

Posebnosti in izzivi za oblikovanje arhitekture potresnih področij

Tomaž Slak

Povzetek

Arhitektura v odnosu do konstrukcije izhaja iz tektonike (umetnosti konstruiranja), ki jo Kenneth Frampton v delu *Studies in Tectonic Culture – Poetics of Construction* [Frampton, 1995] opiše kot »poetiko konstruiranja«. Vendar pa tektonika, ko imamo opraviti s potresi, še nima ustrezne (dovolj oddaljene) zgodovinske izkušnje, potrebne za vzpostavitev *mimesisa* (izvirne simbolne forme), ki bi bil osnova za razvoj tektonike s potresom obremenjenih stavb oz. arhitekturnih del. Kljub temu moramo odgovor na vprašanja, povezana s potresnimi obremenitvami v arhitekturi, iskati prav na področju tektonike, kjer izhajamo iz poznavanja delovanja potresnih sil in načinov za ublažitev posledic njihovega delovanja – torej obvladovanja osnov potresnega inženirstva.

Potresna ogroženost še pred nekaj desetletji ni imela bistvenega vpliva na arhitekturo. Dejansko zavedanje o potresni nevarnosti in razvoj potresnega inženirstva z analizami potresnih obremenitev sta se pri snovanju arhitekture in konstrukcij na potresnih območjih začela sredi 20. stoletja. Do takrat pa je bil ta pojav upoštevan, če sploh, le intuitivno. Ob povečevanju razumevanja potresnih obremenitev in posledično oblikovanju vse bolj kompleksnih standardov in pravil gradnje na področjih s potresi so se sčasoma pojavila prva konkretna vprašanja o povezovanju potresnega inženirstva in arhitekture. Koncept arhitekture, ki upošteva zakonitosti potresno odporne gradnje, je namreč v kontekstu kraja (lokacije) in logična posledica seizmično aktivnega področja ter kaže odzivnost arhitekture na dejanski prostor, v katerega je postavljena.

1. Arhitektura v kontekstu potresno aktivne lokacije

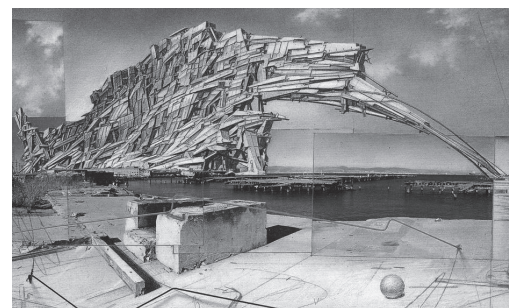
Sodelovanje arhitektov in gradbenih (potresnih) inženirjev postane v primeru možnosti večjih potresnih obremenitev neizbežno tesnejše, ob čemer se posledično povečuje vpliv na končni rezultat, realiziran v izvedeni arhitekturi. Odziven arhitekt se zahtevam po potresni odpornosti ne bo upiral ali jih poskušal obiti. Impulz, ki ga dobi od potresnega inženirja, bo uporabil kot izhodišče, morda izraznost ali koncept objekta, za katerega izdeluje idejno zasnovo. Na ta način inženirja kreativno vključuje v proces projektiranja, pri čemer je ta kreativnost inženirsko argumentiran in logičen odziv snovalca tektonike zgradbe glede na obremenitve in njeno osnovno funkcijo: oblikovanje varnega zavetja za uporabnika, in to tako v simbolnem kot tudi v povsem konkretnem pomenu.

Poudariti je treba, da rešitev za potresno obremenjeno stavbo nikakor ni preprosta v smislu povečevanja togosti konstrukcije ali zgolj zgoščanja konstrukcijskih elementov, čemur bi sledil trud arhitekta, kako to povečano konstrukcijo prikrivati in arhitekturno preoblikovati. Kot je že znano s področja potresnega inženirstva, je bistvo v fleksibilnih, gibkih, torej duktilnih (nekrhkih) materialih, konstrukcijah in tudi v zasnovi, ki duktilnost omogoča. Rezultat naj bo arhitektura brez nevarnih (šibkih) con in neregularne zasnove osnovne konstrukcije. Dobro poznavanje delovanja potresov ter poznavanje materialov in obnašanja konstrukcij je pri tem ključnega pomena. Jasno je, da arhitekti ne morejo dosega znanja potresnih inženirjev, lahko pa ob sodelovanju z njimi dobijo izkušnje, ki bodo oblikovale njihov čut za tektoniko potresno obremenjenih stavb. Tektonika kot osnova arhitekturnega dela je z vidika gravitacijskih sil, torej statike konstrukcij, razmeroma dobro poznana in tudi skozi zgodovinsko izkušnjo ustrezno in kreativno imitirana v sodobnih arhitekturnih delih. Potresno

inženirstvo pa obstaja šele nekaj desetletij, zato se čut za tektoniko z vidika horizontalnih obremenitev še ni povsem razvil. Temu delu bo treba v prihodnje posvečati bistveno več pozornosti, saj med drugim omogoča izredno široke možnosti oblikovanja izvirne arhitekture, temelječe na t. i. »novi« tektoniki potresno odpornih konstrukcij.

1.1. Arhitekturni (simbolni) pogled na potresno ogroženost

Charleson in Taylor [Charleson, Taylor, 2000] navajata zanimivo dejstvo, da je na potresno ogroženih področjih le malo potresno odporno zasnovane arhitekture. Tako imenovana »potresna arhitektura« (earthquake architecture), kot je arhitektura, odzivna na potresno aktivnost, poenostavljeno poimenovana v različnih tujih virih, je priporočljiva zaradi več razlogov. Ob očitni povečani odpornosti na potresne obremenitve, vključno z uporabo potresne tehnologije, pripomore tudi k estetski obogatitvi stavb. Možnosti za razvoj takšne arhitekture izvirajo iz širokega spektra različnih arhitekturnih in konstrukcijskih dejavnikov, ki omogočajo priložnosti za »vizualni izraz«. Medtem ko je rezultat te arhitekture lahko zelo različen v svoji fizični pojavnosti, lahko tudi seizmični principi potresno odporne gradnje zavzamejo veliko oblik in stopenj sofisticirane uporabe v arhitekturi. Te možnosti so resen izziv oblikovalčevi inovativnosti in kreativnosti. Obstaja pa tudi veliko simbolizma in metafor, s katerimi arhitektura odgovarja na potresno odporno gradnjo. Lebbeus Woods npr. v članku z naslovom *A post-biblical view* jasno poudarja pomen ustrezne gradnje na področjih s potresi in pri tem ugotavlja, da potresi niso nujno katastrofa, saj ta naravni pojav ni sam po sebi kriv za ruševine in katastrofe, ampak gre za neustrezno gradnjo, saj tudi na področjih, kjer so potresi pogosti, stavbe niso zgrajene tako, da bi delovale v harmoniji z velikimi silami, ki se občasno sprostijo [Woods v: Garcia, 2000]. Na področjih s potresi



1

Sl. 1: Lebbeus Woods, detajl projekta San Francisco: Inhabiting the quake, Wave house, risba iz leta 1995. V tem teoretičnem projektu »se členkasto povezani okviri gibljejo in odzivajo (flex and re-flex) v potresu: prožni kovinski stebri in površine se premikajo v potresnem nihanju.« (Vir: L. Woods: Radical Reconstruction) Navdih za projekt je bil potres v Kobeju leta 1995, po katerem je Woods raziskoval implikacije destrukcije stavb. Ti projekti, kot sam pravi, »raziskujejo možnosti arhitekture, ki po svojem konceptu, gradnji in glede na poseljenost vzpostavljajo nove in potencialno kreativne odnose, ne samo z učinki potresa, ampak tudi bolj kritično, s širšo naravo, katere del so«.

ni druge možnosti, kot da se radikalno prilagodi način gradnje. Današnje protipotresno gradnjo oblikujejo prepričanja o odnosu med človeškim in naravnim svetom; ta so (še vedno) v bistvu sovražna – človek proti naravi (*man versus nature*). Po njegovem mnenju bi bilo ob porazih glede učinkovitosti protipotresne gradnje razumno še enkrat preveriti prevladujoče filozofije, tehnike in cilje pri gradnji in urbanizmu na potresnih področjih. Pri tem moramo dodati, da je teh »porazov« v sodobni potresno odporni gradnji sicer dejansko vse manj. V navedenem članku Woods predlaga arhitekturo, ki podaljšuje sile potresa v dinamiko zasebnega življenja in socialnih izmenjav. Kot alternativo pa zagovarja arhitekturo, ki bi bila kot del krajine podvržena običajnemu seizmičnemu delovanju. S tem bi pomirili odnos »človek : narava« s kreativno transformacijo arhitekture.

Earthquake-proof Architecture.

The recent earthquakes on the Pacific coast have necessitated the adoption of some new style of building in that section of the country. Mere brick shells will not stand many heavy land shocks, and the architects of San Francisco are now busy over earthquake-proof plans of architecture. The last severe earthquake in that city cracked a large number of brick walls, which have had to be braced together with iron rods to make them in any way safe. A very little heavier shock would have tumbled them in ruins. The fact that these sensations may come at any time has somewhat shaken the faith of the people in the security of their brick houses. One of the new plans proposed is to build a compact wooden frame structure and surround it with brick walls. The frame would secure it against falling, and the walls would render it fire-proof. A large publishing house in San Francisco are soon to erect a store upon this plan.

Another method proposed is to build thick walls, with iron girders inserted in them and riveted at the angles. There has been considerable discussion among builders on this matter, and a new field is opened for the ingenuity of architects. Anybody who will guarantee to put a quake with out damage, whether it be built of wood, steel, iron, paper or rubber, can make his fortune on the Pacific coast. As soon as such buildings can be devised, earthquake insurance companies will doubtless be established there to satisfy such individuals who have not complete faith in the stability of real estate on the Pacific coast.

The New York Times

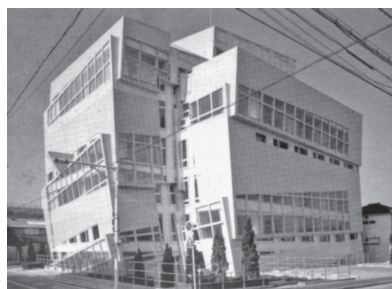
Published: March 3, 1869

Copyright © The New York Times

2



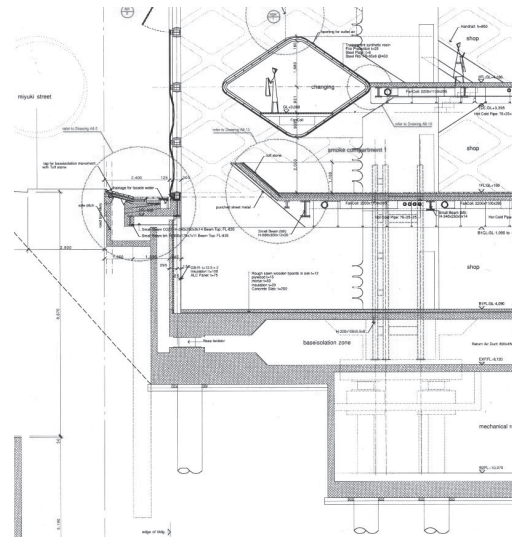
3



4



5



6

Kako lahko na potresno ogroženost pogledamo z druge strani, je razvidno tudi iz članka Potres in terapija (revija Lotus) Luisa Fernandez-Galiana, ki je raziskoval povsem drug vidik dožemanja in reprezentiranja potresne ogroženosti [Fernandez-Galiano, 2000]. Arhitektura lahko senzibilno odgovori na dramatično silo potresa z nepričakovanimi formami, zdrobljeno arhitekturo, ki predstavlja (takratni) negotovi svet. Najbolj izvirna dela in avtorji so se trudili raziskovati konstrukcije fizično in vizualno nestabilnih objektov. Na pragu nove dobe (ob prelomu tisočletja) je zaznaval arhitekturo, ki »drhti in se pači, da bi odvrnila katastrofe in negotovost«. Tega vidika se je dotaknil Arata Isozaki že tri leta prej, ob pogledu na ruševine potresa v Kobeju, ko je izpeljal misel, da je izpostavljanje ruševin med objekti modernega konstruktivizma paradoksalno pravzaprav razkritje konstrukcije oz. gradnje [Isozaki, 1997].

Konceptualno (abstraktno) gledano pa lahko »potresno arhitekturo« realiziramo samo z vključevanjem načel potresnega inženirstva v zasnovo stavb, pri čemer arhitektura izhaja iz načel potresnega inženirstva in iz potresnih elementov konstrukcije. Tu ne gre za inženirski pristop, ampak za arhitekturno artikulacijo konstrukcijske osnove stavbe.

Ob interdisciplinarnih povezavah že vrsto let lahko zaznavamo interes po poudarjeni identiteti, izhajajoči iz logike prostorskih danosti, kar je na področjih s potresi prav potresna aktivnost. S tem se pojavlja tudi zanimanje za artikulacijo in uveljavljanje potresnega inženirstva v sodobni arhitekturi. Takšna, lahko bi ji rekli seizmološka arhitektura je lahko prepoznana tudi kot etična kvaliteta na potresno aktivnih tleh. Tako je lahko na primer oblika konstrukcije stavbe rezultat analize seizmične učinkovitosti in analize raznosa sil, pri čemer v tem primeru strukturna logika konstrukcije prevzame vlogo arhitekta in oblikovalca.

1.2. Razvoj na potres odzivne arhitekture

Prvo navedbo termina potresna ali potresno odporna arhitektura (angl.: *earthquake architecture*, *earthquake-proof architecture*) lahko najdemo že v 19. stoletju v kratki objavi v NY Timesu (slika 2). Principi potresne arhitekture so bili motivacija tudi za arhitekta Davida Farquharsona, ki je že leta 1873 predstavil inovativne načine za zagotavljanje potresne odpornosti. Prepričan je bil, da morajo biti varnostne značilnosti objektov mimoidočim razkrite kot umetnost, in predlagal metodo, ki integrira armaturo z dekorativnim litim železom (Tobriner, 1998). Ta primer kaže, da interes za potresno arhitekturo ni nov.

Resnejšo razpravo na to temo pa najdemo prvič leta 1985, v članku Boba K. Reithermana z naslovom Earthquake Engineering and Earthquake architecture, v katerem se avtor sprašuje: »Če obstaja potresno inženirstvo kot razvita veja znanosti znotraj gradbene stroke, ali bi lahko obstajala tudi potresna arhitektura kot veja znanosti in umetnosti znotraj arhitekturne stroke?« [Reitherman, 1985].

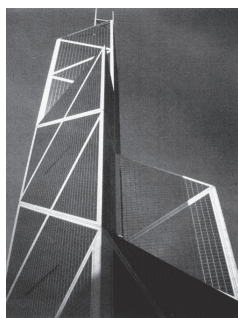
C. Arnold je leta 1996 uporabil izraz »potresna arhitektura« za opis stopnje vpliva potresne obremenitve oz. potresne odpornosti na arhitekturo [Arnold, 1996]. Široka paleta izraznih možnosti v arhitekturi sega od metaforičnega (vizualno izraženega) izkoriščanja potresnoinženirskih dejstev do bolj konkretnih odkritij potresne tehnologije. Primer simbolizma in metafore, s katero arhitektura odgovarja na potresno odporno gradnjo, je na primer stavba Nunotani Headquarter Building (slika 4) P. Eisenmana, medtem ko je primer bolj konkretno potresno zasnovane stavbe, pri kateri je potresna odpornost osnova arhitekturnega in konstrukcijskega koncepta z dodano visoko potresno tehnologijo, stavba Prada (sliki 5, 6) arhitektov Herzoga in de Meurona. Obe stavbi stojita v Tokiu, na enem seizmično najaktivnejših področjih na svetu.

Da bodo razlike med simbolnim in konkretnim odzivom bolj jasne, je treba razčistiti, kaj je v arhitekturi simbolno in kako se konkretna inženirska osnova arhitekturnega dela transformira v simbol z logično in argumentirano osnovo. Za takšen uvid v objekt so potrebni podrobno poznavanje strukture objekta, načrti in sheme, še najbolj je, da je sledljiv in analiziran celoten proces od idejne skice do izvedbenih načrtov oz. realizacije. Med obema skrajnostma tovrstne arhitekture, simbolno in konkretno potresno odpornostjo, obstaja cela paleta mešanih, povezanih ali kombiniranih situacij, pri katerih v najvišjo obliko potresno odzivne arhitekture prestopajo rešitve, ki so konstrukcijsko in inženirsko solidno zasnovane, obenem pa nosijo še vedno visoko arhitekturno simbolno vrednost, ki temelji na jasni tektoniki. Zgolj simbol brez dejanske trdnosti nima primerne varnosti in zanesljivosti, zgolj trdna konstrukcija pa je le inženirski objekt, ki ne predstavlja arhitekture – je stavba brez dodane vrednosti, pri kateri je edini ali močno prevladujoči kriterij konstrukcija. Na ta način

Sl. 2: Verjetno prva objavljena omemba potresno odporne arhitekture, leta 1869 (NY Times).

Sl. 3, 4: Zgolj simbolni odziv arhitekta (Petra Eisenmana) na potres. Prenos grožnje s potresi (simbol porušene stavbe) neposredno v arhitekturni izraz. Ne glede na dekonstruktivističen pristop je povezava morda le preveč banalna in neposredna.

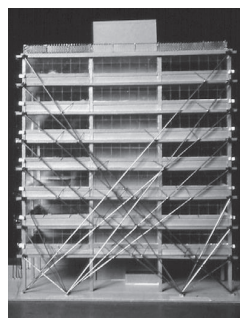
Sl. 5, 6: Simbolni (z ustvarjeno tektoniko in jasno izraženo horizontalno togostjo) in obenem konkretni (z dejansko povečano potresno odpornostjo) odziv na potrese arhitektov Herzoga in de Meurona. Desna slika kaže prerez skozi tehnološko etažo – potresno izolacijsko cono. (Vir: El Croquis 129-130/2006)



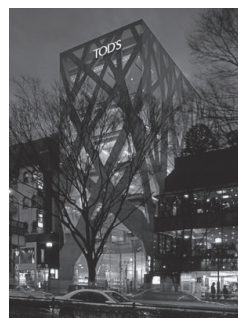
7



8



9



10

sicer nima arhitekturnih kvalit, lahko pa (še posebej v primeru izrednih dimenzij) ob doslednosti konstrukcijskega koncepta preraste v izvirno obliko, ki utrjuje/povzdiguje tektoniko potresne odpornosti v simbolni jezik in s tem v širšo zavest ljudi.

Konceptualni, integralni pristop k zasnovi arhitekture na potresnih področjih je lahko, ne pa nujno, vizualno izražen (zaznaven), saj se temu pri doslednem upoštevanju izbrane potresno odporne zasnove težko povsem izognemo. Za tak pristop je obenem bistven občutek za tektoniko, ki se razvija ob poznavanju inženirskih zakonitosti in gradnje. Konstrukcija je kot vizualna kategorija lahko poudarjena ali pa je zabrisana oziroma prikrita, medtem ko jo z abstraktnim dojemanjem kot naravno kategorijo vedno zaznavamo.

V primeru, ko konstrukcijsko osnovo generirajo gravitacijske sile, lahko trdimo, da je občutek za tektoniko skozi izkušnje in zgodovino gradnje v današnjem času dosegel visoko raven pri večini arhitektov. Če pa je gravitaciji dodana potresna (izrazito horizontalna, ciklična) obremenitev, se principi tektonskega odziva močno spremenijo, kar bi se moralo nujno odražati v arhitekturi objekta. Arhitekturni koncept v nobenem primeru ne bi smel obiti tektonike, ki je posledica dejanskih obremenitev oz. zasnove učinkovite konstrukcije. Arhitektura s tem ne more biti omejena, saj gre za vizijo učinkovite realne osnove arhitekturnega dela. Pri tem pa morajo konstruktorji/potresni inženirji postati katalizatorji, ki bodo to vizijo usmerjali in omogočali [Charleson et al., 2001].

Koncepti potresne zaščite se s sodobno arhitekturo razvijajo v novih smereh, kjer bistvo ni več v iskanju konkretnega, formalnega ali tistega, kar se da posnemati. Išče se več poti za rešitev istega problema, kot npr. bionika, ki združuje biologijo in tehniko z analiziranjem biološke tehnologije. Pri tem se izhaja iz idej, ki se jih lahko aplicira na inženirstvo in arhitekturo. Eden konkretnjših primerov tega je mikrofragmentacija sile [Pioz v: Garcia, 2000: str. 18–21 in 197–205], pri kateri množica drobnih elementov konstrukcije razprši silo in se v primeru koncentracije ali prekoračenja obremenitev poškoduje le majhen del strukture oz. nekaj elementov, ki na stabilnost celote nimajo pomembnejšega vpliva (sliki 11, 12). Tu je opazen premik od metafore strojev k metafori organizmov [Abley in Heartfield, 2001: str. 65].

Z vidika potresnega inženirstva gre pri tem v osnovi za »načelo varovalke« in poudarjeno duktilnost konstrukcije kot celote. Oblika takšne arhitekture/objekta je pogojena z razpršeno strukturo (konstrukcijo) in materialom, ki pa ju artikulira in koncipira arhitekt. Cilj takšnega pristopa je v tesnem sodelovanju z inže-

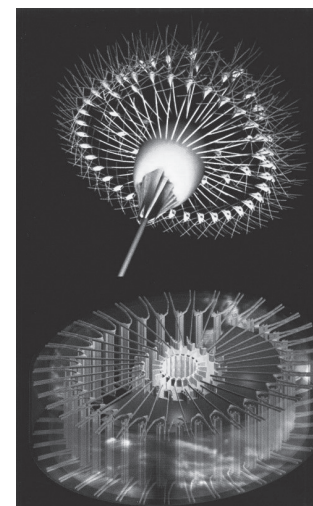
nirji ali z integralnim znanjem zasnovati arhitekturo, ki bi bila sinteza inteligentnih (*smart*) materialov, oblike in konstrukcije. Sliki 13 in 14 prikazujeta primer strukture/konstrukcije v obliki mrežnih jeder, ki imajo kljub veliki togosti majhno maso. Konstrukcija je v osnovi povzeta iz biologije, mikrofragmentacija pa poteka v številnih elementih ene konstrukcijske enote.

2. Odnos: (potresno) inženirstvo in arhitektura

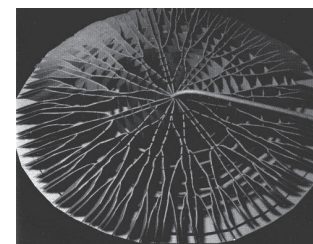
Ob omembi ene (arhitektura) in druge stroke (potresno inženirstvo) pravzaprav govorimo o njunih medsebojnih odnosih. Ne glede na to, kakšni so ti odnosi, njihova odsotnost onemogoča kakršnokoli arhitekturno realizacijo, saj je konkretna, stabilna in (v našem primeru potresno) varna zgradba pravzaprav eksistenčna osnova (realni pogoj utelešenja) arhitekturne umetnine [Ingarden, str. 177]. Še več: kot je moč ugotoviti ob razmislekih o tektoniki, inženirski vidiki in konstrukcijske možnosti danega časa/dobe opredeljujejo tektoniko zgradb kot osnovo arhitekturnega dela.

Potresna arhitektura je s tega stališča lahko *pendant* (torej v odnosu po določenih lastnostih ali kot nasprotje ali kot dopolnjujoča kvaliteta) potresnemu inženirstvu glede na relacije, ki jih oblikuje notraj »matične« stroke, ne pa tudi v njuni medsebojni korelaciji, kjer je na potresno obremenitev odzivna arhitektura le z znanjem potresno odporne gradnje dodatno opremljena arhitektura, v domeni katere pa še vedno ostajajo odločitve glede zasnove, izbranih konstrukcijskih sistemov, tehnologije, detajlov itn.

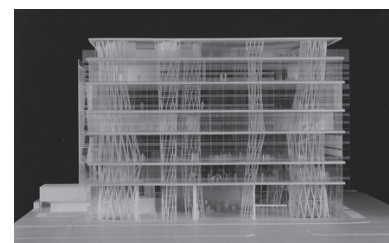
Realizacija objekta brez ustrezne potresno odporne konstrukcije ni mogoča, je pa mogoče oblikovati stavbo tako, da njena potresna odpornost ne pride do izraza in je vpliv na koncept arhitekture tako minimalen. Potresna zaščita stavbe je torej lahko prikrita in obenem učinkovita, vendar je v tem primeru ločena od arhitekture, ni del koncepta in je njena tektonika kot tudi skladnost konstrukcijske osnove z arhitekturo nedosledna. Arhitektura, ki se na potresno grožnjo odziva v samem konceptu, in sicer dejansko, s povečano horizontalno togostjo objekta, poleg tega pa tudi simbolno, z metaforiko v zasnovi, predstavlja mejo med arhitekturo v kontekstu potresne odpornosti in preostalo arhitekturo. Potresna ali na potrese odzivna arhitektura je »manjkajoči člen« med potresnim inženirstvom in arhitekturo, ki (tektonsko) obe disciplini povezuje v kompozicijo najboljšega z obeh področij ter vzpostavlja nov pristop in kvaliteto pri gradnji na potresno ogroženih tleh. Izraz »potresna arhitektura« se torej lahko uporablja za določeno vrsto arhitekture, ki nastaja na potresno



11



12



13



14

Sl. 7: Zgolj simbolna ali tudi konkretna potresna odpornost? Dejanska učinkovitost diagonal na prvi pogled ni povsem prepričljiva, saj gre lahko samo za formalno fasadno potezo (torej za simbol), pa vendar obenem preusmerja pozornost tudi na strukturno zanesljivost stavbe.

Sl. 8, 9: Primer rekonstrukcije stavbe: levo izhodiščna (neustrezna) konstrukcija stavbe, za katero je inženir vpeljal optimalno razporeditev diagonalnih zateg (desno), kot je bila določena na podlagi inženirskih kalkulacij in potresnih obremenitev.

Sl. 10: Izjemen primer simbolnega in dejanskega odziva na potresne obremenitve. Gotovo eden boljših primerov na potres odzivne arhitekture na svetu. Arhitektura: Toyo Ito & Associates, konstrukcija: OAK Inc.

Sl. 11, 12: Načela bionike v konstrukcijskih sistemih. Mikrofragmentacija ali razpršitev sil: princip za temeljenje visoke zgradbe, povzet po konstrukciji cveta oz. gobasti strukturi ali koreninskem sistemu

Sl. 13, 14: Primer arhitekturne obravnave konstrukcije, kjer logika potresno učinkovite zasnove postaja arhitektura celotne stavbe (njen osnovni princip) in je učinkovita tako v simbolnem kot tudi v povsem konkretnem pomenu. (Mediateka Sendai, Toyo Ito)



15



16



17

Sl. 15: Izviren in lokalno pogojen (vernakularen) primer lesene konstrukcije z zavetrovanjem in zidanim polnilom.

Sl. 16: Primer arhitekturnega odziva na ogroženost s potresi. Alcoa Office Building v San Franciscu. Arh.: Skidmore, Owings and Merrill (SOM), 1963. (vir: <http://en.structurae.de/photos/index.cfm?JS=9262>)

Sl. 17: Primer identifikacije arhitekture s konstrukcijo kot nova kompleksnost v zasnovi: Plesni center Aix-en-Provence arhitekta Rudyja Ricciottija. Arhitekturo objekta v celoti določa protipotresna konstrukcija po obodu stavbe. (Vir: A10, št. 13/2007)

ogroženih območjih kot odziv na zahteve potresnega inženirstva oziroma je posledica kombiniranja potresnega inženirstva in arhitekture, v določeni meri pa gre tudi za posledico razmerij med potresnim inženirstvom in arhitekturo.

Sodobni načini zagotavljanja potresne odpornosti stavb omogočajo svobodnejše oblikovanje stavb in fleksibilnejše rešitve v arhitekturi, predvsem pa znižujejo nivo omejitev, ki jih predstavlja gradnja na potresno ogroženih območjih [Mezzi et al., 2004]. Vendar ne tako, da se preprosto pozabi na potresne sile; odziv arhitekta naj bi temeljil na dobrem poznavanju delovanja potresnih sil, protipotresne tehnologije (npr. potresna izolacija stavb, aktivni sistemi dušenja in sipanja potresne energije ipd.) in tektonike potresno odpornih konstrukcij.

Bistveno pri tem je, da naj se arhitektura (in ne samo gradbeništvo) glede na lokalne danosti v prostoru na grožnjo s potresom odzove. Inženirji se na te posebnosti odzivajo v skladu z zakonodajo in standardi. Če arhitektura temu noče ali ne zmore slediti, lahko prihaja do konfliktov, neizkoriščen pa ostaja tudi potencial v arhitekturi potresnih področij. Na prilagajanje zahtevam potresno odporne gradnje se večkrat gleda kot na pritisk na umetniško svobodo in omejitve pri sledenju trendom, ki prihajajo z nepotresnih območij razvitega sveta (npr. Nizozemska, Velika Britanija, skandinavske države ipd.). Vendar tu ne gre za omejitve, prej za pomanjkanje znanja in nezmožnost razvoja posebne in znotraj okvirov potresno odporne gradnje izvirne arhitekture.

2.1. Konstrukcija kot določevalka arhitekturnega koncepta

Arhitektura izbira med različnimi koncepti, ki vedno vključujejo konstrukcijsko zasnovo v večjem ali manjšem obsegu. Kadar se odločamo za manjši vpliv konstrukcije na arhitekturo ali za arhitekturo brez izražene simbolike potresne odpornosti, se je treba opredeliti do vprašanja, ali je prikrivanje tako usodnega dejstva, kot je potresna ogroženost, ustrezno. Gre za danost v prostoru, na katero naj bi se arhitektura (in ne samo konstrukcija) odzvala. Preprečiti je treba nekritično posnemanje konstrukcijskih rešitev z nepotresnih območij, čeprav novi načini potresno odporne gradnje, kot je na primer potresna izolacija (slika 6) ali »računalniški nadzor togosti objekta« ipd., dajejo vtis, da lahko z njihovo uporabo gradimo stavbe, zasnovane podobno kot na potresno neogroženih območjih. Kljub vsem sodobnim načinom in tehnologiji, ki zagotavlja precejšnjo potresno odpornost oz. varnost stavb, ostajajo določene zahteve oz. značilnosti, ki se jim mora arhitektura na potresno ogroženih območjih podrediti.

Tako je lahko na primer osnovna oblika konstrukcije stavbe rezultat analize seizmične učinkovitosti in analize raznosa sil, pri čemer v tem primeru sama strukturna logika konstrukcije prevzame vlogo arhitekta in oblikovalca (sliki 16, 17). Skladnost celote, harmoničnost posameznih elementov, funkcionalna učinkovitost, kontekst v prostoru in drugi parametri pa določajo kvaliteto arhitekture same. Brez te še tako dovršena konstrukcija ni arhitekturno delo. Ta sklep opredeljuje tudi ločnico med potresnim inženirstvom in potresno odzivno arhitekturo: prvo omogoča ustrezno gradnjo, zagotavlja predvidljivo obna-

šanje in razvija nove tehnologije in raziskave na tem področju; druga pa vse to izkorišča, vključuje v svoja načela ter transformira v arhitekturne kvalitete.

Razvoj nekoliko posebne arhitekture potresnih področij je razmeroma kratek, vendar pa njegove osnove segajo prav v jedro gradnje: tektoniko, ki je konstrukcija in umetnost obenem in se razvija od prvih gradbenih artefaktov naprej. Lateralna odpornost stavb pri tem ni nova kategorija, (razmeroma) novo je le poznavanje potresnih obremenitev, ki z vsakim novim odkritjem vpliva na razvoj tektonike in njene horizontalne implikacije.

2.2. Pomen tektonike v razvoju arhitekture in inženirstva

Kot že vemo iz zgodovine razvoja arhitekture in gradbenega inženirstva, je njuna ločitev sredi 19. stoletja povzročila določen zastoj v razvoju tektonike. Stanje, ko so načrtovalci popolnoma inženirskih konstrukcij konkurirali (parirali) izrazito umetniškim in stilskim pristopom v arhitekturi [Saint, 2008], ni ustvarjalo potrebne sinergije. Arhitektura, ki je nova dognanja inženirjev z nekajdesetletnim zamikom pograbila na pogosto neustrezen način, je ob tem razvila povsem nov, na inženirski logiki osnovan stil. Moderna je kot umetniško gibanje z vpeljavo mednarodnega stila rušila meje in širila globalno arhitekturo in univerzalno znanje. Konec 20. stoletja je označeno kot obdobje upora tej miselnosti. Poudarjati se je začelo lokalne kvalitete in kulturno vlogo arhitekture. Vendar tudi to obdobje ni omogočilo enakopravnega sodelovanja. Z razvojem inženirskega znanja se je razcep le še povečeval. Vodopivec v svoji tezi ugotavlja [Vodopivec, 1993]: »Vprašanje arhitekturnega izrazoslovja stoji v sodobni gradnji povsem ločeno od tehničnih vprašanj, kot povsem samostojno vprašanje arhitekturne umetnosti in ne nazadnje kulture v najširšem pomenu besede. In prav za kulturo gre. Arhitekturno delo, gradnja hiše je bila že od samega začetka kulturni fenomen, tako njena oblika kot njena funkcija sta izraz kulturne sredine.« Izjava povsem ločuje med konstrukcijo (tehnika) in arhitekturo (kultura), kljub temu, da v istem delu opredeli tektoniko kot osnovo vsakega arhitekturnega dela. S poudarjanjem lokalnega in regionalnega pa se je arhitektura ne neki način vrnila k svojim izvorom in k tektonski logiki, ki je pri lokalni izvirni arhitekturi običajno jasno izražena. Povezave tehnika-tektonika-arhitektura-kultura so poglobile raziskovanje arhitekture kot lokalno pogojen fenomen umetnosti gradnje.

Eden prvih, ki se je na ta dejstva odzval z manifestom, teoretično osnovo oz. z argumentiranim kritičnim pogledom, je Kenneth Frampton, utemeljitelj kritičnega regionalizma, ki je v okviru vse bolj izraženega kontekstualizma v 80. letih prejšnjega stoletja predstavljal (in še predstavlja) osnovo arhitekturnega raziskovanja sodobnega časa. Kot koncept naj bi imela potresna arhitektura korenine v kontekstualizmu, obenem pa na svoj način temelji tudi na kritičnem regionalizmu, kar je argumentirano razvidno v literaturi, ki ta fenomen opisuje in raziskuje [Frampton, 1982 in 1985].

3. Arhitektura v kontekstu seizmično aktivne lokacije

Osnovna strategija kritičnega regionalizma je posredovanje vpliva univerzalne civilizacije z elementi, ki

posredno izhajajo iz posebnosti določene lokacije. Vodilno inspiracijo lahko poišče v lokalni posebnosti osvetlitve, v tektoniki, ki izhaja iz posebne konstrukcije, ali v topografiji lokacije. Tu sta navedena vsaj dva ključna dejavnika potresne arhitekture: tektonika, ki izhaja iz posebne konstrukcije, kar potresno odporna konstrukcija zagotovo je, in topografija lokacije, kjer je skrita tektonska aktivnost in tudi adekvatnost terena (likvefakcija, plazovitost ipd.). Gre za inspiracijo ali navdih, kar pomeni tudi, da ta v arhitekturo ni prevečen neposredno, ampak kreativno in inovativno.

Kritični regionalizem po svoji definiciji, kot ga opredeli Kenneth Frampton v delu monografije *Postmodern Culture z naslovom Towards a Critical regionalism: Six points for an architecture of resistance* [Frampton v: Foster, 1983: str. 16] in nekaj let prej v svoji knjigi *Modern Architecture: a critical history* [Frampton, 1980: str. 338 – v prevodu], spada v okvir kontekstualizma. Slednji kot gibanje ali smer v sodobni arhitekturi na različne načine upošteva posebnost lokacije in širšega kulturnega prostora. Iz tega črpa znanje, ki ga oplaja s sodobnimi spoznanji in prilagaja potrebam sodobnega časa. Kritični regionalizem upošteva spoznanja herojske moderne, vendar je do nje kritičen. Upre se univerzalnosti mednarodnega jezika in moderno križa s kulturnimi in podnebnimi posebnostmi lokacije.

Kontekstualizem obsega tudi npr. minimalizem in ekološko arhitekturo. Prav po opredelitvi slednje (ekološka logika v arhitekturi) bi lahko povzeli tudi seizmološko arhitekturo (logika potresne odpornosti v arhitekturi) in tako naprej večino mejnih ali interdisciplinarnih pojavov v arhitekturi, katerih skupna lastnost je navezava na konkretno lokacijo in kontekst s krajem nastanka. Arhitektura v kontekstu potresne aktivnosti lokacije je torej posledica vpetosti v konkretno okolje s konkretno lastnostjo – potrebno aktivnostjo – in tako že po definiciji opredeljiva kot arhitektura konteksta.

Kontekstualizem upošteva posebnosti lokacije in širšega kulturnega prostora, v katerem so locirani objekti, ki ga reprezentirajo. Arhitektura se mora odzvati na obremenitve s potresno, to je ultimativno in izredno obremenitvijo, ki stavbe na področjih s potresi doleti vsaj enkrat v njihovi življenjski dobi. Škoda bi bilo prepuščati odzivanje samo potresnemu inženirstvu, saj bi ostalo neizkoriščeno izvirno, iskreno, argumentirano in posebno v arhitekturi in v kontekstu lokacije.

4. Nadaljnji razvoj arhitekturne misli v povezavi s potresnimi obremenitvami (kratka diskusija)

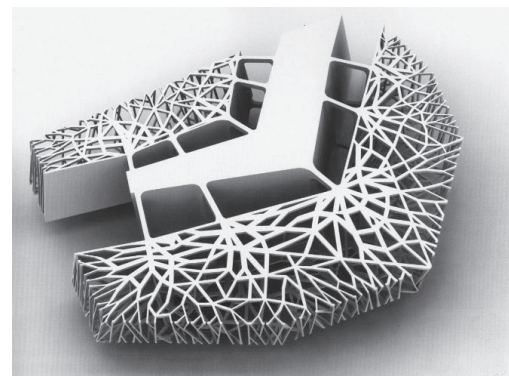
Tisto, kar v zadnjem času zbujajo pozornost tudi z vidika arhitekture potresnih območij, je arhitektura mrežnih struktur, računalniško generiranih in naključnih oblik, pri katerih iščejo idealne strukture glede na robne linije prostorov (npr. membrane) ali možnosti za artikulacijo in produkcijo odzivnega in kontroliranega obnašanja grajenega okolja – t. i. *performance based architecture*, kar bi preprosto prevajali kot arhitektura, ki ima za izhodišče sposobnost odpora na zunanje vplive. Tudi morfogenza, novi organski, celični pristopi, generirani s računalniškimi algoritmi, ki lahko zajemajo okoljska, konstrukcijska in prostorska izhodišča, producirajo nove oblike in posebne konstrukcijske rešitve (slika 18), (AD, marec/april, 2008). Kompleksnost teh pristopov je na

neki način zunaj kontrole človeka in posledica povsem matematičnih metod in pravil.

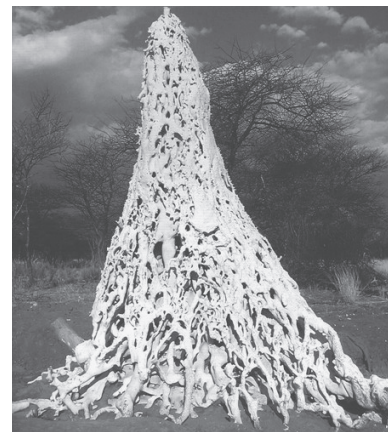
Izvedenih primerov takšnega pristopa, ki predstavlja jo t. i. novo kompleksnost, je že kar nekaj, pri vseh pa je bil potreben poseben pristop k analizi konstrukcij in simulacij obnašanja v primeru potresnih obremenitev. V zadnjem času tudi z iskanjem oblik (t. i. *form finding*) s pomočjo parametričnih orodij in podobnih z umetno inteligenco podprtih ali matematičnih pristopov k arhitekturi. Arhitektura se ukvarja predvsem z oblikami kot derivati te matematične logike, za prevod tega v realnost pa je potrebna prilagoditev na izvedbene zmožnosti, zato so v procesu izvedbe ključni kreativni inženir in arhitekt ter njuno medsebojno spoštovanje in sodelovanje.

Viri in literatura

- Abley, Ian, Heartfield, James, 2001: *Sustaining architecture in the anti-machine age*. Wiley-Academy, John Wiley & Sons Ltd. London.
- Arnold, Christopher, 1996: *Architectural aspects of Seismic resistant Design*. Proceedings of the 11th World Conference on Earthquake Engineering, 1996.
- Charleson Andrew, W., Preston, J. in Taylor, M., 2001: *Architectural Expression of Seismic Strengthening*, Earthquake Spectra, Vol. 17, No. 3, August 2001, pp. 417–426.
- Charleson, Andrew, W. and Taylor M., 2000: *Towards an Earthquake Architecture*, Proceedings 12th World Conference on Earthquake Engineering January 2000, NZ National Society for Earthquake Engineering, Paper 0858, 8p.
- El Croquis* št. 129-130/2006. Herzog & de Meuron 2002–2006. Madrid : Márquez & Levene, Arquitectos Asociados.
- Fernandez-Galiano, Luis, 2000: *Earthquake and therapy*. V: *Lotus International*, št. 104, Elmond SpA, Milano.
- Frampton, Kenneth, 1985 (revised and enlarged edition): *Modern Architecture: A Critical History*. Thames and Hudson Ltd. London (hrvaški prevod).
- Frampton, Kenneth, 1995: *Studies in Tectonic Culture: The poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture*. Ur. John Cava. The MIT Press, Cambridge.
- Frampton, Kenneth, 1982: *Towards a Critical Regionalism: Six Points for an Architecture of Resistance*, v Foster, Hal (ur.), 1983: *Anti-Aesthetic: Essays on Postmodern culture*. Bay Press, Washington.
- García, Belén, 2000: *Earthquake Architecture, New construction techniques for earthquake disaster prevention*. Loft Publications, Barcelona.
- Ingarden, Roman, 1980: *Eseji iz estetike*. Ljubljana: Slovenska matica.
- Isosaki, Arata, 1997: *On Ruins*. V: *Lotus International*, št. 93, Elmond SpA, Milano.
- Mezzi, Marco, 2006: *Configuration and Morphology for the Application of New Seismic Protection Systems*, Proceedings of the 1st European Conference on Earthquake Engineering and Seismology. Geneva, Switzerland, September 2006.
- Mezzi, Marco, Parducci, Alberto and Verducci, Paolo, 2004: *Architectural and Structural Configurations of Buildings with Innovative Aseismic Systems*, Proceedings of the 13th World Conference on Earthquake Engineering, August 1.–6., 2004.
- Reitherman, Robert, 1985: *Earthquake Engineering and Earthquake Architecture*. Part of the AIA Workshop for Architects and Related Building Professionals on Designing for Earthquakes in the Western Mountain States, 1985 (povzeto po <http://www.curee.org/architecture/>).
- Saint, Andrew, 2008: *Architect and Engineer. A Study in Sibling Rivalry*. New Haven, London. Yale University Press.
- Slak, Tomaž in Kilar, Vojko, 2007: *Earthquake architecture as an expression of a stronger architectural identity in seismic areas*. V: Brebbia, Carlos Alberto (ur.). *Earthquake resistant engineering structures VI*. Ashurst, Southampton; Boston: WIT Press.
- Vodopivec, Aleš, 1993: *Temelji in meje arhitekturne avtonomije*: doktorska disertacija. UL Fakulteta za arhitekturo, Ljubljana.



18



19

Sl. 18: Posebna tektonska artikulacija konzolnih volumnov je razvita s pomočjo računalniškega procesa, ki je imel za izhodišče podane prostorske in konstrukcijske kriterije.

(Projekt za knjižnico na Češkem, vir: AD, 2008)

Sl. 19: Odliček prezačevalnih kanalov in razvejene notranjosti termitnjaka, ki je lahko kot nizkotehnološki princip posredni (ali celo neposredni) navdih za potresno odporno arhitekturo: ima idealno tektonsko zgradbo, široko temeljno osnovo, lahko, izvotljeno, prepleteno gnezdom strukturo, veliko notranje rezerve in vpeljana načelo razpršitve sile.