

KONSTRUKCIJSKE NOVOSTI NA SVETOVNIH RAZSTAVAH

INNOVATIVE STRUCTURES AT THE WORLD EXHIBITIONS

doc. dr. Lara Slivnik, univ. dipl. inž. arh.

UL – Fakulteta za arhitekturo
Zoisova 12, 1000 Ljubljana

Znanstveni članek

UDK: 624.01/.07.001.76:72

Povzetek | V članku so predstavljene inovativne konstrukcije zgradb, ki so bile zgrajene za svetovne razstave od začetkov svetovnih razstav leta 1851 do danes. Na posameznih primerih so opisane konstrukcijske novosti, ki so jih zgradili: sistem demontažne konstrukcije, konstrukcije velikih razponov, kupole, najvišji stolpi, predstavljeni so novi sistemi tlačno in natezno obremenjenih konstrukcij ter palične prostorske konstrukcije. Prikazan je torej pregled konstrukcijsko-inovativnih objektov na svetovnih razstavah, ki so jih zasnovali gradbeni konstruktorji skupaj z arhitekti. Po preizkušanju na začasnih objektih so konstrukcijske novosti uporabili tudi v sočasni arhitekturni praksi.

Summary | The paper deals with an overview of innovative structures used in buildings that were built for world exhibitions from the beginning of 1851 up till now. These structures include industrialised buildings, large spans, domes and towers, as well as tension, compression, and space frame structures. A description of each structure is based on an example of a particular world exhibitions building or pavilion, designed by an architect or a structural engineer. The central research issue is about the influence of structural solutions on the development of contemporary architecture, the cooperation between architecture and structural engineering. After the testing on temporary buildings the innovative structures were ready to be used in contemporary architecture.

1 • UVOD

Svetovne razstave so prireditve, ki jih novinarji označujejo za največji gospodarski dogodek desetletja, nekakšne olimpijske igre gospodarstva. Prvo Veliko razstavo industrijskih izdelkov vseh narodov (ang. Great Exhibition of the Works of Industry of all Nations) so priredili v Londonu leta 1851 (Findling, 1990). Danes Mednarodni urad za razstave (fra. Bureau International des Expositions, v nadaljevanju: BIE) skrbi za organizacijo svetovnih razstav. Ustanovili so ga leta 1928 v Parizu in določili nekatere osnovne zahteve, ki jih morajo spoštovati prireditelji svetovnih razstav (internet 1). Zadnjo mednarodno

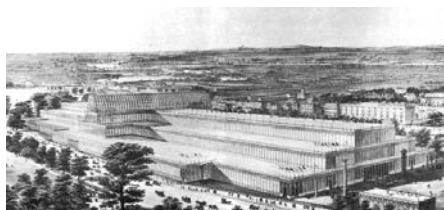
prijavljeno svetovno razstavo (ang. international registered exhibition) so odprli 1. maja 2010 v kitajskem mestu Šanghaj. Po določitvi BIE lahko takšno razstavo, ki spada med svetovne razstave najvišje kategorije, organizirajo le na vsakih deset let, traja lahko do šest mesecev in na njej pa države udeleženke smejo graditi tudi lastne paviljone. Šanghaj, največje pristanišče na svetu, naj bi s svetovno razstavo na temo »Boljše mesto, boljše življenje« le v polovici leta privabilo 75 do 100 milijonov obiskovalcev. Objekte, ki jih postavijo na svetovnih razstavah, lahko po arhitekturnih in kon-

strukcijskih značilnostih razdelimo po štirih glavnih značilnostih (Slivnik, 2007). Za prvo obdobje, od začetkov leta 1851 do leta 1900, so značilni enoprostorski objekti, ki so podirali rekorde v razponih in višini. V drugem obdobju, od leta 1900 do leta 1958, so na svetovnih razstavah postavljali manjše nacionalne paviljone, v katerih so eksperimentirali z arhitekturno obliko in novimi gradivi. Tretje obdobje, od leta 1958 do leta 1992, zaznamuje eksperimentiranje s konstrukcijskimi sistemi in s predstavitvijo uporabe vrhunske tehnologije v gradbeništvu. V četrtem obdobju, od leta 1992 do danes, je izrazitejši poudarek na oblikovanju arhitekture, na uporabi ekoloških gradiv in predvsem na oglaševanju arhitekture.

2 • VELIKE KONSTRUKCIJE (1851–1900)

2.1 Demontažne konstrukcije

Prvo svetovno razstavo so priredili v Londonu leta 1851, kjer so samo iz vnaprej izdelanih, torej prefabriciranih elementov iz kovanega in litega železa, stekla ter lesa sestavili Kristalno palačo (ang. Crystal Palace) (slika 1).



Slika 1 • London, 1851: Joseph Paxton:
Pogled na Kristalno palačo
(Mattie, 1998)

Vrtnar Joseph Paxton je skupaj z inženirjem Charlesom Foxom načrtoval prvo demontažno konstrukcijo, 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, ki je imela za tiste čase neverjeten razpon: 24 metrov. Kristalna palača je bila 560 metrov dolga in 125 metrov široka stavba, ki so jo sestavili v neverjetno kratkem času: od prvih skic za Kristalno palačo do odprtja svetovne razstave v njej je minilo le devet mesecev. Neverjetna hitrost gradnje je bila mogoča zaradi preprostih, povsem prefabriciranih elementov. Prav vsi stebri so bili med seboj enaki, čeprav so bili izdelani v različnih tovarnah, prav tako pa tudi nosilci, steklene plošče in drugi elementi. Kristalna palača pomeni nov pristop h gradnji in k arhitekturi, zato jo prištevamo med začetke moderne arhitekture.

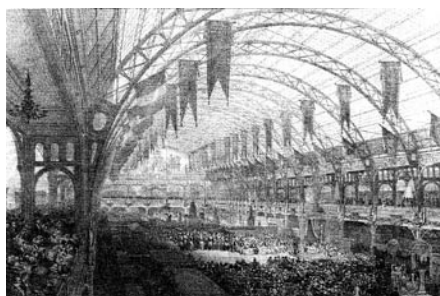
2.2 Rekordne dolžine, širine, razponi in višine konstrukcij

V devetnajstem stoletju so načrtovalci stavb za svetovne razstave postavljali presežke tudi v čim večjem razponu, največji kupoli ali najvišjem stolpu. Razpon modularne železne konstrukcije londonske Kristalne palače je bil 7,3 metra, največji razpon njenega lesenega polkrožnega prečnega dela pa 22 metrov. Le dve leti kasneje so v Dublinu (slika 2) povečali razpon na 30,5 metra, konstrukcija je ostala lesena, a so imeli z njo med gradnjo velike težave (Allwood, 1977).



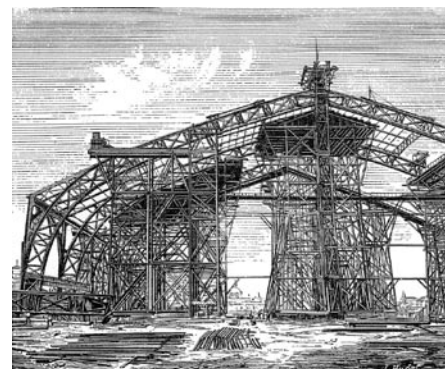
Slika 2 • Dublin 1853: John Benson:
Notranjost dublinske zgradbe za razstavo (internet 2)

Konstrukcija Palače industrije (fra. Palais de l'Industrie) (slika 3), zgrajene v Parizu leta 1855, je dosegla takrat rekordnih 48 metrov v razponu, kar je bilo mogoče zaradi novega gradiva: litega železa.



Slika 3 • Pariz, 1855: J. M. V. Viel:
Notranjost Palais de l'Industrie
(Giedion, 1967)

Rekorde v razponu so nato nizali drugega za drugim, večinoma pri stavbah za svetovne razstave ali pri železniških postajah, dokler niso leta 1889 zgradili Palače strojev (fra. Palais des Machines), zgradbo z ogromnim razponom: 115 metrov brez vmesne podpore (slika 4).



Slika 4 • Pariz, 1889: C. L. F. Dutert:
Palais des Machines med gradnjo
(de Bures, 1988)

Za svetovno razstavo v Čikagu leta 1893 so postavili stavbo proizvajalcev in umetnosti (Manufacturers and Liberal Arts Building) (slika 5) z razponom 111 metrov, kar je bilo le 4 metre manj od pariške konkurence.



Slika 5 • Chicago, 1893: George B. Post:
Pogled na Manufacturers and Liberal Arts Building (internet 3)

S Kristalno palačo se je torej začela doba modernih konstrukcij, ki imajo velike dimenzije, naj gre za dolžino in širino stavbe ali njen razpon, za premere kupol ali višine stolpov. Po dolžini je Kristalno palačo prva prekašala šele Dvorana strojev (nem. Maschinenhalle) (slika 6), zgrajena na Dunaju za svetovno razstavo leta 1873, ki je bila dolga 800 metrov, a široka le 50 metrov.



Slika 6 • Dunaj, 1873: Pogled na stavbo za razstavo z Dunajem v ozadju
(Mattie, 1998)

V Filadelfiji so leta 1876 zgradili ogromno glavno stavbo (ang. Main Building) (slika 7), dolgo 577 metrov in široko 170 metrov,



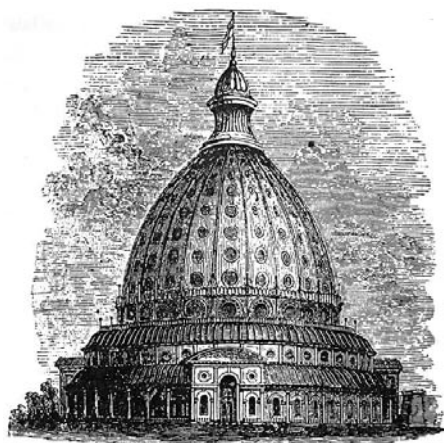
Slika 7 • Filadelfija, 1876: Henry Pettit in Joseph M. Wilson: Pogled na Main Building (internet 4)

v Parizu pa le dve leti kasneje Palačo industrije (fra. Palais de l'Industrie) (slika 8), dolgo 705 metrov in široko 346 metrov.



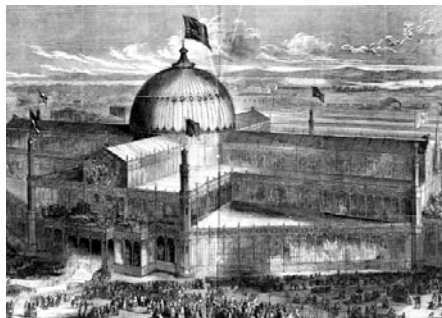
Slika 8 • Pariz, 1878: Pogled na razstaviščne površine s Trocadérojem in Palais de l'Industrie (Mattie, 1998)

Tudi na področju gradnje kupol se je bil boj. Do sredine devetnajstega stoletja je bila največja Michelangelova kupola v katedrali sv. Petra v Rimu, ki je imela premer 42 metrov. V New Yorku je A. J. Downing za svetovno razstavo leta 1853 (slika 9) predlagal posnetek Brunelleschijeve kupole katedrale v Firencah,



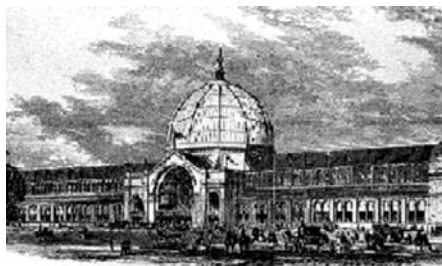
Slika 9 • New York, 1852: Andrew Jackson Downing: Predlog zgradbe za razstavo (Cornell, 1952)

zgradili pa so kristalno palačo s kupolo (slika 10), ki je imela premer 30 metrov.



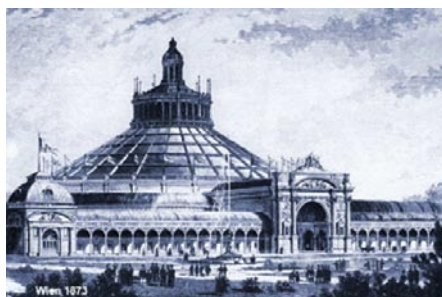
Slika 10 • New York, 1853: Carstensen in Gildemeister: Pogled na zgradbo za razstavo (internet 5)

Zgradba, ki so jo postavili za svetovno razstavo v Londonu leta 1862 (slika 11) je imela dve kupoli, premer vsake izmed njiju je bil 49 metrov, imela je nosilno konstrukcijo iz železa, za polnilo pa steklo.



Slika 11 • London, 1862: Francis Fowke: Risba stavbe za razstavo (internet 6)

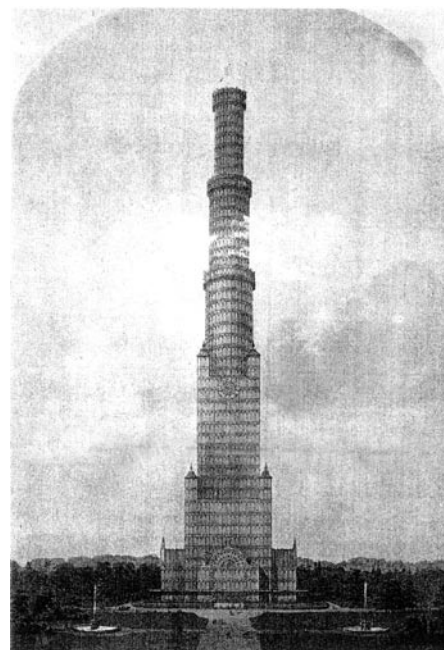
Na Dunaju so leta 1873 s precejšnjimi konstrukcijskimi težavami postavili Rotundo (slika 12), ki je imela železno konstrukcijo kupole s premerom 102 metra.



Slika 12 • Dunaj, 1873: John Scott Russell: Pogled na Rotundo (internet 7)

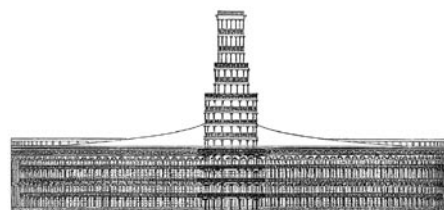
Želja inženirjev je bila, da navdušijo pridelitelje svetovnih razstav, naj zgradijo tudi čim višji razgledni stolp.

Prve zamisli segajo v leto 1852, ko je Decimus Burton predlagal, da bi lahko prefabricirane elemente londonske Kristalne palače ponovno uporabili za 47-nadstropni stolp (slika 13) (Peters, 1996), ki naj bi bil v celoti visok preko 320 metrov.



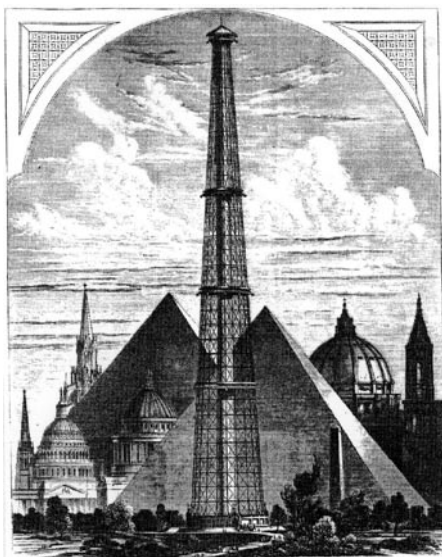
Slika 13 • London, 1852: Decimus Burton: Predlog 1000 čevljev visokega stolpa (Cornell, 1952)

Natečaj za zgradbo v New Yorku leta 1853 je prinesel nekaj rešitev, med njimi tudi 91 metrov visok predlog stolpa nad osrednjo zgradbo (slika 14), avtor je bil inženir James Bogardus.



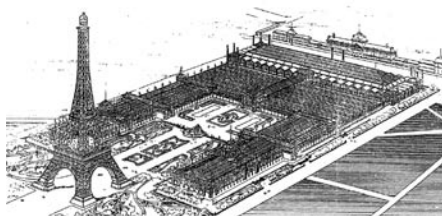
Slika 14 • New York, 1852: James Bogardus: Predlog zgradbe za razstavo s stolpom (Giedion, 1967)

Tudi za svetovno razstavo v Filadelfiji leta 1876 sta načrtovalca, inženirja Clark in Reeves, predlagala 305 metrov visok stolp (slika 15).



Slika 15 • **Filadelfija 1876:** Clarke in Reeves: Predlog 1000 čevljev visokega stolpa (Peters, 1996)

Vse načrte za stolpe so zavrnili predvsem zaradi nerešenih statičnih problemov. Nad idejo najvišjega stolpa so se navdušili šele prireditelji svetovne razstave v Parizu leta 1889, ki so razpisali natečaj za stolp in ga nato, navkljub močnemu nasprotovanju meščanov, tudi uglednih intelektualcev, sprejeli in zgradili. Tristo metrov visoki Eifflov stolp (slika 16), ki ima skeletno konstrukcijo iz prečiščenega železa, je takrat presegel vse rekorde v višini



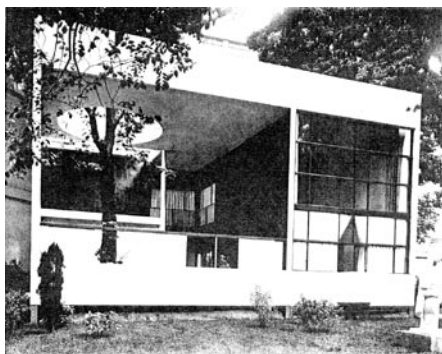
Slika 16 • **Pariz, 1889:** Pogled na del razstavnih stavb na Marsovem polju (de Bures, 1988)

ter obveljal do leta 1930 za daleč najvišjo stavbo na svetu.

V devetnajstem stoletju je bil torej močan poudarek na inženirskih konstrukcijah, predvsem na čim večjih razponih brez vmesnih podpor. Šele takrat, ko so praktično ugotovili lastnosti novih materialov na začetnih konstrukcijah, so si jih upali uporabiti tudi v običajni gradbeni praksi za zahtevnejše, stalno postavljene konstrukcije. Stavbe za svetovne razstave so bile realizacije nove ideje, ki ni imela vzora v arhitekturni zgodovini, zato so bile preizkus za predstavitev praktične uporabe novih metod gradnje, gradiv in oblik.

3 • ARHITEKTURA IN NOVA GRADIVA (1900–1958)

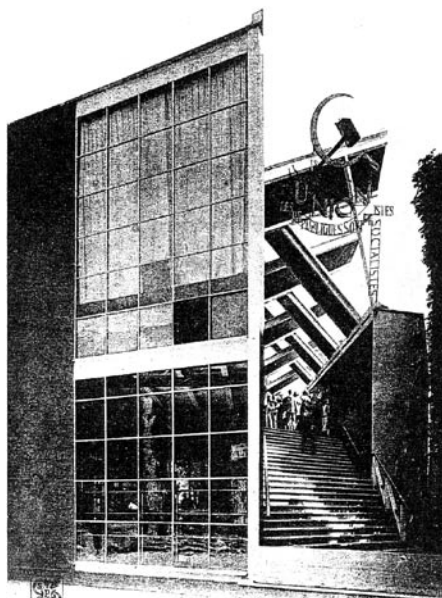
Po letu 1900 so se na svetovnih razstavah za uporabnejše izkazali manjši nacionalni paviljoni, ki so zamenjali velike enoprostorske objekte. Število nacionalnih paviljonov na posamezni svetovni razstavi je bilo poljubno, prav tako so bili paviljoni različnih velikosti. Obdobje se začne s svetovno razstavo v Parizu leta 1900, z začetkom zanimanja in splošnega priznavanja sloga art nouveau v Franciji, ter v St. Louisu leta 1904, z najbolj razširjenim paviljonskim sistemom, saj so po nekaterih podatkih postavili kar 1576 objektov. Po prvi svetovni vojni so prvo večjo razstavo priredili v Parizu leta 1925. Na njej je za splošno zgražanje poskrbel Le Corbusier, ki je postavil prefabriciran paviljon



Slika 17 • **Pariz, 1925:** Le Corbusier: Pogled na paviljon l'Esprit Nouveau (Boesiger, Stonorov, 1929)

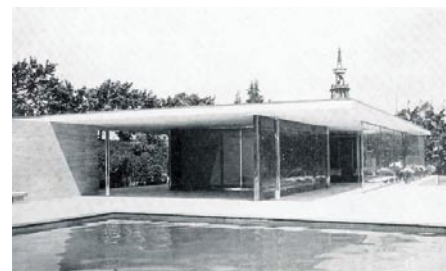
(fra. Pavillon de l'Esprit Nouveau) (slika 17) iz betonskega skeleta in z njim predstavil nov pristop k arhitekturi, pet točk nove arhitekture (Košir, 2008).

Konstantin Melnikov je načrtoval konstruktivistični sovjetski paviljon (slika 18) iz prefabriciranih lesenih nosilnih elementov in s stekleno fasado.



Slika 18 • **Pariz, 1925:** Konstantin S. Melnikov: Pogled na sovjetski paviljon (Curtis, 1996)

Sledila je Barcelona leta 1929, kjer so po načrtih Ludwiga Mies van der Roheja sestavili nemški paviljon (slika 19), ki še danes velja za simbol prelivajočega se prostora, novost pa so bili tudi stebri iz nerjavnega jekla ter nosilne stenske plošče iz marmorja, travertina, stekla in oniksa.



Slika 19 • **Barcelona, 1929:** Ludwig Mies van der Rohe: Nemški paviljon (internet 8)

Po štiridesetih letih so Združene države Amerike želele popraviti slab vtis z novo razstavo v Čikagu leta 1933, na kateri so prevladovali oblike art decoja. Sledila je svetovna razstava v Parizu leta 1937 s sovjetskim in nemškim paviljonom (slika 20), ki sta bila polna demagoške ikonografije.

Napredni moderni paviljoni so bili: španski paviljon (slika 21) s konstrukcijo iz jekla (in s Picassovo Guernico) Joséja Luisa Serta in Luisa Lacase, finski paviljon (slika 22) s sestavljenimi lesenimi fasadami ter svobodno oblikovanimi florisom Alvarja in Aina Aaltoja ter



Slika 20 • **Pariz, 1937: A. Speer: Nemški paviljon, in B. M. Jofan: Sovjetski paviljon (Curtis, 1996)**

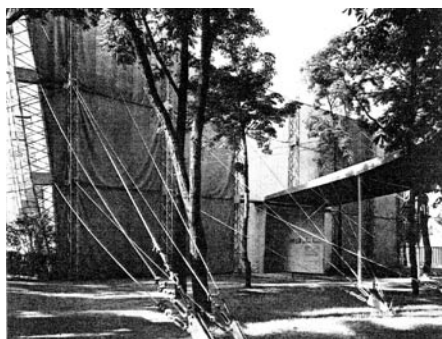
šotorasti Paviljon novi časi (fra. Pavillon des Temps Nouveaux – projekt D) (slika 23) Le Corbusierja.



Slika 21 • **Pariz, 1937: José Luis Sert in Luis Lacasa: Pogled na španski paviljon (Mattie, 1998)**



Slika 22 • **Pariz, 1937: Alvar Hugo Henrik Aalto in Aino Aalto: Pogled na finski paviljon (Reed, 1998)**



Slika 23 • **Pariz, 1937: Le Corbusier: Paviljon des Temps Nouveaux (Bill, 1939)**

Sledila je svetovna razstava v New Yorku leta 1939, ki je najbolj znana po notranjem oblikovanju finskega paviljona (slika 24), avtorja sta Alvar in Aino Aalto.



Slika 24 • **New York, 1939: Alvar Hugo Henrik Aalto, Aino Aalto: Notranjost finskega paviljona (internet 9)**

Več primerov viseče oziroma obešene fasade (ang. curtain wall) kot nenosilne fasadne obloge so prikazali v Bruslju leta 1958, kjer je Egon Eiermann načrtoval nemški paviljon (slika 25), Vjenceslav Richter pa zelo odmevni jugoslovanski paviljon (slika 26), ki je s steklenimi površinami želez ponazarjati odprtost države za nove ideje.



Slika 25 • **Bruselj, 1958: Egon Eiermann in Sep Ruf: Pogled na Paviljon Zvezne republike Nemčije (internet 10)**



Slika 26 • **Bruselj, 1958: Vjenceslav Richter: Pogled na jugoslovanski paviljon (Pavlović, 2000)**

V prvi polovici dvajsetega stoletja so na svetovnih razstavah začeli uporabljati nacionalne paviljone, ki so jih zgradile posamezne države doma in paviljon nato po delih prepeljale na razstavo, kjer so ga ponovno sestavili. Tako se je dokončno uveljavila demontažna konstrukcija, saj so paviljone lahko uporabljali na drugi lokaciji tudi po končani svetovni razstavi.

konstrukcije, dovolj tanke, da ne razvijejo občutnih upogibnih napetosti, toda hkrati dovolj trdne, da lahko prenašajo obremenitve s tlakom, nategom in strigom.

Na prvi svetovni razstavi po drugi svetovni vojni v Bruslju leta 1958 so zgradili paviljon s konstrukcijo, ki je zaradi svoje nenavadne

strukcij, ki so postale zanimive zaradi svoje drznosti. To so bile predvsem tlačno obremenjene tanke lupine, ki so oblikovno odporne

4 • EKSPERIMENTIRANJE S KONSTRUKCIJAMI (1958–1992)

4.1 Tlačno obremenjene konstrukcije

V drugi polovici dvajsetega stoletja so začeli na svetovnih razstavah graditi nove tipe kon-

oblike osupnil svet. To je bil Le Corbusierjev paviljon Philips (slika 27), prva stavba, kjer je samostojna lupina v obliki hiperboličnega paraboloida in konoid uporabljena kot primarna konstrukcija celotne zgradbe.



Slika 27 • Bruselj, 1958: Le Corbusier: Pogled na paviljon Philips (internet 11)

Konstruktivsko so zanimive tudi gobaste ali dežnikaste konstrukcije, katerih osnovna konstrukcija shema je sestavljena iz strehe in enega samega podpornega vertikalnega stebra. Enega prvih konstrukcijskih sistemov, ki je združeval več jeklenih gobastih elementov, so postavili kot španski paviljon (slika 28) na svetovni razstavi v Bruslju leta 1958.



Slika 28 • Bruselj, 1958: Antonio Corrales in Ramon Vazquez Molezun: Notranost španskega paviljona (Puente, 2000)

Na svetovni razstavi v Montrealu so po načrtih arhitekta Mosheja Safdieja kot arhetipski primer postavili sistem povsem prefabriciranih prostorskih celic s stanovanjskimi enotami ter jih združili v stanovanjsko naselje *Habitat* (slika 29), ki je postalo vzorčno naselje montažne stanovanjske gradnje.



Slika 29 • Montreal, 1967: Moshe Safdie: Habitat (internet 12)

4.2 Natezno obremenjene konstrukcije

Najpreprostejša natezna streha sestoji iz skupine vrvi, ki visijo z vrhov opornih stebrov, zmožnih prenašati upogib, ali ki so speljane prek tlačnih razpor in zasidrane v tleh. Po načrtih Le Corbusierja so ob svetovni razstavi v Parizu leta 1937 postavili šotor – Paviljon novi časi. Tudi velikanski razpon strešne konstrukcije paviljona Združenih držav Amerike (slika 30) v Bruslju leta 1958, ki se je zgledovala po sistemu kolesa in je imela v premeru preko 100 metrov, je bil mogoč le zato, ker so uporabili jeklene natezne vrvi.



Slika 30 • Bruselj, 1958: Edward Durrell Stone: Pogled na paviljon Združenih držav Amerike (internet 13)



Slika 31 • Montreal, 1967: Frei Otto in Rolf Gutbrod: Pogled na paviljon Zahodne Nemčije (internet 14)

Za svetovno razstavo v Montrealu leta 1967 je Otto Frei skupaj z arhitektom Rolfom Gutbrodom načrtoval paviljon Zahodne Nemčije (slika 31), ki je imel šotorasto konstrukcijo, sestavljeno iz prednapetih jeklenih vrvi. Pnevmatične konstrukcije so membrane, ki popolnoma obdajajo prostor ali skupino ločenih prostorov in so prednapete samo z notranjim tlakom. Na svetovni razstavi v Osaki leta 1970 so zgradili dve pnevmatični konstrukciji. Prvi je bil preko 50 metrov dolg paviljon Fuji (slika 32), največja pnevmatična konstrukcija, narejen iz napihnenih ukrivljenih cevi iz plastične opne, ki so bile napihnjene z zrakom in med seboj povezane s horizontalnimi trakovi.



Slika 32 • Osaka, 1970: Jutaka Murata, Mamoru Kavaguchi: Pogled na paviljon Fuji (internet 15)

Druga pnevmatična konstrukcija je bila 140 krat 80 metrov velika balonska konstrukcija strehe ameriškega paviljona (slika 33), ki so jo podpirali z zrakom.



Slika 33 • Osaka, 1970: Davis, Brody in Chermayeff, Geismar, de Harak: Paviljon Združenih Držav Amerike (internet 16)

4.3 Palične konstrukcije

Konstrukcije iz paličja so sestavljene iz linijskih elementov, ki so v vozliščih povezani v celoto. Palične konstrukcije so lahke in racionalne, čim večje razpone želimo doseči

s kar najmanjšo težo gradiva. Eden izmed pionirjev ukrivljenih prostorskih paličij je Richard Buckminster Fuller, ki je za svetovno razstavo v Montrealu leta 1967 zasnoval paviljon Združenih držav Amerike (slika 34) v obliki do tedaj najvišje zgrajene geodezične kupole.



Slika 34 • Montreal, 1967: Richard Buckminster Fuller: Pogled na paviljon Združenih držav Amerike (internet 17)

To je konstrukcija, v kateri je kroglasta površina razdeljena na enakostranične trikotnike, ki tvorijo večje šestkotnike in petkotnike. Zgrajeni paviljon ima jekleno palično konstrukcijo in obliko treh četrtin krogle s premerom 77 metrov ter višino 61 metrov, njegova posebnost pa je tudi, da so skozi paviljon speljali nadzemno železnico. Za naslednjo svetovno razstavo, ki je bila v Osaki leta 1970, so po načrtih Kenza Tangeja in Jošikatsuja Tsuboija (ang. Yoshikatsu Tsuboi) zgradili ogromno ravninsko prostorsko jekleno paličje (slika 35), dolgo 292 metrov in široko 108 metrov, hkrati pa je bilo podprto na le šestih stebrih, prav tako sestavljenih iz prostorskega paličja.



Slika 35 • Osaka, 1970: Kenzo Tange: Festival plaza (internet 18)

Na svetovnih razstavah je tretjo četrtino dvajsetega stoletja zaznamovalo preizkušanje novih konstrukcij. Če se je konstrukcija izkazala za uspešno, so jo uporabili tudi kot dele stalnih arhitektur; eden najznačilnejših primerov je olimpijski stadion v Münchnu. Pnevmatične konstrukcije danes uporabljamo kot začasne objekte, največkrat za zimsko prekrivanje športnih objektov: bazenov, teniških igrišč.

5 • KONSTRUKCIJE IN OBLIKOVANJE ARHITEKTURE (1992–2010)

5.1 Konstrukcije in visoka tehnologija

Iz postmodernega sloga, ki ni prinesel novosti v konstrukcijah, se v devetdesetih letih dvajsetega stoletja smernice v arhitekturi že prevesijo v arhitekturo visoke tehnologije (ang. High-tech), v organsko in delno tudi že v regionalno moderno arhitekturo. Svetovna razstava v Seville je bila ena izmed tistih razstav, na kateri je bila arhitektura paviljonov zelo raznolika. Tehnološko je bil izredno napreden kuvajtski paviljon (slika 36) arhitekta Santiaga Calatrave, ki je imel strešno konstrukcijo iz lesenih ločnih elementov, ki se je glede na temperaturo ozračja povsem zaprla oziroma se je postopoma odpirala.



Slika 36 • Sevilla, 1992: Santiago Calatrava: Pogled na kuvajtski paviljon (Mattie, 1998)

Najodmevnejša konstrukcija s svetovne razstave v Lizboni leta 1998 je 30 centimetrov debela betonska opna portugalskega paviljona (slika 37), ki jo je načrtoval Alvaro Siza, in je z nerjavnimi vrvmi obešena na sosednji stavbi ter tvori 67 × 50 metrov velik trg.



Slika 37 • Lizbona, 1998: Alvaro Siza: Pogled na portugalski paviljon (internet 19)

Najbolj poznan primer gobaste konstrukcije na svetovnih razstavah je streha EXPO (slika 38), simbol svetovne razstave v Hannoveru leta 2000.

Deset med seboj konstrukcijsko popolnoma ločenih streh EXPO navdušuje poznavalce zaradi izjemnih dimenzij, saj vsako izmed njih sestavljajo štiri lesene konzole iz lep-



Slika 38 • Hannover, 2000: Herzog in Partner: streha EXPO (internet 20)

ljenega lameliranega lesa v obliki dežnika iz hiperboličnih paraboloidov, celotna konstrukcija vsake strehe pa pokriva 40 × 40 metrov veliko površino.

Mlada nizozemska skupina arhitektov MVRDV je na razstavi v Hannoveru leta 2000 predstavila nizozemski paviljon (slika 39), ki je bil s 47 metri najvišji paviljon na svetovni razstavi. Osnovna arhitekturna ideja je bila, da so nizozemske krajine naložili eno vrh druge in ustvarili paviljon v petih nadstropjih, pot je vodila obiskovalce od vrha paviljona proti pritličju skozi različna okolja. Na streho so postavili mlino na veter, ki so oskrbovali celotno zgradbo z elektriko, in naredili umetno jezero, ki zadržuje deževnico ter hkrati simbo-



Slika 39 • Hannover, 2000: MVRDV: Pogled na nizozemski paviljon (internet 21)

lizira nizozemsko pokrajino. Paviljon je bil konstrukcijsko načrtovan tako, da so po končani svetovni razstavi zgornja nadstropja podrli, spodnjim pa dodali drugo namembnost.

5.2 Ekološke konstrukcije

Nizozemski in japonski paviljon, ki so ju postavili v Hannoveru leta 2000, sta postala simbol nove, visokotehnološke, a hkrati tudi ekološko usmerjene gradnje. Japonski paviljon (slika 40) je bil narejen samo iz lesa in recikliranega papirja oziroma izdelkov iz kartona.



Slika 40 • Hannover, 2000: Shigeru Ban: Pogled v notranjost japonskega paviljona (Nerdinger, 2005)

Nasprotje tej zahtevni tehnologiji je bil minimalistični švicarski paviljon (slika 41), delo arhitekta Petra Zumthorja, prav tako ekološko usmerjen, a preprost in z močno oblikovalsko idejo: sestavljen je bil le iz narezane tramiče, sveže žaganega lesa, ki je bil povezan z jekleno vrvjo.



Slika 41 • Hannover, 2000: Peter Zumthor: Pogled na švicarski paviljon (Anon, 2000)

Tudi na letošnji svetovni razstavi, ki jo gosti kitajsko mesto Šanghaj, so postavili preko 200 paviljonov, po končani razstavi pa naj bi jih podrli. Konstrukcija paviljonov je zato največkrat iz jeklenega paličja, ki je zelo primerno za hitro sestavljanje in razstavljanje zgradbe ter z možnostjo ponovne postavitve objekta na drugi lokaciji. Tako je paviljon Združenih arabskih emiratov, ki so ga načrtovali Foster in Partnerji, eden najdražjih paviljonov, predvsem zaradi zahtevne tehnologije in možnosti prestavitve na drugo lokacijo. Palična konstrukcija paviljona je iz nerjavnega jekla, fasada iz nerjavnih jeklenih plošč, posebnost paviljona pa je, da izkorišča vetrno energijo. Po končani svetovni razstavi naj bi paviljon razstavili in ponovno postavili v Abu Dabiju (slika 42).



Slika 42 • Šanghaj 2010: Foster in Partnerji: Pogled na paviljon Združenih arabskih emiratov (internet 22)

vidnega železa so začeli inženirji uporabljati za premoščanje večjih razponov na mostovih in pri železniških postajah, ki jih s kamnito, leseno ali opečno konstrukcijo niso mogli premostiti. Arhitekti so železno konstrukcijo raje skrili za fasadno oblogo, da je postala nevidna. Le redki med njimi so se zavedali pomembnosti razvoja, še redkejši pa so bili laiki, ki so želji po napredku pritrtili.

Ob prelomu stoletja je secesija pripomogla k uveljavitvi vidnega železa kot sestavnega dela arhitekture tudi pri laični javnosti. V dvajsetem stoletju so arhitekti prispevali k smotrnejši funkciji stavb in boljši izrabi prostora v njih, konstrukcija manjših paviljonov je postala manj pomembna. Armirani beton, ki so ga v gradbeništvu začeli množično uporabljati kot nosilno konstrukcijo, se pri začasnih paviljonih na svetovnih razstavah, predvsem zaradi njegove trajnosti, ni izkazal za primerne. Za nosilno konstrukcijo paviljonov so v prvi polo-

6 • SKLEP

Soodvisnosti konstrukcije in arhitekturnega izraza stavb na svetovnih razstavah ni mogoče zanikati, vendar je njuno medsebojno razmerje malokdaj enakovredno. Tako so na primer do leta 1900 oblikovali predvsem izrazite konstrukcije, potem pa je, predvsem zaradi manjših razponov, prevladal arhitekturni in oblikovalski vidik. Vendar najodmevnejši paviljoni niso nikdar zanimivi samo z arhitekturnega vidika, temveč pomenijo hkrati tudi konstrukcijski in oblikovalski presežek. Ob snovanju stavb se vedno postavlja vprašanje, kako takšen začasni paviljon postaviti na svetovni razstavi: ali ga zasnovati kot preizkusni oziroma eksperimentalni objekt ali kot trajno uporaben paviljon. Nosilna konstrukcija paviljonov naj bo sestavljena čim enostavneje. Zaželeno je prefabrikacija gradbe-

nih elementov paviljona, saj paviljon po končani svetovni razstavi običajno podrejo, in če je paviljon uspešen, ga prestavijo na drugo lokacijo. Zgradbe, ki so jih postavili na svetovnih razstavah, so pomemben člen v razvoju in uveljavljanju nove arhitekture in novih konstrukcij po letu 1850. Vendar je bila pot uveljavljanja novosti težka. V drugi polovici devetnajstega stoletja je bil izkušeni vrtnar Joseph Paxton prvi, ki si je zamislil ogromno stavbo, sestavljeno samo iz vnaprej izdelanih elementov. To je bila prva zares velika stavba, zgrajena le iz prefabriciranih delov. Paxtonove zamislil o lepoti vidne konstrukcije, ki ne potrebuje ornameta, so širili in nadgrajevali inženirji. Novo gradivo – železo oziroma jeklo – je omogočilo povsem nov pogled na gradnjo. Konstrukcije iz

vici dvajsetega stoletja večinoma uporabljali lesene konstrukcijske elemente. Nemški paviljon na svetovni razstavi v Barceloni leta 1929 je izstopal tudi po vidnih jeklenih stebrih, ki so skupaj z moderno arhitekturo pomenili novost. V drugi polovici dvajsetega stoletja so se nekateri arhitekti povezali s konstruktorji in na svetovnih razstavah predstavili nekaj paviljonov z izjemnimi inovativnimi konstrukcijami. Tanke lupine in šotoraste strehe, geodezične kupole in pnevmatske konstrukcije so bile novosti, ki so jih nato začeli vgrajevati tudi v stavbe, ki so jih

gradili za trajnejšo uporabo. Konstrukcije, ki so jih postavili na svetovnih razstavah za določen čas, so vplivale na razvoj ostale arhitekture, še posebej v času strukturalizma v šestdesetih letih in v času »high-tech« v devetdesetih letih dvajsetega stoletja. Nove oblike konstrukcij in nova gradiva zahtevajo drugače oblikovano arhitekturo. Najtežje je vedno laičnemu občinstvu, ki se v novem oblikovanju, arhitekturi in konstrukcijah ne znajde, zato proces dojemanja novega traja še danes. Paviljoni na svetovnih razstavah predstavljajo hkrati

napredek, nacionalno arhitekturo ter patriotizem. S paviljonom predstavimo arhitekturo posamezne države in posameznega arhitekta, vendar hkrati tudi državo in državljane; z njim prikažemo stopnjo razvitosti tehnologije v posamezni državi in domiselnost njenih državljanov, tako arhitektov, konstruktorjev, oblikovalcev, podjetnikov in državnih uradnikov, ter njihovo odprtost za nove ideje. Pomembno je vzajemno in tvorno sodelovanje med arhitekti, konstruktorji, gradbeno industrijo in državno upravo.

7 • LITERATURA

- Allwood, J., *The Great Exhibitions*, Studio Vista, London, 1977.
- Anon, *Architektur Architecture EXPO 2000 Hannover*, Hajte Cantz Verlag, Ostfildern, 2000.
- Bill, M., *Le Corbusier et Pierre Jeanneret Œuvre complete 1934–38*, Les Editions d'Architectur (Artemis), Zurich, 1939.
- Boesiger, W., Stonorov, O., *Le Corbusier et Pierre Jeanneret Œuvre complete 1910–1929*, Artemis, Zurich, 1929.
- De Bures, C., *La tour de 300 metres*, Editions André Delcourt, Lausanne, 1988.
- Cornell, E., *De stora Utställningarna Arkitekturhistoria*, Bokförlaget natur och kultur, Stockholm, 1952.
- Curtis, W. J. R., *Modern Architecture Since 1900*, Phaidon, London, 1996.
- Findling, J. E., Pelle, K. D., *Historical Dictionary of World's Fairs and Expositions, 1851–1988*, Greenwood Press, Westport, 1990.
- Internet 1: <http://www.bie-paris.org/site/en/expos/intro-to-expos.html> (sneto 13. 5. 2010)
- Internet 2: <http://www.lib.umd.edu/ARCH/exhibition/images/1853dub/interior.jpg> (sneto januar 2003)
- Internet 3: http://www.chicagohs.org/history/expo/map/map_manu.jpg (sneto 26. 7. 2010)
- Internet 4: <http://www.lib.umd.edu/ARCH/exhibition/images/1876phi/main.jpg> (sneto oktober 2006)
- Internet 5: <http://www.lib.umd.edu/ARCH/exhibition/images/1853nyc/birdseye.jpg> (sneto januar 2003)
- Internet 6: http://perso.orange.fr/madclicker/oum_images/expo.jpg (sneto november 2003)
- Internet 7: <http://www.biblio.tu-bs.de/ausstellungen/weltaus/welt2.gif> (sneto oktober 2006)
- Internet 8: <http://expomuseum.com/architecture/1929arch01.jpg> (sneto oktober 2006)
- Internet 9: <http://www.morehousegallery.com/images/inventory/600/stoller%20e%2000014.jpg> (sneto oktober 2006)
- Internet 10: <http://www.die-neue-sammlung.de/z/nuernberg/aus/eiermann/dpb.jpg> (sneto oktober 2006)
- Internet 11: <http://www.lib.umd.edu/ARCH/exhibition/images/1958bru/philips3.jpg> (sneto oktober 2006)
- Internet 12: <http://www.brynmawr.edu/Acads/Cities/wld/07520/07520a.jpg> (sneto oktober 2006)
- Internet 13: http://users.skynet.be/rentfarm/expo58/foreignsection/index_bestanden/image016.jpg (sneto oktober 2006)
- Internet 14: <http://www.architecture.com/imageLibrary/jpeg330/7820.jpg> (sneto oktober 2006)
- Internet 15: <http://www.taiyokogyo.co.jp/compe/jury/jury11/kawaguchi/image/fuji.gif> (sneto september 2005)
- Internet 16: <http://www.columbia.edu/cu/gsap/BT/DOMES/OSAKA/osa79.gif> (sneto september 2005)
- Internet 17: http://wiki.arch.ethz.ch/asterix/pub/Main/BtFabianKiepenheuer/ref_4.jpg (sneto avgust 2006)
- Internet 18: <http://www.ktaweb.com/works/image/expo/expo01.jpg> (sneto september 2005)
- Internet 19: <http://www.ferra.es/personal/aranburo/119.jpg> (sneto oktober 2006)
- Internet 20: <http://www.holzland-expo.de/pics/messe/dach.jpg> (sneto september 2006)
- Internet 21: http://www.dutchdesignevents.com/images/strangelyfamiliar/mvrdv_dutch%20pavilion_lg.jpg (sneto oktober 2006)
- Internet 22: <http://en.showchina.org/Features/13/10/200912/W020091217340581986350.jpg> (sneto 30. 7. 2010)
- Giedion, S., *Space, Time and Architecture*, Harvard University Press, Cambridge, 1967.
- Košir, F., *K Arhitekturi, Razvoj arhitekturne teorije, Drugi del*, FA UL, Ljubljana, 2008.
- Mattie, E., *World's Fairs*, Princeton Architectural Press, New York, 1998.
- Nerdinger, W., *Frei Otto Complite Works, Lightweight Construction Natural Design*, Birkhäuser, Berlin, 2005.
- Pavlović, B., *Bruxelles 1958, Jugoslavenski paviljon, Čovjek i prostor*, 552/553. 2000.
- Peters, T. F., *Building the Nineteenth Century*, MIT Press, Cambridge, Mass, 1996.
- Puente, M., *100 años pabellones de exposición*, Gustavo Gili, Barcelona, 2000.
- Reed, P., *Alvar Aalto, Between Humanism and Materialism*, The Museum of Modern Art, New York, 1998.
- Salvadori, M., Heller, R., *Konstrukcije v arhitekturi (Naslov izvirnika: Structure in Architecture. Prevod: B. Dobovišek)*, Državna založba Slovenije, Ljubljana, 1979.
- Slivnik, L., *Zgradbe svetovnih razstav: konstrukcija, arhitektura, urbanizem, oblikovanje, doktorska disertacija*, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, Ljubljana, 2007.