

AR 2010/1

Arhitektura, Raziskave  
*Architecture, Research*

Lara Slivnik

ZGRADBE Z ŽELEZNO OZIROMA

JEKLENO KONSTRUKCIJO V SLOVENIJI

BUILDINGS WITH IRON AND STEEL STRUCTURES IN SLOVENIA

AR

# AR

## Arhitektura, raziskave / *Architecture, Research*

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*  
Borut Juvanec

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

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

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

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

*tehnični urednik / technical editor*  
dr Domen Zupančič

*prelom / setting*  
VisArt studio, Barbara Kovačič

*lektoriranje, slovenščina / proofreading, Slovenian*  
Karmen Sluga

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

*klasifikacija / classification*  
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

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

*revija sofinancirata / cofinanced*  
JAK, Javna agencija za knjigo RS  
Ministrstvo za šolstvo in šport RS

*tisk / printing*  
Tiskarna Pleško

© AR, Arhitektura raziskave, Architecture Research  
Ljubljana 2010

## ZGRADBE Z ŽELEZNO OZIROMA

## JEKLENO KONSTRUKCIJO V SLOVENIJI

## BUILDINGS WITH IRON AND STEEL STRUCTURES IN SLOVENIA

UDK 721 : 624.01 (497.4)  
COBISS 1.02  
prejeto 5. 3. 2010**izvleček**

V članku so predstavljene zgradbe z železno in jekleno konstrukcijo, ki so ji zgradili v Sloveniji. V uvodu je najprej predstavljen kratek pregled gradnje litoželeznih in jeklenih konstrukcij v svetu: prvi most iz litega železa, prve konstrukcije javnih stavb iz litega in kovanega železa ter nekaj svetovnih presežkov v železni in jekleni konstrukciji. Podrobno so predstavljene pomembnejše konstrukcije iz železa v Sloveniji: prvi most iz litega železa v Ljubljani, skeletne konstrukcije v industrijskih delavnicah, konstrukcije iz železa na Gorenjski železnici; in konstrukcije iz jekla: paviljon na Gospodarskem razstavišču, Hala Tivoli, Narta studio, več objektov, ki jih je načrtoval arhitekt Milan Mihelič, zimsko kopališče v Tivoliju, paviljon v Laškem, objekti, ki so jih načrtovali Sadar Vuga Arhitekti, center Portoval in bivak na Kotovem sedlu. V Sloveniji železna oziroma jeklena konstrukcija stavb ni (bila) razširjena, zato članek končujejo nekatere ugotovitve, zakaj je bilo tako.

**ključne besede**

arhitektura v jeklu, jeklena konstrukcija, litoželezna konstrukcija, slovenska arhitektura

**abstract**

*The article presents buildings with iron and steel structures in Slovenia. The introduction begins by presenting a brief review of cast iron and steel structures construction across the world: the first cast-iron bridge, the first public buildings from cast and wrought iron, and some global superior achievements in iron and steel structures. There is a detailed presentation of the more important iron structures in Slovenia: the first cast-iron bridge in Ljubljana, skeleton structures of industrial shops, iron structures of the Gorenjsko railways; and steel structures: the pavilion at the Ljubljana Exhibition and Convention Centre, Tivoli Hall, Narta Studio, several structures designed by architect Milan Mihelič, the winter swimming-pool in Tivoli Park, a pavilion at Laško, structures designed by Sadar Vuga Arhitekti architecture office, Portoval Centre, and a mountain rest-house at Kotovo sedlo. In Slovenia, iron and steel building construction has not been widespread, and hence the article ends with some findings explaining why this is so.*

**key words**

steel architecture, steel structure, cast iron structure, Slovene architecture

Lito železo so, kot novo gradivo za gradnjo konstrukcij, prvič preizkusili v letih 1877-79 pri gradnji mostu preko reke Severn v vasi Ironbridge pri Coalbrookdaleju. Mostu z razponom 30,5 metra so do konca stoletja sledile še druge konstrukcije v litem ali v kovanem železu: vedno daljši in lažji mostovi, strešne konstrukcije, večnadstropne skeletne konstrukcije, viseče mostne konstrukcije in standardizirani elementi.

Zgradbe z železno konstrukcijo so se uveljavile najprej v Angliji, kjer so postavili prve tovarne s skeletno železno konstrukcijo že ob koncu 18. stoletja, kmalu nato pa tudi v Franciji. Novo gradivo so začeli najprej uporabljati za gradnjo industrijskih delavnic, saj je preprečevalo dotlej pogoste požare. Prvo pomembno javno stavbo s konstrukcijo iz kovanega in litega železa, knjižnico sv. Genovefe (Sainte-Geneviève) v Parizu, so po načrtih arhitekta Henrija Labrousta zgradili v letih 1844-51 [Mušič, 1968]. V čitalnici sta vidni dve liniji banjastih obokov, sestavljenih iz kovanih polkrožnih nosilcev, ki so podprti z litoželeznimi nosilci, te pa nosijo litoželezni stebri. Tudi pri svojem drugem delu, čitalnici narodne knjižnice v Parizu, je Labrouste zagovarjal načelo, da naj bo oblika prilagojena funkciji zgradbe in podrejena konstrukciji, ki temelji na gradivu. Pri obeh knjižnicah je kot glavno konstrukcijsko gradivo uporabil kovano in lito železo.

V Londonu so za prvo svetovno razstavo leta 1851 iz standardiziranih mer kovanega in litega železa ter stekla in lesenih elementov sestavili Kristalno palačo, prvo demontažno konstrukcijo [Slivnik, 2004]. 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). 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 elementov. Kristalna palača pomeni nov pristop k arhitekturi in gradnji, pomeni enega izmed ključnih trenutkov v začetkih nove, moderne arhitekture.

Temu je sledil v letih 1869-83 neverjetni Brooklynski most v New Yorku, ki ima razpon med podporama kar 486 metrov, medtem so leta 1884-85 v Chicagu zgradili prvi 12-nadstropni nebotičnik v kovanem in litem železu ter deloma tudi jeklenem skeletnem sistemu, Home Insurance Building, nato so v Parizu v letih 1884-89 zgradili znameniti Eifflov stolp, ki je postal s 300 metri višine najvišja stavba na svetu in poleg njega istočasno še Palais des Machines, Palačo strojev, ki je skoraj podvojila dotedanji rekord v razponu stavb brez vmesne podpore na 115 metrov. Devetnajsto stoletje je bilo stoletje litega in kovanega železa, v dvajsetem stoletju so lahko zaradi izboljšane postopka izdelave začeli uporabljati jeklo.

**Objekti z vidno železno oziroma jekleno konstrukcijo v Sloveniji**

Skoraj devetdeset let po prvem mostu, ki so ga postavili v zibelki angleške industrijske revolucije, torej leta 1867, so postavili tudi prvi litoželezni most na ozemlju današnje Slovenije, v



Slika 1: Johann Hermann: trije členkasti loki sestavljajo Hradeckega most (Mrtvaški most) v Ljubljani.

Figure 1: Johann Hermann: Three articulated arches make up the Hradecky Bridge (the so-called Mortuary Bridge/Mrtvaški most) in Ljubljana.

Ljubljani preko reke Ljubljanice (slika 1). Hradeckega most, imenovan po ljubljanskem županu Janezu Hradeckem, je nadomestil stari leseni most, ki je premoščal Ljubljanico med starim ter novim trgom. Most z razponom 33 metrov je načrtoval dunajski nadinženir Johann Hermann, ulili so ga v znameniti Auerspergovi livarni na Dvoru pri Žužemberku. Konstrukcijsko je most sestavljen iz treh lokov, ki so premično vpeti med bregova in se stikajo v členku na sredini. Tovarniško narejeni litoželezni palični elementi trikotne oblike so medsebojno spojeni z vijaki.

Most je eden prvih na svetu, pri katerem so kot konstrukcijski element uvedeni členki. Zato je bil most predstavljen v reviji društva avstrijskih inženirjev in arhitektov (Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten Vereines, 1868: 23) in kot primer tročlenske ločne konstrukcije tudi v Meyers Konversations-Lexikon, izdanem leta 1886, najpomembnejšo nemško enciklopedijo [Prelovšek, 1975: 30-31]. Uvedba člena omogoča gibanje oziroma vrtenje mostne konstrukcije: ali pod vplivom obremenitve ali pa zaradi možnih pomikov temeljnih tal na mehkih barjanskih tleh. Členek v mostnem loku je bil leta 1867 tehnična novost in posebnost, ki je konec 19. stoletja postal pogostejši tako pri železnih ali jeklenih, betonskih ter posebej v Nemčiji tudi pri kamnitih mostovih [Humar, 2000: 28] in drugih konstrukcijah.

Hradeckega most je prvotno stal na mestu današnjega čevljarkega mostu. Ko je arhitekt Jože Plečnik leta 1931 načrtoval novi most, so stari litoželezni most premestili na novo lokacijo ob Zaloški cesti pri mrtvašnici, kjer je postal znan kot mrtvaški most. Zaradi prevelikih obremenitev in poškodb konstrukcije so most leta 2004 zaprli za promet in leta 2009 ob njem zgradili novo brv za pešce. Litoželezni most, tehnični dragulj, naj bi leta 2010 obnovili in ga zopet prestavili na lokacijo, na kateri naj bi prečkal Ljubljanico in samo za pešce povezoval Krakovo z Žabjekom.

Brez uporabe litoželeznih tračnic si težko predstavljamo razvoj železniškega omrežja.



Slika 2: Litoželezni stebri in nosilec na železniški postaji v Spodnji Šiški v Ljubljani

Figure 2: Cast-iron columns and truss at the railway station at Spodnja Šiška in Ljubljana.

Prva železniška proga na Slovenskem je povezovala Dunaj s Trstom in so jo gradili v letih 1837-57. Na gorenjski železniških progih, ki so jo zgradili v neverjetno kratkem času, v letih 1867-70, so uporabili veliko litoželeznih elementov: od železniških tirov in stebrov na železniških postajah (slika 2) do celotnih konstrukcij za železniške mostove. Primere litoželeznih podpornih stebrov okrogle oblike z bogato okrašenim kapitelom in bazo imamo v Ljubljani na opuščeni postaji v spodnji Šiški. Ob njej je tudi železničarska rotunda, v katerih je danes železničarski muzej, objekt s četrtr krožnem tlorisom in s palično strešno konstrukcijo [Slovník, 1999: 77, 169].

Konstrukcijske elemente iz litega železa so uporabljali predvsem pri gradnji novih stavbnih tipov. V Sloveniji so po letu 1870 začeli graditi večje industrijske delavnice, ki so potrebovale velik notranji prostor, brez vmesnih predelnih sten, ki omejujejo prostor za proizvodne stroje. Lesena ostrejša je zato zamenjala železna, oziroma kasneje jeklena palična strešna konstrukcija, zidane vmesne stene pa notranja skeletna konstrukcija iz železa. V Vodniku po arhitekturi zgodnje industrijske arhitekture na Slovenskem [Prešeren: 2002] je omenjenih nekaj tovarn iz zadnje četrtine devetnajstega stoletja, ki imajo ali notranjo skeletno konstrukcijo iz litega železa ali pa litoželezno strešno konstrukcijo.

Proizvodne dvorane industrijskih delavnic so torej zasnovane kot skeletna konstrukcija, ki jo podpirajo litoželezni stebri, obodni zidovi pa so še vedno zidani klasično, torej v opeki: v Ljubljani je notranja skeletna konstrukcija prvič realizirana v Tobačni tovarni v letih 1871-90; v klavniških halah Ljubljanske mestne klavnice, ki so jo zgradili v letih 1880-81, notranja skeletna konstrukcija počiva na dveh vrstah litoželeznih stebrov, ki so v vzdolžni smeri povezani z močnimi železnimi nosilci ter prečno s šibkejšimi nosilci, med njimi pa so opečni plitki oboki; v bombažni predilnici Tržič, zgrajeni v letu 1885, imata predilnica in tkalnica železne stebre z razširjenimi kapiteli in železne nosilce iz I profila; v predilnici v Litiji, zgrajeni leta



Slika 3: Karl Brünner: Drogenigova hiša je prva hiša z jekleno fasado v Ljubljani.

Figure 3: Karl Brünner: Drogenig's house is the first house in Ljubljana featuring a steel façade.

1886, je notranja nosilna konstrukcija iz litoželeznih stebrov in nosilcev, ki so razporejeni prečno v rastru 3,25 metra, vzdolžno pa v različnih razmakih; in tudi v Žabkarjevi železovlarni, zgrajeni v letih 1896-99 v Ljubljani, je notranjščina proizvodnih hal zasnovana kot notranja skeletna konstrukcija, podprta z litoželeznimi stebri v rastru 4 metre.

Palično litoželezno strešno konstrukcijo različnih tipov so gradili po letu 1880. Med najznačilnejšimi primeri so že omenjena rotunda v železničarskih delavnicah v Ljubljani, ljubljanska mestna elektrarna na Kotnikovi ulici in vodarna v Klečah pri Ljubljani. Tudi ljubljanska mestna klavnica je leta 1926 dobila jekleno ravninsko palično strešno konstrukcijo.

Železne stropne konstrukcije so se šele kasneje, po ljubljanskem potresu, uveljavile tudi pri javnih objektih in pri najemniških stanovanjih. Eden prvih primerov je Filipov dvorec, zgrajen leta 1898. Velik tehnološki dosežek je streha banketne dvorane hotela Union, zgrajena leta 1905, ki je palična železna konstrukcija francoskega tipa in je s 15 metri razpona do tedaj največja na Balkanu, a ostaja žal skrita pod klasičnim ometanim obokom [Pirkovič, Mihelič: 1997: 59].

Jeklo kot konstrukcijski element pročelja so v Ljubljani prvič uporabili na Drogenigovi hiši (slika 3) na Mestnem trgu 23. Hiša, zgrajena leta 1914 po načrtih arhitekta Karla Brünnerja, je postala prva stavba s skeletno železobetonsko konstrukcijo in z lahko montažno jekleno fasado v Ljubljani ter zato predstavlja vrhunec razvoja tedanje gradbene tehnologije [Pirkovič, Mihelič: 1997: 82-83]. Jeklena fasadna mreža je lahka, polnjena



Slika 4: Marko Šlajmer: jeklena montažna skeletna konstrukcija paviljona Litostroj na Gospodarskem razstavišču v Ljubljani.

Figure 4: Marko Šlajmer: Steel prefabricated skeleton structure of the Litostroj Pavilion at the Exhibition and Convention Centre in Ljubljana.

z velikimi okenskimi odprtinami in s poliranim črnim ali temnosivim marmorjem ter predstavlja korak v razvoju v drugi polovici dvajsetega stoletja zelo razširjenih obešenih fasad.

Po drugi svetovni vojni so v Ljubljani v letih 1954-58 zgradili severno od glavne železniške postaje novo razstavišče in ga poimenovali Gospodarsko razstavišče. Sočasno z glavno halo A so v letu 1958 zgradili tudi jekleni paviljon (slika 4), imenovan paviljon Litostroj, ki ga je načrtoval arhitekt Marko Šlajmer. Paviljon leži na najbolj jugozahodnem delu parcele Gospodarskega razstavišča, tik ob Dunajski cesti. Jeklena konstrukcija paviljona je novost, prva montažna vijačena skeletna konstrukcija v Jugoslaviji, s fasado iz montažnih panelnih plošč [Mihelič, 2008: 94-97]. Sestavljanje paviljona je potekalo izjemno hitro, saj so od dokončanja temeljev do vselitve v stavbo potrebovali le mesec dni. Paviljon je postal ponos domače jeklarske industrije, saj je bil v celoti izdelan v domovini: montažni jekleni skelet so izdelali v tovarni Metalna, montažne panele pa v tovarni Udarnik [Šlajmer, 1960: 69]. Žal so paviljon zgradili le v dveh tretjinah predvidene dolžine, po letu 1991 pa so ga močno predelali in nadzidali, zato ne kaže več prvotne podobe.

Velika športna dvorana v parku Tivoli v Ljubljani, imenovana Hala Tivoli (slika 5), je bila zgrajena v letih 1963-65 za svetovno prvenstvo v namiznem tenisu. Načrtoval jo je Marjan Božič in je prva športna dvorana v Sloveniji z jekleno palično konstrukcijo, ima razpetino 67 metrov in dva previsna dela: 2,5 metra na eni in 10,05 metra na drugi strani; skupna dolžina strehe je torej skoraj 80 metrov. Konstrukcija strehe je sestavljena iz primarnih in sekundarnih nosilcev. Enajst primarnih nosilcev je v rastru 10,35 metrov postavljenih prečno na glavno fasado in so v osi glavne fasade podprti z 12 metrov visokimi stebri, v osi zadnje fasade pa s 4 metre visokimi nihajnimi stebri. Obe vrsti stebrov sta škatlastega prereza in zvarjeni. Zgornji pasovi primarnih nosilcev so zvarjeni škatlasti profili, spodnji so zvarjeni koritasti profili. Sekundarni strešni nosilci so R – nosilci v rastru 3,35



Slika 5: Marjan Božič. previsna jeklena konstrukcija Hale Tivoli v Ljubljani.  
Figure 5: Marjan Božič: Overhanging steel structure of Tivoli Hall in Ljubljana.

metra in z razpetino 10,35 metra. Zavetrovanje konstrukcije je iz paličnih kotnikov in je nameščeno po celotnem obodu zgradbe [Remec, Grilc, Velkovrh, 1991]. Hala Tivoli je eden izmed mnogih rekreacijskih objektov z jekleno nosilno konstrukcijo.

Eno izmed redkih manjših stavb, z jasno vidno jekleno konstrukcijo v Sloveniji, je načrtoval arhitekt Miloš Lapajne v letih 1970-72. To je promocijsko in izobraževalno središče tovarne Ilirija za šolanje frizerjev, imenovan Narta studio (slika 6). Stavbo kvadratnega tlorisa so postavili na sredi parcele ob križišču Tržaške ceste in Šestove ulice. Od ulice do vhoda v stavbo vodijo stopnice, ki so pokrite s konzolnim nadstreškom. Nad kletjo in visokim pritličjem, ki imata tloris velikosti  $14 \times 14$  metrov, je prvo nadstropje, ki gleda konzolno meter preko pritličja. Streha je osem metrov nad tlemi, njena posebnost pa je, da je asfaltna. Fasada je oblikovana iz rjavo-rdečih opalnih steklenih polnil, izolacije in mavčnih plošč. Konstrukcijska zasnova stavbe je iz vertikalnih jeklenih stebrov NP 260, ki so povezani s prečnimi nosilci [Zupančič, 2007: 24-27]. Glavni odliki stavbe, ki jo je Miloš Lapajne zasnoval pod vplivi ameriške arhitekture, sta jasna zasnova in tehnicistična dovršenost. Objekt Narta studio je bil v lasti tovarne Ilirija in nato zapuščen do leta 2007, ko ga je odkupila in kvalitetno prenovila odvetniška pisarna Avbreht, Zajc in partnerji.

Arhitekt Milan Mihelič je v svojem obširnem opusu načrtoval kar nekaj trgovskih in poslovnih objektov z domiselno oblikovno konstrukcijo iz jekla, ki jo je projektiral statik Franci Kržič. S skupnimi močmi sta dosegla polno razumevanje arhitekta in statika [Bernik, 1980: 14]. Njun soustvarjalni napor je najbolj prišel do izraza pri načrtih za stolpnico S2 v Ljubljani, veleblagovnici Market v Osijeku in veleblagovnici Stoteks v Novem Sadu, pri mednarodni avtomatski telefonski centrali v Ljubljani ter pri veleblagovnici Slovenijales v Ljubljani.



Slika 6: Miloš Lapajne: jasno vidna jeklena konstrukcija Narta studia tovarne Ilirija v Ljubljani.

Figure 6: Miloš Lapajne: Clearly discernible steel structure of the Narta Studio of the Ilirija Plant in Ljubljana.

Mihelič se je dolga leta ukvarjal z urbanističnimi in arhitekturnimi načrti za območje Gospodarskega razstavišča in za območje ljubljanskih severnih mestnih vrat, to je stika med Bavarskim dvorom in železnico. Na Gospodarskem razstavišču je v letih 1960-61 načrtoval halo B s strešno konstrukcijo iz jeklenih predalčnih nosilcev v obliki letalskih kril, ki kot plavajoča streha lebdi nad razstavnim prostorom.

Arhitektura ljubljanskih severnih mestnih vrat je do danes ostala v nedorečena. Stolpnica S2 (slika 7), zgrajena v letih 1969-80, je le ena izmed osmih stolpnice, načrtovanih na tem območju. Vse stolpnice so bile različnih višin in orientacije, vendar so imele enako konstrukcijsko zasnovo kot zgrajena 60-metrška stolpnica: ta ima ekscentrično armiranobetonsko jedro, kjer so vertikalne komunikacije in delovni prostori ter jekleni del, oblečen v stekleno fasado z aluminijastimi horizontalnimi fasadnimi zaporami, kjer je oceanski tip pisarn. Obremenitev celotne jeklene konstrukcije prevzema armiranobetonsko jedro, stebri jeklene konstrukcije prenašajo le del vertikalne obtežbe, kar se odraža v poudarjenih členkastih ležiščih v pritličju [Bernik, 1980: 132-33]. Ti dajo poseben poudarek celotnemu ureditvenemu območju.

Drugo stavbo na tem območju, mednarodno avtomatsko telefonsko centralo, so zgradili v letih 1972-78. Telefonska centrala s svojo tlorisno zasnovo pomeni zasuk ustvarjanju mednarodnih trendov v arhitekturi in k poudarjanju fasadnega ovoja [Bernik, 2004: 392], vendar je sistem nadstropne konstrukcije v jeklu in steklene fasade podoben kot pri pravkar obravnavani stolpnici S2.

Veleblagovnica Slovenijales, ki so jo zgradili v letih 1974-79 tik ob Gospodarskem razstavišču, ima klet in nosilne stebre iz



Slika 7: Milan Mihelič: jeklena konstrukcija nadstropij stolpnice S2 v Ljubljani.  
Figure 7: Milan Mihelič: Steel structure of the S2 high-rise in Ljubljana.

armiranega betona, konstrukcijo drugega nadstropja sestavljajo nosilci iz prednapetega betona, na to konstrukcijo pa je z veškami obešeno jekleno prostorsko predalčje, ki nosi prvo nadstropje [Bernik, 1980: 133]. Z inovativno oblikovanim lahkim prostorskim predalčjem dimenzij 100 × 30 metrov, ki je zavetrovano na fasadi, so lahko v pritličju ustvarili enoten razstavni prostor brez vsakršnih podpor.

Konstrukcija, ki je lahko iz različnih gradiv, je pri arhitektu Milanu Miheliču vedno dejavna sestavina oblikovne skladnje in se podaja k celotni zamisli arhitekture. Sestava in razporeditev konstrukcije že na zunanosti zgradbe na neposreden način spregovori o notranjem arhitekturnem dogajanju, saj je njena čitljivost domišljeno oblikovana in prevzema različne pomene.

Statik Franci Kržič je sodeloval tudi z arhitektom Fedjo Koširjem pri načrtovanju pokritega centralnega zimskega kopališča (slika 8), ki so ga kljub velikim protestom javnosti zgradili v ljubljanskem Tivoliju v letih 1973-75. Zimsko kopališče z bazenoma, fitness centrom, kegljiščem, gostinskim lokalom in spremljajočimi poslovnimi prostori, ima konstrukcijo strehe nad bazenoma in fasade iz jeklenega paličja. Zimsko kopališče leži v osi sever-jug in je razdeljeno na tri dele: osrednje jedro s sprehajalno promenado je betonsko, vzhodno in zahodno od njega pa sta dvorani z bazenoma, ki ju prekriva jeklena palična konstrukcija strehe in steklene fasade. Palična konstrukcija je sestavljena v sistemu MERO, kjer so enodelne palice cevne prereza povezane



Slika 8: Fedja Košir: palična tridimenzionalna jeklena konstrukcija fasade Centralnega zimskega kopališča v Ljubljani.

Figure 8: Fedja Košir: Three-dimensional steel rod structure of the façade of the central winter swimming-pool in Ljubljana.

v vozliščih v kroglastem elementu. Po tem sistemu je nastalo še nekaj konstrukcij v Sloveniji, med njimi je streha ledene dvorane v Mariboru, zgrajena v letih 1986-87, v zadnjem času so zgradili streho v sistemu MERO športna dvorana Golovec v Celju in hala K na celjskem razstavišču.

Kot nasprotje velikim razponom in visokim stolpnicam je arhitekt Andrej Kemr načrtoval mali paviljon turistično informacijskega centra v Laškem. Paviljon s preprosto in jasno prostorsko zasnovno, brez odvečnega postmodernega oblikovanja, so zgradili v letih 1999-2000. Na betonske temelje je postavljena jeklena konstrukcija, fasada je delno steklena in delno lesena, horizontalna streha pa je dvignjena nad fasadni ovoj [Bernik, 2004: 434]. Objekt je transparenten in odprt v okolico, zato nehoti spominja na arhitekturo velikega mojstra jeklenih konstrukcij, pionirja moderne arhitekture Ludwiga Mies van der Roheja.

Ob obratu stoletja je arhitekturna pisarna Sadar Vuga Arhitekti (SVA) načrtovala nekaj stavb z jekleno konstrukcijo: Gospodarsko zbornice Slovenije v letih 1996-99, vhodno avlo Narodne galerije v letih 1996-2001, poslovno stavbo Arcadia v letih 1999-2000 in Center Mercator v Novi Gorici v letih 2000-01. Prvi večji in v mednarodnih arhitekturnih krogih zelo odmeven objekt je bil poslovni objekt Gospodarske zbornice Slovenije v Ljubljani (slika 9). Konstrukcija objekta je razmeroma zahtevna, saj vsebuje dva različna konstrukcijska sistema: osem nadstropij poslovnih prostorov je iz armiranega betona, vzporedno z njimi je pet nadstropij z dvoranami v jekleni konstrukciji [ELEA iC]. Mreža armiranobetonske konstrukcije je razbita s prosto zamaknjenimi nadstropji z jekleno konstrukcijo, sestavljeno iz INP nosilcev, ki dajo poudarek celotnemu vhodnemu delu stavbe.

Sadar Vuga Arhitekti so načrtovali tudi osrednji del Narodne galerije v Ljubljani (slika 10). Ta je pravzaprav vhodna avla, ki povezuje dva, med seboj ločena dela: staro stavbo Narodne galerije z Narodnim domom in novo krilo, ki ga je načrtoval Edvard Ravnikar. Poudarek v avli je nova postavitev originalnega



Slika 9: Sadar Vuga Arhitekti: prosto zamaknjena jeklena konstrukcija dvoran Gospodarske zbornice Slovenije v Ljubljani.

Figure 9: Sadar Vuga Arhitekti: Randomly shifted steel structure of the halls of the Chamber of Commerce and Industry of Slovenia.



Slika 10: Sadar Vuga Arhitekti: jeklena konstrukcija osrednjega dela Narodne galerije v Ljubljani.

Slika 10: Sadar Vuga Arhitekti: Steel structure of the central section of the National Gallery in Ljubljana.

Robbovega vodnjaka, ki je zahtevala vsaj 20 metrov visok enotni prostor. Konstrukcijo prostora avle določajo tri vrste jeklenih okvirjev, sestavljenih iz enojnih ali dvojnih valjanih C profilov, postavljenih na medsebojni razdalji 3 metre [Sadar, Vuga, 1999: 4]. Sistem največjih okvirjev povezuje obe že zgrajeni stavbi in ima dimenzije  $15 \times 20$  metrov, sistem manjših okvirjev nosi prvo nadstropje in je velikosti  $10 \times 27$  metrov, najmanjši pa je sistem vzhodnih okvirjev dimenzij  $6 \times 11$  metrov. Vsi okvirji so enakega C prereza dimenzij  $400 \times 110$  milimetrov, vsak okvir je na spojih varjen, med seboj pa so vijačeni. Za doseg zelenega vizualnega učinka je jeklena konstrukcija zasnovana tako, da so horizontalne povezave med okviri kar najmanjše, prav takšne so tudi horizontalne profilacije fasadne obloge.

Tudi poslovna stavba Arcadia ima, podobno kot Gospodarska zbornica Slovenije, kombinirano armiranobetonsko in jekleno konstrukcijo. Posebno pozornost velja nameniti konzolni konstrukciji črne škatle vhodne fasade, ki sidrana v armiranobetonsko konstrukcijo. Konstrukcija tega dela, v katerem je razstavní prostor, je sestavljena iz jeklenih okvirjev s konzolo 8 metrov in v mreži 3,5 metra [ELEA iC]. Tudi konstrukcija stanovanjske enote na vrhu poslovnega armiranobetonskega dela ima jekleno konstrukcijo.

Novi nakupovalni centri, ki so jih v velikanskem obsegu načeli graditi po osamosvojitvi Slovenije, so, zaradi čim večje fleksibilnosti tlorisa, zahtevali velike razpone brez vmesnih podpor. Zato so večinoma prevzeli zasnovo in obliko arhitekture industrijskih objektov, z nosilno jekleno konstrukcijo. Eden izmed vodilnih proizvajalcev jeklene konstrukcije in fasad v Sloveniji je Trimo iz Trebnjega, ki je sodeloval pri gradnji mnogih trgovskih centrov v Sloveniji in po državah vzhodne Evrope. Sodelovali so tudi pri gradnji nakupovalnega centra Mercator v Novi Gorici in zabaviščno trgovskega centra Portoal v Novem mestu. Oba centra sta presešla običajno anonimno arhitekturo trgovskih centrov. Center Mercator v Novi Gorici, ki so ga načrtovali Sadar Vuga Arhitekti je

prenova opuščene industrijskega objekta tovarne Meblo. Staro konstrukcijo tovarniške hale so ohranili in ji na vhodni fasadi dodali v tlorisu  $120 \times 8$  metrov veliko komunikacijsko jedro z jekleno konstrukcijo in prefabricirano jekleno fasado [Sadar Vuga arhitekti, 2006a: 180-89], [Sadar Vuga arhitekti, 2006b: 116-125].

Pri zabaviščno – trgovskem centru Portoal v Novem mestu, delu arhitekta Janeza Koželja in Jožeta Jakija v letih 2002-03, sta avtorja želela alternativno obravnavati arhitekturo nakupovalnega centra, ki naj dejavno prispeva k oživljanju mesta in postane spodbujevalec novih povezav v mestu [Koželj, 2003: 4]. Center Portoal je sestavljen iz štirih enot, ki ga sestavljajo garaže v kleti, enota s kinodvoranami na skrajnem vzhodu objekta, ter trgovski in pisarniški del. Konstrukcijsko atraktivna je enota s kinodvoranami, ki je zasnovana v nadstropjih: klet je izvedena v armiranem betonu, pritličje in nadstropje sta jeklena. Glavni arhitekturni motiv sta lebdeči kinodvorani nad pritličjem, katerih školjki sta prosto postavljeni, le njun obod nosijo diagonalno postavljene okrogle jeklene cevi.

Konstrukcijsko nasprotje proizvodnim trgovskim in trgovskim dvoranam z velikimi razponi je mali bivač na Kotovem sedlu, ki so po načrtih arhitekta Mihe Kajzelja postavili leta 2005. Zaradi velike snežne obremenitve pozimi je konstrukcija bivaka kovinska, obdana s kombiniranimi Trimo ploščami. Celotna konstrukcija, fasada in notranja oprema bivaka so bili vnaprej v tovarni narejeni elementi, ki so jih po delih s helikopterjem prepeljali na lokacijo in tam sestavili.

### Sklep

Pregled najznačilnejših objektov z železno oziroma z jekleno konstrukcijo v Sloveniji nam ponudi nekaj spoznanj. Lito železo kot konstrukcijski element so najprej začeli uporabljati pri gradnji mostov. Prvi most z litoželezno konstrukcijo v Ljubljani je bil Hradeckega most. Most je sestavljen iz treh lokov, vsak izmed teh lokov se na sredini razpona stika



členkasto in je premično vpet med oba bregova. Čeprav so Hradeckega most zgradili razmeroma pozno, leta 1867, je postal prav zaradi svojih konstrukcijski posebnosti, to je člena na sredini konstrukcije, postal vzor za mnoge druge mostove in konstrukcije. Litoželezne mostove, največkrat sestavljene iz paličja, so gradili predvsem na železniških progah. Na gorenjski železniški progi so takšni most preko reke Sore pri Medvodah in preko Save pri Otočah in Žirovnici. Na progi proti Zagrebu je 84 metrov dolgi železniški most v Radečah, ki so ga zgradili v letih 1893-94, in ima konstrukcijo mostu sestavljeno iz valjanih železnih profilov ki so med seboj kovičeni. Lepo vidni in ohranjeni so mostovi na Bohinjski železniški progi. Mostovi, ki so jih gradili na slovenskih cestah ali avtocestah, so le redko jekleni. Eden redkih je sovprežni mostov je viadukt Peračica na gorenjski avtocesti s konstrukcijo iz jekla in betona. Žal je ob intenzivni gradnji avtocest prevladal t.i. betonski lobi, in vsi novozgrajeni viadukti so iz armiranega etona. V zadnjih letih sta nekaj nagrad prejela sovprežni most za pešce na Ptuj, ki ima inovativno zasnovano jekleno prekladno konstrukcijo in zaradi svoje izredne vitkosti deluje lahkotno in transparentno, ter brv za pešce in kolesarje v Mariboru, ki je zasnovana kot jekleno prostorsko paličje, sestavljena iz treh vzdolžnih cevi ter poteka preko že prej obstoječih podpor.

V arhitekturi na ozemlju današnje Slovenije so lito železo začeli najprej uporabljati le kot konstrukcijske elemente. Posamezne stebre iz kovanega ali litega železa so vgradili v objekte gorenjske železniške proge, nekatere novozgrajene industrijske delavnice so imele skeletno konstrukcijo litega železa, druge litoželezno strešno konstrukcijo. Po potresu leta 1895 je Ljubljana postala veliko gradbišče. Zaradi preizkušenih prednosti železa pred drugimi gradivi so začeli lito železo uporabljati v stropnih konstrukcijah javnih in stanovanjskih stavb. Palična strešna konstrukcija dvorane hotela Union je bila v času nastanka stavba z največjim razponom na Balkanu. Od prve svetovne vojne so v Ljubljani zgradili tudi prvo stavbo z jekleno fasadno mrežo.

V času po drugi svetovni vojni, med letoma 1950-80, je arhitekturno delovanje izredno zanimivo, takrat nastane nekaj konstrukcijsko izredno zanimivih objektov v armiranem betonu in jeklu. To obdobje vidne konstrukcije slovenski teoretiki arhitekture imenujejo strukturalizem ali funkcionalizem, morda najbolj pa se mu prilega izraz funkcionalistična senzibilnost, saj gre za uporabno občutljivost v arhitekturi. Ponos jeklarske industrije v Sloveniji je po drugi svetovni vojni postal paviljon Litostroj na Gospodarskem razstavišču, prva montažna vijačena jeklena konstrukcija v državi. Jekleno konstrukcijo so uporabljali pri gradnji novih športnih objektov. Med prvimi takimi dvoranami je bila Hala Tivoli. Jasno zasnovana vidna jeklena konstrukcija izstopa pri promocijski stavbi tovarne Ilirija, imenovani Narta studio. Proti koncu šestdesetih let je začel z arhitekti sodelovati statik Franci Kržič, ki je zasnoval jekleno konstrukcijo nekaterih z nagradami nagrajenih stavb: z Milanom Miheličem strešno konstrukcijo dvorane B na Gospodarskem razstavišču, stolpnico S2 in stavbo ATC na Bavarskem dvoru ter veleblagovnice Slovenijales v Ljubljani, Market v Osijeku ter Stoteks v Novem Sadu; z arhitektom

Fedjo Koširjem zimsko kopališče v Tivoliju; konstrukcijsko pa je zanimiva tudi streha ledene dvorane v Mariboru.

V postmodernem obdobju arhitekture, med leti 1980-2000 se konstrukcija zopet pomakne v notranjost in se skriva za različne fasadne ali notranje obloge, prekrije jo dekoracija. Posebna zanimivost tega obdobja so jekleni stebri ob mestnih vpadnicah v Ljubljano, jambori z zvezdami, ki so označevali Pot spominov in tovarništva okoli Ljubljane. Postavljeni so bili v letih 1984-85, a požagani leta 1991 z izgovorom, da so potrebni obnove.

V enainvajsetem stoletju arhitekti konstrukcijo zopet naredijo vidno. Arhitekturni biro Sadar Vuga Arhitekti je eden izmed prvih birojev v Sloveniji, ki je zopet postavil jekleno konstrukcijo v ospredje in z njo zaznamoval svoja dela. Stavba Gospodarske zbornice Slovenije z izrazito poudarjenim pročeljem, na katerem izstopajo različni volumni okvirjev jeklene konstrukcije, vhodna avla Narodne galerije s stekleno fasado in poudarjenimi vertikalnimi jeklenimi okvirji ter poslovna stavba Arcadie s previsnim konzolnim objektom, ki je mogoč samo zaradi konstrukcije, izvedene v jeklu. Pri vseh objektih z jekleno konstrukcijo so v biroju SVA sodelovali s podjetjem ELEA iC, ki pa je sodeloval tudi z arhitektoma Janezom Koželjem in Jožetom Jakijem pri gradnji centra Portoval v Novem mestu.

Konstrukcije iz jekla so za gradnjo zahtevne, saj potrebujejo veliko projektantskega znanja in natančnosti izvajalcev. Temeljni in temeljna plošča objekta so običajno armiranobetonski, nanjo je potrebno s centimetrsko natančnostjo postaviti jekleno konstrukcijo. Arhitekt Janez Koželj omenja preko 400 različnih detajlov jeklene konstrukcije, ki so jih izrisali med gradnjo centra Portoval. Sodelovanje statika in arhitekta mora biti izvrstno, saj le tako dosežeta največji mogoč prostorski učinek konstrukcije. Prav tako je lahko velika zahtevana natančnost izvajalcev razlog, da jeklene konstrukcije niso tako uporabljene v arhitekturi, kot bi lahko bile. Novo zgrajeni industrijski objekti v Cementarni Anhovo, vključno z novim, preko sto metrov visokim stolpom toplotnega izmenjevalnika, se odlikujejo le po izrazito inženirski dovršenosti.

V preteklosti so jeklo uporabljali predvsem začasne objekte, v članku so prikazani najvidnejši primeri trajnih stavb iz slovenske arhitekture. Jeklo je trajno gradivo, vendar tako kot vsako drugo, tudi jeklene konstrukcije potrebujejo skrb in nego. Z vidika trajnostnega razvoja je jeklo gradivo, ki ga lahko recikliramo in nato ponovno uporabimo.

Slovenija ima bogato tradicijo železarstva, že noriško jeklo je bilo znano po vsem Rimskem imperiju. Jeklarska naselja, kot sta Jesenice in Ravne na Koroškem, so po drugi svetovni vojni doživela velik razcvet. Jeklarska industrija je v zadnjih dvajsetih letih izgubila veliko delovnih mest, razvila pa se je tovarna, ki arhitektom ponuja veliko: Trimo v Trebnjem.

Zahvaljujem se dr. Miroslavu Preglju in dr. Franciju Kržiču za iskriive pogovore in nasvete.

**Viri in literatura**

- Bernik, S., (1980): Arhitekt Milan Mihelič. Arhitekturni muzej, Ljubljana.
- Bernik, S., (2004): Slovenska arhitektura dvajsetega stoletja / Slovene Architecture of the twentieth century. Mestna galerija, Ljubljana.
- ELEA iC, [http://www.elea.si/projekti\\_01.htm](http://www.elea.si/projekti_01.htm), <dostop februar, 2010>.
- Frampton, K., (2007): Modern Architecture. (a Critical History). Thames & Hudson, London.
- Gabrijelčič, P., (1994): Železne in jeklene konstrukcije v arhitekturi. V: Pregl, M.: Projektiranje, gradnja in vzdrževanje jeklenih konstrukcij. Inštitut za metalne konstrukcije, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana. str.: 1-12.
- Humar, J., (2000): Slovenski mostovi 1 / Bridges of Slovenia 1. Pontis, Šempeter pri Gorici / Zaklad, Ljubljana.
- Koželj, J., (2003): Portoval / Janez Koželj, Jože Jaki, Zabaviščno trgovski center Portoval v Novem mestu. V: Arhitektov bilten, Let. 33, št. 161-162, str.: 4-9.
- Mihelič, B., (2008): Petdeset let Gospodarskega razstavišča v Ljubljani / Fifty years of Gospodarsko razstavišče in Ljubljana. V: Oris, Let. 10, št. 54, str.: 92-101.
- Mušič, M., (1968): Veliki arhitekti III. Založba Obzorja, Maribor.
- Pirkovič, J., Mihelič, B., (1997): Secesijska arhitektura v Sloveniji. Ministrstvo za kulturo, Uprava Republike Slovenije za kulturno dediščino, Ljubljana.
- Prelovšek, D., (1975): Ljubljanski mostovi v drugi polovici 19. in v začetku 20. stoletja, V: Kronika, Let. 23, št. 1 str.: 29-37.
- Prešeren, D., (2002): Zgodnja industrijska arhitektura na Slovenskem: vodnik po arhitekturi. Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, Ljubljana.
- Remec, Č., Grilc, F., Velkoverh, T.: (1991): Sanacija jeklene konstrukcije Hale Tivoli. V: Fischinger, M., Saje, F.: Zbornik 13. zborovanja gradbenih konstruktorjev Slovenije. Društvo gradbenih konstruktorjev, Društvo za potresno inženirstvo, Ljubljana. str.: 133-139.
- Sadar, J., Vuga, B., (1999): Jeklo in arhitekturni učinek. V: Pregl, M.: Z jeklenimi konstrukcijami v novo tisočletje. Gospodarska zbornica Slovenije, Inštitut za metalne konstrukcije, Ljubljana. str.: 1-26.
- Sadar Vuga arhitekti (2006a): Formula New Ljubljana. Actar, Barcelona.
- Sadar Vuga arhitekti (2006b): Tendencias. Damdi, Seoul.
- Slivnik, L., (2004): Joseph Paxton: Kristalna palača 1851. -1854. - 1936. V: Prostor, Let 12, št. 1[27], str.: 47-66.
- Slovnik, M., (1999): Arhitektura Gorenjske železnice in potencial opuščene Planiške proge, diplomska naloga. Fakulteta za arhitekturo, Ljubljana.
- Šlajmer, M., (1960): Gospodarsko razstavišče v Ljubljani. V: Arhitekt, Let. 9, št. 5, str.: 65-70.
- Zupančič, B., (2007): Usode ljubljanskih ljudi in stavb 49-72. KUD Polis, Ljubljana.



Fakulteta za arhitekturo  
Inštitut za arhitekturo in prostor  
Ljubljana 2010

