudi mednarodni fondii za kulturo

1.57 ICA ima sedež v Ljubljani, po potrebi pa pisarne v zainteresiranih državah ter v Bruslju

## 2 INTERDISCIPLINARNOST, STROKE V VERNAKULARNI ARHITEKTURI

Projekt je naravnian izjemno interdisciplinarno. Delo v njem je odprto tudi za tiste stroke in vede, ki ta trenutek v njem še niso vpisane, pa se pokažejo potreba in možnosti kasneje.

2.1 Vede, ki enakopravno sodelujejo, so: arhitektura, urbanizem, urejanje krajine, oblikovanje, arheologija, antropologija, zgodovina, geografija, etnologija, umetnostna zgodovina, jezikoslovje, tehnologija, tehnične znanosti.

2.2 Razen tega so po potrebah vključene še: gospodarstvo (obr in industrija), kmetijstvo, urejanje prostora, promet, vodenje, uprava, zdravstvo in druge.

2.11 arhitektura, ki vključuje arhitekturo samo (teorija, zgodovina, vernakularna, arhitektura v ožjem pomenu besede), pa urbanizem in načrtovanje prostora (planiranje), krajinarstvo in oblikovanje. Vsaka specialnost lahko koristno dopolnjuje projekt s svojimi obdelavami, tudi istega gradiva.

urbanizem z načrtovanjem prostora (prostorsko planiranje) obsega planiranje, a v osnovnih elementih teorije uporablja predvsem arhitekturo.

urejanje krajine ali krajinarstvo je interdisciplinarna stroka, ki se ukvarja z oblikovanjem okolja

oblikovanje, od dvodimenzionalnega do prostorskega, od obrtništva do industrije

2.12 arheologija določa prve posege v prostor in kaže na razvoj arhitekture same

2.13 antropologija govori o človeku. Ker pa je človek avtor in istočasno tudi prvi uporabnik arhitekture, je bistveno vplival nanjo. Posamične substroke se vključujejo, odvisno od teme, ki jo vernakularna arhitektura obdeluje.

2.14 zgodovina je nedvomno bistven del kulture, ki proučuje in določa dejstva v času, ki definirajo tudi arhitekturo.

2.15 geografija postavlja omejitve v prostoru, ki je bistven za arhitekturo samo - v geografskem smislu je arhitektura detajl, v arhitekturnem pa je geografija preširok pojem, da bi bil sestavni del arhitekture. Vendar - v vseh okvirih elži arhitektura s svojimi objekti v prostoru, ki ga definira geografija.

2.16 etnologija, umetnostna zgodovina sta pojma, ki sta arhitekturi blizu, čeprav nista njen sestavni del. Etnologija je veda, ki preučuje življenje človeka: v tem kontekstu je vse, kar je delo človeka, tudi etnološko pogojeno. In ker je arhitektura prvenstveno namenjena človeku, sta etnologija in arhitektura tako blizu. Umetnostna zgodovina določa predvsem sloge v klasični arhitekturi. To je pomembno področje, za razumevanje znanja, realizacij in arhitekture kto take.

2.17 jezikoslovje je pomembno v danem priemru predvsem kot slovenščina: a v sistemu, kot ga predlaga pilotni projekt, bi bila tip in izvedba slovarja na temo 'vernakularna arhitektura' univerzalna osnova za prevode v druge jezike, posebno ob dejstvu, da bi bil slovar ilustriran s skicami in z načrti.

2.18 tehnologija sama je sestavni del - tudi arhitekture in

vpliva nanjo kot oblikovanje prostora, ki je odvisno ob zasnovi in uporabi, predvsem od materiala, ki je v objekt ali v detajl vgrajen.

2.19 tehnične znanosti so sestavni del arhitekture. Arhitektura ni sklop tehnike z umetnostjo - je tehnika, katere rešitve lahko dajejo umetniški vtis. A le lahko, kar seveda ni nujno, tako kot ni vsa arhitektura dobra, lepa ali uporabna.

### 3 MULTINACIONALNOST

Slovenija, dežele EU in vključevanje novih morebitnih članic (s poudarkom na Mediteranu, tudi zunaj Evrope). Multinacionalnost je v takem projektu nujna. Ne le, da so tipi arhitekture vezani na klimatske pogoje, na geografske položaje, na stopnjo razvitosti, na prostor in na čas: arhitektura ni vezana na politiko in ne na politične razdelitve (na primer meje dežel, držav itn).

Že Slovenija sama je v arhitekturnem smislu tako zelo različna: med Krasom in panonskim svetom, med Alpami in dolenskim gričevjem so tako velike razlike, da jih komaj razumemo.

Vključevanje drugih držav - morebiti bodočih članic EU ali tistih okrog Mediterana - je logično in nujno, če hočemo zaokrožiti problematiko po katerikoli principu.

### 4 PLANOTEKA NAČRTOV VERNAKULARNE ARHITEKTURE SLOVENIJE:

pilotni projekt planoteke EU/ Planoteka je zbir načrtov obstoječe arhitekture nekega območja, izbranega materiala, principa gradnje, politične ureditve, značilnosti ali naroda.

Planoteka obsega zahtevno delo inventariziranja, dokumentiranja, zbiranja, arhiviranja, izbiranja in ponujanja znanstveni, strokovni in laični javnosti, informiranja in sestava z drugimi zbirkami v svetu.

4.1 Inventariziranje je najpomembnejši element, saj zbira obstoječe in neobstoječe objekte, sklope, vasi, mesta.

4.2 Dokumentiranje določi najprej kriterije dokumentiranja in njegov način: snemanja na mestu samem, tehnična obdelava, risanje (ročna risba, računalniška, tehniška, digitalna) in se konča z zbirkami izbranih objektov dokumentacije.

4.3 Zbiranje gradiva je težka naloga, saj sestavlja razne in različne tehnike po izbranih kriterijih, da so uporabni, primerljivi in osnova za znanstvene, strokovne in laične obdelave.

4.4 Arhiviranje izbira dosegljive načine: danes je arhiviranje mogoče z digitalnimi tehnikami, ki hranijo tako prostor kot čas, so bolj dosegljivi in omogočajo izbiranje in izbor. Predvsem ta izbor je pomemben: mogoče ga je postaviti računalniško, a ker noben sistem ni popoln, ga je treba vendar sproti in nenehno nadzorovati. Tehnično vodeno izbiranje je izjemno hitro, a dokaj nezanesljivo in ga ni mogoče uproabljeti brez kontrole.

4.5 Izbor in dosegljivost je odvisna od sistema: danes obstajajo sistemi iskanja, izbiranja, naročanja in dostave na daljavo, tudi grafičnega gradiva.

4.6 Informiranje o vsebini in o možnostih dosega je pomemben element vsakega sistema, saj je brez informacije o vsebini in o možnostih dosega, dostopa, neuporaben.

4.7 Sestav z drugimi zbirkami in arhivi v svetu je otežkočeno zaradi različnih sistemov obdelav, pa tudi zaradi formalnih okvirov nekaterih držav (ZDA so do nedavna namerno motile GPS podatke, iz vojaških razlogov. Lokacija pa je za obstoječo arhitekturo ključnega pomena).

4.8 Organizacija in delovanje planoteke je pomemben element kulturne informacije. Projekt predlaga organizacijo in delovanje, ki sta grajeni na obstoječi planoteki Univerze v Ljubljani,

Fakultete za arhitekturo (Inštitut za arhitekturo in prostor, prof Peter Fister).

4.81 Organiziranje planoteke v okviru Univerze je najbolj uporabna oblika, saj so podatki dosegljivi študentom in znanstvenikom. Problem je širina dosega: sredstva šolskega ministrstva in tistega za znanost bi bilo treba združiti in uskladiti, da bi bili obdelava podatkov, dostop in dosegljivost ter kvaliteta dobljenih podatkov čim večji. Ministrstva za gospodarstvo v nekaterih deželah že tvorno sodelujejo (finančno) pri sličnih projektih.

Obstoječa organizacija planoteke na FA ne zadoščajo za ureditev razmer in za dosegljivost širši javnosti, tehnična organizacija, predvsem pa vsebina in obseg pa lahko služijo kot pilotni projekt za organiziranje večjega centra, ki bi bil temelj skupnega organiziranja EU.

4.82 Delovanje obstoječe planoteke bi bilo mogoče (in nujno) digitalizirati ter vzpostaviti sistem dosegljivosti in izbora na daljavo.

4.821 Digitalizacija načrtov: tloris, prerezi, pogledi, aksonometrije, skice, perspektive

4.822 Izbiranje in dosegljivost: izbor po določeni klasifikaciji, dosegljivost pa v okviru, ki jih določa princip delovanja organizacije: plačljiv dostop, izbor naročnikov, stopnja dosegljivosti, prost dostop vsem (možnosti so odvisne od financiranja).

### 5 ATLAS VERNAKULARNE ARHITEKTURE SLOVENIJE:

pilotni projekt za atlas EU / Atlasi arhitekture so v svetu redki, čeprav je materiala razmeroma veliko.

Najbolj znana sta avtorja Fletcher (Fletcher, B 1996: HISTORY OF ARCHITECTURE, Butterworths) in Koch (Koch, W 1990: BAUSTILKUNDE, Orbis Muenchen), ki se formalno ne deklarirata kot atlas, pač pa kot pregled arhitekture. Oba predstavljata predvsem klasično arhitekturo z načrti in s pogledi, nekoliko tudi s strukturnimi aksonometrijami, a je objektov toliko, da ne more biti ves material obdelan enotno in enakomerno, da bi ga bilo mogoče izbirati in obdelovati.

Paul Oliver je kot urednik Encyclopedia of Vernacular Architecture (Cambridge University Press, Cambridge 1997) gradil enciklopedijo v treh zvezkih po geografskem principu - torej je lahko to, poenostavljeno rečeno, tudi neke vrste atlas. Zaradi obsežnosti gradiva je Oliver le urednik, avtorjev pa je nekaj sto: zato je material nekoherenten in ni primerljiv (posebej za Slovenijo je slabo pripravljen, pomanjkljiv in zato ni reprezentančen).

Kakšna bo končna verzija Atlas of vernacular Architecture of the World (Cambridge University Press, Cambridge 2007) avtorja Marcela Vellinge, še ne vemo, ker bo izšel v letu 2007. Verjamem pa, da bo zaradi enotne obdelave bolj popoln, čeprav zaradi široke vsebine ne more biti povsem pregleden, eksakten in dokončen.

Zato je pilotni projekt Atlasa vernakularne arhitekture Slovenije toliko bolj zanimiv: obsegal bo manjše področje - geografsko in vsebinsko, tudi časovno. Zaradi manjšega obsega bo lahko bolj temeljit, bolj znanstven, kot takega pa ga bo (vsaj kot sistem) možno razširiti in vso Evropo.

Pri tem je pomembno, da današnje možnosti omogočajo tiskano in digitalno verzijo, pri čemer je digitalna mnogo bolj uporabna, saj omogoča zbiranje, izbiranje, primerjave in tiskanje zelenega gradiva.

## 5.1 Tiskana verzija Atlasa

Sestavni deli Atlasa so:

5.11 Geografske predstavitve različnih razmerij po deželah, po klimatskih področjih, po narodnostih, po kulturah, z zgodovinskim ključem

5.12 Sezname krajev, objektov, imen, poimenovanj, materialov, tehnologij s podatki o predstavitvi v geografskem delu (stran, oznaka)

5.13 Grafično gradivo

5.131 po geografskem ključu

5.132 po materialih

5.133 po tehnologijah

5.134 po konstruktivnih principih

5.135 po imenovanju (materialov, tehnik, tehnologij, sklopov, detajlov, krajev, časovnih oznak)

5.2 Digitalna verzija

5.21 Geografske predstavitve različnih razmerij po deželah, po klimatskih področjih, po narodnostih, po kulturah, z zgodovinskim ključem

5.22 Sezname krajev, objektov, imen, poimenovanj, materialov, tehnologij s podatki o predstavitvi v geografskem delu (stran, oznaka)

5.23 Grafično gradivo

5.231 po geografskem ključu

5.232 po materialih

5.233 po tehnologijah

5.234 po konstrukcijah in konstruktivnih principih

5.235 po imenovanju (materialov, tehnik, tehnologij, sklopov, detajlov, krajev, časovnih oznak)

5.24 Vse našete točke nosijo značilnosti medija: interaktivnost. To je tudi največja novost in značilnost digitalne obdelave, saj omogoča zbiranje in izbiranje po povsem individualnih kriterijih, ki so v končni fazi lahko mehanske ali znanstvene zasnove: rezultati znajo biti izjemno zanimivi. Kolikor je ključ izbire in primerjave znanstveno podkrepjen, so taki tudi rezultati, ki ob znanstveni obdelavi morajo prinesiti nova spoznanja.

## 6 SLOVAR VERNAKULARNE ARHITEKTURE:

interaktivni slovar z zasnovano grafično predstavitve

Slovar je seznam izrazov.

Tehniški slovar je seznam tehniških izrazov in sklopov.

Posebni slovarji so zbirke izrazov na določeno temo.

Slovar vernakularne arhitekture je slovar, zbir izrazov na temo 'arhitektura' s poudarkom na 'vernakularna'.

Pilotni projekt slovarja vnaša v tematiko slovarjev kar nekaj novosti: tematiko, širino (arhitektura in vernakularna arhitektura), vnos grafike, širši pregled, interaktivnost, povezave z drugimi sistemi.

6.1 Pilotni projekt sestavlja dve verziji: tiskana in digitalna.

6.11 Tiskana verzija je klasična kot zbir izrazov po abecednem redu, dodano je grafično gradivo: prikazi, celote, izgledi, delovanje

6.12 Digitalna verzija je novost: ne gre le za dosegljivost, pač pa za interaktivnost.

6.2 Interaktivnost pomeni izbiranje po poljubnem ključu: po abecedi navzgor ali navzdol (kar je v obstoječih slovarjih običaj), izbiranje po materialih, tehnikah, tehnologijah, sklopih, detajlih, po oblikah, po času, po imenih (avtorjev). Interaktivnost sama po sebi vnaša pregled novih rezultatov, ki so logično povezani in se jih, zaradi obilice podatkov, človek ne zaveda in jih ni sposoben obdelati.

(Primer: progaste črte kontrastnih barv pomenijo nevarnost. To izhaja iz rumenih in črnih prog ose, ki v nevarnosti pika. Ponovitev: lokomotiva s takimi črtami opozarja na nevarnost, ker se s tirov ne more umakniti; oso pa posnema muha, ki sice rne pika, a si s tem barvnim opozorilom zagotavlja varnost, saj se je nepozorne živali izogibajo. Digitalno je take primerjave mogoče doseči v neskončnem številu.)

6.3 Najpomembnejša lastnost digitalizacije je povezava z drugimi sistemi: slovar v povezavi z atlasom (na področju vernakularne arhitekture ali pa tudi drugih ved), kjer lahko posamične izraze povsem eksaktno določimo v geografski okvir: ti pa vnašajo v obdelavo novost - mehanske primerjave lahko z znanstvenimi metodami kontrole uporabimo za nova spoznanja, za katera bi bilo sicer (na dosedanje načine, 'peš') potrebno leta in leta dela.

## Sklep

Že naslov projekta določa njegovo vsebino: program, vsebina, za teoretski okvir ustanovitve:

Interdisciplinarnost, ki zagotavlja sodelovanje raznih vej znanosti za osvetlitev problemov.

Center ozačuje osrednjo točko vzpodbude, dela in delovanja, organizacije.

Vernakularna arhitektura je arhitektura nešolanih ljudi, ki so si pridobili znanje z dediščino, dodali pa so ji svoje spretnosti in svoj lastni navdih, predstavlja kulturo.

Odnos Evropske unije in Ljubljane je jasen: Ljubljana postaja z dodajanjem novih članic vse bolj osrednja točka te zveze. Logično je torej, da se kot taka postavlja v osrednjo vlogo na področjih, kjer ima največ možnosti. Pilotni projekti na primeru Slovenije z možnostmi aplikacij na vse članice EU in v končni fazi celovit projekt EU - to je logična in nujna usmeritev dežele, ki ni ekonomsko najmočnejša, ni politično najvplivnejša, ni največja in ni najmočnejša. Lahko pa postane močna, vplivna in spoštovana na področju znanosti in kulture. To pot je zastavljeni projekt dokazal.

## Sodelavci projekta ARRS J5-6557 2007 - 2010

prof dr Borut Juvanec, vodja projekta

doc dr Domen Zupančič, tehnično vodstvo

prof dr Peter Fister

prof dr Janez Kresal

prof dr Igor Kalčič

prof dr Jože Kušar

doc dr Peter Marolt

mag Mladen Bratovič

Larisa Brojan, mr

dr Matevž Juvančič

doc dr Beatriz Tomšič Čerkez, Pedagoška fakulteta UL

## POTEK PROJEKTA IN FINANČNI OKVIRI

Projekt je tekel kot drugi v vrsti projektov ARRS 2004 - 2010. Finančni okvir drugega projekta v seriji je bil 3 x 33.000 evrov ali vsega 99.000 evrov, ki jih je krila ARRS, Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije.

Projekt je tekel od leta 2007 do 2010 in je obsegal v treh letih 11 sodelavcev.



**Kongresi / Congresses**

---

**'RESPECTING FRAGILE PLACES  
29th Conference on Education and Research in Computer  
Aided Architectural Design in Europe  
(eCAADe 2011 – 29th)',  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo,  
21.-24.9.2011, Ljubljana, Slovenija**

Tema konference 'RESPECTING FRAGILE PLACES' (SPOŠTOVANJE OBČUTLJIVIH PROSTOROV) obravnava prepoznavanje, razvoj in spodbujanje virtualnega oblikovanja prostora v spoštovanju občutljivih, celo krhkih fizičnih in virtualnih prostorov. Navedena tema predstavlja protiutež vsebinskemu poudarku konference eCAADe 2010 na ETH-ju v Zuerichu z naslovom 'FUTURE CITIES' (MESTA PRIHODNOSTI). Če je zueriška tema poudarjala generalno-strateške teme, se Ljubljanska odziva načrtovalskim in oblikovalskim potrebam Slovenije in njej primerljivim specifičnim prostorskim kontekstom, ter povezuje načrtovanje v različnih prostorskih razsežnostih oz. merilih. Poziva k odgovornosti do posebej občutljivih prostorov, k spoštovanju krhkih posebnosti različnih družbeno-prostorskih razmerij. Tako na področju arhitekturnega načrtovanja s pomočjo računalniških tehnologij omogoča pridobivanje novega znanja, prenos tega znanja, mednarodno izmenjavo in prenos raziskovalnih dosežkov v prakso.



**Člane skupnosti eCAADe se ob letošnji temi konference sprašujemo:**

- Kako opredeliti ravni občutljivosti fizičnega in virtualnega prostora, oz. ravni občutljivosti integracije fizičnega in virtualnega prostora?
- Kako lahko spoštujemo raznolikost ravni občutljivosti prostora, ko načrtujemo nove prostorske posege?
- Kako razvijati fizične in virtualne laboratorije za spoštljive, odzivne in odgovorne oblikovalske intervencije?
- Kakšna je prihodnost fizičnih in virtualnih okolij, ki zahtevajo najbolj občutljive in odzivne prostorske posege?

Program: Dneva pred konferenco sta namenjena delavnicam, dan po njej pa družabnemu programu. Uvodni govorniki treh osrednjih konferenčnih dni bodo: prof. dr. Žiga Turk s Fakultete za gradbeništvo Univerze v Ljubljani, prof. dr. Anna Chronaki z Univerze Tesalije v Volosu in prof. dr. Jose Duarte s Tehniške Univerze v Lisboni. Spregovorili bodo o prepoznavanju občutljivosti prostora in družbe ter o prilagodljivi informacijski, tehnološki in drugi sistemski podpori spoštovanju občutljivih prostorov. Program konference bo obsegal devet vzporednih zasedanj s podtemami, kot so: oblikovanje študijskih programov, projektno sodelovanje (meddisciplinarno, uporabniško in sodelovanje javnosti), novi oblikovalski koncepti in strategije, razvoj digitalnih orodij v podporo procesom načrtovanja oz. oblikovanja, odločanja in izvedbe, integralno ('BIM') in algoritmično modeliranje oz. parametrični pristop, modeliranje mesta, načini produkcije ter virtualna arhitektura.

Predsedovanje konferenci:

**izr. prof. dr. Tadeja Zupančič** (članica sveta eCAADe) in **prof. mag. Peter Gabrijelčič** (dekan Fakultete za arhitekturo Univerze v Ljubljani).

Organizacijski odbor konference:

**asist. dr. Matevž Juvančič, Špela Verovšek in Anja Jutraž** (vsi: člani organizacije eCAADe s Fakultete za arhitekturo Univerze v Ljubljani)

Mednarodni programski svet konference: svet organizacije eCAADe (<http://www.ecaade.org/organisation/council.html>)

Več o konferenci: <http://www.fa.uni-lj.si/ecaade2011>.

Vabljeni!

**'RESPECTING FRAGILE PLACES - 29th Conference  
on Education and Research in Computer Aided  
Architectural Design in Europe (eCAADe 2011 – 29th)',  
University of Ljubljana, Faculty of Architecture, 21 – 24  
September 2011, Ljubljana, Slovenia**

The subject of the conference, 'RESPECTING FRAGILE PLACES', is concerned with the recognition, development and stimulation of virtual spatial design which respects sensitive, even fragile, physical and virtual spaces. In terms of contents, this theme represents a counterbalance to the emphasis of the eCAADe 2010 Conference at ETH in Zurich entitled 'FUTURE CITIES'. Whereas the theme of the Zurich conference emphasised general strategic issues, the Ljubljana conference theme responds to the planning and design needs of Slovenia and comparable specific spatial contexts by associating designs in various spatial dimensions and scales. It appeals for responsibility in relation to particularly sensitive places, and for respect for the fragile particularities of various social and spatial relationships. Thus, in the field of computer-aided architectural design, the conference enables the acquisition of fresh knowledge, its transmission and international exchange, and the application of research achievements in practice.

On the occasion of this year's conference we asked the members of the eCAADe community the following questions:

- How can we specify levels of sensitivity of physical and virtual spaces and sensitivity levels of integration of physical and virtual spaces respectively?
- How can we respect the diversity of space sensitivity levels when planning new spatial interventions?
- How can we develop physical and virtual laboratories for respectful, responsive and responsible design interventions?
- What is the future for physical and virtual environments which require the most sensitive and responsive spatial interventions?

Programme: the two days prior to the conference are intended for workshops, and the day following it, for a social programme. The introductory speakers of the three conference days are: Professor Dr Žiga Turk from the Faculty of Civil and Geodetic Engineering of University of Ljubljana; Professor Dr Anna Chronaki from University of Thessaly in Volos; and Professor Dr Jose Duarte from Technical University of Lisbon. They will be speaking on the recognition of spatial and social sensitivity, and on the adaptable information, technological

and other systemic support for the respect of sensitive spaces. The programme of the conference will comprise nine parallel sessions involving sub-topics such as: shaping programmes of study; project collaboration (interdisciplinary, practical and with the participation of the general public); new design concepts and strategies; the development of digital tools in support of planning and design, decision-making and implementation; integral ('BIM') and algorithmic modeling and parametric approaches respectively; city modeling; modes of production; and virtual architecture.

The conference will be chaired by associate Professor Dr Tadeja Zupančič (member of the eCAADe Council) and Professor Peter Gabrijelčič MArch (Dean of the Faculty of Architecture of the University of Ljubljana).

Organisational committee of the conference: Assistant Dr Matevž Juvančič, Špela Verovšek and Anja Jutraž (all members of the eCAADe Association at the Faculty of Architecture of the University of Ljubljana).

International Programme Council of the conference: eCAADe Organisation Council

(<http://www.ecaade.org/organisation/council.html>)

More about the conference: <http://www.fa.uni-lj.si/ecaade2011>.

**Welcome!**

**Domen Zupančič**  
**STONE CORBELLED SHELTERS AT KRAS IN SLOVENIA**  
**12th International Dry Stone Walling Congress**  
**DSWA / SPS, France**  
**4. - 6. september 2010, Cumbria**  
<http://www.dswa.org.uk/International-Congress-2010-g.asp>

Mednarodni kongres o suhozidnih konstrukcijah kot so zidovi, terase, zatočišča, manjši gospodarski objekti in drugi arhitekturni elementi je bil v Veliki Britaniji. Organizatorji kongresa so bili SPS (Le Val, France), DSWA UK in University of Cumbria, Ambleside. Predstavljeni so bili različni prispevki raziskovalnih dosežkov in aktivnosti v praksi od rekonstrukcij objektov, konzervatorskih posegov v krajini do odmevnih raziskovalnih projektov kot je naša stalna razstava Vrtujak na Korčuli in obnova hišk na Krasu v Sloveniji.



### Izveleček

In the southern part of Slovenia can be found stone shelters, named hiska, this area in Slovenia has special name - Kras. This rocky plain has some unique properties as: caves, intermittent lakes and underground rivers. Landscape of Kras is mixture of stones, pine forests and rare fields edged by stone walling and groups of bushes. Settlements could be interpreted as flock of sheep; houses are gathered close together to battle against dry and cold wind burja. Stone is main material of housing of settlements in the region. Kras could be understood as rocky relief with many holes where resources of water are scarce.

Some hundred years ago the areas close to settlements were used for pasture (especially sheep) and for agriculture. Field were cleaned and stones found were used to construct walls and small very modest shelters for shepherds. When describing construction of hiska at Kras I should point out that stones were piled up by shepherds with no special knowledge of corbelled constructions. Many shelters documented in this area are constructed as corbelled vault lean against the bigger rock. Using characteristics of relief and logic they have erected small modest shelter. Later with more experiences they have built independent shelters using corbelling false dome to cover roof span. TAny of he various stone shelters found in this area haves different realization using but use a common material – nearby stone pieces from the vicinity - and the technique – corbelling.

ZUPANČIČ, Domen. *Stone corbelled shelters at Kras in Slovenia. V: Dry stone walls as part of the cultural landscape : proceedings of the 12th International Dry Stone Walling Congress, held at the University of Cumbria, Ambleside Campus, 4 - 6 September 2010. Milnthorpe, Cumbria: DSWA, Dry Stone Walling Association, 2010, str. 66-68, ilustr. [COBISS.SI-ID 2515076]*

**Lara Slivnik**  
**JEKLENE KONSTRUKCIJE, ZGRAJENE V SLOVENIJI**  
**V DRUGI POLOVICI DVAJSETEGA STOLETJA**  
**32. zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije,**  
**7.-8. oktober 2010, hotel Golf, Bled**  
<http://www.sdgk.si>

Vsakoletno zborovanje gradbenih konstruktorjev se je začelo z dvema uvodnima predavanjema. Dr. Zlatko Šavor, profesor na zagrebški gradbeni fakulteti, je predstavil RecentCroatianBridges, konstruktorja iz Nemčije dr. ReinerSaul in Siegfried Hopf pa sta pripravila prispevek z naslovom LongspanRailwayBridges. Sledili so prispevki, razdeljeni na pet tematskih skupin: o mostovih, o konstrukcijah, o gradbenih materialih, o gradbeni informatiki, o potresnem inženirstvu ter o eksperimentalnih in numeričnih analizah konstrukcij. Sama sem predstavila prispevek o slovenskih jeklenih konstrukcijah druge polovice prejšnjega stoletja.

### Izveleček

V prispevku so predstavljeni objekti z vidno jekleno konstrukcijo, ki so jih zgradili v Sloveniji v drugi polovici dvajsetega stoletja. V uvodu je predstavljen kratek pregled gradnje litoželeznih konstrukcij v Sloveniji. Podrobno so opisani pomembnejši arhitekturni objekti s konstrukcijo iz vidnega jekla. Razdeljeni so v štiri skupine: industrijske stavbe, stavbe za šport in rekreacijo,



poslovne in trgovske stavbe ter jekleni stebri kot samostojne konstrukcije. V slovenski arhitekturi jeklena konstrukcija stavb ni bila razširjena, zato je prispevek zaključen z nekaterimi ugotovitve, zakaj je bilo tako.

*SLIVNIK, Lara. Jeklene konstrukcije, zgrajene v Sloveniji v drugi polovici dvajsetega stoletja = Steelstructures in Slovenia. V: LOPATIC, Jože (ur.), MARKELJ, Viktor (ur.), SAJE, Franc (ur.). 32. zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije, Bled, 7.-8. oktober 2010. [Zbornik]. Ljubljana: Slovensko društvo gradbenih konstruktorjev, 2010, str. 199-206, ilustr. [COBISS.SI-ID 2468484]*

**Špela Verovšek**

**Tadeja Zupančič**

**HOW TO CONVEY ARCHITECTURAL CONTENTS TO THE GENERAL PUBLIC?**

**10th International Conference on Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning**

**DDSS organization, Eindhoven University of Technology**

**19. - 22.07.2010, Eindhoven, Nizozemska**

**<http://2010.ddss.nl/index.php>**

Mednarodna dvo-letna konferenca (Design & Decision Support Systems) se je v letu 2010 osredotočila na problematiko razvoja orodij in sistemov za podporo arhitekturno-urbanističnemu odločanju ter poudarila potrebo po povezovanju metodološko-teoretičnega in praktičnega prispevka k področju.

#### **Izvleček**

The article presented has been focused on the specific nature of co-deciding in urban and architectural design. Elements relevant for actual participation of the lay public and sustainable final decisions have been isolated, and second their role in the process defined. The discussion outlines the communication gap between expert and lay public, and differences in understanding spatial realities, which derive from their distinguishing perspectives, knowledge and skills. Furthermore, elements such as significance of education, the power of presentation techniques as well as personal attitudes which general public brings into the process are defined. The second part of the paper presents a preliminary questionnaire-based inquiry (N=227). The survey is applied to actual spatial issues in Slovenia and targeted to the lay public in order to identify methodological constraints and opportunities for further investigation.

*VEROVŠEK, Špela, ZUPANČIČ-STROJAN, Tadeja. How to convey architectural contents to the general public? V: TIMMERMANS, Harry (ur.), VRIES, Bauke de (ur.). 10th International Conference on Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning, 19 - 22 July 2010, Eindhoven, 2010, str. 1-15, ilustr. [COBISS.SI-ID 2460036].*

**Matevž Juvančič**

**Špela Verovšek**

**Anja Jutraž**

**Tadeja Zupančič**

**DEVELOPING SHARED URBAN VISIONS THROUGH PARTICIPATION SUPPORTED BY DIGITAL TOOLS**

**FUTURE CITIES 28th Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe**

**eCAADe in ETH v Zürichu**

**15.-18.9.2010, Zürich, Švica**

**<http://www.ecaade2010.ethz.ch/>**

Tradicionalna evropska konferenca o CAD raziskovanju in izobraževanju se je v letu 2010 posvetila mestom prihodnosti skozi prizmo računalniško podprtega načrtovanja in oblikovanja.

#### **Izvleček**

The authors base their efforts on the assumption that future cities will only be called 'advanced' and 'sustainable' if they evolve as a shared vision between the city users / dwellers (general public) and urban designers, planners, architects, engineers (experts). For visions to be shared and planning processes to be inclusive the involvement of all (urban) actors is paramount. With the increasing urban complexity and the interrelation of phenomena there is also an increasing demand for updated, advanced and re-thought digital tools that could help in forming and enabling such common urban visions. The paper outlines the agenda and connects our on-going research efforts with the fields deemed most crucial for inclusive-for-all, successful participation that can lead to shared visions of future cities. Standing out in interchangeable order and never-ending cyclic process are: (1) education, (2) communication and (3) collaboration.

*JUVANČIČ, Matevž, VEROVŠEK, Špela, JUTRAŽ, Anja, ZUPANČIČ-STROJAN, Tadeja. Developing shared urban visions through participation supported by digital tools. V: SCHMITT, Gerhard (ur.). Future cities : eCAADe 2010 : proceedings of the 28th Conference on Education in Computer Aided Architectural Design in Europe, September 15-18, 2010, Zurich.*

**Anja Jutraž**

**Tadeja Zupančič**

**EVALUATION OF VISUAL DIGITAL TOOLS FOR PUBLIC PARTICIPATION IN URBAN DESIGN**

**10th International Conference on Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning**

**DDSS organization, Eindhoven University of Technology**

**19. - 22.07.2010, Eindhoven, Nizozemska**

**<http://2010.ddss.nl/index.php>**

Konferenca DDSS je dvoletna konferenca s poudarkom na vprašanih, pomembnih za razvoj sistemov za podporo pri načrtovanju in odločanju ter njihova uporaba v arhitekturi in urbanizmu.

#### **Izvleček**

This paper gives an evaluation of visual digital tools available for public participation in urban design. Public participation is seen as an opportunity for lifelong urban design learning, offering a wide variety of actual situations. The document deals with the positive and negative sides of different digital tools as options for effective public participation and education in urban design. The main purpose of the article is to explore the possibilities to improve communication between the different actors of the urban design process. The document forms the basis for the development of the new digital tool to be used regardless to the tradition of public participation in different cultural contexts. It establishes the criteria to define a good digital tool for this purpose and offers some guidelines for the development of new

digital tools. The elements of digital tools will be defined through the comparison of known examples, grouped from the research databases such as CUMINCAD, DDSS.

*JUTRAŽ, Anja, ZUPANČIČ-STROJAN, Tadeja. Evaluation of visual digital tools for public participation in urban design. V: TIMMERMANS, Harry (ur.), VRIES, Bauke de (ur.). 10th International Conference on Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning, 19 - 22 July 2010, Eindhoven, the Netherlands.*

**Borut Juvanec**

**SQUARE ROOT OF THREE IN VERNACULAR USE**

**12th International Dry Stone Walling Congress**

**DSWA / SPS, France**

**4. - 6. september 2010, Cumbria**

**<http://www.dswa.org.uk/International-Congress-2010-g.asp>**

Kot član združenja SPS (Le Val, France) sem se udeležil kongresa, ki sta ga organizirali DSWA in SPS v okviru University of Cumbria, Ambleside med 4. in 6. septembrom 2010. Med kakimi dvesto udeleženci je bilo 31 predavateljev.

#### **Izvilleček**

Theory is more common than we think, in the practice of construction in stone, too. An unlearned, simple builder and mathematical science. Is this relation possible? The simple answer is: yes, it is.

The most complicated construction in dry stone walling is undoubtedly a stone shelter. There are many different shelters, in terms of both shape and materials used. This is no more than to be expected: shelters can be found from Iceland to Yemen, from Lanzarote to Palestine, all in accessible stone. The basic difference is the shape: from ground plan to walls, from details to roof; the only things in common are use and construction.

Order is used for all reasonable compositions: to simplify, to avoid mistakes and for better aesthetics. A system of proportion provides the basic identity for all architecture.

Seeking the right system of proportion is a matter of scientific work: surveying thousands of objects in my documentation over the last 30 years. At the beginning of my work, I elaborated 52 objects and found the only order to be an equilateral triangle and the square root of three. My work since then has only confirmed this.

Different forms can be found in the composition of shelters. The following are some that appear: rectangular house (paghliaddiu in Corsica), round house (cabane, France; chozo, Spain; kazun, vrtujak, Croatia; twlch mochin crwn, Wales), stepped 'pyramid' (pont de bestiar, Menorca; trullo, Puglia), truncated cone (mantarah, Palestine; trullo, Puglia), bell-shaped roofs (cabane, France; trullo, Puglia), and raw construction (fiskbyrgi, Iceland) or shaped naturally by gravel (el bombo, Spain) etc, etc.

Corbelling is a construction of horizontal circles in ground plan, and overhanging layers in cross section. This construction does not affect the shape. However, three constructional elements can be observed: corbelling – the construction itself, the frame and the filling (gravel) between them.

The square root of three is the height of an equilateral triangle, if the baseline is equal to two. A square with baseline of one has

as diagonal equal to the square root of two. The mathematical order, or rule, of these rectangles (one to the square root) is that the diagonal of a rectangle is one number higher than the number under the square root of the baseline. So: a rectangle with baseline (square root of two) and height (one) has a diagonal equal to  $\sqrt{2} + \sqrt{1}$ . This is  $\sqrt{3}$ .

In my experience, the baseline of the equilateral triangle found in corbelling is the width from middle of the wall to the middle of the other wall. It seems complicated but it is not. This baseline is measured from the outer point of the wall (at the entrance) to the end of the room. It means:  $w + 2r$ , where  $w$  is width of the wall (theoretically  $1/2w + 1/2w = 2/2w = w$ ), and  $r$  is the radius of the inner room, and  $2r$  is the diameter of the circle in groundplan. I found the proof in 2009 in Lanzarote, the Canary Islands, where some objects can be found with unfinished construction. Some of them have only corbelling construction, some have corbelling and a frame, with an infill between. The layers are clearly visible. The width of the wall is divided by construction and by the frame, half by half. The point in the middle of the wall is defined.

The system of equilateral triangle is thus proven. A reconstruction can be performed, giving the finished, perfect shape of the shelter.

*JUVANEC, Borut. Square root of three in vernacular use. V: Dry stone walls as part of the cultural landscape : proceedings of the 12th International Dry Stone Walling Congress, held at the University of Cumbria, Ambleside Campus, 4 - 6 September 2010. Milnthorpe, Cumbria: DSWA, Dry Stone Walling Association, 2010, str. 96-98, ilustr. [COBISS.SI-ID 2515332]*

**ZLATA KOCKA 2011**

**ZLATA KOCKA ZA VZGOJNO-IZOBRAŽEVALNE ZAVODE**

**OSNOVNA ŠOLA ANTONA ŠIBELJA STJENKA KOMEN IN OSNOVNA ŠOLA DUTOVLJE**

**Bienalni natečaj prostorskega oblikovanja za projekt**

**Po Fabianijevih poteh**

**UL FA, UL Pef**

**<http://www.arhitekturainotroci.si/ZK2011.htm>**

Projekt Po Fabianijevih poteh, bienalni natečaj prostorskega oblikovanja Osnovna šola Antona Šibelja Stjenka Komen in Osnovna šola Dutovlje sta v letu 2010 četrtrič zapored organizirali bienalni likovni natečaj Po Fabianijevih poteh. Na natečaju sodelujejo šole iz vse Slovenije, od leta 2008 pa tudi iz tujine in zamejstva. V okviru projekta potekajo likovni natečaj, delavnice za učence, izobraževanja za učitelje in spoznavanje dediščine arhitekta Maksa Fabianija. Natečaj in spremljevalne dejavnosti učence, mladostnike, pedagoge in širšo javnost ozaveščajo o arhitekturi, urbanizmu in okolju. Vzgojno-izobraževalni cilji projekta so spodbujanje k ustvarjalnemu reševanju likovnih nalog s področja prostorskega oblikovanja, povezovanje učencev in mentorjev, spoznavanje dela Maksa Fabianija, promocija kakovosti prostora, naravne in kulturne dediščine ter načel urbanističnega načrtovanja med učenci in mentorji ter izobraževanje likovnih pedagogov in učiteljev drugih predmetov o prostorskem oblikovanju in arhitekturi. Likovni natečaj ima več kategorij: fotografski natečaj Arhitektura skozi fotografski objektiv oziroma Maks Fabiani, oblikovalec prostora, natečaj preoblikovanja prostora Moj kraj naš skupni prostor in natečaj likovnega oblikovanja Arhitekt lastnega prostora.



V okviru bienala 2010 so razstavljali tudi naše študentke in študentje 1. letnika UL FA. Razstavljali so makete ureditve Jurčičevega trga v Ljubljani s tematiko: Ljubljana, svetovna prestolnica knjige 2010. Mentor nalog je bil doc.dr. Domen Zupančič.

Poleg soudeležbe pri bienalu Po Fabianijevih poteh sodelujeta kolega doc. dr. Domen Zupančič in doc. dr. Ljubo Lah kot predavatelja.

Nagrade Zlata kocka je na 15.3.2011 v Cankarjev domu na Kulturnem bazarju podelila ministrica za kulturo Majda Širca. Vsi projekti, ki so prejeli nagrado Zlata kocka so bili nominirani za svetovne nagrade Golden Cubes Awards, ki jo podeljuje Svetovna zveza arhitektov UIA.

**Borut Juvanec**  
**USE OF PROPORTION: PROVEN**  
 Symmetry: Art and Science  
 International Society for the Indisciplinary Study of Symmetry ISIS  
 23. – 28. avgust 2010, Gmünd, Avstrija

Na povabilo predsednika ISIS, prof Denesa Nagya sva se z docentom dr. Domnom Zupančičem udeležila ISIS Congress 2010 v mestu Gmuend v Avstriji. Kongres teče vsaka tri leta in

ga organizira ISIS, International Society for the Interdisciplinary Study of Symmetry (Victoria AUS, Budapest H), izvršna organizacija je tekla tokrat pod okriljem IHZ z Dunaja. Predsednik ISIS prof Nagy me je tudi prosil, če prevzamem vlogo predsedujočega v sekciji B z naslovom Symmetry in Architecture and Design.

### Izvilleček

Rules and order is used for all reasonable compositions: to simplify, to avoid mistakes and for better aesthetics. A system of proportion provides the basic identity for all architecture, especially in vernacular. Corbelling is a construction of horizontal circles in ground plan, and overhanging layers in cross section. This construction does not affect the shape. The square root of three is the height of an equilateral triangle, if the baseline is equal to two. A square with baseline of one has as diagonal equal to the square root of two. The mathematical order, or rule, of these rectangles (one to the square root) is that the diagonal of a rectangle is one number higher than the number under the square root of the baseline. So: a rectangle with baseline (square root of two) and height (one) has a diagonal equal to  $\sqrt{2} + \sqrt{1}$ . This is  $\sqrt{3}$ . The baseline of the equilateral triangle found in corbelling is the width from middle of the wall to the middle of the other wall. The proof can be found in Lanzarote, the Canary Islands, where some objects can be seen with unfinished construction. Some of them have only corbelling construction, some have corbelling and a frame, with an infill between. The layers are clearly visible. The width of the wall is divided by construction and by the frame, half by half. The point in the middle of the wall is defined.

The system of equilateral triangle is thus proven. A reconstruction can be performed, giving the finished, perfect shape of the shelter.

*JUVANEC, Borut. Use of proportion : proven. V: LUGOSI, George (ur.), NAGY, Dénes (ur.). 8th Interdisciplinary Symmetry Festival-Congress of ISIS-Symmetry : (International Society for the Interdisciplinary Study of Symmetry), Gmünd, Austria, August 23 - 28, 2010, (Symmetry, issue 1-4, 2010). Melbourne-Kew: International Society for the Interdisciplinary Study of Symmetry, 2010, str. 120-125, ilustr. [COBISS.SI-ID 2449540]*

**Domen Zupančič**  
**CORBELLED CHAMBERS OF RED PYRAMID IN DAHSHUR**  
 Symmetry: Art and Science  
 International Society for the Indisciplinary Study of Symmetry ISIS  
 23. – 28. avgust 2010, Gmünd, Avstrija

Mednarodna znanstvena konferenca Symmetry of Forms and Structures se je odvijala na temo prostorskih struktur in harmonije. Symmetry konferenca združuje znanstvenike z različnih področij. Na teh srečanjih se srečujemo matematiki, industrijski oblikovalci, arhitekti, fiziki, gradbeniki, urbanisti, arheologi, ki se praktično ukvarjamo na realnih primerih in razvijamo teoretične modele in metode dela. Namen konference je v povezovanju idej, vedenja in utrjevanju misli o ravnovesju.

**Izvleček**

Red pyramid of north Pyramid is located nearby the town Dahsuh, about 40 km south of Cairo. The necropolis area has another pyramid s.c. Bent pyramid and some tombs. The architectural structures of this area are part of Old Kingdom era (2600 BC) of IV. dynasty. Both pyramids are named upon Seneferu Pharaoh. More than historical data are interesting dimensions of chambers and its spatial proportions. Geometry played great role in the ancient Egypt, it was used when planning, erecting and using the architectural structures. Symmetry is not the obvious part of inner structure, however it may be revealed when using mathematical shapes, diagonals and other simple geometrical analysis. The purpose of research was to find reasonable answer why chambers are positioned as they were. From the aspect of an architecture and engineering the understanding of erecting such structures is vital for understanding any other stone structure. Nevertheless pyramids are the final results derived from square combined with the circle. Chambers in the hearts of those structures are accessed through narrow gaps and corridors. To reach valuable research results in the field of Ancient Egypt architecture the measurement of royal cubit should be taken as module unit. The second aim is awareness that 4400 years ago the climate was different as it is today. The pyramids were very probably part of green bank of river Nile.

ZUPANČIČ, Domen. *Corbelled chambers of red pyramid in Dahshur. V: LUGOSI, George (ur.), NAGY, Dénes (ur.). 8th Interdisciplinary Symmetry Festival-Congress of ISIS-Symmetry : (International Society for the Interdisciplinary Study of Symmetry), Gmünd, Austria, August 23 - 28, 2010, (Symmetry, 1-4). Gmünd; [Kew, Vic.]: [International Society for the Interdisciplinary Study of Symmetry], 2010, str. 320-323, ilustr. ISSN 1447-607X \* formerly Symmetry, Culture and Science, ISSN 0865-4824.*

**ZLATA KOCKA 2011**  
**ZLATA KOCKA ZA TISKANI MEDIJ**  
**prof. dr. Živa Deu in Bara Kolenc ter**  
**ilustrator Damijan Stepančič**  
**Založba Rokus Klett d.o.o.**  
**Kje pa ti živiš?**

Otroška slikanica avtorice dr. Žive Deu in Bare Kolenc z naslovom *Kje pa ti živiš?* Je bila edini prijavljeni projekt v kategoriji tiskanih medijev. Prva slovenska slikanica o arhitekturi, namenjena otrokom med 4. in 8. letom starosti, zelo poljudno in jasno sledi zastavljenim vzgojno-izobraževalnim ciljem: predstaviti prostore, namenjene bivanju, arhitekturne objekte in njihovo vlogo v širšem grajenem okolju. Knjiga podaja znanja o posameznih delih hiš, vrstah zgradb, o arhitekturi in grajenem okolju in s tem mladim bralcem ponuja osnovno informacijo. Lahko je pripomoček pedagogom in staršem pri spoznavanju zgradb v povezavi z načeli varstva okolja in kulturne raznovrstnosti. Knjiga se navezuje na razpoznavne vizualne komponente lokalnega prostora, kar omogoča lažje razumevanje družbenih, ekonomskih in ekoloških značilnosti grajenega okolja. Žirija meni, da slovenski prvenec arhitekturne knjige za otroke zgledno predstavlja glavne značilnosti stanovanjskih grajenih okolij in osnove arhitekturne pripovedi in ji v pričakovanju napovedanih publikacij, ki bodo omogočale

razvoj kritičnega pristopa in spodbujale razumevanje in občutljivost za to področje, zato podeljuje nagrado zlata kocka za tiskane medije.

**Polona Filipič**

**Primož Hočevar**

**Trajnostna revitalizacija mestnega središča**

**A Sustainable Revitalization of City Center**

**2. znanstvena konferenca z mednarodno udeležbo**

**MANAGEMENT, IZOBRAŽEVANJE IN TURIZEM**

**- družbena odgovornost za trajnostni razvoj -**

**21. - 22. oktober 2010, Portorož, Slovenija**

**<http://www.turistica.si/>**

Namen 2. znanstvene konference je opozoriti znanstveno in strokovno javnost s področij managementa, turizma in izobraževanja na pomen družbene odgovornosti pri trajnostnem razvoju sodobne družbe in okolja. Na konferenci je bilo predstavljenih pet vabljenih predavanj in preko 270 prispevkov. Prispevek o trajnostni revitalizaciji mestnega središča je bil predavan v sekciji 'Strategije trajnostnega razvoja'.

**Izvleček**

Reurbanizacija predstavlja novo priložnost za kvalitetno prihodnost mestnih središč.

Obnova in ponovna raba razvrednotenih in neprimerno izkoriščenih urbanih površin, racionalna izraba praznih zemljišč in nove razvojne paradigme urbanističnega planiranja ustvarjajo možnosti za doseganje kakovostnejšega urbanega življenja. Revitalizacija je povezana s ponudbo in ustvarjanjem kvalitetnega bivanjskega okolja in vpliva na zadovoljevanje potreb lokalnega prebivalstva in obiskovalcev. V prispevku opisan koncept revitalizacije je rezultat ustrezne mestne preнове in sanacije opuščenih ter razvrednotenih območij. Poudarjen je inovativen pristop do novih interpolacij v obstoječo mestno strukturo, kjer strateška vzdava izkorišča obstoječo infrastrukturo opremljenost razvrednotenega zemljišča in s tem generira novo ali dodano prostorsko vrednost. Vzdave so usmerjevalni projekti, ki učinkujejo v smeri dolgoročno zastavljene preobrazbe v smislu soobstoja vzdržnega mestnega razvoja in visoke kakovosti mestne ponudbe. Ohranjanje identitete, dobra mestna ekonomija, raznovrstnost ponudbe in visoka bivanjska kvaliteta pa so cilji, ki zadovoljujejo tako potrebe lokalnega prebivalstva kot tudi obiskovalcev mesta. Akupunkturni pristop vzdav mešanega programa je inspiracija in stimulacija novim načinom urbanega življenja in zato bistven korak k vzdržni revitalizaciji mestnih središč.

FILIPIČ, Polona, HOČEVAR, Primož. *Trajnostna revitalizacija mestnega središča = A sustainable revitalization of city center. V: BREZOVEC, Aleksandra (ur.), MEKINC, Janez (ur.). Management, izobraževanje in turizem : družbena odgovornost za trajnostni razvoj : 2. znanstvena konferenca z mednarodno udeležbo, 21.-22. oktober 2010, Portorož : zbornik referatov = proceedings. Portorož: Turistica, Fakulteta za turistične študije, 2010, str. 455-466, ilustr. [COBISS.SI-ID 2475652]*



## Navodila avtorjem / *Author guidelines*

Avtor ali skupina avtorjev z oddajo članka zagotavlja izvirnost in avtorstvo. Z oddajo zagotavlja, da ne tekst ne grafični del nista bila objavljena ali poslana v objavo drugi reviji (razen poročil). Vsak avtor odgovarja za svoj prispevek v celoti. Avtorji naj upoštevajo zakon o avtorskih pravicah (Uradni list RS, št. 21/95, 9/01). Ta načelno dovoljuje objavo že objavljenega tujega grafičnega gradiva kolikor gre za ponazoritev, vendar mora biti vir vedno popolno naveden.

### Podatki o avtorju

Akademski naslov  
Ime in priimek  
Strokovni naslov  
Naslov  
Položaj  
E- poštni naslov  
Telefon

### Naslov članka

do 100 znakov s presledki

### Izvleček članka

do 1300 znakov s presledki oz. do 200 besed

### Ključne besede

do 6 besed

### Besedilo članka

Priporočena velikost pisave je 10pt, vrsta pisave je Times New Roman. Uporablja se normalna pisava brez uporabe velikih tiskanih črk, naslovi se pišejo z veliko začetnico in nato nadaljujejo z malimi črkami. Besedilo članka zajema največ 5000 besed in ne manj kot 3900. Vire v besedilu teksta navajajte sproti z uporabo oglatih oklepajev [ in ] in jih ob koncu članka vključite v seznam literature in virov. Struktura navedbe citiranja vira [Priimek, Letnica: številka strani navedbe] ali navedba vira ob povzemanju vsebine vira [Priimek, Letnica].

### Primer navedbe vira v besedilu

Švicarski paviljon je bil zamišljen kot "švicarska glasbena skrinjica" [Uhlig, Zumtor, 2000].

V reviji AR arhitektura raziskave se opombe pod tekstom ne izvajajo. Avtorjem priporočam, da jih vključijo v osnovno besedilo. Za nazornejše prikaze razmišljanj, utemeljitev misli in metod je priporočljiva tudi uporaba grafičnih elementov kot so tabele, grafikoni, skice, risbe, načrti in fotografije. Vse te elemente posebej priložite k prispevku. Grafično gradivo je shranjeno v posameznih datotekah z imeni, ki so enaka kot so uporabljena k pripisom k slikovnemu gradivu.

### Primer

Datoteka Slika\_01.tif je slika 1 v besedilu članka.

Slikovno gradivo naj bo pripravljeno z resolucijo 300 dpi za fotografije in 600 dpi za skenirane črno bele načrte ali sheme. Priporočljiv format za slikovno (bitno) gradivo je TIFF ali JPG. Priporočljiva okvirna velikost gradiva je 10x15 cm. Grafičnih elementov ne vključujte v besedila članka. V članku lahko predvidite mesto grafike tako, da naredite trojni presledek v tekstu in vnesete ime grafičnega elementa in pripadajoči opis.

### Primer navedbe grafičnega gradiva v tekstu

Slika 1: Tloris objekta s pogledom na morje.

## Viri in literatura

### Knjiga

*Priimek, Prva črka imena. (letnica): Naslov knjige. Založba, Mesto.*

Nishi, K., Hozumi, K. (1985): What Is Japanese Architecture? Kodansha International, Tokio.

### Članek

*Priimek, Prva črka imena. (letnica): Naslov članka. V:Publikacija, Letnik, Številka: stran članka od do.*

Lah, L. (2002): Muzeji na prostem - večplastnost pomenov za ohranjanje arhitekturne dediščine. V: AR, Let. IV, št. 1, str.: 64–65.

### Spletni naslov

*Naslov strani*

*navedba celotnega naslova, < mesec, letnica >.*

Fakulteta za arhitekturo UL

<http://www.fa.uni-lj.si/default.asp>, <november, 2009>.

### Zakoni in pravilniki

*Publikacija objave in številka publikacije, (letnica): Naslov zakona. Člen št.*

Uradni list RS 96 (2002): Zakon o uresničevanju javnega interesa za kulturo. Čl. 2.

### Standardi

*Področje urejanja, navedba standarda.*

Laboratorijske preiskave, Mednarodni standard SIST EN ISO/IEC 17025:2005.

### Seznam pred oddajo prispevka

1. Navedba avtorjev.
2. Izvleček.
3. Ključne besede.
4. Besedilo članka z opisi grafičnega gradiva.
5. Grafično gradivo.
6. Viri in literatura.
7. Celotni prispevki naj ne presegajo dolžine 6000 besed.
8. Besedila v domačem ali tujem jeziku morajo biti jezikovno ustrezna in lektorirana.
9. Če je članek v okviru doktorskega študija na UL FA, mora avtor na to opozoriti, da bo recenzija objavljena hkrati ob članku.

### Oddaja prispevka

Tiskani izvod s slikovnim gradivom + CD ROM z datotekami.

Na naslov

**UL Fakulteta za arhitekturo**

**AR arhitektura, raziskave**

**Zoisova 12**

**1000 Ljubljana**

**Slovenija**

Z oddajo članka v tisk se avtor strinja z vsemi kriteriji in pravili pri objavljanju v reviji AR arhitektura raziskave.

By submitting an article, an author or group of authors guarantee its originality and authorship. The submission itself confirms neither the text nor graphics have been published or submitted to another magazine (except for news). All authors are accountable for their contribution in its entirety. Authors shall take into account the Authors' Rights Act (Uradni list RS, No 21/95, 9/01). In principle, it allows for the publication of already published graphic material for illustrative purposes, but the source must be fully quoted.

### Basic data

Author  
Academic title  
Name and surname  
Achieved degree  
Organisation  
Job position  
E-mail  
Phone

### Title

up to 100 characters including interspaces

### Abstract

up to 1300 characters including interspaces / up to 200 words

### Key words

up to 6 words

### Body text

The recommended size of characters is 10pt; the font is Times New Roman. Normal writing without block letters is used. Titles begin with capital letters and continue with small ones. Body text consists from 3900 up to 5000 words. Sources should be quoted within the text as you write by using square brackets [ and ], and included in the sources and literature list at the end of the article. The structure of the source quotation [Surname, Year: page number of the quotation] or of the quotation of a source when its content is summarised [Surname, Year].

### An example of a source quotation within the text

The Swiss pavilion was conceived as a "Swiss music box" [Uhlig, Zumtor, 2000].

In AR architecture, research magazine any footnotes should be included in the body text as quotation. For clearer presentation of thoughts, argumentation and methods, it is recommended to use graphic elements such as tables, graphs, sketches, drawings, schemes and photographs. All these elements should be enclosed separately to your contribution. Graphic material is kept in separate files holding names used in the article.

### Example

File Figure 01.tif corresponds to Figure 1 in the text of the article.

Pictorial material should be prepared at a resolution of 300 dpi for photographs and 600 dpi for scanned black-and-white plans or schemes. Recommended formats for pictorial material are TIFF or JPG. The recommended size of the material is 10x15 cm.

Do not include graphic elements in the text of the article. You may indicate their positions by triple interspacing the text and entering the name of the graphic element and a corresponding caption.

### Example of indication of graphic material within the text

Figure 01: Ground plan of the structure with a view of the sea.

## Bibliography

### Book

*Surname, First letter of the name., (year): Title of the book. Publishing House, City.*

Nishi, K., Hozumi, K. (1985): What Is Japanese Architecture? Kodansha International, Tokio.

### Magazine paper

*Surname, First letter of the name. (year): Title of the article. V: Publication, Volume, Number: article pages from to.*

Lah, L. (2002): Muzeji na prostem - večplastnost pomenov za ohranjanje arhitekturne dediščine. V: AR, Let. IV, št. 1, str.: 64-65.

### WWW site

*Name of the website  
full address, < month, year>.*

Faculty of architecture UL

<http://www.fa.uni-lj.si/default.asp>, <November, 2012>.

### Legislation

*Publication and its number, (year): Title of the law. Article no.*

Uradni list RS 96 (2002): Zakon o uresničevanju javnega interesa za kulturo. Čl. 2.

### Standards

*Regulation area, quotation of the standard.*

Laboratorijske preiskave, Mednarodni standard SIST EN ISO/IEC 17025:2005.

## Check list before submitting the paper

1. Author's metadata
2. Abstract.
3. Key words.
4. Body text and corresponding text of graphics.
5. Graphical material with corresponding quality.
6. Bibliography.
7. The whole papers should not exceed 6000 words.
8. All text should pass proof reading.
9. In case the proposed paper is meant as article for PhD study at UL Faculty of Architecture the author should point out that the referees' comments will be published along the paper.

## How to submit a paper

One printed version with graphics + CD ROM with files.

Address:

**UL Faculty of Architecture**  
**AR architecture, research**  
**Zoisova 12**  
**SI 1000 Ljubljana**  
**Slovenia**  
**Europe**



