

Broj 11–12 Novembar–decembar, 2011. SADRŽAJ

Kratak osvrt na studije građevinarstva i arhitekture prema bolonjskom procesu , Prof. dr Živojin PRAŠČEVIĆ, dipl. građ. inž.	631
Priznanja u jubilarnoj godini , Branko BOJOVIĆ, dipl. inž. arh.	635
Prof. dr Zlatko MARKOVIĆ, dipl. građ. inž., Jelena DRAGAŠ, dipl. građ. inž.: Savremeni koncept projektovanja konstrukcija od aluminijumskih legura prema Evrokodu 9 Pregledni rad Bibliid: 0350-5421, 11–12 (2011), str. 639–650	639
Peter A. MAKACHIA: Stambene strategije u kenijjskim gradovima i transformacije podstaknute od samih stanovnika – Primeri naselja u Najrobiju Originalni naučni rad Bibliid: 0350-5421, 11–12 (2011), str. 651–670	651
Doc. dr Ljiljana ALEKSIĆ, dipl. inž. arh., dr Vesna KOSORIĆ, dipl. inž. arh.: Sunčeva energija za decu: projekat dogradnje O. Š. „Dragojo Dudić“ u Beogradu Originalni naučni rad Bibliid: 0350-5421, 11–12 (2011), str. 671–680	671
Prof. dr Vladimir RADOJIČIĆ, dipl. građ. inž.: Most na reci Garvanici – pritoci Južne Morave Originalni naučni rad Bibliid: 0350-5421, 11–12 (2011), str. 681–682	681
Maria I. TODOROVSKA, Mohammad T. RAHMANI: Identifikacija konstruktivnog sistema zgrada pomoću slojevitih modela zgrada i funkcije impulsa sistema Originalni naučni rad Bibliid: 0350-5421, 11–12 (2011), str. 683–697	683
Doc. dr Ilija LALOŠEVIĆ, dipl. inž. arh.: Svojstva istorijskih zidanih konstrukcija u seizmičkim zonama (primjer Boke Kotorske) Pregledni rad Bibliid: 0350-5421, 11–12 (2011), str. 698–703	698
Prof. dr Milan TRIFKOVIĆ, dipl. geod. inž.: Primena geodezije u istraživanju uticaja seizmičkih procesa na tlo i inženjerske strukture Pregledni rad Bibliid: 0350-5421, 11–12 (2011), str. 704–709	704
Mr Dejan BELJAKOVIĆ, dipl. građ. inž., mr Bojana DRAŠKOVIĆ, dipl. prav., mr Aleksandar MILAJIĆ, dipl. građ. inž.: Odgovorni izvođač radova u graditeljstvu Stručni rad Bibliid: 0350-5421, 11–12 (2011), str. 710–716	710
POGLEDI I MIŠLJENJA Elza Milenković, DIA: Istraživanja u knjizi Ranka Radovića	717
IZ INOSTRANE PRAKSE Dušan Prodanović, DIA: Uzorno organizovana komora arhitekata Baden-Virtemberga	721
VESTI I SAOPŠTENJA • Stručno-naučni skup „Vodovod i kanalizacija ‘11“	726
• Zaključci VI Kongresa Ciglarke industrije Srbije sa međunarodnim učešćem	728
• Izveštaj i zaključci sa IV naučno-stručnog savetovanja „Geotehnički aspekti građevinarstva“, održanog na Zlatiboru od 01.11.–04.11.2011. god.	729
IN MEMORIAM • Vojislav Korać	731
• Milan R. Tomić	732

Number 11–12 November–December, 2011 CONTENTS

Short Review on Studies of Civil Engineering and Architecture Accordig to Bologna Process , Prof. Živojin PRAŠČEVIĆ, Civ. Eng. Ph.D.	631
Recognitions in the Jubilee Year , Branko BOJOVIĆ, Arch.	635
Prof. Zlatko MARKOVIĆ, Civ. Eng. Ph.D., Jelena DRAGAŠ, Civ. Eng.: The Contemporary Design Concept of Aluminum Alloys Structures According to Eurocode 9 Review paper Bibliid: 0350-5421, 11–12 (2011), pp 639–650	639
Peter A. MAKACHIA: Housing Strategies in Kenyan Towns and Dweller-Initiated Transformations – Case Estates from Nairobi Originally scientific paper Bibliid: 0350-5421, 11–12 (2011), pp 651–670	651
Ljiljana ALEKSIĆ, Arch. Ph.D., Vesna KOSORIĆ, Arch. Ph.D.: Solar Energy For Kids: Design of Primary School “Dragojo Dudić” Upgrade in Belgrade Originally scientific paper Bibliid: 0350-5421, 11–12 (2011), pp 671–680	671
Prof. Vladimir RADOJIČIĆ, Civ. Eng. Ph.D.: The Bridge Over Garvanica River – South Morava River Tributary Originally scientific paper Bibliid: 0350-5421, 11–12 (2011), pp 681–682	681
Maria I. TODOROVSKA, Mohammad T. RAHMANI: Structural System Identification of Buildings Using Layered Building Models and Impulse Responses Originally scientific paper Bibliid: 0350-5421, 11–12 (2011), pp 683–697	683
Ilija LALOŠEVIĆ, Arch. Ph.D.: Characteristics of the Historic Masonry Structures in Seismic Prone Regions (Case Study of Boka Kotorska) Review paper Bibliid: 0350-5421, 11–12 (2011), pp 698–703	698
Prof. Milan TRIFKOVIĆ, Geodesy, Ph.D.: Geodesy Utilization for Determination Seismic Processes Influence on Land Surface and Engineering Structure Review paper Bibliid: 0350-5421, 11–12 (2011), pp 704–709	704
Dejan BELJAKOVIĆ, Civ. Eng. M.Sc., Bojana DRAŠKOVIĆ, Jur. M.Sc., Aleksandar MILAJIĆ, Civ. Eng. M.Sc.: Project Manager in Civil Engineering Professional paper Bibliid: 0350-5421, 11–12 (2011), pp 710–716	710

Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije, sufinansira izdavanje naučnog časopisa IZGRADNJA	
	Časopis „Izgradnja“ izlazi uz finansijsku podršku INŽENJERSKE KOMORE SRBIJE 11000 Beograd, Bulevar vojvode Mišića 37 Fax 2648 523 www.ingkomora.org.rs E-mail: info@ingkomora.org.rs
GENERALNI SPONZORI	
	SAOBRAĆAJNI INSTITUT CIP 11000 Beograd, Nemanjina 6/IV Republika Srbija, Tel: 011/3616 929, 3618 287, faks: 011/3616 757 www.sicip.co.rs, E-mail: office@sicip.co.rs
	„MAŠINOPROJEKT KOPRING“ 11000 Beograd, Dobrinjska 8a Tel. 011/3635 700, faks 011/2643 995 E-mail: office@masinoprojekt.co.rs www.masinoprojekt.co.RS

	JKP „Beograd put“ 11000 Beograd, Nušićeva 21 Telefon: 011/3302 800 Faks: 011/3302 855 Email: office@beogradput.com www.beogradput.com
	Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije 11000 Beograd, Bulevar kralja Aleksandra 73/2 Telefon: 011/3370 091 www.iaus.ac.rs E-mail: iaus@iaus.ac.rs
	Institut za puteve a.d. 11000 Beograd, Kumodraška 257 Tel.011/3976 374, faks: 011/2466 866 www.highway.rs e-mail: instput@highway.rs
	Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“ a.d. 11226 Pinosava, Beograd, Jaroslava Černog 80 Tel: 011/3906 450, faks: 011/3906 481 www.jcerni.org e-mail: headoffice@cerni.co.rs

Ovaj broj 11–12 našeg časopisa izašao je i uz finansijsku pomoć



Preduzeće za održavanje i izgradnju puteva „Magistrala“ a.d. Beograd,
Bulevar Kralja Aleksandra 282/1
Telefoni: 011-3820-339; 3820-340; Faks: 011-3820-280
E-mail adresa: office@magistrala.rs

REDAKCIONI ODBOR:

Dimitrije Mladenović, predsednik, Branko Bojović, Miloš Bojović,
Zoran Lazović, Milan Maksimović, Dušan Milović, Slobodan Otović,
Živojin Praščević, Ljubinko Pušić, Darko Radović, Tomislav Radojičić,
Miodrag Ferencak

v. d. GLAVNOG I ODGOVORNOG UREDNIKA:

Branko Bojović

UREĐIVAČKI ODBOR:

Branko Bojović, v.d. glavnog i odgovornog urednika,
Živojin Praščević

SEKRETAR REDAKCIJE:

Svetlana Urošević

MARKETING:

Dušan Milosavljev

TEHNIČKO UREĐENJE:

Kvartet V

IZDAVAČ:

Časopis Udruženja inženjera građevinarstva, geotehnike,
arhitekture i urbanista „Izgradnja“,
11000 Beograd, Kneza Miloša 7a/II,
Tel/fax: +381 (0) 11 3243-563
E-mail: izgradnja@sezampro.rs,
tekući račun: 295-1243120-14
kod „Srpske banke“ a.d. Beograd.

ŠTAMPA: „Hektor print“, Novi Beograd

CIP – Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд
624+71/72(05)
ISSN 0350-5421 = Izgradnja
COBISS.SR-ID 55831

OBAVEŠTENJE AUTORIMA I SARADNICIMA

Časopis „Izgradnja“ objavljuje naučne i stručne radove i ostale priloge iz oblasti građevinarstva, arhitekture, urbanizma i industrije građevinskog materijala. Radovi se kategorizuju prema sledećim međunarodno priznatim pravilima:

A. NAUČNI I STRUČNI RADovi

- Originalni naučni rad sadrži neobjavljene rezultate izvornih istraživanja; u njemu su naučne informacije tako izložene da se eksperiment može ponoviti i tom prilikom postići opisani rezultati unutar dozvoljenih granica eksperimentalne greške, odnosno sa tačnošću koju navodi autor. Za takav rad mora postojati mogućnost da se ponove autorova opažanja, teoretski izvodi, analize i proračuni i da se zauzmu stavovi i donesu mišljenja o autorovim zaključcima i rezultatima.
- Prethodno saopštenje je naučni rad koji sadrži jedan ili više naučnih podataka koji zahtevaju hitno objavljivanje; to saopštenje ne mora imati dovoljno pojedinosti koje omogućavaju ponavljanje ili potpunu proveru rezultata. U ovu kategoriju radova razvrstavaju se, ako sadrže naučne doprinose, ili kraće kritike, komentari i beleške o nekom publikovanom radu ili naučnom problemu.
- Pregledni rad je naučni rad koji sadrži celovit izveštaj o nekom posebnom pitanju ili području a sastavljen je na osnovu publikovanih informacija, koje su za tu priliku sakupljene, analizirane i objašnjene. Autor je dužan da pruži što potpunije podatke o publikovanim radovima koji su bitnije doprinele razvoju određenog pitanja ili područja, odnosno koji bi tom razvoju doprneli da nisu prevedeni ili zanemareni.
- Stručni rad predstavlja korisne priloge iz područja struke a iznesena zapažanja ne moraju predstavljati stručnu novost u širem smislu: to su korisna i vredna iskustva u primeni poznatih naučnih dostignuća koja doprinose širenju stručnih znanja i njihovom ispravnom korišćenju u praksi graditeljstva.

B. OSTALI PRILOZI

Ostali prilozii obuhvataju prikaze projektnih rešenja, gradilišta, pogona i fabrika, stručne prikaze i osvrtne na pojedine aktuelne teme i pitanja iz oblasti građevinarstva, arhitekture, urbanizma i industrije građevinskog materijala, poglede i mišljenja, napise iz istorije struke i graditeljstva, prikaze knjiga, bibliografske, društveno stručne i komercijalne informacije, naučne i stručne zanimljivosti i dr.

Naučni i stručni rad mora biti originalan, još neobjavljen, i ne sme biti istovremeno ponuđen drugom časopisu. Autor je odgovoran za izneseni sadržaj i mora sam obezbediti eventualno potrebne saglasnosti za objavljivanje nekih podataka, slika ili fotosa koje koristi u radu. Rukopisi radova se recenziraju. Recenzent predlaže kategorizaciju rada a odluku donosi Uredivački odbor časopisa.

Radovi i ostali prilozii mogu imati obim do jednog autorskog tabaka (30.000 slovnih znakova); oni mogu biti duži samo uz saglasnost Uredništva Časopisa. Uredništvo zadržava pravo da, saglasno uređivačkoj politici Časopisa i/ili mišljenju recenzenta, donese odluku o prihvatanju ili neprihvatanju za objavljivanje svakog pojedinog predloženog rada ili priloga.

Za detaljna tehnička uputstva o pripremi rukopisa autori treba da se obrate Redakciji Časopisa. Rukopisi se predaju u dva primerka, sa rezimeom obima do 100 reči. Na kraju rezimeza autor treba da navede do šest ključnih reči. Prevod rezimeza na engleski jezik obezbeđuje Redakcija Časopisa. Za objavljene radove i priloge rukopisi se ne vraćaju.

Uz naslov rada ili priloga treba napisati puno prezime i ime autora, njegovo stručno i naučno zvanje, naziv ustanove ili preduzeća u kome radi i adresu stana. Autori radovi i priloga dobijaju besplatno jedan primerak Časopisa u kome je rad objavljen.

KRATAK OSVRT NA STUDIJE GRAĐEVINARSTVA I ARHITEKTURE PREMA BOLONJSKOM PROCESU

SHORT REVIEW ON STUDIES OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE ACCORDING TO BOLOGNA PROCESS

U uvodniku „Izgradnje“ br. 9–10 za 2010. godinu napisao sam osvrt na bolonjsku deklaraciju visokoškolskog obrazovanja i prikazao osnovne principe i ciljeve ovog važnog međunarodnog dokumenta koji je potpisalo i prihvatilo više od 40 evropskih zemalja, među kojima i Republika Srbija. U uvodniku ovog broja ukazuje se na neke aspekte primene ove deklaracije u našoj zemlji i sprovedenu reformu prema Zakonu o visokom obrazovanju.

Reforma visokoškolskog obrazovanja je u poslednjih desetak godina izvršena u svim zemljama potpisnicama deklaracije. U našoj zemlji reforma je intenzivirana posle donošenja Zakona o visokom obrazovanju u Skupštini Srbije septembra 2005. god. (Službeni glasnik RS 78/05) i izmena zakona u julu 2010. godine. Ovaj zakon je obavezao univerzitete, visoke i više škole da izvrše temeljnu reformu obrazovanja po novom sistemu, uveo Nacionalni savet za visoko obrazovanje i obavezu da se svi univerziteti, fakulteti i visoke škole akredituju.

Prema Zakonu o visokom obrazovanju ovu delatnost obavljaju: univerzitet, fakultet, odnosno umetnička akademija u sastavu univerziteta, akademija strukovnih studija, visoka škola i visoka škola strukovnih studija. Delatnost visokog obrazovanja ostvaruje se kroz akademske i strukovne studije na osnovu odobrenih, odnosno akreditovanih studijskih programa. Na akademskim studijama izvodi se akademski studijski program, koji osposobljava studente za razvoj i primenu naučnih, stručnih i umetničkih dostignuća. Na strukovnim studijama se izvodi strukovni studijski program koji osposobljava studente za primenu znanja i veština potrebnih za uključivanje u radni proces.

Studije visokog obrazovanja se ostvaruju u tri stepena.

Studije prvog stepena su osnovne akademske studije i osnovne strukovne studije.

Studije drugog stepena su: diplomske akademske studije – master, specijalističke strukovne studije i specijalističke akademske studije.

Studije trećeg stepena su doktorske akademske studije.

Svaki predmet iz studijskog programa iskazuje se brojem ESPB (Evropski Sistem Prenosa Bodova) bodova, koji za prosečno angažovanje studenta u obimu od 40-to časovne nedelje iznosi za jednu godinu 60. Osnovne akademske studije u trogodišnjem trajanju imaju 180, a u četvorogodišnjem trajanju 240 ESPB. Specijalističke strukovne studije i akademske specijalističke imaju najmanje po 60 ESPB. Diplomske akademske studije imaju najmanje 60 ESPB ako je prethodno ostvaren program na osnovnim akademskim studijama od 240 ESPB ili 120 ESPB, ako je prethodno ostvaren program na osnovnim akademskim studijama od 180 ESPB. Doktorske studije imaju naj-

manje 180 ESPB (u koje spadaju doktorski ispiti i izrada doktorske disertacije) ako je prethodno ostvaren program od 300 ESPB na akademskim studijama. Za upis na ove studije je propisan i uslov da kandidat iz prethodnih akademskih studija u trajanju od 4 godine ima najmanju prosečnu ocenu 8 (osam).

Prema Zakonu o izmenama Zakona o visokom obrazovanju iz jula 2010. god. ustanovljena su sledeća stručna i akademska zvanja.

Lice koje završi akademske studije od najmanje 180 ESPB u trajanju od tri godine stiče stručni naziv sa naznakom zvanja prvog stepena akademskih studija (u građevinarstvu je to građevinski inženjer). Lice koje završi osnovne akademske studije od najmanje 240 ESPB i trajanju od najmanje četiri godine stiče stručni naziv diplomirani sa naznakom zvanja prvog stepena akademskih studija (u građevinarstvu je to diplomirani građevinski inženjer). Lice koje završi diplomatske akademske studije stiče akademski naziv master sa naznakom zvanja drugog stepena akademskih studija (u građevinarstvu je to diplomirani građevinski inženjer – master). Lice koje završi specijalističke akademske studije stiče stručni naziv specijalista sa naznakom zvanja drugog stepena akademskih studija (u građevinarstvu je to diplomirani građevinski inženjer-specijalista).

Lice koje završi doktorske studije trećeg stepena stiče naučni naziv doktor nauka sa naznakom odgovarajuće oblasti (u građevinarstvu je to doktor tehničkih nauka – oblast građevinarstvo).

Lice koje završi osnovne strukovne studije stiče stručni naziv sa naznakom zvanja prvog stepena strukovnih studija (u građevinarstvu je to građevinski inženjer). Lice koje završi specijalističke strukovne studije stiče stručni naziv specijalista sa naznakom zvanja drugog stepena strukovnih studija (u građevinarstvu je to – građevinski inženjer specijalista).

Skraćenica stručnog naziva (na primer, diplomirani građevinski inženjer) i akademskog naziva master navodi se iza imena i prezimena, a skraćenica akademskog naziva magistar nauka (Mr) i naučnog naziva doktor nauka (Dr) ispred imena i prezimena.

U međunarodnom prometu i u diplomi na engleskom jeziku lice koje je završilo trogodišnje akademske studije stiče naziv bachelor, lice koje je završilo četvorogodišnje akademske studije stiče naziv bachelor with honours, a lice koje je završilo doktorske studije i odbranilo doktorsku disertaciju stiče naučni naziv PhD (Doctor of Philosophy), odnosno odgovarajući naziv na jeziku na koji se diploma prevodi. Lice koje je završilo strukovne studije u trajanju od tri godine stiče stručni naziv bachelor (apl.)

Stručni nazivi stečeni završavanjem studija pre donošenja ovog zakona su:

- Za studije na višoj školi u trajanju do tri godine ostaje isti naziv kao i za strukovne studije u trajanju od tri godine (građevinski inženjer).

- Za deo studijskog programa na fakultetu ili osnovne studije od tri godine čijim se završavanjem stiče naziv za prvi stepen visokog obrazovanja ostaje isti naziv (građevinski inženjer).

- Za diplomatske studije na fakultetu u trajanju od četiri do šest godina (raniji naziv diplomirani građevinski inženjer) izjednačava se sa novim nazivom diplomirani građevinski inženjer – master.

Na Građevinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu, prema novim studijskim programima, koji su usvojeni pre tri godine, na odsecima za građevinarstvo, koji se sada nazivaju studijski programi (Studijski program za konstrukcije, Studijski program za hidrotehniku i vodno-ekološko inženjerstvo, Studijski program za puteve i železnice i Studijski program za menadžment, tehnologiju i informatiku u građevinarstvu) osnovne akademske studije traju četiri godine sa 240 ESPB i posle njih se stiče stručni naziv diplomirani građevinski inženjer. U toku prva tri semestra je zajednička nastava (Studijski program zajedničke osnove), tako da se studenti opredeljuju za odsek, odno-

sno studijski program, na kome će nastaviti studije na početku četvrtog semestra. Uveden je veliki broj izbornih predmeta, naročito na trećoj i četvrtoj godini studija sa ukupnim godišnjim brojem od 60 bodova. U osmom semestru se radi sintezni projekat kojem je dodeljeno 12 ESPB bodova. Diplomске akademske studije, koje se upisuju posle osnovnih studija, traju dva semestra i organizovane su po istim studijskim programima (odsecima) kao i osnovne akademske studije. Studije su osmišljene za produbljivanje akademskih kompetencija studenata, kako se navodi u obrazloženju studijskih programa. Na svim modulima zastupljene su specifične oblasti koje ne predstavljaju svakodnevnu inženjersku praksu već kompleksne oblasti koje zahtevaju dodatna znanja za njihovo sagledavanje i rešavanje. U prvom semestru izučavaju se predviđeni predmeti (uglavnom izborni), a u drugom je predviđena stručna praksa (5 ESPB), studijski istraživački rad na pripremi diplomskog rada (10 ESPB) i diplomski rad (20 ESPB). Doktorske studije su organizovane u šest semestara. U prva tri semestra kandidat bira sedam predmeta iz širokog spiska predmeta koji su svrstani u blokove. Druga tri semestra su predviđena za izradu i odbranu doktorske disertacije.

U oblasti geodezije osnovne akademske studije traju tri godine, a diplomске studije dve godine.

Na Arhitektonskom fakultetu Univerziteta u Beogradu osnovne akademske studije (prvi stepen) traju tri godine, tj. šest semestara, sa 180 ESPB i njihovim završetkom se stiče stručni naziv inženjer arhitekture odnosno bachelor of architecture u diplomu na engleskom jeziku, tj. u međunarodnom prometu. Na ovim studijama je jedinstven profil. Nastavni predmeti su svrstani u više modula, od kojih su predmeti u jednom modulu u V i VI semestru izborni. Studijski programi se ostvaruju kroz tri obrazovno-naučna, odnosno obrazovno-umetnička polja: društveno-humanističke nauke, tehničko-tehnološke nauke i umetnost. Diplomске akademske studije traju dve godine, tj. četiri semestra, sa 120 ESPB i upisuje ih student koji je završio osnovne akademske studije. Student se opredeljuje za jedno od tri usmerenja, odnosno studijska programa: Arhitektura (A), Urbanizam (U) i Arhitektonske tehnologije (AT), Integralni urbanizam (IU). Završetkom ovih studija stiče se akademski naziv diplomirani inženjer arhitekture – master sa naznakom usmerenja, odnosno studijskog programa. U diplomu na engleskom jeziku dobija se naziv Master of Architecture with major in A, U or TA. Doktorske studije traju tri godine.

Specijalističke akademske studije se organizuju za studijski program „Urbana obnova – gradovi u novom milenijumu“.

Uslov da student upiše narednu godinu studija na svim visokoškolskim ustanovama je da je položio sve ispite iz prethodne godine studija i ostvario 60 ESPB. Ovaj uslov još uvek se ne primenjuje u potpunosti, tako da studenti narednu godinu studija upisuju i sa 48 ESPB.

I na ostalim građevinskim i arhitektonskim fakultetima u Srbiji su izvršene promene u planovima i programima nastave i organizovana nastava u skladu sa zakonskim propisima i principima Bolonjske deklaracije.

Ovde se radi upoređenja ukratko daje osvrt na studijske programe na Departmentu za građevinarstvo i inženjerstvo zaštite okoline (Department of Civil and Environmental Engineering) Imperijal koledža za nauku, tehnologiju i medicinu (Imperial College of Science, Technology and Medicine) u Londonu. Ovaj department je rangiran kao prvi u Velikoj Britaniji među građevinskim departmentima i jedan od vodećih u svetu, s obzirom da se Imperial koledž nalazi u prvih 10 svetskih univerziteta. Ovaj department se bavi nastavom i naučnim istraživanjima iz svih oblasti građevinarstva, tako da postoji dosta sličnosti sa Građevinskim fakultetom u Beogradu sa kojim ima dugogodišnju saradnju. Dodiplomske studije (Undergraduate studies) traju četiri godine, posle čega se stiče stepen MEng in Civil Engineering (Master inženjerstva) ili MEng in Civil Engineering with a Year Abroad (Master inženjerstva sa godinu dana studija u ino-

stranstvu). Studije u prve dve godine su zajedničke. U trećoj i četvrtoj godini studenti u skladu sa svojim personalnim i profesionalnim interesima biraju module predmeta iz mehanike konstrukcija, mehanike fluida, mehanike tla i inženjerske geologije, transporta, inženjerstva zaštite okoline, projektnog menadžmenta, numeričke analize, konstrukcija, betona i zemljotresnog inženjerstva. Na kraju posle položenih ispita, u završnom semestru rade glavni istraživački projekat, koji pruža mogućnost da se testira sposobnost studenta da koristi inženjersko znanje na kreativan način kroz rešavanje individualnog istraživačkog programa. Studenti koji su izabrali studije sa jednom (završnom) godinom u inostranstvu u Francuskoj, Nemačkoj, Holandiji i Italiji u instituciji koja ima slične studijske programe, moraju se prijaviti prethodno i uzeti jezički modul zemlje u koju žele da nastave studije. Jedan mali broj mesta je predviđen za studije u Americi, Hong Kongu i Australiji. Postdiplomske studije (Postgraduate studies) za naučni stepen Master of Science (MSc) organizuju se u sledećim oblastima: Unapređeno konstruktorsko inženjerstvo (Advanced Structural Engineering), Inženjerstvo zaštite okruženja (Environmental Engineering), Geotehika (Geotechnics) i Transport (Transport). U svim ovim oblastima mogu biti prema interesovanju studenata uključeni predmeti iz grupa Poslovni menadžment (Business Management) i Održivi razvoj (Sustainable Development). Pored ovih kurseva, department nudi i postdiplomske studije iz Sistemskog inženjerstva i inovacija (MSc in System Engineering and Innovation). Doktorske studije i izrada doktorske disertacije za naučni stepen doktor filozofije (PhD) obuhvataju najmanje tri godine intenzivnog naučno-istraživačkog rada u koledžu.

Iz ovog kratkog prikaza može se zaključiti da su u skladu sa našim zakonskim propisima i preporukama i principima Bolonjske deklaracije izvršene u našim visokoškolskim institucijama (univerzitetima i visokim školama) velike i temeljne promene u:

- Planovima, programima i sadržajima nastave,
- Stepenima i studijskim programima,
- Stručnim i akademskim nazivima,
- Organizaciji izvođenja nastave, metodama provera i vrednovanja znanja studenata,
- Uslovima za upis na stepene studija i u naredne godine studija,
- Sadržaju i načinu izdavanja diplome o završenim stepenima studija,
- Mogućnosti nastavka studija na drugim domaćim i stranim univerzitetima i visokim školama,
- Priznavanju položenih ispita i nostrifikacija diploma stečenih na stranim visokoškolskim ustanovama,
- Mogućnosti zapošljavanja i obavljanje profesionalnog rada za koji su se kandidati školovali,
- Polaganju stručnih ispita i dobijanje licenci od strane Inženjerske komore Srbije.

U vezi sa primenom zakonskih propisa baziranih na principima i preporukama Bolonjske deklaracije u našoj zemlji i drugim evropskim zemljama postoje mnogi problemi i oprečna mišljenja o efikasnosti, kvalitetu i osposobljenosti svršenih studenata za njihovo uspešno uključivanje u praksu i profesiju za koju su se školovali. Kritički osvrt na ove probleme biti će dat u jednom od narednih brojeva ovog časopisa.

*Prof. dr Živojin Prašćević, dipl. građ. inž.
redovni član Akademije inženjerskih nauka Srbije*

ПРИЗНАЊА У ЈУБИЛАРНОЈ ГОДИНИ RECOGNITIONS IN THE JUBILEE YEAR

Налазимо се у години у којој наш часопис слави 65 година континуалног излагања. И овај јубилеј као и други прилика је за сабирање резултата и размишљање о прошлости, али и промишљање и организовање будућности, колико је могуће.

Прошлост нашег часописа је 65 година трајања, што је укупно 780 месеци и нешто мање бројева часописа, неколико десетина књига – уџбеника, монографија о фирмама и људима и др. Кроз наш часопис прошли су најзначајнији људи српског и југословенског грађевинарства. У јуну месецу о.г. одржали смо јубиларно V саветовање о сеизмичком инжењерству – саветовање са међународним учешћем одржано је у Краљеву, али и то је већ прошлост. Прошлост нашег часописа чини и много других различитих ствари.

Сводећи рачуне прошлих времена и очекујући време које наилази примећујемо да Изградња и њени кадрови за свој дугогодишњи рад на унапређењу струке нису баш често награђивани, ни приближно ономе колико су заслуживали.

На свој начин то је и нормално – Изградња и њени кадрови нису били ловци на награде и признања, они нису лобирали за награђивање и сопствену промоцију, већ су се мирно али активно посветили раду на одржању и унапређењу часописа. То је било добро за струку и часопис, али је било тешко за људе који су га водили и који су, свако у свом времену, преузимали често несразмерно велике задатке и одговорности и успешно их савладавали кроз сво време трајања часописа.

Очекивали смо да и ова јубиларна година прође радно и мирно и у борби да се одржи часопис и његов ниво, очекивали смо да послујемо без моралних и материјалних дугова, очекивали смо да достигнемо објављивање интерно договорених око 700 штампаних страна у о.г. што је око 2.400 страна примарног текста. У тим очекивањима десило нам се нешто, и сасвим обично, али и сасвим неочекивано и веома значајно, како процењујемо.

Наиме, 11. априла о.г. стигло нам је писмо од фирме „Лаверна“ чији је власник госпођа Јелена Бојић, сарадник Конгресне библиотеке у Вашингтону. Обавестила нас је да је Конгресна библиотека, иначе једна од највећих у свету, заинтересована за наш часопис, тј. да је заинтересована да добије старе и нове бројеве нашег часописа. Били смо веома изненађени овим писмом, али и поласкани. Одазвали смо се у границама наших могућности – послали смо сва годишта нашег часописа почев од 1975. закључно са 2010. годином и обавезали се да нове бројеве достављамо како излазе. Све смо то дали онако како је тражено – у аналогном облику.

Izgradnja

From: "Laverna" <laverna@eunet.rs>
To: <izgradnja@sezampro.rs>
Sent: 11. april 2011 12:53
Subject: casopis

Postovana gospodjo Urosevic,

Obracam Vam se u vezi Vaseg casopisa IZGRADNJA (ISSN 0350-5421).
Kao saradnik Kongresne biblioteke u Washingtonu saljem veliki broj
casopisa iz nase zemlje.

Do Vaseg csopisa dosla sam preko gospodje Dragane Vasilski, poslala sam
jedan broj
I dobila odgovor od biblioteke da zele da Vas casopis uvrste u svoju
kolekciju.

Mislim da je dobro da se casopis nadje u tako velikoj biblioteci.
Vrlo je vazno da casopis stize u kontinuitetu, za buduće brojeve, a
takodje vazni su i stari brojevi.

Za sva pitanja mozete mi se obratiti preko telefona ili elektronskom postom.
Srdacan pozdrav,

У мају месецу о.г. добили смо писмо захвалности од господина Милише Петронијевића, библиотекара написано у име Конгресне библиотеке у Вашингтону за комплет часописа који је до 16. маја о.г. био допремљен у Вашингтон тј. за годишта од 1975. до 1991. године.

Izgradnja

From: "Petronijevic, Milisa" <mipe@loc.gov>
To: <izgradnja@sezampro.rs>
Cc: "Laverna International" <laverna@eunet.rs>
Sent: Monday, May 16, 2011 21:09
Subject: Zahvlnost

Postovani Gospodine Bojovicu,

Dozvolite da Vam se zahvalim u ime Kongresne biblioteke u Vasingtonu za poklonjenu komplet kolekciju casopisa Izgradnja od 1975 do 1991 godine. Vas casopic obogatio je kolkciju Kongresne biblioteke. Svim nasim posetiocima I Kongresmenima Vas casopis bice na rasoplaganju. Casopis Izgradnja - ISSN 350-5421 zavedn je u kataloski katalog pod bibliografskim brojem 10579054. Putem Interneta mozete naci naci Vas casopis u kolekciji Kongresne biblioteke.

U nadi da Vas casopis redovno dolaziti u Kongresnu biblioteku, ja Vam se jos jednom najjiskrenije zahvaljujem,

S postovanjem I srdacnim pozdravom,

Milisa Petronijevic
Librarian
Germanic and Slavic Division
Southeast Europe Section
101 Independence Ave., S.E.
Washington, D.C. 20504-4245
E-mail: mipe@loc.gov
Tel. 202 707-9491
Fax 202 252-3379

Захтев и захвалност Конгресне библиотеке из Вашингтона видимо као велико и заслужено признање, свим ауторима, функционерима, активистима, и пријатељима Изградње и као неку врсту и божије и људске правде која је, како српска народна пословица каже, спора али достижна. И не само то – то је можда највеће признање које је часопис добио током целог свог трајања од 65 година. Јер – признање је међународно и ми за њега нисмо лобирали.

Радећи уз велика финансијска и организациона ограничења мали колектив Изградње, уз помоћ пријатеља Часописа, врло успешно је организовао јубиларно В саветовање о сеизмичком инжењерству на тему „Искусства и поуке стечене након земљотреса у Краљевоу од 3.11.2010.„ Организатори скупа били су Часопис „Изградња“ и Град Краљево, где је саветовање и одржано. По општој оцени учесника саветовање је било врло успешно, а једна од потврда таквих оцена је и писмена захвалност др проф. емеритуса Предрага Гавриловића, из Института за земљотресно инжењерство и инжењерску сеизмологију из Скопља (ИЗИС).

Коначно, почетком јула месеца о.г. Удружење Стара Сурдулица и научно друштво „Академик Ђорђе Лазаревић“ из Сурдулице доделили су нашем часопису златну плакету и медаљу за научно и стручно стваралаштво квалификујући Изградњу као најзначајнији стручни часопис из области конструкторства.



удружење "Стара Сурдулица" и
научно друштво "Академик Ђорђе Лазаревић"
из Сурдулице

Нашем најзначајнијем стручном часопису из области
конструкторства "Изградња" из Београда

додељују

Златну плакету и медаљу за научно
и стручно стваралаштво

Сурдулица,
05. јули 2011.

За удружења,
проф. др Томислав Радојичић, дипл. инж. арх.

Сматрали смо да имамо обавезу да нашим читаоцима, сарадницима, пријатељима и активистима саопштимо да смо стицајем околности, у овој јубиларној години остварили и по неко значајно признање. За наш Часопис то нису само признања, то је доказ да смо на добром путу и да се крећемо у добром смеру, признање је у ствари и задатак нашем Часопису да истраје у послу који ради и да преживи непријатна и тешка времена у којима живимо.

В. д. главног и одговорног уредника
Часописа „Изградња“
Бранко Бојовић, дипл. инж. арх.

У броју 7–8 нашег часописа за ову годину, техничком грешком изостало је навођење имена и логоа наших DONATORA и SPONZORA. Користимо ову прилику да нашим DONATORIMA и SPONZORIMA упутимо извинjenje zbog ove greške i želju da nastavimo uspešnu saradnju i u narednim godinama.

Redakcija

*Свим чийаоцима,
сарадницима и
йословним йарйнерима,
срећну и усйешну
Нову 2012. йодину
жели Редакција „Изйрадње“*



САВРЕМЕНИ КОНЦЕПТ ПРОЈЕКТОВАЊА КОНСТРУКЦИЈА ОД АЛУМИНИЈУМСКИХ ЛЕГУРА ПРЕМА ЕВРОКОДУ 9

THE CONTEMPORARY DESIGN CONCEPT OF ALUMINUM ALLOYS STRUCTURES ACCORDING TO EUROCODE 9



UDK: 624.014.7(083.133)
Pregledni rad

Проф. др Златко МАРКОВИЋ, дипл. грађ. инж.
Јелена ДРАГАШ, дипл. грађ. инж.

РЕЗИМЕ

У овом раду су изложени основни принципи пројектовања конструкција од алуминијумских легура према најновијем европском стандарду EN1999-1-1/2007: Прорачун алуминијумских конструкција. Поред анализе прорачуна носивости и стабилности алуминијумских конструкција у раду је дат и приказ карактеристика алуминијума као конструктивног материјала, његових предности и мана, као и могућа примена у грађевинарству. Принципи прорачуна носивости илустровани су и карактеристичним нумеричким примерима.

Кључне речи: алуминијум, конструкције, прорачун, зона утицаја топлоте, Еврокод 9

SUMMARY

This paper provides an overview on basic principles of design Al-alloy structures based on the latest European standard EN1999-1-1/2007: Design of aluminium structures. Along with the design of resistance and stability of aluminium structures, presented is an overview of the characteristics of aluminium as a structural material, its advantages and disadvantages, and its possible application in civil engineering. The principles of design of cross sections resistance are illustrated in characteristic numeric examples.

Key words: aluminium, structures, design, heat affected zone, Eurocode 9

1. УВОД

Алуминијум је трећи најраспрострањенији елемент у земљиној кори после кисеоника и силицијума са заступљеношћу од чак 8,07%. Чист алуминијум је мекан и ограничене чврстоће, али у комбинацији са легирајућим елементима као што су бакар, манган, силицијум, магнезијум и цинк, добијају се карактеристике које алуминијумске легуре чине погодним за примену у многим гранама индустрије. Своју примену налази и у грађевинарству као материјал који је, захваљујући филму оксида, врло отпоран на дејство корозије. У чистом стању алуминијум се лако обликује, а помешан са малим количинама других метала у виду легура, може да достигне чврстоћу челика са само трећином његове тежине. Поред легирања, карактеристике алуминијума могу се знатно побољшати и термичком обрадом (жарењем, каљењем, дозревањем и обрадом у хладном стању).

Адреса аутора: Грађевински факултет Универзитета у Београду,
Институт за материјале и конструкције, 11000 Београд, Булевар
краља Александра 73
E-mail: zlatko@grf.bg.ac.rs
E-mail: jelena.dragas@gmail.com

При разматрању физичких и механичких карактеристика алуминијумских легура, најприкладније је вршити поређење са конструкционим или нерђајућим челицима, као материјалима који представљају највећу „конкуренцију“ алуминијуму. Алуминијумске легуре представљају врло широку фамилију прилично разноврсних материјала, па је тешко говорити о генералним сличностима алуминијума и других метала. Стога су алуминијумске легуре, у зависности од легирајућих елемената и стања производа, подељене у серије. Усвојен је нумерички систем означавања помоћу четвороцифрених арапских бројева од којих први дефинише серију, према преовлађујућим легирајућим елементима:

Серија 1XXX У овој групи су легуре које имају најмање 99% чистог алуминијума.

Серија 2XXX Легуре алуминијума са бакром, магнезијумом и силицијумом (Al-Cu, Al-Cu-Mg, Al-Cu-Si).

Серија 3XXX Легуре алуминијума са манганом (Al-Mn).

Серуја 4XXX Легуре алуминијума са силицијумом (Al-Si).

Серуја 5XXX Легуре алуминијума са магнезијумом (Al-Mg).

Серуја 6XXX Легуре алуминијума са силицијумом и магнезијумом (Al-Si-Mg).

Серуја 7XXX Легуре алуминијума са цинком и магнезијумом (Al-Zn-Mg).

Серуја 8XXX Легуре алуминијума са осталим легирајућим елементима.

Остали бројеви у основној ознаци (XXX) подробније описују поједина својства конкретне Ал-легуре. Поред основне ознаке Ал-легуре могу да имају и додатне ознаке које описују стање, односно начин термичке обраде. Наиме, производ од исте легуре добијен истим основним производним процесом, има битно различите употребне особине у зависности од начина термичке обраде производа, односно стања. У табели 1 приказана је веза између додатних ознака и начина термичке обраде, односно стања Ал-легуре.

Табела 1. Стање производа од алуминијумских легура - додатне ознаке

Ознака	Назив стања	Опис стања
0	Меко	Постигнуто рекристализационим жарењем производа добијених пластичном обрадом у хладном стању
T3	Термички очврсло са природним старењем и хладном обрадом	Постигнуто дозревањем на собној температури и обрадом у хладном стању
T4	Термички очврсло са природним старењем	Постигнуто дозревањем на собној температури
T5	Стабилно	Постигнуто жарењем производа примарне производње на температурама испод доње границе рекристализације
T6	Термички очврсло са вештачким старењем	Постигнуто растворним жарењем и термичим очвршћавањем при повишеним температурама (вештачко старење) производа од легура погодних за термичко очвршћавање
T8	Термички очврсло са вештачким старењем и хладном обрадом	Постигнуто вештачким старењем производа од легура погодних за термичко очвршћавање и обрадом у хладном стању

Табела 2. Упоредни приказ својстава алуминијума, челика и нерђајућег челика

Карактеристике материјала	Алуминијум 6061-T6	Челик S235-S355	Инокс 1.4301
Обрадљивост	врло добра	недовољна	ограничена
Заварљивост	слаба, редукција чврстоће	добра, нема редукције	добра
Отпорност на корозију	добра	слаба	врло добра
Граница развлачења - f_y	240 МПа	235-355 МПа	210 МПа
Специфична тежина	26,5 kN/m ³	78,5 kN/m ³	77 kN/m ³
Модул еластичности- E	70 GPa	210 GPa	200GPa
Издужење при лому	8%-10%	20%	45%
Однос чврстоћа/тежина	9,0	3,0-4,5	2,7

У табели 2 је дат упоредни приказ основних својстава алуминијумске легуре серије 6061-T6, конструкционих челика и једног нерђајућег челика.

Бројне предности алуминијума намећу га као одлично решење за многе конструкције као што су: системи кровова средњег и великог распона код којих смањење тежине игра велику улогу, конструкције јавних, стамбених и других објеката са изложеном конструкцијом који се налазе у приморским крајевима, конструкције које се налазе у агресивним срединама (кровови базена, мостови, *offshore* конструкције...), конструкције са покретним деловима којима алуминијум као лак материјал омогућава знатно већу економичност, објекти за складиштење и транспорт материја које агресивно делују на челик (резервоари, цевоводи...), конструкције високог степена радионичке обраде, које обједињују носећу функцију и функцију облоге, конструкције које је јако тешко одржавати (светионике, далеководи, носаче саобраћајних знакова...), конструкције у пределима који су доста удаљени од места производње па

трошкови транспорта представљају битну ставку (далеководи), монтаж-но демонтажне конструкције различите намене, конструкције које се граде у тешко приступачним пределима (понтонски мостови, помоћни мостови, скеле). Такође се користи за постојеће конструкције код којих је због планираног повећања оптерећења предвиђена замена старих елемената елементима мање тежине, као и за конструкције у пределима са веома ниским температурама у којима је употреба челика немогућа. На слици 1 су приказани неки примери објеката од алуминијума.

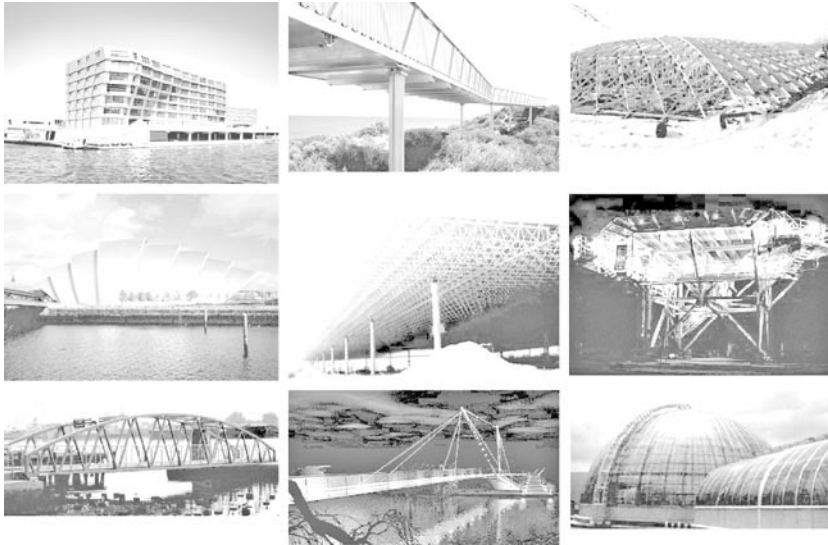
2. СПЕЦИФИЧНОСТИ АЛУМИНИЈУМСКИХ ЛЕГУРА

Специфична тежина

Алуминијумске легуре имају тежину приближно три пута мању од челика, што омогућава израду лакших конструкција, као и лакши и јефтинији транспорт и монтажу.

Отпорност на дејство корозије

Природни слој алуминијум-оксида обезбеђује високо ефикасну препреку зубу времена, утицају ниске температуре, влаге и хемијски агресивним супстанцама. За разлику од челика који годишње губи око 80 g/m², алуминијум губи само 2-4 g/m² услед дејства корозије. Иако се, због добре отпорности на корозију алуми-



Слика 1. Примери конструкција од алуминијума

нијум може применити без заштитног премаза, постоји опасност од контактне корозије. Услед разлике електрохемијског потенцијала алуминијума и других материјала у присуству електролита настају галванске струје, које доводе до разградње електрохемијски негативнијег материјала. Корозија најчешће настаје између алуминијума и челика, па је потребно посебну пажњу посветити оваквим спојевима како не би дошло до анодног растварања алуминијума. Постоје готови системи за везе ова два метала у конструкцијама, као и разни подметачи, премази и лепљиве траке за елиминацију контакта.

Флексибилност

Особине алуминијума и његових легура омогућавају лако индустријско обликовање – ваљање, ковање, истискивање и ливење. Флексибилност алуминијума утиче и на мањи утрошак материјала, зато што омогућава производњу попречних пресека чији облици имају најмању тежину и најповољнија конструкцијска својства.

Понашање на ниским температурама

Алуминијум је погодан за коришћење у срединама са ниским температурама зато што је отпорнији на крти лом од челика. Код алуминијума снижењем температуре долази до повећања дуктилности и до побољшања других карактеристика материјала, као што је на пример затезна чврстоћа која се такође повећава са смањењем температуре.

Модул еластичности

Битна разлика између алуминијума и челика је и три пута мањи модул еластичности алуминијума. Као последица тога, проблем избочавања и деформација је знатно израженији него код челика. Због

малог модула еластичности алуминијумске конструкције су осетљивије и на вибрације и у стању су да апсорбују већи деформациони рад од челичних конструкција. Као такве могу да пригушују осцилације, и имају мањи коефицијент удара.

Понашање при порасту температуре

При порасту температуре механичка својства алуминијума брже опадају него код челика. Издужења услед температуре су два пута већа него код челика ($\alpha_t = 2,3 \times 10^{-5} 1/C^\circ$), али због мањег модула еластичности напони који се јављају у материјалу услед температуре су само две трећине оних у челику.

Издужење при лому

Алуминијумске легуре имају мање издужење при лому од челика. У зависности од начина производње и типа легуре различита су и издужења. Код каљених и вештачки остарелих алуминијумских легура гранично издужење износи 5-15%, а код легура очврселих хладном обрадом испод 10%, што је два пута мање него код челика, али ипак довољно да конструкције од алуминијума не буду склоне кртом лому.

σ - ϵ дијаграм

За разлику од челика који има изражен линеарно еластичан део σ - ϵ дијаграма, зависност напона и дилатације код алуминијума има нелинеарно-пластични карактер. Услед велике разноврсности легура и њихових својстава облик σ - ϵ дијаграма је знатно сложенији него код челика. Постоји већи број различитих нумеричких модела σ - ϵ дијаграма. У Еврокоду 9 је заступљен Рамберг-Озгудов модел који се може приказати у следећем облику:

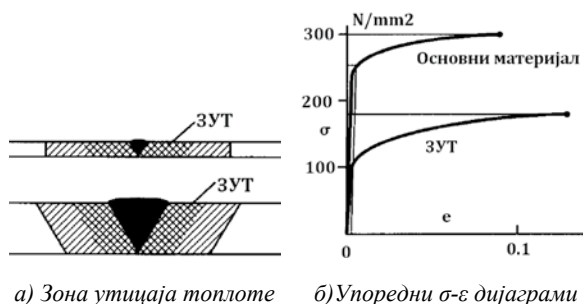
$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} + 0,002 \left(\frac{\sigma}{f_0} \right)^n$$

где су n и f_0 параметри који зависе од врсте и стања Ал-легура и који су дати табеларно у Еврокоду 9.

Зона утицаја топлоте – ЗУТ

Приликом електролучног заваривања долази до топљења основног материјала и до преношења топлоте у основни материјал у зони шава, па се јављају велике промене у микроструктури алуминијума. Термички утицаји се брзо шире на зону у околини шав - зона утицаја топлоте - ЗУТ (*heat affected zone*-HAZ), док се утицаји смањења чврстоће материјала губе изван те зоне (слика 2а). Гранична носивост материјала

у ЗУТ-у је мања него код основног материјала, σ - ϵ крива је блажа, а материјал у ЗУТ-у је нешто дуктилнији од основног материјала (слика 2б). Код легура серије бxxx топлота заваривања може локално да смањи чврстоћу основног материјала на половину. Код легура серије 7xxx утицај топлоте је нешто мањи, али се простира у области око шави. После поступка жарења код легура серија 5xxx и 3xxx (ојачане процесом каљења) долази до пада на ниво О (меко стање). ЗУТ је најизраженији код термички обрађених легура серија 2xxx, бxxx и 7xxx.



Слика 2. Утицаји заваривања у зони утицаја топлоте

Непосредно након заваривања долази до пада носивости у завареном споју, међутим после одређеног времена долази до побољшања носећих карактеристика у ЗУТ-у. Овај феномен је познат као *старење шави*. Код групе легура серије 7xxx овај феномен је посебно изражен, па после заваривања долази до пада чврстоће на 50% од почетне вредности. После приближно три месеца долази до побољшања механичких карактеристика на вредности приближне изворној легури. Овај феномен зависи од квалитета шави, дебљине основног материјала, количине топлоте која се ослободи приликом заваривања и врсте додатног материјала. Што је већа количина топлоте приликом заваривања, већи је и пад механичких карактеристика материјала. Како би се побољшале механичке карактеристике материјала после заваривања, користе се и поступци додатног загревања после заваривања, на температурама од око 200°C. Овим поступком могуће је материјалу у ЗУТ-у повратити првобитну чврстоћу. Смањење чврстоће на затезање и границе развлачења у ЗУТ-у се мора узети у обзир при прорачуну. Побољшање карактеристика термички обрађених легура процесом старења шави није довољно истражено и треба га узети са резервом.



Слика 3. Смањење чврстоће материјала у околини шави - ширина ЗУТ-а

Величина, односно ширина зоне утицаја топлоте зависи од више различитих фактора. На слици 3 приказан је утицај слабења чврстоће материјала у зони око шави у функцији удаљености од осе шави. Зона утицаја топлоте се простира до приближно 75 mm од осе шави, а највећи утицај на чврстоћу се осећа на растојању до 25 mm (25 mm \cong 1inch). Због тога се, до појаве Еврокода 9, користило правило једног инча (*one-inch rule*).

3. ОСНОВЕ ПРОРАЧУНА ПРЕМА ЕВРОКОДУ 9

Европским прописима за конструкције, познатијим као Еврокодovi за конструкције обухваћене су и конструкције од алуминијумских легура којима припада посебан део, Еврокод 9: Прорачун алуминијумских конструкција (EN 1999 Eurocode 9: *Design of aluminium structures*). Због свог обима Еврокод 9 је подељен на пет делова:

EN 1999-1-1: Општа конструкцијска правила (*General structural rules*);

EN 1999-1-2: Прорачун конструкција на дејство пожара (*Structural fire design*);

EN 1999-1-3: Конструкције осетљиве на замор (*Structures susceptible to fatigue*);

EN 1999-1-4: Хладнообликовани конструкциони лимови (*Cold-formed structural sheeting*);

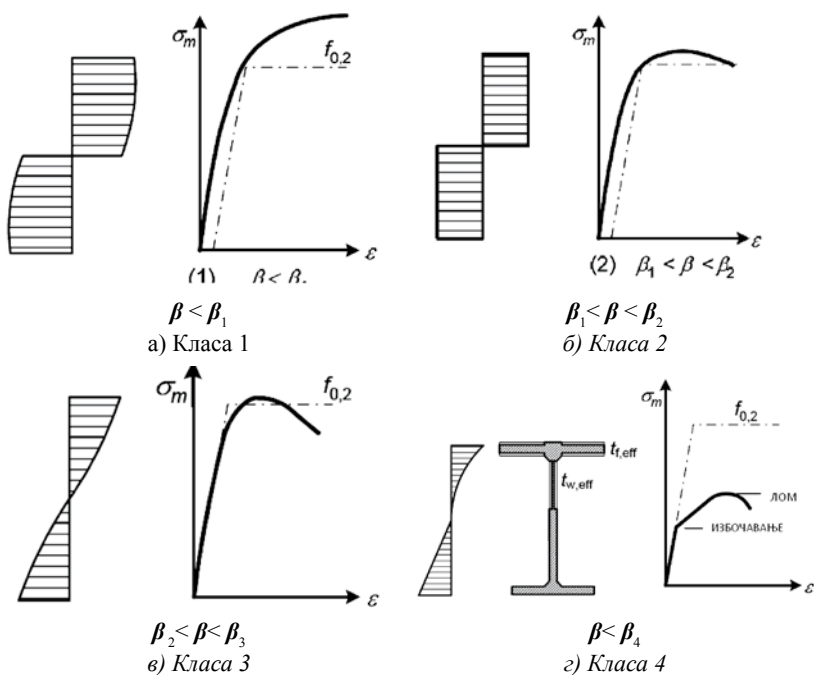
EN 1999-1-5: Љуске (*Shell structures*);

У оквиру процеса усаглашавања домаћих стандарда и прописа са прописима ЕУ предвиђено је да се до краја 2012. године сви еврокодovi усвоје као домаћи стандарди - СРПС-ЕН, па је то судбина и Еврокода 9. Имајући у виду да до сада у нашој земљи нису постојали прописи за прорачун алуминијумских конструкција ова чињеница представља охрабрење инжењерима да почну са масовнијом применом алуминијумских конструкција. Овај рад, између осталог, има за циљ да инжењерској популацији донекле приближи ову проблематику.

Свакако најзначајнији од свих делова Еврокода 9 је базични део EN 1999-1-1 који садржи општа правила за прорачун конструкција од Ал-легура, па су у наредном делу рада укратко истакнути најзначајнији сегменти из овог дела Еврокода 9. У овом делу су дата правила за пројектовање конструкција од алуминијума: основе прорачуна, карактеристике материјала, гранична стања носивости, гранична стања употребљивости, прорачун веза, ...

3.1. Класификација попречних пресека

Слично као и код челичних конструкција, провера граничних стања носивости и избор глобалне анализе конструкције, зависе од класе попречног пресека. Неопходно је одредити класе попречних пресека свих притиснутих или делимично притиснутих елемената конструкције. У зависности од класе попречног пресека одређује се капацитет носивости пресека и тип глобалне и локалне анализе. Различити делови пресека (ребро или ножице) могу, генерално да буду



Слика 4. Дефиниције класа попречних пресека

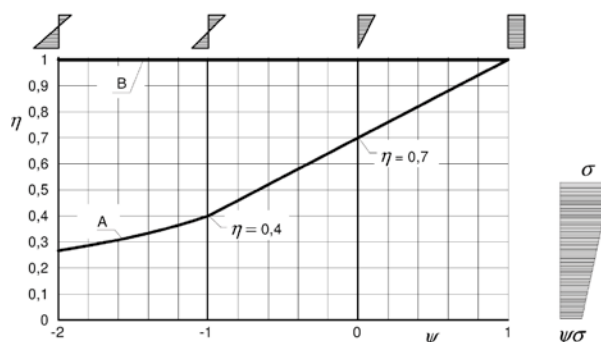
различите класе, и треба их посебно класификовати. За класу попречног пресека се усваја класа најнеповољнијег дела пресека, односно највиша класа. Као и Еврокод 3 и Еврокод 9 разликује четири класе попречних пресека:

Класа 1 – Пресеци који имају довољан капацитет ротације да формирају пластични зглоб који омогућава употребу глобалне пластичне анализе без редукције носивости (слика 4а). Код компактних пресека код којих неће доћи до избочавања услед притиска долази до пластичног понашања прекорачењем границе еластичности.

Класа 2 – Попречни пресеци који могу да достигну пластични момент носивости, али имају ог-

Табела 3. Коефицијент виткости β за неукрућене делове пресека

За унутрашње и конзолне делове пресека са константним нормалним напонем и конзолне делове пресека са максималним напонем притиска на крају конзолног препуста.	$\beta = b/t$
За унутрашње делове пресека са променљивим дијаграмом напона, где је неутрална оса у средини елемента.	$\beta = 0,4 b/t$
За унутрашње делове пресека са променљивим нормалним напонем и конзолне делове пресека са максималним напонем притиска на почетку конзолног дела.	$\beta = \eta b/t$
$\eta = 0,70 + 0,30 \psi$ за $1 \geq \psi \geq -1$ $\eta = 0,80/(1 - \psi)$ за $\psi < -1$ ψ однос напона на ивицама пресека (видети слику 5); $\psi = \frac{\sigma_{x2}}{\sigma_{x1}}$ b ширина разматраног дела попречног пресека; t дебљина елемента попречног пресека.	



Слика 5. Одређивање коефицијента η . А – маскималан напон притиска на почетку конзолног препуста, В – маскималан напон притиска на крају конзолног препуста

Код делова пресека са укрућењима разликују се три модела избочавања:

Модел 1 – Укрућени део пресека се избочава заједно са укрућењем - дисторзионо извијање (слика 6а);

Модел 2 – Избочавање укрућеног поља и укрућења је независно, а веза укрућења са пресеком је права (слика 6б).

раничени капацитет ротације услед локалног избочавања, који није довољан за глобалну пластичну анализу (слика 4б).

Класа 3 – Попречни пресеци код којих је достигнута граница развлачења само у крајњим влакнима, али је даља пластификација онемогућена услед локалног избочавања (слика 4в). Може се развити само еластични момент носивости. До избочавања долази услед напона већих, или једнаких техничкој граници развлачења - $f_{0,2}$.

Класа 4 – Попречни пресеци код којих се услед локалног избочавања не може достићи граница развлачења $f_{0,2}$ ни у најудаљенијем влакну пресека (слика 4г). До избочавања долази пре него што се пластификује најоптерећеније влакно у попречном пресеку. Неопходно је да се узму у обзир утицаји избочавања помоћу ефективног попречног пресека.

Као што се из претходног види дефиниција класа пресека је готово иста као и код челичних конструкција, али је одређивање класе сасвим другачије. Класификација попречних пресека алуминијумских конструкција се врши помоћу коефицијента виткости β којим се дефинише осетљивост делова попречног пресека на избочавање, који се посебно одређује за неукрућене и укрућене делове попречног пресека. За неукрућене делове попречног пресека коефицијент β треба да се одреди према табели 3.

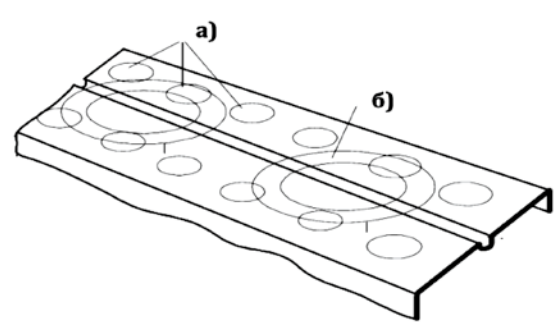
Модел 3 – Представља комбинацију прва два модела. Суперпонирају се утицаји локалног избочавања равног (неукрућеног) дела и читаве укрућене зоне (слика 6в).



а) Модел 1- Дисторзионо извијање

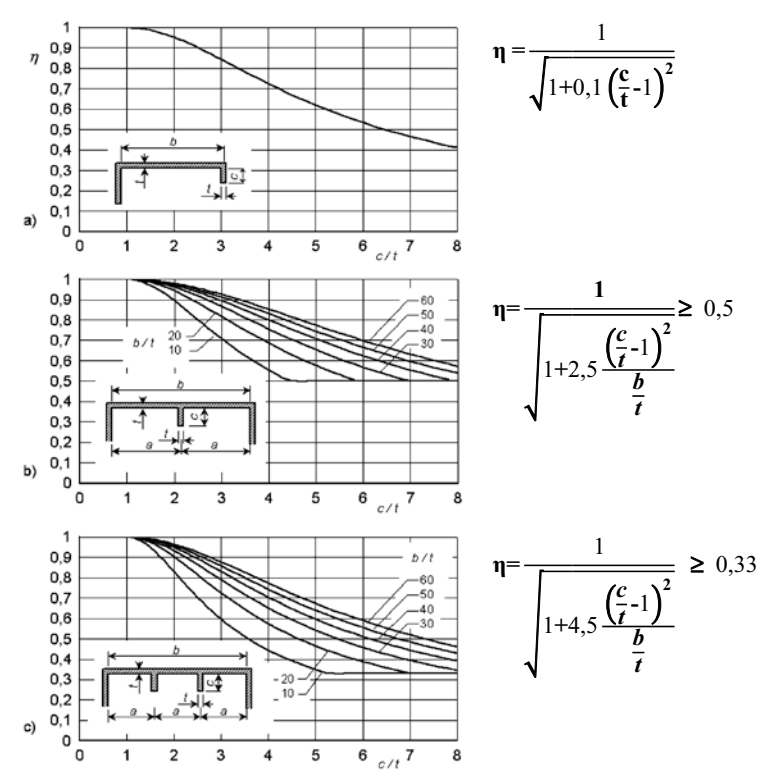


б) Модел 2- Независно избочавање елемената и укрућења



в) Модел 3 - Комбиновано избочавање елемената са укрућењем

Слика 6. Различити модели избочавања укрућених елемената



Слика 7. Одређивање параметра η за укрућене делове пресека

Табела 4. Одређивање класе дела пресека

	Греде	Притиснути штапови
Класа 1	$\beta < \beta_1$	$\beta \leq \beta_2$
Класа 2	$\beta_1 < \beta \leq \beta_2$	$\beta \leq \beta_2$
Класа 3	$\beta_2 < \beta \leq \beta_3$	$\beta_2 < \beta \leq \beta_3$
Класа 4	$\beta_3 < \beta$	$\beta_3 < \beta$

Табела 5. Граничне вредности коефицијента виткости

Класификација материјала	Унутрашњи делови			Конзолни делови		
	β_1/ϵ	β_2/ϵ	β_3/ϵ	β_1/ϵ	β_2/ϵ	β_3/ϵ
Класа А, без шавова	11	16	22	3	4,5	6
Класа А, са шавовима	9	13	18	2,5	4	5
Класа Б, без шавова	13	16,5	18	3,5	4,5	5
Класа Б, са шавовима	10	13,5	15	3	3,5	4

$\epsilon = \sqrt{\frac{250}{f_0}}$ где је f_0 у N/mm^2

За уобичајена стандардна укрућења (која су исте дебљине као и елемент који укрућују) и константан напон притиска, коефицијент виткости β може да се одреди на основу израза за неукрућене делове пресека $\beta = \eta b/t$ где се коефицијент η одређује на основу дијаграма приказаних на слици 7, у зависности од типа и броја укрућења.

На основу одређеног параметра β може да се изврши класификација попречног пресека како је приказано у табели 4, док су граничне вредности коефицијената виткости β_1 , β_2 и β_3 за греде и притиснуте елементе дате у табели 5.

Класа извијања материјала А или Б зависи од облика σ - ϵ дијаграма. У EN 1999-1-1 је за све Ал-легууре дефинисано којој класи припадају.

3.2. Концепт ефективног пресека код попречних пресека класе 4

Носивост попречних пресека класе 4 се одређује на основу ефективних геометријских карактеристика пресека. Редукција носивости услед избочавања се врши помоћу коефицијента редукције ρ_c којим се умањује дебљина свих притиснутих делова пресека класе 4. За све пресеке константне дебљине, коефицијент ρ_c може да се одреди на следећи начин:

$$\rho_c = 1,0 \quad \text{за} \quad \beta \leq \beta_3$$

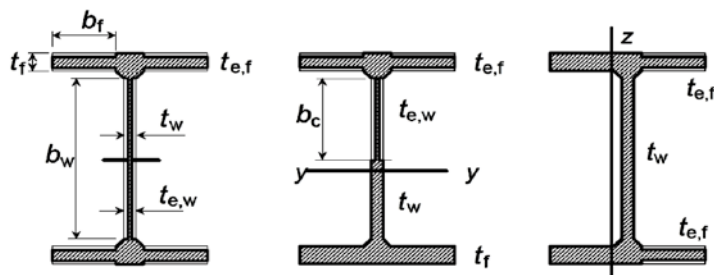
$$\rho_c = \frac{C_1}{\beta/\epsilon} - \frac{C_2}{(\beta/\epsilon)^2} \quad \text{за} \quad \beta > \beta_3$$

где су коефицијенти C_1 и C_2 дати у табели 6.

Табела 6. Вредности коефицијената C_1 и C_2

Класификација материјала	Унутрашњи делови		Конзолни делови	
	C_1	C_2	C_1	C_2
Класа А, без шавова	32	220	10	24
Класа А, са шавовима	29	198	9	20
Класа Б, без шавова	29	198	9	20
Класа Б, са шавовима	25	150	8	16

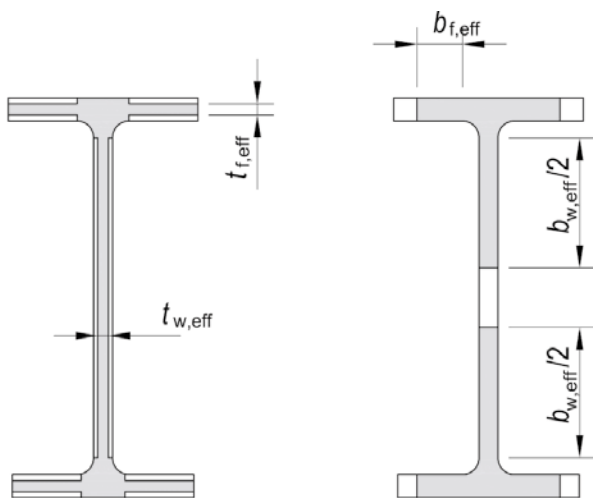
Код попречних пресека класе 4 потребно је да се одреди ефективна дебљина притиснутих делова пресека. На слици 8 су приказани карактеристични облици ефективних попречних пресека за различите случајеве напрезања.



а) Притисак б) Савијање око у-у осе в) Савијање око z-z осе

Слика 8. Ефективни попречни пресеци за различите случајеве напрезања

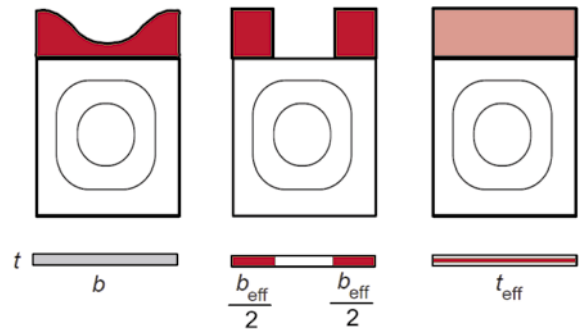
Код алуминијума се избочавање притиснутог дела пресека, као и утицај заваривања у ЗУТ-у уводе у прорачун преко ефективне дебљине пресека t_{eff} док се код челика ефективни пресек одређује на основу ефективне ширине b_{eff} (слика 9). Ово имплицира и различите облике прорачунских дијаграма нормалних напона (слика 10).



а) Алуминијум

б) Челик

Слика 9. Поређење ефективних пресека од алуминијума и челика



а) Стварна расподела напона б) Ефективна ширина в) Ефективна дебљина

Слика 10. Стварни и прорачунски дијаграми нормалног напона притиска

Одређивање ефективног попречног пресека помоћу ефективне дебљине омогућава једноставнији прорачун, јер отпада потреба за одређивањем почетка и краја ефективне ширине и лакше комбиновање утицаја избочавања и ЗУТ-а.

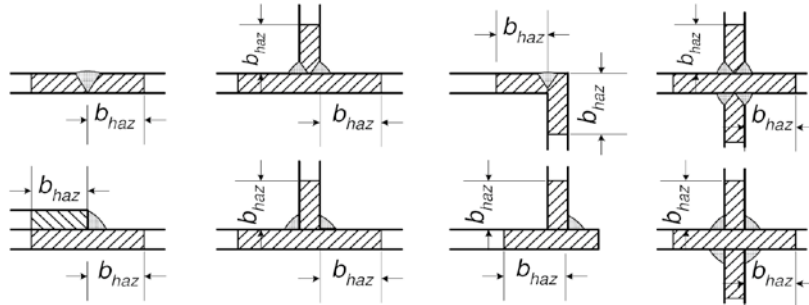
3.3. Редукција пресека у зони утицаја топлоте

Алуминијум је знатно осетљивији на дејство топлоте од челика. У околини шавова (ЗУТ) долази до редукције својстава материјала услед топлоте која се развија приликом процеса заваривања. Ради једноставнијег прорачуна усвојено је да редукована својства алуминијума у зони утицаја топлоте имају константну вредност. Умањене вредности границе развлачења $f_{o,haz}$ и чврстоће на затезање $f_{u,haz}$ за различите легуре алуминијума су дате у стандарду EN 1999-1-1. Редукција својстава материјала у зони утицаја топлоте се узима у обзир помоћу фактора редукције који се одређују на следећи начин:

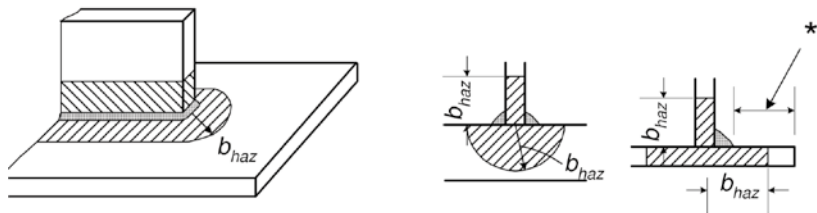
$$\rho_{o,haz} = \frac{f_{o,haz}}{f_o} \quad \rho_{u,haz} = \frac{f_{u,haz}}{f_u}$$

Зона у којој је потребно редуковати својства материјала се простире у свим правцима од шавова на дужини од b_{haz} , као што је приказано на слици 11. Ради једноставнијег прорачуна, уместо редукције карактеристика материјала у Еврокоду 9 се врши смањење дебљине делова пресека у оквиру ЗУТ-а. Код танких лимова за границе зоне утицаја топлоте могу да се усвоје праве линије, док се у случају већих дебљина усвајају као криве линије (слика 12). Ако је растојање од ивице шавова до ивице препуста мање од $3b_{haz}$ може се усвојити да се зона утицаја топлоте простире читавом дужином препуста.

Ширина зоне утицаја топлоте зависи од примењеног поступка заваривања и дебљине елемената који се заварују. Вредности b_{haz} се за МИГ поступак



Слика 11. Простирање зоне утицаја топлоте



Слика 12. Зона утицаја топлоте у елементима веће дебљине

крећу од 20 mm за танке лимове до 40 mm за лимове дебљине изнад 25 mm.

3.4. Карактеристике попречних пресека

За потребе прорачуна носивости пресека конструкција од Ал-легура, у зависности од врсте напрезања, користе се различите површине попречног пресека.

Бруто површина попречног пресека A_g је укупна површина пресека без утицаја избочавања и топлоте заваривања, као и без одбитка услед рупа за спојна средства.

Нето површина попречног пресека A_{net} је површина која се добија када се од бруто пресека одузму површине рупа за спојна средства и евентуални отвори. У случају смакнутог распореда рупа за спојна средства, нето површина пресека се одређује на основу следећих израза (видети слику 13а):

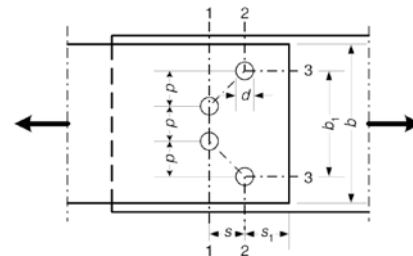
$$A_{net} = \min \left\{ \begin{array}{ll} t(b - 2d) & \text{линија 1} \\ t \left(b - 4d + \frac{2s^2}{4p} \right) & \text{линија 2} \\ t \left(b_1 + 2 \cdot 0,65 s_f - 4d + \frac{2s^2}{4p} \right) & \text{линија 3} \end{array} \right.$$

Површина ефикасног попречног пресека A_{eff} је површина која се добија редуцијом услед избочавања и/или услед термичких утицаја у материјалу ЗУТ-а. Редуција носивости материјала у ЗУТ-у се узима у обзир на различите начине, у зависности од класе попречног пресека:

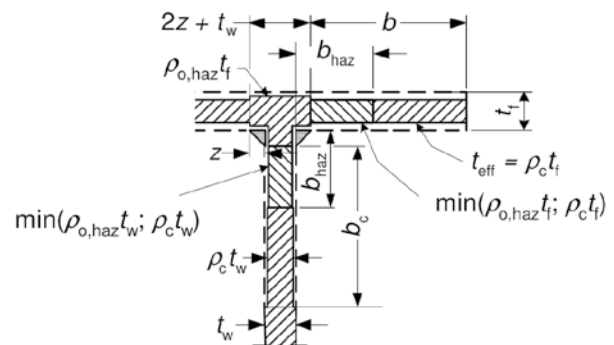
а) Код делова пресека класа 1, 2 и 3 који су изложени термичким утицајима услед заваривања у зонама утицаја топлоте на ширини b_{haz} , смањује се дебљина лимова на вредност: $\rho_{o,haz} t$;

б) Код притиснутих делова пресека класе 4 који нису изложени утицају топлоте, редукована вредност дебљине је: $t_{eff} = \rho_c t$;

в) Код притиснутих делова пресека класе 4 који су изложени утицају топлоте ефикасна дебљина је једнака минималној вредности од $\rho_c t$ и $\rho_{o,haz} t$ у делу ЗУТ-а, односно $\rho_c t$ на осталом притиснутом делу пресека (слика 13б).



Слика 13а. Потенцијалне линије лома



Слика 13б. Ефикасне дебљине код завареног пресека класе 4

3.5. Гранична стања носивости

При прорачуну алуминијумских конструкција неопходно проверити сва релевантна гранична стања носивости и употребљивости. У овом раду су, због ограниченог обима, издвојена и презентована само нека најзначајнија гранична стања носивости.

3.5.1. Аксијално затезање

Код елемената оптерећених аксијалном силом затезања потребно је проверити само носивост попречног пресека. Следећи услов треба да буде испуњен:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0$$

где је:

N_{Ed} прорачунска вредност аксијалне силе затезања,
 $N_{t,Rd}$ прорачунска носивост попречног пресека на затезање.

Прорачунска вредност носивости попречног пресека на затезање $N_{t,Rd}$ се одређује као најмања од следеће три вредности:

$N_{o,Rd} = A_g \frac{f_o}{\gamma_{M1}}$ носивост при потпуној пластификацији пресека

$N_{u,Rd} = 0,9 A_{net} \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$ гранична носивост нето пресека на месту рупа (ако их има)

$N_{o,Rd} = A_{eff} \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$ гранична носивост у зони заваривања (ако постоји)

где је:

A_g површина бруто попречног пресека,
 A_{net} нето површина попречног пресека која је редукована за величину рупа за спојна средства и смањење дебљине у ЗУТ на $\rho_{u,haz} t$,

A_{eff} ефективна површина попречног пресека која се заснива на дебљини $\rho_{u,haz} t$,

γ_{M1} парцијални коефицијент сигурности за носивост пресека и елемената ($\gamma_{M1} = 1,1$),

γ_{M2} парцијални коефицијент сигурности за носивост на лом затезањем ($\gamma_{M2} = 1,25$),

Због смањења својстава пресека није дозвољено да се рупе за спојна средства налазе у оквиру ЗУТ-а.

3.5.2. Аксијални притисак

Код притиснутих елемената потребно је извршити контролу носивости попречног пресека и контрола елемената на извијање. Носивост попречног пресека треба да се провери на следећи начин:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0$$

где је $N_{c,Rd}$ прорачунска носивост попречног пресека на притисак која треба да се одреди на следећи начин:

$N_{u,Rd} = A_{net} \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$ гранична носивост пресека са отвором или неиспуњеним рупама

$N_{c,Rd} = A_{eff} \frac{f_o}{\gamma_{M1}}$ носивост попречног пресека на притисак

где је:

A_{net} нето површина попречног пресека са редукијом на месту рупа и редукијом у ЗУТ-у ако је то потребно,

A_{eff} површина ефективног попречног пресека занована на редукији дебљине пресека услед избочавања и утицаја ЗУТ-а када они постоје (то јест код заварених пресека).

3.5.3. Савијање

Код елемената оптерећених на савијање, односно носача, неопходно је да у сваком попречном пресеку буде задовољен следећи услов:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \leq 1,0$$

где је:

M_{Ed} прорачунска вредност момента савијања,

M_{Rd} прорачунска вредност момента носивости.

Носивост попречних пресека код носача зависи од класе пресека. Прорачунска вредност момента носивости M_{Rd} може да се одреди као мања од следеће две вредности:

$M_{u,Rd} = W_{net} \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$ момент носивости нето пресека на месту слабљења рупама за спојна средства

$M_{c,Rd} = \alpha W_{el} \frac{f_o}{\gamma_{M1}}$ момент носивости попречног пресека, без слабљења

где је:

α коефицијент облика пресека (табела 7),

Табела 7. Коефицијенти облика пресека α

Класа пресека	α (без шавова)	α (са подужним шавовима)
1	W_{pl} / W_{el}	$W_{pl,haz} / W_{el}$
2	W_{pl} / W_{el}	$W_{pl,haz} / W_{el}$
3	1	$W_{el,haz} / W_{el}$
4	W_{eff} / W_{el}	$W_{eff,haz} / W_{el}$

W_{pl} пластичан отпорни момент бруто попречног пресека,
 W_{eff} еластичан отпорни момент ефективног пресека, добијен коришћењем редуковане дебљине t_{eff} за пресеке класе 4,
 $W_{el,haz}$ ефективни еластичан отпорни момент бруто пресека, добијен коришћењем редуковане дебљине попречног пресека $\rho_{o,haz} t$ за материјал у ЗУТ-у,
 $W_{pl,haz}$ ефективни пластични отпорни момент бруто попречног пресека, добијен коришћењем редуковане дебљине попречног пресека $\rho_{o,haz} t$ за материјал у ЗУТ-у,
 $W_{eff,haz}$ ефективни еластичан отпорни момент, добијен коришћењем редуковане дебљине попречног пресека $\rho_c t$ за попречне пресеке класе 4, или редуковане дебљине $\rho_{o,haz} t$ за материјал у зони утицаја топлоте (узима се мања од ове две вредности).

W_{el} еластични отпорни момент бруто попречног пресека,

W_{net} еластични отпорни момент нето попречног пресека.

Услед дејства момента савијања код носача који нису бочно придржани може да дође до бочно-торзионог извијања, па је потребно је проверити и ово гранично стање. У Еврокоду 9 су дата детаљна правила за прорачун носивости елемената на бочно-торзионо извијање. У Анексу I EN1999-1-1 је дат поступак за прорачун критичног момента бочно-торзионог извијања.

3.5.4. Смицање

Код елемената оптерећених на смицање потребно је задовољити следећи услов:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 1,0$$

где је:

V_{Ed} прорачунска вредност силе смицања,

V_{Rd} прорачунска носивост пресека на смицање.

Прорачунска пластична носивост попречног пресека на смицање V_{Rd} може да се одреди на основу следећег израза:

$$V_{Rd} = A_v \frac{f_o}{\gamma_{M1} \sqrt{3}}$$

где је A_v површина смицања која зависи од облика попречног пресека.

3.5.5. Носивост притиснутих елемената на извијање

Поред носивости попречног пресека код притиснутих елемената је неопходна и контрола носивости елемента на извијање:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

где је $N_{b,Rd}$ прорачунска носивост елемената на извијање која треба да се одреди на основу следећег израза:

$$N_{b,Rd} = \kappa \chi A_{eff} \frac{f_o}{\gamma_{M1}}$$

где је:

χ коефицијент редуције за разматрани вид извијања,

κ фактор којим се узима у обзир слабљење услед заваривања, који је једнак јединици за пресеке који нису формиран заваривањем,

A_{eff} површина ефективног пресека (код пресека класе 1, 2 и 3 $A_{eff} = A$).

Коефицијент редуције за разматрани вид извијања χ се одређује на следећи начин:

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} < 1,0$$

$$\phi = 0,5 \left(1 + \alpha (\bar{\lambda} - \bar{\lambda}_0) + \bar{\lambda}^2 \right)$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_o}{N_{cr}}}$$

где је:

α коефицијент имперфекције који зависи од криве извијања (слика 14),

$\bar{\lambda}$ релативна виткост на извијање,

$\bar{\lambda}_0$ граница хоризонталног платоа криве извијања,

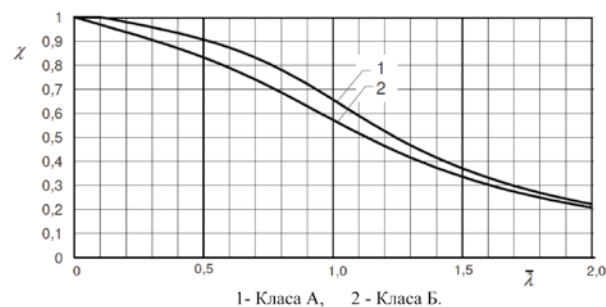
N_{cr} еластична критична сила за релевантни вид извијања (флексионо, торзионо или торзионо-флексионо).

Као последица чињенице да алуминијумске легуре представљају групу материјала чије су механичке карактеристике врло разноврсне, а могућност обликовања попречних пресека екструзијом врло велика, увођење кривих извијања на начин који је усвојен код челичних елемената би дао веома велики број кривих извијања. Код челичних конструкција су заостали напони који се јављају услед процеса производње елемената значајни, док су код алуминијумских екструдираних профила много мањи, па утицај облика попречног пресека на извијање може да се занемари. Због тога Еврокод 9 предвиђа само две криве извијања: за класу А и класу Б (видети слику 14 и табелу 8).

Коефицијент имперфекције α и граница $\bar{\lambda}_0$ се разликују за флексионо, односно торзионо и торзионо-флексионо извијање. Вредности ових параметара за случај флексионог извијања дате су у табели 8.

Табела 8. Коефицијент имперфекције α и граница $\bar{\lambda}_0$ за флексионо извијање

Класа избочавања материјала према табели 3.2 из EN 1999-1-1	α	λ_0
Класа материјала А	0,20	0,10
Класа материјала Б	0,32	0,00



Слика 14. Криве извијања за елементе алуминијумских конструкција

4. ПРИМЕР

У овом примеру приказан је прорачун носивости завареног I-пресека на затезање, притисак, савијање и смицање. Димензије попречног пресека су прика-

зане на слици 15, где су дата и својства материјала за усвојену легуру алуминијума 6082-T6/T651.



Слика 15. Карактеристике попречног пресека и својства материјала

Коefицијенти виткости за чист притисак:

За ножицу:

$$\beta_f = \frac{47,5}{10} = 4,75 < \beta_3^f \rightarrow \text{Класа 3}$$

За ребро:

$$\beta_w = \frac{320}{5} = 64 > \beta_3^w \rightarrow \text{Класа 4}$$

Када је оптерећен на чист притисак пресек је **класе 4**.

Коefицијенти виткости за чисто савијање:

За ножицу:

$$\beta_f = \frac{47,5}{10} = 4,75 < \beta_3^f \rightarrow \text{Класа 3}$$

За ребро:

$$\beta_w = 0,4 \frac{320}{5} = 25,6 > \beta_3^w \rightarrow \text{Класа 4}$$

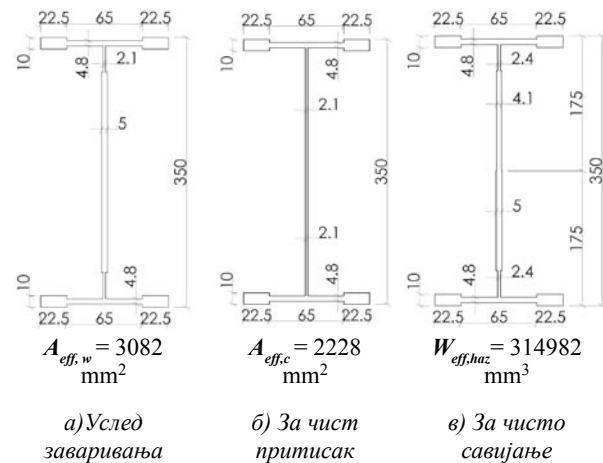
Када је оптерећен на чисто савијање пресек је **класе 4**.

Коefицијенти редуције за класу 4 су $\rho_0^w = 0,42$ за чист притисак, односно $\rho_0^w = 0,82$ за чисто савијање. Како су ножице носача заварене МИГ поступком заваривања потребно је узети у обзир и утицај топлоте који се простире на одстојању од 30 mm од шаву у ножици, и 20 mm од шаву у ребру. Коefицијент редуције у ЗУТ-у је $\rho_{o,haz} = 0,48$. Редукаване дебљине ребра и ножице пресека се одређују као мање вредности од коefицијента редуције услед избочавања и редуције у ЗУТ-у. На слици 16 су приказани ефективни попречни пресеци за затезање (а), притисак (б), и савијање (в).

Ефективне дебљине делова пресека су:

ребро - чист притисак: $t_{w,eff,c} = 0,42 \times 5 = 2,1 \text{ mm}$
 ребро - чисто савијање: $t_{w,eff,b} = 0,82 \times 5 = 4,1 \text{ mm}$

ребро у ЗУТ-у: $t_{w,haz} = 0,48 \times 5 = 2,4 \text{ mm}$
 $(b_{w,haz} = 20 \text{ mm})$
 ножица у ЗУТ-у: $t_{f,haz} = 0,48 \times 10 = 4,8 \text{ mm}$
 $(b_{w,haz} = 30 \text{ mm})$



Слика 16. Ефективни попречни пресеци

Носивост пресека на затезање

$$N_{o,Rd} = A_g \frac{f_o}{\gamma_{M1}} = 3850 \times \frac{260}{1,1} = 910 \text{ kN}$$

$$N_{o,Rd} = A_{eff,w} \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 3082 \times \frac{310}{1,25} = 764,4 \text{ kN}$$

$$N_{o,Rd} = 764,4 \text{ kN}$$

Носивост пресека на притисак

$$N_{c,Rd} = A_{eff} \frac{f_o}{\gamma_{M1}} = 2228 \times \frac{260}{1,1} = 526,60 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} = 526,60 \text{ kN}$$

Носивост пресека на савијање

$$\alpha = \frac{W_{eff,haz}}{W_{el}} = \frac{314982}{448983} = 0,702$$

$$M_{c,Rd} = \alpha W_{el} \frac{f_o}{\gamma_{M1}} = 0,702 \times 448983 \times \frac{260}{1,1} = 74,45 \text{ kNm}$$

$$M_{c,Rd} = 74,45 \text{ kNm}$$

Носивост пресека на смицање

$$V_{Rd} = A_v \frac{f_o}{\gamma_{M1} \sqrt{3}} = 1544,92 \times \frac{260}{1,1 \sqrt{3}} = 210,83 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 210,83 \text{ kN}$$

5. ЗАКЉУЧАК

Појава комплетних и кохерентних прописа за прорачун конструкција од алуминијумских легура какав је Еврокод 9, даје много више могућности и

слободе пројектантима металних конструкција, што индиректно може довести до веће примене алуминијумских конструкција. Ипак, главне препреке за већу употребу алуминијума као конструктивног материјала у грађевинарству остају његова висока цена и недовољно искуство у пројектовању и извођењу конструкција овог типа. Међутим, без обзира на несумњиво велике почетне трошкове алуминијумске конструкције, због незнатних трошкова одржавања и мање тежине у односу на челичну конструкције, у одређеним околностима избор алуминијума као основног материјала за конструкцију може бити рационалан. Скорина примена Еврокода 9 и у нашој земљи донеће многе бенефите у инжењерској пракси, јер ће коначно бити попуњена празнина у прописима који се баве овом проблематиком, али ће бити и отворена врата за знатно већу примену Ал-легура како у земљи тако и на иностраном тржишту. Што се самог прорачуна тиче он се у великој мери ослања на принципе прорачуна челичних конструкција, али узимајући у обзир све специфичности алуминијумских легура које су презентоване у овом раду.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] EUROCODE 9: EN 1999-1-1: Design of aluminium structures, Part 1-1: General structural rules, European Committee for Standardization, 2007.
- [2] Металне конструкције - Основе прорачуна и конструисања, Драган Буђевац, Златко Марковић, Драгана Чукић, Драгослав Тошић, Београд, 2007.
- [3] Aluminium structures, A Guide to Their Specifications and Design, J. Randolph Kissell, Robert L. Ferry, Second Edition, Canada, 2002.
- [4] Aluminium Design and Construction, John Dwight, New York, 2002.
- [5] Handbook of Aluminum - Volume 7, George E. Totten, D. Scott MacKenzie, Physical Metallurgy and Processes, New York, 2003.
- [6] LIGHTWEIGHT STEEL AND ALUMINIUM STRUCTURES, P. Makelainen, R. Hassinen, Fourth International Conference on Steel and Aluminium Structures, Espoo, Finland, 1999.
- [7] Design of Aluminium Structures: Selection of Structural Alloys, R. Gitter, Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V., Düsseldorf, Germany, February 2008.
- [8] Aluminum Design Manual 2005, The Aluminum Association, Inc., Washington, DC, 2005.
- [9] Strength and stability of aluminium members according to EN 1999-1-1–Eurocode 9, Torsten Höglund, Royal Institute of Technology, European Aluminium Association, Stockholm, 2008.
- [10] Aluminium Alloy Structures, Federico M. Mazzolani, Institute of Construction Technology University of Naples, Italy, 1985.
- [11] DESIGN CRITERIA FOR ALUMINIUM ALLOY STRUCTURES, Federico M. Mazzolani, Department of Structural Analysis and Design, Faculty of Engineering University of Naples University „Federico II“, 2008.
- [12] Understanding aluminium as a material, Sigurd Støren, The Norwegian Institute of Technology, Trondheim, and by Skanaluminium, Oslo, 2008.

HOUSING STRATEGIES IN KENYAN TOWNS AND DWELLER-INITIATED TRANSFORMATIONS – CASE ESTATES FROM NAIROBI



STAMBENE STRATEGIJE U KENIJSKIM GRADOVIMA I TRANSFORMACIJE PODSTAKNUTE OD SAMIH STANOVNIKA – PRIMERI NASELJA U NAIROBIJU

UDK: 351.778.5(676.2)
Originally scientific paper

Peter A. MAKACHIA

SUMMARY

Housing demand in Nairobi city has exceeded her rapid population growth culminating in shortage, contributory to informal settlements, and now increasingly attributed to dweller-initiated transformation in formal housing. Although additive transformations, manifest as extensions, are responsible for needed additional housing stock, the paper appends the supporting view that qualitative value-addition fulfilling socio-economic needs are also central to the dwellers' objectives. In first part, the paper traces the historical evolution and the structure of the city's housing strategies. Favoured by her British colonial heritage, these strategies were concurrent with the modernist paradigm and operationalised as 'provider' housing template. The independent state policies hardly deviated from the same premise. This however contradicted participative strategies of the 'supporter' paradigm. The paper posits that the absence of dweller-participation lends these projects to unilateral transformations prevailing in formal housing in Nairobi. Using two case study projects at Buru-Buru and Kaloleni, the magnitude and nature of the transformations are related. The findings draw a link to the housing consumption model of ownership or rental, as well as the physical design strategy of the estate, clusters grouping entity and dwelling unit. Further, the common negative view of transformations is dispelled in recognition of the conscious enhancement of spatial quality in the transformed estates that promotes the conviviality of the neighbourhoods. The only noted negative quality of transformations is use of transient technology and materials which however is directly related to the lack of tenure and other rights to the locations. These lead to the conclusions that the ingredients of strategy guiding positive outcomes from transformations include an increased sense of security of tenure and appropriate physical strategies for inevitable transformations by designers.

Key words: *dweller-initiated transformations, housing estates, urban housing strategies, Kenya, Nairobi, participation.*

REZIME

Stambene potrebe u gradu Najrobiju prerasle su ubrzani porast njegovog stanovništva, koji kulminira u nestašicama, čemu doprinose i divlja naselja, u kojima je sve više zastupljena transformacija stambenih jedinica koju preduzimaju sami stanovnici. Mada se te dodatne transformacije manifestuju kao dogradnje, one su ustvari odgovor na narasle stambene potrebe, čemu ovaj rad daje svoj doprinos nudeći gledište prema kojem kvalitet i vrednost tih dogradnji ispunjavaju socio-ekonomske potrebe, koje su glavni cilj onih koji u njima prebivaju. U prvom delu, rad ukazuje na istorijsku evoluciju i strukturu gradskih strategija u stanovanju. Cenjene od strane britanskog kolonijalnog nasleđa, ove strategije bile su konkurentne modernističkoj paradigmi i sprovedene su kao svojevrsan „obezbeđivač“ stambenog obrasca. Državna politika nezavisne Kenije teško da se udaljila od iste postavke. To je međutim protivrečilo participativnim strategijama „vladajuće“ paradigme. Ovaj rad stoji na stanovištu da odsustvo participacije stanovništva ustvari prepušta te projekte unilateralnim transformacijama, koje prevlađuju u legal-

Adresa autora: Lecturer, Department of Architecture & Building Science, University of Nairobi, P.O. Box 30197 – 00100, Nairobi, Kenya
Website: www.uonbi.ac.ke,
E-mail: pamakachia@gmail.com, makachia@uonbi.ac.ke

noj gradnji u Najrobiju. Korišćenjem dveju studija kao primera, naselja Buru-Buru i Kololeni, ovde su upoređeni magnituda i priroda transformacija o kojima je reč. Zaključci iscertavaju vezu ka modelu stambene potrošnje kao vlasničkom ili kao iznajmljivačkom, kao i ka otelovljenoj projektantskoj strategiji određenog naselja, grupacija unutar istog ili stambene jedinice. Nadalje, uobičajeno negativno sagledavanje ovih transformacija stavljeno je u stranu, u znak prihvatanja svesnog unapređenja prostornog kvaliteta u transformisanim naseljima, koji promoviše suživot u susedstvima. Jedini uočeni negativan kvalitet transformacija je upotreba kratkotrajnih tehnologija i materijala, koja je međutim direktno u vezi sa nepostojanjem posedništva i drugih prava na lokaciju. Ovo je dovelo do zaključka da sastavni delovi strategije koji dovode do pozitivnih ishoda iz transformacija uključuju povećan osećaj za sigurnost posedništva i odgovarajuće fizičke strategije za neminovne transformacije od strane projekatana.

Ključne reči: transformacije inicirane od stanovnika, stambena naselja, urbane stambene strategije, Kenija, Najrobi, participacija.

Acronyms and Abbreviations

CCN:	City Council of Nairobi
CGI:	Corrugated Iron Sheets
CHB:	Central Housing Board
COS:	Central Open Space
DIT(s):	Dweller-Initiated Transformation(s)
DU (s):	Dwelling Unit(s)
LAC(s):	Local Authority Council(s)
MOW:	Ministry of Works
MP:	1948 Nairobi Master Plan of Nairobi
NHC:	National Housing Corporation
NU(C):	Nighbourhood Unit (Concept)
NUSG:	Nairobi Urban Study Group
RA(s):	Residents' Association(s)
SoK:	Survey of Kenya
SU(C):	Starter Unit (Concept)
TP:	Tenant-Purchase
TW:	Thornton-White
UDE(s):	Urban design Element(s)

INTRODUCTION

The paper focuses on the informal production of space within formal housing and using Nairobi case study estates. It posits that housing strategies used in the formal production guided the outcomes in the substance of transformations by dwellers that affect the environmental quality in the neighbourhoods. Consequentially, the embodiment of housing strategy should be appropriately premised in the certainty of transformations for convivial built environments. The first part of the paper, discusses the background and housing strategies in colonial and sovereign Kenya, while the second half, compares Buru-Buru and Kaloleni case estates.

BACKGROUND TO THE CITY OF NAIROBI

Nairobi is its capital city of Kenya; an African state on the east of the continent (Fig. 1) of well over 38 million people (RoK, 2010). Nairobi's origin as a modern human settlement dates back to '1896 when a Sergeant Ellis established a small transport depot for oxen and mules' (Obudho & Aduwo, 1992). Later in 1899, the Kenya Uganda Railway (KUR) constructors selected it for locomotive depot and workshops. The railway linked

the Indian Ocean to the source of the River Nile in Lake Victoria.

Originally known to the indigenous inhabitants as 'enkare nyrobi' (a place of cold waters), it was not inhabited and was only used as grazing land and livestock watering point for the Masai¹⁾ people. It was found a suitable pausing location by the railway engineers because of the flattish terrain that preceded the more challenging Rift Valley that lay ahead. Initially it served as KUR headquarters (Nairobi Urban Study Group²⁾ (NUSG, 1973) but later it became the capital city of the British colony in 1905 that became Kenya. By then it had a population of about 10,000 and by 1919 became a municipality. It received a city Royal Charter in 1950 (NAIROBI -A Jubilee History 1900-1950, c.1950).

The early town plan ('A' in Fig. 2) concretised the racial segregationist policies that placed the indigenous Africans at the bottom of the pyramid in the quality and quantity of the allocation of human settlements' land (Emig & Ismail, 1980, p. 9). Another plan in 1920 ('B' in Fig. 2) furthered the theme and was meant to create a 'Settler Capital' (Emig & Ismail, 1980, p. 19). A 1948 Master Plan (MP) (Thornton-White, et al., 1948) by a South African consortium used the boundaries in map 'C' in (Fig. 2) expanded boundaries further and was the geographical basis for the Nairobi's city status in 1950. The current city structure was largely based on the MP. At independence in 1963 the boundary was extended to the current 684 KM² from the 'Old City' of 90KM² (NUSG, 1973).

The new city included peri-urban settlements, a Game Park, the Airport and ranching land to the east (Hake, 1977, p. 82) (NUSG, 1973). The Nairobi urban Study Group (NUSG)³⁾ that prepared the 'Metropolitan Growth Strategy' in 1973 noted that though the boundary expansion aimed at giving the city adequate reserve

¹⁾ Masai is an Indigenous East African nomadic ethnic group famed for her prowess in pastoralism that still retains cultural values long after the end of colonization in Africa.

²⁾ Map c. 1901 ('A') shows the layout of the Railway Town, while another map c.1905 (Emig & Ismail, 1980, p. 15) shows a 1.5 mile radius circle as the boundary giving an area of 18KM².

³⁾ The NUSG was composed of Kenyan 'staff backed by Colin Buchanan and Partners as consultants' (Hake, 1977, p. 86) – a UK firm.

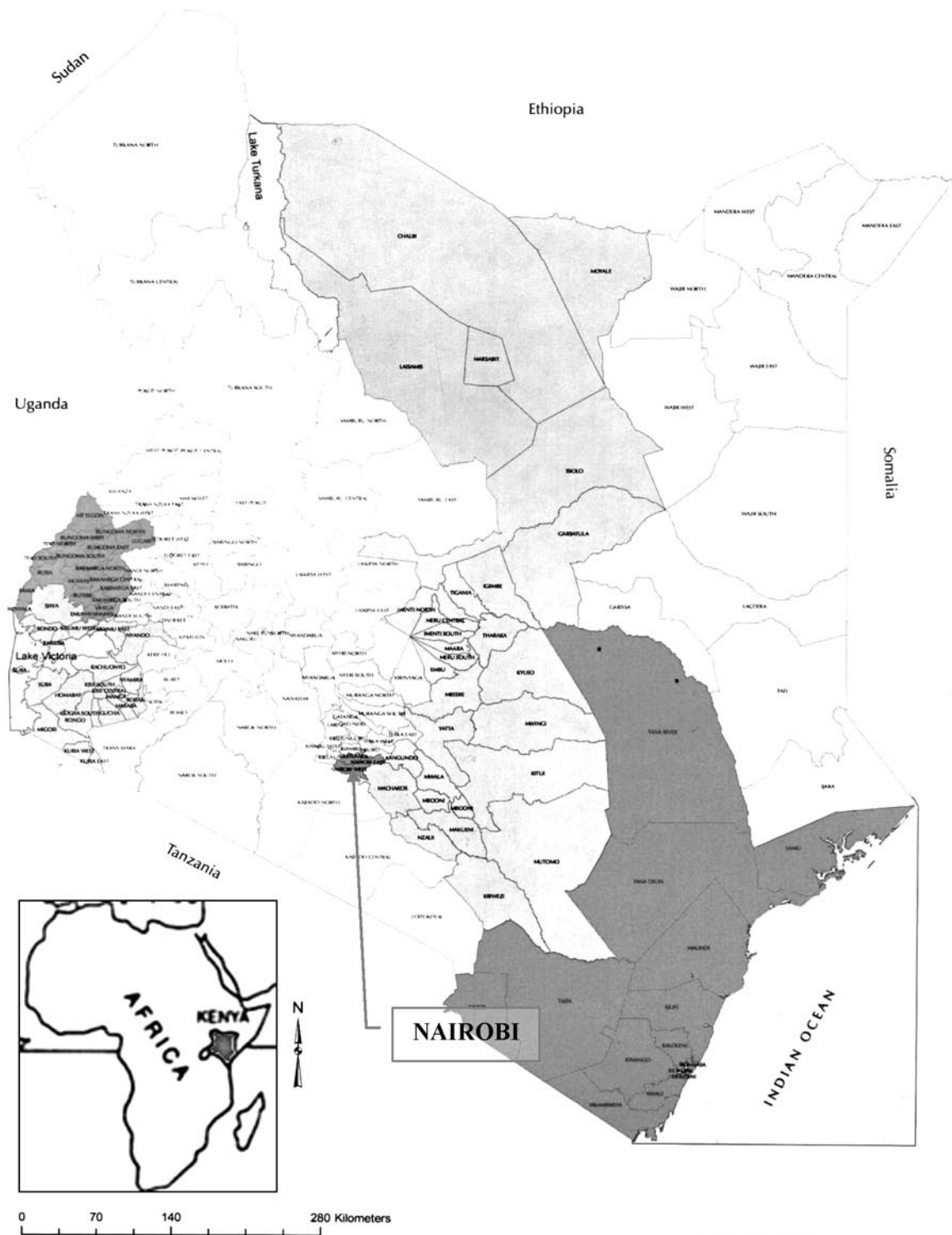


Figure 1. Map of Kenya (shows administrative Unites) and location in Africa (based on: RoK, 2010)

land for growth, ‘The demarcation of the boundaries was, however, greatly influenced by pre-independence political considerations, with the result that the entire city area does not constitute a cohesive planning unit’. This post-colonial intervention deviated from the racial spatial segregation and consisted of a series of policies that were to guide the city until the year 2000. It was highly informed by international capitalist orthodoxies and the ideolo-

gies of the UN and the Bretton Woods’ institutions of the World Bank and IMF.

The city’s current population of above 3.2 Million (Republic of Kenya, 2010) is about 21% of country’s urban population. Although this is close to 10% of the nation’s people, the city contributes about 50% of Kenya’s GDP.



Figure 2. Nairobi City boundary expansions (based on: Obudho & Aduwo, 1992, p. 53)

THE PROBLEM OF URBAN HOUSING

In Kenya, urban demographic trends indicate that towns are increasingly inhabited by people who are endogenous to the urban settlement; through birth, breeding and livelihoods (RoK, 2010; Riley & Wakely, 2005). Unlike prior trends whereby rural-urban migration (Andreasen, 1987) was the norm, a larger proportion is truly urban through this turn. Further, the spatial consumption

patterns that are emerging reflect values generated and preferred by these urbanites. Housing in urban areas is therefore no longer just about physical shelter and housing stock deficits nominally represented in statistics; it is a matter of formation of livable environments and homes.

This is reiterated by the fact that the majority of housing spatiality covering the past 30 or so years has been dweller-generated. This has been the only option in place of formal statutory or private institutions. Thus,



Figure 3. Documented native 'vilages' based on a director survey 1909 map (GSGs no. 2527, printed in 1910) superimposed on a pre-1963 map (author, 2011)

for instance, of the 150,000 annual housing deficits, only 35,000 were formally produced, leaving the balance to informal / non-formal processes. This not only included the proverbial informal settlements for the lowest income earners; but also transformations by dwellers in housing estates for other income profiles.

Dweller-initiated transformations (DITs) have emerged as the predominant paradigm which traverses all income strata (Anyamba, 2006; Makachia, 2010) and that aims to bridge the gap between provided formal housing strategies and actual user spatial consumption models. Transformation is the process of; (i) modifying and (ii) extending a space in a dwelling unit. The former qualitative aspect invokes personalization by individual dwellers, identity formation and reflects the true or desired use-values manifest spatially in the homes formed.

The latter quantitative additions, contributes to additional housing stock, and in Kenya the preferred lexicon is 'extensions' (Gitau, 1999). Whereas, 'modifications' are inconspicuous and attracts perfunctory glances, 'extensions' however are feigned upon and are subjects of condemnation by policy-makers and professionals' alike. Combined, these variants of DITs create not only the new image but also the substance of contemporary housing consumption in Kenyan urban areas. In the next section I narrate the historical evolution of housing strategies from colonialism to the contemporary.

URBAN HOUSING STRATEGIES IN KENYA

Urban housing in Nairobi, reflected the status of the entire country, and gravitated around racially guided land zoning.

Colonial Housing

Land for housing in early pre-independence Nairobi ignored the native Africans, allocated marginally better sites for Asians but preferred prime locations for the Europeans colonizers. However, urban labour needed in the town coupled with need for cash by the Africans to pay taxes led to daily movement to the city. This proved unsustainable in the long run, and bred early informal settlements, 'villages' (Hake, 1977) on the fringes (Fig. 3).

Grudging acceptance of the need for African accommodation was mainstreamed, by initially, only isolating a 'location' at Pumwani, which was later succeeded by housing estates. Notable strategies included the Neighbourhood Unit Concept (NUC) advocated in the MP (Thornton-White, et al., 1948). This fronted self-contained housing neighbourhoods, with social, recreational and commercial amenities, then popular in the West (Perry, 1929). This NU template guided most African housing schemes in the post-WW2 'economic boom' era (Anderson, 2002).

One critical aspect of these housing was the non-consultative, 'provider' stratagem, and this was reflected in the paucity of spatial provision. Indeed, most houses were only basic 'bed-spaces' only suitable as bachelor accommodation, and ignored women and families residing in the towns. However, a key institution that promot-

ed better quality housing to the Africans was the Central Housing Board (CHB) by the Housing Ordinance of 1953 ostensibly 'to help local authorities in their housing problems' and 'to foster provision of adequate African housing throughout the country' (CHB, c. 1960, p. 2).

CHB Strategies

Three components of the CHB were instrumental in shaping the future strategies for low-income housing in Kenya⁴, an included: form as manifest in the DU typology, the process of implementation and the financing of individuals.

In the DU *typology*, it deviated from the 'bed-spaces', and vouched for 'well-planned accommodation for the family unit' (Figs. 4-9). It also accepted the reality of the urbanised African and aimed to: '...encourage permanent urbanizing of the African working classes which provide the force in all the main centres of the colony, and to this end it is particularly sponsored the construction of the family accommodation consisting of no less than two rooms with, where possible, indoor water-borne sanitation and ablutions' (CHB, c. 1960, p. 1 & 11)

In addition, the *process*, it recognised 'growth' by providing *extendable* houses (Fig. 4), thus; '...certain house design are built to be, ultimately family housing, but are retained, temporarily, on a single room basis until the need for family accommodation arises, when a simple structural alteration, such as unbricking a door provides it'. The Board thus aimed to provide innovative designs that would not become obsolete in a 'few years' but catered for expansion. Laudably, this was recognition of the transformation/consolidation in contemporary 'starter'/'core' housing (Makachia, 1995; Napier, 2002). Though implicit, the self-help and participatory role of the dweller was the import, and hence the 'backward linkages' (Skotte, 2004, p. 44) of urban housing.

The Board also advocated housing purchase by tenants, a *financial strategy* of empowerment to '...encourage actual home ownership', and consonant with the emerging more affluent African. An additional economic incentive was the provision for accommodation of a 'lodger' whose rent would aid in offsetting the cost of housing purchase. Thus, this allowed: '...a family man the opportunity of sub-letting one of the rooms in the house to bachelors on a "bed-space" principle, while temporarily suffering the inconvenience of overcrowding his family into the remainder of the house' (CHB, c. 1960, p. 13). This economic persuasion foresaw the present-day subletting (Andreasen, 1987) and the contribution of housing to the economy; 'forward linkages' (Skotte, 2004, p. 46). In the same vein, it vouched for the use of local materials.

⁴ CHB was (probably) part of the British preparations for African self-government, and the housing minister was Hon. Amalemba, (CHB, c. 1960, p. 28 & 32) who was one of native leaders to occupy Legislative Council seats. Indeed, the strategic positions on: house typology, process, financing, and ownership, informed the emancipatory stances in urban housing adopted by the Local authority councils (LACs) and the National Housing Corporation (NHC), which succeeded CHB in urban housing provision in postcolonial Kenya.



Figure 4. Type 65 - extendable house (CHB, c. 1960)

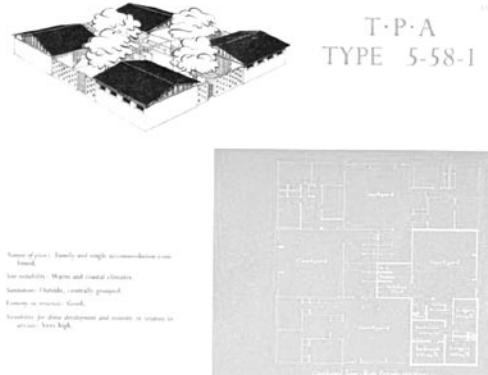


Figure 7. Type 5-58-1 (CHB, c. 1960)

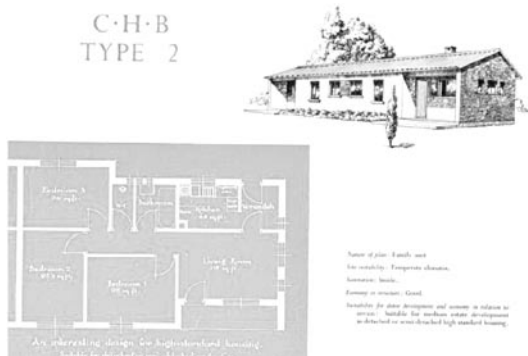


Figure 5. Detached bungalow (CHB, c. 1960)

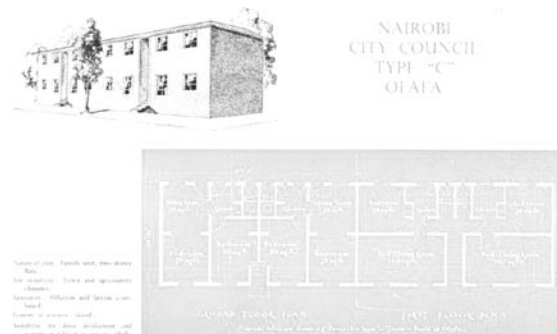


Figure 8. CCN Type „C“ Ofafa (CHB, c. 1960)

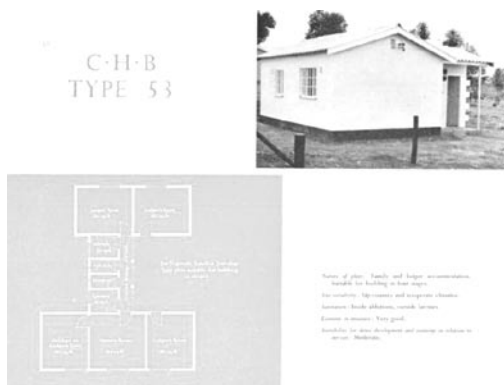


Figure 6. Type 53 (CHB, c. 1960)



Figure 9. MOW Mayfair flats (CHB, c. 1960)

The Board, in their manual (CHB, c. 1960, pp. 48-56), offered a wide selection of DU Type Plans adaptable for housing projects by Local Authority Councils (LACs). The DU variety included:

I) Extendable type (Type 65, Fig. 4); suitable for low income groups and was capable of development for lodger accommodation. It was also suited for dense developments.

II) Family and lodger accommodation (Type 53, Fig. 5); suitable for building in four stages and amenable to moderately dense developments.

III) 2-storey family flats (Nairobi City Council, Type "C" Ofafa & Ministry of Works "Mayfair Flats", Figs. 8 and 9); suited for density town and up-country (climate) urban housing, and economised on services.

IV) Family and single accommodation combined (TPA Type 5-58-1, Fig. 7); for high density housing in urban areas for warmer climates

V) Family bungalows (Type 2, Fig. 5); were detached and semi-detached family units suited for temperate climates.

In her operations, the CHB was the principal agency for the government for housing provision and stimulated home-building through loans to LACs. These loans were

provided on concessional terms: with interest rates 0.25% above market rate and durations that varied depending on the strategy. Thus: Rental Housing – 40 years, Site and Service (S&S) – 30 years, and Tenant-Purchase (TP) – 20 years, were loan repayment periods. A report by UN consultants (Abrams & Bloomberg, 1964) institutionalised postcolonial housing strategies.

Abrams-Bloomberg Report on Housing

The UN Report prepared by Dr. Bloomberg and Professor Abrams, 'aimed to conduct a study of short-and long-term housing needs and to make recommendations to the Government of Kenya on housing policies within the framework of social and economic development planning' (Abrams & Bloomberg, 1964, p. 1). Other policy primers of the time were cursory and mentioned themes tangential to housing⁵. Later housing strategies reflected global capitalist orthodoxies of neo-colonial linkages and liberalization fronted by multilateral agencies including the IMF, World Bank, Commonwealth Development Corporation and USAID.

The Report was a comprehensive review of country-wide housing, and in the background section, it recognised: (i) the poor physical quality of the African dwellings (one-third were from mud and wattle), (ii) the paucity of space (95% were 3-roomed or less), (iii) poor sanitation (49% accessed water closets, often shared and extreme overcrowding), and (iv) poor kitchens (indoor cooking was rare, and where available this was in living spaces). The report also noted rarity (3% in Nairobi) of African home-ownership.

One recommendation proposed the replacement of the CHB with a National Housing Authority with extended powers. Consequently, the NHC established, inheriting the basic tenets of the CHB, through the Housing Act (Cap 117) in 1966/67. This Act bestowed the Corporation more powers including provision of loans and grants for housing construction, and the establishment of 'a housing fund and housing board for these and connected purposes'. Other actors resulting from the report were Housing Finance Company of Kenya for finance and Housing Research & Development Unit at the university for research. Amendments to the Act in 1967/68 extended the scope, more in line with the Report's recommendations: to provision of complete houses, Site & Service (S&S) schemes, slum upgrading, Self-help/Core housing, and Tenant Purchase (TP) financial strategy.

A key recommendation that, in my view seems to have been missed, was on the 'City and Community', whereby 'housing must be viewed as more than houses', and thus attempts were to be made to create neighbourhoods with a sense of 'belonging' and 'group participation' (Abrams & Bloomberg, 1964, p. 58). This echoed John Turner's sentiments of latter years (Turner, 1977;

⁵ ...like the key policy manifesto of *African Socialism and its Application to Planning in Kenya*, that only vouched for state control of economic sectors like 'construction' and 'housing rents' (RoK, 1965, p. 55)

1969; 1972 & Hamdi, 1991), that reiterate the building of a housing community. It should however been more than 'providing communal facilities and more social supervision', which the authors laud the then government for. The Report should have promoted more participatory strategies (Perrotti, 1996).

Post-colonial Housing

It is futile to argue against the fact that the most overt import of colonialism in Kenyan human settlements was manifest in modern housing in urban settlements. Indeed, urbanity itself was a new paradigm implanted by the colonial state⁶, which was rooted in western modernism. Although some would argue for the import of Kenya as a neo-colonial state⁷ (Soja, 1968; Slaughter, 2004), modernism was the overt manifestation of urban space after independence. The obvious neo-colonial import was the Bretton Woods Institutions⁸ and other multi-lateral agencies, which leveraged donor funding with conditionalities that often directed housing strategies.

Underlying most postcolonial housing strategies, employed by mainly NHC and LACs, was low-income affordability, the underlying current in the Abrams-Bloomberg Report (1964). The translated into housing (i) form, (ii) financial system and (ii) delivery process. This is discussed here and that is in tandem with other authors like Erkelens (1991, pp. 31-34).

Form-based Strategies

A conceptual hypothesis of form-based strategies is by De Troyer (2004a; 2004b) where the design typology, is related to the design process, its cost and hence its affordability. Examples of this conceptual approach were also illustrated in East African states of Uganda (Busharizi, 2004), Ethiopia (Alemayehu & Degaga, 2004; De Troyer & Allacker, 2004c), Tanzania (Makoba, 2004) and Kenya (Makachia, 2004). The selection of a house-type and form, is thus fundamental to the process of affordability by a target group. Through morphological manipulations, financial specifics of a target income group can thus be realised.

In Kenya, the form-based strategies include singular types; the bungalow (one floor level) and maisonette (multiple-floor levels), and multiple-occupancy in the apartments and condominiums (Ast, 1979) (Erkelens, 1991, pp. 31-34).

⁶ Burton states that although urban history of Eastern Africa can trace vestigial evidence of urbanization in the last 200-300 years, it was the European colonial rule in the late 19th Century when the present urban settlements were founded (Burton, 2002, p. 3). He also correctly asserts that it was only in the middle part of the 20th Century when the rate of growth accelerated; largely due to rural-urban migration. After independence due to freedom of movement rural-urban migrants accelerated leading to populations whose housing needs outstripped the state's capacity (Abrams & Bloomberg, 1964, p. 3)

⁷ ...a political as opposed to cultural connotation,

⁸ these include the International Monetary Fund (IMF), World Bank and General Agreement on Tariffs and Trade (GATT).



Figure 10. Kibera high-rise flats (author, 2010)

The bungalow-type could be detached/semi-detached, terraced or grouped around a courtyard. With regard to transformations, the byword of the bungalow is probably not only the one level, but the territorial control over a compound as space for domestic use, informal trade and urban agriculture. Additionally, higher use-value accorded to bungalows can also be related to their colonial legacy as a preserve of the richer Europeans (the 'Victorian' house: (Elleh, 1997, p. 58)). The maisonette refers multi-storeyed unit but with singular occupancy, that is often semi-detached or terraced. This typology has become a norm and typifies most middle-income owner-occupied dwellings countrywide. Like the bungalow, DITs in maisonettes is catalyzed by the individual plot formation. In Kenya, the apartment blocks take the form of the walk-up type of between 2 to 6 floors (Fig. 10). Individual flat ownership deeds are recently made possible through the Sectional Properties Act (RoK, 1987). In the apartment type, transformation potential is by guided by cost, legal and technological challenges, often difficult to surmount by individual dwellers.

Although, at a basic level the form of house determines its cost, this translation into the price and hence its affordability in 3rd World housing, remains suspect. Form as a determinant of cost is mostly neutralised by the cost of land (and services) for horizontal attachments versus that of the technology for vertical combinations in flat-types. A thorough feasibility analysis is, thus, mandatory for cost-effective design choices. This stance has been empirically supported by the need for unsustainable subsidies in the apartment-type low-cost estates like the early phases of Kibera (Fig. 10) and Pumwani High-Rise (Shihembetsa, 1995), leading to the subsequent abandonment of the strategy for low-income housing in Kenya.

At its best house-form serves to exclude some potential dwellers/owners at the first point of sale, but ultimately, the location, social and financial considerations, all combine to determine its affordability. The form model also ignores the potential and dynamics of transformations as determinants of affordability. As reported by studies in government housing in many 3rd World contexts (Tipple, 2000), the provided DU is only a 'starter', as most dwellers invariably perceive the transformations option as an ultimate aim, and rooting affordability in only the provided form ignores this dynamic.

Financial Strategies

These strategies enable affordability of housing through financially engineered mechanisms; manipulating interest rates, periodic payments and repayment periods to fit within incomes of a target population (De Troyer & Allacker, 2004d). It is also about consumption models; i.e. individual/group ownership or private/public rental. This also infers security of tenure that bestows collateral and other rights to the dwelling (Jorgensen, 1982).

Formal housing, being a permanent tangible asset, requires long-time finance and involves large sums, often inaccessible to individual dwellers and is thus, more amenable to institutions. The root of the housing finance problem has been the focus on 'compete' housing in modern housing and in the process ignoring participative processes, which also influence financial affordability.

The housing finance pretext in formal housing often ignores the reality of income-generation through the housing asset, which is often captured in the motivation for transformations. An example is when income accrues from the housing asset due to owner-occupied house through enhanced housing allowances, sub-letting rents or commercial activities in extensions; hardly considered when determining access to housing finance.

With regard to public sector housing, the invidious choice is often between socially desirable versus economically viable projects. This has led to notions and practices of social housing schemes that charge below market charges through subsidies. Over time and in line with market-driven policies, subsidies have proved unsustainable and are no longer popular. Debt financing in socially desirable schemes has moved towards elongating maturity periods for loans to bring annuities to the same level as subsidized ones. As can be expected private sector housing hardly consider the social dimension and concentrate on exploiting the vacuous situation for maximal economic gain. For architects, different modes of financing and tenure imply spatial appropriations that lead to different spatial concepts that promote creation of homes.

In Kenya, public housing is *rental*, provided by LACs and government ministries. Rental housing has mainly been implemented by NHC (or CHB). Public service housing is through government ministries of Works or Housing. LACs administer long-term loans of up to 40 years in rental housing. This housing is laden

with a historical social reality of subsidies; a situation that attracts two invidious scenarios; subletting but also rent defaulting (Mwangi, 1997, pp. 135-6). Thus in public rental estates a 'virtual' rental market, charged to sub-tenants by council tenants, always exists. The basic characteristic of public housing has been the ownership by the government authority, rented to civil servants or general public, a scenario that often disregards the state's financial losses (Jorgensen, 1982, p. 80).

A consequence has been the image of public housing has been of typical undifferentiated monotony of minimum standards that are ill-maintained, and overcrowded, now prone to informal transformations. They are now prone to informal transformations. Formerly located in least attractive districts of the towns, these dwellings seem ill-fitted in areas overwhelmed by rapid urbanization. The charges remain heavily subsidized through 'economic', non-market rents and that are difficult to adjust for political reasons and attracting long waiting lists. This last characteristic attracts a 'price' for the privilege of being a recipient of a public rental house and a charge for tenancy transfers. Another manifestation is in the transfers to kin through generational transfers; 'inheritance'. This inexorably contributes to transformations as demographic dynamics of maturation of children, reproduction, privacy of gender and marital status demand physical expansions.

The other option of public housing for civil servants is also increasingly unpopular, and since the 1990s most such houses have been sold to top-level civil servants and others. The motivation for this trend concerns the government's incapacity to physically maintain them and levy higher rents.

Other sources of social tenant housing are the employer-provided housing that traverse low-to-high income zones. However, most employers prefer to concentrate on their core business than delve into housing provision, and only offer housing allowances that hardly reflect market rents. Policies also seem unable or unwilling to enforce employer-provision of workers' housing.

Private rental estates may also be developed by corporate or individual investors for the housing market, and traverse the high and low-income brackets. Housing meant for the low income often emerged as extensions (Mwangi, 1997, p. 144) and in tenement apartment blocks (Huchzermeyer, 2006). This however has not been initiated through direct investment by the low-income original owners, but through transfers of ownership to speculators aiming to capture the market of created by the massive housing deficits.

The *home-ownership* option is a highly valued mode of house occupancy in formal housing in Kenya at policy and individual levels. Privately produced houses are largely outside affordability brackets of the low-income groups in urban areas, and instead only DUs financed by the state have been available. It is however noteworthy that even if eligible, low-income loans are often denied by conventional financial institutions because they are costly to administer and difficult to make profitable. In-

stead, micro-finance institutions (SMEs) feature in low-income home-ownership.

Other private-sector home-ownership schemes are *housing co-operatives* and are based on employment savings. Ordinarily, housing developed through co-operatives should belong to the membership collectively and transfers referred back to the society. The reality in most Kenyan co-operatives' is their use as housing access vehicles only, after which individual transfers are possible. The advantage in the former, restrictive role, of the cooperative bond is in the control of the physical image which can regulate transformations.

In public housing, two forms of home-ownership that exist in Kenya are mortgage and tenant-purchase (TP) ownership. *Mortgage* 'ownership' should ordinarily cater for low- and high-income groups alike as well as individual and institutional investors. Mortgage ownership entails the use of the DU ownership deed as collateral by the financing institution, which retains it until full payment of the mortgage. Since the terms are market-determined, mortgage housing hardly benefits low-income groups. Further, since at the time of the loan the DU should be clearly physically determined to correspond with to the loan risk, and these mostly 'complete' houses adhere to high standards, unaffordable to the poor.

NHC sources short-term construction finance from donors and government-owned banks, while long-term individual mortgage (15-20 years) finance is from mortgage firms, e.g. Housing Finance (HF). Other than NHC other mortgage housing developers have included the CCN, National Social Security Fund and Kenya Building Society.

Tenant Purchase (TP) 'ownership' is a form of tenant empowerment whereby rental repayments ultimately constitute annuity towards the purchase of the unit. The TP terms are social-market driven and constitute a subsidy. For instance down payments are often low (10%, while mortgage rates can be as high as 40%), interest have been as low (12% in Kibera High-rise, against 26% in the market which are also inflation-adjusted) and repayment periods as long as 25 years. TP agreements however do not immediately bestow the dweller with ownership rights until full loan recovery. Ordinarily, transformations not stipulated in the TP agreement are forbidden as the unit remains the property of the developer until full loan recovery.

Housing Process Strategies

The delivery strategies distinguish housing produced through formal processes that disengage the dwellers direct involvement in construction activities and those that involve participation. The later stem from the critique of 'modernism' popularized in 'populism' (Tzonis, 1976; Turner, 1972; 1982; & 1977; Hamdi, 1991; Frampton, 1992).

'Complete' houses are defined under the form-based strategies and are bungalow, maisonette or flat discussed and are non-participative. Its financing can be rental,



Figure 11. Transformed Street in Kayole S&S (Author, 2010)

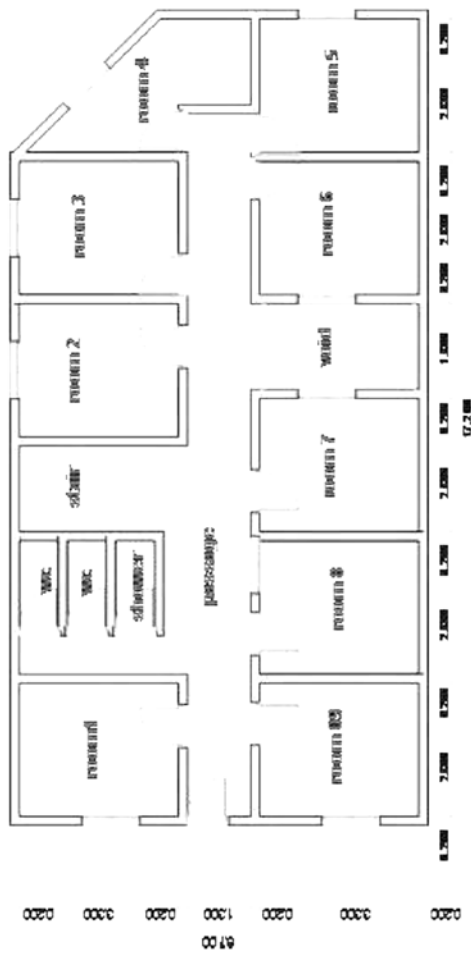
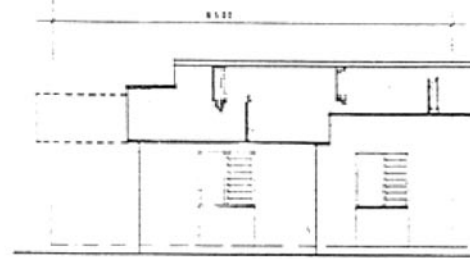


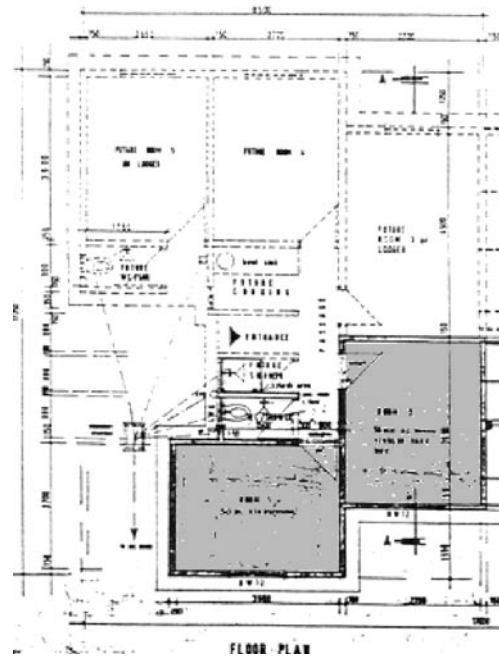
Figure 12. Measured Transformed Plan for Kayole S&S Ground Floor (Author, 2010)

mortgage or TP, and implemented through a contractor and institutional actors. It is the ultimate of the modernism where spatial, economic and functional needs for the dweller are computed, captured in the 'provider' strategy (Hamdi, 1991).

'Participatory' strategies entail participation and has been used variously; including, the 'starter'/ 'core' unit concept', the 'site and service' (S&S), and in 'upgrading' strategies. These were part of the 'basic needs' global development orthodoxy that entailed integrating the ur-



ELEVATION



FLOOR PLAN

Figure 13. Working drawing of a Type Plan of a 'starter' unit - with consolidation proposals (based on NCH, 1995)



Figure 14. As-built 'starter' unit at Mbale town (Author, 1995)

ban poor through project components that improved their access to services and shelter. One of the project objectives was to stimulate employment, income generation and demonstrate a low-cost house delivery system (Sygga, 2003, p. 13). The theoretical basis was John Turner when he concluded that: 'It is essential to develop a service delivery system which allows and encourages local groups to assemble their own programmes and projects'

and such ‘cannot be based on pre-determined and closed project’ (1969, p.9).

The ‘Starter’ (SUC) and ‘Core’ Unit Concepts were partially developed. The two, ‘starter’ and ‘core’, are distinguished by the magnitude; but both had a services ‘wet’ core’ (toilet, bathroom, kitchen). The ‘starter’, in addition, had one or two living rooms (Figs. 11-12). In both cases, a Type Plan (Fig. 11) was provided and its consolidation would rely on the dweller. Sold through TP Agreements, it was common in the 1980s in mainly a US-AID-funded secondary town programme, and was built from modern materials and thus adhered to the Building Code (RoK, 1997).

The Site & Service (S&S) strategy, involved a lower level of provision and only a surveyed plot with basic infrastructural services like a water point, roads and sewerage were provided in addition to a Type Plan (Fig.14). The S&S formed a significant part of the NHC’s strategies in the 1970s and the relatively high standard services may have contributed to the limited numbers delivered. S&S fell in line with the World Bank ‘basic needs’ and ‘self help’. This strategy entailed that the dwellers would be accorded shelter but also stimulated income generation by the urban poor to ‘...demonstrate an effective low-cost delivery’ system and ‘...strengthen institutional capabilities of government and local authorities for implementing and managing urban development’ (Syagga, 2003, p. 13). The S&S strategy was also a translation

of the recommendations in the Nairobi-Metropolitan Growth Strategy (NUSG, 1973) and was first implemented at Dandora in 1975.

Most consolidated S&S plots have exceeded any stipulations leading to tenement apartment blocks (Fig. 11). Further, ownership deeds were often sold to speculators (Syagga & Kiamba, 1992, p. 79)

Another ‘participatory’ strategy, slum upgrading, went further to target informal settlements and capitalized on their prevailing socio-economic capital to create more socially sustainable housing environments. The strategy was skeletal as only services and tenure security were the objective in ordering existing settlements. By their very nature, ‘participatory’ strategies leave a wide berth in which the dwellers can operate when it came to DITs and the outcomes demonstrate such scope and variety.

THE CASE ESTATES

Methodological background

The investigation used the case study strategy (Yin, 2003; Johansson, 2003a and 2003b), for a comparison of the two estates of Kaloleni and Buru-Buru. For ease of comparison, the units of analyses are hierarchical design layers (Table 5) of the estate, Urban Design grouping Element (UDEs) and the houses (DUs); chosen since they reflect actual space-uses by individual households. The

Table 1. The hierarchical units and sub-units of analysis, sampled units in the case estates (Makachia, 2010)

	Level 1: DU Survey		Level 2: UDE Survey		Level 3: Estate level Survey	
	KALOLENI	BURU-BURU	KALOLENI	BURU-BURU	KALOLENI	BURU- BURU
Description	Use of case study DUs; interviews for bio-data and mobility of the dweller Randomly identified the initial sample advanced through a ‘snowballing effect’, used for unit level analysis		Use of case study UDEs- physical observational data only of units within a cluster, both quantitative and qualitative approaches, were used.		Use of reconnaissance surveys, problem formulation, pilot study, media reports	
Number	12	103	52	310	884	4715
Percentage	1.42%	2.06%	6.15%	6.20%	100%	100%

Table 2. DIT categories operationalized (Makachia, 2010)

ELEMENTS		BRIEF DESCRIPTION
Type A	The boundary Surface water drainage Landscaping Paving ...	This did not include work on the actual unit but included modifications.
Type B	Finishes – external and internal Openings – modification / replacement Openings - burglar-proofing Fittings –joinery	This was largely ‘skin’-based work on the provided unit.
Type c	fusion Conjunction - reduction Intercalary space Subdivision Add-in	These included internal spatial modifications or within the area of the provided unit, in line with the ‘combination’ and ‘subdivision’ architectural strategies fronted by Oxman’s (1985) staged categories of transformation.
Type D	Clip-on Vertical addition Bridging Add beside	This refers to ‘extensions’



Figure 15. Aerial photograph of Eastland's district of Nairobi - showing location of cases (author 2010)

Table 3. Parameters of the Case Estate (Makachia, 2010)

Estate	Kaloleni	Buru-Buru
Development Year	1945	1973-83
No. of Units	884	4,715
Target population	3,000	35,000
Funding	Colonial Development Corporation, UK	Commonwealth Development Corporation, UK
Tenure & Housing Access System	Rental	Owned / Mortgage
Typology	Bungaloid / walk-up flats	Bungaloid / maisonettes
Target Income Group	Low-income	Middle-income
Architects	A.J.S. Hutton, F.R.I.B.A.	Mutiso Menezes International, Paviz Agepour, Colin Buchanan & Partners.
Implementation	Nairobi Municipal Council	City Council of Nairobi
Financial guarantor	Kenya Colony Government	Government of Kenya



Figure 16. Original Kaloleni layout (Ogilvic, 1946, p. 25)

premise in the choice of these units was that they formed a basis for physical, social and economic organisation. The estate investigation gathered data on DIT: frequencies, forms, material technologies and the functions.

The UDEs were spatial elements at urban design stage of the estates and relate to: circulation, infrastructure and open spaces, social facilities, commercial facilities and topography. The house, the physical entity defining the extent of the individual dweller's control and use of space, and DITs reflected the individual nuances and efforts to personalize space.

Within this, the space types distinguished as: public, private and ancillary also guided the outcome. Table 5 shows the numbers studied under the categories, while Table 6 shows the 4 main transformations categories used, named 'A', 'B', 'C' & 'D'. The categories vary from the superficial modifications to the quantitative extensions, adapted from others in the transformations' debate (Brand, 1994; Oxman, et al., 1985).

Case Estates' Background

The two case estates shared the Eastlands location (Fig. 15), and evolved from formal public sector intervention (Table 3). The housing provision paradigm adopted in either case was the 'providers' approach (Hamdi, 1991), and they were based on the orthodoxy that the state could 'produce houses'.

Kaloleni is a CCN rental estate, developed during the colonialism, while in Buru-Buru the units are owned, through mortgage loans but developed using public funds. The later developed in the 1970s not only when ownership model was popular, but also with a morphological disposition towards singular units based on plots. Commencing in 1973, Buru-Buru's five phases took ten years to implement. Commonwealth Development Corporation (CDC) funded it in collaboration with the Government and CCN. Whereas Buru-Buru was for the middle-income (Menezes, 1978), Kaloleni was a social housing scheme.

Kaloleni was constructed at between 1945 and 1948 through colonial grants. It was largely based on the TW 'neighbourhood' model in the MP (Thornton-White,

etal., 1948) and (Thornton-White, Anderson, & Silverman, 1948) developed as an outcome of the Mortimer Committee (1946) on African housing.

Jogoo Road, a 30-metre highway, is the estate's main access where public transport lay-byes and nodes for informal trade are sited. Indeed, Jogoo was peripheral road, in line with the TW model that linked neighbourhoods of the city. The vehicular entrance is a 20-metre dual-carriage road, which directly accesses to the Central Open Space (COS), fronted by public-use buildings. The circulation paths are combined radial streets focussed on the COS, which also is the origin of the alternative concentric ring streets connecting clusters (Figs. 16 and 17).

Figure 16 is the layout from the municipal engineer's manual (Ogilvie, 1946, p. 25). In line with the NUC, the abundance of green space and organic layout of the DUs are the estate's best descriptors. The estate was on 37 hectares, and was composed of 26 courtyard clusters of bungalow/semi-detached DUs and 2-storey flats.

Buru-Buru's originated from the city's eastward expansion (Nevanlinna, 1996). The estate marked a departure from social-market strategies of rental/TP housing to the free market-based mortgage financial delivery models. In this dispensation, the government only offered guarantees for offshore funding (Anyamba, 2006, p. 168), and left housing delivery to the private sector. Here, the actors were: CCN (implementers), Government (guarantors), CDC (financiers) and local/UK design/planning consultants.

Buru-Buru borrowed from UK 'garden cities' and the half-acre plot, cul-de-sacs and cluster courtyards used mirrored Howard's (1898) proposals (Panerai, et al., 2004). Unlike the peripheral road and the COS in Kaloleni, a spine road traverses the estate where most public spaces are situated. Estate streets branch off the spine to clusters of the 5 development phases in a branched-tree formation (Fig. 18).

Estate Level Transformations

At estate level, transformations in Buru-Buru created a 'walling' effect that differentiated it from the

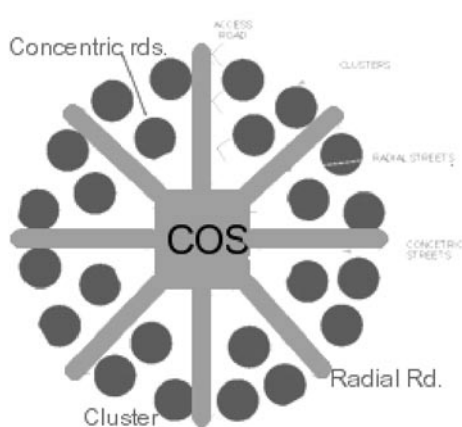


Figure 17. Kaloleni conceptual layout (author, 2010)

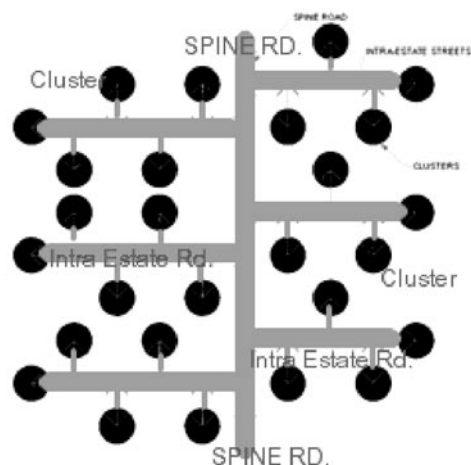


Figure 18. Conceptual layout of Buru-Buru estate (author, 2010)

lower-income estates in the vicinity. The Kaloleni edges remained porous and easily merged with the similar adjacent low-income neighbourhoods. Transformation attitudes towards circulation in the two schemes contrasted sharply reflecting respective spatial strategies. Whereas in Buru-Buru the streets were the locus for DITs, in Kaloleni the edges were the attractors.

In Kaloleni, this diminished transformation activity on the circulation arteries was attributed to the porous layout of the clusters. This spatial strategy promoted pedestrian movement between cluster groupings that was not restricted to the streets that minimised the impetus to transform. Indeed, this did not create any hierarchical gradients respecting private and public space. Although Kaloleni had clear network radial circulation from the COS, the transformations acted indifferently to this seeming rigidity and non-hierarchical geometry. Further, these extensions were always from 'temporary' materials of CGI on a timber frame for both walling and the roofs. This was more of a pointer to the rental strategy used rather any design choices. The temporary technology in Kenyan human settlements invariably refers to informal and rural housing, and emerges from the illegality for towns, while in rural areas the reasons are economic. In Kaloleni, these reasons merged.

For Buru-Buru estate, the more hierarchic circulation network (Fig. 18) was more conducive for extensions. The Buru-Buru propensity was further reinforced in the nature of extensions through their function, magnitude, technology and form. Here, the schism of public/private, commercial/residential, 'temporary'/'permanent', inward/outward orientation, informed the DITs' articulation (Figs. 19 and 20) as discussed below.

The choice of technology along the major streets was informative in various ways. Thus, for instance 'permanent' technology was restricted to the plot edge, and owners' domain, while the 'temporary' extensions were in 'un-owned' road reserves. Like in Kaloleni, this reflected on the tenure security that defined the extension siting. Thus, permanence within the 'owned' plot, and the 'temporary' was in encroached, illegally occupied land. The illegality notion was also evident with regard to the functions the extensions were subjected to. Thus within these street-based extensions, the encroachments housed in these 'temporary' extensions, were exclusively commercial-use kiosks. Plot-based extensions were permanent and used for residential-use (Figs. 19 and 20).

The response towards the street was also *reflected in the DIT's typology*. Most multi-storeyed developments were along the major roads reflecting higher locational values. Functionally, in these storeyed types, privacy also increased vertically with the location of residential tenement DUs in the upper floors, while leaving the lower levels for commercial and public uses (Fig. 20). This privacy hierarchy and functional layering traversed into the interior of the street-fronting plot. The, the core was the original unit that was mostly owner-occupied, with the highest level of social and functional privacy. Extensions away from the street had a lower vertical scale and aimed

to retain the 'owner' domestic scale as opposed the commercial and rental extensions.

The lesson is that with a clear street circulation and non-hierarchic network like Kaloleni coupled with loose cluster morphologies, the DITs' propensity migrated away from the streets to focus on the UDEs and DUs. On the other hand with the more hierarchic street geometry and clearly-defined clusters in Buru-Buru, the locus for extensions was the streets.

Urban Design Elements

The UDE, the dwellings' grouping entity used was equally critical to the DITs formation, realised in divergent ways that reflected the choice between bungalow clusters and the vertical grouping in the apartment UDEs used in the cases.

The estate had 26 cluster based courtyards surrounded by bungalow DUs which were however not demarcated within plots. The extensions aimed to redefine the 'plotless' strategy negating the shared courts. A 'shadow' plot formation thus emerged and was a deliberate individual appropriation of immediate territory through the extensions. A consequence was a new 'mini-court' so defined by the extensions.

An appropriated cluster court, with 'shadow' plots and a generic schematic 3-D layout of the outcome are shown in Figures 22-23. It tallied with Newman (1972) hierarchies of the 'defensible' spaces, lacking in the cluster court. If the provided courtyard was public, an intermediate-scale semi-public space was needed to mediate between the privacy in the DUs, now captured in the 'mini-court'. This was also negative verdict on the 'plotless' strategy.

The new spatial formation was both a cluster when more than one household dwelt there, but also as a courtyard DU-type. The former was driven by economic fulfilment through sub-letting, while later was socially justified by the enlarged family. That both these scenarios existed in Kaloleni, pointed to a merger between the social and economic values.

Buru-Buru cluster-courts (Fig. 24) mimicked the 'close' used in 'garden city' suburbs based on Unwin's (1902) ideas; i.e. 'group of houses around a blind alley or small cul-de-sac square' (Panerai, et al., 2004, p. 41). Each phase was composed on average 20 clusters composed of 20-70 plots.

Given the 'plot'-formation used, observed transformations reaffirmed each individual-dweller/owner's territory. However, the initial experience of transformations was at the cluster level, through the 'gating', that aimed to create an exclusive cluster-owner zone. This was further amplified in the nature of functions accommodated in the extension, scale, technology-use and their physical articulation. Thus, larger extensions oriented away from the private 'close' and towards inter-cluster roads. The minor-scaled extensions fronted the courtyard, and seemed to promote a controlled scale within the cluster.



Figure 19. Kaloleni cluster (SoK, 2003)



Figure 20. Kaloleni 'shadow' plots (author, 2010)

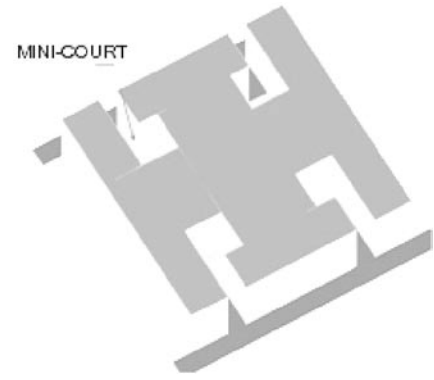


Figure 21. Kaloleni generic 'minicluster' formation (author, 2010)



Figure 22. Aerial phot OF a cluster in Buru-Buru (SoK, 2003)

Functionally, the inner courts avoided non-residential functions in the extensions, while those located on the external edges accommodated commercial– or rental-use. Seemingly, the economic propensity by some was inevitable but not wholly accepted as part of the image of the Buru-Buru cluster; and this was realised through

the articulation of the extension by socially excluding them from the activities of the 'close'. Further, unlike the court-ward extensions, the outward-facing extensions (exclusively of 'permanent' technology) were accessed from the street and outside the court. The ambivalence imposed by the accommodation of the 'outsider' tenant and the privacy of the 'insider' middle-class owner-occupier, was thus realised, through this mutual accommodation of the social– and economic-use functionality.

The same holds true of the extensions that fronted the spine road and other major circulation arteries, which left the cluster interior less prone to haphazard DITs to maintain the socially defensible space. Figures 22 & 23 illustrate this trend using Mchwa Court. These physical actions were not directly managed through the court Residents' Association (RA) (that managed other common activities like garbage and security).

In summary it was the physical parameters of: scaling (single/multiple storeyed), the access orientation (extroverted/ introverted), functional exclusion/inclusion (commercial/residential), (tenant/owner-occupier), and the technological ('temporary'/'permanent'), all which guided the extension propensities in these Buru-Buru clusters.

The apartment blocks were located in the 'Gorofani' zone of Kaloleni estate, and used only one simple unit typology, a single room arranged linearly along a gangway.

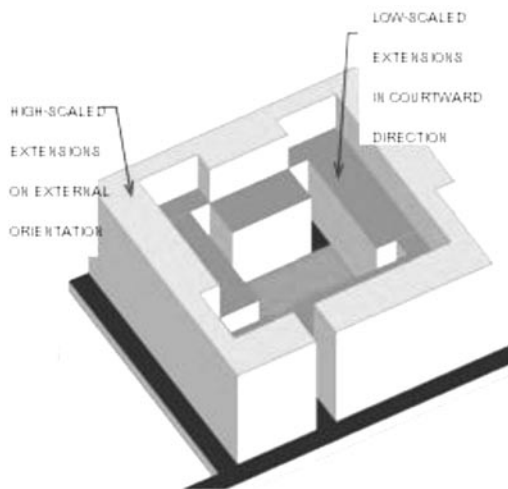


Figure 23. schematic cluster 'gating' concept (author, 2010)



Figure 24. CAD projection of provided apartment block (author, 2010)



Figure 25. A Kaloleni apartment block (author, 2010)

Vertical access was through a centrally aligned staircase. There was no attempt in boundary definition to define UDE territory in the apartment clusters and indeed this open space remained un-appropriated, and the evidence of transformation was attributed to squatting, not directly related to the flat dwellership.

These transformations were however minimal and from the evidence of the Kaloleni flats one can conclude that, as a UDE, it was singularly unsuited for extensions. This can be related to the technological challenges and prohibitive costs; as such constructions require more sophisticated process⁹⁾ rather than the self-managed processes dominating Kaloleni DITs.

Although, not presently fully explored, if the evidence of DITs was the measure, then the apartment UDE can be termed as a 'negation of the city' in the 3rd World, as also articulated by Panerai's (etal) (2004, p. 121) study of urban blocks. Indeed, they perceive it as the 'last metamorphosis of the block' since '[t]he absence of articulation is cruelly perceived with the consequence that making modifications, other than the addition of new units or limited individual appropriation within the dwelling cell is impossible.' Figures 24 and 25 show the Kaloleni Apartment UDE in based on the drawings and the virtually unadulterated but occupied Kaloleni block.

Despite divergent results from the UDEs from Kaloleni and Buru-Buru a common strand emerges where transformations were geared to creating a defensible space. From Buru-Buru clusters, one learns that the clusters defined socio-physical territory; while in Kaloleni, the dwellers responded to the court typology and scale by recreating the preferred 'defensible' space. The same can be said of the apartment block, yielding contrary results that reflected its containment and hence the futility of extensions with a socio-economic aim.

Dwelling Units

The cases represented dissimilar physical strategies regarding the DU-type. In Buru-Buru, the DU typology

⁹⁾ Although Tipple (etal.) (1987; 2000; 1999; 1986), however illustrate transformations in multi-storey blocks from the Middle East, their construction processes were un-clarified.

was central to the strategy for housing middle-income households, used also to define the 'ownership' model. Indeed, unlike Kaloleni, the number of 'bedrooms' (2-4) rather mere 'rooms' defined the DU-types. This was complete with private, public, ancillary and utility spaces that were less articulated in Kaloleni. In Kaloleni, although 6 Type-plans were the basis for the DU designs, the survey showed simple linear DU-types that only varied marginally in magnitude and number of living rooms.

The discussion of DITs relied on the 4-defined categories of ('A', 'B', 'C' and 'D'), and their frequencies are shown in Charts 1 and 2. As shown, in Buru-Buru, 'A' & 'B'DITs were almost inevitable, with a 50% chance for 'C' and 'D' categories. For Kaloleni, two-thirds of the dwellers were likely to have categories 'B', 'C' & 'D', with only 10% engaging in category 'A'.

As asserted by Brand (1994), buildings will always subject to transformations instanced by temporal and natural factors, as well as use and abuse by the dweller. Transformation thus responds to issues of sustenance of a use-value through maintenance, aptly recorded category 'B' DITs, and frequently reported the cases particularly in Buru-Buru (100%; motivated by the 'owned' DU status

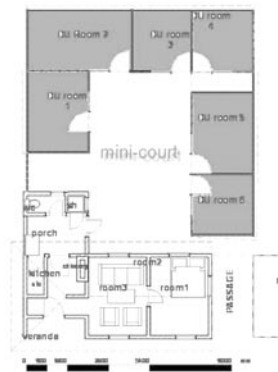


Figure 26. Kaloleni - plan of extended DU (author, 2010)

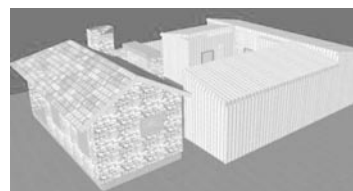


Figure 27. 3-D CAD projection of the extended DU at Kaloleni (author, 2010)



Figure 28. View into 'mini-court' at Kaloleni (author, 2010)

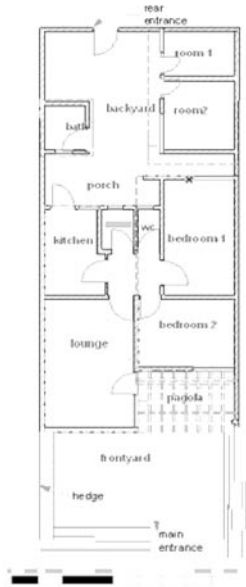


Figure 29. Floor Plan of Buru-Buru DU and extension (author, 2010)

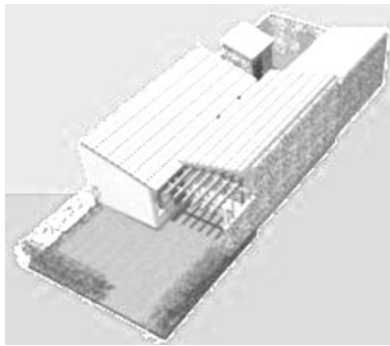


Figure 30. Buru-Buru DU CAD projections (author, 2010)

and the middle-income status quo desired). These, largely decorative ('B') transformations aimed at personalising the unit, were less in Kaloleni because of the rental tenure that meant the DUs were not individual property but the council's.

Indeed, the same motivation informed the high frequency (98%) of category 'A', in Buru-Buru, as opposed to the meagre 10% in Kaloleni. These, boundary-defining modifications, aimed to further personalise the DU, a higher priority for the owner-occupier Buru-Buru dwellers, as shown in Figures 29 and 30. That the Kaloleni dwellers prioritised internal but decorative transformations ('B') than boundary-defining ones ('A') only further confirmed the insecurity in the rented CCN house. For them the internal acts were about fortifying the unit for security reasons, covertly expressed, lest they attract the wrath of estate owners. 'Defensible' space was thus manifest differently for the tenant and owner dwellers; in Buru-Buru it was through boundary definition while in Kaloleni, it was through fortifying the defined space. Similarly, the paucity of the provided space in Kaloleni meant internal subdivisions ('C') aimed to convert

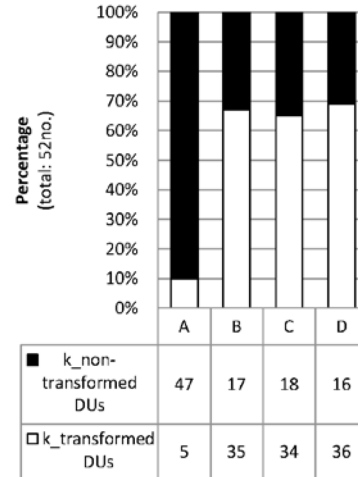


Chart 1. Frequency of Kaloleni DIT-types (author, 2010)

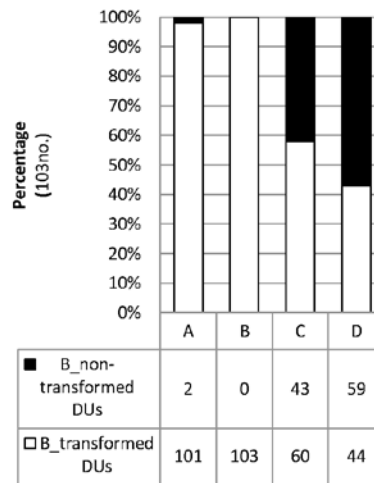


Chart 2. Frequency of Buru-Buru DIT-types (author, 2010)

meagre space for better utilisation was also high priority (65%), while for Buru-Buru this was not as high (58%), a third priority change.

It should also be noted that although in Kaloleni, the edge-definition DIT was low; this was because it often merged, with extension ('D'), and the added space went towards defining the dwellers' perceived territory in this ill-defined rental scheme illustrated in Figures 26-28. This latter phase however constituted structural changes as they added an independent entity in the 'temporary' extensions. In Buru-Buru, the least DIT was also space-adding (D). These additive DITs were costly and in both cases the frequency remained modest. The motivation for Kaloleni was physical aimed at addressing deficiencies in economic- and social-use space. Thus the dwellers added space to earn more income from subtenants, and also the ill-provided household.

Though Buru-Buru's extensions ('D') were for tenement income, they also addressed other socio-economic factors middle-income class differentiation. The lower

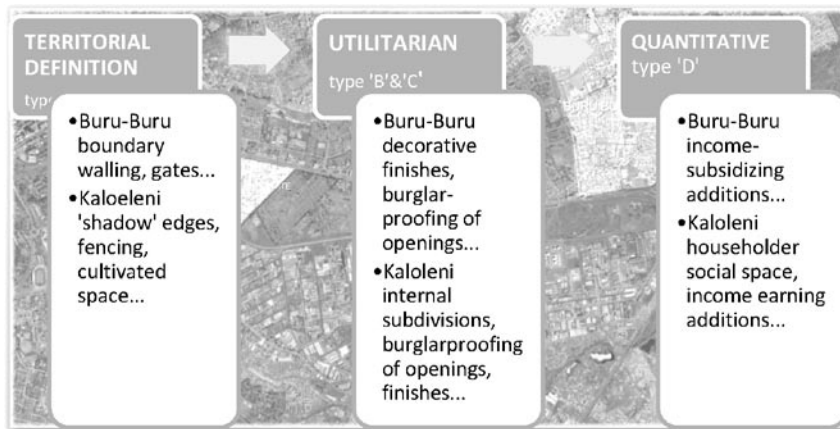


Figure 31. Transformation motivations in Buru-Buru and Kaloleni estates (Author, 2010)

frequencies (43%) of extensions in Buru-Buru also point the ambivalence of social status and economic motivation experienced by these middle-income transformers.

In conclusion the prioritisation of the transformation was guided by territorial concerns, utilitarian needs and before extensions and it was never an unguarded drive for money. It was about ensuring that the provided space fulfilled the dwellers' functional needs that were about utilitarian, image and socialisation before extension meant to serve economic requirements as illustrated in Figure 31.

CONCLUSIONS

Though historically, housing strategies ignored spatial consumption values of the dwellers of Nairobi, one can hardly fault the authorities, since they lacked precedents of African urban habitation. The research into contemporary usage of housing estates in Nairobi helped identify common usage of endogenously transformed space. The current derogative notion of transformations emanates from faulty premises of seeking to offer solutions to urban dwellers in formal housing estates. The paper advocates understanding these user-models and utilising the knowledge to realise convivial urbanity. The lessons illustrate some desirable tangents to pursue for desired space-use models.

It is accepted and was supported that the qualitative transformations ('A', 'B' and 'C'), enhanced the dwellings, while on the other hand, extensions ('D') are seen as speculator-driven and denigrating to the housing aesthetics, social and use-value. The all-inclusive investigation in the paper confirmed that, contrary to the last assertion, sensitivity in transformations in the dwellers' choices only enhanced the dwellings' functionality. For instance, in Buru-Buru estate extensions were often independently articulated to realise and accord privacy and security of the majority dwellership. In Kaloleni, the extensions defined the territory, ill-provided, and further introduced the more manageable 'mini-court'.

Legally abhorred in both cases, the cue to the transformations was its legitimacy in tallying the dweller's aspirations. However, the extent of legality was manifest differently within the two cases; in Kaloleni, it was through the use of 'temporary' technology. Since the technology was partially evident in the owned Buru-Buru, the only common thread was legal land tenure, absent on land exhibiting the unbecoming 'temporary' extensions. This lesson added to the debate with the legality of land access pitted against the legitimacy of the dwellers space needs. To the dwellers, this pointed to the legitimacy of the

act of transformations despite the lack of legal tenure; a logical aim in housing.

For the design strategy, it was apparent that the grouped forms, as in the apartment block, restricted the transform propensity, a factor that was eliminated within the 'plotted' types. This is a lesson than can be carried forward to architects, planners and policy-makers alike. For instance, positions on the suitability of the apartment typology for transformations has both 'pros' and 'cons'. The later condones transformations and condemns the lack of such avenues in the apartment as bad. Such positive views condoning to transformations are prone to use DITs as an alternative housing production mode, and thus relegating the government and formal institutions to a mere dormant observers. However, this ignores the likely negative effects, of crowding and strains on infrastructure, of the unguided transformations. The other view prefers controlled environments that retain the architects' objectives and condemns DITs, as well-articulated in the apartment block; suitable for condominium housing with a pre-conceive aesthetic. These are but lessons such empirical can lead to and which can guide our cities' development and evolution.

BIBLIOGRAPHY

- [1] Abrams, C., & Bloomberg, L. N. (1964). United Nations Mission to Kenya on Housing. Nairobi: United Nations.
- [2] Alemayehu, D., & Degaga, D. (2004). Housing Typologies and Cost Control – The situation in Ethiopia. In F. De Troyer, K. Allacker, H. Verchure, & A. Eijkelenburg (Ed.), International Workshop: Training Module Rational Design and Construction – region East Africa. Dar es Salaam: KULEuven/UCLAS/VLIR.
- [3] Anderson, D. (2002). Corruption at City Hall – African Housing and Urban Development in Colonial Nairobi. (A. Burton, Ed.) *Azania*, 36-37, 138-154.
- [4] Andreasen, J. (1987). Rented Rooms and Rural Relations: Housing in Thika, Kenya 1969-1985. Copenhagen: Royal Academy of Fine Arts.

- [5] Anyamba, T. J. (2006). *Diverse Informalities-Spatial Transformations in Nairobi– A study of Nairobi’s Urban Process*. PhD Thesis, The Oslo School Of Architecture And Design, AHO, Oslo.
- [6] Ast, G. (1979). *Space standards for urban low-cost housing in Kenya*. Nairobi: Housing Research & Development Unit.
- [7] Awalla, J. (2005). *Housing an Emerging Metropolis – harmonious housing solutions for a growing city*. World Urban Forum. Vancouver, Canada.
- [8] Brand, S. (1994). *How Buildings Learn-What Happens After They Are Built*. London: Penguin Books.
- [9] Burgess, R. (1982). *Dweller-initiated Advocacy: A Curious Form of Advocacy. A Critique of the Work of John F. C. Turner*. In P. Ward (Ed.), *Self– Housing A Critique*. London: Mansell.
- [10] Burton, A. (2002). *Urbanisation in East Africa: An Historical overview, c. 1750-2000*. (A. Burton, Ed.) *Azania: Urban Experience in Eastern Africa*, XXXVI-XXXVII.
- [11] Busharizi, V. M. (2004). *Determining Criteria for Affordable Housing – Case Study: Housing Primary Teachers*. In F. De Troyer, K. Allacker, H. Verschure, & A. Eijkelenburg (Ed.), *International Workshop: Training Module Rational Design and Construction*. Dar es Salaam: KULeuven/UCLAS/VLIR.
- [12] Central Housing Board. (c. 1960). *Housing Kenya*. Nairobi: Government Printer.
- [13] De Troyer, F. (1990). *Building Economics and Construction Management, Design Economics/Expert System*. 2, 100-111.
- [14] De Troyer, F., & Allacker, K. (2004c). *Alternative Layouts Adapted to the Ethiopian Context*. In F. De Troyer, K. Allacker, H. Verschure, & A. Eijkelenburg (Ed.), *International Workshop: Training module Rational Design and Construction*. Dar es Salaam: KULeuven/UCLAS/VLIR.
- [15] De Troyer, F., & Allacker, K. (2004b). *Modelling of Cost and Value Consequences of Architectural and Urban Design Options*. PGCHS. Dar es Salaam: KULeuven/UCLAS/VLIR.
- [16] De Troyer, F., & Allacker, K. (2004d). *Modelling of Financing Mechanisms for Incremental Urban Projects*. PGCHS. Dar es Salaam: KULeuven/UCLAS/VLIR.
- [17] Elleh, N. (1997). *African Architecture – Evolution and Transformation*. London: McGraw-Hill.
- [18] Emig, S., & Ismail, Z. (1980). *Notes on the Urban Planning of Nairobi*. Copenhagen: Royal Academy of Fine Arts, School of Architecture.
- [19] Erkelens, P. A. (1991). *Self-Help Productivity – a method for improving house building by low-income groups applied to Kenya 1990-2000*. PhD Thesis, Eindhoven University of Technology, Faculty of Building and Architecture, Eindhoven.
- [20] Frampton, K. (1992). *Modern Architecture-A Critical History*. London: Thames Hudson.
- [21] Gitau, S. K. (1999). *Shelter Extensions in Planned Estates: A Solution or a Problem? Shelternet*.
- [22] Hake, A. (1977). *African Metropolis*. London: Sussex University Press.
- [23] Hamdi, N. (1991). *Housing Without Houses– Participation, Flexibility, Enablement*. London: Intermediate Technology Publication.
- [24] Hirst, T., & Lamba, D. (1994). *The Struggle for Nairobi – the story of an urban environment, built at the place of ‘cold waters’, retold in words and pictures*. Nairobi: Mazingira Institute.
- [25] Howard, E. (1898). *Tomorrow-A Peaceful Path to Social Reform*. London: Swan Sonnenschein.
- [26] Huchzermeyer, M. (2006). *Large Scale Private Landlordism in Multi-Storey Districts of Nairobi*. University of Witwatersrand, School of Architecture & Planning, Johannesburg.
- [27] Johansson, R. A. (2003a). *Case Study Methodology. Methodologies In Housing Research Conference, 22-24 September*. Stockholm: The Royal Institute Of Technology (KTH) In Cooperation With International Association Of People-Environment Studies (IAPS).
- [28] Johansson, R. A. (2003b). *Case Study Methodology. Methodologies In Housing Research (p. keynote speech)*. Stockholm: The Royal Institute Of Technology (KTH) / International Association Of People-Environment Studies (IAPS).
- [29] Jorgensen, N. O. (1982). *Housing Finance for Low Income Groups – with special reference to developing countries*. Nairobi: Housing Research & Development Unit, University of Nairobi.
- [30] Makachia, P. A. (2004). *Design Strategies for Incremental Housing – a study of Dweller-Initiated Transformations in Urban Housing using Kenyan case studies*. In F. De Troyer, K. Allacker, H. Verschure, & A. Eijkelenburg (Ed.), *International Workshop: Training module Rational Design and Construction in the East Africa region*. Dar es Salaam.
- [31] Makachia, P. A. (2006, Spring). *Influence of House Form on Dweller-Initiated Transformations in Urban Housing*. *International Journal for Housing and Its Applications*, 30, pp. 33-44.
- [32] Makachia, P. A. (1995). *Starter Unit Concept– Case-Study Analysis of NHC of Kenya Low Income Housing Projects*. MArch Thesis, KULeuven, PGCHS, Leuven.
- [33] Makachia, P. A. (2010). *Transformation of Housing in Nairobi – Dweller-Initiated Transformations in Formal Housing in Nairobi Estates with Case Studies of Kalo leni and Buru-Buru Estates*. PhD Thesis, University of Nairobi, Architecture and Building Science, Nairobi.
- [34] Makachia, P. A., Talukhaba, A. A., & Omenya, A. O. (2005c). *A Cost Modelling Design Strategy for Dweller-Initiated Transformations in Urban Housing*. In A. A. Talukhaba, O. A. Akindele, & J. Appiah-Baiden (Ed.), *Proceedings of the 3rd Post-Graduate Conference of Construction Industry Development (CIDB) – 2005 (pp. 373-388)*. Johannesburg: CIDB / University of Witwatersrand / COEGA.
- [35] Makoba, N. (2004). *Integrated Cost Models – Application to Tanzanian context*. In F. De Troyer, K. Allacker, H. Verschure, & A. Eijkelenburg (Ed.), *International Workshop: Training module Rational Design and Construction*. Dar es Salaam: KULeuven/UCLAS/VLIR.

- [36] Menezes, L. (1978). *Buru-Buru – a social survey*. Nairobi: Mutiso Menezes International.
- [37] Mortimer, C. (1946). Foreward. In G. Oglivie, *The Housing Of Africans in the Urban Areas of Kenya* (pp. ff1-ff2). Nairobi: The Kenya Information Office.
- [38] Mwangi, I. K. (1997). The nature of rental housing in Kenya. *Environment and Urbanisation*, 9 (2), 141-160.
- [39] (c.1950). *NAIROBI -A Jubilee History 1900-1950*. Nairobi.
- [40] Nairobi Area Town Planning Authority. (1927). *Explanatory Memorandum*. Nairobi.
- [41] Nairobi Urban Study Group. (1973). *Nairobi – Metropolitan Growth Strategy*. Nairobi: Nairobi City Council.
- [42] Napier, M. (2002). Core housing, enablement and urban poverty – The consolidation paths of household's living in two South African settlements. University of Newcastle upon Tyne, CARDO, United Kingdom.
- [43] Nevanlinna, A. K. (1996). *Interpreting Nairobi*. Helsinki.
- [44] Newman, O. (1972). *Defensible Space-People and Design in the Violent City*. New York: Macmillan.
- [45] Obudho, R. A., & Aduwo, G. O. (1992, February & May). The Nature of the Urbanization Process and Urbanism in the City of Nairobi, Kenya. (R. A. Obudho, Ed.) *African Urban Quarterly*, 7 (1 & 2), pp. 50-63.
- [46] Oglivie, G. (1946). *The Housing of Africans in the Urban Areas of Kenya*. Nairobi: The Kenya Information Office.
- [47] Owusu, S. E., & Tipple, A. G. (1995). *The Process of Extensions in Kumasi, Ghana*. Newcastle upon Tyne: CARDO.
- [48] Oxman, R., Herbert, G., & Wachman, A. (1985). Strategies for Growth and Staged Building in Housing. *Habitat International*, 9 (1), 25-31.
- [49] Panerai, P., Castex, J., & Depaule, J.-C. (2004). *Urban Forms-the death and life of the urban block*. Oxford: Architectural Press.
- [50] Perrotti, G. (1996). *From Self-Help to participative Planning – The architect's role under the Latin American experience*. Royal Institute of Technology, Architecture and Town Planning, Stockholm.
- [51] Perry, C. A. (1929). *The Neighbourhood Unit*. Regional Survey of New York and its Environs, VII, 10-14.
- [52] Republic of Kenya. (2010). *2009 Kenya Population & Housing Census*. Nairobi: Kenya National Bureau of Statistics (KNBS).
- [53] Republic of Kenya. (1987). *The Sectional Properties Act*. Nairobi: Government Printers.
- [54] Riley, E., & Wakely, P. (2005). *Communities and Communication-Building Urban Partnerships*. Rugby, UK: ITDG & DFID.
- [55] Shihembetsa, L. U. (1995). *User Needs In Urban Low-Income Housing: Towards A Framework for Creating User Responsive Environments in Nairobi, Kenya*. Ph.D. Thesis, University Of Newcastle Upon Tyne, CARDO, Newcastle Upon Tyne.
- [56] Skotte, H. (2004). *Tents in Concrete– What Internationally Funded Housing Does To Support Recovery in Areas Affected By War; the Case of Bosnia-Herzegovina*. Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Architecture and Fine Art, Department of Urban Design and Planning. Trondheim: NTNU.
- [57] Slaughter, J. (2004). *Master Plans: Designing (National) Allegories of Urban Space and Metropolitan Subjects for Postcolonial Kenya*. *Research in African Literatures*, 35 (1).
- [58] Soja, E. (1968). *The Geography of Modernisation in Kenya: A Spatial Analysis of the Social, Economic and Political Change*. Syracuse NY: Syracuse University.
- [59] Syagga, P. (2003). *Integrated, Multi-Sectoral and Sectoral Urban Development Initiatives in Kenya*. DFID. Rugby, UK: ITDG.
- [60] Syagga, P. M., & Kiamba, J. M. (1992). *Housing the Urban Poor: A case study of Pumwani, Kibera and Dandora Estates in the city of Nairobi*. (R. A. Obudho, Ed.) *African Urban Quarterly*, 7 (1 & 2), 79-88.
- [61] Thornton-White, L. W., Anderson, P. R., & Silverman, L. (1948). *Nairobi– Master Plan For A Colonial Capital– A Report Prepared For The Municipal Council Of Nairobi*. London: His Majesty's Stationery Office.
- [62] Tipple, A. G. (2000). *Housing Themselves-User-Initiated Transformation of Government-Built Housing in Developing Countries*. Liverpool: Liverpool University Press.
- [63] Tipple, A. G., & Wilkinson, N. (1987). Are Self-Help Extensions the Way Forward in Multi-Storey Walk-ups? Lessons from Helwan, Egypt. *African Urban Quarterly*, 2 (3), 235-249.
- [64] Tipple, A. G., & Wilkinson, N. (1986). *Self-Help Transformation of Government Built Flats – The case of Helwan, Egypt*. In K. Mathew, *Beyond Self-Help Housing* (pp. 283-301). Mansell.
- [65] Tipple, A. G., Wilkinson, N., & Nuor, M. (1985). *Transformation of Worker's City Helwan: Multi-Storey Extensions Observed*. *Open House International*, 10 (3), 25-38.
- [66] Tipple, A. (1999). *Transforming Government-Built Housing: Lessons from developing Countries*. *Journal of Urban Technology*, 6 (3), 17-35.
- [67] Turner, J. F. (1969). *Alternative Interpretations and Alternative Policies*. USAID.
- [68] Turner, J. F. (1972). *Housing as a Verb*. In J. T. Fichter (Ed.), *Freedom to Build*. New York: Macmillan.
- [69] Turner, J. F. (1977). *Housing by the People – Towards Autonomy in Building Environments*. New York: Pantheon.
- [70] Tzonis, A. (1976). *Forum*. In *The Name Of the People– The Development of Contemporary Populist Movement in Architecture*, XXV (3), pp. 5-9 & 27-33.
- [71] Unwin, R. (1902). *Town Planning in Practice, An Introduction to the Art of Designing Cities and Sub-urbs*. London: Fisher Unwin.
- [72] Yin, R. K. (2003). *Case Study – Design and Research Methods*. London: Sage Publications.

СУНЧЕВА ЕНЕРГИЈА ЗА ДЕЦУ: ПРОЈЕКАТ ДОГРАДЊЕ О.Ш. „ДРАГОЈЛО ДУДИЋ” У БЕОГРАДУ

SOLAR ENERGY FOR KIDS: DESIGN OF PRIMARY SCHOOL „DRAGOJLO DUDIĆ” UPGRADE IN BELGRADE



UDK: 727.112(497.11)
Originalni naučni rad

Доц. др Љиљана АЛЕКСИЋ, дипл. инж. арх.
Др Весна КОСОРИЋ, дипл. инж. арх.

РЕЗИМЕ

Овај рад представља пројектантске концепте и стратегије примењене у пројектовању доградње Основне школе „Драгојло Дудић” у Београду и показује добити које би се могле постићи „пасивним” и „активним” коришћењем сунчеве енергије. Пројекат има за циљ да демонстрира високог перформанса, енергетски ефикасну и одрживу архитектуру. Новопроектвана зграда школе је волуметријски пројектована у складу са биоклиматским принципима, и брижљиво је угњездена у контекст окружења тако да максимално користи његове предности са једне стране, и превазилази његова ограничења са друге стране, креирајући интензивну, позитивну међусобну интерактивну везу са њим. Каскадно позиционирани и југо-западно оријентисани блокови зграде, адекватно уклопљени у веома нагнут терен са око 20 m висинске разлике, омогућавају функционално добру организацију и високо квалитетни комфор пројектованих простора (10 учионица, 2 вишенаменске учионице, отворене терасе, зборница, кухињско постројење, помоћни простори). Здравље и комфор ученика и других корисника школе су сматрани за високе приоритете током интегрисаног процеса пројектовања. Полупрозрачни монокристални фотонапонски модули су интегрисани као покретни соларни застори, на југо-западној фасади, побољшавајући термички и визуелни комфор и дајући интересантне естетске ефекте споља и у унутрашњости зграде, и стварајући идентитет школе оријентисан ка одрживом развоју, као и подижући свест о уштедама енергије и коришћењу обновљивих извора енергије. Овај пројекат школе тежи да се брине истовремено о корисницима простора и окружењу, и да мотивише и инспирише људе да се брину о свету око себе.

Кључне речи: здравље и комфор, интегрисани процес пројектовања, интегрисани фотонапонски системи, контекстуализам, сунчева енергија, школа.

SUMMARY

This paper presents design concepts and strategies applied in designing of Primary school „Dragojlo Dudić” upgrade in Belgrade and shows the benefits that could be achieved by both „passive” and „active” solar energy utilization. The project aims to demonstrate high performance, energy efficient and sustainable architecture. The new designed building of the school is volumetrically designed according to bioclimatic approaches, and it is carefully nested in the context to maximally use its advantages on one side, and to overcome its limitations on other side, creating intensive, positive mutual interaction with it. The cascade positioned and south-west oriented building's blocks, adequately fitted in the steeply inclined terrain with ca. 20 m height difference, are enabling functionally good organization and high-quality comfort of designed spaces (10 classrooms, 2 multi-purpose classrooms, open terraces, office, kitchen facility, auxiliary spaces). The health and comfort of pupils and other occupants of the school

Adresa autora: Грађевински факултет, Универзитет у Новом Саду,
24000 Суботица, Kozaračka 2a
E-mail: ljiljana.d.aleksic@gmail.com
Futstligweg 14, CH-4600 Olten, Switzerland
E-mail: vesna.kosoric@gmail.com

were considered as high priorities during the design process. Semi-transparent monocrystalline Photovoltaic (PV) modules are integrated as movable solar blinds, on south-western facade improving the thermal and visual comfort and giving interesting aesthetic effects from both outside and inside of the building, and creating sustainability oriented identity of the school and rising awareness for energy savings and renewable energy sources (RESs) utilization. The design of the school efforts to present care for both the occupants and the context, and to motivate and inspire people to take care for the world around.

Key words: health & comfort, integrated design process (IDP), building integrated photovoltaics (BIPV), environmental contextualism, solar energy, school.

1. УВОД

Основна школа „Драгојло Дудић“ се налази у Булевару краља Александра, у делу Београда који припада насељу Мали Мокри Луг. Постојећа школа, радом у две смене, задовољава тренутне потребе самог насеља као и потребе околних насеља – што значи да реалне потребе превазилазе просторне капацитете постојеће школе и наглашавају потребу за доградњом која би задовољила повећане потребе и услове једносменског рада.

Школско двориште је пространо и лепо организовано, са денivelацијом према Булевару краља Александра, обезбеђено потпорним зидом и сигурносном оградом. Унутрашње двориште, смештено иза зграде школе, једним делом се користи као „школско игралиште“ за кошарку, одбојку и рукомет, а већи део дворишта се налази на нагнутом терену, покривен ниским растињем и нижим листопадним дрвећем и не користи се. Нагиб терена асоцира на каскадно пружање објекта и „сафдијевски“ моделиране структуре.

Новопроектовани објекат је предвиђен за децу од I до IV разреда. Каскадно пројектовани блокови зграде су разуђено постављени, тако да остављају зелени простор између, који би могао да се користи за учење и боравак на отвореном, као и за игру. Форма објекта и повезаност са непосредним окружењем одсликавају принципе контекстуализма. У раду су описани основни концепти и стратегије коришћени у оквиру интегрисаног процеса пројектовања који је примењен при пројектовању доградње школе. Зграда је пројектована у складу са биоклиматским принципима, са посебним вођењем рачуна о комфору ученика и других корисника. У раду је детаљније приказано планирано коришћење сунчеве енергије.

2. О.Ш. „ДРАГОЈЛО ДУДИЋ“ – ПОСТОЈЕЋЕ СТАЊЕ

2.1. Објекат постојеће школе

Школа има тренутно 36 одељења, од тога 19 одељења нижих разреда, од I до IV, и 17 одељења виших разреда, од V до VIII. Постојећа зграда О.Ш. „Драгојло Дудић“ поседује 19 учионица које подмирују потребе 36 одељења, али са радом у две смене, као једином могућом организацијом, где су за спортске активности и многобројне секције, једини могући термини после завршене наставе тј. после 20h. То на-

1. INTRODUCTION

The primary school “Dragojlo Dudić” is situated in Boulevard of king Aleksandar, in the part of Belgrade which belongs to the settlement Mali Mokri Lug. The existing primary school, working in two shifts, meet the present requirements of the settlement and the requirements of the surrounding settlements as well – which means that the real demand are exceeding spatial capacities of the existing school and are emphasizing the demand for the school upgrade which will meet expanded demands and the conditions of the work in only one shift.

The schoolyard is wide and well organized, with the denivelation toward Boulevard of king Aleksandar, provided with retaining wall and safety fence. The internal courtyard, situated below the school, is on one side used as „school playground” for basketball, volley-ball and handball, but the biggest part is located on sloping terrain, covered with the low vegetation and lower deciduous trees and it is not used currently. The slope of the terrain associates on cascade insertion of the building and on „safdie-stic” shaped structures.

The designed building is planned for the children from 1st to 4th grade. The cascade designed building blocks are distributed situated, so that they leave green area between, which could be used for studying and spending time outdoor, and for the playing as well. The building form and the connection with the close environment present the principles of the environmental contextualism. The main concepts and strategies used inside IDP which are applied in the school upgrade design are presented in this paper. The building is designed according to the bioclimatic principles, with special taking care of the comfort of the pupils and other users. The planned solar energy utilization is more in dept presented in the paper.

2. PRIMARY SCHOOL „DRAGOJLO DUDIĆ“ – THE EXISTING STATE

2.1. The building of the existing school

The school currently has 36 classes: 19 lower grades, from 1st to 4th grade, and 17 higher classes, from 5th to 8th grade. The building of the existing primary school „Dragojlo Dudić” have 19 classrooms which are meeting the need of 36 classes, but with working in two shifts, as the only one possible organization, where the only possible terms for the sport activities and numerous facul-

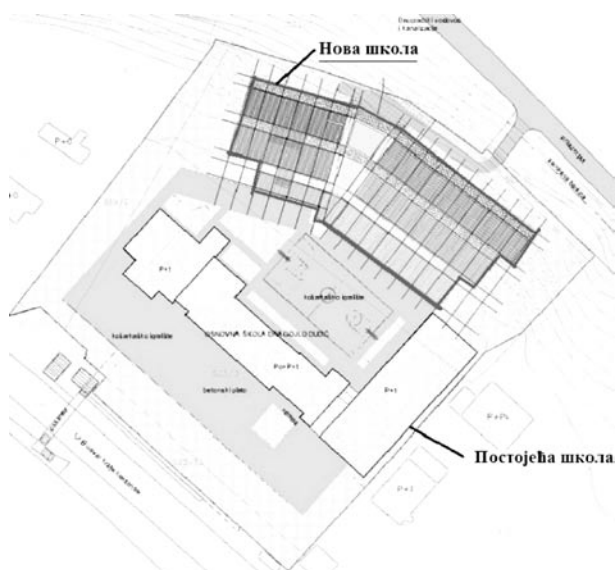
води на закључак да су постојећи капацитети основне школе недовољни и као такви не могу да подмире потребе насеља.

Максимални капацитет О.Ш. „Драгојло Дудић“, с обзиром на потребе насеља, је 40 одељења за око 1000 ученика. Према важећим нормативима (Правилник о нормативима школског простора, опреме и наставних средстава за основну школу, 1990), ученике би требало сместити у једну смену, уз кабинетску наставу за све предмете. За физкултурну салу треба предвидети једну већу салу или две мање сале, тако да на сваком часу могу да их користе два одељења, чиме би се омогућила активност у сали и за ученике од I до IV разреда – по распореду за свако одељење 3 часа физичког васпитања недељно.

Таква организација простора са радом у једној смени, омогућила би разне друштвене активности у поподневним терминима, као и посебан простор за целодневну наставу која би се одвијала у четири групе по 25 ученика.

2.2. Опис локације

Двориште постојеће основне школе је довољно пространо, тако да омогућава пројектовање доградње нове школе (слика 1). Основна школа је у близини зелених површина Звездарске шуме и без обзира што је у прометном Булевару краља Александра, због денivelације у односу на улицу и прописане удаљености, заштићена је од издувних аутомобилских гасова и буке. Земљиште школског дворишта је југо-западно оријентисано; лепо је осунчано, и једним делом је нагнуто и оцедито. Двориште испред школе је уређено и служи за окупљање и игру деце пре почетка наставе, као и за време одмора, а поред ограде је травната површина са засађеним листопадним и четинарским дрвећем. Школско двориште иза школе је организо-



Слика 1. Ситуација: постојећа и нова школа

Image 1. The situation: the existing and new school

tative activities are after finished ordinary teaching, i.e. after 20h. This invites for the conclusion that the existing capacities of the primary school are deficient and as such they can not meet the need of the settlement.

The maximal capacity of the primary school „Dragojlo Dudić“, in respect of the settlement need, is 40 classes for ca. 1000 pupils. According to the valid relevant standards (Pravilnik o normativima školskog prostora, opreme i nastavnih sredstava za osnovnu školu, 1990), the teaching of pupils should be organized in one shift, with the cabinet teaching for all modules. One bigger and two smaller rooms should be provided for the gymnastic room, so that during the teaching they can be used simultaneously by two classes, which will enable the activity in the gymnastic room for the pupils from 1st to 4th grade as well – according to the schedule for each class 3 hours of sports weekly.

Such organization of the space with working in one shift would enable different social activities in afternoon terms, and special space for the whole day studying which will be organized in four groups with 25 pupils.

2.2. The site description

The courtyard of the existing primary school is enough wide, so that it enables the design of the school upgrade (image 1). The primary school is nearby the green areas of the Zvezdara forest and irrespective to this, it is situated in frequent street Boulevard of king Aleksandar, because of the denivelation toward the street and specified distance, it is protected from exhaust cars' gases and noise. The terrain of the schoolyard is southwest oriented; it is well insolated, and in one part it is sloped and drained. The courtyard in front of the school is well organized and it serves for grouping and playing of the children before the start of the courses, and during the pause as well, and beside the fence there is the grass area with planted deciduous and evergreen trees. The schoolyard behind the school is organized as sport courtyard and its main part is unused due to the slope. Precisely on the sloped terrain, the new school is planned with cascade positioned blocks and grass terrains between the blocks dedicated to playing and recreation of the youngest pupils.

3. THE SCHOOL UPGRADE – PLANNED BUILDING

3.1. The targets and program defining

The meeting the need of the settlement for 40 classes with ca. 1000 pupils and organizing the work in one shift are the main design targets and as such they are the main conditions for the project program development. According to the purpose and function, the following space categories are proposed:

- Teaching spaces,
- Spaces for general needs and social life of the school,
- Spaces for the administration and school staff,

вано као спортско игралиште и његов већи део је неискоришћен због нагиба. Управо на нагнутом терену је предвиђена нова школа са каскадно постављеним блоковима и травнатим теренима између блокова намењеним за игру и рекреацију најмлађих ученика.

3. ДОГРАДЊА ШКОЛЕ – НОВОПРОЈЕКТОВАНИ ОБЈЕКАТ

3.1. Дефинисање циљева и програма

Потребе насеља за 40 одељења са око 1000 ученика и рад у једној смени је основни циљ пројектовања и као такав један је од основних услова за развој програма пројекта. Према намени и функцији предложене су следеће категорије просторија:

- Наставне просторије,
- Просторије за опште потребе и друштвени живот школе,
- Просторије за управу и особље,
- Помоћне просторије.

Један од циљева је омогућавање корективног педагошког рада са децом са посебним потребама. Поред степеништа су пројектом предвиђене рампе које омогућавају лакши приступ школској згради, учионици, санитарном чвору, у циљу лакшег кретања ходницима.

Предвиђена школа је пројектована да представља зграду високог перформанса у смислу архитектонских вредности, енергетски ефикасну, у складу са принципима одрживог развоја. Као таква, зграда треба да обезбеди комфор и пријатан боравак корисника у њој, и да се максимално уклапа у окружење, користећи оптимално његове предности.

3.2. Елементи пројектовања

Модуларни просторни елемент пројектовања је учионица, основни облик је квадар и представља стабилну форму која се понавља „n“ пута чинећи блокове и каскадне структуре. Коначна структура је условљена функционалним и симболичким значењем: функција је условљена наменом и важећим нормативима школског простора, а све то кроз симболичко значење и примену биоклиматских принципа.

Каскадно пружање објекта омогућава излаз скоро сваке учионице на терен или отворен простор – терасу; хоризонталне пешачке зоне – ходници се повезују са затвореним вертикалним пасарелами – рамама – степеништима преко којих се корисници полако крећу и иду према вишим спратовима објекта уз могућност да на одређеним местима изађу на терен.

„Рачвање“ вертикалних комуникација у облику слова „V“ омогућава формирање унутрашњег дворишта – атријума, као зелене оазе унутар самог објекта. Учионице у блоку су повезане хоризонталним ходницима који имају надсветла чиме је омогућено природно осветљење и природна вентилација унутрашњег простора.

– Auxiliary spaces.

One of the targets is enabling of editable pedagogic work with the children with special needs. In the project, the ramps are predicted beside the stairs, enabling easier access to the school building, classrooms, lavatories, and providing easier moving in the corridors.

The planned school is designed to present the building of the high performances in terms of architectural values; energy efficient, according to the principles of sustainable development. And such, the building should provide the comfort and pleasant spending time of users inside it, and also it should maximally be well nested in the surrounding, optimally using its advantageous.

3.2. The design elements

The modular spatial design element is the classroom, the basic shape is the cube and it presents stable form which is repeating „n” times creating the blocks and cascade structures. The final structure is induced with the functional and symbolic meaning: the function is induced with the purpose and valid relevant standards for school spaces, and all this through symbolic meaning and application of bioclimatic principles.

The cascade setting of the building enables the exit of almost all classrooms to the terrain or the open space – the terrace; the horizontal pedestrian zones – the corridors are connecting with the closed vertical passages – ramps – stairs on which the users move slowly and go toward higher building floors with the possibility on certain places to enter to the terrain.

„The divergence” of vertical communications in the shape of „V” enables the creating of internal courtyard – the atrium, as the green oasis inside the building itself. The classrooms in the block are connected with horizontal corridors which have fanlights enabling daylighting and natural ventilation of the indoor environment.

3.2.1. The building and the environment

The proposed solution gives special relation to the terrain. It is the sloped terrain with the height difference of ca. 20 m which has directed and enabled cascade positioning of the building. The wide schoolyard provides wide space around the school which would be utilized for education, recreation and playing of the children.

The space around the atrium is specially interesting, which presents „multipurpose space outdoor”. The cascade positioned building enables individuality and connection with the surrounding, which are rarely present in schools. The cascade volume of the building and fitting in the context, first of all terrain, have enabled that almost every classroom has the entrance to the roof terrace or the terrain, so that the connection with the external environment and organization of teaching on the open space are enabled. The terraces can be used as „playgrounds” or as nice green gardens. Such project enables the building which would not disturb the existing natural environment, namely it would only bring new qualities.

3.2.1. Објекат и средина

Предложено решење даје посебан однос према терену. У питању је нагнут терен са висинском разликом од око 20 m што је усмерило и омогућило каскадно постављање објекта. Пространо школско двориште омогућава да се око школе добије доста простора који би се користио за едукацију, одмор и игру деце.

Нарочито је занимљив простор атријума, који представља „вишенаменски простор на отвореном“. Каскадно постављен објекат омогућава посебност и присност са окружењем, који се ретко срећу код класичних школа. Каскадна волуметрија објекта и уклапање у окружење, пре свега терен, омогућили су да скоро свака учионица има излаз на кровну терасу или терен, тако да је омогућена веза са спољном срединам и организовање наставе на отвореном. Терасе могу да се користе као „играонице“ или раскошне зелене баште. Овакав пројекат омогућава изградњу објекта који не би нарушио постојеће природно окружење, већ би само донео нове квалитете.

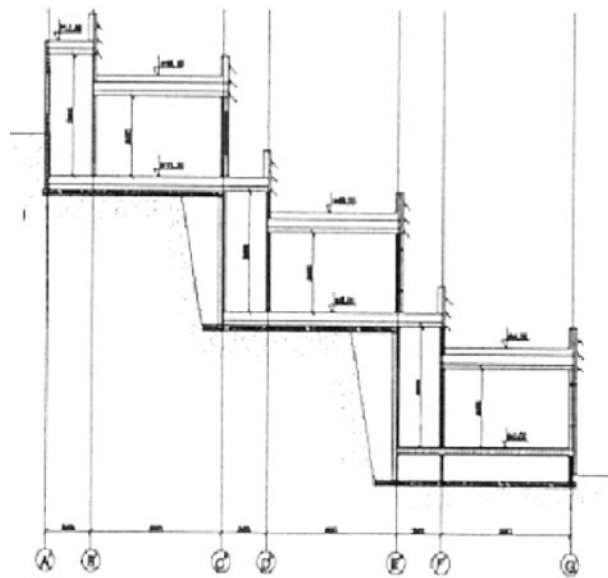
Каскадно постављени објекти и југо-западна оријентација терена дају добру могућност за коришћење сунчеве енергије: „пасивно“, директно преко прозора који обезбеђују дневно осветљење омогућавају висок ниво визуелног комфора и „активно“ преко фотонапонских система који обезбеђују производњу електричне енергије. Идеја је да пример одрживог развоја има и едукативну улогу и да се деца од „малих ногу“ упознају са одрживим развојем, да уче да штеде енергију и користе обновљиве изворе енергије.

3.2.2. Форма и садржаји

Нагнут терен инспирише пројектовање каскадног објекта, тако да би изграђени школски објекат био потпуно уклопљен у пад терена тј. пад терена се користи за каскадно постављање учионица са југо-западном оријентацијом. Учионице су са тереном повезане преко затворених пасарела – ходника са степеништем и рампама које омогућавају да се прати нагиб терена и полако се пењу према врху дворишта.

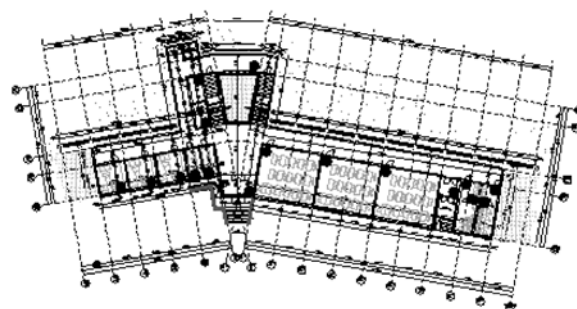
Учионице се каскадно постављају тако да свака наредна учионица користи раван кров претходне учионице као терасу и може да послужи за боравак ученика на отвореном простору (слика 2). Из пресека се види да се у ходнику који повезује учионице, постављају тракасти прозори као надсветло да би тај простор за комуникације био осветљен природним светлом и природно вентилиран.

Модуларна ширина учионица је 4 m x 2 што износи 8 m; положај учионице је повољан јер је учионица према дневном осветљењу оријентисана својом дужином (слика 3). Модуларно постављене учионице омогућавају флексибилна решења, где би се по потреби могле препројектовати учионице у веће или мање просторије за извођење наставе.



Слика 2. Пресек новопројектованог објекта

Image 2. Intersection of planned building



Слика 3. Основа приземља новопројектованог објекта

Image 3. Ground floor of the planned building

The cascade positioned building and south-west orientation of the terrain give good opportunity for solar energy utilization: „passive“, direct through the windows which by providing daylighting enable high level of visual comfort and „active“ through BIPVs which provide electrical energy production. The idea is that the example of sustainable development has also educative role and that children from the earliest period meet sustainable development, learn to save the energy and use renewable energy sources.

3.2.2. The form and functions

The sloped terrain inspires the design of the cascade building, so that the built school will be totally fitted into the the terrain slope, i.e. the slope of the terrain is used for cascade positioning of the classrooms with south-west orientation. The classrooms are connected to the terrain with closed passages – the corridors with stairs and ramps which enable following the terrain slope and they rise slowly toward the top of the courtyard.

Новопроектовани објекат се састоји од два крила:

1. Десног крила са учионицама за рад и учење ученика,

2. Левог крила које се састоји од три независне целине које су више разуђене од десног крила и прате границу грађевинске парцеле и предвиђене су за: зборницу са пратећим канцеларијама, вишенаменски простор – могуће је организовати целодневну наставу за 4 групе по 25 ученика са пратећим садржајем, трпезарију са кухињом и оставама.

3. Између крила се налази атријум или по потреби два атријума у зависности од нивелисања и каскадног постављања.

Новопроектовани објекат школе садржи следеће просторије:

– 10 учионица за одвијање наставе,

– Учионица за продужени боравак са учионицом за учење и завршавање домаћих задатака и простором за одмор и игру са везом са спољним тереном за игру,

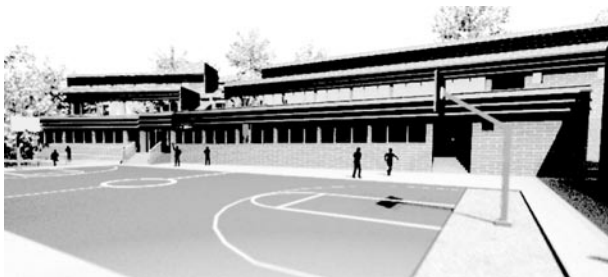
– Зборница – просторија за наставно особље и просторије за ненаставно особље,

– Учионица са вишенаменским простором са справама за игру у затвореном простору, по потреби простор за предавања и простор за прославе и приредбе ученика,



Слика 4. Уклопљеност новопроектованог објекта у терен (3D модел)

Image 4. Fitting of planned building into the terrain (3D model)



Слика 5. Југо-западна фасада и спортски терени испред новопроектованог објекта

Image 5. South-west facade and sport courts in front of the planned building

The classrooms are cascade positioned so that each next classroom uses the flat roof of the previous classroom as the terrace and can serve for pupils to spend time outside (image 2). From the intersection, it can be seen that stripe windows as fanlights are positioned in the corridor which connects the classrooms, in order to provide to this communication space daylight and natural ventilation.

The modular width of the classrooms is 4 m x 2 which gives in total 8 m; the position of the classrooms is advantageous as the classrooms are with their length oriented towards daylight (image 3). The modularly positioned classrooms are enabling flexible solutions, where if there is the need, the classrooms could be re-designed into bigger or smaller rooms for teaching purposes.

The planned building consists of two annexes:

1. The right annex with the classrooms for teaching purposes,

2. The left annex consisting of three independent parts which are rather disjointed comparing to the right annex and follow the border of the parcel and they are planned for the secretariat with accompanying offices, the multipurpose space – it is possible to organize the whole day teaching for 4 groups with 25 pupils with accompanying functions, the mess with the kitchen and stores.

3. Between the annexes, there is the atrium or if it is needed two atriums depending on the nivelation and cascade positioning.

The planned building of the school comprises the following rooms:

– 10 classrooms for teaching purposes,

– The classroom for prolonged time with the classroom for teaching and doing home works and the space for recreation and playing with the connection with outdoor court for playing,

– The secretariat – the room for the teaching staff and the room for the non teaching staff,

– The classroom with the multipurpose space with the equipment for playing in the closed space, the space for teaching and the space for celebrations and pupils' spectacles,

– The kitchen for the baits, with the mess and auxiliary rooms,

– The auxiliary rooms planned for: communications, the entrance with the canopy and windshield, wardrobes, toilets, stores, workrooms, furnace, etc.

The school blocks follows the terrain slope, and around the building there is wide free space which is used for sport activities and the spending time outdoor (image 4). The planned building is raising from the level of the existing building, so that these two buildings: the existing school building and the planned building connected with sport courts (image 5).

3.2.3. The construction and materials

Although the school is planned as tridimensional modular structure – the classroom as tridimensional

– Кухиња за припремање ужине, са трпезаријом и помоћним просторијама,

– Помоћне просторије које су предвиђене за: комуникације, улаз са надстрешницом и ветробраном, гардеробе, санитарне просторије, магацине, радионице, котларницу и сл.

Школски блокови прате нагиб терена, а око објекта се добија доста слободног простора који се користи за спортске активности и боравак деце на отвореном простору (слика 4). Новопроектовани објекат се подиже са које постојеће зграде, тако да су та два објекта: постојећа зграда школе и новопроектована зграда повезане спортским теренима (слика 5).

3.2.3. Конструкција и материјали

Иако је објекат школе предвиђен као тродимензионална модулarna структура – учионица као тродимензионални модул се може додавати и одузмати у зависности од облика грађевинске парцеле, предлаже се скелетни конструктивни систем са испуном „сандвич зидова“ од конструктивних опекарских блокова и блокова за преградне зидове, минералне вуне и облогом од фасадне опеке у природној боји печене земље.

Подови у свим радним просторијама школе су топли или полутопли, са нехабајућом површином, равни али неклизави, да би се избегле евентуалне повреде ученика и да би се лако чистили и одржавали.

Акцент је на природним материјалима, са природним бојама које представљају заштиту материјала и истовремено истичу његову структуру и природну боју – светле, мат и мирне боје. Такви материјали и боје обезбеђују минималне ефекте рефлексије.

3.3. Коришћење сунчеве енергије

3.3.1. Интегрисање фотонапонских система

Пројектовање интегрисања соларних система је комплексан процес који захтева свеобухватан и мултидисциплинарни приступ у циљу проналажења оптималних решења у погледу естетског, енергетског, економског аспекта. При пројектовању соларног система на згради школе, разматрани су следећи фактори:

1. Климатски и параметри урбаног планирања: локација, оријентација зграде, засенчење зграде,
2. Релевантне карактеристике зграде,
 - 2.1. Стил, форма, архитектонски израз зграде у целини,
 - 2.2. Капацитет зграде, потрошња енергије,
 - 2.3. Карактеристике омотача објекта: крова и фасадног зида, као потенцијалних места за интегрисање соларних система,
3. Естетске карактеристике, начини монтаже, димензије соларних система.

Имајући у виду поменуте факторе, за соларни систем на згради је одабран фотонапонски систем у

module can be added and subtracted depending on the parcel shape, the skeletal constructive system is proposed with the filling of „sandwich walls” of constructive brick blocks and blocks for partition walls, mineral wall and cladding of facade brick in the natural color of baked clay.

The floors in all rooms in the school are warm or semi warm, with surface detrition persistent, flat but non slippery, in order to avoid eventual injuries of the pupils and to be easily cleaned and maintained.

The accent is on the natural materials, with the natural colours which present the protection of the material and at the same time they emphasize its structure and the natural color – light, mat and quiet colours. Such materials and colours provide minimal reflection effects.

3.3. The solar energy utilization

3.3.1. BIPV design

The designing of solar system integration is the complex process which requires comprehensive and multidisciplinary approach in order to find optimal solutions regarding aesthetic, energy, economic aspect. During the design of solar system for the school, the following factors are considered:

1. The climatic and urban planning parameters: the site, the building orientation, the shading,
2. The relevant building characteristics,
 - 2.1. The style, the form, the architectural expression of the building,
 - 2.2. The building capacity, the energy consumption,
 - 2.3. The characteristic of the building envelope: roof and facade, as potential places for solar systems integration,
3. The aesthetic characteristics, mounting options, dimensions of solar systems.

Having in mind mentioned factors, for the solar system on the building, it is selected PV system in the form of solar blinds which are integrated on south-west facade on the level of parapets and the windows upper level on each floor (images 2, 3 and 5). The system which was considering is made of three stripes of semi-transparent monocrystalline panels positioned on both building annexes: on left building annex, 15° oriented from the south toward the west, and on right building annex, 35° oriented from the south to the west (image 6).

In order to find appropriate design solution especially regarding energy aspect, the calculations were done for numerous variants in the program PVSYST V 5.4. The potentials of planned system with different distances between stripes (40, 60 and 80 cm) and different panel tilts (45° and 90°) were analyzed at the yearly basis (table 1).

According to the results shown in table 1, the system consisting of stripes tilted with 45° which are on distance of 80 cm has the best energy performances. For both building annexes, such system is 20% more efficient comparing to the system with three stripes on the

виду застора који се интегришу на југо-западној фасади у нивоу надзидка и горњег дела прозора сваке етажe (слике 2, 3 и 5). Систем који је разматран је формиран од три траке полупрозрачних монокрystalних панела постављених дуж оба крила зграде: дуж левог крила зграде, 15° оријентисаног од југа ка западу, и дуж десног крила зграде, 35° оријентисаног од југа ка западу (слика 6).

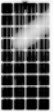
У циљу проналажења одговарајућег решења посебно у погледу енергетског аспекта, у програму PVSYST V 5.4 рађени су прорачуни за више варијанти. Испитивани су потенцијали у погледу производње електричне енергије на годишњем нивоу планираног система са различитим међусобним растојањима трака (40, 60 и 80 cm), и различитим нагибима панела (45° и 90°) (табела 1).

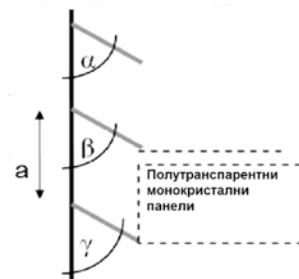
На основу резултата приказаних у табели 1, најбоље енергетске перформансе има систем који се састоји од трака нагнутих под углом од 45° које се налазе на међусобном растојању 80 cm. За оба крила фасаде, овакав систем је за 20% ефикаснији од система код кога су све три траке панела на растојању од 40 cm, и око 5% ефикаснији од система код кога су траке на растојању од 60 cm. Систем са панелима под углом од 45°, на међусобном растојању од 80 cm је око 30% ефикаснији од система са вертикалним панелима на делу левог крила зграде, и око 10% ефикаснији од вертикалног система на делу десног крила зграде. Такав систем на годишњем нивоу произведе 124.5 kWh/m² на левом крилу зграде и 120 kWh/m² на десном крилу зграде (табела 1). Овакав систем примењен дуж целе југо-западне фасаде објекта, био би површине 213 m² (лево крило 83 m² и десно крило 131 m²) и капацитета 26.1 kWh и годишње би могао да произведе 26.7 MWh (дијаграм 1).

Поред соларних застора, планирано је постављање соларних елемената у виду скулптуре у дворишту. Скулптура „Поздрав Сунцу, знању и новим идејама“, пројектована испред зграде и формирана од фотонапонских модула и соларних ћелија, поред тога што би представљала уникатни уметнички споменик, планирано је да се користи у едукативне сврхе.

Табела 1. Ефикасност различитих фасадних решења на годишњем нивоу (прорачун рађен у програму PVSYST V 5.4, за систем од 270 Wp, са монокрystalним модулима SOLARWATT M140-36 GEG LK са 18% ефикасношћу, 19% транспарентношћу)

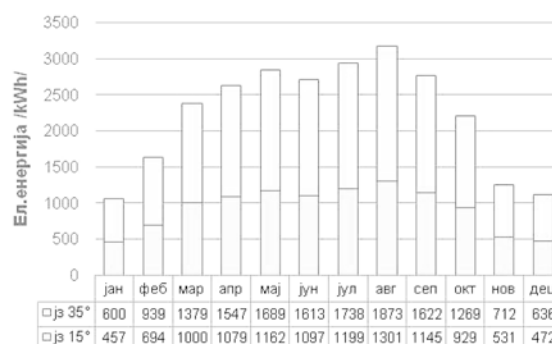
Table 1. The efficiency of different facade designs at the yearly basis (the simulations were done in PVSYST V 5.4, for the system of 270 Wp, with monocrystalline modules SOLARWATT M140-36 GEG LK with 18% efficiency, 19% transparency)

 SOLARWATT M140-36 GEG LK	α, β, γ (°) a (cm)	Део фасаде 15° оријентисан од југа ка западу – лево крило The facade part 15° oriented from the south to the west – left annex					Део фасаде 35° оријентисан од југа ка западу – десно крило The facade part 35° oriented from the south to the west – right annex				
		$\alpha=\beta=\gamma=45$			$\alpha=\beta=\gamma=90$	$\alpha=\beta=90, \gamma=45$	$\alpha=\beta=\gamma=45$			$\alpha=\beta=\gamma=90$	$\alpha=\beta=90, \gamma=45$
		40	60	80	80	80	40	60	80	80	80
kWh/m ²		103.2	117.7	124.5	85	101.2	99.5	113.2	120	111.8	117.4
%		82.9	94.5	100	68.3	81.3	82.9	94.3	100	93.2	97.8



Слика 6. Фотонапонски систем – пресек

Image 6. PV system – intersection



Дијаграм 1. Месечна производња електричне енергије усвојеног фотонапонског система на оба крила фасаде: 35° и 15° оријентисаних од југа ка западу (прорачун рађен у програму PVSYST V 5.4, са монокрystalним модулима SOLARWATT M140-36 GEG LK са 18% ефикасношћу, 19% транспарентношћу)

Diagram 1. Monthly electrical energy production of the planned PV system on the both building annexes: 35° and 15° oriented from the south toward the west (the simulation is done in PVSYST V 5.4, with monocrystalline modules SOLARWATT M140-36 GEG LK with 18% efficiency, 19% transparency)

distance of 40 cm, and is 5% more efficient comparing to the system with the stripes on the distance of 60 cm. The system with panels tilted with 45°, on the distance of 80 cm is around 30% more efficient comparing to the system with vertical panels on the left building annex, and

3.3.2. Бенефити

Поред производње електричне енергије, бенефити који би се постигли интегрисањем соларног система су вишеструки и подразумевају бенефите у погледу архитектонско-обликовног, еколошког, економског аспекта.

Фотонапонска постројења за производњу електричне енергије добијају гарантовану откупну цену електричне енергије од 23 Еуроцента/кWh (*Уредба Владе Републике Србије о подстицању производње електричне енергије из обновљивих извора, 2009*), што је цена довољна за економску исплативост фотонапонских система. Продајући електричну енергију произведену из 213 м² фотонапонских модула у износу од 26700 кWh годишње, школа би остварила приход од 6141 Еура.

Решење је посебно ефективно у летњем периоду, када је сунчево зрачење најинтензивније. Тада застори утичу на побољшање термичког и визуелног комфора у унутрашњости зграде, а истовремено производе велике количине електричне енергије.

Планирани фотонапонски систем, хармонично постављен у виду линеарних површина на југо-западној фасади, наглашавајући каскадни карактер објекта, директно утиче на форму и материјализацију зграде школе, и директно доприноси остварењу квалитетног и интересантног архитектонског решења. Полупрозрачни фотонапонски панели са ћелијама од монокристалног силицијума, тамно плаве нијансе, у благом су контрасту у односу на фасадну облогу од фасадне опеке у природној боји печене земље и освежавају концепт визуелизације целог објекта. Овакви соларни застори поред давања печата спољашњем изгледу зграде, интересантном игром светлости и сенки у унутрашњости зграде, утичу на ентеријерски доживљај унутар зграде.

Интегрисање фотонапонских система на згради школе би могло да послужи као одлична могућност обуке и упознавања ученика са соларним технологијама. Овакво решење би давало поруку и мотивацију друштву о посвећености очувању животне средине и допринело би формирању јасног друштвеног еколошког става.

4. ЗАКЉУЧАК

Основна школа „Драгојло Дудић” са пространим школским двориштем има услове за доградњу школе за ученике од I до IV разреда. Просторни капацитети дограђене школе за капацитетима постојеће школе, задовољавају реалне потребе насеља и омогућавају једносменски рад. Таквом организацијом наставе се добија нови квалитет јер се омогућава у поподневни часовима: рад секција, спортске активности, друштвене активности и продужени боравак за ученике од I до IV разреда.

Задовољен је и један од основних циљева да се деци са посебним потребама омогући приступ школској згради и савладавање вертикалних комуникација

around 10% more efficient comparing to the vertical system on the right building annex. Such system could produce at the yearly basis 124.5 kWh/m² on the left building annex and 120 kWh/m² on the right building annex (table 1). If applied on the whole south-west facade, such system would be 213 m² in area (left annex 83 m² and right annex 131 m²) and capacity 26.1 kWh and at the yearly basis it could produce 26.7 MWh (diagram 1).

Beside solar blinds, the solar elements in the form of the sculpture are planned to be installed in the courtyard. The sculpture „Greeting the Sun, knowledge and new ideas”, designed in front of the building and created of PV modules and solar cells, beside presenting unique art monument, it is planned to be used in educative purposes.

3.3.2. Benefits

Beside electrical energy production, the benefits that could be achieved with BIPV are numerous and they comprise benefits regarding architectural-formal, ecological, economic aspects.

PV systems for electrical energy production obtain guaranteed redemption price of 23 Eurocents/kWh (*Uredba Vlade Republike Srbije o podsticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora, 2009*), which is the price sufficient for economic profitability of PVs. With selling the electrical energy produced from 213 m² PV modules in amount of 26700 kWh yearly, the school could achieve income of 6141 Euro.

The design is specially effective during the summer period, when the solar radiation is the most intensive. Then the blinds influence improvement of thermal and visual comfort inside the building, and at the same time they produce big amounts of electrical energy.

The planned PV system, harmonic installed in the form of linear surfaces on the south-west facade, emphasizing the cascade character of the building, direct influences the form and materialization of the building, and direct contribute to the achievement of high quality and interesting architectural solution. Semi-transparent PV panels with solar cells of monocrystalline Si, dark blue colours, are in the mild contrast with respect to the facade cladding of facade brick in the natural colour of baked clay and they refresh the visualization concept of the whole building. Besides giving the accent to the external building appearance, such solar blinds, with interesting light and shadows play in the building interior, influence interior experience inside the building.

BIPV design on the building could serve as the excellent opportunity for training of pupils and introduction of solar technologies. Such design solution would send the message and motivation to the society about devotion to the taking care of the environment and would contribute to creating of clear social ecological attitude.

4. THE CONCLUSION

The primary school „Dragojlo Dudić” with the wide schoolyard has the conditions for the school upgrade for

у ентеријеру преко постављених рампи, као и нормално кретање ходницима школе.

Нагнути терен омогућава пројектовање каскадног објекта са скелетним конструктивним системом, где се изградњом новог објекта не нарушава постојећа конфигурација терена и околног дворишта и при чему остаје доста слободног простора за организацију наставе на отвореном, боравак и игру деце у природном окружењу. Интегрисани процес пројектовања остварује постављени циљ и резултат је каскадни објекат са позитивном југо-западном оријентацијом и коришћењем сунчеве енергије.

Југо-западна оријентација терена и добра осунчаност локације пружају могућност за планирање фотонапонских система на новопроектваном објекту чиме би школа постала пример „школе Сунца”. Размотрени бенефити показују оправданост оваквог решења, а посебност је у јединственом примеру архитектонског решења у складу са принципима биоклиматске архитектуре и одрживог развоја, у оквирима једне васпитно образовне установе, што поред уобичајених добити, има изражени мотивациони и едукативни карактер.

ЛИТЕРАТУРА – REFERENCE

- [1] Anderson, B. (1977), *Solar Energy: Fundamentals in Building Design*, McGraw-Hill, New York, p. 134.
- [2] Бајлон, М. (1972.), Универзитет у Београду, Београд, Грађевинска књига;
- [3] Gelfand, L., Freed, E. C. (2010), *Sustainable School Architecture: Design for elementary and secondary schools*, John Wiley & Sons;
- [4] Golić, K., Kosorić, V., Furundžić, A. Krstić (2011.), General model of solar water heating system integration in residential building refurbishment- Potential energy savings and environmental impact, *Renewable & Sustainable energy reviews*, 15 (3):1533-1544;
- [5] Косорић, В. (2008.), Активни соларни системи, Београд, Грађевинска књига;
- [6] Косорић, В. (2009), Примена топлотних пријемника сунчеве енергије у циљу унапређења енергетских перформанси зграда у Београду, докторска дисертација, Београд, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет;
- [7] Kramer, S. (2009), *Schools – Educational Spaces*, Braun;
- [8] Миленковић, Б. (2001.) Увод у архитектонску анализу, ДИП „Грађевинска књига“, V издање, Београд

the pupils from 1st to 4th grade. The spacial capacities of planned school together with the existing school meet real needs of the settlement and enable work in one shift. With such organization of the teaching, it should be created new quality as the work during afternoon hours is enabled: work of the facultative courses, sport activities, social activities and prolonged spending time for pupils from 1st to 4th grade.

It is satisfied also one of the aims to enable to the children with special needs to access the school and to overcome vertical communication in interior with using the ramps, and normal movement through the corridors as well.

The sloped terrain enables the designing of the cascade building with the skeletal constructive system, where with the new planned building, the existing configuration of the terrain and surrounded courtyard would not be disturbed and which enabling wide free areas for the organization of teaching at the open spaces, spending time and playing of the children at the natural environment. IDP achieves the established target and the final result is the cascade building, with south-west orientation and the solar energy utilization.

The south-west orientation and good insolation of the site give opportunity for PV system planning on the new building, with which the school would become the example of “school of the Sun”. The considered benefits show justifiability of such design solution, and speciality is in unique example of architectural solution according to the bioclimatic architecture principles and sustainable development, within the education building, which beside expected benefits, has significant motivational and educational character.

- [9] Правилник о нормативима школског простора, опреме и наставних средстава за основну школу (1990.), Службени гласник СРС – Просветни гласник, бр. 4/90;
- [10] Пуцар М. (2006.), Биоклиматска архитектура – застакљени простори и пасивни соларни системи, Београд, Институт за архитектуру и урбанизам Србије;
- [11] Ford, A. (2007), *Designing the Sustainable School*, Images Publishing Group;
- [12] Hestnes, A. G. (1999), Building integration of solar energy systems. *Solar Energy*, Vol. 67. (4-6), 181-187.
- [13] Уредба Владе Републике Србије о подстицању производње електричне енергије из обновљивих извора (2009.), Сл. гласник РС, бр. 99/2009;

MOST NA RECI GARVANICI – PRITOCI JUŽNE MORAVE

THE BRIDGE OVER GARVANICA RIVER – SOUTH MORAVA RIVER TRIBUTARY



UDK: 624.21(282.243.744)
Originalni naučni rad

Prof. dr. Vladimir RADOJIČIĆ, dipl. građ. inž.

REZIME

*Most na Garvanici, kod Mačkaticice nalazi se u južnoj Srbiji i povezuje Mačkaticu sa Žito-
radom i Belim Poljem.*

Ključne reči: most, graditelj, konstrukcija, betonski svod – luk.

SUMMARY

*The bridge over Garvanica at Mačkatica is located on South Serbia and is the only link
between the Mačkatica and Belo Polje.*

Key words: bridge, builder, structure, concrete arche.

Povod za objavljivanje ovog članka nastao je iz želje da javnosti bude predstavljen još jedan dragulj našeg graditeljstva o čijim se neimarima nije sačuvao nikakav zapis.

Tek što se iziđe iz Grdeličke klisure kod Vladičinog Hana i krene levo od međunarodnog puta, Koridora 10, prema Surdulici, stiže se u Belo Polje, periferija Surdulice. Neveliko naselje okupirano Bugarima u vreme Drugog svetskog rata, u kome su Nemci, kao njihovi saveznici izgradili celokupnu infrastrukturu za eksploataciju rude molibdena iz mačkatičkog rudokopa od čelične žičare za transport i postrojenja za mlevenje rude do elektrane, za koju je dopreman uglj uskokolosečnom prugom sa železničke stanice Vladičin Han, i na koji je istom otpremana separisana ruda molibdena iz Belog Polja za dalji transport u Nemačku.

Aktivnost mačkatičkog rudokopa nastavljena je i posle oslobođenja, tačnije sve do 1954. godine kada je odlukom ondašnjih srpskih vlastodržaca zatvoren.

Danas, posle pola veka nekoliko objekata, stambenih i kancelarijskih, koje su izgradili Nemci i brdo jalovine podsećaju samo na davnašnju eksploataciju mačkatičkog molibdena.

Retka u svetu nalazišta ove rude veoma važne za vojnu industriju, a bogomdana ovom kraju, davala je i daje poseban značaj ne samo Belom Polju kao strateškom mestu, već i celom jugu Srbije. Pretpostavlja se da se na ovom prostoru kilometrima protežu preko Vlasine do Bugarske, dugi slojevi molibdena plitko razmeštani pod zemljom o čijoj se količini, ništa ne zna pouzdano.

Iako su, u leto 2009. godine u organizaciji kanadske firme „Dandi”, vršena istraživanja, dobijeni rezultati, su nažalost, ostali dostupni samo njenoj administraciji.

Adresa autora: Fakultet tehničkih nauka, 28000 Kosovska Mitrovica, Kneza Miloša 4

Lokalna nagađanja i priče o nekoj količini molibdena isplativoj za eksploataciju, probudili su, samo, nadu lokalnog stanovništva da se njegovom eksploatacijom može opstati pod istovremenim udarima tranzicije i svet-ske krize od kojih je skoro, 30% žitelja ovog kraja rase-ljeno u toku prve decenije 21. v.

Na dvadesetom kilometru od Belog Polja, uskim asfaltnim putem koji vijuga po mestimično erodiranim padinama Čemernika, stiže se do planinske, žustre reke Garvanice (nazvana po mutnim vodama od rudokopa uglja eksploatisanog u vreme Turaka) koja se koritom skrivenim između pedesetogodišnjih bukovih stabala i guste vrzine, sliva niz Čemernik, i kod sela Džep uliva se u Južnu Moravu.



Slika 1. Izgled mosta

Na njoj most. Jedini. Izazovno vitak preskače nje-ne divlje, vrbom obrasle obale. Izveden minucioznim umećem srpskih nepoznatih neimara zadivljuje zanat-

sko-umetničkom izradom svakog dela svog gracioznog korpusa, retkog primera sistema „Ivalet“.

Prema kazivanju i sećanju meštana, most je građen veoma skromnim, skoro primitivnim sredstvima: ašovima, pijucima, lopatama, sa jednom mešalicom od 250 litara i jednim volujskim kolima kao transportnim sredstvom.

Most predstavlja armiranobetonski luk sistema „Ivalet II“ koji, kao takav, oponaša luk na tri zgloba.

Raspon luka iznosi 36 m; dok je debljina luka u oporcima 60 cm, u četvrtinama raspona 150 cm, a u temelju luka 80 cm.



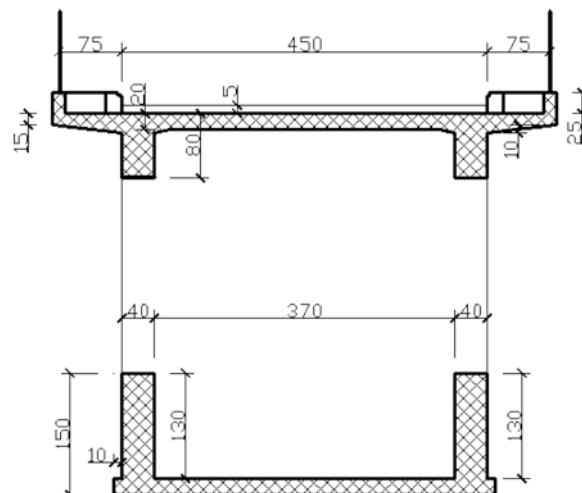
Slika 2. Desni obalni stub

Poprečni presek je rešen sa dva podužna nosača – dimenzija: 40/60 cm.

Širina kolovoza: $450 + 2 \times 75 = 600$ cm

Kolovozna konstrukcija je, na neobičajan način, povezana sa obalnim stubovima. Ne oslanjajući se na obalne stubove ona se armiranobetonskim platnima: (450 x 30 i h=500 cm) izrađenim uz njih sa osloncem na oporce, povezuje sa njima.

Most je izveden drvenom oplatom i skelom, a betoniran ručno, koje potpisuje građevinsko preduzeće „Trudbenik“ iz Leskovca.



Slika 3. Poprečni presek mosta u 1/4



Slika 4. Izgled mosta sa nizvodne strane

Kako projekat ovog retkog graditeljskog dragulja nije sačuvan ni u jednoj arhivi, (izvođačkog preduzeća ili investitora) i projektant ostao nepoznat, i posle mnogih uzaludnih pokušaja, to sam odlučio da ga ovom kratkom crticom predstavim i sačuvam, od zaborava.

STRUCTURAL SYSTEM IDENTIFICATION OF BUILDINGS USING LAYERED BUILDING MODELS AND IMPULSE RESPONSES

IDENTIFIKACIJA KONSTRUKTIVNOG SISTEMA ZGRADA POMOĆU SLOJEVITIH MODELA ZGRADA I FUNKCIJE IMPULSA SISTEMA

UDK: 699.841

Originally scientific paper

Maria I. TODOROVSKA¹⁾,
Mohammad T. RAHMANI²⁾

SUMMARY

A previously explored method for structural system identification and earthquake damage detection in buildings, based on detecting changes in wave travel time measured using impulse response functions, is established in this paper and its accuracy is analyzed. The main advantages of this method over the modal methods are that it is not affected by soil-structure interaction, and is local in nature. Analytical impulse response functions (IRF) are presented for a layered shear beam building model, that are fitted in observed IRFs, i.e. computed from earthquake records. These provide theoretical basis for algorithms that identify profiles of the building shear wave velocity versus height, and the quality factor Q which describes the attenuation due to material damping. One such (direct) algorithm, based on ray theory interpretation of pulses in the IRFs, and measuring their time shifts and amplitudes, is critically examined. It is shown that there is a trade-off between the accuracy of the identified shear wave velocity profile and the (spatial) resolution of the model fitted, which is a consequence of the Heisenberg-Gabor uncertainty principle for signals. The uncertainty in the localization of the pulses in the IRFs is derived from this principle as functions of the IRF bandwidth. These concepts and the system identification algorithm are illustrated on identification of the NS response of Millikan library – a densely instrumented 9-story RC building in Pasadena, California, during the Yorba Linda earthquake of 2002.

Key words: earthquake damage detection, impulse response function, layered shear beam building model, shear wave velocity profile.

REZIME

U ovom radu prikazana je nedavno ispitana metoda za identifikaciju konstruktivnog sistema i detekciju oštećenja na zgradama nastalih usled zemljotresa na osnovu detekcije promena u vremenu kretanja talasa kroz objekat merenih korišćenjem funkcije impulsa sistema. Takođe je data analiza tačnosti metode. Glavne prednosti ove u odnosu na modalne metode je u tome što na ovu metodu ne utiče interakcija tlo-konstrukcija i što je lokalne prirode. Predstavljene su analitičke funkcije odgovora impulsa sistema (IRF - analytical impulse response functions) za modele zgrade sa slojevitim gredama koje primaju smičuća opterećenja, a koje se uklapaju u posmatrane IRF, tj. koje su sračunate iz zemljotresnih zapisa, što pruža teorijsku osnovu algoritama identifikacije profila brzina smičućih talasa koji se prostiru kroz zgrade u odnosu na visinu, kao i faktor kvaliteta Q koji opisuje atenuaciju zbog prirode materijala. Ispitan je jedan takav (direktni) algoritam koji se zasniva na interpretaciji pulseva u funkcijama impulsa sistema preko teorije zraka, kao i merenju njihovih vremenskih pomeranja i amplituda. Pokazano je da postoji saglasnost između tačnosti identifikovanih profila brzine smičućih talasa i (prostorne) rezolucije postavljenog modela, što je posledica Hajzenberg-Gabor-ovog principa neizvesnosti za signale. Neizvesnost u lokalizaciji pulseva u funkcijama impulsa sistema izvedena je iz tog principa kao funkcija pojasne širine IRF. Ovi koncepti i algoritam identifikacije sistema ilustrirani su na primeru identifikacije NS odgovora zgrade Milikanove biblioteke (Millikan Library) – devetospratne arminarano-betonske zgrade dobro opremljene instrumentima koja se nalazi u Pasadeni, Kalifornija, u vreme zemljotresa u mestu Yorba Linda koji se dogodio 2002. godine.

Ključne reči: detekcija oštećenja od zemljotresa, funkcija impulsa odgovora, model zgrade kao slojevite grede izložene smicanju, profili brzine smičućih talasa.

Adresa autora: ¹⁾ Research Professor, University of Southern California, Dept. of Civil Eng., Los Angeles, CA 90089-2531
E-mail: mtodorov@usc.edu.

²⁾ Graduate Student, University of Southern California, Dept. of Civil Eng., Los Angeles, CA 90089-2531
E-mail: mrahmani@usc.edu.

INTRODUCTION

Buildings, traditionally analyzed by vibrational methods and characterized by their frequencies of vibration, can also be analyzed by wave propagation methods and characterized by their velocities of wave propagation [1-20]. Reduction of structural stiffness due to damage leads to decrease of the wave velocity in the damaged part, which leads to increase in wave travel time through the structure. This provides a basis for detecting damage – both its presence and location – from increases in wave travel time [5,6,9,16,17,21]. Two important advantages of wave travel time based methods for damage detection over the modal methods are their local nature and not being sensitive to the effects of soil-structure interaction [6,12,18].

Proof of concept studies, using a conceptual model and earthquake records in damaged buildings, have shown that structural health monitoring based on detecting changes in wave travel times using impulse response functions (IRF) is promising and should be further investigated and developed [16,17]. This paper contributes to the further development and critical assessment of such method, by presenting a rigorous analytical wave propagation model for the building response, and, based on it, a system identification algorithm and analysis of its spatial resolution and the uncertainty in the estimation of the damage sensitive parameter (the shear wave velocity), derived from the Heisenberg-Gabor uncertainty principle, and demonstrated on a case of identification of a real building from earthquake records.

In the model section of this paper, analytical transfer functions (TFs) and analytical band-limited impulse response functions (IRFs) are presented for a layered shear beam model of a building, and the “direct” identification algorithm is derived, based on ray theory interpretation of the analytical IRFs, followed by an analysis of its resolving power and error. These analytical system functions are exact, and have been derived using propagator matrix approach. The propagator for the building model is identical to the propagator for a layered half-space excited by vertically incident plane SH waves, used in geophysics and seismology [22-24], and is briefly reviewed in this paper, for completeness. To the knowledge of the authors, its application to buildings is new. In the identification algorithm, presented and tested in this paper, the building shear wave velocities are identified from pulse time shifts, and the damping (quality Q -factor) is identified from the pulse peak amplitudes [23]. This simple direct algorithm, being based on ray theory interpretation of the IRFs, is valid for smooth variation of the layer properties.

The effectiveness of the implementation of such identification algorithms in future systems for early post-earthquake damage detection in buildings [25] will depend critically on their spatial resolution and accuracy – when applied to real buildings and data. In other words, the detected change in shear wave velocity due to damage should be larger than the error in their iden-

tification, and localized damage should be resolved. In the model section of this paper, the finite spatial resolution in identification using IRFs, and the uncertainty in the identified shear wave velocity distribution along the building height by the direct algorithm are derived from the Heisenberg-Gabor uncertainty principle, as function of the IRF bandwidth. To the knowledge of the authors, this derivation is new. It is shown that there is a tradeoff between spatial resolution and accuracy of the identified shear wave velocity profile, which is a consequence of the finite effective bandwidth of recorded structural response, and cannot be avoided even if a dense network of sensors is available.

In the results section of this paper, first simulated IRFs for layered building models are presented and analyzed, with the objective to examine some of their features relevant for identification. These theoretical IRFs are broadband (0-50 Hz), representing ideal conditions for identification (narrow pulses and smaller uncertainty in the identification). Without loss of generality, the models were chosen to correspond to Millikan Library NS response. Next, results are shown of application of the presented identification algorithm to Millikan Library NS response during the Yorba Linda earthquake of 2002, which was recorded by a dense network of sensors. The objective of this analysis is to demonstrate this identification algorithm on a real building and recorded earthquake response and critically assess its accuracy. For this 9-story RC building, it is shown how the accuracy of the identification depends on the detail of the model fitted, for uniform, 3-layer and 9-layer models.

The analytical TFs and IRFs for a layered building model, presented in this paper, will be useful also for other studies, e.g. as a simulation tool to examine the effects of localized damage on the building response characteristics (wave travel times, frequencies of vibration, and mode shapes), and to facilitate the interpretation of observed IRFs in full-scale buildings during earthquakes, needed to further examine the reliability of IRFs for structural health monitoring. It is noted that the model presented in this paper does not account for foundation rocking due to soil-structure interaction (SSI), which is present to various degrees in observed response of real buildings. Fortunately, this is not a limitation for the estimation of the shear wave velocity, because the pulse time shift is not affected by the SSI, as shown earlier on a model that includes the effects of SSI [18]. However, it is a limitation in the estimation of the structural damping, as shown in this paper.

Impulse response functions are closely related to cross-correlation functions. They represent normalized cross-correlation functions, with removed effect of the source, and have been used in geophysics for seismic interferometry to identify the properties of the geology from seismic records [e.g. 12,23,24]. They were first used in analyses of buildings by Snieder and Şafak [12] and in analyses of damaged buildings by Todorovska and Trifunac [16,17]. Wave propagation in layered building models has been analyzed previously by finite difference

methods [6,11,13,15]. An advantage of the propagator matrix solution used in this paper is that it is analytical (in both time and frequency domains), is not affected by discretization of the spatial domain, and can be computed very quickly.

THEORETICAL BACKGROUND

Model

The building is modeled as elastic, layered shear beam, supported by a half-space. The shear beam is stress-free on the top, and is excited by vertically incident plane shear waves (SV) from the half-space (Fig. 1a). The layers are chosen to correspond to the individual floors. Within each layer, the medium is assumed to be homogeneous and isotropic, and perfect bond exists between the layers. The building is assumed to move only horizontally, the foundation rocking due to soil-structure interaction being neglected. The layers, numbered from top to bottom, are characterized by thickness h_i , mass density ρ_i , and shear modulus μ_i , where $i = 1, \dots, n$ for the layers in the building, and $i = n + 1$ for the half-space, which implies shear wave velocities:

$$\beta_i = \sqrt{\mu_i / \rho_i}$$

The displacements at the roof and at the consecutive layer interfaces are u_1, u_2, \dots, u_{n+1} .

Frequency Domain Solution – Analytical Transfer-Functions

This 1D layered building model is mathematically identical to that of a horizontally layered half-space excited by vertically incident SH waves (Fig. 1b) encoun-

tered in geophysics and seismology. A simple, elegant solution for the displacement of the layered half-space in the frequency domain can be obtained using the propagator matrix approach. Let $U(x, z; t)$ be the horizontal displacement in the y -direction, and $\tau_{zy} = \mu (\partial U) / (\partial z)$ be the shear stress on surfaces perpendicular to the z -axis, in the y -direction. For monochromatic incident wave at angle γ , $U(x, z; t)$ will be a propagating wave in the x -direction and can be represented as

$$U(x, z; t) = u(z) \exp[i\omega(px - t)] \quad (1)$$

where ω is the circular frequency, and $p = \sin \gamma / \beta_{n+1}$ is the horizontal slowness ($p = 1/c_x$ where c_x is horizontal phase velocity). Let

$$\mathbf{f}(z) \equiv \begin{Bmatrix} v(z) \\ \tau_{zy}(z) \end{Bmatrix}$$

In a homogeneous medium, $\mathbf{f}(z)$ is governed by [26]

$$\frac{\partial}{\partial z} \mathbf{f}(z) = \mathbf{A} \mathbf{f}(z) \quad (2)$$

which expresses the combined dynamic equilibrium equation and constitutive relations where

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0 & 1/\mu \\ \omega^2(\mu p^2 - \rho) & 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

The propagator operator (called matricant in mathematics) was introduced to geophysics by Gilbert and Backus [22] as a matrix method for solving the layered half-space problem. The earlier Thompson-Haskell method for surface waves in a layered medium [27,28]

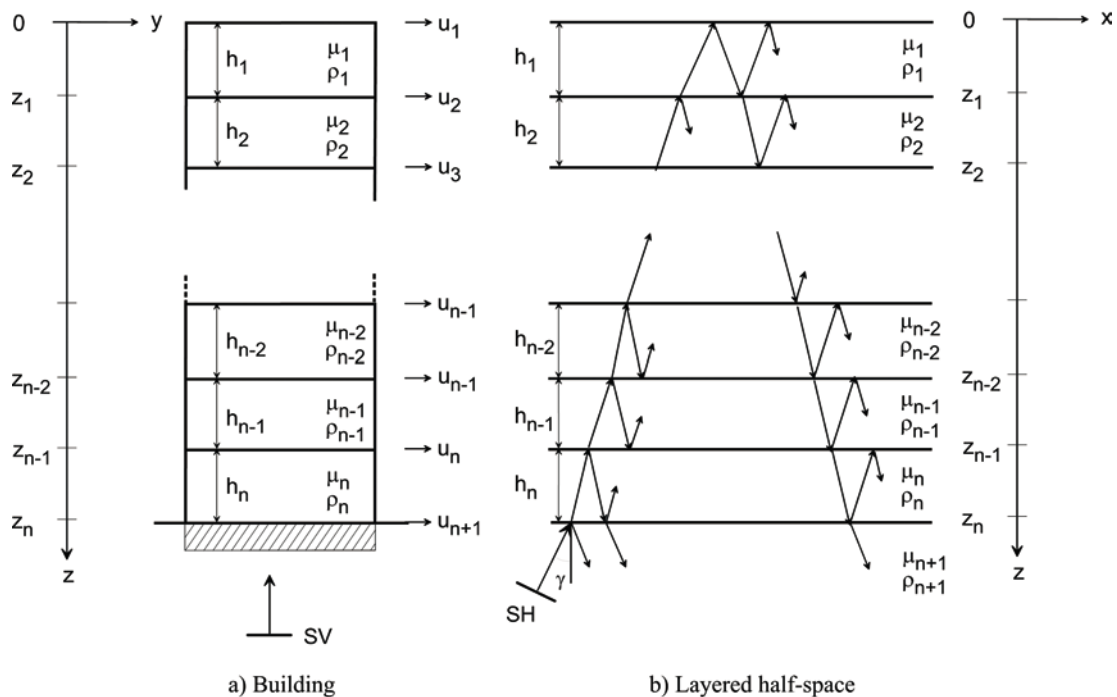


Fig. 1. The model. a) Layered shear-beam representing a building. b) Layered half-space.

is a special cases of the propagator matrix method. The following summarizes briefly how the solution for $\mathbf{f}(z)$ is obtained using the propagator matrix. If matrix \mathbf{A} in eqn (2) is a continuous function of z , which is the case *within each layer*, then the uniqueness theorem implies that the solution at any point z in the layer can be obtained from the solution at another point z_0 in the same layer as

$$\mathbf{f}(z) = \mathbf{P}(z, z_0) \mathbf{f}(z_0) \quad (4)$$

where $\mathbf{P}(z, z_0)$ is the propagator for that layer from z_0 . The propagator $\mathbf{P}(z, z_0)$ can be obtained from the fundamental matrix of the system of eqns (2), $\mathbf{F}(z)$, as

$$\mathbf{P}(z, z_0) = \mathbf{F}(z) \mathbf{F}(z_0)^{-1} \quad (5)$$

which gives

$$\begin{aligned} P_{11}(z, z_0) &= \cos \omega \eta (z - z_0) \\ P_{12}(z, z_0) &= \frac{i}{i\omega \eta \mu} \sin \omega \eta (z - z_0) \\ P_{21}(z, z_0) &= i(i\omega \eta \mu) \sin \omega \eta (z - z_0) \\ P_{22}(z, z_0) &= \cos \omega \eta (z - z_0) \end{aligned} \quad (6)$$

where

$$\eta = \sqrt{\frac{1}{\beta^2} - p^2}$$

is the vertical slowness ($= 1/c_z$ where c_z is vertical phase velocity).

The continuity conditions imply that $\mathbf{f}(z)$ must be continuous at the layer interfaces, which enables one to compute $\mathbf{f}(z)$ from *any* location within the layered medium where it is known. Starting from $z = 0$ with $\mathbf{f}(0) = \{1 \ 0\}^T$, $\mathbf{f}(z)$ can be computed recursively at the layer interfaces $z = z_1, z_2, \dots$, and from there propagated inside the layers. Then, the propagator from $z = 0$ to any point z in the layered medium, $\mathbf{P}(z, 0)$, can be derived such that

$$\mathbf{f}(z) = \mathbf{P}(z, 0) \mathbf{f}(0), \quad z_{i-1} \leq z \leq z_i, \quad i = 1, \dots, n \quad (7)$$

$$\mathbf{P}(z, 0) = \mathbf{P}(z, z_{i-1}) \mathbf{P}(z_{i-1}, z_{i-2}) \dots \mathbf{P}(z_2, z_1) \mathbf{P}(z_1, 0) \quad (8)$$

where $\mathbf{P}(z_j, z_{j-1})$ is the propagator for the j -th layer, given by eqn (6). For the 1D building model (Fig. 1a), in eqn (6), $p = 0$, and $\eta = 1/\beta$.

The first entry of $\mathbf{f}(z)$ being $u(z)$, eqn (7) implies that $\mathbf{P}_{11}(z, 0)$ gives the *transfer-function* (TF) between the displacement at level z and the displacement at the top, the inverse Fourier transform of which would be the *impulse response functions* (IRF) for virtual source at the top. Using eqn (7), the system functions (TFs and IRFs) can be computed with respect to any reference level. Let $h(z, z_{ref}; t)$ be the IRF at some level z with respect to level z_{ref} and let $\hat{h}(z, z_{ref}; \omega)$ be its Fourier transform. Then

$$\hat{h}(z, z_{ref}; \omega) = \mathbf{P}_{11}(z, 0) / \mathbf{P}_{11}(z_{ref}, 0) \quad (9)$$

$$h(z, z_{ref}; t) = FT^{-1} \left\{ \hat{h}(z, z_{ref}; \omega) \right\} \quad (10)$$

where FT^{-1} indicates inverse Fourier transform following the convention

$$\hat{f}(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{i\omega t} dt \Leftrightarrow f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \hat{f}(\omega) e^{-i\omega t} d\omega \quad (11)$$

At the reference level:

$$\hat{h}(z_{ref}, z_{ref}; \omega) = 1$$

and the impulse response function $h(z, z_{ref}; t) = \delta(t)$ = Dirac delta-function, which represents a virtual source. Away from the source, $h(z, z_{ref}; t)$ represents the response of the building to the virtual source at $z = z_{ref}$. When the virtual source does not coincide with the physical source, acausal pulses will appear in the impulse response functions [12].

To account for amplitude attenuation due to material friction, quality factor Q is introduced, which describes the amplitude reduction of a propagating wave or a vibrating volume over one cycle. Let A_0 be the initial amplitude, and A be the amplitude after distance travelled z or time of vibration t . Then $A(t; \omega) = A_0 \exp[-\omega t/(2Q)]$ and $A(z; \omega) = A_0 \exp[-\omega z/(2Q\beta)]$ [26]. High Q implies small attenuation, and for constant Q and fixed distance, the higher frequency waves are attenuated more. It is incorporated in the model by replacing the real valued vertical slowness $\eta = 1/\beta$ by complex slowness η^{cplx}

$$\eta^{cplx} = \eta + i \frac{1}{2Q} \eta \quad (12)$$

Q is related to the damping ratio ζ (ratio of damping and critical damping of viscously damped oscillators) by $\zeta = 1/(2Q)$. Then, $\zeta = 1\%$ is equivalent to $Q = 50$, which is value typical for sediments. It is usually assumed that Q and ζ are frequency independent, but in general both are strong functions of frequency [29]. As a consequence of Q , the pulse propagation will be dispersed, however, for lightly damped structures, this effect is small.

Ray Theory Interpretation of IRFs

The ray theory [26] interpretation of the IRFs leads to a simple direct algorithm for identification of the layers, presented and tested in this paper. However, it is approximate theory that involves underlying assumptions, which need to be satisfied to obtain give accurate results. In this section, these assumptions and the derivation of the travel time formula are briefly reviewed. Ray theory is based on the assumption that body waves travel through an inhomogeneous medium as a wave front, with the local propagation speeds, obeying the laws of geometric optics, i.e. along ray paths determined by Snell's law [26]. For the 1D layered building model (Fig. 1), let $T(z; z_0)$ be the travel time from z_0 to z . An equation for T is obtained from the wave equation by trying approximate solution

$$u(z, t) = U(t - T(z))f(z) \quad (13)$$

where U is the source function, and $f(z)$ is some function of z . Assuming that near the wave front U fluctuates much more rapidly than the material properties and f , and that its derivatives fluctuate even more rapidly, and neglecting the corresponding terms gives

$$T'(z) = \frac{1}{\beta(z)} \quad (14)$$

Then the travel time between points A and B is the line integral

$$T_{AB} = \int_{AB} \frac{1}{\beta(s)} ds \quad (15)$$

which becomes a sum for our model. This implies travel time over the height of the building is a sum of the travel time through the individual layers, which holds if the material properties along the path vary smoothly. If there are abrupt variations, then wave scattering and diffraction become significant, and the full wave propagation theory needs to be applied for accurate results.

Time Domain Solution – Analytical Impulse Response Functions

In practice, the impulse response functions (IRF) are computed from band-limited transfer-functions over $|\omega| \leq \omega_{\max}$

$$h(z, z_{\text{ref}}; t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\omega_{\max}}^{\omega_{\max}} \hat{h}(z, z_{\text{ref}}; \omega) e^{-i\omega t} d\omega \quad (16)$$

An important benefit of eqn (16) is the convergence of the integral for $Q > 0$, which is not the case when $\omega_{\max} \rightarrow \infty$ [23]. Then, the source pulse is a box function in the frequency domain, and sinc function $(\sin \omega_{\max} t)/(\pi t)$ in the time domain. The integration in eqn. (16) can be carried out both numerically, using Fast Fourier Transform, and analytically. The latter are very useful for devising identification algorithms, as shown in the next two sections.

When $z_{\text{ref}} = 0$ (the top), the kernel in eqn (16) is the propagator $P_{11}(z, 0)$ in eqn. (8), and analytical integration of eqn (16) gives the following expression for band-limited IRF at some level $m \leq n$ normalized to unit amplitude at the source [23]

$$h(z_m, 0; t) = \sum_{i=1}^{2^{m-1}} \frac{a_i^{(m)}}{b^{(m)}} \cdot \left[SC_i^{(m)}(t - \tau_i^{(m)}) + SA_i^{(m)}(t + \tau_i^{(m)}) \right] \quad (17)$$

where $SC_i^{(m)}(t)$ and $SA_i^{(m)}(t)$ are inverse Fourier transforms of attenuated box functions for causal and acausal waves given by

$$SC_i^{(m)}(t) = \frac{1}{\omega_{\max}} \left\{ \frac{\exp(-\alpha_i^{(m)} \omega_{\max})}{\left(\alpha_i^{(m)}\right)^2 + t^2} \left[-\alpha_i^{(m)} \cos(\omega_{\max} t) + t \sin(\omega_{\max} t) \right] - \frac{-\alpha_i^{(m)}}{\left(\alpha_i^{(m)}\right)^2 + t^2} \right\} \quad (18)$$

$$SA_i^{(m)}(t) = \frac{1}{\omega_{\max}} \left\{ \frac{\exp(\alpha_i^{(m)} \omega_{\max})}{\left(\alpha_i^{(m)}\right)^2 + t^2} \left[\alpha_i^{(m)} \cos(\omega_{\max} t) + t \sin(\omega_{\max} t) \right] - \frac{\alpha_i^{(m)}}{\left(\alpha_i^{(m)}\right)^2 + t^2} \right\} \quad (19)$$

In eqn. (17), $\tau_i^{(m)}$ are time shifts such that

$$\begin{aligned} \tau_1^{(0)} &= 0 \\ \tau_{2i-1}^{(m)} &= \tau_i^{(m-1)} + \eta_m h_m; \quad \tau_{2i}^{(m)} = \tau_i^{(m-1)} - \eta_m h_m \end{aligned} \quad (20)$$

and the coefficients $a_i^{(m)}$ and $b^{(m)}$ are functions of the reflection and transmission coefficients R and T such that

$$\begin{aligned} a_1^{(0)} &= 1 \\ a_{2i-1}^{(m)} &= a_i^{(m-1)}, \quad a_{2i}^{(m)} = a_i^{(m-1)} R_m, \quad i - \text{odd} \\ a_{2i-1}^{(m)} &= a_i^{(m-1)} R_m, \quad a_{2i}^{(m)} = a_i^{(m-1)}, \quad i - \text{even} \end{aligned} \quad (21)$$

$$b^{(m)} = 2 \prod_{j=2}^m (T_j) \quad (22)$$

where R_m is the reflection coefficient of waves in m -th layer reflected from the interface with the $(m - 1)$ -th layer and T_j is the transmission coefficient for waves from the j -th layer into the $(j - 1)$ -th layer defined as

$$R_m = \frac{\eta_m \mu_m - \eta_{m-1} \mu_{m-1}}{\eta_m \mu_m + \eta_{m-1} \mu_{m-1}} \quad (23)$$

$$T_j = \frac{2\eta_j \mu_j}{\eta_j \mu_j + \eta_{j-1} \mu_{j-1}} \quad (24)$$

In eqns (18) and (19), $\alpha_i^{(m)}$ are amplitude attenuation factors

$$\begin{aligned}\alpha_1^{(0)} &= 0 \\ \alpha_{2i-1}^{(m)} &= \alpha_i^{(m-1)} + \eta_m h_m \varsigma_m; \\ \alpha_{2i}^{(m)} &= \alpha_i^{(m-1)} - \eta_m h_m \varsigma_m\end{aligned}\quad (25)$$

The other parameters are same as defined earlier, i.e. h_m is the thickness, $\eta_m = 1/\beta_m$ is the vertical slowness, $\varsigma_m = 1 / (2Q_m)$ and μ_m is the shear modulus, all of these of the m -th layer.

As shown by eqn. (17), the impulse response function at each interface represents an assembly of shifted in time sinc functions, which include the transmitted causal and acausal pulses, and reflections from the layer interfaces.

The Direct Identification Algorithm

Based on *ray theory*, applicable when the variations of material properties is “smooth” so that the effects of scattering from the inhomogeneities are small, the analytical IRFs in eqn (17) imply that the velocities β_m can be obtained from the time shifts $\tau_i^{(m)}$ of the pulses, and the quality factors Q_m can be obtained further from the ratios of the amplitudes of the causal and acausal pulses $SC_i^{(m)}(0)$ and $SA_i^{(m)}(0)$ [23]. If there is a recording at every layer interface, all layers can be identified only from the transmitted pulse ($i = 1$), from the relationships

$$\tau_1^{(m)} - \tau_1^{(m-1)} = h_m / \beta_m \quad (26)$$

$$\begin{aligned}\ln \frac{SA_1^{(m)}(0)}{SC_1^{(m)}(0)} - \ln \frac{SA_1^{(m-1)}(0)}{SC_1^{(m-1)}(0)} &= \\ &= \omega_{\max} \varsigma_m \left(\tau_1^{(m)} - \tau_1^{(m-1)} \right)\end{aligned}\quad (27)$$

where $\varsigma_m = 1 / (2Q_m)$, which implies

$$\beta_m = h_m / \left(\tau_1^{(m)} - \tau_1^{(m-1)} \right) \quad (28)$$

$$\begin{aligned}\frac{1}{2Q_m} &= \left(\frac{1}{\omega_{\max}} \right) \left(\frac{1}{\tau_1^{(m)} - \tau_1^{(m-1)}} \right) \cdot \\ &\cdot \left[\ln \frac{SA_1^{(m)}(0)}{SC_1^{(m)}(0)} - \ln \frac{SA_1^{(m-1)}(0)}{SC_1^{(m-1)}(0)} \right]\end{aligned}\quad (29)$$

and overall Q

$$\frac{1}{2Q} = \frac{1}{\omega_{\max} \tau_1^{(m)}} \ln \frac{SA_1^{(n)}(0)}{SC_1^{(n)}(0)} \quad (30)$$

where $\tau_1^{(m)}$ is the travel time from base to roof. If there isn't a sensor at each layer boundaries, it is still possible, in principal, to identify all the layers, using the reflected pulses. This requires that the reflected pulses have amplitudes larger than the ripples of the transmitted pulses, and are sufficiently shifted in time to be resolved as separate pulses, so that they can be identified.

Heisenberg-Gabor Uncertainty Principle and its Consequences on the Identification

The source pulse:

$$h(z_{\text{ref}}, z_{\text{ref}}; t) = \frac{\sin \omega_{\max} t}{\pi t}$$

is localized both in time and in frequency, around time $\bar{t} = 0$ and frequency $\bar{\omega} = \omega_{\max} / 2$, but not perfectly. Its spread in frequency is $\Delta\omega = \omega_{\max} / 2$, and let the half-width of the main lobe $\Delta\omega = \pi / \omega_{\max} = 1 / (2f_{\max})$ be a measure of its spread in time, where $f_{\max} = \omega_{\max} / (2\pi)$. (It is noted here that the spread in time cannot be derived using the second moment, because it does not exist for the sinc function.) This implies that smaller ω_{\max} would result in a wider source pulse, which will worsen the time localization of the IRFs, and, consequently, the spatial localization of the wave front. The product of $\Delta\omega$ and Δt for the source pulse is always constant

$$\Delta\omega \Delta t = \frac{\pi}{2} \quad (31)$$

Eqn. represents the Heisenberg-Gabor uncertainty principle for signals [30,31], according to which a signal cannot be perfectly localized both in time and in frequency, and increased localization in one domain is at the expense of decrease localization in the other domain. Its equivalent in physics states that both the position and velocity of a particle cannot be determined exactly at a given moment in time. An important consequence of this principle is the *finite spatial resolution* of the identification of the variations of the layer properties, and the *uncertainty* in the identified properties at a particular location in the building. As demonstrated in the results section, the limited resolving power implies that there is some minimum thickness of the top layer that can be resolved by the IRFs, even if there exists a recording within that layer.

The related uncertainties Δz and $\Delta\beta$ can be derived from the Heisenberg-Gabor uncertainty principle and interpreted as follows. The disturbance at the virtual source will propagate through the medium as a pulse in space with half-width $\Delta z = \beta \Delta t = \pi \beta / \omega_{\max}$. Further, Δz can be expressed as $\Delta z = \Delta\beta \tau$, where $\Delta\beta$ is uncertainty in β and τ is travel time, which gives $\Delta\beta / \beta = \pi / (\omega_{\max} \tau)$. This means that the “point” estimate of velocity $\beta(z)$, measured from the time shift of the of a pulse in the IRF, is a weighted average over the interval $[z - \Delta z, z + \Delta z]$, and that the identified value of β is an estimate, the error of which has distribution with spread $\Delta\beta$. Recalling that $\pi / \omega_{\max} = \Delta t$,

it follows that $\Delta\beta/\beta = \Delta t/\tau$, which means that the relative error in the estimate of β will be proportional to the ratio of the source pulse half-width and the time lag τ used to identify β .

The above discussion implies that detecting localized variations in $\beta(z)$ from readings of the pulse shift requires high enough signal bandwidth ω_{\max} , and that, for given ω_{\max} , the error of the identified $\beta(z)$ can be reduced if it is identified from larger travel time τ , i.e. from larger distances. It also implies that the error in the identified β will be smaller in more flexible buildings, and, within the building, in its softer parts (e.g. near the top, or in the soft first floor). As an example, if $\beta \approx 200$ m/s, $f_{\max} = 25$ Hz $\Rightarrow \Delta z \approx 4$ m $\approx h$, $f_{\max} = 10$ Hz $\Rightarrow \Delta z \approx 10$ m $\approx 2.5 h$, and $f_{\max} = 5$ Hz $\Rightarrow \Delta z = 20$ m $\approx 5 h$, where h is the story height.

This uncertainty in measuring $\beta(z)$ is similar to the uncertainty in identifying “instantaneous” frequency of signals using wavelet transform, Gabor transform or any other type of moving window technique where “instant” refers to a time interval, and there is uncertainty in the identified frequency which is larger if the time interval over which it has been estimated is shorter [30–32]. This uncertainty, due to finite bandwidth of the IRF, is a fundamental property of signals and cannot be overcome by increasing the density of sensors in the structure.

Effective ω_{\max} and Its Relation to Regularization Parameter ε

The bandwidth for strong motion data is typically 25 Hz or 50 Hz [33,34]. However, as our experience shows, the effective ω_{\max} that determines the width of the pulses in IRFs obtained from recorded response in real buildings, is considerably smaller than the Nyquist frequency, because of the physical nature of the response, which is such that its amplitudes decrease with frequency, becoming very small beyond some frequency, even smaller than the regularization parameter ε used in computing transfer functions from observed response [12]

$$\hat{h}(z, z_{\text{ref}}; \omega) = \frac{\hat{u}(z)\bar{\hat{u}}(z_{\text{ref}})}{|\hat{u}(z_{\text{ref}})|^2 + \varepsilon} \quad (32)$$

Used to prevent division by accidental zeros in $|\hat{u}(z_{\text{ref}})|$, ε also sets to zero the transfer function beyond some frequency, even at the source, resulting in pulses in the IRFs that have width larger than desired and predicted by the chosen ω_{\max} . Another reason to limit ω_{\max} in the identification is to exclude in the observed IRFs effects from details (elements) not captured by the model, and to exclude frequencies at which the building response is not predominantly in shear.

RESULTS AND ANALYSIS

The first group of results shows simulated broadband (0–50 Hz) IRFs of a 9-story RC building, which illustrate how transmitted and reflected pulses can be used for identification, and are used to examine if the

algorithm based on ray theory is applicable for layered building models, and if the pulse amplitude is affected by soil-structure interaction. Without loss of generality, the models were chosen to correspond to Millikan Library NS response. The second group show results of identification of Millikan Library NS response using recorded acceleration response during the Yorba Linda earthquake of 2002. Models with different resolution are fitted, and the error of the identification is analyzed.

Theoretical Impulse Response Functions

Figure 2 shows profiles for the stiffness and shear wave velocity of two models of a 9-story RC building: uniform and 3-layer (each layer comprising of three stories). For both models, the damping ratio is $\zeta = 2\%$. The mass density distribution for the 3-layer model (Fig. 2b) was obtained based on published information for the mass of Millikan library [35]. Tables 1 and 2 list the layer properties for the three models in Fig. 2. Columns 1 through 4 show the layer order number i (counted from the top), height h_i , mass density ρ_i , shear wave velocity β_i , and domain travel time $\tau_i = h_i/\beta_i$. The last row shows the sum of the domain travel times from ground floor to roof:

$$\sum_{i=1}^n \tau_i$$

which is the same (0.1 s) for the three models.

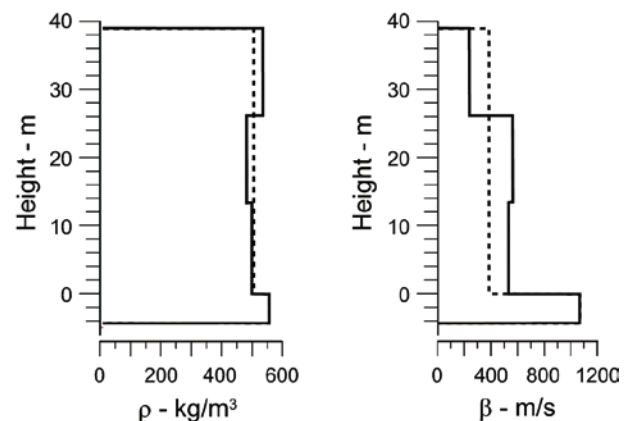


Fig. 2. Profiles of mass density and shear wave velocity distributions for the 3-layer (solid line) and the uniform model (dashed line).

Table 1. Input parameters for the uniform model

Layer	h_i [m]	ρ_i [kg/m ³]	Input β_i [m/s]	Domain travel time $\tau_i = h_i/\beta_i$ [s]
1	39	496	390	0.1
BSM	4.3	548	1070	0.004
$\sum_{i=1}^1 \tau_i = 0.104$ s				

Table 2. Input parameters for the 3-layer model

Layer	h_i [m]	ρ_i [kg/m ³]	Input β_i [m/s]	Domain travel time $\tau_i = h_i/\beta_i$ [s]
1	12.8	526	242	0.053
2	12.8	473	569	0.0225
3	13.4	490	536	0.025
BSM	4.3	548	1070	0.004
$\sum_{i=1}^3 \tau_i = 0.103$ s				

Pulse Travel Time

Fig. 3 shows IRFs for the 3-layer model (Fig. 2), for virtual source at ground level (part a) and at the roof (part b)). (The uniform shear beam case has been studied previously [12] and is not included.) In Fig. 3a, in which all pulses are causal, one can clearly see the transmitted pulse as it propagates up, is reflected from the roof with double amplitude and propagates down. The pulses reflected from the interface between the top and middle layer on the way up and on the way down can also be clearly seen. The pulse reflected on the way down has opposite sign because the reflection is from a stiffer layer. It can be seen clearly in the IRF at the roof, where its

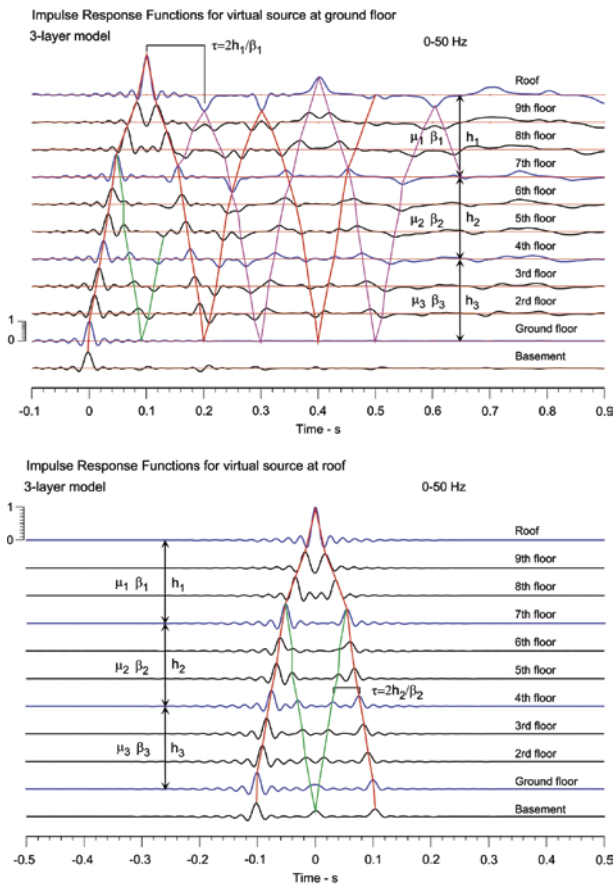


Fig. 3. Impulse response functions at each floor for the 3-layer model, for virtual source (a) at ground floor and (b) at roof.

amplitude, at $t = 0.2$ s. The figure illustrates how it can be used to identify the top layer even if no record is available at the interface between the top and middle layer. It has travelled for $\tau = 0.1$ s over distance $2h_1 = 25.6$ m, which implies shear wave velocity of the top layer $25.6/0.1 = 256$ m/s (value close to the input value of 242 m/s). However, in practice, the usefulness of the reflected pulses would depend on the ability to be identified, i.e. distinguished from the side lobes of the sinc function, and other “noise” such as additional pulses due to foundation rocking [18].

In Fig. 3b, there are both causal and acausal pulses. The physical transmitted pulse on the way up shows as an acausal pulse propagating down, while the physical pulse propagating down shows as a causal pulse. The reflections of the acausal pulse show as transmitted causal pulses propagating also downward, while the reflections of the causal pulse show as transmitted acausal pulses propagating also downward. It is shown how the reflected pulses, appearing in the IRF at the interface between the middle and bottom layer can be used to identify the second layer even if here is no record at the interface between the top and middle layer.

Fig. 4 shows on the x-axis the pulse arrival time at the observation points, measured from the simulated IRFs, and on the y-axis the height from ground floor. It can be seen that the travel time between ground floor and roof for both models matches the sum of the domain travel times, 0.1 s (see Tables and 2), which demonstrates that the ray theory formula for travel time, eqn , and the presented identification algorithm hold for the uniform and 3-layer models (3 floors per layer), and for similar models in which the layers correspond to a single floor or a group of floors. We note here that the adequacy of this travel time formula and based on it identification algorithm is not a trivial issue. Our investigation showed that this is not the case for models with slabs (modeled as thin and heavy layers between soft layer). For such models, the pulse travel time is larger than the sum of the domain travel times indicating phase delays due to scattering of the pulse from the slabs. Due to space limitations, the details are not included in this paper.

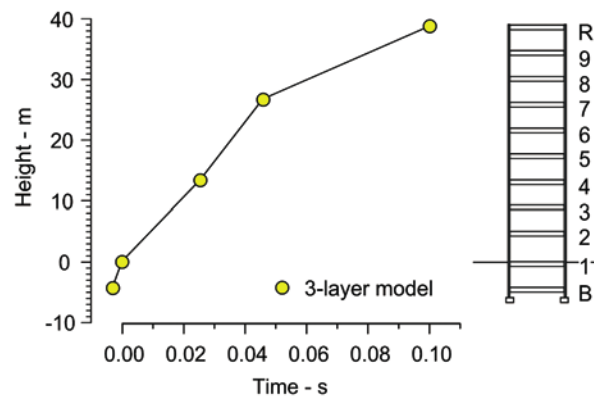


Fig. 4. Pulse arrival times for the 3-layer model as measured from simulated impulse response functions.

Pulse Amplitudes

Next, we analyze how the pulse amplitudes are modified during the traversal of the pulse through the building – upwards, downward and both ways, as function of pulse bandwidth $0-f_{\max}$ with f_{\max} between 5 and 50 Hz. Fig. 5a and b show, for the two models, ratios of pulse amplitudes A_1/A_0 , A_2/A_1 and A_2/A_0 , where A_0 , A_1 and A_2 are the amplitude of the acausal pulse at ground level, half of the amplitude of the source pulse at the roof, and the amplitude of the causal pulse at ground level. Fig. 5b shows that $A_1/A_0 > 1$ and $A_2/A_1 < 1$, with $A_1/A_0 \gg A_2/A_1$, which means that, for the 3-layer model, the pulse amplitude at a particular location is primarily governed by the impedance of the layer, being strongly amplified in the top soft layer. Interestingly, for the uniform model (Fig. 5a), A_1/A_0 and A_2/A_1 are not the same even though there is no change in impedance, and that the pulse is still amplified going upwards, which appears to be caused by the dominance of the first two modes in the energy of the pulse for smaller f_{\max} – an effects that diminishes with increasing f_{\max} and contribution from the higher modes.

Fig. 5c shows A_2/A_0 versus f_{\max} which is a measure of the pulse attenuation due to Q , as the effects of impedance cancel out for the total path (up and down). Results are shown for the same two models, both fixed-base, and also for a uniform shear beam model with foundation rocking. The latter was calculated from impulse responses computed for a soil-structure interaction model consisting of the same uniform model but mounted on a circular foundation embedded in a half-space with shear wave velocity 300 m/s [18]. It can be seen that the pulse attenuation due to Q is practically identical for the uniform and 3-layer models, and increases with f_{\max} , as expected due to the frequency proportional damping in the models. Most importantly, Fig. 5c shows that the attenuation for the soil-structure interaction model is significantly larger than for the fixed-base models, despite

the identical Q , indicating that the pulse amplitudes in IRFs reflect the combined attenuation – due to Q in the building and due to radiation damping due to foundation rocking. This makes it impossible, in general, to identify Q of the fixed-base structure from IRFs obtained from earthquake records in buildings, except for particular cases with very large foundation rocking stiffness.

Identification of Millikan library NS response during Yorba Linda earthquake of 2002

Millikan library (Fig. 6) is a 9-story reinforced concrete building in Pasadena, California, instrumented over a period of 40 years, and tested extensively, in particular for soil-structure interaction studies [12,35,37-43]. The building is 21×23 m in plan, and vertically extends 43.9 m above grade and 48.2 m above basement level (Fig. 6). Resistance to lateral forces in the NS direction is provided by RC shear walls on the east and west sides of the building. The RC central core houses the elevators and provides resistance to lateral forces in the EW direction. The local soil can be characterized as alluvium, with average shear wave velocity in the top 30 meters of about 300 m/s, and depth to “bedrock” of about 275 m [12,35,37-43]. Published work also suggests uniform mass distribution over the first three, middle three and top three stories, which we use to construct our models [35].

Yorba Linda earthquake of 3 Sep. 2002 ($M=4.8$, epicentral distance $R=40$ km) was recorded by a dense network of sensors (Fig. 6c and d). The building response was small, with maximum rocking angle of 0.012×10^{-3} rad. Fig. 7 illustrates the observed NS response at each floor (at the West wall), used for the identification. Part a) shows the acceleration time histories (low pass filtered at 25 Hz), part b) shows the corresponding IRFs (the solid and dashed lines correspond to $f_{\max} = 15$ Hz and 25 Hz), and part c) shows the transfer function (TF) of the roof

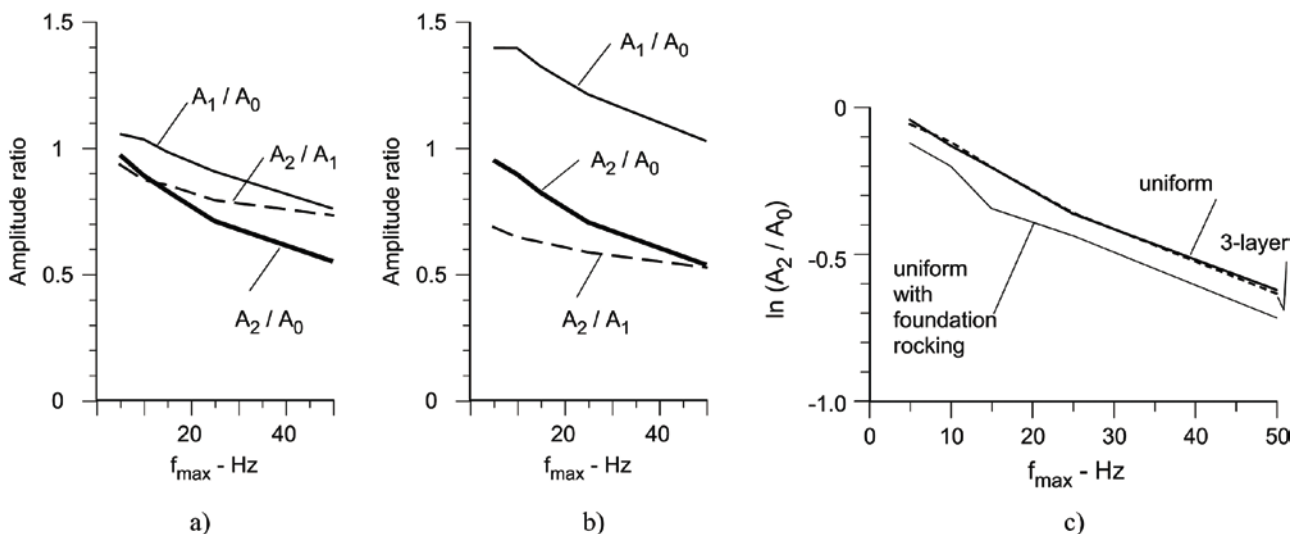


Fig. 5. Ratio of pulse amplitudes measured from IRFs (virtual source at roof) versus bandwidth f_{\max} (A_1 – half of the amplitude at roof, A_0 and A_2 – amplitudes of acausal and causal pulse at ground floor) for a) uniform, and b) 3-layer model. c) Total pulse attenuation (up and down through the building) for fixed-base uniform and 3-layer models, and for a uniform model with foundation rocking [18].

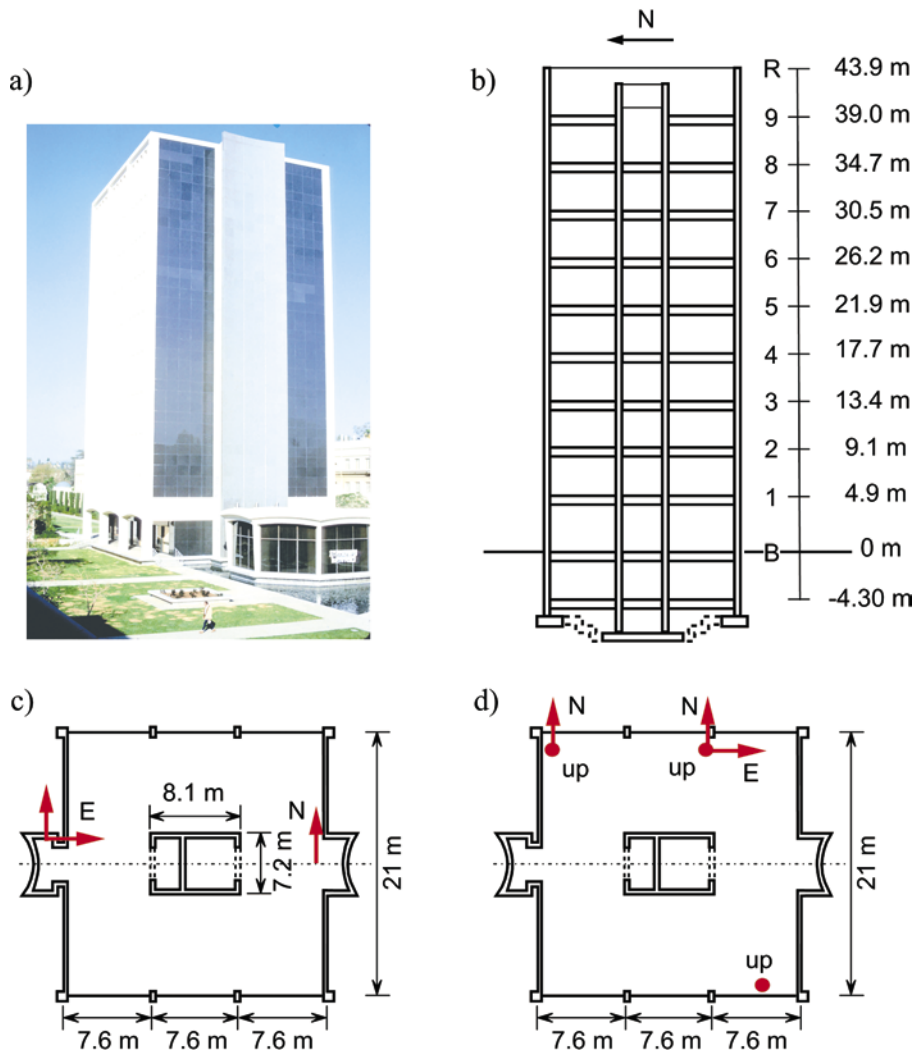


Fig. 6. Millikan library: a) photo (courtesy of M. Trifunac); b) vertical cross-section and c) typical floor layout (redrawn from Snieder and Safak 2006); d) sensor locations at basement.

acceleration relative to the ground floor. As it can be seen from Fig. 7c, mostly the first two modes contribute to the recorded response, and the TF amplitudes beyond 15 Hz are very small. This reflects on the width of the pulses in Fig. 7b, which is practically the same for the different bandwidths, while theoretically it should have been 1.7 times smaller for $f_{\max} = 25$ Hz (see the section on the Heisenberg uncertainty principle in this paper). This means that, for real data, there exists an effective cut-off frequency f_{\max} for the identification, which is much smaller than the capability of the recording instruments (typically 25 to 50 Hz [36]), and which depends on the nature of the structure and excitation. This effective f_{\max} is critical for the resolving power of the IRFs. As it can be seen from Fig. 7b, the top floor cannot be resolved as a separate layer, even though there is a sensor at that location, because the upward and downward propagating pulses are too wide relative to their time shifts, and cannot be resolved as separate pulses at the 9th floor. Also, no reflected pulses can be resolved at any of the floors to be used for identification.

Three models were fitted to identify the shear wave velocity profile of the building: 1-layer and 3-layer models, with configuration as in Fig. 2, and a 9-layer model in which the top two layer have been merged. The mass distribution was assumed to be same as shown in Fig. 2 [35], and $Q = 25$ ($\zeta = 2\%$) was assumed which is close to the apparent (soil-structure interaction system) damping $\zeta_{\text{app}} = 1.74\%$ as identified from the transfer-function by the half-power method. The shear wave velocity of each layer was identified using the earlier described algorithm and the average of the time shifts for the causal and acausal pulses (our study of several buildings showed that the identification error is consistently smaller if information from both causal and acausal pulses is used for the identification). To assess the error, models were constructed for each of the identified β -profiles and used to predict IRFs at every floor, from which the predicted pulse arrival times at every floor were measured. The goodness of fit was assessed from the general agreement between the predicted and observed pulse arrival times (the average for the causal and acausal pulses), and from the rela-

Millikan Library, Yorba Linda, 2002, observed N-S response at West wall

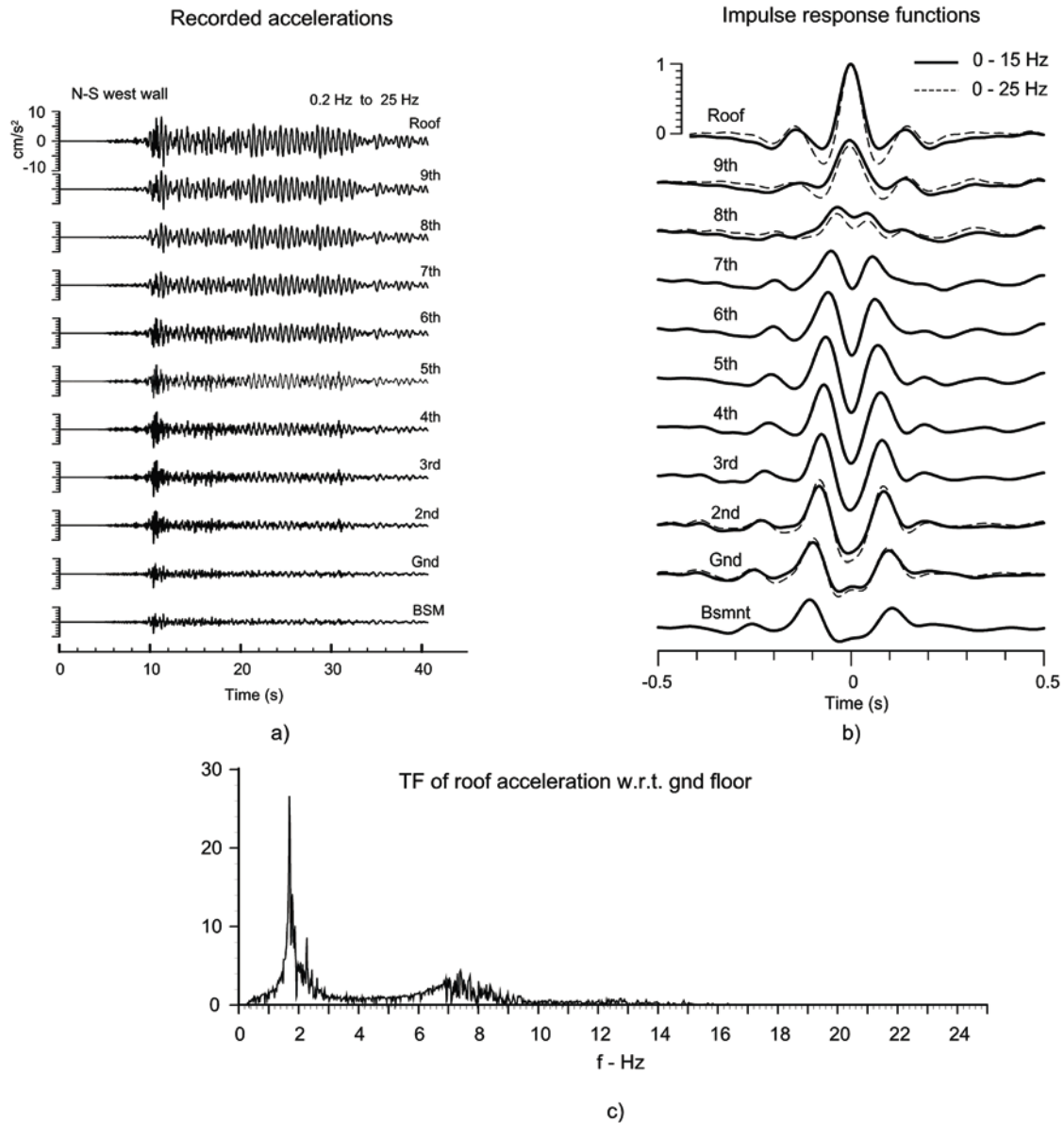


Fig. 7. Millikan library NS response during Loma Linda, 2002 earthquake observed at West wall (Fig. 9). a) Accelerations. b) Impulse responses for virtual source at roof. c) Transfer-function of roof acceleration w.r.t. ground floor.

tive error of the predicted pulse travel time through the layer $\Delta\tau/\tau = (\tau_{\text{pred}} - \tau_{\text{obs}})$, where τ_{pred} and τ_{obs} are the predicted by the model and the observed travel times. Then a measure for the relative error in the estimated shear wave velocity β can be obtained $\Delta\beta/\beta = -\Delta\tau/\tau$ (from $\beta = h/\tau$ and differential calculus).

The results of the identification are summarized in Tables 3, 4 and 5a,b, for the 1-layer, 3-layer and 9-layer model. The identification for all three models was carried out for $f_{\text{max}} = 15$ Hz, and for the 9-layer model also for $f_{\text{max}} = 25$ Hz. The different columns show the layer number (top to bottom), width h_i , average z -coordinate \bar{z}_i (see Fig. 1), observed travel time τ_i , the identified shear wave velocity β_i , the predicted travel time τ_i and the errors $\Delta\tau/\tau$ and $\Delta\beta/\beta$. The results are presented graphically in Fig. 8,

in which part a) shows the identified profiles $\beta(z)$, and parts b) and c) show the agreement of the observed and predicted pulse arrival times and transfer-functions. The agreement of the pulse arrival times is indicative of the

Table 3. Shear wave velocities of Millikan Library NS response identified by the direct travel time method based on a 1-layer model and using accelerations of Yorba Linda earthquake of 2002 recorded at west wall (0-15 Hz)

Layer	h_i [m]	\bar{z}_i [m]	Observed τ_i [s]	Identified β_i [m/s]	Predicted τ_i [s]	$\Delta\tau/\tau$ %	$\Delta\beta/\beta$ %
1	38.9	36.45	0.096	405.2	0.097	1.04	-1.04

Table 4. Shear wave velocities of Millikan Library NS response identified by the direct travel time method based on a 3-layer model and using accelerations of Yorba Linda earthquake of 2002 recorded at west wall (0-15 Hz)

Layer	h_i [m]	\bar{z}_i [m]	Observed τ_i [s]	Identified β_i [m/s]	Predicted τ_i [s]	$\Delta\tau/\tau$ %	$\Delta\beta/\beta$ %
1	12.75	6.38	0.048	265.63	0.045	-6.3	6.3
2	12.75	19.13	0.025	510	0.0285	14	-14
3	13.4	32.2	0.023	582.61	0.0215	-6.5	6.5

Table 5a. Shear wave velocities of Millikan Library NS response identified by the direct travel time method based on a 9-layer model and using accelerations of Yorba Linda earthquake of 2002 recorded at west wall (0-15 Hz)

Layer	h_i [m]	\bar{z}_i [m]	Observed τ_i [s]	Identified β_i [m/s]	Predicted τ_i [s]	$\Delta\tau/\tau$ %	$\Delta\beta/\beta$ %
1	4.25	4.25	0.04	212.5	0.042	5	-5
2	4.25						
3	4.25	10.63	0.008	531.3	0.0015	-81	81
4	4.25	14.88	0.0055	772.7	0.002	-64	64
5	4.25	19.13	0.008	531.3	0.019	137	-137
6	4.25	23.38	0.0115	369.6	0.014	22	-22
7	4.25	27.63	0.0055	772.7	0.0015	-73	73
8	4.25	31.88	0.005	850.0	0.001	-80	80
9	4.9	36.45	0.0125	392.0	0.025	100	-100

goodness of the fit at the observation points. The results confirm that the identification error for detailed models is larger than for coarser models (see the section on Heisenberg-Gabor uncertainty principle in this paper). Due to the limited effective bandwidth of the data ($f_{\max} = 15$ Hz), the error for the 9-layer model is considerable. For this direct identification method, the 3-layer model seems to be the optimal, in terms of detail and error. Further development of this method, e.g. involving minimization of the error through iterations, can increase its accuracy for more detailed models. Comparison of the fits of the 9-layer models for different frequency bands shows that, despite the same effective bandwidth for the observed pulses (i.e. same pulse width), fitting model IRFs with larger bandwidth (i.e. narrower pulses) reduces the identification error, although the identified $\beta(z)$ profiles are very similar.

The agreement of TFs (Fig. 8c) is of different nature than the agreement of the pulse arrival times at the observation points (Fig. 8b). Most importantly, the observed TFs represent the behavior of the soil-structure system, which includes foundation rocking, while the TFs of the model represent fixed-base behavior. Consequently, the frequency of the first peak should always be smaller in the observed TF than the model TFs, with the difference being more pronounced for stiffer structures on softer soil, for which the soil-structure interaction effects are

more pronounced. The frequencies of the higher modes, however, are not affected much, and therefore their agreement can be used as a measure of how well the identified models represent the real building. The amplitudes of all the peaks are affected by the soil-structure interaction, and should not be compared. Fig. 8c shows that, for all the (fixed-base) models fitted, the frequency of the fundamental mode is significantly higher than for the observed response, which indicates strong soil-structure interaction, and which is in agreement with other studies of this building [19,39-41]. The frequency of the funda-

Table 5b. Shear wave velocities of Millikan Library NS response identified by the direct travel time method based on a 9-layer model and using accelerations of Yorba Linda earthquake of 2002 recorded at west wall (0-25 Hz)

Layer	h_i [m]	\bar{z}_i [m]	Observed τ_i [s]	Identified β_i [m/s]	Predicted τ_i [s]	$\Delta\tau/\tau$ %	$\Delta\beta/\beta$ %
1	4.25	4.25	0.0395	215.2	0.04	1	-1
2	4.25						
3	4.25	10.63	0.0075	566.7	0.003	-60	60
4	4.25	14.88	0.006	708.3	0.0055	-8.3	8.3
5	4.25	19.13	0.0085	500.0	0.0155	82	-82
6	4.25	23.38	0.011	386.4	0.007	-37	37
7	4.25	27.63	0.0055	772.7	0.004	-27	27
8	4.25	31.88	0.005	850.0	0.0055	10	-10
9	4.9	36.45	0.013	376.9	0.0155	19	-19

mental mode is very similar for the 3-layer and 9-layer models, and is higher than the frequency for the uniform model. The frequencies of the second mode differs between the three models, but is close to the observed one, which indicates that the models, which were identified solely from wave travel times, represent well the overall dynamic behavior of the fixed-base building.

Uncertainty in Pulse Localization and Error

Finally, the uncertainty in the localization of the pulses in IRFs is illustrated in Fig. 9, for the 1-layer model (Table 3) with $f_{\max} = 15$ Hz. The symbols connected by a solid line shows the "observed" pulse arrival time at each floor, as measured from pulse time shifts in the IRFs, except at the top two layer interfaces at which the causal and acausal pulses could not be resolved. As it can be seen, there is a scatter in the observed arrival times about the theoretical straight line trend, which is beyond the precision of reading the time of the peaks of the pulses, even for this simple model in which there are no internal reflections. Practically, such deviation in the observed arrival time of the, e.g. acausal, transmitted pulses from the true arrival time occurs because of distortion of the shape of the main lobe due to interference from the side lobes of the causal transmitted pulse, and in general, from smaller amplitude pulses from internal reflections. Such error exists in observed IRFs in real data, due to

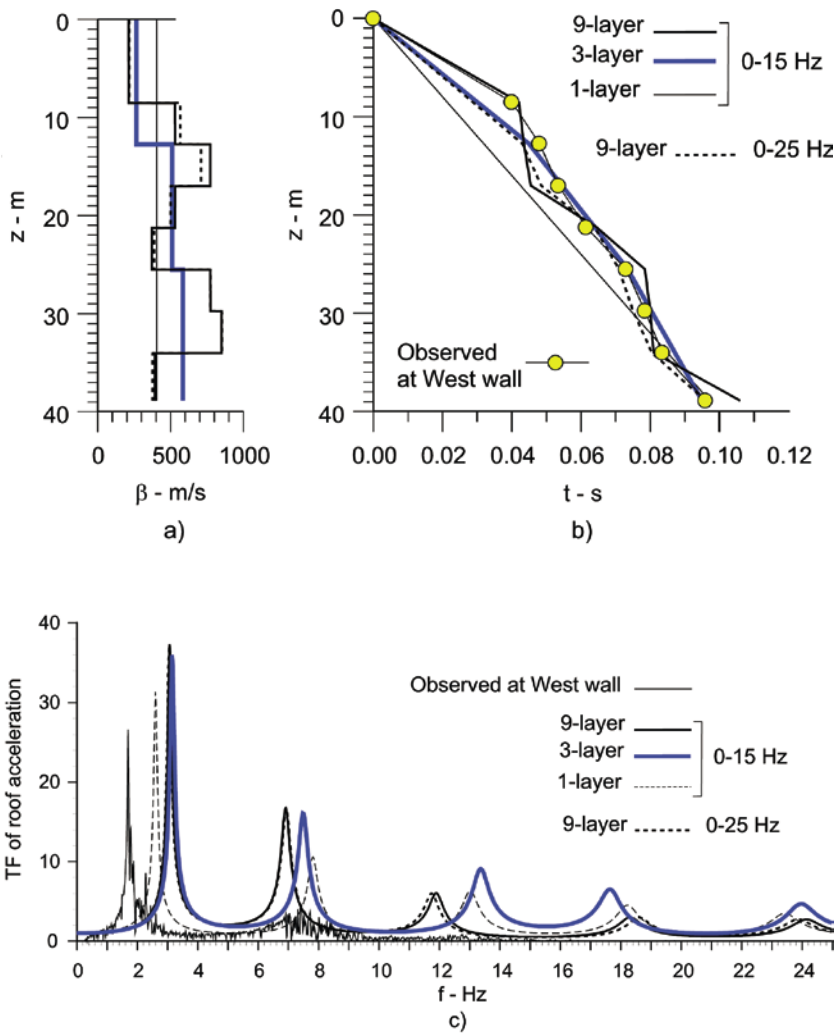


Fig. 8. Identification of Millikan library NS response during Yorba Linda earthquake of 2002. a) Identified shear wave velocity profiles. b) Agreement of pulse arrival times at the different floors. Note: the arrival at the 9th floor could not be resolved. c) Agreement of transfer-functions.

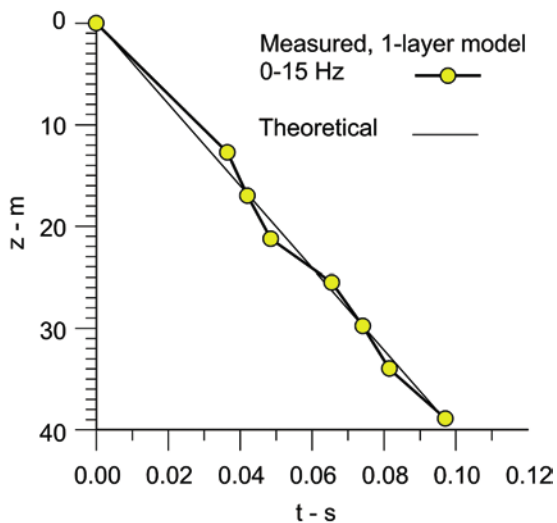


Fig. 9 Pulse arrival time at each floor: as measured from IRF of 1-layer model vs. theoretical.

the finite effective bandwidth of recorded building response, and cannot be eliminated. It leads to error in the computed travel time from pulse time shifts between sensors, and large relative error (in travel time and velocity) if the travel time is small (small distance and/or stiff layer).

SUMMARY AND CONCLUSIONS

Analytical impulse response functions are presented for a layered building model, which provide the theoretical basis for algorithms for structural system identification and health monitoring. In the model, each layer corresponds to a single floor (the highest resolution model) or a group of floors, depending on the density of instruments and the desired spatial resolution of the identified shear wave velocity profile for the building. An identification algorithm, which is based on ray theory interpretation of the IRFs, and measurement of wave travel time within a layer directly from time shifts of pulses in the IRFs, is presented and tested, with particular emphasis on the error. This algorithm is critically examined on model simulations and application to identification of the NS response of Millikan library, a 9-story RC building in Pasadena, California, using recorded accelerations during the Yorba Linda earthquake of 2002.

The most important findings of this study are the following. (1) The

resolving power of IRFs is not limited only by the density of sensors, but also by the effective bandwidth of the data, which determines the width of the pulses in the IRFs, according to the Heisenberg-Gabor uncertainty principle. (2) There is a trade-off between resolution and accuracy of the identified velocity profile, which also follows from the same principle. The error is smaller for smoother models (with smaller number of layers). (3) The pulse amplitudes are affected by the soil-structure interaction and radiation damping (from foundation rocking), and cannot be used alone to determine the structural damping. (4) In principle, reflected pulses can also be used for identification, compensating for lack of sensors at some floors. However, in practice, to be able to resolve them, the effective bandwidth of the data has to be sufficiently large. (5) The direct algorithm identified successfully Millikan library NS response, for which a 3-layer model seems to be optimal in terms of both spatial resolution and accuracy (the error $\Delta\beta/\beta \approx 6\%$ in the top and bottom

layers and 14% in the middle layer). (6) The error for the highest resolution model (one story per layer) is large in some of the layers (about 80% in one of the layers).

It is concluded that system identification of buildings from wave travel times, measured from IRFs, is robust when applied to real building and earthquake response, and is promising. However, further developments are needed of the presented direct algorithm to increase its accuracy at high resolution. One such development is to include information about the pulse amplitudes, which also depend on the shear wave velocities of the layers, and optimization to minimize the error in all the layers. We will report on the development of such an algorithm, which involves nonlinear least squares fit of pulse shapes simultaneously at all observation points, in a future publication.

REFERENCES

- [1] Kanai K. Some new problems of seismic vibrations of a structure, Proc. Third World Conf. Earthquake Eng., Auckland and Wellington, New Zealand, January 22-February 1, 1965, pp. II-260 to II-275.
- [2] Todorovska MI, Trifunac MD. Antiplane earthquake waves in long structures, *J. Engrg Mech. (ASCE)* 1989; 115(12):2687-2708.
- [3] Todorovska MI, Lee VW. Seismic waves in buildings with shear walls or central core, *J. Engrg Mech. (ASCE)* 1989; 115(12):2669-2686.
- [4] Todorovska MI, Trifunac MD. A note on the propagation of earthquake waves in buildings with soft first floor, *J. Engrg Mech. (ASCE)* 1990; 116(4):892-900.
- [5] Şafak E. Detection of seismic damage in multi-story buildings by using wave propagation analysis. Proc. Sixth U.S. National Conf. on Earthquake Eng. 1989; EERI, Oakland, CA, Paper No. 171, pp. 12.
- [6] Şafak E. Wave propagation formulation of seismic response of multi-story buildings. *J. Structural Eng. (ASCE)* 1990; 125(4):426-437.
- [7] Todorovska MI, Ivanovic SS, Trifunac MD. Wave propagation in a seven-story reinforced concrete building, Part II: observed wavenumbers, *Soil Dynamics and Earthquake Engrg* 2001;21(3), 224-236.
- [8] Kawakami H, Oyunchimeg M. Normalized input-output minimization analysis of wave propagation in buildings, *Engineering Structures* 2003; 25(11):1429-1442.
- [9] Oyunchimeg M, Kawakami H. A new method for propagation analysis of earthquake waves in damaged buildings: Evolutionary Normalized Input-Output Minimization (NIOM), *J. of Asian Architecture and Building Engineering* 2003; 2(1):9-16.
- [10] Kawakami H, Oyunchimeg M. Wave propagation modeling analysis of earthquake records for buildings. *J. of Asian Architecture and Building Engineering* 2004;3(1):33-40.
- [11] Gičev V. Investigation of soil-flexible foundation-structure interaction for incident plane SH waves. Ph.D. Dissertation, Department of Civil Engineering, University of Southern California, Los Angeles, CA., 2005.
- [12] Snieder R, Şafak E. Extracting the building response using interferometry: theory and applications to the Millikan Library in Pasadena, California, *Bull. Seism. Soc. Am.* 2006, 96(2):586-598.
- [13] Gičev V, Trifunac MD. Permanent deformations and strains in a shear building excited by a strong motion pulse. *Soil Dyn. Earthq. Eng.* 2007; 27(8):774-792.
- [14] Kohler MD, Heaton T, Bradford SC. Propagating Waves in the Steel, Moment-Frame Factor Building Recorded during Earthquakes, *Bull. Seism. Soc. Am.* 2007; 97(4):1334-1345.
- [15] Gičev V, Trifunac MD. Rotations in a shear-beam model of a seven-story building caused by nonlinear waves during earthquake excitation, *Struct. Control and Health Monitoring* 2009; 16(4): 460-482, DOI: 10.1002/stc.264.
- [16] Todorovska MI, Trifunac MD. Earthquake damage detection in the Imperial County Services Building III: analysis of wave travel times via impulse response functions, *Soil Dyn. Earthq. Eng.* 2008; 28(5):387-404.
- [17] Todorovska MI, Trifunac MD. Impulse response analysis of the Van Nuys 7-story hotel during 11 earthquakes and earthquake damage detection, *Struct. Control and Health Monitoring* 2008; 15(1):90-116.
- [18] Todorovska MI. Seismic interferometry of a soil-structure interaction model with coupled horizontal and rocking response, *Bull. Seism. Soc. Am.* 2009; 99(2A):611-625.
- [19] Todorovska MI. Soil-structure system identification of Millikan Library North-South response during four earthquakes (1970-2002): what caused the observed wandering of the system frequencies?, *Bull. Seism. Soc. Am.* 2009; 99(2A):626-635.
- [20] Trifunac MD, Todorovska MI, Manić MI, Bulajić BĐ. Variability of the fixed-base and soil-structure system frequencies of a building – the case of Borik-2 building, *Structural Control and Health Monitoring* 2010; 17(2):120-151, DOI: 10.1002/stc.277.
- [21] Ivanović SS, Trifunac MD, Todorovska MI. On identification of damage in structures via wave travel times, in M. Erdik, M. Celebi, V. Mihailov, and N. Apaydin (Eds.), Proc. NATO Advanced Research Workshop on Strong-Motion Instrumentation for Civil Engineering Structures, June 2-5, 1999, Istanbul, Turkey, Kluwer Academic Publishers 2001; 447-468.
- [22] Gilbert F, Backus GE. Propagator matrices in elastic wave and vibration problems, *Geophysics* 1966; XXXI(2):326-332.
- [23] Trampert J, Cara M, Frogneux M. SH propagator matrix and QS estimates from borehole- and surface-recorded earthquake data, *Geophys. J. Int.* 1993; 112:290-299.

- [24] Mehta K, Snieder R, Graizer V. Extraction of near-surface properties for a lossy layered medium using the propagator matrix, *Geophys. J. Int.* 2007;169:271-280.
- [25] Todorovska MI. Earthquake damage detection in buildings and early warning based on wave travel times, Proceedings of 2009 NSF Engineering Research and Innovation Conference, Honolulu, Hawaii, June 22-25, 2009, Grant # CMMI-0800399, pp.8, National Science Foundation, Washington, DC.
- [26] Aki K, Richards P. Quantitative seismology. Freeman and Company 2002.
- [27] Thompson WT. Transmission of elastic waves through a stratified solid, *J. of Applied Physics* 1950; 21:89-93.
- [28] Haskell NA. The dispersion of surface waves in multilayered media, *Bull. Seism. Soc. Am.* 1953; 43:17-34.
- [29] Trifunac MD. Q and high frequency strong motion spectra, *Soil Dynamics and Earthquake Engng* 1994; 13(3):149-161.
- [30] Gabor D. Theory of Communications, *J. IEE (Londres)*, 1946; 93:429-457.
- [31] Gabor D. Communication Theory and Physics, *IEEE Trans. Info. Theory*, 1953, IT-1:48-59.
- [32] Todorovska MI, Trifunac MD. Earthquake damage detection in the Imperial County Services Building I: the data and time-frequency analysis, *Soil Dynamics and Earthquake Engng* 2007; 27(6):564–576.
- [33] Trifunac MD. Zero baseline correction of strong-motion accelerograms, *Bull. Seism. Soc. Amer.* 1971; 61(5):1201-1211.
- [34] Trifunac MD. A note on correction of strong-motion accelerograms for instrument response, *Bull. Seism. Soc. Am.* 1972; 62(1):401-409.
- [35] Jennings PC, Kuroiwa JH. Vibration and soil-structure interaction tests of a nine-story reinforced concrete building, *Bull. Seism. Soc. Am.* 1968;58(3):891-916.
- [36] Trifunac MD, Todorovska MI. Evolution of accelerographs, data processing, strong motion arrays and amplitude and spatial resolution in recording strong earthquake motion, *Soil Dynamics and Earthquake Engng* 2001;21(6):537-555.
- [37] Udwardia FE, Trifunac MD. Time and amplitude dependent response of structures, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics* 1974;2:359-378.
- [38] Foutch DA, Luco JE, Trifunac MD, Udwardia FE. Full scale three-dimensional tests of structural deformations during forced excitation of a nine-story reinforced concrete building, *Proc. U.S. National Conf. on Earthquake Engineering*, Ann Arbor, Michigan, 1975:206-215.
- [39] Luco JE, Trifunac MD, Wong HL. On the apparent change in the dynamic behavior of a nine-story reinforced concrete building, *Bull. Seism. Soc. Am.* 1987;77(6):1961-1983.
- [40] Wong HL, Trifunac MD, Luco JE. A comparison of soil-structure interaction calculations with results of full-scale forced vibration tests, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 1988; 7(1):22-31.
- [41] Luco JE, Trifunac MD, Wong HL. Isolation of soil-structure interaction effects by full-scale forced vibration tests, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics* 1988; 16: 1-21.
- [42] Clinton JF, Bradford SK, Heaton TH, Favela J. The observed wander of the natural frequencies in a structure. *Bull. Seism. Soc. Amer.* 2006; 96(1):237-257.
- [43] Todorovska MI, Al Rjoub Y. Environmental effects on measured structural frequencies – model prediction of short term shift during heavy rainfall and comparison with full-scale observations, *Structural Control and Health Monitoring*, 2009; 16(4):406-424, DOI: 10.1002/stc.260.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by a grant from the U.S. National Science Foundation (CMMI-0800399). The strong motion data used for this study was obtained from the Engineering Center for Strong Motion Data (www.strongmotioncenter.org/). The authors are grateful to two anonymous reviewers, M.D. Trifunac, and F.J. Sanchez-Sesma, whose critical comments on the original submission lead to significant improvements of this paper.

Submitted for possible publication in SCHM: December 3, 2010

Revision submitted: July 26, 2011

SVOJSTVA ISTORIJSKIH ZIDANIH KONSTRUKCIJA U SEIZMIČKIM ZONAMA (PRIMJER BOKE KOTORSKE)

CHARACTERISTICS OF THE HISTORIC MASONRY STRUCTURES IN SEISMIC PRONE REGIONS (CASE STUDY OF BOKA KOTORSKA)

UDK: 624.012.1:669.841(497.16) ; 725.96.025(497.16)

Pregledni rad

Doc. dr Ilija LALOŠEVIĆ, dipl. inž. arh.

REZIME

Izvorni konstruktivni sklop i primijenjeni elementi i tradicionalne tehnike i materijali često nisu adekvatno valorizovani u postupku rekonstrukcije i revitalizacije istorijskih objekata. U radu se razmatraju neki aspekti tradicionalnog autentičnog aseizmičkog dizajna, kroz analizu oštećenja istorijskih zidanih objekata područja Boke Kotorske, kako prilikom posljednjeg zemljotresa 1979. godine, tako i ranijih seizmičkih udara. Na osnovu uočenog ponašanja građevina i njihovih konstruktivnih elemenata tokom seizmičkih aktivnosti prezentuju se osnovne tradicionalne aseizmičke karakteristike. Istorijske zidane građevine često posjeduju značajnu seizmičku otpornost, koju ne treba zanemariti prilikom savremenih intervencija, već naprotiv valorizovati ih tokom procesa njihove rekonstrukcije.

KLjučne riječi: *istorijski objekti, tradicionalne tehnike građenja, rekonstrukcija, seizmička otpornost, Boka Kotorska.*

SUMMARY

Authentic building structure, applied elements and traditional technics and materials are often non adequate appreciated in the process of reconstruction of historic buildings. In this paper some aspects of traditional aseismic designing, as well as issues of destruction of historic masonry buildings of the Boka Kotorska region, during 1979. and previous earthquakes, are discussed. The principle traditional aseismic characteristics are presented, based on the observed behaviour of the buildings and their elements during seismics activities. Historic masonry buildings often have considerable seismic resistance, which should be adequately valorised in the process of their reconstructions.

Key words: *historic buildings, traditional building technics, reconstruction, seismic resistance, Boka Kotorska.*

1. OPŠTE ASEIZMIČKE KARAKTERISTIKE ISTORIJSKIH ZIDANIH GRAĐEVINA

Kod istorijskih objekata uošte evidentne su velike razlike u pogledu konstruktivnog sklopa, graditeljskih tehnika i svojstava primijenjenog građevinskog materijala. Istorijske građevine Boke Kotorske, kao i šireg okolnog područja, po pravilu su zidane, masivne, neramovske, rađene od kamena kao osnovnog građevinskog materijala i krečnog maltera kao veziva.

Generalno uzev, zidane konstrukcije srazmjerno svojoj masi „privlače“ značajne seizmičke sile. Uz to one su nedovoljno otporne na napone zatezanja i smicanja, imaju mali duktilitet (rastegljivost, plastičnost, „posluš-

nost“) i relativno mali kapacitet za preraspodjelu napona. Ipak, seizmička otpornost ovih građevina može veoma mnogo varirati u zavisnosti od vrste tla i načina fundiranja, arhitektonske forme, izvornog kvaliteta njihovih konstruktivnih elemenata i graditeljskih tehnika, načina održavanja i dr.

Posljednji zemljotres na području Boke Kotorske i čitavog Crnogorskog primorja, iz 1979. godine, kao i raniji veliki zemljotresi, u mjeri u kojoj se to može pratiti na objektima i kroz istorijske izvore, pokazao je, pored nedostataka i mnoge kvalitete tradicionalnog načina gradnje. Svakako, ovi kvaliteti su, između ostalog, uslovljeni imovnim stanjem naručioca, bilo pojedinca ili komune, poznavanjem konstruktivnih sistema i tehnika, privrednim i kulturnim vezama sa razvijenijim sredinama i dr.

Od presudnog značaja je svijest o potrebi aseizmičkog ojačavanja građevina, tzv. lokalna seizmička kultura, koja je uslovljena učestalošću zemljotresa u datom peri-

Adresa autora: Arhitektonski fakultet u Podgorici, Džordža Vašingtona bb, Podgorica
E-adresa: ilalos@t-com.me

odu. Kontinuitet i prekidi te seizmičke kulture u tradicionalnom graditeljstvu mogu se razumjeti i pratiti istraživanjem zemljotresa kroz historiju, gdje se analiziraju datumi seizmičkih udara, njihovi intenziteti, magnitude itd. Što su zemljotresi učestaliji i jači to je izraženija lokalna seizmička kultura. Time se, između ostalog, objašnjava prisustvo odgovarajućih aseizmičkih konstruktivnih rješenja na zidanim objektima na području Boke Kotorske od XVI do XVIII vijeka, (datumi jačih zemljotresa: 1559, 1563, 1608, 1632, 1639, 1667, 1750, 1780).

Za arhitekta i građevinske inženjere koji se bave konstruktivnom sanacijom i restauracijom historijskih građevina veoma je važna svijest da one nijesu apriori slabe zato što su stare i građene bez modernih materijala - čelika, armiranog betona i sl. Radije, neke historijske građevine, kao i neke moderne građevine neotporne su na seizmičke udare jer su siromašno i neznačajki građene, neadekvatno pregrađivane, loše održavane i sl. Druge tradicionalne građevine su jake zahvaljujući dobrom materijalu, kvalitetu graditeljskih tehnika i uspjelom arhitektonskom i konstruktivnom konceptu.

Aseizmičke kvalitete tradicionalnog graditeljstva uopšte, u krajnjoj liniji potvrđuje i samo postojanje autentičnih veoma starih građevina i u najizrazitijim seizmičkim zonama. Na području Boke Kotorske, naročito je karakterističan primjer Kotora gdje treba naglasiti čitav niz romaničkih, u prvom redu sakralnih građevina (XII-XIV vijek). Crkve Sv. Luke (slike 2, 3) i Sv. Marije od Rijeke (slike 4, 5, 6), su u toku svoje osam vjekova duge historije, za vrijeme koje je, između ostalog, bilo i mnogo burnih seizmičkih događaja, očuvale u cjelini svoj izvorni graditeljski sklop.

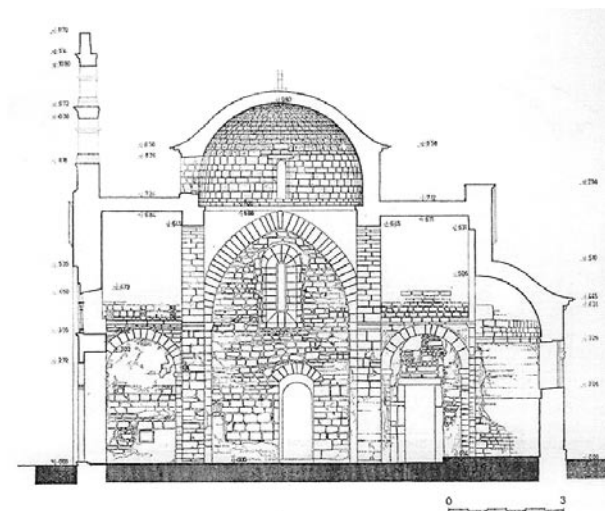
Međutim, kako baš u vrijeme gradnje ovih crkava, a ni znatno ranije, sudeći po izvorima, nije bilo jačih zemljotresa, izgleda da je aseizmička komponenta preuzeta sa strane, zajedno sa drugim elementima primijenjenog graditeljskog sklopa. Ova pretpostavka bi sasvim bila u skladu sa više puta isticanom srodnošću crkava Sv. Luke



Slika 1. Kotor, Providurova palata, plakat povodom zemljotresa 1979. godine



Slika 2. Crkva Sv. Luke, XII vijek



Slika 3. Crkva Sv. Luke, XII vijek, podužni presjek, Dokumentacija Regionalnog zavoda za zaštitu spomenika kulture Kotor

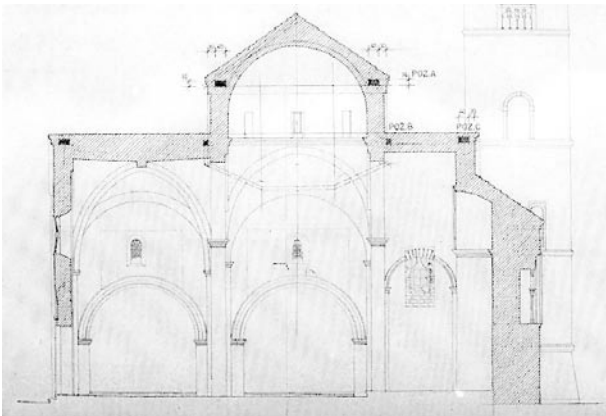
i Sv. Marije sa graditeljstvom Atike i Apulije,¹⁾ dva seizmički najizrazitija susjedna prostora. U novije vrijeme se u sferi proučavanja mediteranskih lokalnih seizmičkih kultura značajna pažnja posvećuje srednjovjekovnim kupolnim crkvama tipa upisanog krsta, gdje se njihov

¹⁾ V. Korać: "O monumentalnoj arhitekturi srednjovjekovnog Kotora", Spomenik SAN, CV, Beograd, 1956, 148, 151

M. Čanak Međić: "Arhitektura Nemanjinog doba II", Spomenici srpske arhitekture srednjeg veka, Beograd 1989, 136



Slika 4. Crkva Sv. Marije od rijeke, XIII vijek, stanje nakon zemljotresa 1979. godine, Dokumentacija Regionalnog zavoda za zaštitu spomenika kulture Kotor

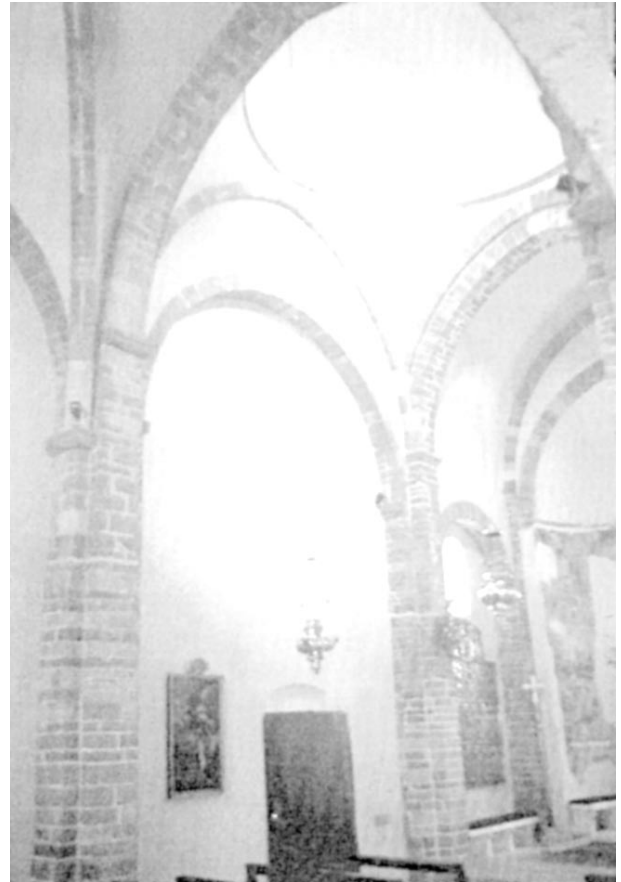


Slika 5. Crkva Sv. Marije od rijeke, XIII vijek, statičko rješenje, presjek, Dokumentacija Regionalnog zavoda za zaštitu spomenika kulture Kotor

povoljan seizmički respons upravo dovodi u vezu sa tipološkim karakteristikama. Rezultati ovih istraživanja mogli bi biti veoma korisni za komparativnu analizu sa pomenutim kotorskim crkvama, budući da je njihov arhitektonski koncept veoma blizak vizantijskom tipu crkava sažetog upisanog krsta²⁾.

Nužno je naglasiti da je ponekad veoma teško utvrditi u kojoj mjeri su stari graditelji objekat u cjelini i pojedine njegove elemente svjesno aseizmički konstruisali. Ipak, evidentno je da su oni, u ukupnom solidnom graditeljskom postupku, vodeći računa prevashodno o statičkom opterećenju i opštoj sigurnosti građevine, često postizali izvanredne rezultate sa aspekta aseizmičnosti. Sudeći po ostvarenim rezultatima u pogledu seizmičke otpornosti romaničkih crkava Kotora, u velikoj mjeri je izvjestan aseizmički pristup u koncipiranju njihovog graditeljskog sklopa, pa bi i ovaj aspekt trebalo pridodati razmatranju pitanja porijekla njihovog arhitektonskog koncepta.

²⁾ Restoration of Byzantine and post-Byzantine Monuments, Proceedings of the International Symposium of Thessaloniki, 1985. passim



Slika 6. Crkva Sv. Marije od rijeke, XIII vijek, enterijer nakon obnove i sanacije

Bez obzira da li su konstrukcije u cjelini ili pojedini njihovi elementi prvobitno bili svjesno koncipirani kao aseizmički, važno je shvatiti njihovu ulogu i doprinos povoljnom ponašanju građevine u toku zemljotresa. Porast svijesti o izvornim aseizmičkim kvalitetima graditeljskog naslijeđa, doprinio bi umjerenijim intervencijama i racionalnijim rješenjima kod njihove statičke sanacije, što bi između ostalog, imalo i pozitivnosti sa aspekta očuvanja izvornog konstruktivnog sklopa kao značajne karakteristike istorijskih građevina, kod kojih se naročito vrjednuje svojstvo autentičnosti.

2. DISPOZICIJA

Kriterijumi za aseizmičko projektovanje formirani za nove građevine,³⁾ mogu biti primijenjeni i na postojeće objekte, pa i na istorijske tradicionalne strukture, kako prije zemljotresa, u postupku procjenjivanja njihove povrjedljivosti (tzv. vulnerabilitet), tako i poslije seizmičkih udara, za objašnjavanje njihovog ponašanja i kao pomoć pri izboru metoda sanacije i ojačanja.

Konfiguracija građevine, konstruktivni koncept i arhitektonska forma imaju značajan uticaj na njeno ponašanje u zemljotresu. Iskustva pokazuju da najjednostavnije

³⁾ D. J. Dowrick: "Earthquake Resistant Design", A Manual for Engineers and Architects, John Wiley & Sons, London 1977.



Slika 7. Katedralna crkva Sv. Tripuna, XII vijek, idealna rekonstrukcija

strukture imaju najveću šansu da prežive. Jednostavna građevina lako se gradi, održava i opravlja. Njen odgovor zemljotresu relativno lako može biti određen i analiziran. Ako je zgrada simetrična, kompaktna i ne suviše izdužena u zemljotresu će se mnogo povoljnije ponašati. Suprotno, ako građevina ne posjeduje navedena svojstva, ona može biti izložena torziji i različitim uticajima na krajevima. Izdužena osnova (60 x 6 m) je uz loš teren i brojne prepravke bila glavni razlog pada centralnog dijela Providurove palate u Kotoru u zemljotresu 1979. godine (slika 1). Na sreću, ovakav primjer je u tradicionalnom graditeljstvu izuzetak, objekti su po pravilu jednostavni, simetrični, kompaktni i sa relativno ujednačenim dimenzijama osnove i drugim proporcijama.

Kako su kod tradicionalnog graditeljstva visoki objekti veoma rijetki (kule, zvonici), izuzetni su i slučajevi preturanja. Tako drastičan slučaj imali smo 1667. godine sa romaničkim zvonnicima katedrale Sv. Tripuna (slika 7)⁴⁾, koji su tada doživjeli kolaps, i pri tom oštetili obližnje objekte na trgu, u prvom redu Providurovu palatu. Koliko je ovaj zemljotres jako uticao na snaženje lokalne seizmičke kulture, pokazuje činjenica da današnji, tada sagrađeni zvonici nijesu pokazali ni najmanja konstruktivna oštećenja u zemljotresu 1979. godine.

Zvonici na preslicu su sa aspekta seizmičnosti bili jako nepovoljni. Poznato je da je kod crkve Sv. Luke ovakav zvonik rušen i obnavljan više puta⁵⁾, a to je svakako bio slučaj i sa drugim sakralnim građevinama. Isto tako, najreprezentativnije palate kotorskog zaliva u etaži potkrovlja imaju tzv. viđenice, belveder, odnosno istaknuti centralni dio fasade sa par prozorskih osovina

⁴⁾ Istorijski arhiv Kotor, SN, CV, 934

⁵⁾ M. Čanak Medić, *Kotorski Sveti Luka u svjetlu novih otkrića*, Matica Srpska, Zbornik za likovne umetnosti 21, Novi Sad 1985, 59

(slika 11). Iako je izvorno, rjeđe naknadno, bilo pokušaja da se ovaj dio fasade poveže sa ostatkom građevine, pomoću drvenih greda - zatega i željeznih kotvi tzv. „ključeva“ (ital. *capochiave*), za vrijeme zemljotresa na mjestu diskontinuiteta, odnosno suženja zidnog fasadnog platna dolazi do koncentracije napona i pucanja po horizontalnoj spojnici, pa čak i pada čitave viđenice.

Slično viđenicama kod profane arhitekture, u nivou krova sakralnih objekata postoje kupole u centralnom dijelu. U zavisnosti od veličine, oblika i ukupnog konstruktivnog rješenja kupole i drugih gornjih dijelova građevine, ovi elementi se međusobno radikalno razlikuju po svom seizmičkom responsu. Mala kupola na crkvi Sv. Ane oslanjala se na neadekvatne ravne luke razapete između poprečnih lukova, a uz to je sa njima bila slabo konstruktivno povezana⁶⁾ pa je usljed značajnih oštećenja morala biti uklonjena u XVII vijeku.

Sličnu sudbinu doživjela je i znatno veća kupola katedrale Sv. Tripuna (slika 7). Pored činjenice da je istočni dio katedrale Sv. Tripuna fundiran na stijeni, a zapadni na nasipu, tako da se prvobitna kupola praktično našla na sredokraći, mjestu sa najnepovoljnijim uticajima zbog različitog rada konstrukcijena krajevima objekta, oštećenjima kupole doprinio je nagli diskontinuitet i efekat tzv. „mekog prizemlja“. Naime, kupola je bila nošena slobodnostojećim podupiračima (stubcima i stubovima) koji su u vrijeme zemljotresa bili izloženi jakim seizmičkim vibracijama, što je rezultiralo njenim padom.

Kupole crkava Sv. Luke (slike 2, 3) i Sv. Marije (slike 4, 5, 6) mnogo su kvalitetnije povezane sa donjim konstrukcijama, zidovima i prislonjenim i poprečnim lucima, i sa manje izraženim diskontinuitetom. Kod crkve Sv. Luke iznad uobičajenog profilisanog vijenca nalaze se još dva reda vrlo dugačkih (45-55 cm), a niskih (13, 10 cm), veoma precizno obrađenih kvadera (slika 3). Ovaj svojevrsni prsten - „serklaž“ urađen sasvim u skladu sa savremenim teorijskim postavkama,⁷⁾ imao je presudnu ulogu u prijemu zatežućih sila na dnu kupole, a značajno je doprinio stabilnosti čitave građevine, uspješno primajući zatežuće sile i objedinjujući prislonjene i poprečne luke. Analogni elementi poznati su i u znatno starijem vizantijskom graditeljstvu, gdje postoje čak i slučajevi da su blokovi međusobno spojeni metalnim kotvama, da bi djelovali na principu lanca.⁸⁾

Sličan konstruktivni koncept primijenjen je na nešto mlađoj crkvi Sv. Marije od rijeke (Kolegijalna crkva, tzv. „Koledata“) sa početka XIII vijeka (slike 5, 6). Značajno je napomenuti da je na primjeru ovih crkava u toku sanacije nakon zemljotresa 1979. godine primijenjena metoda ojačanja kompatibilna sa izvornom konstrukcijom. Radi se o serklažima i zategama u gornjoj zoni, (ispod krova, u

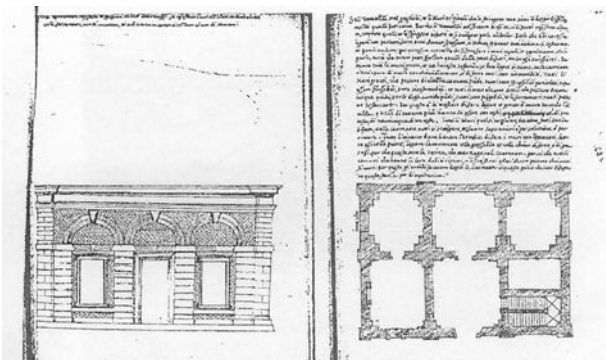
⁶⁾ M. Čanak Medić, *Arhitektura Nemanjinog doba II...* 182, slike 41, 44.

⁷⁾ I. Tahirović: „Otpornost zidane kupole na djelovanje zemljotresa, uzroci za pojavu pukotina i njihov pravac i područja rasprostiranja“, *Kulturna baština Balkana i seizmički problemi*, CANU, Titograd 1983, 171, 180

⁸⁾ *Repair and Strengthening of Historical Monuments and Buildings in Urban Nuclei, Building Construction under Seismic Conditions in the Balkan Region*, vol. 6. UNDP, Vienna 1984, passim.



Slika 8. Katedralna crkva Sv. Tripuna, XII vijek, izgled enterijera nakon rekonstrukcije



Slika 9. Predlog aseizmičke kuće, Pirro Ligorio, Istorijski arhiv Torino

vrhu i dnu kupole i sl.) uz minimalne intervencije i uštedavanja (slika 5).

U tijesnoj vezi sa navedenim svojstvima arhitektonске forme: simetrijom, jednostavnošću i pravilnošću je i ujednačena i kontinualna raspodjela napona. Dokazano je da maksimalnu šansu da prežive zemljotres imaju građevine gdje su noseći elementi ujednačeno raspoređeni, zidovi kontinualni i bez iznenadnih promjena debljine. Takođe je važan osovinski raspored otvora i prostiranje međuprozorskih stubaca po čitavoj visini objekta (slika 10). Remećenje odnosa puno-prazno po etažama može



Slika 10. Pomorski muzej Kotor, Palata Grgurina XVIII vijek

dovesti do neželjenih oštećenja. Ovakvi primjeri su kod tradicionalnih građevina mnogo rjeđi nego kod savremenih.

3. KONSTRUKTIVNI ELEMENTI I TEHNIKE

Proučavanje starih graditeljskih tehnika značajno je ne samo sa stanovišta istorije arhitekture i graditeljstva, već i sa aspekta primjene tradicionalnih i/ili njima kompatibilnih savremenih graditeljskih postupaka u procesu sanacije, rekonstrukcije i adaptacije istorijskih građevina.

Zidovi tradicionalnih građevina na posmatranom području građeni su po pravilu lokalnim krečnjakom, sa dva lica od kamenih blokova i ispunom, tzv „sovrnjom“ (lat. sauornam) u sredini. Svojstva zida duguju se izuzetno dobrom kvalitetu *maltera*. Tradicionalno graditeljstvo poznaje različite tipove krečnih maltera: sa dodatkom starih ulja, tucane opeke, zemlje „crvenice“ (ital. terra rossa) itd.⁹⁾ Treba naglasiti metod ojačanja zidova pilastrima, koji postoje na svim pomenutim romaničkim crkvama Kotora, pa i drugim sakralnim i profanim objektima. Ovi elementi su, osim za prihvat statičkog opterećenja, često veoma svjesno primjenjivani kod starih građevina za poboljšanje njihove otpornosti na dinamička opterećenja, u prvom redu zemljotrese, pa čak i propisivani traktatima o aseizmičkom načinu gradnje (slika 8).¹⁰⁾

Interesantno je naglasiti da su sa aspekta aseizmičnosti *otvori* u zidovima (vrata, prozori) bili predmet posebne pažnje starih graditelja. Iznad nadprozornika i nadvratnika obično su rađeni segmentni ili ravni rasteretni luci, ili nešto primitivniji luci na tri zgloba.

Među često primjenjivane konstruktivne elemente spadaju *svodovi* i *luci*. Neki od njih, naročito oni precizno klesani od đuričkog kamena, sa uzanim spojnicama i nadvišenim i prelomljenim tjemenom, tzv. oživalnog oblika, izuzetno su dobre aseizmičke konstrukcije, što je

⁹⁾ V. Đurović: “O malterima na zgradama iz XVI do polovine XIX stoleća u Boki Kotorskoj”, Zbornik zaštite spomenika kulture VI-VII, Beograd 1955-56., 79-89

¹⁰⁾ I. Lalošević: “Traditional aseismic approach in the Kotor Bay’s historic buildings”, International Symposium on Earthquake Engineering, ISEE 2000, Proceedings, Montenegro, 2000, 409, bilj. 9, slika 3.



Slika 11. Palata porodice Ivanović, Dobrota, XVIII vijek, stanje nakon zemljotresa 1979. godine

dokazala i njihova stabilnost u zemljotresima, uključujući i najnoviji iz 1979. godine (slike 3, 6).¹¹⁾

U tradicionalnom graditeljstvu Boke Kotorske najviše su korišćene drvene međuspratne konstrukcije, koje su pomoću kotvi (slika 10) povezane sa zidovima, te ih prinuđuju da osciluju harmonično, što sprječava veća oštećenja. Ovi elementi, koji su spolja obuhvatali po nekoliko redova kamena, a iznutra bivali fiksirani za tavanjače, po pravilu su se postavljali u osovini međuprozorskih stubaca, gdje su imali najviše efekta.

Kod većih građevina koje su imale i unutrašnje konstruktivne zidove, drvene grede tavanica često su prolazile kroz zid propisno povezivane na njemu, tako da su imale funkciju zatega. U periodu obnove nakon zemljotresa 1979. godine, prilikom uvođenja novih armiranobetonskih tavanica često su rušeni unutrašnji noseći zidovi zbog problematičnog izvođenja a.b. serklaža sa obje strane zida.

U tom smislu, ovdje je interesantno navesti primjer saradnje službe zaštite spomenika kulture i izvođača sanacionih radova (GP „Trudbenik“ iz Beograda) na baroknoj palati porodice Ivanović u Dobroti kod Kotora. Naime, umjesto planiranog izvođenja uštemanih horizontalnih a.b. serklaža sa obje strane zida, koji bi praktično izvršili

¹¹⁾ M. Čanak Medić: “Sakralni spomenici pod udarom zemljotresa na primjeru kotorskih spomenika”



Slika 12. Palata porodice Ivanović, Dobrota, XVIII vijek, stanje u toku radova na sanaciji nakon zemljotresa 1979. godine

njegovo presijecanje, primijenjena je konstrukcija sitnorebraste tavanice, čija rebra prolaze kroz šupljine nastrale nakon uklanjanja ostataka starih drvenih tavanjača (slika 12). Ovo rješenje je, uz čuvanje autentičnih zidova sa baroknim kamenim portalima, omogućilo i rekonstrukciju autentičnog enterijera (oblaganje a.b. rebara daščanom oplatom koja fingira drvene tavanjače).

* * *

Autentični tradicionalni konstruktivni sklop, njegovi elementi i graditeljske tehnike često nisu adekvatno valorizovani u postupku sanacije i rekonstrukcije istorijskih objekata. Multidisciplinarnim proučavanjem tradicionalne graditeljske strukture, analizom istorijskih izvora o objektu, proučavanjem i istraživanjem građevine „in situ“, prije i u toku sanacionih radova, dolazi se do saznanja o brojnim vrijednostima objekta, između ostalog i o njegovim realnim, kroz vrijeme provjerenim konstruktivnim karakteristikama. Na osnovu prostudiranog ponašanja građevine i njenih konstruktivnih elemenata tokom svojevrsne istorijske provjere poput seizmičkih aktivnosti, postiže se racionalno rješenje konstruktivne sanacije koje uvažava i ne remeti izvorni sklop, generalno i u dijelu kvalitetnih elemenata, a ujedeno ga nadgrađuje i poboljšava, po mogućnosti kompatibilnim i reverzibilnim materijalima i tehnikama.

PRIMENA GEODEZIJE U ISTRAŽIVANJU UTICAJA SEIZMIČKIH PROCESA NA TLO I INŽENJERSKE STRUKTURE

GEODESY UTILIZATION FOR DETERMINATION SEISMIC PROCESSES INFLUENCE ON LAND SURFACE AND ENGINEERING STRUCTURE



UDK: 528.41:550.34

Pregledni rad

Prof. dr Milan TRIFKOVIĆ, dipl.geod.inž.

REZIME

Geodezija kao nauka koja se bavi istraživanjem veličine, oblika i gravitacionog polja Zemlje kao i promena vrednosti ovih parametara kroz vreme postala je nezaobilazan činilac svih savremenih istraživanja seizmičkih procesa. Pored seizmičkih i geoloških merenja podaci o promenama geometrije neophodni su za donošenje pouzdanih zaključaka o uticaju seizmičkih procesa na tlo i inženjerske strukture. Do ekspanzije primene geodezije u istraživanju uticaja seizmičkih procesa došlo je kada je tehnologija globalnog pozicioniranja omogućila postizanje visoke tačnosti u određivanju položaja tačaka. Razvoj tehnologije globalnog pozicioniranja omogućio je efikasno postizanje visoke tačnosti merenja i određivanja položaja tačaka u prostoru što je omogućilo da se otkriju relativno mala pomeranja tačaka na velikim rastojanjima. Na ovaj način je omogućeno praćenje promena položaja tačaka koje mogu nastati kao posledica uticaja seizmičkih procesa. Drugi aspekt uticaja seizmičkih procesa odnosi se na inženjerske strukture i mogućnosti primene geodezije za istraživanje uticaja seizmičkih procesa na različite tipove objekata. Naime uporedo sa razvojem tehnologije globalnog pozicioniranja razvijana je i klasična (terestrička) geodetska tehnologija kako u pogledu tačnosti i pouzdanosti tako i u pogledu efikasnosti dobijanja rezultata merenja. Ove činjenice stvorile su uslove za primenu geodezije u istraživanju uticaja seizmičkih procesa na tlo i inženjerske strukture.

Pregledom dostupne literature autor ovog rada zaključio je da se pitanjima primene geodezije za istraživanje uticaja seizmičkih procesa na tlo i inženjerske strukture u Srbiji ne posvećuje odgovarajuća pažnja i da je potrebno stručnoj javnosti ukazati na tu činjenicu.

Cljučne reči: seizmički procesi, geodezija, geodetske tehnologije.

SUMMARY

Geodesy as scientific discipline concerned with the size and shape of the Earth, the Earth's gravity field, and the time variations of all these parameters become a standard part of research programs for seismic processes. Along with seismic and geologic, data about geometric changes are needed for accurate and reliable conclusions about seismic processes influence on Earth's surface and engineering structures. With development, global position system (GPS) reached accuracy and efficiency needed for its utilization in seismic processes research. The other aspect of geodesy utilization is concerned with seismic processes influence on engineering structures. Namely, classical geodetic technology was also developed and reached high accuracy and efficiency.

Author of this paper, according to available literature and his own experience, has concluded that those questions are underestimated in Serbia and there is need for discussing those questions according to available literature and experience all over the World.

Key words: seismic processes, geodesy, geodetic technologies.

1. UVOD

Geodezija je nauka koja se bavi određivanjem oblika i veličine Zemlje, Zemljinog gravitacionog polja i

određivanjem promena ovih parametara kroz vreme [2]. Navedena definicija se najčešće citira u literaturi ali se u praksi geodezija primenjuje uvek kada treba određivati koordinate tačaka u prostoru, geometriju objekata, međusobne odnose objekata u prostoru i promene geometrije, položaja i međusobnih odnosa objekata kao funkcije vremena. Razvoj geodezije uslovljavao je obim i vrstu

Adresa autora: Univerzitet u Novom Sadu, Građevinski fakultet, 24000 Subotica, Kozaračka 2a
E-mail: milantri@eunet.rs

primene geodezije u drugim inženjerskim oblastima i za rešavanje različitih inženjerskih problema. U početku svoga razvoja geodetska tehnologija nije bila dovoljno efikasna i nije mogla da postigne zahtevanu tačnost da bi našla adekvatnu primenu u inženjerskim oblastima koje su imale potrebu da koriste geodetske podatke za istraživanje predmetnih prirodnih fenomena. Druga prepreka za primenu geodezije u istraživanju složenih prirodnih fenomena bila je nedovoljan nivo razvijenosti metodologije i tehnologije za obradu i analizu rezultata geodetskih merenja [15]. Razvojem geodetske merne tehnologije, metodologije za obradu i analizu podataka i računarske tehnike rešen je najveći deo problema vezanih za efikasnost i nivo tačnosti geodetskih podataka. U literaturi [22] eksplicitno se naglašava da je „unapređenje geodetskih instrumenata i memnih tehnika u poslednjoj dekadi učinilo upotrebljivim utvrđivanje pomeranja Zemljine kore u razumno kratkim intervalima“. Treba imati u vidu da je ova konstatacija izvedena 1981. godine i da se razvoj geodetskih instrumenata i memnih tehnika nastavio još ubrzanijim tempom. Time je geodezija stekla status naučne discipline čiji su podaci nezaobilazni u skoro svim istraživanjima prirodnih fenomena koji za posledicu imaju promenu geometrije Zemljine površi ili promenu geometrije inženjerskih struktura.

Seizmologija se definiše kao nauka koja se bavi istraživanjem mehaničkih vibracija Zemlje [20]. Međutim ova definicija nije dovoljna da obuhvati sve aspekte i posledice fenomena mehaničkih vibracija Zemlje pa se u literaturi [19] navodi definicija istih autora iz 1980. godine i konstatuje da „savremeni trendovi u seizmologiji imaju tendenciju da prevaziđu aspekte povezane sa nastajanjem i prostiranjem seizmičkih talasa“. Očigledno je iz navedenih citata da je fenomen kojim se bavi seizmologija dosta složen i da se njegovo razumevanje razvija sa novim saznanjima kao i da se razvija potreba za merenjem posledica ovog fenomena.

U savremenoj literaturi i praksi neodvojiva su seizmička, geološka i geodetska merenja za pravilno tumačenje uticaja mehaničkih vibracija Zemlje na tlo i inženjerske strukture. Autor ovog rada smatra da se ovim pitanjima ne posvećuje dovoljno pažnje u Srbiji i da je neophodno da se stručna i naučna javnost upozna i počne aktivno da bavi navedenim pitanjima. Iz tog razloga predmet ovog rada predstavlja prikaz aktuelnih pitanja, aktuelne problematike i pojedinih projekata koji imaju za cilj da utvrde uticaj seizmičkih procesa na tlo i inženjerske strukture. Takođe se prikazuju i savremene geodetske tehnologije koje po svojim karakteristikama zadovoljavaju stroge zahteve za utvrđivanje promena geometrije tla i inženjerskih struktura u pogledu tačnosti i brzine dobijanja traženih podataka.

Razvoj optimizacije projektovanja i deformacione analize geodetskih mreža takođe je od velikog značaja za otkrivanje pomeranja tla i promene geometrije inženjerskih struktura. Sistematizovan prikaz metoda optimizacije projektovanja geodetskih mreža dat je u literaturi [10] dok je sistematizovan prikaz metoda za deformacionu analizu geodetskih mreža dat u literaturi [12].

Značaj optimizacije projektovanja geodetskih mreža ogleda se u povećanju efikasnosti realizacije geodetskih merenja i dostizanju zahtevane tačnosti traženih veličina. To konkretno znači da se već u fazi projektovanja geodetskih mreža može osigurati otkrivanje unapred zadate veličine pomeranja geodetskih tačaka uz minimalan obim geodetskih radova.

Značaj deformacione analize geodetskih mreža ogleda se u mogućnosti da se otkriju tačke koje su promenile položaj i da se otkrije veličina tog pomeranja. To znači da stručnjaci koji analiziraju uticaj seizmičkih procesa na tlo i inženjerske strukture mogu raspolagati sa konkretnim veličinama promena položaja i međusobnih odnosa tačaka kao ulaznim podacima za svoje analize.

2. GEODETSKE TEHNOLOGIJE

Poslednjih decenija dvadesetog veka i početkom dvadesetprvog veka došlo je do ubrzanog razvoja geodetskih tehnologija u smeru povećanja njihove efikasnosti i tačnosti rezultata merenja. Uporedo je razvoj računarske tehnike omogućio povećanu efikasnost obrade geodetskih podataka. Na taj način stvorene su mogućnosti da se vrše masovna geodetska merenja i da se u relativno kratkom roku dobiju rezultati. To je omogućilo primenu geodezije u različitim inženjerskim oblastima i povećalo kvalitet zaključivanja o različitim uticajima koji za posledicu imaju promenu položaja tačaka na Zemljinoj površi ili promenu geometrije i položaja inženjerskih struktura. Povećana tačnost rezultata merenja ima za direktnu posledicu otkrivanje manjih promena u položaju tačaka na Zemljinoj površi i otkrivanje malih promena u geometriji inženjerskih struktura. Istovremeno, povećana efikasnost merenja i obrade rezultata merenja omogućila je da se zaključci o uticaju seizmičkih procesa na tlo i inženjerske strukture dobiju

U ovom radu će se ukratko opisati geodetske tehnologije koje se mogu koristiti za otkrivanje promene položaja tačaka na Zemljinoj površi i promene geometrije inženjerskih struktura i njihove karakteristike. Geodetske tehnologije mogu se klasifikovati na sledeći način:

- Klasične terestričke geodetske tehnologije (geodetski instrumenti koji se koriste u triangulaciji, trilateraciji i nivelmanskim mrežama kao što su: teodoliti, elektrooptički daljinomeri, automatske i klasične totalne stanice, oprema za nivelman i sl.)
- Geodetske tehnologije koje se baziraju na primeni satelitskih tehnologija (globalno pozicioniranje, VLBI, InSAR)
- Geodetske tehnologije koje se baziraju na primeni fotogrametrijskih snimaka,
- Geodetske tehnologije koje se baziraju na laser-skom skeniranju i
- Geodetske tehnologije specijalno dizajnirane za primenu u industriji.

Iako klasifikacija geodetskih tehnologija može biti koncipirana drugačije ova klasifikacija je prilagođena primeni geodezije u istraživanju uticaja seizmičkih procesa na tlo i inženjerske strukture.

Kada se istražuju uticaji seizmičkih procesa na tlo primenjuju se geodetske tehnologije koje omogućavaju dobijanje rezultata merenja visoke tačnosti na velikim rastojanjima odnosno na velikim površinama koje obuhvataju teritorije države [35] ili regiona [4], dok se kod istraživanja uticaja seizmičkih procesa na inženjerske strukture zahteva izuzetno visoka tačnost rezultata merenja na malim područjima.

2.1. Klasična geodetska terestrička tehnologija

Klasična geodetska terestrička tehnologija zasniva se na direktnim merenjima uglova i dužina između geodetskih tačaka na terenu. Uobičajeno je da se u položajnim mrežama vrše merenja uglova i dužina dok se u visinskim merenjima primenjuje metoda geometrijskog nivelmana.

Za merenja u položajnim mrežama korišćeni su teodoliti (za merenje uglova) i elektrooptički daljinometri (za merenje dužina). U poslednje vreme najčešće se primenjuju automatizovane i robotizovane totalne stanice koje pored toga što omogućavaju da se istovremeno mere uglovi i dužine u velikoj meri automatizuju proces merenja čime se značajno povećava efikasnost merenja ali i eliminišu neke greške operatora. Tačnost ovih geodetskih instrumenata je značajno unapređena tako da su dostignuti sledeći standardi:

- Za opažane pravce $\sigma_{lp} = 0,5''$ i
- Za merene dužine $\sigma_d = 0,6 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$.

Očigledno je da se klasičnom terestričkom geodetskom tehnologijom, uz pravilno projektovanje geodetskih mreža, mogu otkriti pomeranja tla reda veličine nekoliko milimetara na rastojanjima do 10 kilometara. Za srazmerno manja rastojanja moguće je postići i bolje rezultate.

U visinskim geodetskim mrežama korišćenjem savremenih nivelmanskih pribora (digitalni niveliri i letve sa bar kodom) moguće je značajno povećanje efikasnosti merenja jer se rezultati merenja automatski registruju i merenja se mogu vršiti u većem delu dana nego što je to bio slučaj sa klasičnim nivelmanskim priborom. Jedino je tačnost rezultata merenja na nivou klasičnih nivelmanskih pribora i iznosi $\sigma_{dh} = 1,2 \text{ mm/km}$. I ovde je očigledno da se pravilnim projektovanjem geodetskih mreža može postići otkrivanje pomeranja reda nekoliko milimetara.

2.2. Geodetske tehnologije bazirane na primeni satelitskih tehnologija

Do pune ekspanzija primene geodezije za istraživanje seizmičkih procesa došlo je sa razvojem tehnologija za globalno pozicioniranje (GNSS – Global Navigation Satellite System) odnosno kada je ova tehnologija dostigla visok nivo tačnosti rezultata merenja – određivanja koordinata u prostoru. Zahvaljujući visokoj mobilnosti mernih uređaja i tačnosti merenja koja omogućava utvrđivanje pomeranja tačaka na Zemljinoj površi centimetarskog reda veličine na velikim rastojanjima (10 i više kilometara) ali i prihvatljivoj ceni geodetskih radova danas se skoro ne može naći ni jedan projekat za istraživa-

nje uticaja seizmičkih procesa u kome nisu predviđena GPS merenja. Druga tehnologija koja se koristi za pozicioniranje sa visokom tačnošću je VLBI – interferometrija vrlo dugačkih baza. Iako ova tehnologija strogo posmatrano ne pripada geodetskim tehnologijama baziranim na primeni satelita ona se opisuje u literaturi koja se bavi satelitskom geodezijom. Tehnologija kojoj se sve više pridaje značaj u istraživanju uticaja seizmičkih procesa na Zemljinu površ jeste InSAR (Interferometric Satellite Aperture Radar) tehnologija. InSAR tehnologija koristi se samostalno ili u kombinaciji sa drugim geodetskim tehnologijama i na taj način postiže se smanjenje nedostataka svake od primenjenih tehnologija.

2.2.1. Globalno pozicioniranje – globalni satelitski sistem za navigaciju (GNSS – Global Navigation Satellite System)

Sa razvojem svemirske tehnologije i lansiranja satelita koji emituju signale pomoću kojih je moguće meriti rastojanja od satelita do prijemnika došlo je do velikih pomaka u geodetskim tehnologijama. Više nije bilo neophodno međusobno dogledanje tačaka na terenu da bi se izvršila merenja već je bilo dovoljno da nema prepreka na putu signala od satelita do prijemnika i da postoje signali sa najmanje tri satelita da bi se precizno odredila pozicija prijemnika u prostoru. Tačnost rezultata merenja dobijenih primenom tehnologije globalnog pozicioniranja dodatno se povećava ako dva ili više prijemnika istovremeno registruju signale sa satelita i kada se rastojanja između ovih prijemnika određuju naknadno u postupku postprocesinga. Tačnost rastojanja između prijemnika određenih na ovaj način primenom statičke metode može se izraziti standardom merenja dužine koji dostiže vrednost: $\sigma_d = 3 + 0,5 \text{ ppm}$. Kao i kod klasičnih terestričkih geodetskih tehnologija tačnost merenja dužina zavisi od rastojanja između tačaka, međutim značajna prednost tehnologije za globalno pozicioniranje jeste da tačke ne moraju međusobno da se dogledaju. Jedan od nedostataka tehnologije za globalno pozicioniranje može biti taj što merenja traju duže u odnosu na merenje dužina klasičnim ili automatskim totalnim stanicama. Odavde sledi da projektanti geodetskih mreža za istraživanje uticaja seizmičkih pojava treba pažljivo da analiziraju sve mogućnosti i donesu odgovarajuće odluke kako bi se optimizovali geodetski radovi i dobili rezultati na zahtevanom nivou kvaliteta.

2.2.2. Interferometrija vrlo dugačkih baza – VLBI (Very long base interferometry)

Tehnologija VLBI bila je razvijena u radioastronomiji a zatim je našla primenu i u geodeziji. Radi se o vrlo kompleksnoj i skupoj tehnologiji koja ima određene prednosti u odnosu na druge geodetske tehnologije. Osnove i prikaz principa dati su u literaturi [23].

Strogo govoreći interferometrija vrlo dugačkih baza nije metod satelitske geodezije međutim ona je uključena u knjigu [23] jer:

- se koristi samostalno ili u kombinaciji sa drugim satelitskim tehnikama,

– su tehnike merenja i izravnjanja u geodetskim primenama GPS pod značajnim uticajem VLBI tehnologije i

– sateliti sa VLBI misijama su na inicijalnom stadijumu svog razvoja.

Jedna od specijalnih osobina VLBI tehnologije jeste da tačnost određivanja rastojanja ne zavisi od rastojanja između tačaka [24]. Ova osobina dovela je do strukturiranja univerzalnog koordinatnog sistema koji omogućuje pozicioniranje tačaka u Japanu (relativno u odnosu na druge globalne osobine) sa izvanrednom tačnošću i dalje: pozicioniranje u Japanu sa tačnošću u milimetrima najpre je ostvareno pomoću VLBI merenja [isto].

Na osnovu navedenih činjenica radi se o tehnologiji koja ima jedinstvenu osobinu da tačnost ne zavisi od rastojanja ali mobilnost predstavlja glavni ograničavajući faktor za masovnu primenu VLBI tehnologije.

2.2.3. SAR (Synthetic Aperture Radar) i InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar) tehnologija

Tehnologije koje se u poslednje vreme koriste za istraživanje pomeranja tla su SAR (Synthetic Aperture Radar) i InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar) tehnologija. Ove tehnologije baziraju se na formiranju slike objekata na osnovu snimaka dobijenih radarom koji se nalazi na pokretnoj platformi (bilo da su platforma avioni ili sateliti).

U literaturi [31] navode se tri aspekta sa kojih je moguće definisati SAR tehnologiju:

– Specijalisti za radare opisuju SAR tehnologiju kao Dopler procesing. Doplerova frekvencija se koristi za raspoznavanje ciljeva i za njihovo pozicioniranje po azimutu

– Stručnjaci za antene uspostavljaju vezu sa linearnom emisionom vektorom. Pojam je dobio ime po ovom procesu jer se zasniva na sintezi vektora antena

– Fizičari ukazuju da se kod ove vrste procesinga prijemnik prilagođava primljenom signalu. Izlaz ovog procesinga je autokorelaciona funkcija ulaznog signala.

Kada se SAR tehnologija primenjuje na takav način da se druga slika istog terena dobije sa malom promenom pozicije antene dolazi do interferometrije [23].

U literaturi [23] navode se prednosti i nedostaci Diferencijalne InSAR tehnologije. Prednosti su: visoka prostorna gustina, daljinska detekcija i da nije neophodno stabilizovati stubove, dok su nedostaci: ograničena vremenska gustina, 1-D skalarna merenja i dekorelacija snimaka.

2.3. Geodetske tehnologije koje se baziraju na korišćenju fotogrametrijskih snimaka

Razvoj digitalne fotografije i odgovarajućih algoritama za njenu obradu omogućio je da fotogrametrija postane vrlo pristupačna geodetska tehnologija u primenama za određivanje dimenzija objekata različitih veličina i oblika. Tačnost i efikasnost ove tehnologije je značajno unapređena što je omogućilo stvaranje 3D modela

u industrijama koje zahtevaju visoku tačnost. Prednost fotogrametrijske tehnologije ogleda se u činjenici da ona nije osetljiva na vibracije u sredini u kojoj se primenjuje i da može da se koristi kod objekata u pokretu. Tačnost kod ove tehnologije definiše se preko relativne greške i može se naći u prospektima da iznosi 1:60 000 [25]. U radu [26] navode se rezultati ispitivanja koji pokazuju da maksimalna greška određivanja koordinate tačke u 3D koordinatnom sistemu iznosi 0.16 mm. U radu [27] eksplicitno se navode rezultati koji pokazuju da je moguće postići tačnost od nekoliko mikrona (visoka tačnost) do nekoliko milimetara (niska tačnost). U istom radu navodi se da relativna greška iznosi 1:100 000 na rastojanju od 5 m. Ovakvi rezultati omogućavaju korišćenje savremenih fotogrametrijskih metoda za utvrđivanje malih promena u geometriji inženjerskih struktura.

2.4. Geodetske tehnologije koje se baziraju na laserskom skeniranju

Laserski skeneri se zasnivaju na prikupljanju velikog broja tačaka u jedinici vremena. Tačnost određivanja koordinata tačaka primenom ove tehnologije može dostići vrednost od ± 2 mm. Mada se u literaturi nagoveštava mogućnost ostvarivanja i boljih rezultata to je ipak povezano sa smanjenjem efikasnosti odnosno sa obezbeđivanjem određenih uslova (rastojanje od skenera do objekta i uglovima skeniranja). Međutim za brzo utvrđivanje geometrije objekata a naročito njegovih nepristupačnih delova ova tehnologija može biti vrlo primenljiva ako tačnost nije kritična. To se odnosi naročito na zgrade ili na objekte gde bi druge metode bile značajno manje efikasne. U radu [36] detaljno se opisuje primena dva terestrička laserska skenera za osmatranje velike brane. Navodi se da ni na rastojanjima koja su dostigla skoro 300 metara nije bilo značajnog gubitka u tačnosti. Detaljne tehničke karakteristike mogu se naći u prospektima proizvođača ove opreme na primer u [28].

2.5. Geodetske tehnologije specijalno dizajnirane za primenu u industriji

Geodetske tehnologije specijalno dizajnirane za primenu u industriji predstavljaju klasične geodetske instrumente (teodolite, totalne stanice i laser trakere) koji su dizajnirani tako da mogu da postizu izuzetno visoku tačnost merenja na kratkim rastojanjima. Industrijski teodoliti i automatske totalne stanice mogu dostići tačnost merenja dužina na kratkim rastojanjima (do 35 m) sa standardom $\sigma_a = 0,25$ mm, dok se tačnost merenja bez prizmi može postići do nivoa od 1 mm [28].

Laserski trakeri su posebna vrsta instrumenata koji omogućavaju skeniranje objekata sa tačnošću reda veličine nekoliko mikrometara. Ovi instrumenti se već izrađuju u vrlo prihvatljivim dimenzijama tako da mogu biti veoma mobilni i koristiti se za određivanje dimenzija inženjerskih struktura gde se zahteva ekstremna tačnost. Apsolutne performanse za merene dužine definisane su maksimalnom dozvoljenom greškom od ± 10 μ m [29].

3. PRIMENA GEODEZIJE ZA ISTRAŽIVANJE UTICAJA SEIZMIČKIH PROCESA NA ZEMLJINU POVRŠ

Podaci geodetskih merenja bili su veoma interesantni sa aspekta istraživanja uticaja seizmičkih procesa i njihovog uticaja na tlo odnosno Zemljinu površ. Međutim zbog činjenice da geodetske mreže nisu bile prevashodno projektovane sa ciljem da se utvrđuju pomeranja tla a i obzirom na nedovoljnu tačnost i efikasnost geodetskih tehnologija tek u poslednjih nekoliko decenija dolazi do ekspanzije primene geodezije za istraživanje uticaja seizmičkih procesa na Zemljinu površ. Najveću primenu u toj oblasti našla je tehnologija globalnog pozicioniranja odnosno GPS (ili GNSS) tehnologija kada je dostigla visok nivo tačnosti rezultata merenja što se vezuje za kraj dvadesetog i početak dvadesetprvog veka.

U radu [30] naglašava se da su GPS podaci sakupljeni od 1986 godine u južnoj Kaliforniji dokazano korisni za određivanje tekućih vrednosti i vrste tektonskih deformacija. U skorije vreme GPS se koristi za određivanje postseizmičkih deformacija posle nekoliko srednjih i velikih zemljotresa. Posebna pažnja posvećuje se tačnosti koju je moguće postići primenom GPS tehnologije i navodi se sledeće:

- moguće je postići apsolutnu tačnost u horizontalnom i vertikalnom smislu 3 mm i 8 mm respektivno,
- korišćenjem kontinuiranih podataka može se postići tačnost određivanja brzina reda veličine 1 mm/god za 5 godina,
- primenom kampanja moguće je postići određivanje brzina sa tačnošću od 3.5 mm/god za 2 godine i bolju od 2 mm/god u dužem periodu.

U projektu prikazanom u radu [35] kombinuju se GNSS i InSAR tehnologije kako bi se otklonili nedostaci jedne i druge tehnologije i dobili rezultati koji omogućavaju preduzimanje preventivnih mera za ublažavanje rezultata prirodnog hazarda.

u radu [4] detaljno se opisuju i upoređuju rezultati dobijeni seizmičkim, geodetskim i geološkim metodama. U analizi se ukazuje na činjenicu da geodetska merenja akumuliraju seizmički i aseizmički strein i ukazuje na druge karakteristike geodetskih podataka, što je neophodno za njihovo pravilno tumačenje.

Na osnovu izloženog kratkog pregleda literature zaključujemo da je primena geodezije neophodna kako bi se korišćenjem geodetskih, uz uporedo korišćenje seizmičkih i geoloških, podataka donosili pouzdani zaključci o uticajima seizmičkih procesa na tlo. Takođe vidimo da rezultati dobijeni primenom geodetskih tehnologija (naročito GPS tehnologijom) omogućavaju određivanje brzina sa milimetarskom tačnošću u relativno kratkim vremenskim intervalima.

4. PRIMENA GEODEZIJE ZA ISTRAŽIVANJE UTICAJA SEIZMIČKIH PROCESA NA INŽENJERSKE STRUKTURE

Seizmički procesi u zavisnosti od intenziteta i učestalosti dovode do različitih nivoa deformacija inženjerskih

strukture. U slučajevima manjih potresa ove deformacije mogu biti manje izražene dok u slučajevima jačih zemljotresa dolazi do oštećenja ili potpunog razaranja objekata.

Ovde će se posebno naglasiti uloga i značaj geodezije u različitim fazama seizmičkih uticaja na inženjerske strukture:

– U fazi realizacije inženjerske strukture geodezija ima ulogu da omogući prenošenje i kontrolu projektovane geometrije objekta, odnosno da obezbedi konstruktivnu saglasnost objekta sa projektovanom geometrijom. Ako se ima u vidu složenost i brojnost parametara koji se koriste pri dimenzionisanju novih objekata [33] ili pri sanaciji i adaptaciji oštećenih objekata [34] neposredno sledi zaključak da je neophodno primeniti odgovarajuće geodetske tehnologije kako bi se objekat realizovao sa zahtevanom tačnošću,

– Po realizaciji objekta neophodno je izvršiti geodetsko snimanje kako bi se utvrdila geometrija izvedenog objekta iz dva razloga. Prvi razlog je da se utvrdi eventualno odstupanje geometrije izvedenog objekta u odnosu na projekat. Drugi razlog jeste da se ustanovi „nulto“ stanje objekta koje će služiti za poređenje sa promenama geometrije objekta koje mogu nastati u budućnosti.

– U fazi eksploatacije objekta potrebno je vršiti periodično redovno geodetsko snimanje geometrije objekta kako bi se utvrdile promene koje nastaju na objektu.

– Geodetsko snimanje geometrije objekta treba vršiti i posle potresa kako bi se utvrdio eventualni nastanak i veličina promena u geometriji objekta.

Kod primene geodezije za istraživanje uticaja seizmičkih procesa na inženjerske strukture treba primenjivati geodetske tehnologije koje omogućavaju otkrivanje malih pomeranja a to znači geodetske tehnologije koje dostižu visoku tačnost rezultata merenja. Ovo je slučaj naročito kada treba utvrditi male promene dimenzija na objektima (rad [36] prikazuje rezultate osmatranja velike brane metodom laserskog skeniranja). Takođe pri utvrđivanju promene geometrije inženjerskih struktura treba koristiti i geodetske tehnologije koje omogućavaju snimanje velikog broja tačaka: fotogrametrijske metode i metode laserskog skeniranja. kod zahteva za visokom tačnošću treba kombinovati ove metode sa metodama klasične terestričke geodetske tehnologije što omogućava prevazilaženje ograničenja svake pojedinačne tehnologije.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu pregledane literature može se zaključiti da je primena geodezije u istraživanju seizmičkih uticaja na tlo i inženjerske strukture veoma zastupljena i da je skoro nemoguće pronaći projekat koji se bavi istraživanjem seizmičnosti u kome nisu zastupljeni geodetski podaci. Raznovrsnost primene geodetskih tehnologija i mogućnost donošenja zaključaka koji bi ublažili posledice prirodnog hazarda obavezuju da se započnu projekti istraživanja seizmičkih procesa uz organizovano prikupljanje i analizu odgovarajućih geodetskih podataka uporedo sa drugim relevantnim podacima o seizmičkim procesima. Ovo je neophodno utoliko pre što je na današ-

njem razvoju geodetskih tehnologija moguće registrovati geodetske podatke neophodnog kvaliteta za donošenje pouzdanih zaključaka o nivou prirodnog hazarda ali i po ceni koja opravdava prikupljanje ovih podataka.

Na osnovu navedenih primera primene geodezije za istraživanje seizmičkih procesa i njihovog uticaja na tlo i inženjerske strukture možemo izvesti sledeće zaključke:

1. Geodetski podaci su neophodni za donošenje pouzdanih zaključaka o seizmičkim procesima;

2. Kvalitet i efikasnost dobijanja geodetskih podataka su dostigli nivo neophodan za blagovremeno donošenje pouzdanih zaključaka o uticaju seizmičkih procesa na tlo i inženjerske strukture i

3. Mogućnost kombinovanja različitih geodetskih tehnologija dovodi do prevazilaženja ograničenja pojedinih tehnologija i do povećanja kvaliteta informacija o stanju i ponašanju geometrije tla i inženjerskih struktura.

LITERATURA

- [1] Heiskanen, W.A.; Moritz, H.: Fizička geodezija, Građevinski fakultet – institut za geodeziju, (prevod D. Blagojević), Beograd 2000
- [2] Vaniček, P.; Krakiwsky, E.: Geodezija koncepti, Građevinski fakultet – institut za geodeziju, (prevod D. Blagojević), Beograd 2005
- [3] Pancha, A. et al.: Characterizing seismic hazard in the basin and range province: case study for Reno, Nevada, www.seismo.unr.edu/ssa2006/4.pdf,
- [4] Pancha, A. et al.: Comparison of Seismic and Geodetic Scalar Moment Rates across the Basin and Range Province, Nevada, geodesy.unr.edu/publications/Pancha_et_al_2006.pdf,
- [5] Placer, L. & Koler, B.: Predlog geodetske spremljave aktivnih prelomnih con, Geološki zavod Slovenije, Ljubljana 2007.
- [6] Hindle, D. et al.: Consistency of geologic and geodetic displacements during Andean orogenesis, *geophysical research letters*, vol.29, No.0.10. 1029-2001GL013757, 2002
- [7] Vigny, A. et al.: Present-day crustal deformation around Sagaing fault, Myanmar, vol.108, No.B11, 2533, doi: 10.1029/2002JB001999, 2003
- [8] Gospodinov, S. et al.: Multidisciplinary Investigation of the Recent Movements between Basic Tectonic Structures on the Territory of Southwest part of Bulgaria, Department of Geodesy, University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Sofia, Bulgaria
- [9] Hunstad, I. et al.: Geodetic strain in peninsular Italy between 1875 and 2001, vol.30, No.4, 1181, doi: 10.1029/2002GL016447, 2003
- [10] Ninkov, T.: Optimizacija projektovanja geodetskih mreža, Naučna knjiga, 1989, Beograd
- [11] Perović, G.: Metod najmanjih kvadrata, Građevinski fakultet Beograd, 2005, Beograd
- [12] Mihailović, K., Aleksić, I. R.: Deformaciona analiza geodetskih mreža, Građevinski fakultet Beograd, 1994, Beograd
- [13] Несторовић, Ж., Трифковић, М.: 2Д геодетске мреже за осматрање брана и акумулација – теорија и пракса у Србији, Међународни симпозијум о земљотресном инжењерству и инжењерској сеизмологији, Бања Лука 2009.
- [14] Трифковић, М., Несторовић, Ж.: Могућности коришћења 2Д геодетских мрежа за утврђивање сеизмиčkih појава, Међународни симпозијум о земљотресном инжењерству и инжењерској сеизмологији, Бања Лука 2009.
- [15] Несторовић, Ж.: Улога и значај геодезије у истраживању савремених сеизмиčkih појава и њиховог утицаја на инжењерске структуре, Друштво за земљотресно инжењерство Србије, Сокобања 2008.
- [16] Несторовић, Ж.: Анализа геодетских података за хидроенергетски и пловидбени систем „Бердап 1“, Српско друштво за велике бране, Први конгрес, Бајина Башта 2008.
- [17] Несторовић, Ж.: Анализа методологије обраде геодетских података за хидроенергетски и пловидбени систем „Бердап 1“, Српско друштво за велике бране, Први конгрес, Бајина Башта 2008.
- [18] Trifković, M., Nestorović, Ž.: Primena geodezije za utvrđivanje uticaja seizmičkih pojava na promenu položaja tačaka na Zemljinoj površini, *Izgradnja* 3-4 str. 185-188, Beograd, 2010.
- [19] Udias, A.: Principles of seismology, Cambridge University Press, Cambridge, 1999
- [20] Aki, K., Richards, G., P.: Quantitative seismology, University science Books, second edition, 2002
- [21] Chen, W.F., Schawthorn, C.: Earthquake Engineering Handbook, CRC Press LLC, 2003
- [22] National Research Council (U.S): Geodetic monitoring of tectonic deformation: toward a strategy, National Academy Press, Washington, D.C., 1981
- [23] Seeber, G.: Satellite geodesy, Walter de Gruyter GmbH & Co., Berlin, 2003
- [24] Takahashi, F.: Very long baseline interferometer, Ohmsha, Ltd, 1997
- [25] www.geodetic.com, (jul 2010)
- [26] Sandwith, S., Cork, G.: V-STARS/M System Accuracy Test Results, Coordinate Measurement System Committee Conference, Dearborn, 2000
- [27] Setan, H. et al.: Applications of Digital Photogrammetric Systems for Dimensional Measurement and 3D Modelling, 3rd FIG Regional Conference, Jakarta, Indonesia, October 3-7, 2004
- [28] www.leica-geosystems.com/metrology (Jul 2010)
- [29] www.hexagonmetrology.com (Jul 2010)
- [30] Donnelan, A. et al.: Use of GPS and InSAR technology and its further development in earthquake modeling, Satellite Geodesy and Geodynamics System Group, Jet Propulsion Laboratory (NASA)
- [31] Lacomme, P. et al.: Air and spaceborne radar systems: an introduction, William Andrew Publishing, LLC, 2001
- [32] Franceschetti, G., Lanari, R.: Synthetic aperture radar processing, CRC Press LLC, 1999
- [33] Bešević, T. M., Tešanović, A.: Proračun nosećih aluminijskih konstrukcija polustrukturalnih fasada primenom Evrokoda-9, Arhitektura i urbanizam jul-avgust 2010
- [34] Bešević, T. M., Vlajić, L.J.: Adaptacija, sanacija i dogradnja objekata u Nemanjinoj ulici br. 9 u Beogradu, 13 Kongres DGKS, 2010, Zlatibor, „Čigota“ 22-24 septembar 2010
- [35] Uzel, T., Eren, K., Dindar, A., A.: Monitoring Plate Tectonics and Subsidence in Turkey by CORS-TR and InSAR, FIG Congress 2010, Sydney Australia
- [36] Alba, M. et al.: Structural monitoring of a large dam by terrestrial laser scanning, www.isprs.org/proceedings/XXXVI/part5/paper/1271_Dresden06.pdf (Jul, 2010)

ОДГОВОРНИ ИЗВОЂАЧ РАДОВА У ГРАДИТЕЉСТВУ

PROJECT MANAGER IN CIVIL ENGINEERING

UDK: 347.56:69 ; 341.241.8:69
Stručni rad

Mr Дејан БЕЉАКОВИЋ, дипл. грађ. инж.,
Mr Бојана ДРАШКОВИЋ, дипл. прав.,
Mr Александар МИЛАЈИЋ, дипл. грађ. инж.

РЕЗИМЕ

Истраживања у пракси показала су да у великом броју случајева одговорни извођачи радова на градитељским пројектима своје послове обављају на основу претходних искустава и знања, без јасно дефинисаних задатака и потреба везаних за управљање пројектом. У овом раду дате су основне дефиниције пројекта и управљања пројектом, приказ организационих структура пројекта са освртом на положај одговорног извођача радова, преглед потребних знања, особина, вештина, одговорности и активности, као и начин избора одговорног извођача радова.

Кључне речи: пројекат, управљање пројектом, организациона структура, одговорни извођач, лиценца.

SUMMARY

Researches have shown that project managers usually make decisions according to their previous adopted knowledge and professional experience, without clearly defined tasks and needs from the scope of project management. This paper deals with basic definitions of project and project management, review of basic organizational structures and the contractor's role and place in them, the review of required knowledge, skills, responsibilities, characteristics and activities for successful project manager, as well as the criteria for choosing the project manager.

Key words: project, project management, organizational structures, Contractor, license.

1. УВОД

Законом о планирању и изградњи (Сл. гласник РС 72/09) и актима Инжењерске коморе Србије јасно су дефинисани стручни послови инжењера и дипломираних инжењера техничких струка који могу бити одговорни извођачи радова. Законски и подзаконски акти у области грађевинске легислативе РС на јасан и свеобухватан начин регулишу и дефинишу права и обавезе одговорног извођача радова путем конгентних правних правила уз таксативно набројане услове под којима одређена лица могу бити именована за одговорног извођача радова, као и начин на који могу стећи лиценцу. За успешно окончање пројекта, поред стандарда, техничких норматива, законских и подзаконских аката и строгах процедура, неопходна је интеракција знања, професионализма и одговорности сваког учесника пројекта, а нарочито одговорног извођача радова, као високо-квалификованог стручњака у области грађевинарства.

Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС 72/09) прописује да одговорни извођач радова може

Adresa autora: Универзитет Унион, Факултет за градитељски менаџмент, 11000 Београд, Цара Душана 62–64
E-mail: beljak@mail.com

1. INTRODUCTION

Law on Planning and Construction (Official Gazette of Republic of Serbia 72/09) and acts of Serbian Chamber of Engineers clearly define professional duties of engineers with bachelors and master degree in technical sciences which can be the main contractors (project managers) in civil engineering. Law and sub-law acts from the field of construction legislative of Republic of Serbia clearly and widely regulate rights and duties of the project manager through cogent licit rules with detailed list of conditions under which somebody can be appointed for the project manager, as well as the ways of getting the licence. Besides standards, technical norms, laws, licit rules and strict procedures, there is also a great demand for strong interaction between knowledge, professionalism and responsibility for every participant of a project, but especially for the project manager, as highly qualified expert from the field of civil engineering.

According to the Law on Planning and Construction (Official Gazette of Republic of Serbia 72/09), the project manager has to have at least MA degree received from the adequate course of study at the five-year college, or the BA degree received from the adequate three

бити лице са стеченим високим образовањем одговарајуће струке на студијама другог степена, односно на основним студијама у трајању од најмање пет година или са стеченим високим образовањем на студијама првог степена односно на студијама у трајању до три године одговарајуће струке, односно смера и одговарајућом лиценцом за извођење радова [1,2].

Неопходно је нагласити да лиценцу за одговорног извођача радова по законским прописима може да стекне лице са стеченим високим образовањем одговарајуће струке, односно смера, на студијама другог степена или са стеченим високим образовањем на студијама првог степена одговарајуће струке, као и положеним стручним испитом уз најмање три године радног искуства са високим образовањем на студијама другог степена, односно пет година радног искуства са високим образовањем на студијама првог степена и са стручним резултатима на грађењу објеката [3].

Лице са стеченим високим образовањем на студијама првог степена одговарајуће струке, односно смера или средњом школском спремом одговарајуће струке и положеним стручним испитом може да руководи грађењем стамбених и помоћних објеката за своје потребе и потребе чланова породичног домаћинства, као и извођењем појединих грађевинских занатских и инсталацијских радова и радова на унутрашњем уређењу објеката и уређењу терена [3]. Са међународног аспекта, стицање лиценце представља пут ка добијању врсте сертификата који ће омогућити одговорним извођачима радова да путем такве сертификације изводе радове у светским оквирима. Грађевинска удружења, федерације и асоцијације међународног карактера залажу се за сертификацију која би омогућила лакше идентификовање квалификованих лица ове струке.

Светска искуства и пракса показују да успешан *пројект менаџер* (односно руководиоц пројекта – одговорни извођач радова) поред неопходних техничко-стручних квалификација мора поседовати и мултидисциплинарна знања из области организације, права и економије као и познавање људске социологије и психологије [4,5]. По свему судећи, одговорни извођач радова свој професионализам, одговорност и дисциплину једино може исказати у троуглу инжењерске, правне и економско-финансијске струке.

2. ПОЗИЦИЈА ОДГОВОРНОГ ИЗВОЂАЧА У ОРГАНИЗАЦИОНОЈ СТРУКТУРИ ПРОЈЕКТА

Организациону структуру пројекта најлакше је представити помоћу одговарајуће шеме, на којој се кроз приказ ауторитета и нивоа надлежности јасно виде сви елементи пројекта и њихове позиције [6].

На слици 1 приказана је општа шема организационе структуре пројекта, која се у конкретним случајевима прилагођава величини и комплексности пројекта [7]. Треба напоменути да се већи пројекти могу поделити у подпројекте и то сваки са својим од-

year college or professional school, as well as appropriate licence for that job [1,2].

It is necessary to emphasize that, according to law legislative, the project manager's licence can be obtained by a person who has at least MA degree received from the adequate course of study at the five-year college, or the BA degree received from the adequate three year college or professional school, and passed the professional exam after at least three years of work for MA degree or five years for BA degree, with adequate achievements in the field of civil engineering [3].

Person with adequate university or college degree, who passed the professional exam, can be a manager of construction works that include resident and auxiliary buildings for his own needs, as well as certain finishing and installation works and interior and landscaping works [3]. From the international aspect, getting the professional license is a way for getting adequate certificate that would enable project managers to perform such works abroad. International construction societies, federations and associations encourage certification which would enable easier identification of the qualified experts from this scope of work.

Worldwide experiences and practise have shown that successful project manager (main contractor), besides necessary technical and professional qualifications, has to have multidisciplinary knowledge from the field of organization, law and economy, as well as the proper knowledge of human sociology and psychology [4,5]. In the other words, project manager can express his professionalism, responsibility and discipline only within the triangle bordered by engineering, law and economy-finance knowledge.

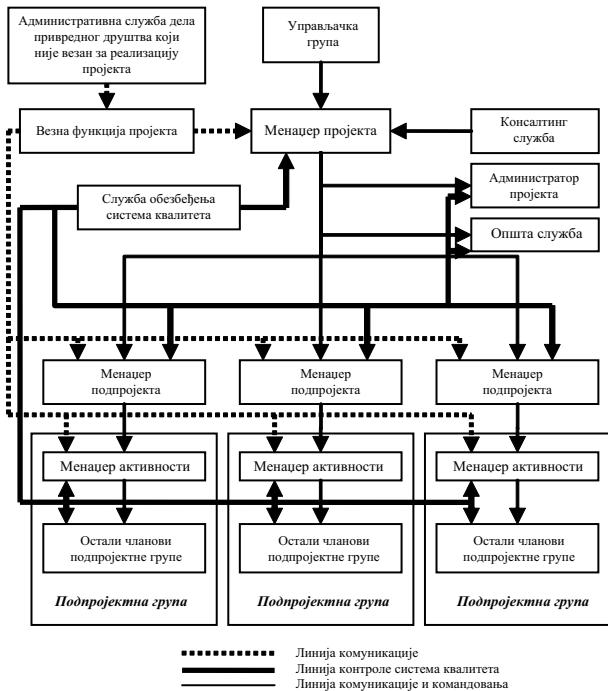
2. PROJECT MANAGER'S POSITION IN THE ORGANIZATIONAL STRUCTURE

The best way of presenting the ect organizational structure is the following scheme, which shows authority and responsibility hierarchy and thus all the parts of the project and their positions [6].

Figure 1 presents project organizational structure, which can be, in accordance with the accurate conditions, adjusted to the scope and complexity of a given project [7]. It should be emphasized that larger projects can be divided into smaller sub-projects with their own main contractors responsible for their parts of entire project and their sub-project groups.

This scheme clearly shows that the Contractor (project manager or sub-project manager) has two positions: manager of entire project or manager of sub-project.

In our country, it is common practise to unify these two positions or to appoint the same person as the project manager for several parallel projects. In that case, his duties are performed by the responsible sub-projects' managers. In both of the abovementioned cases it is quite



Слика 1. Општа шема организационе структуре пројекта

говорним извођачем радова који је одговоран за свој подпројекат и одговарајућу подпројектну групу.

Из приказане шеме види се да се одговорни извођач радова (менаџер пројекта/подпројекта) појављује на два позицијама: као руководиоца пројекта или као руководиоца подпројекта.

У нашој пракси честа је појава да се или ове две позиције обједињују или појединац буде формално постављен за одговорног извођача радова (менаџера пројекта) на више пројеката истовремено. Тада све његове послове обављају одговорни извођачи радова подпројекта. У напред наведеним случајевима долази до поремећаја организационе структуре пројекта, основних одговорности и обавеза извршиоца, што у зависности од величине пројекта може да представља опасност за успешно управљање пројектом.

3. КОМПЕТЕНЦИЈЕ ОДГОВОРНОГ ИЗВОЂАЧА РАДОВА

3.1. Избор одговорног извођача радова

Одговорни извођач радова (менаџер пројекта) бира се из привредног друштва које реализује пројекат, или се пак ангажују професионалци са својим тимовима, ван привредног друштва, који имају одговарајуће искуство за обављање одређених послова. Одговорни извођач радова на нивоу подпројектне групе бира се из привредног друштва које изводи радове подпројекта.

Сам избор одговорног извођача дефинисан је захтевима инвеститора или руководства привредног друштва које реализује пројекат и обично се односи на оцену следећих критеријума:

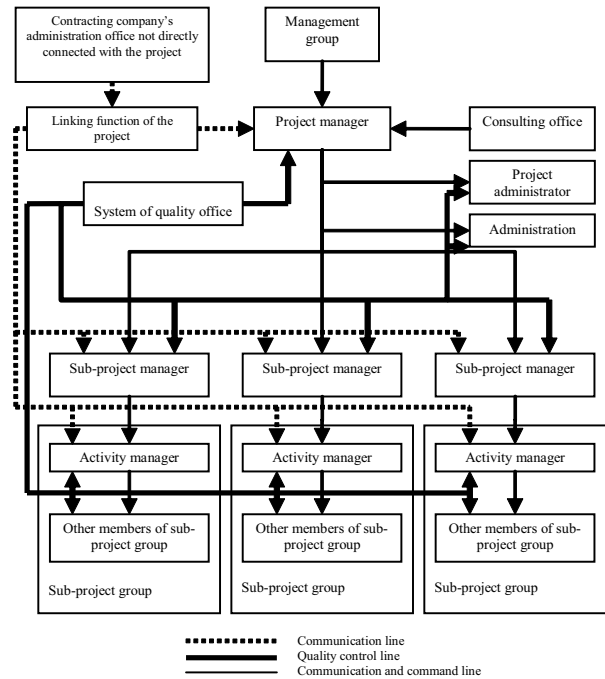


Figure 1. Generalized scheme of project organizational structure

common to have a perturbation within the project organizational structure, basic responsibilities and duties of the participants, which, depending to the project's size, can be dangerous for the successful project management.

3. PROJECT MANAGER'S COMPETENCES

3.1 Choice of the Project Manager

Project manager can be chosen from within the company that performs the project, or can be engaged as an independent professional with his team, who has adequate knowledge and experience for given scope of works. Sub-project manager is usually chosen from within the company that performs works on a given sub-project.

The choice of the project manager is ruled by demands of the Client or of the board of director's of the contracting company and usually is conducted in accordance with the following criteria:

1. general knowledge from the scope of given works and previous experience on similar jobs;
2. candidate's statement of qualification;
3. organizational and managing ability;
4. proposed idea for management within a given project.

3.2. Knowledge and Experience

Project manager's knowledge and experience should include all the main aspects of given project/sub-project, i.e. project's aim, systems and procedures which should be performed within activities included in project, as well as the organization of their accomplishment.

1. укупно знање и искуство у извођењу предметних радова и управљању сличним пројектима,
2. референце кандидата,
3. организационе и управљачке способности,
4. цена услуга и начини плаћања,
5. предлог концепта управљања пројектом.

3.2. Потребно знање и искуство

Знање и искуство одговорног извођача радова треба да покривају све главне аспекте пројекта/под-пројекта, односно предмет пројекта, системе и процедуре које се извршавају кроз активности на пројекту, као и организацију реализације пројекта.

Најважнији аспекти организације при реализацији инвестиционог пројекта од стране одговорног извођача радова посебно се тичу људи и то са аспекта процене људских особина. Процене је могуће остварити путем адекватне комуникације, мотивисањем организационог кадра као и доделом одговарајућих активности стручним људима [8,9].

Техничка компетентност одговорног извођача радова може бити описана кроз његово знање и искуство у процесу или делу процеса реализације пројекта, а нарочито кроз активности и радне кораке и њихове узајамне зависности, кроз радне методе и подршке које ће се користити, као и кроз радне садржаје и дефинисане активности.

Одговорни извођач радова у начелу би могао да задовољавајуће изведе пројекат са мало или нимало знања и искуства у процесу уређења пројекта или неких његових делова. Задатак одговорног извођача радова у том случају био би много тежи, пошто би комуникација са људима ангажованим на реализацији пројекта додатно била оптерећена њиховим виђењем њега као „администратора“. То би могло довести до нерешивих ситуација које не би био у могућности да открије или предвиди довољно рано да би припремио превентивне кораке.

Са друге стране, ако одговорни извођач радова има исувише детаљно знање о процесу или деловима процеса реализације пројекта, може се десити да се „угуши“ у техничким детаљима пројекта или да исувише времена проводи у активностима за које је лично заинтересован. Ово је у потпуној супротности са описом његовог посла, који се огледа у извршавању задатака путем организовања других људи.

Радно искуство није увек показатељ квалитета извршеног посла одговорног извођача радова. Опште је познато да одговорни извођач радова са великим искуством, без обзира на знање, не прави почетничке грешке, међутим и поред свега тога неретко се дешава да му управо то искуство буде ограничавајући фактор. Одговорни извођач радова са радним искуством стеченим применом старих технологија или у другачијим управљачко-организационим условима тешко ће прихватати нове технологије и унапређење знања, што ће га онемогућити да успешно управља пројектима на којима се примењују савремена достигнућа.

The main organizational aspect of the project manager's job in any given project greatly concerns human resources, especially in the area of character evaluation. This kind of assessment can be achieved by the means of adequate communication, motivation of the organizing staff, as well as proper appointment of the duties to the right professionals [8,9].

Project manager's technical competence can be described through his knowledge and experience in a certain process or part of a process within a project, especially through activities and working steps and their interdependences, through working methods and support that will be used, as well as through other processes and pre-defined activities.

Generally speaking, project manager should be able to accomplish his work with a little or even without any knowledge or experience in such a task, but in that case his work would be much more difficult because of the fact that communication with other participants would be influenced by their attitude towards him as an 'administrator'. That might even lead to the undecipherable situations which he was not able to predict or foresee in time in order to prepare preventive measures.

On the other hand, if project manager is 'over-qualified' (has too detailed knowledge on working process or its part), it is possible that he would get 'suffocated' in technical details or to spend too much time in activities which are from his scope of expertise. That would be in total contradiction with his job description, which is supposed to be achieving the aim of project by the means of organizing other participants in their work.

Working experience is not necessarily illustrative for the quality of work performed by the project manager. It is well-known that broadly experienced project manager, regardless his knowledge, rarely makes beginner mistakes, but it is not uncommon that this very experience proves to be limiting factor. Project manager who has wide working experience gathered during the work with old technologies or in different managing or working conditions would not be ready to accept new technologies or to improve his knowledge, which would disable him in successful management in projects that rely on new technologies.

There is plenitude of projects that demand high level of creativity, in which case the project manager's function would be to stimulate creativity among all other participants.

3.3. Duties and Responsibilities

From the aspect of organizational and management skills, the main project manager's activities should be seen through planning and realization of the project or sub-project with aim to achieve the goals with optimal resources' usage. It must be emphasized the recognition of the 'alert signals' and potential future problems in the early phases of the project would open possibilities for making adequate preventive steps. In order to

Многи пројекти подразумевају висок ниво креативних задатака и у том случају се примарна функција одговорног извођача радова огледа у стимулацији креативне моћи учесника пројекта.

3.3. Главне одговорности и активности

Са аспекта организационих и управљачких способности, главне активности одговорног извођача радова требало би посматрати кроз планирање и контролу реализације пројекта или подпројекта са тежњом да се циљеви постигну са оптималним утрошком ресурса. Неопходно је нагласити да препознавање „сигнала за опасност“ и потенцијалних будућих проблема у раној фази пројекта отвара могућност предузимања одговарајућих превентивних корака. Да би се наведене активности могле реализовати, одговорни извођач радова дужан је да:

- направи општи план пројекта, као и да достави детаљан план уговореног посла подређенима;
- предложи и изабере пројектни тим, тј. стручњаке са одговарајућим способностима (техничким знањима и комуникацијским вештинама) неопходним за реализацију пројекта;
- изводи радове према Главним пројектима на основу којих је издата грађевинска дозвола, и то у складу са прописима, стандардима, техничким нормативима и правилима квалитета за поједине врсте радова, инсталацију и опрему;
- организује градилиште на начин којим ће се обезбедити приступ локацији уз обезбеђење несметаног саобраћаја као и заштиту околине током читавог трајања реализације пројекта;
- обезбеђује сигурност објекта и лица која се налазе на градилишту као и суседних објеката и саобраћајница;
- обезбеђује доказ о квалитету извршених радова, уграђеног материјала, инсталације и опреме;
- води грађевински дневник и обезбеђује књигу инспекције, у складу са законским прописима;
- обезбеђује мерења и геодетско осматрање понашања тла и објекта у току извођења пројекта;
- обезбеђује објекте и околину у случају прекида радова;
- обезбеђује законски прописану потребну градилишну документацију на основу које се изводе грађевински радови;
- сазива и води састанке у вези са планирањем реализације пројекта;
- комуницира са свим учесницима пројекта издајући налоге, дајући савете, одговоре на питања, као и примајући информације о постигнутим резултатима рада, одступањима од планова пројекта, и текућим проблемима уопште;
- обезбеђује да ангажовани на реализацији пројекта добију додатну обуку како би били способни за што ефикаснију реализацију задатака;
- ствара и одржава висок ниво мотивисаности свих учесника пројекта;

successfully accomplish all the mentioned activities, the project manager is supposed to perform following tasks:

- making the general project plan as well as introducing the staff to a detailed plan of the contracted project,
- proposing and choosing the projecting team, i.e. the experts with adequate abilities (technical knowledge and communicational skills) needed for the accomplishment of the project,
- accomplishment of the works according to the detailed plans according to which the building licence is acquired, everything in accordance with procedures, standards, technical norms and quality demands for all the works, installations and equipment,
- building site organization that would enable approach to the location without disturbing the traffic, as well as the adequate environmental measures during the entire works' realisation;
- taking care of the security of the construction, employees at the site, neighbouring buildings and streets;
- acquisitioning the proof of quality of performed works, built-in material, installations and equipment;
- taking care of construction book (measurement book) and inspection book, all in accordance with law;
- providing proper measuring and geodetic survey of soil and structure movements during the building and afterwards;
- secures the building and its environment in case of temporary or permanent stopping of the works;
- acquisition of all the needed documentation as given in law, basin on which the works would be performed;
- calling and holding the meetings on planning the further activities;
- communication with all the participants by means of orders, advices, answering the questions, as well as collecting all the information on achieved results, deviations from the project and any other current problem;
- taking care that all participants get the appropriate additional training in order to be more efficient in accomplishing their tasks;
- creating and maintaining high level of motivation in all the participants of the project;
- direct abetting of associates' working efficiency;
- initiation and supervision of proper updating of project documentation;
- accepting and admitting condition and consumption of the resources, as well as the content and quality of performed works;
- coordination of possible changes in technical solutions given in detailed plan, in agreement with the Designer and the Supervisor;
- proposing activities and changes that would bring the works back under control;

- директно подстиче радну ефикасност сарадника;
- иницира и надгледа уредно ажурирање пројектне документације;
- потврђује и одобрава стање и потрошњу ресурса на пројекту као и садржај и квалитет резултата рада;
- усаглашава евентуалне промене техничких решења из главног пројекта у договору са пројектантом и надзорним органом;
- даје предлоге за активности и измене на плановима пројекта које ће довести пројекат поново под контролу;
- у договору са надзорним органом или надлежном службом одлучује о изменама које су унутар планираног временског интервала реализације пројекта;
- од надзорног органа или надлежне службе тражи одлуке о изменама које ће излазе из дефинисаних граница пројекта;
- окончава пројекат пре времена када је то одлучено или када су све активности предвиђене планом пројекта у потпуности реализоване и резултати укупног рада прихваћени;
- извршава примопредају комплетно ажуриране документације стварног стања са градилишта, у једном примеру, у сагласности са техничком службом за одржавање објекта у гарантном року;
- архивира сву документацију и забележи све што може бити од важности за будуће пројекте;
- сумира искуство стечено пројектом за будућу употребу.

Неопходно је нагласити да одговорни извођач радова не треба да буде „недоступан“ учесницима пројекта. Редовни састанци представљају добар начин одржавања контакта са другим учесницима пројекта. Осим тога, не треба бити превише попустљив када су у питању предлози и одлуке надређених.

Треба истаћи да су нефлексибилност и непотребно ометање подређених у обављању посла сталним контролама и прекидањима пут ка неуспешном окончању жељеног посла.

Одговорни извођач радова не треба да сам изводи радне кораке, читаве активности или групе активности, осим ако то није назначено у плану пројекта. У току прегледа резултата рада треба имати поверења у подређене, чиме се они додатно мотивишу за што успешнију реализацију пројекта. У случају да резултати неке активности нису прихватљиви, одговорни извођач не треба сам да је понавља, него да је врати одговорном менаџеру и одговарајућим члановима подпројектне групе на поновну анализу.

4. ЗАКЉУЧАК

Неопходно је нагласити да су домаћа привредна друштва у области грађевинарства увелико оријентисана на пројектну организациону структуру, што захтева ангажовање већег броја висококвалификованих

– decisions on changes within the planned time interval of the project realisation, in agreement with the Supervisor or the adequate institution.

– asking the Supervisor or adequate institution for decisions on changes that would be out of time limitations given in the project;

– stopping the works before the planned ending if it is decided so or if all the planned activities have been accomplished and work results accepted;

– delivering one copy of completely finished documentation on the real condition of the site in accordance with technical department for maintenance of the building during the maintenance period;

– archiving all the documentation and noting everything that might be useful for the future projects, and

– saving the experiences for future needs.

It should be emphasized that the project manager should not be unavailable to the other participants of the project. Regular meetings are good way of maintaining contact with other members of staff. On the other hand, project manager should be not too amiable towards proposals and decisions from the higher levels of managements.

Besides abovementioned, non-flexibility and unneeded disturbing of employees during the working process by often controls and stopping would lead to the unsatisfying results.

Project manager is not supposed to perform certain working steps, the whole activities or groups of activities by himself unless it is not specified in the project. During the supervision of the finished works, project manager should show that he trusts his employees, which would strongly motivate them for good work in forthcoming phases of project accomplishment. In case of unsatisfying results of some activity, project manager should not do repairing himself but to leave it to the responsible activity manager and his team and let them repeat work or analyses.

4. CONCLUSION

It is necessary to emphasize that Serbian construction companies are mostly oriented towards project organizational structure, which demands engagement of larger number of highly qualified professionals who can answer demands of the modern approach to the project management.

All abovementioned and sublimed project manager's duties are complex and highly organized activities that demand high level of personal knowledge, skills and experience. Accomplishment of contracted works in accordance with cogent legal procedures in a manner of a 'good professional' is one of the imperatives in nowadays business. Constant improvements of working processes and construction technology demand of the project manager to keep on constant personal improving no matter what previous professional experience he has, since it will enable him to achieve the maximal results in the future work.

појединаца који могу одговорити савременом приступу управљања пројектима.

Напред наведене и сублимиране активности одговорног извођача радова представљају комплексне и високоодговорне послове који захтевају висок ниво потребних знања, вештина и искустава појединаца који их обављају. Извођење уговорених радова у складу са конгентним правним правилима и уз поступање одговорног извођача са пажњом „доброг стручњака“, представља један од импертива у савременом пословању. Стално унапређење радних процеса и технологије у градитељству изискује од одговорног извођача радова да се непрестано усавшава, без обзира на његово претходно стечено радно и животно искуство, пошто ће му то обезбедити максималне резултате у будућем раду.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- [1] Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС 72/09).
Law on Planning and Construction (Official Gazette of Republic of Serbia 72/09).
- [2] Крстић, Г., „Закон о планирању и изградњи“, Изградња, 1-2(2010), 72–74
Krstić, G., „Law on Planning and Construction“, Izgradnja, 1-2(2010), 72–74
- [3] Статут Инжењерске коморе Србије.
Statute of the Serbian Chamber of Engineers
- [4] 2000 Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, 2000.
- [5] Project Management Tools & Techniques, Coverdale Organization, 1999.
- [6] Куриј К., Градитељски пројект менаџмент, Савез инжењера и техничара Србије, 2005.
Kurij K., Construction Project Management, Savez inženjera i tehničara Srbije, 2005.
- [7] Бељаковић Д., Савремена организациона структура градитељског пројекта, Међународна конференција Савремени проблеми у грађевинарству, Суботица, 2006.
Beljaković D., Modern Organizational Structure of a Construction Project, International Conference Modern Problems in Construction Industry, Subotica, 2006.
- [8] Peter Grainer, Managing Information, People and Operations, Kogan Page Limited, England, 1994.
- [9] Петровић-Лазаревић, С., Вукотић, С., „Улога међународних менаџера у повећању конкурентности српске грађевинске делатности“, Изградња, 9-10(2009), 401–414
Petrović-Lazarević, S., Vukotić, S., „Role of International Managers in Improving the Serbian Building Construction Industry Competitiveness“, Izgradnja, 9–10 (2009), 401–414.

U broju 7–8 našeg časopisa za ovu godinu, tehničkom greškom izostalo je navođenje imena i logoa naših DONATORA i SPONZORA. Koristimo ovu priliku da našim DONATORIMA i SPONZORIMA uputimo izvinjenje zbog ove greške i želju da nastavimo uspešnu saradnju i u narednim godinama.

Redakcija

ISTRAŽIVANJA PROSTORA U KNJIZI RANKA RADOVIĆA

U vreme postojanja većeg broja sistema obaveštenosti i njihovih sredstava kada se pritiskom dugmeta mogu trenutno dobiti željeni podaci najrazličitije prirode, normalno je da se moramo upitati kakav oblik pisanja knjiga o savremenoj arhitekturi možemo, sa raznih stajališta, očekivati. Očigledno je da nas obilje podataka odvlači od pisanja glomaznih knjiga u više desetina tomova, karakterističnih za vremena prošla dva stoleća. Uz ovu prednost tehničke prirode, smena i promenljivosti teza u okvirima čitavog graditeljskog poduvata ne dozvoljavaju da se o tim posebnostima obavestimo na podroban način, bez prethodne procene njihovog uticaja na celokupnu situaciju – iako se neprestano uveravamo u postojanje značajnih ili manje značajnih ideja koje bi imale vrednost doprinosa. Ako bi se u sveukupnosti svetskog procesa građenja ustanovila nekakva vrsta periodizacije, skoro je beznačajno njihovo isticanje ukoliko se u njima ne nađu ideje koje će se razlikovati od onih koje smo do tada imali o stvarima prostora. Isticanje samo ključnih teza ili osmatranje čitavog procesa na razmeđu ovih ideja daje nam više razloga za pisanje takvih priloga koji se neće baviti „sitnicama“ raznih, prilično kabinetskih smišljenih „izama“, već neposrednom i nepoštednom kritikom baš u svetlu ovih pojava.

U tom cilju prirodno je izmeniti mnoga gledišta o raznim vrstama izražavanja, posebno udžbenika o kojima često, po dosadašnjem iskustvu, iskazujemo sumnjičavost, naročito onih koji su namenjeni visokoškolskim ustanovama. Misleći na ove poslednje institucije ne može se prihvatiti da ova vrsta priloga treba da bude toliko sveobuhvatna kako bi se jednom knjigom ovladalo znanjem i umenjem jedne struke, pa čak

i jednog njenog dela. Tako očekujemo da se u ovoj oblasti prihvati teza da ovaj prilog valja da prezentira niz ideja na kojima se svaki korisnik obaveštava i oprema za dalje studije i interesovanja, dakle mnogih drugih knjiga koje na sličan način obarđuju sva naznačena pitanja u ovoj osnovnoj knjizi.

Imajući u vidu dugogodišnje iskustvo u pojavi priloga koji obrađuju probleme moderne arhitekture, dobro je podsetiti se da svi najznačajniji teoretičari i nosioci zavidnih titula priznatih graditelja, bez obzira da li se bave istorijom kao J. Joedicke, S. Giedion, B. Zevi i drugi ili se držeći se samo jedne epohe – svi oni imaju kao osnovni motiv svojih iskaza određenu ideju kojom objašnjavaju i kojoj podređuju svoje stavove.

Dve knjige o modernoj arhitekturi – Ranko Radović: „**Savremena arhitektura**“ (između stalnosti i promena ideja i oblika) i Miloš Perović: „**Istorija moderne arhitekture**“ (antologija tekstova) nisu primljene prema njihovom stvarnom značenju jer je sigurno da se ovakve knjige ne pojavljuju svakog dana i naša sredina, osim manjih studija i pojedinačnih priloga, nije do sada imala ovakav paralelan izbor, tako da pravi izazov za struku može biti samo nastojanje da ovakve knjige prate polemikama o vrednosti ideja koje su u njima izložene a ne o načinu kako su to autori učinili. Činjenica je, takođe da se ovakvi prilozi, po svojoj obuhvatnosti, ređe nalaze i u onim zemljama gde se u toku godine izda nekoliko stotina naslova o arhitekturi, pa je i to razlog da ovo primimo sa malo više dobre volje. Da li je to smelost jednog autora da nam prezentuje druge autore sa tekstovima, ili, pak drugog da uz jedan zanimljiv podnaslov – arhitektura između stalnosti i promena ideja i oblika – doda

uz mnoga tuđa i svoja razmišljanja – nema spora. Obe knjige su podsticajne: Perovićeva, sa teoretskim tekstovima prošlih epoha, odabranim kriterijumom autora – kao završene misli i zaključci što možemo prihvatiti ili o njima diskutovati ali koje nas neosporno obaveštavaju o duhu vremena iz kojih potiču i time otkrivaju ne samo pojedinačne stavove nego i programska načela čitavih škola. Tako Perovićeva antologija predstavlja dopunu naših znanja o idejnim kretanjima arhitektonske misli a što nam je više bilo dostupno kao rezultat izgrađene sredine dok se o idejama njihovih stvaralaca znalo više uopšteno, kao globalnoj odrednici dotičnih vremena. Skorašnji odlazak drugog autora i za nas gubitak vrhunskog poznavaoца savremenih arhitektonskih zbivanja i misli postavio je u središte naše pažnje poslednje obimno delo Ranka Radovića – knjigu „**Savremena arhitektura**“.

*
* *

Knjiga Ranka Radovića pisana u duhu opozitnosti događaja i akcija tragajući za idejama u njihovom kolebljivom životu istakla je sve ono što se danas postavlja kao pitanje o čuvenoj hamletovskoj dilemi arhitekture i istorije, evolucije i kontinuiteta, sve u okvirima društvenih i individualnih zbivanja.

Dok u prvom delu obrađuje postojanost promene u modernoj arhitekturi kao koncept, u drugom je orijentisan na stalnost i promene ideja, a u poslednjem, trećem delu, pod naslovom „Stalnosti promene oblika“ – čime je ovaj veliki finale, carstvo forme, u sedam poglavlja iscrpljuje najprobirljivije interesovanje jer „svakoj misli pripada njen oblik“ po rečima Rože Kajoa, a što nam Ranko Radović u potpunosti i dokazuje. Uverivši nas u uzajamnost uticaja

– ideja i oblika – stalnosti i promene – osnažio je naša promišljanja kao moguće akcije u polju tog neiscrpnog trezora (da se podsetimo opet pisca Estetskog rečnika Rože Kajoa: „Umetnost se često sastoji u istovremenom ovladavanju suprotnih zapovesti“). Ako se arhitektura u bilo čemu približava umetnostima onda je to svakako u ovom iskazu Rože Kajoa koji je odbranjen i dokazan knjigom Ranka Radovića.

Da bi se stvarnost oblika prikazala u svojoj sveobuhvatnosti bilo je potrebno ukazati na sva vredna mišljenja koja su često suprotna. Istovremeno, ako se shvati pravi tok evolucije ideja, u kojima uvek tinja njihova suprotnost kao predigra promenama, odnosno rađanje novih ideja – sve te osobenosti oblika nemoguće je prikazati, a da se u suprotstavljanju mišljenja ne ukaže na tzv. srednji put – put dovoljno obziriv da se ne zalaže za ekstremno predložene ciljeve, koji se najčešće tako i završavaju, već na one druge kojima ostaje mnogo mogućnosti za različito razvijanje ideja, a protiv svakog konačno završenog oblika bez organskog utemeljenja u sredini opstanka.

Kompleksnost odnosa stalnosti i promena oblika u arhitekturi zahvata, pre svega, arhitekturu, a potom i sile koje na nju utiču od društvene stvarnosti, ideoloških i teoretskih sučeljavanja, do pojedinačnih tumačenja u struci i izvan nje. Stoga, samo ukazati na ove pojave stalnosti evolucije i promene dovoljan je dokaz za pohvalu, a kada to postane, po rečima autora, istraživačka skica onda je svojevrсни podvig.

Ideja u svom postanku, obrazovanju, nezavisna je od njene materijalizacije kada su moguće i neke njene promene s obzirom na niz okolnosti koje prate njeno ostvarenje. Pri tome ne treba gubiti iz vida da se ostvarena ideja – oblik – doživljava čulima i da svako njeno simuliranje pa čak danas i pomoću virtuelne stvarnosti, nije sasvim sigurno i rezultat prvobitne ideje. Dalje, svaka pomoć nekih drugih oblasti, u ovom odnosu ideja – oblik, može samo da unese određenu zabunu u jedan komplikovan proces. Ovo se naročito odnosi u oslanjanju na „moderne“ discipline. Zbog raznolikosti u arhi-

tektonskim pokušajima ovoga veka, verovatno uočavajući prekomernost verbalnih objašnjenja ili njihovo imenovanje, ni autor ne odoleva ovoj pošasti predlažući na jednom mestu, doduše uzdržano, umesto stambeni kompleksi – stambeni simpleks, ciljajući na negativna iskustva industrijalizacije i slične posledice tipiziranja oblika i postupaka. Samo nabranje imena ovih „pravaca“ rečito nam ukazuje na ubrzanje protoka mišljenja i stavova u kratkom razdoblju od nekoliko decenija, što u poređenju sa minulim vekovima i promenama tokom njihove istorije, izaziva ne samo čuđenje nego i izvesnu sumnju u opravdanost ubrzanja takvog razvoja. Ali, kako uticaj semantičkih istraživanja u književnosti nije mogao da mimoide ni ostale discipline savremene nauke i umetnosti – kao odjek „imenovanja“ pojava i ideja, to nije moglo da zaobiđe ni arhitekturu u preuzimanju naziva od drugih disciplina, ta imena često postaju svrha sama sebi, što nije promaklo pažnji autoru Savremene arhitekture.

Upoznavajući nas sa mnogim iskazima gotovo neverovatnog broja ne samo savremenih autora arhitektonske misli, Ranko Radović je često zapitan da li bi se mogle prihvatiti sve pomenute klasifikacije ili „intelektualne spekulacije“ nudeći nam i svoje zaključke sa kojima se ne moramo uvek složiti, ali koje nas sigurno inspirišu da se i mi zamislimo nad uobičajenim tvrdnjama u koje smo i sami često sumnjali. Tako smo već na samom početku ove obimne knjige načisto sa dva mnogo zloupotrebjavana pojma kada je reč o modernoj arhitekturi i ukorenjenim mišljenjem o opštoj istoriji arhitekture i njenim nacionalnim i regionalnim istorijama. Bez obzira na mnoge deklaracije i odricanja ovih dveju kategorija Radović nam pokazuje da se savremena arhitektura nije mogla lišiti ni kroz teoretske stavove, a još manje postupke u građenju, ni istorije, ni tradicije. Raduje nas što se pisac knjige slaže sa iskazom Ch. Jencks-a da posledice ekstremnog pristupa, takvog pristupa u oba pravca, neće doneti istinsku radost ni arhitekturi ni gradovima.

Istorija-teorija i praksa arhitekture – su potka ili potpora kojima se dokazuje proces razmišljanja i na-

stajanja arhitekture, čitamo u knjizi Ranka Radovića. U svim polemičkim iskazima kojima ilustruje svoja započinjanja, pisac zauzima jedan „srednji“, umereni stav zrelog, obaveštenog poznavaoaca koji neprekidno, kroz ceo tekst, dokazuje shvatanje o neminovnosti promene koja sama po sebi onemogućava ograničenja i uspostavljanje dogmatičnih stavova. Raspravljajući o ideji i principima kao njenom izvoru ili obrnuto, autor je pružio najširi mogući izbor mišljenja, pokazujući istovremeno i njihovu parcijalnost u proceni jednog totaliteta kao što je arhitektura. U našem vremenu brzih opštih promena ovakva razmišljanja mogu da pomognu u razmatranju kolebanja između starog i novog u bilo kojoj oblasti arhitekture – od procene postojećeg do programa i projektovanja. Loše posledice krajnje polarizovanih opredeljenja ukazao nam je autor u odeljku izgrađeni prostor, iskustva i praksa – na primeru reagovanja sovjetskih estetičara posle revolucije i kontroverznih rezultata proizašlih iz takvih shvatanja.

Analizovanjem promena i stalnosti ideja kao pojavom novih misli i tumačenja, zaključuje se da su u prvom trenutku one pozitivne i da aktiviraju mnoge sledbenike, jer su najčešće reakcija na stanja kojima se opterećuje prirodni razvoj i spontanost kako ljudi, tako i njihove sredine. Zato su nove ideje neretko revolucionarne i često rušilačke po postojeće stanje, a deklarativno nerpeljive a često opterećene u zahtevima da bi se učinak efikasnosti što pre realizovao. Međutim, primenom i striktnim sprovođenjem ovih „novih“ pravaca, osnovna ideja počinje da gubi udarnu snagu i prenebregnuvši odnose sa odgovarajućim pojavama koji direktno ili posredno iz toga odnosa proizilaze – služeći sebi samoj – postaje sopstvena suprotnost odnosno prepreka. To se desilo sa pojavom i razvojem funkcionalizma što je kao posledicu imalo reakciju, naravno, sada ekstremnu u suprotnom pravcu. Najlogičniji zaključak pri proceni takvih stanja je da se pisac knjige postavlja na stranu bodlera koji ističe kao ključni, odnos između forme i funkcije, a što ponovo ukazuje na potrebu poznavanja i razumevanja bar većine pojava koje

nazivamo istorijom moderne arhitekture, pre nego što se usudimo da o njoj razmišljamo. Ova vrsta spremnosti bila je osnovni preduslov za pojavu ove korisne knjige.

Sudbina ideja u modernoj arhitekturi može se oceniti tek u njihovim različitim pojavnim stanjima – one nisu lebdeći duh nad arhitektonskim prostorom – već se one samo različito ispoljavaju, što je autor u svom drugom delu, poglavlju, iscrpno pokazao i ocenio. Jasno je što je pitanje zaokupljenosti mnogih autora u poslednja dva veka bilo pre svega pitanje šta su to elementi arhitekture i njihovi međusobni odnosi prema totalitetu. Svakako da različitost stavova zavisi i od ličnih afiniteta pojedinih autora u kojima se često uočavaju mnoge podudarnosti, što autor ostavlja svakom čitaocu da u ovom kaledioskopu otkriva različitosti ličnih i specifičnih ocena. Distancirajući se od zaključaka mnogih teoretičara o prenošenju arhitektonskih pokreta iz generacije u generaciju, R. Radović ipak podseća na pojedinačne slučajeve poznatih graditelja i njihove duhovne veze sa njihovim prethodnicima kako u teoretskom smislu, tako i nastavljanjem određenih projektantskih ideja. Time nas ponovo suočava sa činjenicom mnogoznačnosti ideja i njihovih puteva u savremenoj arhitekturi poslednjeg veka.

Parafrazirajući ideju J. Chénks-a koji je prikazao graditeljsku savremenost kao seriju diskontinualnih pokreta, ukazuje na nepodudarnost između shvatanja evolucionog razvoja u prirodi i procesu promena u arhitekturi. I mi smo prisustvovali jednoj takvoj pojavi sredinom XX veka kada se pod uticajem društvenih prilika oživljavaju evropske ideje dvadesetih/tridesetih godina u pogledu organizacije stana (*Die Wohnung für das Existenzminimum – Internationale Kongresse für neue Bauen-Zürucg/ Stuttgart 1933*), napuštanjem dotada poznate organizacije najamnog stana u Beogradu, često primenjivane između dva svetska rata. Tako se i sami možemo uveriti u važnost ideja kao pokretača arhitektonske misli na vrlo kompleksan način.

Ranko Radović omogućava čitaocu da prouči pojave vezane za afinitet prema eklekticismu koji, kako on navodi, postoji već dva

veka u SAD-u, a sa druge strane u totalitarnim režimima u kojima se on potvrđuje oživljavanjem klasike i nacionalnih idioma; istina Moderna je u obračunu sa klasikom više deklarativna nego delatna. Ukorenjene tvrdnje o odricanju prošlosti u modernoj arhitekturi, autor opravdano pobija, navodeći činjenicu o vidljivosti iskustva prošlosti, kao i vrednovanju arhitektonskog nasleđa sredinom XX veka. S druge strane, analizirajući ne mali broj realizovanih zgrada najčuvanijih stvaralaca ovoga perioda, nedvosmisleno nam dokazuje njihovu opredeljenost ka poniranju za dubinama istorijske riznice, svesno upotrebljavajući većito važeće, proverene postupke.

Stalno prisutna i uvek ponovna objašnjavanja u knjizi je ideja o korišćenju i funkcijama arhitektonskog prostora, ideja kojoj je autor posvetio dovoljno razložnih podataka koliko i o značaju materijala, konstrukcija i tehnike građenja, čime dopunjava već izneta načela u provom delu knjige. Priroda kao mesto-genius loci-pozornica svih zbivanja u arhitekturi ili kao izazov, posledica neodvojivosti jedne od druge, dakle, priznavanje ovog kao najvrednijeg načela prirodnih zakona, uz već uočene uticaje društvenih pokreta, pa „kao da smo pred mnoštom stalnosti i promena ideja o prirodi koja istu sudbinu živi u modernom dobu“ čime autor zaključuje ovaj deo svojih razmišljanja.

U nizu prikazanih ideja u delu stalnosti i promena oblika, autor knjige posebnu pažnju poklanja i simbolizmu u modernoj arhitekturi i prihvatajući opredeljenja da iznad „fizičkog pristupa“ postoji i simbolički nivo. U tom previranju od koga nije oslobođen nijedan segment istorije arhitekture, oblik kao rezultat kompleksnih dejstava predstavlja stalnost i uticaje promena čime se ponovo pokazuje mnogostrukost izražavanja arhitektonske veštine. „Produbljeno mišljenje o značenju“ je ozbiljna i fundamentalna opomena autora za punu obazrivost u ovom delu posla, da se ne bi desilo da isticanje znaka bude nad arhitekturom.

U ovako iscrpnom prikazu odnosa ideja nije se mogla izbeći i značajni, ako ne i prvi stepen uticaja, a to je društveni kontekst i moderna

arhitektura u ovoj „socijalnoj umetnosti“. Polazeći od toga da društvo u najširem smislu reči „naručuje“ svako arhitektonsko delo i da program kao izraz uočenih potreba istovremeno u sebi sadrži i sva promišljanja vremena, Radović u daljem tekstu nizom primera podvlači značaj i restriktivno delovanje na „samostalnost“ autorskog dela. I tako se izgleda samo idelana palata u mestu Otriv poštara Ferdinand Ševala i njemu slične može smatrati delom jednog i jedinog autora-rukotvorina nastala radom ruku i bez sredstava sa strane „vladajuće grupe“ ili „kreativnih administratora“.

Drugi deo završava se desetim poglavljem – Pregledom ideja u modernoj arhitekturi sa klasifikacijom u tri grupe: ideje opšteg karaktera, ideje prostorne organizacije i „specifične ideje, koja se odnosi na neki poseban aspekt arhitekture“. Povezujući neka izražena nastojanja našeg vremena, iskazana i ovaploćena kao načela, sa prethodnim iskazima u prošlosti, a na koja često nemarom vremena ne obraćamo dovoljno pažnje, autor je pokazao da se istorija nekada „ponavlja“, bez obzira na moguće modifikacije kao direktne posledice časa njihovog nastajanja.

Ako je forma, kako to ispravno misli autor, uvek neodvojiva od sistema, jer je posledica radnog procesa, a već ranije smo se uverili da je u sprezi i recipročnom odnosu sa idejom – onda možemo smatrati drugi deo knjige, koji posmatra oblik kroz istoriju u svetlu stalnosti i promena, kao dopunu i potvrdu svega rečenog u prethodnim poglavljima knjige. Što se tiče stava autora knjige – koji je ne zaboravimo i arhitekta/graditelj – on „ne gaji iluzije o arhitektonskoj formi“ u modernoj arhitekturi i zato iako u odvojenim poglavljima govori o tzv. predodređenim, otvorenim i drugim formama, stiče se utisak da je i ovog puta klasifikacija ili pode-la i ovde samo zato da bi osvetlila neke važne strukturne odnose. To će nam pisac i dokazati upoređujući neke dinamične i statične oblike i njihovu upotrebu u svim vremenima, a što se tiče njihove čitljivosti, ona je posledica umeća da se prepoznaju „ideali ljudi i vremena“.

Kao dugogodišnji pedagog, Radović je uočio da smo mi u svo-

joj evrocentričnosti na žalost, lišeni poznavanja ili bar nagoveštaja o tome kako se na planeti gradilo kroz vekove. Ovo postaje sve aktuelnije u vremenu potpunog odustva odnosa čoveka i prirode ne samo u pogledu pripitomljavanja ljudskih zahteva nego i u neposrednom „prizemljenju“ svojih staništa. O vrednostima spontanih oblika autor je pisao još 1974. i svojom studijom sažeo ih u pet vrednosti na šta nas ovom svojom knjigom ponovo podseća. Ostaje nada da će dolazeće generacije u fakultetske programe uvrstiti upoznavanje sa globalnom istorijom arhitekture ne samo značajnih nego i „običnih“ formi, podrazumevajući da su svi elementi celine sklopa kao i sama celina zavisni od njenog formalnog opredeljenja. Razumljivo je da će promene koje neminovno prate razvoj i ovde izlučiti stalne oblike koji će se uvek nanovo integrisati u novo zbog svojih neprevaziđenih kvaliteta, kao što se to dešava i u planiranom i idejom natopljenom graditeljstvu.

Baveći se pojmom element u arhitekturi Radović prihvata od mnoštva ponuđenih tumačenja, od Fillareta-a i Palladio-a do N. Schultza-a i Le Corbusier-a da je element, pre svega komponenta arhitektonskog ansambla, konkretni izražajni motiv – koji bitno deluje u formiranju. Uočavajući razlike i sličnosti koje postoje iz različitih prostornih nivoa jedinica (elemenata) koje obuhvata arhitektura – od sobe, kuće, grupe, celine, četvrti do grada i pejzaža – autor u delu o idejama kao i u onom o oblicima, posebnu pažnju posevećuje urbanom prostoru.

Iako smo u poglavljima koja tumače ideje i oblike u svetlu stalnosti i promena bili suočeni i sa ovim iz oblasti urbanizma, ipak je autor ovu temu izdvojio kako u delu o misaonim kretanjima, tako i u onom u kojima se one ostvaruju kao forme, čime se ideje potvrđuju ili opovrgavaju. U sažetom tekstu od samo petnaest strana upoznajemo se sa suštinskim promišljanjima o prostoru ljudskih naselja kroz vekove, od utopijskih začetaka do današnjih pokušaja njihovih realizacija. Ključne reči u ovoj materiji su umetničko delo, objekat, odnosi kao i red i kaos – da bi se kao jedan od zaključaka moglo shvatiti tvrđenje da su ljudska masovna sta-

ništa prostorno-vremenska obeležavanja jedne epohe. U tom smislu predlaže se sledeća periodizacija: period od 1780. do 1890. godine sa promenama društvene stvarnosti i nagle urbanizacije, rekonstrukcije, pa sve do kolonijalnog urbanizma; naravno, uz sva razlikovanja teorije i prakse građenja. Drugi period od 1890. do 1933. godine sa serijom predloga o poboljšavanju gradova završnim aktom u vidu Atinske povelje. Treći period u vremenu od 1933. do 1960. godine sa praksom na osnovu ideologije modernog grada, uz internacionalizaciju urbanog poslovanja koje je odbacilo istorijske argumente-tipizacija građevina i postupaka što je izazvalo opravdano nezдовоľstvo takvog nametnutog prostora. I četvrti period u vremenu od 1960. do 1990. godine sav u preispitivanju tzv. modernih principa urbanizma, povratku istorije i povratku gradu, svim znanim davno oprobanim elementima urbanog/arhitektonskog kao sredine.

Što se urbanističkih oblika tiče zaključak je da se ovde radi o sprezi dvaju pojmova – dakle, forma i sistem mogu biti samo zajedno razmatrani i procenjavani.

Iz tih razloga verbalno odricanje od poznatih uglavnom klasičnih formi, u provoj fazi Moderne, a sada oživljenih u vreme njihovog ponovnog otkivanja opet se dokazuje kontinuitet pojava i njihova promenljivost na bilo kom nivou arhitektonskih artikulacija. Sa opravdanim entuzijazmom autor govori o anonimnoj arhitekturi – narodnoj ili spontanoj, bogatoj i sa drugim poznatim nazivima, kojom su inspirisani svi oni koji su bili u stanju da u njoj prepoznaju niz kvaliteta za ostvarenje takvih ansambala – ljudskih naselja čije su namene sadržajno i formalno bile zadovoljene; uz to ne treba zaboraviti da „za građenje gradova jedne epohe sredstva koja su na raspolaganju uvek su na njenom nivou“.

*
* *

Svako ko preporučuje jednu knjigu za čitanje nikada nije oslobođen svojih sopstvenih afiniteta i tumačenja, pa inspirišući se autorovim poređenjem njegove knjige sa muzičkim delom može se takođe reći da je ova trodelna kompozicija poput

koncerta za solo i orkestar, gde je solista sam pisac čiji nas duh vodi kroz gusto tkivo arhitektonskih ideja i oblika kroz sva tri stava ove neobične kompozicije. U prvom i najobimnijem stavu vidimo temu „između stalnosti i promena“ sa varijacijama, pri čemu u drugom stavu o oblicima variraju tema o idejama i pojavama iz prvog stava. Odabrane i kvalitetne ilustracije objašnjavaju izrečeno od kojih 76 fotografija u boji pripadaju takođe stvaralačkom talentu samog pisca što njegove tvrdnje i zapažanja čini još verodostojnijim, jer je najsrećnija situacija kada se arhitektonsko delo doživi ličnim kontaktom, sopstvenim čulima i zajedničkom atmosferom koja ih okružuje. Tu privilegiju nam autor kroz svoju prizmu prezentuje i na ovaj način. Drugi deo se sastoji od obimnog spiska napomena i objašnjenja u dovoljnom broju i sa mnogo podataka da i sam predstavlja knjigu za sebe. Tako se po rečima pozajmljenim od Slondela (kako tvrdi autor knjige) izbegava stalno prekidanje što bi ga učinilo zamornim.

U trećem delu nudi se grupa odabranih bibliografija posebno svrstanih u kategorije što iz indeksa imena čitaocu olakšava brz uvid u izvore upotrebljenih citata. Objašnjenja i napomene čitaju se kao zanimljivi strip prostorne avanture mnogih stvaralaca i stanja koja su se desila u toku dva veka. Mišljenja mnogih autora ovde nisu samo potkrepila razmeđu ideja i oblika već su ovi dodatni delovi knjige nesumnjivi dokaz jednog pravnog naučno-istraživačkog posla koji je učinio autor knjige „**Savremena arhitektura**“. Njeno preimućstvo je isticanje svih problema na jedan istinit način, lišen dogmatike i zaokupljenosti lične isključivosti, a što će sigurno biti korišćeno kao pedagoško štivo u budućim studijama mnogih specijalista i svih zainteresovanih za poslove prostora u arhitekturi.

P.S. Ovaj tekst sada je samo podsećanje na jedan vredan život i uvažavanje misli koje nam je autor nesebično nudio.

Elza MILENKOVIĆ, DIA

UZORNO ORGANIZOVANA KOMORA ARHITEKATA BADEN-VIRTEMBERGA

Intervju sa gospođom Karmen Mundorf, d.i.a. rukovodiocem odeljenja Arhitektura i mediji

Važno područje održivog razvoja bilo koje države je kvalitet građevne sredine naselja, a naročito urbana kultura u velikim gradovima. Pomenu to u velikoj meri zavisi i od mogućnosti *realnog* uticaja arhitekata i urbanista na „održive“ političke i ekonomske procese, ali i na samo stanje u svojoj branši.

Dobar primer za navedeno je kvalitet organizacije i rada *Komore arhitekata Baden-Virtemberg (Architektenkammer Baden-Wuerttemberg – AKBV)* koja broji oko 23.500 članova i druga je po veličini u Nemačkoj gde deluje 16 *Komora arhitekata zemalja (Landeskammer)** i *Komora*



Kuća arhitekture u Štutgartu u kojoj se nalazi Komora arhitekata Baden-Virtemberg

* Nemačka je Bundesrepublik a njenih 16 „država“ su Land (Laender). Izraz Land se prevodi kao pokrajina ili država, a autori su se opredelili za zemlja (zemlje).



Gospođa Karmen Mundorf, dipl. ing. arh. rukovodilac poslovnog odeljenja KABV za Arhitekturu i medije

arhitekata Nemačke (Bundesarchitektenkammer – BAK).

Komore arhitekata zemalja imaju svoju dalju vertikalnu organizacionu strukturu koja će se videti na primeru *Komore arhitekata Baden-Virtemberga*. Članovi svake *Komore* su arhitekti, urbanisti, pejzažni arhitekti, enterijeristi i svi oni koji su završili arhitektonski fakultet i bave se nekom od drugih disciplina ove struke (koje ovde nisu navedene).

Gospođa **Karmen Mundorf** (Carmen Mundorff), d.i.a. je već dugo godina na čelu komorskog odeljenja ili poslovne oblasti *Arhitektura i mediji* i sigurno je najkompetentniji sagovornik kada treba reći nešto više o *Komori arhitekata Baden-Virtemberga*.

Sva četiri odeljenja ove *Komore* su profesionalno organizovana, a preostale tri poslovne oblasti (odeljenja) su *Uprava i finansije, Pravo i konkursi i Institut za obrazovanje i građevinarstvo*.

Predsednik *Komore* je gospodin Wolfgang Riehl (Wolfgang Riehle) d.i.a.

Naši arhitekti i urbanisti, a posebno oni mlađi, ne znaju mnogo o organizaciji komorskog rada u zapadnoj Evropi. Za pretpostaviti je da će im ovaj intervju pomoći da se bolje informišu o najznačajnijem vidu organizovanja arhitekata i urbanista u Nemačkoj.

1. *Gospođo Mundorf opišite našim arhitektima i urbanistima kako je organizovana Komora arhitekata Baden-Virtemberga (dalje u tekstu KABV). Koliko je ljudi u njoj zaposleno i angažovano?*

U skladu sa idejom samoupravljanja najveći deo aktivnosti naše *Komore* nose počasne arhitektkinje i arhitekti**. Oni se biraju u različite

** Zbog ravnopravnosti polova u Nemačkoj se u štampi redovno navode zanimanja za oba pola kako u singularu tako i u pluralu: arhitekt/in ili arhitekt/architektin, odnosno, urbanist/in, tj. urbanist/urbanistin (urbanisten/urbanistinnen). Gde god je gospođa Karmen Mundorf u odgovorima ove pojmove tako navodila prevod je to ispoštovao.



Naziv na zgradi i glavni ulaz u Dom arhitekata

gremije koji zajedno obrazuju tri nivoa Komore: zemaljski, regionalni i opštinski. U Baden-Virtembergu (dalje, BV) su arhitekti organizovani u 42 opštinske komorske grupe (*Kammergruppen*) koje su svrstane u 4 komorska regiona (*Kammerbezirk*) u Štuttgartu, Karlsruheu, Freiburgu i Tbingenu.

Na zemaljskom nivou funkciju parlamenta arhitekata obavlja Skupština predstavnika BV-a. Svake četiri godine biraju je članovi KABV-a a poslednji izbori su bili 2010. Na ovom najvišem organizacionom nivou Komoru arhitekata (dalje, KA) predstavlja predsedništvo na čijem čelu se nalazi predsednik, sada je to gospodin V. Rile.

U zemaljskoj i četiri regionalne uprave KABV-a trenutno radi 40 stalno zaposlenih saradnika, a 600 arhitekata i urbanista je počasno (tj. aktivno) angažovano u strukovnom staležu.

2. Koji su najvažniji ciljevi i zadaci KABV koja već 55 godina štiti interese arhitekata?

Za svoje članove je KABV mesto samoupravljanja. Preko demokratski izabраниh gremija arhitekti sami uređuju sopstvena strukovna pravila, politiku struke i rade na donošenju zakona i uredbi. Na osnovu konkretnih iskustava iz svog života i prakse arhitekkinje i arhitekti mogu u gremijima da pravovremeno reaguju na određene pojave.

KA radi na unapređivanju kulture u oblasti arhitekture i građevinarstva. Osim toga ona informiše najširu javnost o radu arhitekata i urbanista i zauzima stavove u vezi važnih pitanja u

građevinskoj delatnosti. Znači, KA zastupa interese arhitekata, investitora i javnosti a demokratija i dijalog su njena osnovna načela u radu.

3. Kako se odvija saradnja između 16 zemaljskih komora i savezne Komore arhitekata Baden-Virtemberga i njene 4 regionalne Komore?

Predsednik Komore arhitekata Baden-Virtemberga je član predsedništva Komore arhitekata Nemačke (dalje, KAN) i na taj način on učestvuje u kreiranju strukovne politike kako na nacionalnom tako i na internacionalnom nivou.

U pripremanju tema za savezno predsedništvo i zajedničke akcije organizuju se radni sastanci počasnih i zaposlenih članova u zemaljskim komorama.

KABV ima danas 13 predstavnika u Skupštini KAN-e koja je najviši organ odlučivanja nemačkih arhitekata i urbanista. U Skupštinu su delegirani predsednik, zamenik predsednika, predsedavajući 4 regionalne komore kao i predstavnici strukovnih grana iz BV. Skupština se sastaje jednom godišnje i odlučuje o smernicama savezne politike u struci, donose se odluke o finansijama, a svake 3 godine se bira prezidijum Komore arhitekata Nemačke.

U radu predsedništva KABV učestvuju predstavnici 4 regionalne komore i na taj način se jamči protok informacija između zemaljskog i regionalnih nivoa: delegati prosleđuju ideje i želje baze prema gore i povratno se bazi prenose odluke zemaljskog predsedništva. Oni, ujedno, zastupaju KABV-a u velikim gradovima i regionima, imaju svoje referente zadužene za odnose sa javnošću; sa njima obezbeđuju svoju novinarsku delatnost i organizuju razne javne aktivnosti kao što su to „Nedelja arhitekture“ ili „Dani arhitekture“.

Investitirima stoje na raspolaganju počasni saradnici za sva pitanja vezana za organizovanje konkursa na nivou regiona. Osim toga regionalne komore arhitekata su prve adrese za pružanje usluga odgovarajućim strukovnim grupama komore (arhitekti, urbanisti, pejzažni arhitekti, enterijeristi i drugi), a četiri okružne poslovne jedinice potpomažu njihov rad. Predstavnici četiri regiona saraduju takođe u odborima, radnim i projektnim grupama.

4. Šta dobijaju arhitekkinje i arhitekate od Komore arhitekata? Koja su im osnovna prava i obaveze?

Da bi pomogla svoje brojno članstvo po svim pitanjima obavljanja delatnosti KABV-a pruža članovima širok spektar informativnih i savetodavnih usluga u formi obimnih pisanih materijala kao što su uputstva i brošure, komunicira se telefonom, faksom ili e-mailom, takođe i putem interneta preko www.akbw.de.

Časopis arhitekata Nemačke (izlazi jednom mesečno) u svakom broju odvaja 20 strana samo za aktuelne informacije o radu arhitekata u zemljama.

Uz velikodušnu pomoć i potporu ministarstva privrede Baden-Virtemberga KA pruža svojim članovima individualne savete i dr. u pitanjima poslovnog menadžmenta ili egzistencijalnih radnih prava.

Osnovno načelo našeg rada i rada naših članova je stalna briga o zaštiti strukovnog znaka ili pojma: **Arhitekkinja/Arhitekt**, odnosno, **Urbanistkinja/Urbanista**. Tu je i stalni angažman svih članova na unapređenju delatnosti.

Dužnosti članova KA regulisane su članom 17 strukovnog statuta: „Članovi komore su dužni da savesno obavljaju svoju delatnost i da opravdaju poverenje koje im je ukazano u okviru struke...“.

Obaveza naših članova je da se dalje stalno stručno usavršavaju, a u KABV se taj rad ne proverava kao u Komorama arhitekata u Hesenu ili Severnoj Rajni – Vestfaliji.

5. Koji su Vaši glavni zadaci u resoru kojim rukovodite? Koliko saradnika imate?

Zadaci u poslovnoj oblasti Arhitektura i mediji kojom rukovodim su veoma raznoliki i podeljeni su na osam stalno zaposlenih koleginica i kolega (uključujući tu i mene).

Poslovi se kreću od savetovanja naših članova do pitanja vezanih za građevinarstvo ili upravljanje biroima, zatim, saradnje sa ministarstvima i drugim poslovnim partnerima, pa sve do javne delatnosti. Ona obuhvata npr. „Dan Arhitekture“, postupak dodeljivanja naše nagrade za „Primer-no građenje“, organizovanje učešća na sajmovima ili izložbenim manifestacijama iz oblasti hortikulture. Organizujemo naše izložbe, izdajemo publikacije, a tu je i redovna priprema informacija za mesečni dodatak časopisa arhitekata Nemačke.

Područje mojih delatnosti kreće se od menadžmenta, koji je vezan za operativne zadatke, preko negovanja kontakata sa partnerima kooperanti-ma, pa sve do „ručnog rada“: pisanje članaka i predavanja, izrada lay out-a za časopis arhitekata Nemačke (ze-maljski deo), ili za naša predstavljanja na internetu.

6. Koje veze postoje između Komore arhitekata Baden-Virtemberga i IFBau? Koje ste akcije zajedno organizovali i koja je Vaša uloga u toj saradnji?

Institut za dalje obrazovanje i građevinarstvo (Institut Fortbildung Bau – IFBau) je od 1. januara 2011. prerastao u četvrto poslovno područje rada KABV i nudi našim članovima (naravno, i onima koji to nisu) seminare, kurseve i specijalna (prigodna) događanja koja „krojimo po meri“, odnosno, potrebama naših arhitekkinja/ arhitekata. Pri tome su nam osnovna orijentacija događanja na tržištu – ili ekonomska situaciji biroa, firmi.



Ulazna partija i centralni hol u Kući arhitekture, tj. KABV

Putem posebnih skupova i specijalnih formi okupljanja, kao što je to rad uz posao, pokušavamo da našim članovima učinimo što interesantnijim njihovo dalje obrazovanje i usavršavanje. U tim aktivnostima gospodin Peter Rajnhart (Peter Reinhardt), arhitekt, kao šef IFBau, se dogovara sa mnom kao rukovodiocem poslovnog područja *Arhitektura i mediji*, ali i sa mojim kolegom, pravnim savetnikom gospodinom Alfredom Morlokom (Alfred Morlock), koji rukovodi sektorom *Pravo i konkursi* i, naravno, sa glavnim šefom gospodinom Hansom Diterleom (Hans Dieterle) koji vodi i koordinira aktivnosti sva četiri odeljenja KABV-a, a rukovodi i sektorom *Uprava i finansije*.

7. Koje su to konkretne servisne usluge KABV? Koje publikacije objavljuje samo Komora, a koje zajedno sa IFBau?

Konkretne servisne usluge KABV-a su na prvom mestu razne savetodavne ponude: Pravna pitanja i pitanja honorara u okviru poslovnog područja *Prava i konkursi*, urbanistička ili pitanja funkcionisanja biroa u sektoru *Arhitektura i mediji*. Osim toga svi registrovani arhitekti i urbanisti dobijaju časopis arhitekata Nemačke, prospekte i brošure sa aktuelnim informacijama i imaju pristup našoj internet stranici. IFBau nudi našim članovima povoljne uslove za seminare. A zajedno organizujemo i razne besplatne stručne skupove.

Preko naše filijale *HoefA*, koja jeste mesto naplate honorara za arhitekate, naši članovi mogu dobiti i druge povoljne usluge. One se kreću od opomena za naplatu i informacija o bonitetu, preko finansiranja sporova, odustajanja od honorara i sastavljanja obaveštenja za opomene.

Novo u portofiliju *HoefA* je izrada završnih računa.

Zajedno sa ministarstvom privrede BV pružamo našim

članovima individualne savete u vezi pitanja koja se tiču slobodne strukovne delatnosti: od osnivanja biroa, firmi i ekonomskog rukovođenja njima, preko mogućih marketinških mera, pa sve do predaje (ustupanja) firme. Pri čemu postoje samo minimalni troškovi kao lično učešće biroa, tj. još jednom redukovane takse za osnivača.

Sve dalje servisne ponude AKBV mogu se naći u brošuri *Pravo i usluge* koje su aktualizovane nakon izbora u *Komori* u proleće 2010.

8. Svedoci smo negativnih uticaja svetske finansijske krize na investicije u građevinarstvu u Nemačkoj i Evropi. Koje su glavne posledice te krize na oblasti arhitekture i urbanizma u Nemačkoj i BV, a naročito po arhitekate i projektne biroe?

Glavne posledice globalne ekonomske krize kod arhitektonskih i urbanističkih biroa u Nemačkoj, tima i u BV, bile su smanjenje pa čak i storniranje porudžbina iz privrede i komuna. Međutim, konjunktorni paketi savezne vlade su pojedinim biroima doneli nove porudžbine.

9. Koju ulogu su imale zemaljske, regionalne i savezna Komora arhitekata u rešavanju postojeće finansijske krize? Na koje društvene i ekonomske procese su sve pomenute KA imale uticaj i na koji način? Da li je postojala saradnja između politike i komora?

U kriznim situacijama, a ne samo u ovoj, zadatak je zemaljskih KA lobiranje za svoj strukovni stalež. Ove aktivnosti se sprovode u političkom okruženju; npr. AKBV je izradila izborne osnove za izbor zemaljskog parlamenta koji su sredinom januara razmatrani sa predstavnicima parlamentarnih partija. Osim toga AKBV je član zemaljskog udruženja slobodnih zanimanja ili delatnosti i na taj način ima uticaja na političke partije.

Na radnom nivou zastupamo interese strukovnog staleža putem saradnje sa različitim ministarstvima: npr. u raznim projektnim grupama koje su obrazovane u okviru trajne inicijative u BV. Ali i kroz kooperaciju raspisivanja nagrade za recikliranje koju smo raspisali zajedno sa Forumom za industrijski otpad BV, Ministarstvom za zaštitu okruženja, prirode i saobraćaja, kao i gradskim i opštinskim parlamentima.

Prilikom formiranja određenih tema ciljano se obraćamo našim poslani-



Sala za skupove i predavanja (na donjoj etaži)

cima u zemaljskom parlamentu – kao pri novelaciji *HOAI* (uredba za honorare arhitekata i inženjera) – a isto to činimo i na saveznom nivou.

10. Koji su glavni problemi u radu AKBV?

AKBV je veoma dobro strukturirana: Na zemaljskom nivou smo zastupljeni svojom poslovnicom i predsedništvom, u regionima njihovim predsedništvima, a u velikim gradovima i opštinama (okruzima) deluju naše komorske grupe. Problemi nastaju samo onda kada imamo previše aktivnosti i sve njih moramo na vreme da završimo. Takva je bila 2010. godina.

Pored dnevnih poslova u okviru poslovnog područja *Arhitektura i mediji* organizovali smo još tri kongresa, učestvovali na dva sajma i objavili devet brošura. Takođe smo radili na našoj internet prezentaciji koja je od januara dostupna svima.

11. Jedna od glavnih aktivnosti AKBV je osiguranje članova? Koje su tu glavne tačke?

Članstvom u AKBV arhitekti i urbanisti mogu da putem institucije osiguranja arhitekata uštede materijalna sredstva za starost. Strukovno staleška ustanova za starosno osiguranje KA pruža svojim članovima veliko materijalno osiguranje za starost, kao i invalidske penzije, a tu su i penzije udovicama i udovcima, deci ostaloj

bez jednog ili oba roditelja i dodaci za decu uz starosne i invalidske penzije.

12. Šta čini AKBV za nezaposlene arhitektkinje/arhitekate, urbanistkinje/urbaniste? Može li KABV uopšte nešto pomoći? Da li postoji neki fond za obrazovanje tih lica?

Sa urađenim „Planom B“ iz 2006. mi „navodimo“ naše članove da pogledaju preko „vice tanjira“. Naši članovi, a to je njih 80 %, nastupaju na tržištu kao pojedinci. Mi pokušavamo da im ukažemo na mogućnosti rada u grupama, kooperacijama i mrežama ili im ukazujemo na one prostore rada u kojima mogu da rade koristeći svoj Know how.

Osim toga predsedništvo AKBV ima svoj sopstveni program unapređivanja daljeg obrazovanja i usavršavanja koji sprovodi *IFBau* kao nosilac obrazovanja AKBV. Dakle, svi članovi komore, koji su na osnovu svojih malih prihoda zatražili popust u doprinosima za 2010. godinu, ili su u potrazi za poslom, uz zahtevani popust imaju i dodatni rabat od 30 % za dnevne seminare u ovoj godini za kurseve ili dodatne dokvalifikacije.

Uz pomoć finansijskih sredstava evropskih socijalnih fondova članovi KA imaju pravo da pod istim uslovima dobiju povoljnije seminarske takse kod *IFBau*.

Arhitektkinje i arhitekti koje/i nemaju nikakve prihode iz strukovne delatnosti, a to su pismeno dokazali,

plaćaju *Komori arhitekata* samo godišnje umanjeni doprinos od 50 evra.

13. Kako se finansira AKBV?

AKBV se finansira 100 % iz doprinosa članova.

14. Koliko konkursa imate godišnje u Štutgartu, odnosno, u Baden-Virtembergu? Ko ih organizuje? Da li uvek AKBV ili...? Za koje objekte moraju investitori obavezno da raspisuju konkurse?

Broj konkursa varira i uglavnom zavisi od opšte ekonomske situacije, a naročito od javnih podsticajnih programa jer su u većini slučajeva raspisivači konkursa javni nalogodavci.

Poslednjih godina AKBV je registrovala:

2010. 38 konkursa u BV, od toga 11 u regionu Štutgarta

2009. 71 konkurs u BV, od toga 24 u Št.

2008. 61 konkurs u BV, od toga 23 u Št.

2007. 62 konkursa u BV, od toga 25 u Št.

2006. 51 konkurs u BV, od toga 24 u Št.

Komkora arhitekata stoji na raspolaganju kao savetodavac pre, za vreme i nakon završetka konkursa za arhitektonska ili urbanistička projektantska rešenja. Stvarnu organizaciju konkursa preuzimaju po pravilu arhitektonski i inženjerski biro sa područja upravljanja projektima. Ovu uslugu nazivamo „Briga o sprovođenju konkursa“. Kvalifikovani, osposobljeni upravni aparati, kao što su urbanističke službe velikih gradova, povremeno preuzimaju brigu o sprovođenju konkursa u okviru samog preduzeća.

Obaveznost raspisivanja konkursa za javne poslodavce (odnosno, dodeljivanje nagrada koje po pravilu sadrži svaki projektantski konkurs) proizilazi iz principa ili pravila utvrđenim upravnim smernicama i državnim zakonu. Znači, na čvrsto postavljenim principima kojima se obezbeđuju kvalitet planersko-projektantske dokumentacije i kulture građene sredine, na odsustvu diskriminacije i jednakih šansi za sve zainteresovane, na onemogućavanju korupcije uz transparentno dodeljivanje nagrada, tj. porudžbina itd.

Ako visina nagrada za raspisani konkurs, posao, premašuje tzv. graničnu vrednost (danas je to iznos od 193.000 evra) onda se od javnih nalogodavaca traži da raspišu konkurs

na evropskom nivou prema uredbi o dodeljivanju nagrada VOF koja je izvedena iz evropskog prava.

Investitori, kao privatna privredna preduzeća, formalno ne podležu ovim propisima. Od strane u nekom mestu odgovornih lica (ovlaštene službe za izdavanje odobrenja, politički odgovorna lica) se zahteva raspisivanje konkursa kao instrumenta obezbeđenja kvaliteta rešenja što je bitan preduslov za to da se uopšte omogući investiranje, tj. investicija u nekretnine.

15. AKBV, kultura građenja i urbana kultura – koje veze postoje između AKBV i javnosti u pomenutom kontekstu?

Komora arhitekata ima zakonski zadatak, zakonsku obavezu da unapređuje građevinsku kulturu i građevinarstvo, da čuva ugled strukovnog staleža, da zastupa strukovne vrednosti i jedinstvo svog članstva. Tako se svi mi – počasnio i stalno zaposleni širom zemlje – uključujemo u sve teme koje su vezane za građevinsku, urbanu kulturu i događanja u građevinarstvu, informišemo građane o stručnim temama putem priloga u novinama, zatim na skupovima, pomoću izložbi i putem mnogih drugih aktivnosti.

16. Koji i kakvu ulogu je imala AKBV u mnogim diskusijama povodom novog projekta za glavnu železničku stanicu u Štutgartu?

KABV je od početka planiranja, ali i u svim fazama, konstruktivno i kritički pratila ceo *Projekt Štutgart 21* – i to sa pozitivnim ishodom. Krajem novembra 2010. predstavnici zemaljske skupštine vodili su u Fridrihshafenu intenzivnu i u mnogim delovima kontroverznu diskusiju o aktuelnom stavu strukovnog staleža sa ciljem da se ispita njihova dosadašnja pozicija. U kratkim crtama utvrđeno je sledeće:

– Obnovljena je spremnost arhitekata i urbanista Baden-Virtemberga na daljem angažovanom praćenju *Projekta Štutgart 21*.

– Strukovni stalež je usmeren na stručne teme: planiranje i razvoj gradova, uređenje slobodnih površina i na arhitekturu.

– Zahteva se kultura u celokupnom načinu rada koju odlikuju transparentnost, otvorenost i razumljivost.

– Primeniće se jedan diferenciran, životni i umanjene mere struktuiran koncept potreban za postupan gradski razvoj Štutgarta.

– Kao osnovu za dalje predloge KABV će organizovati jedan ciklus informativnih skupova i diskusija u prvoj polovini 2011.

17. Vaš rad zahteva mnogo diplomatije i znanja i u njemu nema mesta za dnevni angažman od osam radnih sati. Opišite našim čitaocima jedan Vaš tipičan radni dan.

Moj radni dan počinje u osam sati sa pregledom i analizom štampe, a potom sledi sednica ili ugovoreni sastanak van kuće ili redakcijski rad po kalendaru. Kada sam u KA nalazim se sa svojim kolegama i na ručku u našem restoranu. Običnih dana napuštam KA oko 18 časova, najčešće sa papirima u tašni koje čitam u vozu na putu ka kući. Naša uobičajena radna nedelja sastoji se iz pet takvih dana.

Često sam na sednicama KA ili u ministarstvima, prisustvujem razgovorima za štampu ili dodeljivanju nagrada u okviru naše dodele istih: „Primerno građenje“, posećujem sajmove (u januaru je to bio BAU u Minhenu) ili sarađujem u radnoj grupi *Nemačkog društva za održivu gradnju, razvoj (DGNB)*.

18. Vi ste veoma angažovana ličnost i svaki dan imate kontakte sa mnogim ljudima različitih zanimanja, takođe i sa medijima. Koji su glavni uspesi i problemi u Vašem radu.

Moja prednost u poslu je ta što sam kao stručnjak 15 godina radila na svim područjima arhitekture i urbanizma. Osim toga imam iskustva u počasnom radu. Od svojih studija

volim da radim interdisciplinarno. To mi pomaže u stvaranju spona u okviru strukovnog staleža, a ponekad i prilikom neophodnog nekomformističkog razmišljanja – kao npr. za našu aktuelnu godišnju temu „*Budućnost arhitekture: održivo odlučivati*“.

Zanimljivo je saradivati na raznolikim temama. To s vremena na vreme stvara i probleme, jer, ponekad moram reći i ne – inače se posao ne bi mogao obaviti.

19. Šta biste još želeli da kažete našim čitaocima o AKBV i o Vašem radu?

Struktura AKBV je doista za primer, takođe i regionalna postavka i raznolikost zadataka. Osim toga tu je i interdisciplinarna saradnja koja obuhvata četiri osnovna poslovna područja rada naše zemaljske poslovniće – kod nas, u AKBV, su zaposleni arhitekti, pravnici, eksperti za komunikacije i upravna pitanja. Dakle, nikada nije dosadno.

Da bi Vaše čitateljke i Vaši čitaoci imali bliži uvid u naš rad preporučujem im posetu našem novom, već pomenutom homepage www.akbv.de.

Gospođo Mundorf zahvaljujem Vam se na interesantnim i iscrpnim odgovorima.

Kuća arhitekture u Štutgartu, u kojoj se nalazi Komora arhitekata Baden-Virtemberga, je moderno, čovekomerno zdanje. Uz kompletnu organizaciju i izgled ovog zdanja posebno impresionira velika dvorišna terasa sa koje su pruža prelep pogled na gotovo ceo Štutgart. Autor intervju preporučuje posetu!

*Intervju uradio:
Dušan Prodanović*

*Preveli:
Cvijeta Šmit i Dušan Prodanović*

Fotografiju gospođe Karmen Mundorf, d. l. a. je uradio fotograf Rene Miler (Rene Mueller), a ostale Dušan Prodanović

СТРУЧНО-НАУЧНИ СКУП „ВОДОВОД И КАНАЛИЗАЦИЈА` 11“ КЛАДОВО, ХОТЕЛ „ЂЕРДАП“ 04-07.10.2011. ГОДИНЕ

32. Стручно-научни скуп са међународним учешћем „**Водовод и канализација` 11**“, у организацији Савеза инжењера и техничара Србије, одржан је у Кладову, хотел „Ђердап“ у периоду од 04-07.10.2011. године. Скуп је одржан под покровитељством Министарства просвете и науке Републике Србије, а суорганизатори скупа су били Инжењерска академија Србије, Инжењерска комора Србије, Грађевински факултет Београд, Привредна комора Београда, Саобраћајни институт „ЦИП“, Београд, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ и ЈП „Јединство“ Кладово.

Циљ скупа је био да се кроз разматрање актуелних техничко-технолошких, истраживачко-развојних, економских, законских и других питања из области снабдевања водом и канализације допринесе убрзанијем трансферу знања, информисању, примени савремених достигнућа и решења, унапређењу научно-истраживачког и развојног рада и побољшању пословања предузећа водовода и канализације и комуналних система.

Скуп је отворио генерални секретар СИТС, мр Бранислав Вујиновић и пожелео добродошлицу, успешан рад и пријатан боравак у Кладову свим учесницима скупа. Скуп су поздравили и проф. др Миодраг Булатовић, председник Савеза инжењера Црне Горе, директор ЈП „Јединство“ Кладово господин Зоран Петровић, као и члан Програмског одбора скупа господин Душан Продановић.

Скупу је присуствовало 120 стручњака запослених у јавно

комуналним предузећима, надлежним општинским и другим државним органима, на факултетима и институтима, који се баве овом проблематиком. Поред учесника скупа из земље, истом

су присуствовали и стручњаци из земаља из окружења.

Од пријављених стручних и научних радова, 25 је прошло рецензију чланова Програмског одбора скупа у саставу Нинослав Петровић, дипл. инж. (председник), проф. др Душан Продановић, дипл. инж, Момчило Бикички, дипл. инж, проф. др Часлав Лачњевац, дипл. инж, Богдан Влаховић, дипл. инж, проф. др Горан Секулић, дипл. инж. проф. др Иван Есих, проф. др Милан Сак-Боснар, доц. др Фехим Кораћ, проф. др Драгица Цамовсак, проф. др Филип Кокаљ.

У оквиру радног дела скупа исти су презентовани, од стране еминентних стручњака из ове области, аутора из земље и иностранства. Радови су били сврстани по тематским целинама и бавили су се питањима квалитета воде и водоснабдевања, третманом отпадних вода, управљањем и одржавањем водоводних дистрибутивних система, методама за редукују трошкова



Проф. др Миодраг Булатовић, председник Савеза инжењера Црне Горе



Директор ЈКП Јединство, Зоран Петровић

и повећање тачности евиденције потрошње, поступцима за оправку оштећених цевовода, као и применом Codex Alimentarius HACCP система у водоводним организацијама и др.

Излагања аутора је пратила одговарајућа стручна расправа, где је учесницима скупа било омогућено да се детаљније упознају са проблематиком обрађеном у презентованим радовима. Поред презентација радова, за учеснике скупа је организован и округли сто на тему: „Могућност примене Codex Alimentarius HACCP система у нашим водоводним организацијама у складу са захтевима Светске здравствене организације“.

На округлом столу који је одржан 05.10.2011. реферате су поднели:

- Проф. др Божо Далмација, Природно-математички факултет Нови Сад, *Планови за сигурно снабдевање водом за пиће*,

- Мр Зоран Пендић, Развојни центар СИТС, Београд, *Примена Codex Alimentarius HACCP система у водоводним организацијама* (иначе и уводни реферат Стручно-научног скупа), и

- Госпођа Чила Милиц-Рафаи, ЈКП „Водовод и канализација“ Суботица, *Искусства у имплементацији HACCP система у ЈКП „Водовод и канализација“ Суботица*.

На Округлом столу усвојени су следећи закључци:

1. Да због стратешке важности снабдевања становништва безбедном и квалитетном водом за пиће све водоводне организације треба да реализују одговарајуће предусловне програме и уведу Codex Alimentarius HACCP систем, што је њихова обавеза и према Закону о безбедности хране.

2. HACCP систем је добро утемељен у прехранбеној индустрији, али постоје неке значајне разлике у односу на индустрију производње пијаће воде, од којих су најочигледније:

- широк спектар могућих опасности у води, што, пре свега, зависи од врсте изворишта воде,

али и од адекватног одржавања хигијене инфраструктуре и радне средине водоводне организације;

- непрекидан ток воде од извора сирове воде до потрошача;

- велике, сложене дистрибутивне мреже, и

- постојање комплексних постројења и опреме за пречишћавање и дистрибуцију воде којима се даљински командује и управља (телеметрија) у већим водоводним системима.

3. Пожељно је постојање и коришћење ГИС података ради ефикаснијег успостављања HACCP система.

4. Да надлежно министарство за контролу пијаће воде – Министарство здравља, формира фонд за подстицајна средства која би била коришћена за успостављање HACCP система у јавним комуналним предузећима која снабдевају становништво пијаћом водом.

5. Обезбедити поуздане податке о безбедности и квалитету воде преко меродавних институција (институти и заводи за јавно здравље...)

6. Успоставити неопходну сарадњу јавних комуналних предузећа, која снабдевају становништво пијаћом водом, са професионалним организацијама



Учесници скупа у посети хидроелектрани „Ђердап I“

(Савез инжењера и техничара Србије, институти, факултети), које се баве успостављањем HACCP система и неопходних предусловних програма.

Последњег дана рада скупа организована је и стручна екскурзија, у оквиру које су посећени капацитети ХЕ „Ђердап“. Учеснике скупа је поздравио и провео кроз ХЕ „Ђердап I“ помоћник директора господин Милорад Гергинић.

Сви радови, који су прошли рецензију чланова Програшког одбора скупа, публиковани су у Зборнику радова, чија је и штампана и електронска верзија дистрибуирана учесницима скупа. Истим су подељени и сертификати о учешћу на стручном скупу.

Општа је оцена учесника да је овогодишњи скуп направио помак у погледу квалитета и стручности презентованих радова, као и самих излагања од стране аутора. Његовом организацијом, Савез инжењера и техничара Ср-

бије даје свој допринос стручном усавршавању инжењера, унапређењу квалитета њихових знања, као и успостављању међособне сарадње и контаката у оквиру земље и иностранства и промовисању струке.



Помоћник директора „Ђердапа I“, Милорад Гергинић, упознаје учеснике скупа са историјом Хидроцентрале

Оливера Ћосовић
Члан Организационог одбора скупа

ZAKLJUČCI VI KONGESA CIGLARSKE INDUSTRIJE SRBIJE SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM

VI Kongres ciglarske industrije Srbije održan je od 21. do 23. septembra u Soko Banji u kongresnoj dvorani hotela „Zdravljak“. Na kongresu je uzelo učešće 80 učesnika iz zemlje i 30 iz inostranstva. Na Kongresu su bili prisutni proizvođači opreme iz Nemačke, Italije, Španije i Hrvatske, kao i proizvođači građevinskog materijala iz Makedonije i Bosne i Hercegovine.

I pored veoma teških uslova privređivanja SIGP je uspeo da zahvaljujući ciglanama i crepanama, članicama Udruženja održi kontinuitet održavanja ovog stručnog skupa.

Na Kongresu su razmatrane oblasti vezane za sirovinsku bazu, savremene tehnologije proizvodnje građevinskog materijala na bazi gline, primena alternativnih goriva u toplotnim procesima primena standarda, energetska efikasnost postrojenja, održavanje opreme, standardizacije, zaštite životne sredine, te proizvodnja i primena novih proizvoda i marketinga.

Na Kongresu je razmatran i predlog zakona o Rudarstvu te usvojene sugestije i primedbe na isti, koje su prosleđene resornom ministarstvu. Na kraju ovih zaključaka, dajemo pismo upućeno Ministarstvu.

Prestavnici inostranih firmi predstavili su nova rešenja mašina i postrojenja sa aspekta uštede energije, kao i primenu petol koks i bio mase kao alternativnog goriva.

Zbornik radova je štampan u okviru naučno-stručnog časopisa „Izgradnja“, čime će stručni ljudi iz oblasti građevinarstva pobliže informisani o ovoj grani građevinarstva. U zborniku radova objavljeno je ukupno 27 stručnih radova.

Za poseban doprinos razvoju ciglarstva Srbije dodeljene su povelje Vladimiru Deniću, Veliboru

Mitroviću, Radomiru Vasiću i Stojanu Milićeviću.

Učesnici Kongresa su doneli odluku da se časopisu „Izgradnja“ dodeli posebna zahvalnica za do-

prinos popularizacije ciglarske industrije Srbije.

Naredni VI Kongres ciglarske industrije Srbije održaće se za tri godine 2014. godine.

MINISTARSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE INFRASTRUKTURE I RUDARSTVA

SEKTOR ZA RUDARSTVO I GEOLOGIJU ZA MILICU ZORIĆ

**Predmet: Sugestije i primedbe na
Nacrta Zakona o rudarstvu i geološkim
istraživanjima**

U Soko Banji održan je VI Kongres ciglarske industrije Srbije, na kome je razmatran i nacrt zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima, te Vam ovim putem dostavljamo sugestije i primedbe na isti:

**• Član 22. Posle prvog stava
treba dodati**

Poslove geološkog nadzora za sopstvene potrebe kod eksploatacije sirovine za opekarsku industriju može izvoditi pravno lice upisano u sudski registar privrednih subjekata za obavljanje te delatnosti koje ima jedno zaposleno lice sa visokom školskom spremom geološke struke odgovarajućeg obrazovnog profila i ovlašćenja za obavljanje tih poslova.

**• Član 46. Ko je kompetentna
osoba. Treba konkretno
navesti ko je to (autor Elaborata
ili ko drugi)**

**• Član 54. Posle prvog stava
dodati drugi stav**

Eksploataciju sirovina za opekarsku industriju i poslove stručnog nadzora nad izvođenjem eksploatacije sirovine za opekarsku industriju za sopstvene potrebe može izvoditi privredno društvo, odnosno drugo pravno lice koje ima zaposleno jedno lice sa visokom školskom spremom geološke, rudarske ili tehnološke struke i ovlašćenja za obavljanje tih poslova.

**• Član 80. Odobrenjem za
izvođenje rudarskih radova
nadležni organ će odrediti na
osnovu složenosti površinskog
kopa opekarskih sirovina da li je
potrebno angažovanje lica sa
odgovarajućom stručnom
spremom (ako je ležište
problematično i ima potrebe za
dodatnim angažovanjem
odgovarajućih lica) tako da se
član 54 može koristiti kako stoji u
predlogu**

**• Član 95. Posle drugog stava
dodati**

Planovi iz stava 1. tačka 4 člana 94 ovog zakona za površinske kopove opekarskih sirovina moraju se dopunjavati jednom godišnje (stanje sa 31.12.tekuće godine).

**• Član 98. Posle prvog stava
treba dodati stav dva**

Poslove tehničkog rukovođenja pri eksploataciji opekarskih mineralnih sirovina za sopstvene potrebe može obavljati lice koje ima visoku školsku spremu geološke, rudarske i tehnološke struke, tri godine radnog iskustva na odgovarajućim poslovima i ovlašćenje za obavljanje tih poslova

**• Član 99. Posle prvog stava
treba dodati stav dva**

Poslove stručnog nadzora pri eksploataciji opekarskih mineralnih sirovina za sopstvene potrebe može obavljati lice koje ima visoku školsku spremu geološke, rudarske i tehnološke struke, tri godine radnog iskustva na odgovarajućim poslovima i ovlašćenje za obavljanje tih poslova

U nadi da ćete uvažiti naše sugestije i primedbe, srdačno Vas pozdravljamo.

U Beogradu,
11.10.2011.god.

IZVEŠTAJ I ZAKLJUČCI

SA IV NAUČNO-STRUČNOG SAVETOVANJA „GEOTEHNIČKI ASPEKTI GRAĐEVINARSTVA“, ODRŽANOG NA ZLATIBORU OD 01.11.-04.11.2011.GOD.

Tematske oblasti za ovaj skup su bile:

Tematska oblast 1.

NORMATIVI – TEHNIČKI PROPISI U GRAĐEVINSKOJ GEOTEHNICI U SVETLU USAGLAŠAVANJA SA EN STANDARDIMA

Tematska oblast 2.

GEOTEHNIKA U PROJEKTOVANJU I IZVOĐENJU OBJEKATA INFRASTRUKTURE

Tematska oblast 3.

GEOTEHNIČKI ASPEKTI GRAĐENJA U URBANIM SREDINAMA

Tematska oblast 4.

ISTRAŽNI RADOVI, KARAKTERISTIKE TLA I STENA, KARAKTERIZACIJA I KLASIFIKACIJA TERENA

Tematska oblast 5.

MODELI GEOMATERIJALA I NUMERIČKE METODE

Tematska oblast 6.

PREDVIĐANJE I REZULTATI OSMATRANJA OBJEKATA – OPERATIVNI METOD

Tematska oblast 7.

POBOLJŠANJE TLA, ARMIRANJE, INJEKTIRANJE, DRENAŽE I DRUGO

Tematska oblast 8.

DUBOKI ISKOPI I TUNELI

Tematska oblast 9.

STABILNOST KOSINA I KLIZIŠTA

Tematska oblast 10.

HIDROTEHNIČKI NASIPI I NASUTE BRANE

Tematska oblast 11.

ŠIPOVI, DIJAFRAGME I DRUGE TEHNOLOGIJE FUNDIRANJA

Tematska oblast 12.

GEOTEHNIKA SAOBRAĆAJNICA: PUTEVI, ŽELEZNICE I AERODROMI

Tematska oblast 13.

DEPONIJE ČVRSTOG OTPADA, EKOLOŠKI ASPEKTI GEOTEHNIKE

Tematska oblast 14.

DEPONIJE ČVRSTOG OTPADA, EKOLOŠKI ASPEKTI GEOTEHNIKE

Tematska oblast 15.

OBRAZOVANJE U OBLASTI GEOTEHNIKE, SVI NIVOI OBRAZOVANJA KADROVA

Tematska oblast 16.

OSTALE TEME OD ZNAČAJA, NEOBUHVAČENE TEMAMA OD 1 DO 15

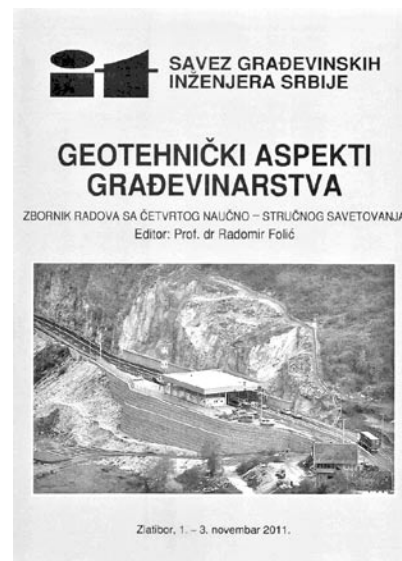
Zbornik radova sadrži Predgovor koji su napisali Editor i Tehnički urednik, jedan uvodni referat i 72 referata učesnika, što ukupno iznosi 73 (sedamdesettri). Editor je R. Folić. Ovaj Zbornik je štampan je na 536 stranica. Iza osnovnog teksta, tj. na kraju Zbornika, na četiri stranice i podkorici, su dati podaci i informacije o sponzorima.

Svi publikovani redovi su klasifikovani na osnovu sprovedenih recenzija koje su obavili članovi Programskog odbora, tj. svaki rad ima upisanu UDK klasifikaciju na osnovu kataloške obrade u Narodnoj biblioteci Srbije, a postoji i ISSN broj i COBISS za ceo zbornik. Pored papirne verzije Zbornik je publikovan i na CD ROMu. Autori radova su, uglavnom iz Srbije, a zavidan broj autora je iz Makedonije, BiH, Hrvatske, i Crne Gore. Time se skup može podvesti pod naziv „Nacionalni skup sa međunarodnim učešćem“.

Programski odbor, posle pregleda radova odlučio se da uvodni referat podnese profesor Milan Maksimović.

Zbornik radova je obuhvatio sve tematske oblasti koje su predviđene prethodnim pozivom za učešće na skupu. Navodimo broj radova za pojedine tematske oblasti:

- Tematska oblast 1 – 5 radova
- Tematska oblast 2 – 4 rada.



- Tematska oblast 3 – 5 radova.
- Tematska oblast 4 – 10 radova.
- Tematska oblast 5 – 6 radova.
- Tematska oblast 6 – 2 rada.
- Tematska oblast 7 – 2 rada.
- Tematska oblast 8 – 3 rada.
- Tematska oblast 9 – 15 radova.
- Tematska oblast 10 – 1 rad.
- Tematska oblast 11 – 5 radova.
- Tematska oblast 12 – 5 radova
- Tematska oblast 13 – 2 rada.
- Tematska oblast 14 – 4 rada.
- Tematska oblast 15 – 1 rad.
- Tematska oblast 16 – 3 rada.

Dan uoči otvaranja Skupa održana je sednica Organizacionog i Programskog odbora na kojoj je obavljen izbor predsedavajućih za sve Sednice. Pri tome je dogovoreno da predsedavajući pojedinih sednica podstiču diskusiju što je urodilo plodom.

Otvaranju Skupa prisustvovalo je oko 110 učesnika zajedno sa gostima i domaćinom AD „PUTEVI“ Užice. Uvodni referat, na otvaranju skupa podneo je profesor dr Milan Maksimović koji je dao kratak prikaz

– izveštaj o Evropskoj konferenciji nedavno održanoj u Atini i Konferenciji Podunavskih zemalja o geotehnici održanoj u Bratislavi. Ovaj Izveštaj je naišao na zapažen interes učesnika Skupa koji su imali neposredne kontakte sa profesorom Maksimovićem radi detaljnijeg informisanja. Pored toga on je održao i predavanje naslovljeno: Smičuća čvrstoća krečnjačkog kamenog nabačaja koje je bilo uvod u Tematsku oblast 4.

Na otvaranju je vođena šira diskusija o uvođenju Evropskih normi (EN) u našu praksu, vezano za predstojeće aktivnosti i pristupanje Evropskoj uniji, jer je po nekim informacijama nužno što pre uvesti EN kod nas. Izraženo je jednodušno mišljenje da je u tom pravcu veoma važna uloga Inženjerske komore Srbije i Instituta za standardizaciju. Lokalna televizija je informisala javnost o Skupu i njegovim ciljevima.

Za izlaganje Uvodnog referata bilo je na raspolaganju 25 minuta i 5 minuta za diskusiju. Za izlaganje ostalih referata bilo je predviđeno 15 minuta, a za diskusiji 3 do pet minuta. Posle svakog izlaganja učesnici, u vremenu predviđenom za diskusiju, postavljali su pitanja i/ili davali komentare i sugestije autorima i ostalim učesnicima što je uobičajena praksa na skupovima u inostranstvu, a ovog puta je prihvaćena i kod nas. Autori su se, uglavnom pridržavali planiranog vremena za izlaganje. Svim sednicama je bilo prisutno više od 80 učesnika, sem poslednjeg dana kada je taj broj bio između 30 i 40. Svi saopšteni radovi su praćeni mnoštvom ilustracija na pripremljenim Power Point prezentacijama, kao i diskusijama što je napred pomenuto.

Na Savetovanju je pripremljeno nekoliko radova sa detaljnim prikazom postupaka rada metodološki poznatog kao „Case Study“ što je veoma poučno, posebno za mlađe učesnike. Brojni radovi odnosili su se na matematičko modeliranje u geotehnici uključivo različite objekte, naročito tunele i brane.

U nekim radovima istaknut je nedostatak istražnih radova, naročito geotehničkih. Kategorički je istaknuto, da se ne sme štedeti na istražnim radovima i ispitivanjima koja se sprovode u cilju verifikacije kvaliteta radova, jer to može dovesti do problema i šteta koje su višestruko veće nego ulaganja u istraživanja. Od značaja je da se nekoliko saopštenja i prezenta-

cija sponzora odnosilo na savremenu opremu za geotehnička istraživanja sa njihovim mogućnostima i ograničenjima. U diskusiji je istaknut predlog da se uputi molba Državnim službama da se kompletira i inovira oprema za laboratorijska ispitivanja saglasno odgovarajućim standardima u oblasti geotehnike, kao i opreme za terenska ispitivanja.

U jednom broju radova su problemi izloženi vezano za tehničke propise. To je uslovalo i diskusije o aktuelnim problemima naše struke, izmenama Zakona o građenju i problemima uvođenja EN u našu praksu. Istaknuto je da je nužno pripremiti stručnu javnost, tj. naše inženjere za praćenje međunarodne regulative, naročito Evropskih normi (EN) koje je publikovao CEN.

U diskusijama je naglašeno je da je i pored problema koje je nametnula opšta finansijska kriza poseta ovom Savetovanju bila zadovoljavajuća, uključivo sve Sednice i prateće diskusije.

Na osnovu izloženog predloženi su sledeći:

ZAKLJUČCI

1. Neosporno je da našu tehničku regulativu treba usaglasiti sa Evropskim normama, naročito sa normama EN 1997 – Eurocode 7 i EN 1998 – Eurocode 8. Međutim, ocenjeno je da bi bilo neprihvatljivo da se navedene evropske norme, u ovom trenutku, uvedu u našu građevinsku praksu jer naša struka nije pripremljena za njihovu primenu. Pored toga, tekst ovih standarda još uvek nije preveden na srpski jezik. Pošto su, u ovim standardima predviđeni i članovi koji treba da odražavaju lokalne uslove koji se definišu nacionalnim parametrima, tj. potrebno je doneti Dokument sa nacionalnim parametrima pre odluke o njihovoj primeni. Ovo se, pre svega, odnosi na faktore sigurnosti koji s obzirom na stanje naše laboratorijske i terenske opreme moraju da budu usklađeni sa validnošću podataka koje ova oprema obezbeđuje.

2. Geotehnička istraživanja, kako terenska tako i laboratorijska, treba da budu mnogo više zastupljena, prilikom projektovanja i izvođenja građevinskih objekata, nego što je to sada slučaj.

3. Geotehničke aspekte treba sve više uključivati pri rešavanju problema zaštite životne sredine.

4. Insistiranje, odnosno aktivno učešće članova Srpskog društva za mehaniku tla i geotehničkog inženjerstva u harmonizaciji naših propisa i standarda sa evropskim, koji se odnose na širu oblasti geotehnike i građevinarstva.

5. Unapređivanje i razvoj metodoloških principa geotehničkih istraživanja i ispitivanja, saglasno našim i svetskim normama i propisima.

6. Pokrenuti, odnosno uključiti se u definisanje neophodnog (okvirnog) obima i vrste geotehničkih radova za potrebe planiranja, projektovanja, izgradnje i eksploatacije objekata u skladu sa principima Eurocod-a 7 i drugih relevantnih tehničkih propisa, i normativa.

7. Potrebno je da članovi Društva, u praksi, svesrdno podrže razvoj i unapređenje novih tehnologija u projektovanju i građenju objekata, koje se pre svega, odnose na primenu novih (sekundarnih i otpadnih) materijala (geotekstil, stiropor, pepeo, latex, i dr.), što je u nekim radovima prikazano na ovom Savetovanju.

8. Članovi Društva su iskazali posebno zadovoljstvo i pozdravljaju razvoj i primenu savremenih monitoringa kod istraživanja i sanacija klizišta o objekata, naročito GNSS monitoringa i 3D laserskog skeniranja terena.

9. Na kraju opšti utisak je, da je ovo savetovanje, po naučno – stručnom prilazu pri pisanju radova, njihove prezentacije i problema koje su tretirali, na nešto višem nivou od prethodnih. Posebno je zapaženo prisustvo većeg broja mladih stručnjaka, koji su imali aktivnu ulogu u radu Savetovanja, što je za svaku pohvalu. Pošto je potvrđen značajan interes stručne javnosti za ovo Savetovanje Predloženo je da se SGIS i dalje pridržava njegovog redovnog održavanja svake dve godine.

Komisija za zaključke:

Prof. dr Radomir Folić,
dipl. građ. inž.

Prof. dr Slobodan Ćorić,
dipl. građ. inž.

Mr Vladeta Vujanić,
dipl. geol. inž.

Dr Nenad Šušić,
dipl. građ. inž.

VOJISLAV KORAĆ 1924–2010.



U jesen 2010. Godine preminuo je u Beogradu akademik Vojislav Korać, redovni profesor Istorije arhitekture na Filozofskom fakultetu Beogradskog univerziteta. Njegovo naučno delo koje odavno zauzima visoko mesto u našoj i svetskoj nauci o srednjovekovnoj srpskoj i vizantijskoj umetnosti i arhitekturi, trajno će se pamtiti po prekretničkoj ulozi koju je u njoj imalo, a posebno po jedinstvenom istraživačkom i metodološkom postupku; po filozofskom shvatanju i tumačenju arhitekture.

U svom nastavničkom radu na Filozofskom fakultetu, na kojem je proveo tri decenije (1960-1989.), Vojislav Korać je predavao, osim srednjovekovne srpske i vizantijske arhitekture, i istoriju zapadnoevropskog graditeljstva srednjeg veka, ali i modernog doba čije je razučene i složene tokove poznao i razumevao do tančina, a tumačio ih na način svojstven samo najvećim eruditama. Generacije studenata privlačila je na njegova predavanja, ne samo izvrsnost njihovih sadržaja, već i posebnost njegovih uvek nadahnutih izlaganja. Mlađe kolege i doktoranti za koje je pomno pripremao specijalne kurseve, doživljavali su ga kao prisnog sagovornika, cenili kao izuzetnog mentora, a voleli kao učitelja.

Istrajno staranje Vojislava Koraća o obrazovanju i uključivanju u istraživački rad mladih istoričara umetnosti

znatno je doprinelo unapređivanju naše istorije umetnosti, posebno istorije arhitekture koja je i na taj način sticala uvaženo mesto u stručnoj i kulturnoj javnosti.

Osim nastavničkog rada Vojislav Korać je sa punom posvećenošću i nemerljivim elanom preduzimao i obavljao niz drugih poslova koji su usmeravali tokove razvoja u modernoj istoriji umetnosti i otvarali nove puteve.

Prodekan Filozofskog fakulteta bio je u kritičnim godinama za rad Fakulteta, od 1967. do 1969. godine. Zajedno sa S. Radojčićem i V. Đurićem, osnovao je 1969. godine Institut za istoriju umetnosti Filozofskog fakulteta u Beogradu i postao njegov prvi upravnik. Tu dužnost je obavljao skoro dvadeset godina. Bilo je to, već sada je jasno, najplodotvornije doba u radu Instituta, ispunjeno sistematskim naučnim istraživanjima u okviru nekoliko kapitalnih projekata. Oni su, između ostalog, rezultirali objavljivanjem velikog broja knjiga u serijama monografija znamenitih srednjovekovnih spomenika i studija o srednjovekovnoj srpskoj umetnosti. Kao upravniku Instituta i članu redakcije „Zografa“, Vojislavu Koraću pripadaju, značajne zasluge za višedecenijsko trajanje tog časopisa specijalizovanog za srednjovekovnu umetnost. „Zograf“ i danas ima prestižno mesto u međunarodnoj naučnoj periodici.

Opređeljujući se za istraživački rad u arhitekturi još tokom studija koje je započeo u Pragu 1946, a završio u Beogradu 1952. godine, Vojislav Korać je učestvovao u mnogim istraživačkim projektima Arheološkog instituta SANU (1952-1960.), kao jedan od saradnika u timu svog profesora Đurđa Boškovića. Potom je i sam rukovodio istraživanjima crkava i manastira, kao i drugih složenih graditeljskih celina od posebnog istorijskog i kulturnog značaja, počev od antičke Duklje, Bara, Ratca, Boke Kotorske, Novog Brda i Martinića, do Sv. Pantelejmona u Nišu, Studenice Hvostanske, Pridvorice, Banjske i drugih.

Kao istoričar arhitekture, profesor Korać je decenijama aktivno i preda-

no učestvovao na mnogim i različitim poslovima vezanim za zaštitu i revitalizaciju graditeljskog nasleđa. Svoje bogato konzervatorsko iskustvo koje je sticao na arheološkim radilištima rukovodeći im, ili u različitim istraživačkim ekipama, prenosio je mladim stručnjacima, istrajno ih upućujući u shvatanja, ciljeve i metode konzervacije arhitekture. Od neprocenjive važnosti za razvitak naše službe zaštite graditeljske baštine bilo je njegovo delovanje u komisijama za radove na Svetoj Sofiji u Ohridu, na Studenici, Sopoćanima, Gradcu, Ravanici, Manasiji, manastiru Hilandaru i na mnogim drugim spomenicima našeg starog graditeljstva. Neposredno je bio odgovoran i za izuzetno složene poslove prenošenja građevina manastira Dobričeva (Hercegovina) na novu lokaciju što je kod nas bio prvi poduhvat takve vrste.

Naučni opus Vojislava Koraća temeljen na arheološkim istraživanjima i pisanim i drugim istorijskim izvorima, čini više kapitalnih knjiga i niz mnogobrojnih studija, rasprava i članaka objavljivanih kod nas i u svetu počev od 1951. do 2010. godine. Knjige i studije Vojislava Koraća spadaju u najvrednije što je u toj vrsti rada stvarano. Stoga im vreme još dugo neće oduzeti aktuelnost.

Na osnovu izuzetnih rezultata naučnog rada Vojislav Korać je izabran za člana Srpske akademije nauka i umetnosti 1981. godine. Počasni član Hrišćanskog arheološkog društva u Atini postao je 1998. godine. Bio je nosilac više uglednih nagrada, kao i priznanja za rad u oblasti zaštite graditeljskog nasleđa. Povodom 150. godišnjice Filozofskog fakulteta u Beogradu, 1988. godine odlikovan je Ordenom rada.

U našoj sredini i u svetskim naučnim krugovima, u kojima je bio izuzetno poštovan i visoko cenjen naučnik, Vojislav Korać ostaće zapamćen kao ličnost velike kulture, lucidnog duha, nemerljive plemenitosti i neponovljive skromnosti.

*Prof. dr Marica Šuput,
istoričar umetnosti*

ARH. MILAN R. TOMIĆ 1945–2011.



Sećanje na arhitektu se kao tanka nit provlači kroz vreme u kome postupno sazreva, nadograđuje kritičkim osvrtima i neposredno učestvuje u vrednovanju umetničkog oblikotvorenja njenog protagonista. Nit sećanja na arhitektu Milana R. Tomića tiho je počela da se odmotava 24. marta 2011. godine kada nas je napustio jedan od vrhunskih domaćih neimara, ličnost neiscrpne radne energije i zavidnog stvaralačkog prosede. Usklađujući sopstvene ideje prema praktičnim potrebama budućih korisnika svojih objekata, arh. Tomić se istakao kao jedan od neprikosnovenih autoriteta u domaćem graditeljstvu stambene višeporodične izgradnje.

Iako rođeni Vrščanin, arh. Tomić je ceo život proveo u Beogradu gde se školovao i stekao prve zvanične reference u svom radu.

Neposredno nakon diplomiranja na Arhitektonskom fakultetu u Beogradu 1968. godine, zaposlio se u arhitektonskom birou „Arkon“ u kome je radio do 2001. godine od kada je kao jedan od osnivača radio u birou „Beo-potez“. Tokom profesionalnog angažmana u „Arkonu“, arh. Tomić se u domaćim uže stručnim krugovima istakao kao vrsni poznavalac različitih funkcionalnih aspekata stambene arhitekture u skladu sa zatečenom epohom i njenom percepcijom estetike prostora. Besprekornim vladanjem materije odnosa funkcije i konstrukcije Tomićeva arhitektura je uvela reviziju novog značenja humanoidnosti u dotadašnju metodologiju rada.

U izuzetno obimnom graditeljskom opusu arh. Tomića u Srbiji je registrovano više od stotinu konkursnih projekata od kojih je realizovano preko trideset, a u koje spadaju i reprezentativni stambeni kompleksi poput: stambeni blok „Ada“ u Novom Sadu (1969), stambeni blok „Strelišće“ u Svetozarevu i stambeno naselje „Sremčica“. Osim višeporodične gradnje iz opusa istog autora se izdvajaju i objekti poput: Kosovska banka u Prištini (1970), Škola za muzičke talente u Čupriji (1985) i stambeno-poslovni centar u Gornjem Milanovcu.

Ostajući veran praktičnom vođenju profane arhitekture, Tomićev umetnički kredito je najbolje evidentiran u opusu crkvenih zdanja u Beogradu: hram sv. Velikomučnik Pantelejmona u Mirijevu (2000) i hram Joakima i Ane u Kaluđerici (2005). Iako je bilo nemoguće izbeći citate priznatih uzora u novijem srpskom sakralnom graditeljstvu, dve crkve su skicirane odlučnom autorovom rukom koja na nepogrešiv način emituje dovoljan intenzitet originalnosti i samosvesti umetnika da ostane veran individualno tumačenoj estetskoj konotaciji crkvenih zdanja, ne u opštem već u kontekstu zatečenog gradskog bastrada.

Celovita valorizacija dela arhitekta Milana R. Tomića tek predstoji. U previranju vremena i novije domaće historiografske misli, postupak arhitektonskog komponovanja i razumevanja složenosti zadatog funkcionalnog i estetskog usklađivanja sa zatečenim miljeom ali i epohom, opus arh. Tomića nedvosmisleno zaslužuje primerenu rehabilitaciju u kolektivnoj svesti šire kulturne javnosti, a posebnoj stvaralačkoj spoznaji nove generacije maldih arhitekata.

*Ivan R. Marković,
istoričar arhitekture*