

KONSTRUKCIJE IZ LESA NA SVETOVNIH RAZSTAVAH

TIMBER STRUCTURES AT WORLD EXPOSITIONS

Izvleček: V članku je predstavljenih dvanajst izbranih najodmevnejših stavb z leseno konstrukcijo, s svetovnih razstav. Opisane je njihova arhitekturna zasnova in predstavljena njihova lesena konstrukcija. V sklepu so združene skupne značilnosti: konstrukcijski sistemi iz lesa so zelo primerni za razstavljive konstrukcije iz vnaprej izdelanih elementov. V zaključku je podana misel za nove dosežke v konstruiranju, oblikovanju in gradnji v lesu.

Ključne besede: lesene konstrukcije, prefabricirana konstrukcija, lesene stavbe.

Abstract: The paper presents twelve of the most interesting structures that were constructed at World Expositions. They were all made of timber or timber-based materials. The architectural design timber structure of these pavilions are described. Structural system made of timber is very appropriate for the engineered structures made of prefabricated items. At the end the paper presents the future possible results in structure, architectural design, and construction made of timber.

Keywords: timber structures, engineered structures, timber buildings.

1. UVOD

Svetovne razstave (EXPO) imajo več kot stopetdesetletno zgodovino. Organizira jih mednarodno združenje Bureau International des Expositions (BIE) na vsaki dve ali tri leta, na vsakih deset let pa priredijo veliko razstavo prve kategorije, na kateri posamezne države ali organizacije zgradijo svoje razstavne paviljone in v njih predstavijo svoj pogled na prihodnost. Letošnje poletje bo takšno svetovno razstavo prve kategorije gostilo kitajsko mesto Šanghaj.

Za arhitekta, konstruktorja in gradbenika vsaka svetovna razstava prve kategorije pomeni novo možnost za eksperimentalno gradnjo v naravnem merilu in v okolju. Nove ideje lahko uresničijo v merilu in pri tem ugotovijo napake, ki jih lahko kasneje učinkovito popravijo. Preizkušanje novih tehnoloških prednosti, umetnostnih smernic in znanstvenih eksperimentov je še vedno glavno vodilo svetovnih razstav. S prikazanimi novostmi paviljoni tako pokažejo stopnjo razvitosti tehnologije, domiselnost in odprtost za nove ideje v posamezni državi.

2. PRIMERI KONSTRUKCIJ IZ LESA NA SVETOVNIH RAZSTAVAH

Les so kot konstrukcijsko gradivo za paviljone uporabljali na svetovnih razstavah od vsega začetka. Prvo svetovno razstavo so priredili v Londonu leta 1851, kjer so iz vnaprej izdelanih lesenih elementov, kovanega in litega železa ter stekla sestavili Kristalno palačo, prvo demontažno konstrukcijo. Vrtinar Joseph Paxton je skupaj z inženirjem Charlesom Foxom načrtoval zgradbo v osnovnem modulu mreže 7,3 metra, ki jo je pogojevala takrat največja možna velikost industrijsko izdelane steklene plošče (1,2 metra). Prečni del z glavnim vhodom je bil poudarjen s polkrožno leseno konstrukcijo s takrat neverjetnim razponom 24 metrov. Kristalna palača je bila 560 metrov dolga in 125 metrov široka stavba, ki so jo sestavili v neverjetno kratkem času: od prvih načrtov za palačo do odprtja svetovne razstave v njej je minilo le devet mesecev. Takšna neverjetna hitrost gradnje je bila mogoča zaradi prefabriciranih, torej vnaprej izdelanih modularnih elementov. Kristalna palača pomeni nov pristop k arhitekturi in gradnji, pomeni začetek moderne arhitekture. (Slivnik, 2001)

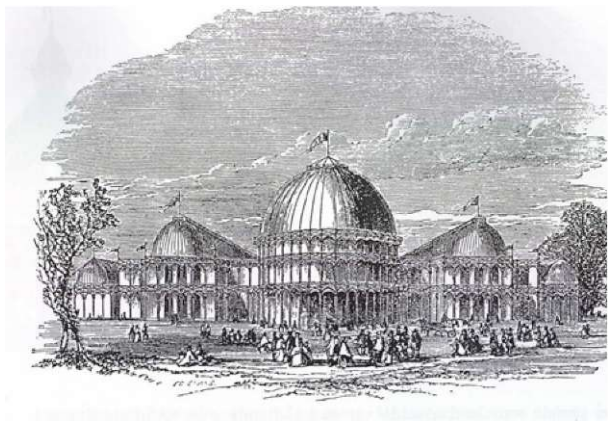
* doc. dr., univ. dipl. inž. arh., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, Zoisova 12, 1000 Ljubljana, e-pošta: lara.slivnik@fa.uni-lj.si

2.1 J. BENSON: KRISTALNA PALAČA, DUBLIN 1853

Zaradi izjemnega odmeva med obiskovalci, svetovno razstavo v Londonu si je v pol leta ogledalo več kot šest milijonov ljudi, so svetovne razstave postale zelo priljubljene tudi med industrialci, saj so na njih predstavljali nove patente in neznane izdelke. V Dublinu so leta 1853 priredili svetovno razstavo in samo v ta namen zgradili novo stavbo, ki so jo tako kot londonsko imenovali Kristalna palača. Načrte zanjo je izdelal arhitekt John Benson (1811–1862) iz Corka, ki je predlagal pretežno leseno konstrukcijo z veliko stekleno strešno odprtino, ki je tekla po celotni dolžini. Natečajnemu projektu, ki je imel tri ladje, so zaradi velikega zanimanja razstavljalcev dodali na vsaki strani še po eno ladjo.

Stavba je bila torej narejena iz petih med seboj povezanih ladij. Osrednji del je bil dolg 130 metrov, z razponom 30,5 metrov. Na obeh straneh osrednjega dela sta bili po 15 metrov dolgi in 20 metrov visoki ladji. Skrajna dela sta bila najnižja, visoka sta bila le 10 metrov (Cornell, 1952). Vseh pet ladij se je zaključevalo polkrožno in prav takšna je bila tudi streha. Le majhen vrhnji del strehe je bil steklen, ostala streha je bila iz desk, prekrita s papirjem in platnom ter premazana s katranom, ki je bil potem opran z apnom. Celotna notranjost je bila zelo temna, zato so stebre porbarvali modro, polkrožne nosilce pa rumeno (slika 1).

Podobno kot konstrukcija londonske Kristalne palače je imela tudi ta zgradba konstrukcijo v modularnem sistemu. Stebri so bili večinoma leseni, nekateri pa tudi iz litega železa. Nosilci so bili litoželezni. Postavljanje osrednje ladje je bilo zelo težavno, saj je bila statična zasnova konstrukcije stavbe zelo slaba. Polkrožna lesena rebra, ki so tvorila strešno konstrukcijo, so se podirala celo pod lastno težo. Šele slemenska lega jih je povezala v celoto. Med gradnjo, ob nevihti na božično jutro leta 1852, se je celotna streha južne ladje podrla. Kljub temu so stavbo



Slika 1. Dublin 1853: John Benson: Pogled na zgradbo za svetovno razstavo (Cornell, 1952).

postavili v dvesto delovnih dneh, od sredine avgusta 1852 do maja 1853.

Stavba Johna Bensaona je zanimiva predvsem zaradi statičnih težav, ki so jih imeli pri sestavljanju, in zaradi kronološkega pregleda, saj je bila eden izmed prvih posnetkov londonske Kristalne palače in prva stavba na svetovnih razstavah z leseno konstrukcijo. V času, ko so bili gradbeni inženirji – statiki še redkost, in ko so gradili bolj po sistemu preizkušanja kot po računskih metodah, se je pri gradnji pokazala razlika med posameznimi gradivi. Lesena konstrukcija ni bila primerna za večje razpone, kakršne so lahko gradili iz kovanega ali litega železa. Zato so konstrukcije večjih stavb, z razponi prek dvajset metrov, gradili v gradivu, ki ima večjo trdnost: v železu oziroma kasneje jeklu.

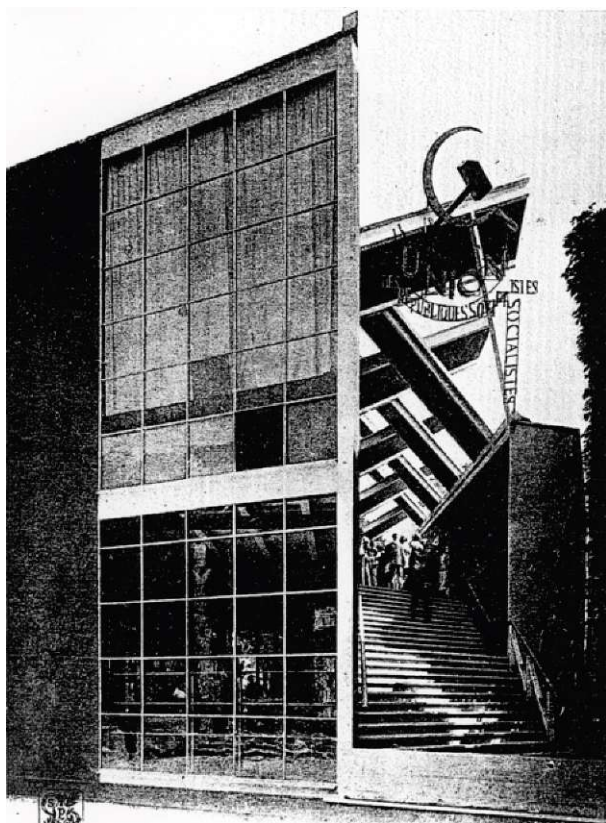
2.2. H. GESELLIUS, A. LINDGREN IN E. SAARINEN: FINSKI PAVILJON, PARIZ 1900

V drugi polovici devetnajstega stoletja so na svetovnih razstavah prevladovali zgradbe z vedno večjimi razponi. Kot najbolj primerno gradivo za gradnjo vnaprej izdelanih elementov se je izkazalo lito železo in kasneje jeklo. Tako so leta 1889 zgradili Palais des Machines, ki je imela jekleno konstrukcijo z razponom rekordnih 115 metrov in Eifflov stolp z neverjetno višino 300 metrov.

V dvajsetem stoletju so prireditelji svetovnih razstav opustili zamisel vedno večjih stavb in predlagali nov način predstavljanja posameznih držav: z nacionalnimi paviljoni. Na prvi svetovni razstavi, ki so jo na tak način organizirali leta 1900 v Parizu, je med paviljoni treba posebej omeniti finski paviljon. Načrtovali so ga trije mladi arhitekti: Hermann Gesellius (1874–1916), Armas Lindgren (1874–1929) in Eliel Saarinen (1873–1950). Finska takrat še ni bila neodvisna država, bila je del carske Rusije, a se je že predstavila kot pokrajina s samostojno, izrazito nacionalno obarvano zgradbo. Paviljon je variacija na temo finske vaške cerkvice, z leseno konstrukcijo in v povsem ljudskem stilu, a neverjetno originalna, poslikana s prizori iz finskega zgodovinskega epa Kalevala (MacKeith in Smeds, 1993).

2.3. K. S. MELNIKOV: SOVJETSKI PAVILJON, PARIZ 1925

Beton kot novo gradivo so v gradbeništvu začeli uporabljati po letu 1900. Na svetovnih razstavah se gradnja v betonu ni izkazala za smotno, saj je armirani beton preveč trajno gradivo. Kljub temu so posamezne države želele s svojimi paviljoni izražati videz novega, revolucionarnega gradiva. To je najbolje uspelo Sovjetski zvezi na svetovni razstavi v Parizu leta 1925. Mladi radikalni arhitekt Konstantin Melnikov (1890–1974) je oblikoval izzivalen paviljon s proletarsko estetiko, ki je ovrгла klasično evropsko in rusko regionalno arhitekturno tradicijo.



Slika 2: Pariz, 1925: Konstantin S. Melnikov: Pogled na sovjetski paviljon (Curtis, 1996).

Leseno skeletno konstrukcijo paviljona je načrtoval inženir B.V. Gladkov, paviljon pa so izdelali v Moskvi, kjer so ga tesarji tudi prvič postavili. Nato so ga razstavili in ga po delih poslali v Pariz, kjer so ga na majhni pravokotni parceli pod osebnim nadzorom Melnikova ponovno sestavili (Curtis, 1996). Osnovni volumen paviljona je kvader, v tlorisu razdeljen z diagonalno postavljenimi stopnicami na dva dela. Stopnice se dvigajo iz dveh rahlo odrezanih vogalov in stikajo v sredini. Glavni vhod v paviljon je torej v prvem nadstropju. Stopnišče je kot sprehajalna steza in nepričakovano povsem zanika enostavnost paviljona, ki naj bi temeljila na logiki pravih kotov. Zunanje lesene stene so bile pobarvane z živo rdečo, sivo in črno barvo. Velike pravokotne steklene površine so bile razdeljene horizontalno in vertikalno. Mreža konstrukcije lesene strehe in podpornih lesenih stebrov je bila vzporedna z osjo stopnic, torej diagonalna glede na fasado (slika 2).

Paviljon je postal nosilec nove sovjetske ideologije, izložbeno okno industrijskih dobrin in izvrsten instrument propagande. V risbah je bil sovjetski paviljon iluzija perspektive, v resničnosti pa so nastali romboidni volumni z diagonalami vseh vrst, ki so dajale vtis rotacije in vrtenja. Dinamiko paviljona so obiskovalci le stežka dojemali, mi-

slili so tudi, da je paviljon narejen iz armiranega betona. Melnikova arhitektura, oziroma njegova konstrukcija, ki temelji na zahtevah vnaprej izdelanih elementov, torej prefabrikacije, je močno vplivala na evropsko avantgardo. Sovjetski paviljon je še danes simbol konstruktivistične arhitekture.

2.4. D. BRAŠOVAN: PAVILJON KRALJEVINE SHS, BARCELONA 1929

Kraljevina Srbov, Hrvatov in Slovencev se je leta 1929 predstavila s paviljonom, ki je bil arhitekturno zelo moderno oblikovan. Srbski arhitekt Dragiša Brašovan (1887–1965) je načrtoval moderen paviljon, s fasado iz lesenih tramov, ki so dajali podoben učinek, kot ga je hotel doseči Adolf Loos z vilo Josephine Baker v Parizu. Tudi zašiljen tloris paviljona, ki je bil v osnovi zvezdaste oblike, je bil delno povzet po rešitvi najodmevnejšega natečaja v dvajsetih letih dvajsetega stoletja za zazidavo vogala ob postaji Friedrichstrasse v Berlinu (1921–22) (slika 3).

V množici historičnih vzorov drugih paviljonov na razstavi je paviljon Kraljevine SHS ob nepravilnem tlorisu in modernem oblikovanju fasade zelo izstopal. Konstrukcija paviljona je bila lesena, sestavne dele so naredili v Srbiji in jih po morju prepeljali do Barcelone, kjer so jih zopet sestavili (Blagojević, 2003). Paviljon je bil izjemno popularen med obiskovalci in bil zelo odmeven tako v jugoslovanskem kot tudi v španskem tisku.



Slika 3. Barcelona, 1929: Dragiša Brašovan: Pogled na paviljon Kraljevine SHS (Mattie, 1998).

2.5. R. PIETILA: FINSKI PAVILJON, BRUSELJ 1958

Prva svetovna razstava po drugi svetovni vojni je potekala v Bruslju leta 1958. Države so še vedno tekmovala med seboj v dosežkih in presežkih. Belgijska lesna industrija je na razstavi prikazala konstrukcije iz lepljenega lesa (Devos, Floré, 2009), za osnovno konstrukcijsko gradivo finskega paviljona je arhitekt Reima Pietilä (1923–95) uporabil masiven les.

Natečajni predlog za finski paviljon je do realizacije doživel nekaj sprememb, ki so vidne tako v zunanosti kot v spremembah notranjega izgleda paviljona. Tudi osnova ideja paviljona je spremenjena, zato je bilo doživetje konstrukcije pri zgrajenem paviljonu nekoliko osiromašeno. Paviljon je imel pred vhodom veliko dvorišče, ki so ga omejevale modularno zamaknjene fasadne površine. Tudi streha je bila iz ravnih, modularno zamaknjenih lesenih površin. Stebri v notranjosti so štirih vrst, najpomembnejši so trije centralni stebri, ki v obliki črke X podpirajo strešno konstrukcijo (MacKeith in Smeds, 1993). Finski paviljon je bil eden izmed redkih paviljonov na razstavi, ki so poudarjali človeško merilo v arhitekturi (slika 4).

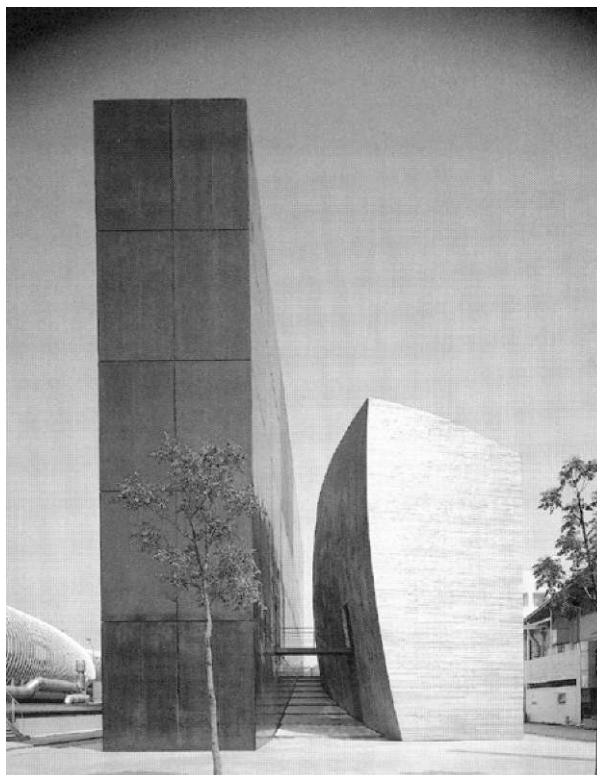


Slika 4. Bruselj, 1958: Reima Pietilä: Pogled na finski paviljon (http://users.skynet.be/rentfarm/expo58/foreignsection/index_bestanden/image055.jpg).

2.6. SKUPINA MONARK: FINSKI PAVILJON, SEVILJA 1992

Po zatonu postmoderne arhitekture je v arhitekturi zavladal tako imenovani regionalni modernizem. Na svetovni razstavi v Sevilji leta 1992 sta izstopala dva paviljona. Prvi je Finski paviljon, ki ga je načrtovala skupina petih študentov arhitekture: MONARK.

Nenavadna oblika paviljona je bolj spominja na skulpturo kot na arhitekturo. Povzeta je po obliki hudičeve soteske, finske naravne znamenitosti, Helvetinkolu. Osnovno obliko sestavljata dva volumna, ki so ju poimenovali machine,



Slika 5. Sevilla, 1992: Skupina Monark: Značilen pogled na finski paviljon (Puente, 2000).

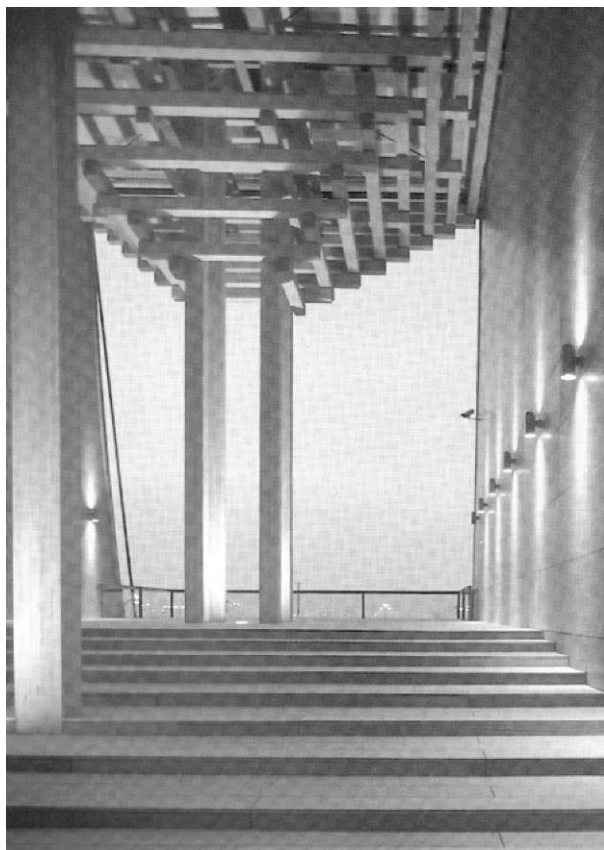
stroj, in keel, ladijski gredelj, med njima pa je ozek vmesni prostor s povezovalnim mostičem. Oba volumna se ločita po materialih, po obliki in po namenu. Del, ki so ga poimenovali stroj, je sodobno zasnovan in ima povsem ortogonalno kovinsko nosilno konstrukcijo, fasada je prekrita z jeklenimi ploščami. Njegov volumen je nenavadnih dimenzij: dolžine 48 metrov, višine 20 metrov in širine 4,5 metra. Drugi del paviljona je zasnovan tradicionalno, ima leseno konstrukcijo in obliko ladijskega gredlja, po katerem je dobil tudi ime. Leseni del paviljona je sicer nekoliko manjši, saj je dolg 35 metrov in visok 15 metrov, a tudi nekoliko širši, 7 metrov (MacKeith in Smeds, 1993), (Affen-traner, 1997).

Konstrukcija tega dela paviljona je oblikovana iz lesenih reber, kot notranjost stare ladje, a hkrati spominja tudi na notranjost starih finskih lesenih cerkva. Spodnje nadstropje škatlastega kovinskega dela je bilo namenjeno projekcijam in razstavljenim eksponatom, zgornji del pisarnam, organski leseni del je imel v pritličju nizek prostor, v nadstropju pa visoko dvorano. Vmesni ločitveni del je izredno ozek, le 2 metra, in med 20 metrov visoko jekleno ter 15 metrov visoko leseno fasado resnično deluje kot hudičeva soteska. Oba dela paviljona v prvem nadstropju povezuje most (slika 5).

2.7. TADAO ANDO: JAPONSKI PAVILJON, SEVILJA 1992

Japonski paviljon v Sevilji je predstavljal moderno Japonsko, ki ima bogato arhitekturno tradicijo in je hkrati tudi odprta za tuje arhitekturne vplive. Arhitekt Tadao Ando (1941) je v njem skušal združiti tradicionalno in moderno Japonsko. Tradicionalno japonsko arhitekturo je predstavil s staro kulturo kinari, za katero je značilna uporaba grobih naravnih materialov, predvsem lesa, in jo s tradicionalnimi graditeljskimi tehnikami in z najnovejšo tehnologijo uporabil v paviljonu.

Osnovni tloris paviljona je bil zasnovan kot 60 metrov široka in 40 metrov dolga zgradba, visoka 25 metrov in tako je paviljon ena največjih zgradb z leseno konstrukcijo. Glavna dvorana paviljona je bila v drugem nadstropju, kamor obiskovalca popelje tradicionalen japonski most taikobashi, ki po starem izročilu povezuje zahodni svet z vzhodnim. V glavni dvorani je bilo osem skupin lesenih stebrov, vsak od njih je bil visok po 17 metrov. Vsaka skupina stebrov je bila sestavljena iz štirih posameznih lesenih stebrov, ki so bili pod vrhom povezani z lesenimi horizontalnimi tramovi in so bili horizontalno še večkrat povezani



Slika 6: Sevilla, 1992: Tadao Ando: Steber v japonskem paviljonu (Puente, 2000).

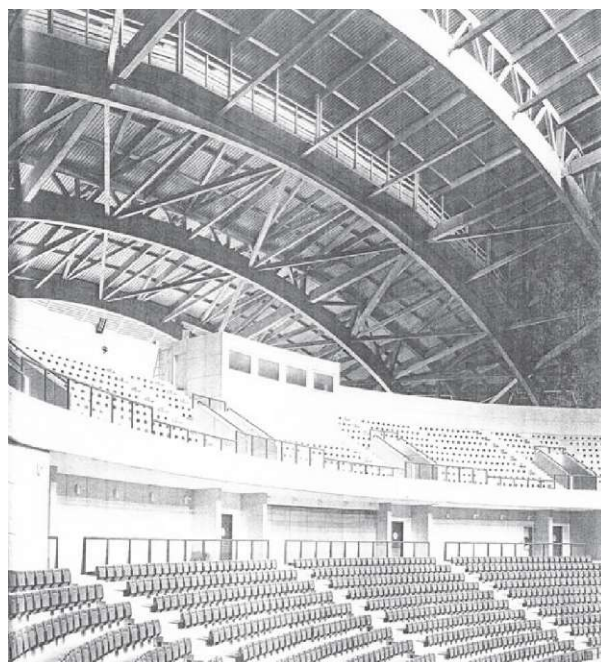
ter tako tvorili razširjeni vrh stebra. Tudi fasado je Ando, sicer mojster betona, oblikoval iz lesa, po vzoru tradicije kulture sori. Za streho pa je uporabil novo tehnologijo, saj je želel narediti prosojno streho in je zato uporabil teflon. (Puente, 2000), (Ando in Frampton, 1995) (slika 6).

2.8. BIRO SOM IN R. CRUZ: PAVILJON UTOPIJE, LIZBONA 1998

Paviljon Utopije, imenovan tudi atlantski paviljon, je največja zgradba na svetovni razstavi v Lizboni. Načrtovali so jo Skidmore, Owings in Merrill (SOM) in portugalski arhitekt Regino Cruz. Zgradba je zasnovana kot ogromen, neolčljiv ovalni volumen, v njej pa je prostor, namenjen kakršnikoli funkciji: lahko je športna, konferenčna ali koncertna dvorana. Zasnovana je kot energetsko varčen objekt.

V tlorisu je ovalna, 200 metrov dolga in 120 metrov široka zgradba, nesimetričnega prereza. Zunanost nekoliko spominja na velikanski cepelin ali morda na vesoljsko ladjo. Stoji na podstavku, obdanim s stopnicami. Pogled z nivoja ulice tako omogoča povsem drugačen pogled kot če se dvignemo na vhodni nivo zgradbe. Zaradi velikosti je celotna zgradba težko vidna: enotna lesena fasada se zliva s streho, krito s cinkom. Vhodov je več in so poudarjeni s steklenimi nadstreški. Obliko zgradbi daje največja enosmerno laminirana lesena konstrukcija na svetu, z največjim razponom 115 metrov.

V notranjosti so vidni leseni primarni ločni palični nosilci in sekundarni leseni nosilci z zavetrovanjem. Celotna



Slika 7: Lizbona, 1998: SOM in R. Cruz: Pogled na paviljon Utopije (Trigueiros in Sat 1998).

konstrukcija je iz lepljenega lesa, stikovana z jeklenimi ploščami, mozniki in vijaki. Streha je sestavljena iz 16 ločenih paličnih nosilcev na osni razdalji 9 metrov. Vsak nosilec je zaradi nepravilne oblike zgradbe drugačen od ostalih. Paviljon je v notranjosti topel, poln barv in izrazit, povsem v nasprotju s hladno in ogromno zunanostjo. Celotna zgradba je v notranjosti poglobljena pod nivo okolice in s tem je dvorana pridobila na veliki prostornini. Skupna površina znaša 5500 kvadratnih metrov (slika 7).

Oblika in material spominjata obiskovalce na narobe obrnjeno notranjost lesene ladje – karavele, ki so jih Portugalci uporabljali v času velikih odkritij. Pri odločitvi za leseno konstrukcijo so bile pomembne predvsem akustične lastnosti lesa, trajnost, požarna varnost in psihološki učinek.

2.9. HERZOG + PARTNER: EXPO STREHA, HANNOVER 2000

Arhitekt Thomas Herzog (1941) je za svetovno razstavo v Hannoveru leta 2000 načrtoval streho nad bazenom, ki je postala simbol svetovne razstave in je zanimiva predvsem zaradi izjemnih dimenzij (Seidel, 2000).

Konstrukcija EXPO strehe je sestavljena iz desetih statično povsem ločenih dežnikov (Herzog, 1998). Vsak izmed njih je visok 20 metrov in pokriva 1600 (40 krat 40) kvadratnih metrov veliko površino. Sestavljen je iz močnega betonskega temelja, iz jeklenega stolpa in iz prosojne lesene strehe. Strešna konstrukcija je membrana iz laminiranega lesa, v obliki dežnika iz hiperboličnih paraboloidov (Natterer, 1998). Kritina je iz vodotesnih plastičnih delov, ki se jih lahko reciklira. Streho podpirajo štiri konzole, pritrjene na jekleno piramido na vrhu stolpa. Jeklen stolp je sestavljen iz štirih medsebojno povezanih in rahlo poševnih stebrov, oblečenih v hrastov les, s premerom 1,4 metra. Hraste, do 50 metrov visoke in okoli 250 let stare, so posekali v Črnem gozdu, Schwartzwaldu. Ob straneh je stolp odprt na vse strani. Deževnica je speljana po sredini vsakega stolpa do bazena. Temelji segajo 15 metrov globoko in so med seboj povezani le tik pod površjem.



Slika 8. Hannover, 2000: Herzog+Partner: EXPO streha (http://www.holzland-expo.de/uploads/RTEmagicC_index-neu_01.jpg).

Streha je tako velika, da so se pod njo zgubile druge manjše lesene konstrukcije: dvonadstropna restavracija, odri za prireditve, stopnišča in mostovi, ki so delo istega arhitekta (slika 8).

2.10. P. ZUMTHOR: ŠVICARSKI PAVILJON, HANNOVER 2000

Švicarski arhitekt Peter Zumthor ima do lesa prav poseben odnos, ki se kaže v skoraj vsakem njegovem delu. Od lesenih skodel, ki jih je uporabil pri kapelici v Sogn Benedegtu, lesene konstrukcije v lastnem ateljeju, povečave brunarice v Versamu, ko je staro leseno arhitekturo nadgradil s prefabricirano leseno konstrukcijo, do odmevnega projekta, švicarskega paviljona za svetovno razstavo leta 2000 v Hannoveru.

Švicarski paviljon je bil zamišljen kot »švicarska glasbena skrinjica«. Narejen je bil iz 3000 kubičnih metrov sveže žaganega, dišečega lesa švicarskih iglavcev (Zumthor, 2000). Devet metrov visoke stene so bile sestavljene iz več kot 45.000 rdečkastih borovih tramičev, prirezanih le na tri različne dolžine. Skupaj z macesnovimi distančniki so bili spojeni na trenje, brez lepila, žebeljev ali vijakov. Celotna konstrukcija je bila vertikalno povezana z več tankimi jeklenimi nateznimi vrvmi. Na vrhu vrvi je vzmet sproti uravnavala dolžino vrvi, da zaradi sušenja lesa ne bi postala premalo napeta. Za streho so uporabili jeklene trakove, a le kot nenosilni element (Uhlig in Zumthor, 2000) (slika 9).

Občutek notranjega prostora je bil podoben kot v gozdu: sprehajanje, odkrivanje in veselje. Paviljon je postal prostorsko zaporedje prehodov, dvorišč in notranjosti. Bil je hkrati labirint in na vse strani odprta arhitektura. Ker ni imel polnih sten, je bilo v njem zaznati različne letne čase, veter, sonce in dež. Leseni labirint je postal sinonim za popolno umetniško stvaritev, ki prevzame vse človeške čute: vid, tip, vonj, okus in sluh. Umetnost,



Slika 9. Hannover, 2000: Peter Zumthor: Pogled na švicarski paviljon (Jodidio, 2006).

arhitektura, glasba, ples, literatura, kostumografija in gastronomija so bile v paviljonu prikazane kot v gledališču.

Švicarski paviljon je bil začasna arhitektura. Leseni tramiči so naloženi drug na drugega brez lepila, brez lukenj in vijakov. Kot v sušilnici lesa. Vse je narejeno tako, da lahko les po končani razstavi uporabijo kot gradbeni material. Vsaka stena je le nekajkrat povezana z jekleno natezno vrvjo. Po razstavi je bil paviljon recikliran, les pa prodan za nadaljnjo uporabo, čeprav je bilo zanimanje za ponovno postavitve paviljona na drugi lokaciji veliko.

2.11. S. VÉLEZ: PAVILJON ZERI, HANNOVER 2000

Zero Emissions Research Initiative (ZERI) je znanstveni forum, ki temelji na prepričanju, da lahko in tudi moramo proizvajati predmete brez odpadkov oziroma uporabljamo že obstoječe odpadke. Arhitekt Simon Vélez je s to miselnostjo v Hannovru načrtoval paviljon ZERI.

Pri gradnji paviljona so uporabili samo naravne materiale ali take, ki so že bili reciklirani. Paviljon je potresno varen, narejen je iz bambusa, ki je zelo lahek in ga je lahko prevažati, iz cementa, s katerim je bambus napolnjen, ter iz bakra, ki so ga že reciklirali. Lahka konstrukcija paviljona, ki ima 40 metrov v premeru in je 14 metrov visok, torej ne proizvaja emisij v okolje in zato naj ne bi bilo nikakršnih odpadkov. Da bi za takšno gradnjo navdušili še več ljudi po svetu, so po končani svetovni razstavi v Hannovru paviljon postavili še v Parizu in v Tokiu. (Wehber, 2000)

2.12. S. BAN: JAPONSKI PAVILJON, HANNOVER 2000

Shigeru Ban (1957) je japonski arhitekt in oblikovalec, navdušen nad lahkimi materiali in novo tehnologijo in zato v svojem delu velikokrat uporablja papirnate konstrukcijske elemente. Pravi, da lahko iz papirja naredimo vse: od stolov do večnamenske dvorane, kar je dokazal tudi s svojimi deli iz kartonskih cevi: od pohištva in tipske hiše do cerkve. Načrtoval je tudi japonski paviljon na svetovni razstavi v Hannovru.

Glavna značilnost japonskega paviljona je njegova ogromna ukrivljena lupina, v tlorisu velika 72 metrov x 35 metrov in visoka 15 metrov. Primarna konstrukcija paviljona je narejena iz lesenih obokov, ki jih med seboj povezuje mrežni sistem iz kartonskih cevi in so dolge do 40 metrov ter imajo premer 12,5 centimetrov. Leseni oboki, cevi in tanke jeklene vrvi oblikujejo mrežno konstrukcijo, na zunanji strani prekrito s posebej na Japonskem izdelanim papirjem, ki prepušča svetlobo in je odporen proti požaru in vodi. (Ban, 2000) (slika 10).

Japonski paviljon je bil prva zgradba iz recikliranega papirja kot konstrukcijskega materiala v zgodovini svetovnih



Slika 10. Hannover, 2000: Shigeru Ban: Pogled na japonski paviljon (Anon 2000).

razstav in v Nemčiji. Paviljon je bil po koncu svetovne razstave v celoti recikliran; kartonske cevi in papirnatostreho so predelali v šolske zvezke.

3. SKLEP

Les je ponovno odkrito gradivo. V zadnjih dvajsetih letih so ga industrijsko močno razvite države, ki ležijo v zmernem podnebnem pasu, ponovno odkrile. Njegova uporaba v gradbeništvu je zelo razširjena v skandinavskih deželah, v deželah alpskega sveta in na Japonskem. Les ima več izvrstnih lastnosti, med njimi sta za konstrukcijo najpomembnejša njegova majhna lastna teža in razmeroma enostavna obdelava, hkrati pa ima razmeroma veliko nosilnost za prevzem upogibnih obremenitev in je edino naravno obnovljivo gradivo. V zadnjem času so vedno bolj cenjeni tudi ugodno počutje, okoljska prijaznost, lep estetski videz, energijska varčnost in magnetna nevtralnost lesa.

Les je hkrati tudi najstarejši gradbeni material. Veje so uporabili za prva človekova zavestno narejena zatočišča, debela, hlode in bruna za kladne konstrukcije ter tramove za izdelavo ostrejših. Do sredine devetnajstega stoletja je bil les močno razširjeno gradivo, njegovo funkcijo sta v gradbeništvu v zadnjih 150 letih delno nadomestila jeklo in beton.

Svetovne razstave so bile v devetnajstem stoletju ogledalo industrijskega razvoja in tudi stavbe, ki so jih na razstavah postavljali, so bile vrhunec dosežkov mogočega. Velike količine lesa so uporabili pri sestavljanju Kristalne palače v Londonu leta 1851. Polkrožna konstrukcija osrednjega vmesnega dela, s takrat neverjetnim razponom 24 metrov, je bila v celoti iz lesa. Precizno žagan les pa so uporabili za izdelavo žlebičev pri strešni konstrukciji. Tudi konstrukcija in velik del fasade razstavne palače za svetovno razstavo v Dublinu leta 1853 sta bili leseni.

Na svetovnih razstavah so les kot osnovno konstrukcijsko gradivo nekajkrat uporabili tudi pri gradnji manjših paviljonov. Pomembnejši primeri demontažnih lesenih pavi-

ljonov, ki so jih postavili na svetovnih razstavah, so: finski paviljon na razstavi v Parizu leta 1900, sovjetski paviljon na razstavi v Parizu leta 1925 in paviljon SHS na razstavi v Barceloni leta 1929. Lesene paviljone so najprej sestavili v državi, kjer je bil paviljon zasnovan in izdelan, nato so ga razstavili in poslali v državo, ki je priredila svetovno razstavo, ter ga tam ponovno sestavili. To je bilo mogoče prav zaradi razmeroma majhne specifične teže lesa in njegove enostavne obdelave.

Na zadnjih svetovnih razstavah, leta 1992 v Sevilji, leta 1998 v Lizboni in leta 2000 v Hannoveru, je izstopalo kar nekaj primerov uporabe lesa kot konstrukcijskega gradiva. Na svetovni razstavi v Sevilji so Finci in Japonci s svojima paviljonoma prikazali nove možnosti uporabe lesa kot tradicionalnega gradiva. V Lizboni so na svetovni razstavi zgradili ovalno dvorano z največjo enosmerno laminirano leseno konstrukcijo, z razponom 115 metrov. Simbol svetovne razstave v Hannoveru je bila lesena EXPO streha, sestavljena iz desetih statično povsem ločenih dežnikov, vsak izmed dežnikov je prekrival ogromno, kar 1600 kvadratnih metrov veliko površino. Drugi primer z razstave v Hannoveru je enostavni švicarski paviljon, sestavljen le iz sveže žaganega, še dišečega borovega lesa, ki je zaradi svoje naravnosti in originalnosti prispeval k zasuku arhitekture v enostavnost. Tretji primer je paviljon neprofitne organizacije ZERI, ki je predstavila veliko stavbo krožnega tlorisa s konstrukcijo, narejeno iz bambusa. Na isti svetovni razstavi so Japonci prikazali novo gradivo, narejeno iz lesa, a uporabljeno na povsem nov način. Japonski paviljon so oglaševali kot paviljon, narejen iz recikliranega papirja, ki so ga uporabili na več različnih načinov in iz njega zgradili celoten paviljon: od konstrukcije iz kartonskih cevi do vodoodporne prosojne papirnate strehe. Na svetovni razstavi v Hannoveru je bilo tudi veliko paviljonov, kjer so uporabili les kot fasadno oblogo: od plute do lepljenih plošč.

Paviljoni na svetovnih razstavah so zgradbe, ki jih postavijo le za kratek čas, a lahko s svojo inovativno arhitekturo ali konstrukcijo dosežejo svetovno prepoznavnost. Za paviljone je značilna razstavljliva, torej (de)montažna konstrukcija iz vnaprej izdelanih, prefabriciranih elementov. Leseni elementi so med najbolj priporočljivimi za takšno vrsto gradnje, zato so paviljoni z leseno konstrukcijo na zadnjih svetovnih razstavah v izrazitem porastu.

S postavitvijo začasnih paviljonov, ki so arhitekturno in konstrukcijsko najvišji dosežki stroke, njihovi snovalci vedno znova dokažejo, da napredka še ni konec. Le veselimo se lahko prihodnje svetovne razstave, EXPO 2010, ki jo bodo priredili letos poleti v mestu Šanghaj na Kitajskem. Doba visoke tehnologije je mimo, sedaj je čas za okoljevarstvo, za naravna in obnovljiva gradiva: različne

vrste lesa in lesnih izdelkov, bambus, pluto, papir. Čas je za znanje, za kreativnost arhitektov in inovativnost konstruktorjev, za sodelovanje med strokami in za povezavo z industrijo. V prihodnosti lahko iz lesa ustvarimo še marsikaj.

4. REFERENCE

1. **Affentranner C. (1997)** Neue Holzarchitektur in Skandinavien / New wood architecture in Scandinavia. Basel, Boston, Berlin, Birkhäuser, 52–55
2. **Ando T., Frampton K. (1995)** The Pritzker Architecture Prize: 1995 presented to Tadao Ando. Jensen & Walker, Los Angeles, 35–37
3. **Anon. (2000)** Architektur Architecture EXPO 2000 Hannover. Hajte Cantz Verlag, Ostfildern, 82
4. **Ban S. (2000)** Padiglione della Giappone. Casabella 681: 56–61
5. **Blagojević L. (2003)** Modernism in Serbia: the Illusive Margins of Belgrade Architecture, 1919–1941. MIT Press, Cambridge, Mass., London, 95
6. **Cornell E. (1952)** De stora Utställningarna Arkitekturhistoria (arkitekturexperiment och kulturhistoria). Bokförlaget natur och kultur, Stockholm, 94–95
7. **Curtis W.J.R. (1996)** Modern Architecture Since 1900. Phaidon, London, 207–208
8. **Devos R., Floré F. (2009)** Modern Wood. De Coene at Expo 58. Construction History 24: 103–120
9. **Herzog T. (1998)** Roof Structure. V: The Fifth World Conference on Timber Engineering, Natterer J (Ur.) Sandoz JL (Ur.), Montreux, 375–377
10. **Jodidio P. (2006)** CH architecture in Switzerland. Taschen, Köln, 183
11. **MacKeith P.B., Smeds K. (1993)** The Finland Pavillons / Finland at the universal expositions 1900 – 1992. Kustannus Oy City, Helsinki 107–112, 151–162, 163–174
12. **Mattie E. (1998)** World's Fairs. Princeton Architectural Press, New York: 149
13. **Natterer J. (1998)** Space and Shell Structures in Timber. V: The Fifth World Conference on Timber Engineering, Natterer J (Ur.) Sandoz JL (Ur.), Montreux, 377–387
14. **Perrin JP., Bocquet JF., Rächter P., Biger JP. (1998)** The Pavilion of Utopia V: Proceedings, The Fifth World Conference on Timber Engineering, Natterer J (Ur.) Sandoz JL (Ur.), Montreux, 80–87
15. **Puente M. (2000)** 100 años pabellones de exposición / 100 Years Exhibition Pavilions. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 174, 176–179
16. **Seidel A. (2000)** Weltausstellung EXPO 2000. Ausgewählte Holzbauten. Informationsdienst Holz, Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Düsseldorf
17. **Slivnik L. (2001)** Kristalna palača 1851 – uporaba lesa pri gradnji. Les, 53: 430–437
18. **Trigueiros L., Sat C. (1998)** Architecture Lisbon Expo '98. Blau, Lisboa, 153
19. **Uhlir G., Zumthor P. (2000)** Klangkörper Schweiz: padiglione svizzero all'Expo 2000 di Hannover. Domus 828: 24–31
20. **Wehber F. (2000)** Der ZERI – Pavillon auf der Expo 2000. Wohnung+Gesundheit 96: 10
21. **Zumthor P. (2000)** Corpo sonoro, Padiglione della Svizzera. Casabella 681: 62–69
22. http://www.holzland-expo.de/uploads/RTEmagicC_index-neu_01.jpg (februar 2010)
23. http://users.skynet.be/rentfarm/expo58/foreignsection/index_bestanden/image055.jpg (februar 2010)

O AVTORJU PRISPEVKA

LARA SLIVNIK

Lara Slivnik, rojena leta 1968 v Ljubljani, je docentka na Fakulteti za arhitekturo Univerze v Ljubljani. Na Fakulteti za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani je diplomirala leta 1993 z nalogo »Veleposlaništvo« pri prof. Dušanu Moškoni. Enoletno pripravništvo je opravila na Servisu skupnih služb Vlade republike Slovenije. Na Fakulteti za arhitekturo se je zaposlila leta 1994 kot asistentka stažistka, asistentka e postala leta 1996. Iz programa CEEPUS je leta 1997 dobila enomesečno štipendijo za obisk Fakultete za arhitekturo Tehnične univerze v Gradcu. Od leta 2001 je zaposlena s štiriurnim delovnim časom. Doktorsko disertacijo z naslovom »Zgradbe svetovnih razstav: konstrukcija, arhitektura, urbanizem, oblikovanje« je zagovarjala leta 2007, mentor je bil prof. dr. Jože Kušar. Kot asistentka sodeluje na vajah pri predmetu »Konstruiranje in dimenzioniranje« in kot predavateljica pri predmetu »Konstrukcijski sistemi«.



Poleg pedagoškega dela objavlja izvirne in pregledne znanstvene članke, strokovne in poljudne članke ter končna poročila o rezultatih raziskav. Raziskuje zgodovino tako slovenske kot tudi svetovne arhitekture devetnajstega in dvajsetega stoletja s poudarkom na zgodovini konstrukcij. Udeležila se je več mednarodnih delavnic, sodelovala je pri organizaciji in izvedbi mednarodnih seminarjev ter souredila zbornik o 1. mednarodnem seminarju o gradnji v lesu za študente arhitekture in gradbeništva. Redno se udeležuje zborovanj gradbenih konstruktorjev Slovenije, kjer je skupaj z mentorjem ali s sodelavci predstavila in objavila petnajst referatov.

PRIROČNIK ZA PROJEKTIRANJE GRADBENIH KONSTRUKCIJ PO EVROKOD STANDARDIH



Oktober je izšel Priročnik za projektiranje gradbenih konstrukcij po Evrokod standardih. Peto poglavje avtorjev Srečka Vratuše in Miroslava Premrova je namenjeno projektiranju lesenih konstrukcij.

Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti je z začetkom leta 2008 uvedel v slovensko inženirsko prakso praktično obvezno uporabo evropskih standardov za projektiranje gradbenih konstrukcij – evrokodov. Za lažji prehod na nove standarde je Inženirska zbornica Slovenije v sodelovanju s Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani v preteklih letih pripravila obsežno izobraževanje inženirjev, ki je sedaj zaključeno z izdajo ustreznega priročnika (urednika sta Darko Beg in Andrej Pogačnik). Knjiga obsega 1108 strani in je po vsebini in obsegu izjemna publikacija tudi v evropskem merilu.

Evrokodi predstavljajo izredno obsežno zbirko standardov (58). Priročnik skozi osem poglavij obravnava predvsem vsebino ključnih osmih evrokodov. To so standardi s splošnimi pravili in pravili za stavbe za projektiranje betonskih (Evrokod 2), jeklenih (Evrokod 3), sovprežnih (Evrokod 4), lesenih (Evrokod 5) in zidanih konstrukcij (Evrokod 6). Izpuščene so aluminijaste konstrukcije. Osnovo oziroma povezavo tem standardom pa predstavljajo Evrokod 0 (Osnove projektiranja) in Evrokod 1 (Vplivi na konstrukcije) ter Evrokod 7 (Geotehnično projektiranje) in Evrokod 8 (Projektiranje potresno odpornih konstrukcij). Priročnik podaja pregled ključnih pravil projektiranja z ustreznimi komentarji in računskimi primeri.

Vsako poglavje ima svojega avtorja ali več avtorjev, ki so najvidnejši strokovnjaki z obravnavanega področja in so aktivno sodelovali pri uvajanju evrokodov v Slovenijo (Tehnični odbor za konstrukcije pri SIST, tečaji za projektante). Peto poglavje (avtorja sta Srečko Vratuša in Miroslav Premrov) je namenjeno projektiranju lesenih konstrukcij. Struktura tega poglavja je podobna kot v Evrokodu 5. Med tekstom so dodani diagrami, ki pojasnjujejo pomen različnih parametrov ali prikazujejo vrednosti različnih koeficientov. Glavnim poglavjem sledijo računski primeri, ki ilustrirajo praktično uporabo opisanih pravil. V prilogi so zbrane preglednice s pomembnimi podatki in tabeliranimi uklonskimi koeficienti, ki projektantom omogočajo lažji izračun.

dr. Srečko Vratuša, univ.dipl.inž.gradb.
dr. Manja Kitek Kuzman, univ.dipl.inž.arh