





Gradbeni vestnik • GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE in MATIČNE SEKCIJE GRADBENIH INŽENIRJEV INŽENIRSKO ZBORNICE SLOVENIJE

UDK-UDC 05 : 625; tiskana izdaja ISSN 0017-2774;

spletna izdaja ISSN 2536-4332.

Ljubljana, maj 2020, letnik 69, str. 117-148

Izdajatelj:

Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS), Karlovška cesta 3, 1000 Ljubljana, telefon 01 52 40 200; faks 01 52 40 199 v sodelovanju z **Matično sekcijo gradbenih inženirjev Inženirske zbornice Slovenije (MSG IZS)**, ob podpori **Javne agencije za raziskovalno dejavnost RS, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, Fakultete za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo Univerze v Mariboru in Zavoda za gradbeništvo Slovenije**

Izdajateljski svet:

ZDGITS: **mag. Andrej Kerin**, predsednik
Dušan Jukić
prof. dr. Matjaž Mikoš
IZS MSG: Jernej Mazij
mag. Jernej Nučič
mag. Mojca Ravnikar Turk
UL FGG: izr. prof. dr. Sebastjan Bratina
UM FGPA: doc. dr. Milan Kuhta

Glavni in odgovorni urednik:

prof. dr. Janez Duhovnik

Lektor:

Jan Grabnar

Lektorica angleških povzetkov:

Romana Hudin

Tajnica:

Eva Okorn

Oblikovalska zasnova:

Mateja Goršič

Tehnično urejanje, prelom in tisk:

Kočevski tisk

Naklada:

500 tiskanih izvodov
3000 naročnikov elektronske verzije

Podatki o objavah v reviji so navedeni v bibliografskih bazah COBISS in ICONDA (The Int. Construction Database) ter na

<http://www.zveza-dgits.si>

Letno izide 12 števil. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 23,16 EUR; za študente in upokojene 9,27 EUR; za družbe, ustanove in samostojne podjetnike 171,36 EUR za en izvod revije; za naročnike iz tujine 80,00 EUR. V ceni je všteti DDV.

Poslovni račun ZDGITS pri NLB Ljubljana:
 SI56 0201 7001 5398 955

Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

1. Uredništvo sprejema v objavo znanstvene in strokovne članke s področja gradbeništva in druge prispevke, pomembne in zanimive za gradbeno stroko.
2. Znanstvene in strokovne članke pred objavo pregleda najmanj en anonimen recenzent, ki ga določi glavni in odgovorni urednik.
3. Članki (razen angleških povzetkov) in prispevki morajo biti napisani v slovenščini.
4. Besedilo mora biti zapisano z znaki velikosti 12 točk in z dvojnimi presledki med vrsticami.
5. Prispevki morajo vsebovati naslov, imena in priimke avtorjev z nazivi in naslovi ter besedilo.
6. Članki morajo obvezno vsebovati: naslov članka v slovenščini (velike črke); naslov članka v angleščini (velike črke); znanstveni naziv, imena in priimke avtorjev, strokovni naziv, navadni in elektronski naslov; oznako, ali je članek strokoven ali znanstven; naslov POVZETEK in povzetek v slovenščini; ključne besede v slovenščini; naslov SUMMARY in povzetek v angleščini; ključne besede (key words) v angleščini; naslov UVOD in besedilo uvoda; naslov naslednjega poglavja (velike črke) in besedilo poglavja; naslov razdelka in besedilo razdelka (neobvezno); ... naslov SKLEP in besedilo sklepa; naslov ZAHVALA in besedilo zahvale (neobvezno); naslov LITERATURA in seznam literature; naslov DODATEK in besedilo dodatka (neobvezno). Če je dodatkov več, so ti označeni še z A, B, C itn.
7. Poglavlja in razdelki so lahko oštevilčeni. Poglavlja se oštevilčijo brez končnih pik. Denimo: 1 UVOD; 2 GRADNJA AVTOCESTNEGA ODSEKA; 2.1 Avtocestni odsek ... 3 ...; 3.1 ... itd.
8. Slike (risbe in fotografije s primerno ločljivostjo) in preglednice morajo biti razporejene in omenjene po vrstnem redu v besedilu prispevka, oštevilčene in opremljene s podnapisi, ki pojasnjujejo njihovo vsebino.
9. Enačbe morajo biti na desnem robu označene z zaporedno številko v okroglem oklepaju.
10. Kot decimalno ločilo je treba uporabljati vejico.
11. Uporabljena in citirana dela morajo biti navedena med besedilom prispevka z oznako v obliki oglatih oklepajev: (priimek prvega avtorja ali kratica ustanove, leto objave). V istem letu objavljena dela istega avtorja ali ustanove morajo biti označena še z oznakami a, b, c itn.
12. V poglavju LITERATURA so uporabljena in citirana dela razvrščena po abecednem redu priimkov prvih avtorjev ali kraticah ustanov in opisana z naslednjimi podatki: priimek ali kratica ustanove, začetnica imena prvega avtorja ali naziv ustanove, priimki in začetnice imen drugih avtorjev, naslov dela, način objave, leto objave.
13. Način objave je opisan s podatki: knjige: založba; revije: ime revije, založba, letnik, številka, strani od do; zborniki: naziv sestanka, organizator, kraj in datum sestanka, strani od do; raziskovalna poročila: vrsta poročila, naročnik, oznaka pogodbe; za druge vrste virov: kratek opis, npr. v zasebnem pogovoru.
14. Prispevke je treba poslati v elektronski obliki v formatu MS WORD glavnemu in odgovornemu uredniku na e-naslov: janez.duhovnik@fgg.uni-lj.si. V sporočilu mora avtor napisati, kakšna je po njegovem mnenju vsebina članka (pretežno znanstvena, pretežno strokovna) oziroma za katero rubriko je po njegovem mnenju prispevek primeren.

Uredništvo

Vsebina • Contents

Članki • Papers

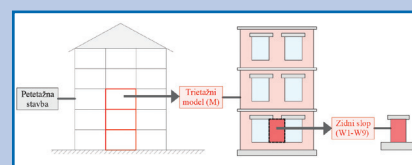
stran 118

prof. dr. Matjaž Mikoš, univ. dipl. inž. grad.
**REGIONALIZACIJA SLOVENIJE KOT INSTRUMENT ZA
DVIG KONKURENČNOSTI GOSPODARSTVA IN
DOLGOROČNI VZDRŽNI RAZVOJ**

REGIONALIZATION OF SLOVENIA AS AN INSTRUMENT
FOR RAISING COMPETITIVENESS OF THE ECONOMY
AND LONG-TERM SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF SLOVENIA

stran 131

dr. Petra Triller, univ. dipl. inž. grad.
doc. dr. Matija Gams, univ. dipl. inž. grad.
akad. prof. dr. Miha Tomaževič, univ. dipl. inž. grad.
**VPLIV VPETOSTI MED PREISKAVO OBNAŠANJA
NEARMIRANIH ZIDOV PRI POTRESNI OBTEŽBI**
INFLUENCE OF BOUNDARY RESTRAINTS AT TESTING OF
SEISMIC BEHAVIOUR OF UNREINFORCED MASONRY WALLS



Novi diplomanti

Eva Okorn

Koledar prireditev

Eva Okorn

Slika na naslovnici: Gradbišče potniškega terminala TE na letališču Jožeta Pučnika Ljubljana,
foto arhiv GIC GRADNJE

REGIONALIZACIJA SLOVENIJE KOT INSTRUMENT ZA DVIG KONKURENČNOSTI GOSPODARSTVA IN DOLGOROČNI VZDRŽNI RAZVOJ

REGIONALIZATION OF SLOVENIA AS AN INSTRUMENT FOR RAISING COMPETITIVENESS OF THE ECONOMY AND LONG-TERM SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF SLOVENIA

prof. dr. Matjaž Mikoš, univ. dipl. inž. grad.

matjaz.mikos@fgg.uni-lj.si

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo

in geodezijo,

Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana, in

Inženirska akademija Slovenije,

Tomšičeva ulica 4, 1000 Ljubljana

Strokovni članek

UDK 504:711.1(497.4)

Povzetek | Samostojna Slovenija stoji pred množico izzivov, povezanih z njenim vzdržnim razvojem in prilagajanjem na moderne spremembe zaradi globalizacije, na podnebne spremembe in podnebno krizo, kar zahteva premislek o vzdržnem razvoju v skladu z razpoložljivimi naravnimi viri, predvsem vodo, hrano in energijo. Zahteve vzdržnega razvoja in sozvočja z naravnimi viri dajejo gradbenemu inženirju enkratno mesto pri ustvarjanju grajenega okolja, saj je edini strokovni poklic, ki razume in upošteva celotni cikel gradnje, od prve skice v glavi do umestitve v prostor, projektiranja, gradnje, vzdrževanja objekta in njegove razgradnje ali odstranitve iz okolja, vse v smislu krožnega gospodarstva, zmanjševanja ogljičnega odtisa in uporabe obnovljivih virov energije. Mednarodne obveznosti Slovenijo kot državo in članico Evropske unije zavezujejo k hitremu ukrepanju in prilagajanju spremembam, če želi ne le ohraniti, temveč povečati kakovost življenja v Sloveniji. Regionalizacija Slovenije naj ne bo le izpolnitev ustavne obveznosti, temveč premišljen korak, ki bo pomagal Sloveniji kot državi in družbi storiti korak naprej v smeri vzdržnega razvoja, ki bo ob dvigu konkurenčnosti gospodarstva omogočil v pogojih vse večje globalizacije tudi višjo kakovost življenja in odgovorno sodelovanje pri reševanju globalnih problemov z aktivnimi rešitvami na lokalni ravni. To daje misliti, da so pomembnejše od oblike regionalizacije Slovenije njena vsebina in nove možnosti, ki naj jih regionalizacija odpre in zagotavlja za prihodnji vzdržni razvoj Slovenije. V razpravo o regionalizaciji Slovenije in vplivih na konkurenčnost gospodarskega okolja kot tudi na dolgoročni vzdržni razvoj Slovenije se mora vključiti tudi gradbena stroka, ki je pomemben gospodarski generator razvoja in pomemben porabnik surovin in energije.

Ključne besede: kakovost življenja, konkurenčnost, regionalizacija, Slovenija, vzdržni razvoj

Summary | Independent Slovenia faces many challenges related to its sustainable development and adaptation to modern changes due to globalization, climate change and the climate crisis, which requires consideration of sustainable development in accordance with available natural resources, especially water, food and energy. The re-

quirements of sustainable development and harmony with natural resources give civil engineers a unique place in creating built environment, as they are the only professionals who understand and respect the entire construction cycle from the first mental sketch to its placement in space, the construction itself, the maintenance of the facility and its decommissioning, or removal from the environment, all in terms of circular economy, carbon footprint reduction and the use of renewable energy. International commitments oblige Slovenia as a country and a Member State of the European Union to act swiftly and adapt to changes in order not only to preserve but to improve the quality of life in Slovenia. The regionalization of Slovenia should not only be the fulfilment of a constitutional obligation, but a deliberate step that will help Slovenia as a country and society to take a step towards sustainable development, which, in the context of raising competitiveness of the economy, will enable, in the conditions of increasing globalization, a higher quality of life and responsible cooperation to solve global problems with active solutions at the local level. This suggests that its content and the new possibilities that regionalization should open and provide for the future sustainable development of Slovenia are more important than the form of regionalization of Slovenia. The debate on regionalization of Slovenia and its effects on the competitiveness of the economic environment as well as on the long-term sustainable development of Slovenia must also include the construction sector, which is an important economic generator of development and a major consumer of raw materials and energy.

Key words: quality of life, competitiveness, regionalization, Slovenia, sustainable development

1 • UVOD

V slovenski ustavi je zapisano v 143. členu določilo o pokrajinah (v obliki, kot jo je določil leta 2006 sprejeti Ustavni zakon o spremembah 121., 140. in 143. člena Ustave RS), da gre za samoupravno lokalno skupnost, ki opravlja zadeve širšega pomena in z zakonom določene zadeve regionalnega pomena. Pokrajine se skladno z ustavo ustanovijo s sprejemom zakona v državnem zboru, ki določi tudi njihovo območje, sedež in ime, pri čemer se zahteva dvotretjinska večina glasov navzočih poslancev, pri postopku za sprejem zakona pa mora biti zagotovljeno sodelovanje občin. Ustava tudi določa, da država z zakonom prenese na pokrajine opravljanje posameznih nalog iz državne pristojnosti, a mora pokrajinam za to zagotoviti potrebna sredstva. Podrobneje je položaj pokrajin sicer določil tudi že leta 1993 sprejeti zakon o lokalni samoupravi, a se njegove določbe, da

so pokrajine oblika povezovanja občin, niso nikoli izvedle.

Leta 2019 smo tako daleč, da se je ob sodelovanju občin in delovne skupine Državnega sveta Republike Slovenije (www.pokrajine.si) (ponovno) pristopilo k oblikovanju pokrajin v Republiki Sloveniji, in sicer s pripravo koncepta in zakonodajnih podlag za vzpostavitev prihodnje pokrajinske ureditve v Republiki Sloveniji. Na mizi imamo junijski in avgustovski osnutek Zakona o pokrajinah ((ZPok, 2019a), (ZPok, 2019b)) kot tudi osnutek Zakona o ustanovitvi pokrajin (ZUPok, 2019), drugi dokument kot delovno gradivo tudi v različici iz 29. septembra 2019. Za razpravo o kakovosti letošnjega predloga za ustanovitev pokrajin sta pomembna člen 10. (naloge regionalnega pomena) in člen 11. (prenesene državne naloge) v avgustovskem osnutku Zakona o pokrajinah ((ZPok, 2019b),

str. 14–16). Odgovoriti pa bi si tudi morali na vprašanje, ali je dejstvo, da Slovenija nima pokrajin, morebiti eden glavnih krivcev za izgubljene razvojne priložnosti v preteklih letih in globok razvojni zaostanek zaradi krize po letu 2009.

V prispevku ne bomo gledali nazaj, ampak bomo povzeli položaj Republike Slovenije na področju globalne inovativnosti, globalne gospodarske konkurenčnosti, odprtosti poslovnega okolja in odpornosti gospodarskega okolja ter stanja na področju prizadevanj za vzdržni razvoj, ki izvirajo iz strateških dolgoročnih usmeritev slovenske družbe in sprejetih mednarodnih obveznosti. Navedena problematika je zelo zanimiva tudi za gradbeni sektor, ki je pomembna gospodarska dejavnost. Razmišljanje v gradbeništvu v 21. stoletju zahteva miselne premike (da ne rečem preskoke), več kolektivnega znanja in medsebojnega tesnega sodelovanja, zato vas v tem smislu vabim, da berete prispevek naprej.

2 • METODE IN PODATKI

V preteklosti smo problematiko varstva pred naravnimi nevarnostmi in škodljivim delovanjem voda ali, drugače zapisano, področje upravljanja tveganj ob različnih ujmah v Sloveniji povezovali tudi z izzivi urejeno-

sti slovenske države, vlogo posameznika, občine in države ter nujnostjo/možnostjo, ki bi jo odprla ustanovitev pokrajin v Sloveniji. Tako smo že obravnavali možnosti regionalizacije Slovenije v luči upravljanja voda,

upravne delitve Agencije Republike Slovenije za okolje in njenih izpostav (danes Direkcije za vode Republike Slovenije) ter delitve Republike Slovenije na vodna območja in pripravo strateških vodarskih dokumentov, kot so načrti upravljanja voda ((Mikoš, 2010a), (Mikoš, 2017b)), kot tudi, kako naj vidike integriranega varstva pred naravnimi nevarnostmi upoštevamo pri načrtovan-

ju razvoja slovenskega podeželja (Mikoš, 2010b). Pomemben element pri načrtovanju vzdržnega razvoja Slovenije je zmanjševanje tveganja ob naravnih in drugih nesrečah. Posebej lahko izpostavimo na lokalni ravni zaznano poplavno tveganje, ki se povečuje zaradi podnebnih sprememb (Šraj, 2017) – zato je nujna krepitev odpornosti slovenske družbe na naravne in druge nevarnosti ((Mikoš, 2017a), (Mikoš, 2018a)), kjer je navedena krepitev odpornosti družbe povezana s prehodom Slovenije v nizkoogljično družbo (Mikoš, 2017a) in večanjem globalne konkurenčnosti slovenskega gospodarstva (Mikoš, 2018b).

V nadaljevanju ne bomo ponavljali vsega že zapisanega v zgoraj navedenih prispevkih, temveč povabili vse k njihovem branju, tukaj pa nadaljevali in prikazali nekatere najnovejše javno dostopne podatke o globalni inovativnosti in globalni gospodarski konkurenčnosti, odprtosti poslovnega okolja ter globalni odpornosti gospodarskega okolja v Sloveniji ter doseganju ciljev trajnostnega razvoja – v čim večji možni meri primerjalno z izbranimi državami, predvsem sosedami Republike Slovenije, saj bi morali pri izbiri števila pokrajin v Sloveniji in njihovih nalogah izkoristiti primerjalne prednosti Slovenije pred sosednjimi državami in obenem zagotoviti odpravo nevarnih točk, ki dušijo vzdržni razvoj Slovenije ob doseganju inovativnosti in konkurenčnosti slovenskega gospodarskega in razvojnoraziskovalnega prostora ter povečevanju kakovosti življenja v Sloveniji.

2.1 Globalna inovativnost Slovenije

Letošnje poročilo o globalnem indeksu inovativnosti za leto 2019 (GII, 2019) za približno 130 držav podaja učinkovitost njihove inovativnosti, in sicer na podlagi 80 kazalnikov s področja inovativnosti, poslovnega okolja, izobraževanja, infrastrukture in prefinjenosti poslovanja. Slovenija se leta 2019 uvršča na 31. mesto (preglednica 1) in je na robu držav inovator – negativno na njeno uvrstitev deluje predvsem *zapletenost trga* (87. mesto, najslabše med 10 primerjanimi državami), delno še slabši *rezultati znanja in tehnološki rezultati* (40. mesto) in *infrastruktura* (37. mesto). Med podrobnejšimi elementi inovacijskega sistema so problematični deli *zapletenosti trga: investiranje* (92. mesto) in *kreditiranje* (81. mesto) ter tudi del *poslovne prefinjenosti: inovacijske povezave* (56. mesto) – predvsem kazalnika *število skupnih podjetij in strateških povezav* (66. mesto) in *stanje pri oblikovanju gospodarskih gruč v gospodarstvu* (57. mesto).

Področje inovativnosti	Država – mesto									
	Slovenija	Avstrija	Češka	Hrvaška	Italija	Madžarska	Nemčija	Poljska	Slovaška republika	Švica
Globalni indeks inovativnosti	31	21	26	44	30	33	9	39	37	1
Institucije (politično okolje, pravno okolje, poslovno okolje)	20	17	29	45	34	41	16	37	38	12
Človeški viri in raziskovanje (izobraževanje, terciarno izobraževanje, raziskave in razvoj)	27	8	34	50	31	41	3	40	58	7
Infrastruktura (IKT, splošna infrastruktura, ekološka trajnost)	37	17	32	46	22	40	13	38	36	3
Zapletenost trga (kreditiranje, investiranje, trgovina in konkurenca)	87	44	46	71	50	76	20	65	67	7
Poslovna prefinjenost (razvojniki, inovacijske povezave, črpanje znanja)	27	18	25	49	29	33	12	38	46	2
Rezultati znanja in tehnološki rezultati (ustvarjanje znanja, vpliv znanja, širjenje znanja)	40	25	16	49	22	17	10	39	29	1
Ustvarjalni rezultati (neopredmetna sredstva, ustvarjalne dobrine in storitve, spletna ustvarjalnost)	24	25	21	51	37	38	10	46	36	1

Preglednica 1 • Lestvica globalne učinkovitosti inovativnosti za leto 2019 (povzeto po (GII, 2019)).

Na ravni posameznih kazalnikov (skupaj jih je 80) je Slovenija najvišje uvrščena pri številu znanstvenih in strokovnih objav (2. mesto), v deležu poslovnega sektorja pri financiranju raziskav in razvoja (6. mesto), številu posnetih filmov na število prebivalcev v starosti 15–69 let (8. mesto), lahkotnosti reševanja insolventnosti (9. mesto), rezultati PISA-testiranja v branju, matematiki in znanosti (9. mesto), številu blagovnih znamk (9. mesto), delež polno zaposlenih raziskovalcev v poslovnih podjetjih na 1000 prebivalcev (10. mesto), število patentov (11. mesto), število podeljenih certifikatov kakovosti ISO 9001 (11. mesto), število uradniških posegov v Wikipedijo (12. mesto).

2.2 Globalna gospodarska konkurenčnost Slovenije

Svetovni gospodarski forum (www.weforum.org) v poročilu o globalni konkurenčnosti držav sveta v obdobju 2017–2018 (Schwab, 2017), objavljenem 26. septembra 2017, predstavlja niz izbranih kazalnikov konkurenčnosti v treh glavnih kategorijah (osnovne zahteve, pospeševalci uspešnosti, inovacijski in zahtevnostni faktorji) z 12 področnimi stebri državne politike v izbranih 137 gospodarstvih. Poročilo ocenjuje svetovna gospodarstva

skozi optiko nacionalne konkurenčnosti na svetovnem trgu, ki jo definira kot niz institucij, politik in izbranih faktorjev, ki določijo raven produktivnosti. Slovenija se v tem poročilu za leti 2017–2018 uvršča na 48. mesto ((Schwab, 2017), str.: 266–267). Med 12 stebri indeksa globalne konkurenčnosti smo najvišje uvrščeni po kazalniku zdravja in osnovnošolskega izobraževanja (14. mesto), sledi sekundarno in terciarno izobraževanje in usposabljanje (24. mesto). Področje infrastrukture je ocenjeno z 39. mestom, kjer so skrb vzbujajoče ocene kakovosti cest (51. mesto), železniške infrastrukture (62. mesto) in infrastrukture za zračni transport (71. mesto).

V svojem najnovejšem poročilu za leto 2018 (Schwab, 2018), objavljenem 17. oktobra 2018, Svetovni gospodarski forum v duhu četrte industrijske revolucije (4IR – Fourth Industrial Revolution) spreminja metodologijo izračuna indeksa globalne konkurenčnosti držav (naslednje poročilo za leto 2019 je izšlo oktobra 2019 in je zanimivo branje, ali je Slovenija v njem dosegla višjo raven konkurenčnosti glede na lastni hiter razvoj v zadnjem obdobju po izhodu iz gospodarske krize). Svetovni gospodarski forum je kot od-

Področje	Država – mesto									
	Slovenija	Avstrija	Češka	Hrvaška	Italija	Madžarska	Nemčija	Poljska	Slovaška republika	Švica
Skupna ocena konkurenčnosti	37	19	33	60	44	47	17	38	53	4
Domače gospodarstvo	46	19	29	57	38	23	9	26	39	6
Mednarodna trgovina	11	18	17	23	25	12	13	10	19	29
Mednarodne investicije	53	25	38	43	32	63	9	40	56	18
Zaposlenost	37	33	12	55	58	34	14	32	47	29
Cene	12	24	25	36	49	14	38	9	23	57
Javne finance	35	30	25	46	58	45	14	38	47	5
Fiskalna politika	56	61	47	55	57	46	59	49	50	8
Institucionalni okvir	43	17	31	55	44	39	16	41	54	1
Poslovna zakonodaja	35	21	42	60	43	37	20	39	59	12
Družbeni okvir	21	13	25	43	42	41	15	38	46	8
Produktivnost, učinkovitost	31	13	28	57	30	46	15	27	34	10
Trg dela	52	19	49	63	53	59	30	38	62	15
Finance	45	21	36	61	38	49	17	37	57	3
Menedžerske prakse	34	10	43	63	39	49	32	36	61	17
Odnosi in vrednosti	40	34	39	63	50	57	38	48	59	21
Osnovna infrastruktura	30	15	24	57	56	32	22	31	46	8
Tehnološka infrastruktura	31	26	30	57	40	41	23	39	42	8
Znanstvena infrastruktura	30	13	26	55	21	35	5	31	50	4
Zdravje in okolje	27	9	31	37	24	39	6	43	38	1
Izobraževanje	17	13	40	42	38	44	29	31	47	9

Preglednica 2 • Uvrstitev Slovenije in izbranih evropskih držav na lestvici Inštituta za razvoj menedžmenta o svetovni konkurenčnosti za leto 2019 (povzeto po (IMD, 2019)).

govor na deseto obletnico izbruha zadnje svetovne gospodarske krize (l. 2008) vpeljal nov indeks globalne konkurenčnosti 4.0 (Global Competitiveness Index 4.0), posodobil 98 kazalnikov državne politike, grupirane v 12 stebrov na 4 področjih (spodbudno okolje, človeški kapital, trg, inovacijski ekosistem).

V poročilu za leto 2018 se Slovenija uvršča na 35. mesto med 140 državami ((Schwab, 2018), str. 519–521) in po isti prenovljeni metodologiji na 35. mesto med 135 državami v letu 2017. Lahko ugotovimo, da je Sloveniji prenovljena metodologija določanja indeksa globalne konkurenčnosti prinesla skok z 48. mesta na 35. mesto v svetovnem merilu. Med 12. stebri indeksa globalne konkurenčnosti smo višje kot na 35. mesto uvrščeni po kazalniku makroekonomske stabilnosti (macroeco-

nomic stability – delimo 1. mesto skupaj še s 30 državami), poslovne dinamike (business dynamisms – 24. mesto), trga proizvodov (product market – 27. mesto), inovativnih zmogljivosti (innovation capability – 28. mesto), znanj in spretnosti (skills – 29. mesto) ter zdravja (health – delimo 34. mesto še s 3 državami). Na področju infrastrukture smo zasedli 35. mesto, kjer so skrb vzbujajoče ocene povezanosti letališč (101. mesto), zmogljivosti (učinkovitosti) železniških storitev (67. mesto) in zmogljivosti (učinkovitosti) storitev zračnega transporta (64. mesto), dviguje pa našo oceno 100% elektrificiranost (1. mesto delimo še s 65 državami), gostota cestnega omrežja (delimo 11. mesto s še 19 državami) in zanesljivost preskrbe s pitno vodo (18. mesto). Gotovo je pomembno ohraniti visoko

oceno glede zanesljivosti oskrbe s pitno vodo (11. mesto in ocena 6,6 od 7) in izboljšati oceno za delež prebivalstva, ki nima oskrbe z varno pitno vodo (ocena v poročilu je 6,3 % in zato le 37. mesto) – kljub ustavni pravici do pitne vode (novi 70a. člen Ustave Republike Slovenije od leta 2016 – UZ70a), ki določa, da ima vsakdo pravico do pitne vode, da so vodni viri javno dobro v upravljanju države, da služijo prednostno in trajnostno oskrbi prebivalstva s pitno vodo in z vodo za oskrbo gospodinjstev in v tem delu niso tržno blago ter da oskrbo prebivalstva s pitno vodo in z vodo za oskrbo gospodinjstev zagotavlja država preko samoupravnih lokalnih skupnosti neposredno in neprofitno. Prav ta zapis pravice do pitne vode v Ustavo RS je lahko poseben izziv za pokrajine, da prevzamejo to državno dolžnost na svoja ramena.

Svoj pogled na svetovno konkurenčnost je za 63 držav izdelal tudi Inštitut za razvoj menedžmenta iz Švice (IMD, 2019), ki je uporabil več kot 340 kriterijev konkurenčnosti, izdelanih na osnovi dveh tretjin mednarodnih in nacionalnih statističnih podatkov in ene tretjine iz podatkov anketiranja vodilnih menedžerjev v podjetjih. Konkurenčnost je merjena za 20 kazalnikov v štirih kategorijah (po 5 na vsako kategorijo): gospodarska uspešnost, vladna učinkovitost, poslovna učinkovitost in razvitost infrastrukture. Slovenija je uvrščena na 37. mesto (dvig z 49. mesta leta 2015), primerjava z izbranimi državami pa je prikazana v preglednici 2.

Med pozitivnimi dejavniki konkurenčnosti izstopa mednarodna trgovina (11. mesto), cene (12. mesto), izobraževanje (17. mesto) in družbeni okvir (21. mesto), med negativnimi dejavniki pa fiskalna politika (56. mesto), mednarodne investicije (53. mesto) in trg dela (52. mesto).

Izzivi leta 2019 za Slovenijo so naslednji: i) zmanjševanje administrativnih bremen in poenostavljanje administrativnih postopkov; ii) zmanjševanje davčnih bremen za (izobraženo) delovno silo; iii) povezati izobraževalni sistem s potrebami podjetij, promovirati vseživljenjsko izobraževanje in strategije upravljanja človeških virov vseh starostnih obdobjih; iv) digitalna preobrazba srednjih in majhnih podjetij (SME) in okrepitev inovativne zmogljivosti; v) krepitev fiskalne vzdržnosti.

2.3 Indeks odprtosti poslovnega okolja Slovenije

Svetovna banka je pripravila poročilo o odprtosti poslovnega okolja v 190 državah in mestih

področje	Država – mesto									
	Slovenija	Avstrija	Česka	Hrvaška	Italija	Madžarska	Nemčija	Poljska	Slovaška republika	Švica
Skupna ocena odprtosti	40	26	35	58	51	53	24	33	42	38
Ustanovitev podjetja	38	118	115	123	67	82	114	121	127	77
Pridobivanje gradbenega dovoljenja	120	42	156	159	104	110	24	40	143	69
Pridobivanje električnega priključka	23	28	10	61	37	122	5	58	47	11
Registracija imetja	56	32	33	51	23	30	78	41	9	16
Pridobivanje kredita	112	85	44	85	112	32	44	32	44	73
Varstvo malih vlagateljev	30	33	72	38	72	110	72	57	95	110
Plačevanje davkov	41	40	45	89	118	86	43	69	48	20
Čezmejno trgovanje	1	1	1	1	1	1	40	1	1	39
Uveljavljanje pogodb	110	10	99	25	111	22	26	53	47	55
Razreševanje nesolventnosti	9	21	15	59	22	65	4	25	42	46

Preglednica 3 • Uvrstitev Slovenije in izbranih evropskih držav na lestvici Svetovne banke o odprtosti poslovnega okolja za lokalna podjetja za leto 2019 (povzeto po ((SB, 2018a), (SB, 2018b))).

sveta, in sicer s pomočjo 41 kazalnikov, združenih v 10 področij. Na lestvici za leto 2019 dosega Slovenija prvo mesto pri kazalniku stroška za odpiranje podjetja, merjeno v % prihodka podjetja.

Kot lahko vidimo iz preglednice 3, deluje v Sloveniji negativno na odprtost poslovnega okolja za majhne podjetnike predvsem pridobivanje gradbenega dovoljenja, pridobivanje kredita in uveljavljanje pogodb. Pridobivanje gradbenega dovoljenja v dnevih je v Sloveniji 247,5 dneva ob 17 procedurah, v Nemčiji pa 126 dni ob 9 procedurah. Kako lahko pokrajine prispevajo k odprtosti in urejenosti poslovnega okolja in spodbudijo inovatorje za vlaganje v nove izdelke in storitve? Če si pogledamo še podroben ekonomski profil Slovenije (SB, 2018c), bi lahko prepoznali elemente, kjer Slovenija mora stopiti korak naprej, predvsem v primerjavi s sosednjimi deželami, da bi pritegnila tuje vlagatelje in spodbudila domača vlaganja.

Vlaganja (finančna) so lahko s strani domačih ali tujih investitorjev. Ali je Slovenija zanimiva za tuje vlagatelje?

2.4 Globalni indeks odprtosti gospodarskega okolja v Sloveniji

Podjetje FM Global (www.fmglobal.com) je ena največjih svetovnih agencij za zavarovan-

je komercialne in industrijske lastnine. Letno objavlja globalni indeks odpornosti (Global Resilience Index; <https://www.fmglobal.com/research-and-resources/tools-and-resources/resilienceindex>), usmerjen v oceno odpornosti (resilience) gospodarskega okolja in določen na osnovi 12 gonilnih sil (preglednica 4) – za

in računovodskih standardov, uravnavanja konflikta interesov in analizo delničarskega upravljanja. Vrednosti indeksov, faktorjev in gonilnih sil so normalizirane na interval med 0 (najnižja odpornost) in 100 (najvišja odpornost). Področje graditve, kjer je pomembno umeščanje posegov v prostor, vstopa v indeks odpornosti s stopnjo urbanizacije (grajeno okolje) in kakovostjo varstva pred naravnimi nevarnostmi (potresi, poplave, veter, požari; preglednica 5) ter z oskrbovalno verigo s kakovostjo infrastrukture (promet, logistika).

V letu 2019 je imela Slovenija globalni indeks odpornosti 60,6 in se je uvrstila na 42. mesto med 130 državami oziroma regijami. V preglednici 6 prikazujemo primerjavo Slovenije z izbranimi državami srednje Evrope. Ko si pogledamo skupne indekse odpornosti sosednjih in/ali primerljivih držav v letu 2019, ne blestimo ravno v tej mednarodni primerjavi in imamo kar nekaj prostora za izboljšave. Lahko nas skrbi nizka uvrstitev na tej lestvici odpornosti, predvsem dejavnika kakovosti varstva z indeksom 27,9 in 90. mestom. V preglednici 7 prikazujemo, da smo v letih 2015 do 2019 svoje mesto le poslabšali, predvsem ob konstantno slabi oceni za veliko izpostavljenost naravnim nevarnostim (slaba preventiva ob načrtovanju in posegih v prostor, neprimerna raba tal) predvsem zaradi katastrofalno slabe kakovosti požarnega varstva (100. mesto v letu 2019).

V Sloveniji lahko predvsem storimo več pri zmanjševanju izpostavljenosti gospodarskih (in

I. Indeks	2019 FM globalni indeks odpornosti		
II. Dejavniki	Gospodarstvo	Kakovost varstva	Oskrbovalna veriga
III. Gonilne sile	Produktivnost	Izpostavljenost naravnim nevarnostim	Nadzor nad korupcijo
	Politična tveganja	Kakovost varstva pred naravnimi nevarnostmi	Kakovost infrastrukture
	Poraba nafte	Kakovost požarnega varstva	Korporativno upravljanje
	Stopnja urbanizacije	Prepletena kibernetska tveganja	Vidnost oskrbovalne verige

Legenda: ■ Obogateni podatki za 2019

■ Nove gonilne sile, dodane v 2019

Preglednica 4 • Struktura globalnega indeksa odpornosti za leto 2019 (povzeto po (FM Global, 2019), str. 3).

leto 2019 so zamenjali gonilno silo *Kakovost lokalnih oskrbovalcev s korporativnim upravljanjem*, ki naj bi bolje opisovalo primernost gospodarskega okolja za odpornost poslovanja z analizo uveljavljanja računskih izkazov

drugih) aktivnosti naravnim nevarnostim (preventivno varstvo in določitev vseh ogroženih območij v Sloveniji skladno z zakonom o vodah iz leta 2002, ne le poplavne nevarnosti) in na področju protipotresne prenove ogroženih

Gonilna sila	Definicija
Izpostavljenost naravnim nevarnostim	Delež (odstotek) površine države, ki je namenjena gospodarskim aktivnostim in izpostavljena ekstremnemu delovanju vsaj ene naravne nevarnosti – vetra, poplave ali potresa (100-letne povratne dobe za veter in poplave ter 500-letne za potrese).
Kakovost varstva pred naravnimi nevarnostmi	Kakovost in izvajanje državne politike na področju gradbene zakonodaje glede načrtovanja gradenj, odpornih proti naravnim nevarnostim (80 %), kombinirana z ravno dosežene varnosti obstoječe gradnje pred naravnimi tveganji na državni ravni (20 %).
Kakovost požarnega varstva	Kakovost in izvajanje državne politike na področju gradbene zakonodaje glede načrtovanja požarno varne gradnje (80 %), kombinirana z ravno dosežene varnosti obstoječe gradnje pred požarnimi tveganji na državni ravni (20 %).
Prepletena kibernetska tveganja	Ranljivost za kibernetske napade, kombinirana z zmožnostjo države za okrevanje; prikazana z dostopom do interneta (odstotek ljudi v državi, ki imajo dostop do interneta) in civilnimi svoboščinami.

Preglednica 5 • **Obrazložitev dejavnika kakovost varstva kot enega od treh dejavnikov, ki sestavljajo globalni indeks odpornosti (povzeto po (FM Global, 2019), str. 10–11).**

objektov (vzporedno z energetske prenovo) in požarnega varstva kot tudi pri višanju pro-

je predvsem vlaganje v preventivno varstvo in izogibanje večjim tveganjem.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/>), ki sicer opredeljuje 169 konkretnih medsebojno povezanih in neločljivih ciljev trajnostnega razvoja, razdeljenih na 5 področij: ljudje – zemlja – blaginja – mir – partnerstvo.

Spomnimo, da je sedemnajst splošnih ciljev trajnostnega razvoja, prikazanih na sliki 1, podrobneje definiranih, kot sledi (Agenda 2030, 2015b):

Cilj 1. Odpraviti vse oblike revščine povsod po svetu.

Cilj 2. Odpraviti lakoto, zagotoviti prehransko varnost in boljšo prehrano ter spodbujati trajnostno kmetijstvo.

Cilj 3. Poskrbeti za zdravo življenje in spodbujati splošno dobro počutje v vseh življenjskih obdobjih.

Cilj 4. Vsem enakopravno zagotoviti kakovostno izobrazbo ter spodbujati možnosti vseživljenjskega učenja za vsakogar.

Cilj 5. Doseči enakost spolov ter krepiti vlogo vseh žensk in deklc.

Cilj 6. Vsem zagotoviti dostop do vode in sanitarne ureditve, poskrbeti za trajnostno gospodarjenje z vodnimi viri.

Cilj 7. Vsem zagotoviti dostop do cenovno sprejemljivih, zanesljivih, trajnostnih in sodobnih virov energije

Ocena	Država – mesto (ocena/100)									
	Slovenija	Avstrija	Češka	Hrvaška	Italija	Madžarska	Nemčija	Poljska	Slovaška republika	Švica
skupni indeks	42. (60,6)	8. (93,6)	20. (86,7)	37. (63,2)	31. (72,2)	35. (67,1)	4. (96,6)	24. (81,6)	29. (74,3)	3. (97,0)
gospodarstvo	33. (60,4)	10. (72,4)	15. (70,2)	42. (55,6)	37. (59,1)	25. (62,0)	11. (72,2)	19. (66,0)	9. (73,0)	3. (87,6)
kakovost varstva	90. (27,9)	16. (83,2)	2. (98,8)	34. (62,6)	28. (69,9)	35. (61,8)	3. (96,4)	6. (94,4)	19. (79,0)	22. (77,5)
oskrbovalna veriga	34. (67,4)	9. (88,7)	29. (71,2)	47. (58,6)	32. (67,8)	43. (61,3)	12. (87,6)	33. (67,5)	49. (58,1)	13. (87,3)

Preglednica 6 • **Svetovna lestvica globalnega indeksa odpornosti gospodarstev (držav) za leto 2019 (povzeto po (FM Global, 2019), str. 15–18, in s spletne strani: <https://www.fmglobal.com/research-and-resources/tools-and-resources/resilienceindex>).**

duktivnosti, kjer smo prejeli oceno 28/100 in zasedli 39. mesto – produktivnost je bila merjena kot *per capita* kupna moč prebivalca (bruto domači proizvod, izražen s kupno močjo, deljen s skupnim številom prebivalstva). Bogatejša država lahko več vlaga v varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami. Nujno

2.5 Agenda 2030 in cilji trajnostnega razvoja

Vrh organizacije Združenih narodov je leta 2015 sprejel 17 splošnih ciljev trajnostnega razvoja (slika 1) v obliki Agende 2030 za trajnostni razvoj ((Agenda 2030, 2015a), (Agenda 2030, 2015b) – podrobnosti na:

Cilj 8. Spodbujati trajnostno, vključujočo in vzdržno gospodarsko rast, polno in produktivno zaposlenost ter dostojno delo za vse.

Cilj 9. Zgraditi vzdržljivo infrastrukturo, spodbujati vključujočo in trajnostno industrializacijo ter pospeševati inovacije.

Ocena	Slovenija – mesto in (ocena/100)				
	2015	2016	2017	2018	2019
Kakovost varstva	83. (32,1)	81. (32,9)	81. (33,2)	80. (32,2)	90. (27,9)
Izpostavljenost naravnim nevarnostim	77. (12,5)	77. (12,5)	77. (12,5)	77. (12,5)	77. (12,5)
Kakovost varstva pred naravnimi nevarnostmi	41. (45,2)	42. (43,0)	42. (46,6)	42. (42,3)	52. (36,7)
Kakovost požarnega varstva	72. (21,6)	71. (21,7)	71. (22,2)	72. (26,2)	100. (22,5)
Prepletena kibernetska tveganja	50. (65,5)	38. (65,7)	36. (65,5)	38. (66,2)	43. (63,6)

Preglednica 7 • Slovenija na svetovni lestvici globalnega indeksa odpornosti gospodarstev (držav) v obdobju 2015–2019 (povzeto po spletni strani <https://www.fmglobal.com/research-and-resources/tools-and-resources/resilienceindex>).

Cilj 10. Zmanjšati neenakosti znotraj držav in med njimi.

Cilj 11. Poskrbeti za odprta, varna, vzdržljiva in trajnostna mesta in naselja.

Cilj 12. Zagotoviti trajnostne načine proizvodnje in porabe.

Cilj 13. Sprejeti nujne ukrepe za boj proti podnebnim spremembam in njihovim posledicam.

Cilj 16. Spodbujati miroljubne in vključujoče družbe za trajnostni razvoj, vsem omogočiti dostop do pravnega varstva ter oblikovati učinkovite, odgovorne in odprte ustanove na vseh ravneh.

Cilj 17. Okrepiti načine in sredstva za izvajanje ciljev ter oživiti globalno partnerstvo za trajnostni razvoj.



Slika 1 • Sedemnajst ciljev Agende 2030 za trajnostni razvoj (povzeto po: <https://www.stat.si/Pages/cilji>).

Cilj 14. Ohranjanje in vzdržno uporabljati oceane, morja in morske vire za trajnostni razvoj.

Cilj 15. Varovati in obnoviti kopenske ekosisteme ter spodbujati njihovo trajnostno rabo, trajnostno gospodariti z gozdovi, boriti se proti širjenju puščav, preprečiti degradacijo zemljišč in obrniti ta pojav ter preprečiti izgubo biotske raznovrstnosti.

Agenda za trajnostni razvoj do leta 2030 poziva države članice, naj v okviru mehanizma za spremljanje in poročanje »začnejo izvajati redne in splošne preglede napredka na državni in notranji ravni, za katere dajo pobudo in jih vodijo same« ((Agenda 2030, 2015b), str. 33/35 – odstavek 79). Tako lahko na spletnih straneh Službe Vlade Republike Slovenije za razvoj in evropsko kohezijsko

politiko (SVRK, 2019a) preberemo nacionalna poročila za leto 2017 (VNR, 2017) in 2018 (VNR, 2018) o izvajanju Agende 2030 v Sloveniji. Zadnje razpoložljive podatke o izpolnjevanju 17 ciljev trajnostnega razvoja je decembra 2018 podal Statistični urad Republike Slovenije (SURS, 2018). Pomembno vlogo pri uresničevanju ciljev vzdržnega razvoja ima tudi lokalna samouprava (UCLG, 2019g).

Primerjava z drugimi državami je možna v letnih poročilih o doseganju ciljev trajnostnega razvoja Agende 2030 (SDG), ki jih izdaja združenje SDSN – Sustainable Development Solutions Network pod okriljem Organizacije združenih narodov (OZN) in fundacija Bertelsmann Stiftung ((Sachs, 2016), (Sachs, 2017), (Sachs, 2018), (Sachs, 2019)). Prikaz za zadnja 4 leta za Slovenijo in primerljive (tudi sosednje) države je v preglednici 8.

Za spremljanje 169 specifičnih ciljev trajnostnega razvoja je Statistična komisija Združenih narodov marca 2017 določila 232 kazalnikov. V študiji OECD za leto 2017 o uresničevanju ciljev trajnostnega razvoja je bilo obravnavanih le 131 kazalnikov za doseganje 98 specifičnih ciljev – Slovenija ni predstavljena popolno, spremlja le 126 kazalnikov, ki pokrivajo uresničevanje 95 specifičnih ciljev. V Sloveniji ne spremljamo nekaterih dogovorjenih kazalnikov, predvsem na področju trajnostne proizvodnje (cilj 12), oceanov (cilj 14) in mest (cilj 11), kjer spremljamo manj kot 30 % mednarodno dogovorjenih kazalnikov ((OECD, 2017), str. 54). V študiji OECD (OECD, 2017) je Slovenija že dosegla 12 specifičnih ciljev od 95 obravnavanih ciljev – 126 razpoložljivih kazalnikov v Sloveniji je omogočilo obravnavo 95 ciljev od skupno specifičnih 169 ciljev.

V primerjavi s povprečjem OECD držav Slovenija nadpovprečno izpolnjuje cilja 5 (enakost spolov) in 15 (biodiverziteta), pri velikosti ciljih je blizu povprečja OECD držav, izjeme so cilj 2 (odprava lakote), cilj 3 (zdravje in dobro počutje), cilj 6 (čista voda in sanitarna ureditev) in cilj 17 (partnerstva za doseganje ciljev). Pri doseganju navedenih ciljev bi lahko imela regionalizacija Slovenije svojo vlogo, recimo pri organiziranju regionalne zdravstvene oskrbe (regionalne bolnišnice) in regijskih centrov za socialno delo kot tudi regionalnih vodovodov za kakovostno in stalno preskrbo s pitno vodo tudi v primerih onesnaženj in dolgih sušnih obdobjih ter ureditev regionalnega zbiranja in predelave odpadkov. Nove tehnologije sicer omogočajo tudi lokalne rešitve; recimo pametna omrežja,

Ocena	Država – mesto (stopnja učinkovitosti v %)									
	Slovenija	Avstrija	Češka	Hrvaška	Italija	Madžarska	Nemčija	Poljska	Slovaška republika	Švica
2016	17/149 (76,6)	7/149 (79,1)	15/149 (76,7)	36/149 (70,7)	35/149 (70,9)	24/149 (73,4)	6/149 (80,5)	38/149 (69,8)	26/149 (72,7)	5/149 (80,9)
2017	9/157 (80,5)	7/157 (81,4)	5/157 (81,9)	24/157 (76,9)	30/157 (75,5)	18/157 (78,0)	6/157 (81,7)	27/157 (75,8)	23/157 (76,9)	8/157 (81,2)
2018	8/156 (80,0)	9/156 (80,0)	13/156 (78,7)	21/156 (76,5)	29/156 (74,2)	26/156 (75,0)	4/156 (82,3)	32/156 (73,7)	24/156 (75,6)	7/156 (80,1)
2019	12/162 (79,4)	5/162 (81,1)	7/162 (80,7)	22/162 (77,8)	30/162 (75,8)	25/162 (76,9)	6/162 (81,1)	29/162 (75,9)	27/162 (76,2)	17/162 (78,8)

Preglednica 8 • Svetovna lestvica globalnega indeksa odpornosti gospodarstev (držav) za obdobje 2016-2019 (povzeto po (Sachs, 2016), (Sachs, 2017), (Sachs, 2018), (Sachs, 2019)).

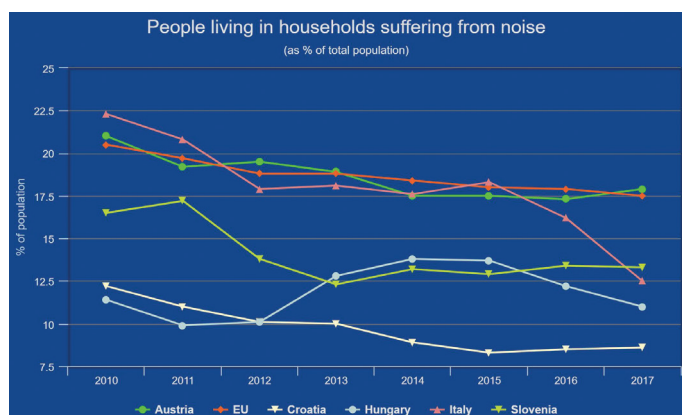
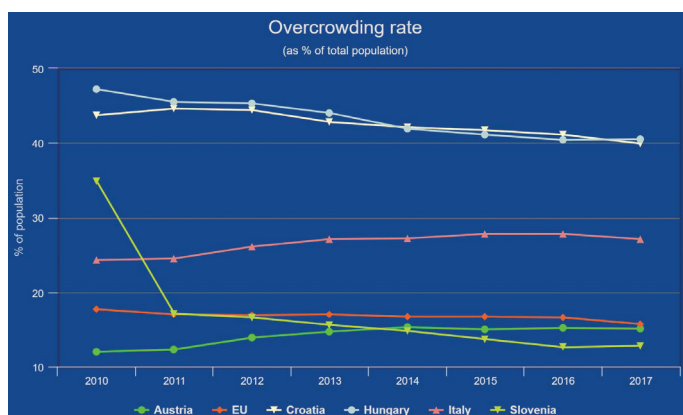
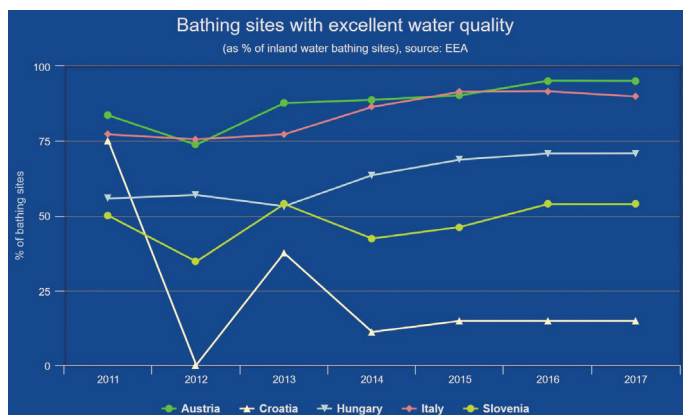
pametna mesta, shranjevalniki energije in podobne prihajajoče tehnologije spreminjajo naše načrtovanje rabe prostora in umeščanje posegov v prostor.

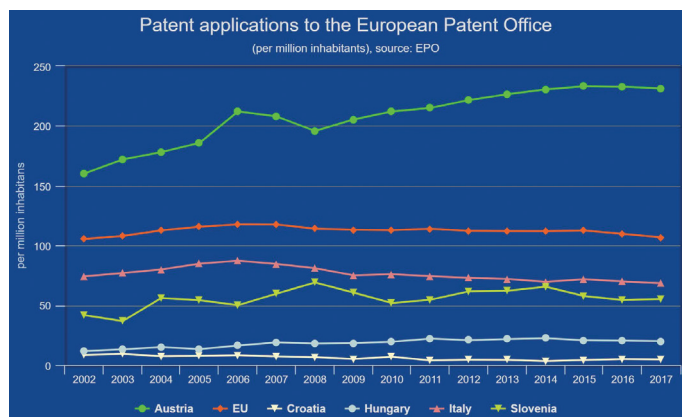
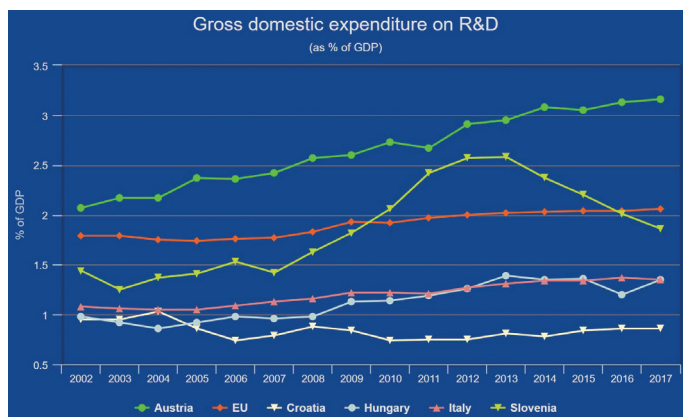
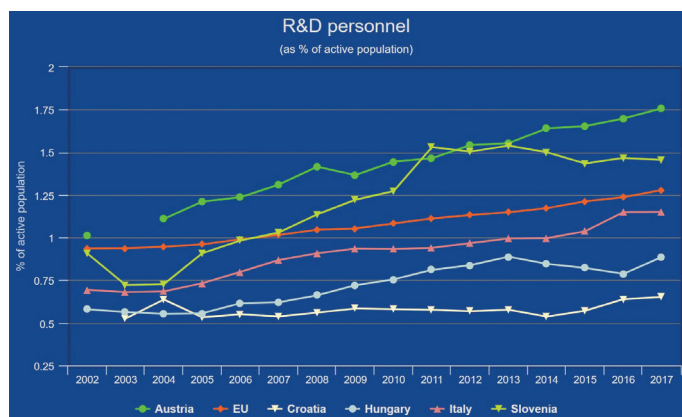
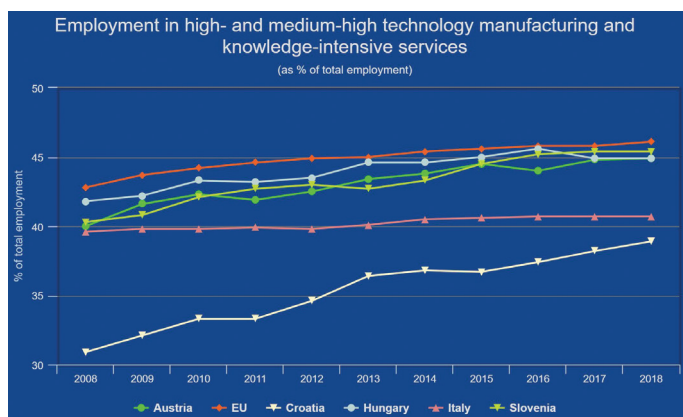
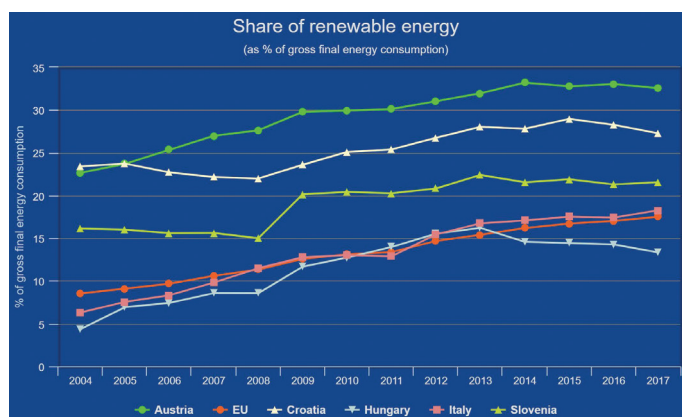
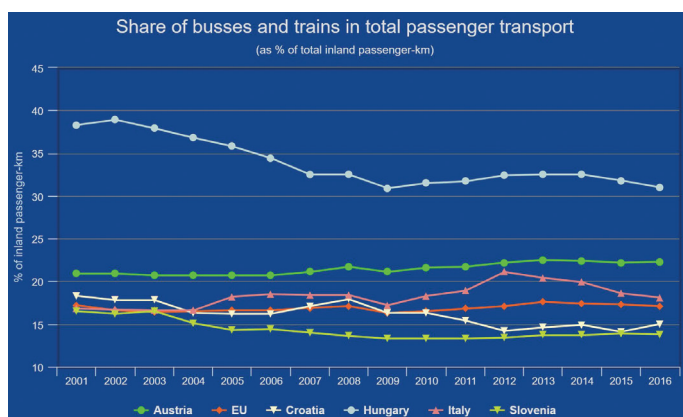
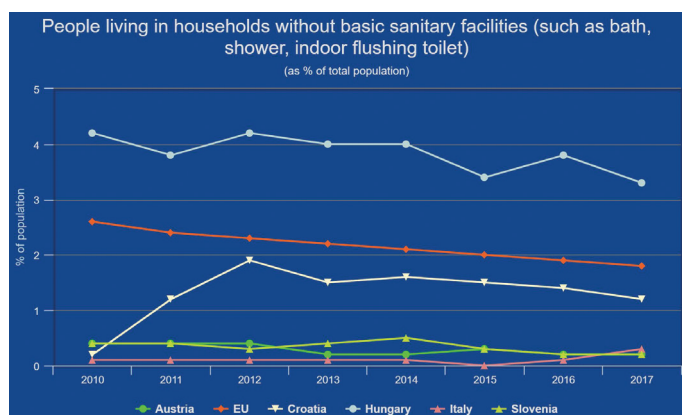
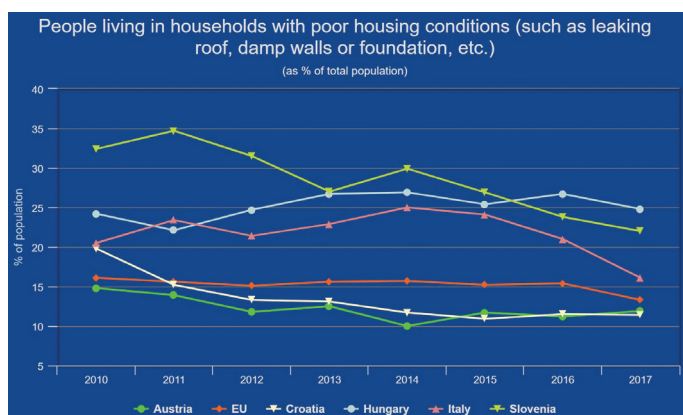
Napovedanih prihajajočih tehnologij na različnih področjih je veliko (npr. (DiChristina, 2018), (WEF, 2019)) in bodo v prihodnosti omogočile nove poklice in spremenile marsikakšne trenutne navade (recimo avtonomna vožnja, delo na domu, krajši

delovni čas, izraba prostega časa in oblike turizma, pridelava hrane, pridobivanje in shranjevanje energije, umetna inteligenca, virtualna resničnost). Slovenija lahko pri njihovem razvoju sodeluje v določenem, a omejenem obsegu, skladno s svojo Strategijo pametne specializacije (SVRK, 2019b). Prevladujoči razvoj pa gre v smeri povečane urbanizacije, nujnih sprememb pri pridelavi hrane in načinov pridobivanja energije ter njenega shranjevanja. Nujen je razmislek,

kako lahko regionalizacija Slovenije spodbudi trajnostni razvoj. V veliki meri ne gre le predvsem za politično vprašanje, ki zanima politične stranke, ampak za prvovrstno razvojno vprašanje.

Evropski statistični urad v svojem najnovejšem statističnem poročilu (EUROSTAT, 2019) prikazuje doseganje ciljev trajnostnega razvoja (SDG) v kontekstu Evropske unije. Poročilo temelji na nizu dogovorjenih kazalnikov (okoli





Slika 2 • Primerjava izbranih kazalnikov doseganja ciljev trajnostnega razvoja (SDG) Slovenije in sosednjih držav (povzeto po: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/sdi/indicators>).

100 skupaj), ki se povezujejo vzdolž 17 ciljev trajnostnega razvoja. Na sliki 2 prikazujemo izbranih 12 kazalnikov za različne cilje trajnost-

nega razvoja (SDG), ki so lahko relevantni pri določanju nalog, ki naj jih prevzamejo pokrajine v Sloveniji, in sicer jih prikazujemo

za razpoložljivo časovno obdobje za Slovenijo, povprečje Evropske unije in štiri sosednje države Slovenije.

3 • RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI

Regionalizacija Republike Slovenije je obveznost, ki izhaja iz uresničitve 143. člena slovenske ustave. Pokrajine naj bi urejale lokalne zadeve širšega pomena in z zakonom določene zadeve regionalnega pomena. Država z zakonom prenese na pokrajine opravljanje posameznih nalog iz državne pristojnosti, pri čemer jim mora zagotoviti potrebna sredstva.

Menim, da sta bolj pomembna od števila pokrajin, ki bi jih ustanovili s posebnim zakonom, vsebina in stabilno financiranje njihovega dela (delovanja). Brez zadostnih sredstev ter ustreznih pooblastil iz državne pristojnosti kot tudi prenesenega urejanja lokalnih zadev širšega pomena novoustanovljene pokrajine ne bodo odigrale svoje vloge, ki bi jo sicer lahko in ki bi jo morale.

Pomembno področje razvojne vizije Slovenije in njenega vzdržnega razvoja je preboj med vodilne svetovne družbe znanja in inovativnosti. Možnosti povezave med izobraževanjem, raziskovanjem in razvojem oziroma med univerzami, raziskovalnimi inštituti in gospodarstvom, ki vodijo do najboljših rezultatov na področju tehniškega izobraževanja, so v splošnem slabo izkoriščene ((IAS, 2016), str. 5). Sledimo priporočilom Inženirske akademije Slovenije za prenovo tehniškega izobraževanja v Sloveniji ((IAS, 2016), str. 2): »*Za nadaljnji razvoj, ki naj bi Slovenijo še hitreje približal tehnološko najbolj razvitim državam, ne bo dovolj le kvalificirana delovna sila, temveč je v ta namen treba vzgojiti večje število vrhunsko izobraženih prebojnikov, razvojniki in inovatorjev. Da bo naša država znana po inovativnih, izvozno usmerjenih, visokotehnoloških podjetjih, ki bodo vodilna v izbranih nišah na globalnem trgu, bo treba vstopiti v kontinuiran proces nadgrajevanja tehniškega izobraževanja.*«

Slovenija nedvomno potrebuje na eni strani odlične in v svetu prepoznane univerze in raziskovalne inštitute, ki jih zaradi manjše kritične mase ne moremo ustanovljati

kar povprek in povsod (recimo v vsaki pokrajini v Sloveniji) ter na drugi strani z industrijo in gospodarstvom povezane strokovne šole ((IAS, 2016), str. 4): »*Na področju strokovnega izobraževanja je v tehniških poklicih nejasno razmerje med štiriletno srednjo (tehnik), dvoletno višjo (inženir) in triletno visoko strokovno izobrazbo (diplomirani inženir). Izobraževanje na višjih tehniških šolah se mora bistveno razlikovati od izobraževanja na visokih strokovnih šolah tako, da poteka velik del izobraževanja v gospodarstvu in ne le v izobraževalnih ustanovah, sicer ga ne potrebujemo. Predlagamo, da se programi višje šole prenesejo na visoke strokovne šole, ki naj bodo usmerjene v pridobivanje in uporabo znanja za vodenje proizvodnje ter razvoj novih izdelkov in storitev. V ta namen je treba visokošolske strokovne programe zasnovati in izvajati bistveno drugače kot doslej in jih ločiti od univerzitetnih programov. Smiselno bi bilo tudi preučiti možnosti za ponovno vpeljavo 6-mesečne prakse v gospodarstvu v prvostopenjske strokovne programe tehnike in naravoslovja in jih podaljšati za en semester.*« V pokrajinah bi lahko za potrebe regionalnega razvoja osmislili prejšnje usmeritve IAS.

Iz analize lahko zaključimo, da je izboljšanje konkurenčnosti slovenskega gospodarstva in s tem povezanim nujnim povečanjem (tujih) vlaganj v veliki meri povezano z izboljšanjem stanja slovenske prometne infrastrukture – z večjimi vlaganji v novogradnje in obsežnejšim rednim vzdrževanjem obstoječe infrastrukture, predvsem železniške infrastrukture (hitra železnica, elektrifikacija, povečanje zmogljivosti, nove povezave, recimo do letališča Ljubljana, ali novi industrijski centri, kot je proga do Kočevja, ureditev železniških povezav v Ljubljani) in prenavljanjem infrastrukture za zračni transport (npr. večji potniški terminal na letališču Ljubljana, (hitra) železniška povezava letališča z mestom Ljubljana in z logističnimi centri).

Pri odločanju o vsebinah, ki naj jih prevzamejo pokrajine v Republiki Sloveniji menim, da naj se pri pripravi ustreznega zakona o financiranju pokrajin upoštevajo zahteve vzdržnega razvoja v 21. stoletju, predvsem glede virov vode, hrane in energije, s tem povezano doseganje razvojnih ciljev Agende 2030 za trajnostni razvoj, dvigovanje odpornosti družbe in države proti vsakršnim tveganjem, mednarodna konkurenčnost Slovenije in izpolnjevanje mednarodno sprejetih obveznosti, kot so predvsem:

- Pariški podnebni dogovor (Pariz, december 2015), ratificiran z zakonom v Sloveniji novembra 2016;
- Sendajski okvir za zmanjševanje tveganj zaradi nesreč 2015–2030 (Sendaj, marec 2015);
- Konvencija o dostopu do informacij, udeležbi javnosti pri odločanju in dostopu do pravnega varstva v okoljskih zadevah (Aarhus, junij 1998), ratificirana z zakonom v Sloveniji maja 2004;
- Konvencija o biološki raznovrstnosti (Rio de Janeiro, junij 1992), ratificirana z zakonom v Sloveniji maja 1996;

vse v smeri povečevanja kakovosti življenja v Sloveniji. V veliki meri vse te zahteve in usmeritve povzema prehod v brezogljicho družbo, čemur se ne bomo mogli izogniti, če ne želimo izbrisa z obličja Zemlje.

Izpolnjevanje navedenih dogovorov je nedvomno najprej dolžnost države (Republike Slovenije), ki naj začne spremljati relevantne in v mednarodnem prostoru dogovorjene kazalnike, da bomo prebivalci Slovenije lahko dejansko spremljali uresničevanje teh dogovorov. Pri izvedbi ukrepov, recimo na področju prilaganja podnebnim spremembam (podnebni krizi), dobijo svojo vlogo tudi nižje ravni odločanja, od državne ravni do posameznika, torej tudi pokrajine, predvsem recimo na področju umeščanja v prostor (kot sta npr. problem spreminjanja prostorskih načrtov in izdajanje gradbenih dovoljenj), ki naj temelji na kakovostnem in strpnem diskurzu z lokalnim prebivalstvom. Zavedati pa se moramo, da je treba krepiti kulturo odgovornosti tistih, ki odločajo (recimo o posegih) v prostor, poenostavljanje postopkov naj gre z roko v roki z večanjem

odgovornosti odločevalcev, pri čemer bomo ugotovili, da nam manjka še marsikatera strokovna podlaga, da bo poenostavljeno odločanje tudi lahko odgovorno ravnanje z viri in prostorom.

Zagotovo pa naj velja, da glede na izpuščene priložnosti v preteklosti, tj. v prvih letih po pridobitvi samostojnosti, ustanovitve pokrajin ne sme biti sama sebi namen ali glavni cilj politike, temveč je lahko le sredstvo za doseganje drugih ciljev Slovenije in slovenske družbe. Država naj čim prej sprejme številne srednje in dolgoročne strategije razvoja na različnih področjih, od prilagajanja podnebnim spremembam in o energetski politiki (NEPN, 2020) do večanja vlaganj v raziskave in razvoj s prenovitvijo razvojne in inovacijske strategije Slovenije 2011–2020 (ReRISS11-20, 2011) ter spodbujanja inovativnega okolja, in se bo v njih prepoznalo, katere razvojne naloge naj prevzamejo pokrajine, ker jih bodo opravile najbolje. V času (še) brez pokrajin (institucionaliziranih razvojnih regij) pa naj država zagotavlja, da se bo regionalni vidik razvoja (z)našel v teh strateških razvojnih dokumentih. Utemeljitev uvedbe pokrajin morajo nujno temeljiti tudi na v tem prispevku opisanih modernih izzivih, ki so pred Slovenijo v 21. stoletju, ter se opredeliti, v čem in kako bo uvedba pokrajin krepila Slovenijo kot državo in vse njene prebivalce kot družbo. Število in členitev pokrajin

pa naj odraža to usmeritev, pri čemer lahko izhajamo iz funkcionalnih regij (npr. (Drobne, 2012), (Šnajder, 2014)), iz obstoječih razvojnih ali statističnih regij, ali oblikujemo pokrajine ob mestnih občinah ali kako drugače. Pokrajine bodo morale vsekako ob svoji upravljavsko-samoupravni funkciji imeti tudi družbenorazvojno vlogo, ki je v tem prispevku posebej poudarjena. Ne pozabimo, da se število prebivalcev v naseljih v višjih legah in na obrobni območjih Slovenije drastično zmanjšuje (Nared, 2019).

Novoustanovljene pokrajine v Sloveniji se bodo strateško v bližnjem mednarodnem prostoru podajale v tekmo in sodelovanje s centri v bližnji okolici (Gradec, Celovec, Videm, Trst, Zagreb, Reka) kot regionalni centri razvoja in bi postale vodilne v evropski regiji – tukaj imata možnost le Ljubljana in delno Maribor. Menim, da bi morali pokrajine v Sloveniji gledati tudi v luči graditve gospodarskih regij v Evropi, kar govori za večje pokrajine v Sloveniji – torej raje manj pokrajin, kot imamo statističnih regij (raven NUTS3). Da se nam ne bo zgodilo, da bomo namesto slovenskih investicij v prostor zamejskega slovenskega prostora doživeli počasno prodajo slovenskih podjetij in zemlje tujim vlagateljem, tudi iz sosednjih držav. Korak v smeri preprečitve takega scenarija naj bo krepitev gospodarskega položaja Slovenije kot države in vsake

posamezne pokrajine (regije) v odnosu do sosednjih regij ter dvigovanje kakovosti življenja v Sloveniji kot primerjalne prednosti v srednji Evropi.

Razprava o regionalizaciji Slovenije in predvsem njena uresničitev v katerikoli obliki se bo tako ali drugače zelo dotaknila gradbenega sektorja, ki je izrazito regionalna (lokalna) gospodarska dejavnost – kljub delni globalizaciji gradbenega sektorja (Kitajska, Združeni arabski emirati ...). Pomen gradbenišтва v Sloveniji je podcenjen, a pametna regionalizacija bo v večji meri temeljila (tudi) na gradbeni stroki in gradbenem sektorju, in to ne le v zagotavljanju ustrezne prometne in druge infrastrukture kot nujne osnove regionalizacije, temveč tudi kot gospodarska panoga, ki zagotavlja delovna mesta, povečuje kakovost življenja in Slovenijo kaže kot zanimivo destinacijo za delo in življenje. Obenem bo večja konkurenčnost slovenskega gospodarstva kot celote odpirala možnost uveljavitve (in dela) na drugih (tujih) trgih tudi delu gradbenega sektorja.

Ne nazadnje z vključevanjem gradbene stroke v razpravo o regionalizaciji Slovenije krepimo položaj inženirske stroke in sodelujemo o vzdržnem razvoju Slovenije v korist posameznikov in celotne družbe. Vse udeležence pri graditvi objektov vabim, da se aktivno vključujejo v razpravo in podprejo regionalizacijo Slovenije, ki ne sme biti le politični projekt.

4 • LITERATURA

Agenda 2030, The 2030 Agenda for Sustainable Development (New York: United Nations General Assembly), https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E (8. 8. 2019), 2015a.

Agenda 2030, Agenda 2030 za trajnostni razvoj (New York: Generalna skupščina Združenih narodov), http://www.mzz.gov.si/fileadmin/pag-euploads/Zunanja_politika/ZDH/Politike_MRS/Spremenimo_svet_-_Agenda_za_trajnostni_razvoj_2030.pdf (8. 8. 2019), 2015b.

DiChristina, M., Meyerson, B. S., Lathan, C. E., Maynard, A., Ling, G., Schaefer, G. O., Lee, S. Y., Carbeck, J., O'Day, E., Alsafar, H., Collins, C. H., Martinez, J. G., Aspuru-Guzik, A., Top 10 Emerging Technologies 2018 - Understanding the latest innovations - and their challenges - will help society determine how to maximize their benefits, *Scientific American*, 319(6), pp. 28-39, 2018.

Drobne, S., Bogataj, M., Metoda opredelitve števila funkcionalnih regij: aplikacija na ravneh NUTS 2 in NUTS 3 v Sloveniji, *Geodetski vestnik*, 56(1), pp. 105–150, 2012.

EUROSTAT, Sustainable development in the European Union – Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context – 2019 edition, Luxembourg, Publications Office of the European Union, <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-statistical-books/-/KS-Q2-19-165> (8. 8. 2019), 2019.

FM Global, 2019 Resilience Index Annual Report, Johnston, Rhode Island, https://www.fmglobal.com/research-and-resources/tools-and-resources/~/_media/AB230A1E308247D9B4863EF7FEFDD517.ashx (8. 8. 2019), 2019.

GII, Global Innovation Index 2019 – Creating Healthy Lives – The Future of Medical Innovation, 12th ed. Ithaca: Cornell University & Fontainebleau: INSEAD & Geneva: World Intellectual Property Organization, <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4434> (20. 8. 2019), 2019.

- IAS, Priporočila Inženirske akademije Slovenije za prenovo tehniškega izobraževanja v Sloveniji, Ljubljana, http://ias.si/Inzenirska-Akademija-Slovenije/wp-content/uploads/2017/10/Priporocila_IAS_za_prenovo_tehniskega_izobrazevanja_v_Sloveniji1.pdf (20. 8. 2019), 2016.
- IMD, IMD World Competitiveness Yearbook 2019, Lausanne, Institute for Management Development – IMD World Competitiveness Center, <https://worldcompetitiveness.imd.org/> (21. 8. 2019), 2011.
- Mikoš, M., Regionalizacija Slovenije in integralno upravljanje z vodami, v: Hvala, I. (ur.) Demokratske vrednote in aktivno državljanstvo: pokrajine, participacija, meje in odnosi s sosedi: trije posveti (Ljubljana: Društvo Občanski forum), pp. 111-116, 2010a.
- Mikoš, M., Razvoj slovenskega podeželja z vidika integriranega varstva pred naravnimi nevarnostmi, v: Zavodnik Lamovšek, A., Fikfak, A., Barbič, A., Podeželje na preizkušnji, jubilejna monografija ob upokojitvi izrednega profesorja dr. Antona Prosenca, Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani in Geodetski inštitut Slovenije, 2010, pp. 177-185, 2010b.
- Mikoš, M., Krepitev odpornosti družbe na naravne in druge nesreče in prehod v nizkoogljeno družbo v Sloveniji, v: Zorn, M., Komac, B., Ciglič, R., Tičar, J. (ur.) Trajnostni razvoj mest in naravne nesreče, Ljubljana, Založba ZRC, pp. 23-31, <http://zalozba.zrc-sazu.si/sl/publikacije/trajnostni-razvoj-mest-in-naravne-nesrece#v> (8. 8. 2019), 2017a.
- Mikoš, M., Od pitne vode do škodljivega delovanja voda, v: Globevnik, L., Širca, A. (ur.), Zbornik - Drugi slovenski kongres o vodah 2017, Ljubljana, SLOCOLD - Slovenski nacionalni komite za velike pregrade in DVS - Društvo vodarjev Slovenije, pp. 16-26, <http://www.kongresvode2017.si/zbornik/zbornik.pdf> in http://www.kongresvode2017.si/predavanja/predavanje_mikos.pdf (8. 8. 2019), 2017b.
- Mikoš, M., Odprte dileme prostorskega razvoja Slovenije in krepitev odpornosti družbe na naravne nevarnosti - primer požarne nevarnosti, v: Zavodnik Lamovšek, A. (ur.) Prostorski načrtovalci 21. stoletja, 60 let KPP, 45 let IPŠPUP, Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, pp. 157-164, <https://media.fgg.uni-lj.si/knjige/prostorski-nacrtovalci-21-stoletja.pdf> (8. 8. 2019), 2018a.
- Mikoš, M., Graditev v vlogi dvigovanja odpornosti družbe in konkurenčnosti gospodarstva, v: Krištof, T. (ur.) Družba, prostor, graditev: nova zakonodaja in stanovanjska gradnja, simpozij, 4. 4. 2018, Brdo pri Kranju, Ljubljana: Zbornica za arhitekturo in prostor Slovenije, pp. 12-16, <https://www.youtube.com/watch?v=HwFoYmYuCO> (8. 8. 2019), 2018b.
- Nared, J., Naredili smo vse prav, da je zdaj vse tako narobe, Delo, 13. 7. 2019, pp. 20-22, 2019.
- NEPN, Celoviti nacionalni energetski in podnebni načrt Republike Slovenije, Ljubljana, Vlada Republike Slovenije), 233 str., https://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/nepn/dokumenti/nepn_5.0_final_feb-2020.pdf (3. 3. 2020), 2020.
- OECD, Measuring Distance to the SDG Targets – An assessment of where OECD countries stand, Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development, <http://www.oecd.org/sdd/OECD-Measuring-Distance-to-SDG-Targets.pdf> (8. 8. 2019), 2017.
- ReRISS11-20, Resolucija o razvojni in inovacijski strategiji Slovenije 2011-2020, Uradni list Republike Slovenije št. 43/2011, pp. 5698-5727, 2011.
- Sachs, J., Schmidt-Traub, G., Kroll, C., Durand-Delacre, D., Teksoz, K., SDG Index and Dashboards – A Global Report, New York, Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions Network (SDSN), <https://www.sustainabledevelopment.report/reports/sdg-index-and-dashboards-2016/> (8. 8. 2019), 2016.
- Sachs, J., Schmidt-Traub, G., Kroll, C., Durand-Delacre, D., Teksoz, K., SDG Index and Dashboards Report 2017, New York, Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions Network (SDSN), <https://www.sustainabledevelopment.report/reports/sdg-index-and-dashboards-2017/> (8. 8. 2019), 2017.
- Sachs, J., Schmidt-Traub, G., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G., SDG Index and Dashboards Report 2018, New York, Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions Network (SDSN), <https://www.sustainabledevelopment.report/reports/sdg-index-and-dashboards-2018/> (8. 8. 2019), 2018.
- Sachs, J., Schmidt-Traub, G., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G., Sustainable Development Report 2019, New York, Bertelsmann Stiftung & Sustainable Development Solutions Network (SDSN), https://s3.amazonaws.com/sustainabledevelopment.report/2019/2019_sustainable_development_report.pdf (8. 8. 2019), 2019.
- SB, Svetovna banka, Doing Business 2019, Training for Reform, Washington D.C., World Bank, https://www.doingbusiness.org/content/dam/doingBusiness/media/Annual-Reports/English/DB2019-report_web-version.pdf & https://www.worldbank.org/content/dam/doingBusiness/media/Annual-Reports/English/DB2019-report_web-version.pdf (14. 8. 2019), 2018a.
- SB, Svetovna banka, Doing Business 2019, Country Tables, Washington D.C., World Bank, <https://www.doingbusiness.org/content/dam/doingBusiness/media/Annual-Reports/English/DB19-Chapters/DB19-Country-Tables.pdf> (14. 8. 2019), 2018b.
- SB, Svetovna banka, Doing Business 2019, Economy Profile Slovenia, Washington D.C., World Bank, <https://www.doingbusiness.org/content/dam/doingBusiness/country/s/slovenia/SVN.pdf> (14.8.2019), 2018c.
- Schwab, K., The Global Competitiveness Report 2017–2018, Geneva, World Economic Forum, <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018> (8. 8. 2019), 2017.
- Schwab, K., The Global Competitiveness Report 2018, Geneva, World Economic Forum, <http://www3.weforum.org/docs/GCR2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2018.pdf> (8. 8. 2019), 2018.

SURS, Statistični urad Republike Slovenije, Kazalniki ciljev trajnostnega razvoja Slovenije 2017, Ljubljana, <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/7838> (8. 8. 2019), 2018.

SVRK, Služba Vlade Republike Slovenije za razvoj in evropsko kohezijsko politiko, Slovenija in Agenda 2030, Ljubljana, http://www.svrk.gov.si/si/delovna_podrocja/razvojno_nacrtovanje/slovenija_in_agenda_2030/ (9. 8. 2019), 2019a.

SVRK, Služba Vlade Republike Slovenije za razvoj in evropsko kohezijsko politiko, Strategija pametne specializacije, Ljubljana, http://www.svrk.gov.si/delovna_podrocja/strategija_pametne_specializacije/ (8.8.2019), 2019b.

Šnajder, L., Bobek, V., Regionalizacija Slovenije z vzpostavljanjem funkcionalnih regij, Naše gospodarstvo, 60(1-2), pp. 26-36, 2014.

Šraj, M., Menih, M., Bezak, N., Mikoš, M., Poplavno tveganje v Sloveniji in podnebna spremenljivost, v: Zorn, M., Komac, B., Ciglič, R., Tičar, J. (ur.) Trajnostni razvoj mest in naravne nesreče, Ljubljana, Založba ZRC, pp. 177-184, <http://zalozba.zrc-sazu.si/sl/publikacije/trajnostni-razvoj-mest-in-naravne-nesrece#v> (8. 8. 2019), 2017.

UCLG, United Cities and Local Governments, Towards the localization of the SDG's, Barcelona, https://skupnostobcin.si/wp-content/uploads/2019/07/sdgs-localization2019_en.pdf (8. 8. 2019), 2019.

VNR, Slovenia – Voluntary National Review on the Implementation of the 2030 Agenda – Report to the UN High Level Political Forum 2017 on Sustainable Development, Ljubljana, Government of the Republic of Slovenia, http://www.svrk.gov.si/fileadmin/svrk.gov.si/pageuploads/Dokumenti_za_objavo_na_vstopni_strani/Slovenia_VNR_2017_-_Full_Report.pdf (9. 8. 2019), 2017.

VNR, Slovenia – Implementing the 2030 Agenda for Sustainable Development – 2018 Update, Ljubljana, Government of the Republic of Slovenia, http://www.svrk.gov.si/fileadmin/svrk.gov.si/pageuploads/Strategija_razvoja_Slovenije/Implementing_the_Agenda2030_update_2018.pdf (9. 8. 2019), 2018.

WEF, World Economic Forum, Top 10 Emerging Technologies 2019, Geneva, <https://www.weforum.org/reports/top-10-emerging-technologies-2019> (8. 8. 2019), 2019.

ZPok, Zakon o pokrajinah (ZPok) – osnutek 20. 6. 2019, Ljubljana, Državni svet Republike Slovenije, http://www.ds-rs.si/sites/default/files/dokumenti/zpok_20.6.2019.pdf & http://www.pokrajine.si/wp-content/uploads/2019/07/ZPok_20.6.2019.docx (8. 8. 2019), 2019a.

ZPok, Zakon o pokrajinah (ZPok) – osnutek 12.8.2019, Ljubljana: Državni svet Republike Slovenije, http://www.ds-rs.si/sites/default/files/dokumenti/zpok_20.6.2019.pdf & http://www.pokrajine.si/wp-content/uploads/2019/08/ZPok_12.8.2019-1.docx (19. 8. 2019), 2019b.

ZUPok, Zakon o ustanovitvi pokrajin, Ljubljana, Državni svet Republike Slovenije, http://www.ds-rs.si/sites/default/files/dokumenti/zpok_20.6.2019.pdf & http://www.pokrajine.si/wp-content/uploads/2019/08/ZUPok_12.8.2019-1.doc (19. 8. 2019), 2019.

VPLIV VPETOSTI MED PREISKAVO OBNAŠANJA NEARMIRANIH ZIDOV PRI POTRESNI OBTEŽBI

INFLUENCE OF BOUNDARY RESTRAINTS AT TESTING OF SEISMIC BEHAVIOUR OF UNREINFORCED MASONRY WALLS

dr. Petra Triller, univ. dipl. inž. grad.

Zavod za gradbeništvo Slovenije,
Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana

doc. dr. Matija Gams, univ. dipl. inž. grad.

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani,
Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

akad. prof. dr. Miha Tomažević, univ. dipl. inž. grad.

Zavod za gradbeništvo Slovenije,
Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana

Znanstveni članek

UDK 624.042.7:69(497.1)(497.4)

Povzetek | V prispevku so predstavljene obsežne eksperimentalne raziskave obnašanja večetažnih zidanih strižnih sten z odprtinami pri potresni obtežbi. Preiskali smo odziv 3-etažnega preizkušanca v naravnem merilu na potresno obtežbo, s katero smo preučevali odziv tipične 5-etažne zidane stavbe, grajene na območju Slovenije in njene širše okolice v času pred letom 1964 (pred prvimi potresni predpisi). Vzporedno smo opravili osem cikličnih strižnih preiskav posameznih zidov pri štirih tipih robnih pogojev. Z analizo rezultatov obsežnih meritev sil in deformacij na površini večetažnih strižnih sten smo ovrednotili vpliv vertikalnih in horizontalnih elementov strižne stene na posamezni slop ter iskali najustreznejši tip robnih pogojev za simulacijo potresnega odziva v preiskavi posameznega zidnega slopa.

Ključne besede: nearmirano zidovje, ciklične strižne preiskave, opečni votlak, preiskava v naravnem merilu, optični sistem za merjenje deformacij

Summary | Extensive experimental research on seismic behaviour of multistorey shear walls with openings is presented. A 3-storey specimen in full scale was tested under simulated seismic load to analyse the response of a 5-storey unreinforced masonry building. The specimen is built from materials and by applying technology that was widely used in Slovenia and its wider region before 1964 (when the first earthquake regulations were adopted in Slovenia). Additionally, eight cyclic shear tests of single walls were carried out at four different types of boundary conditions. By analysing the results of extensive force and deformation measurements on the surface of multistorey shear walls, the influence of vertical and horizontal elements on a pier of the wall was evaluated. Additionally, the most appropriate type of boundary conditions for simulating the seismic response of a pier in a single wall test was determined.

Key words: unreinforced masonry, cyclic shear tests, hollow clay unit, full-scale testing, optical digital image correlation system for measuring displacements

1 • UVOD

V zadnjih desetletjih je bilo po svetu opravljenih veliko število eksperimentalnih raziskav obnašanja različnih sistemov zidovja pri potresni obežbi. Pri tem so bili preiskani modeli v naravnem ali pa pomanjšanem merilu, potresna obežba pa je bila simulirana s statičnimi in dinamičnimi, monotonimi in cikličnimi ter tudi psevdodinamičnimi postopki. Medtem ko z monotonimi preiskavami določimo osnovne mehanske lastnosti zidovja, pa za pridobitev podatkov o nosilnosti, togosti, duktilnosti in sposobnosti sipanja energije opravljamo ciklične preiskave. Začetki eksperimentalnih raziskav segajo v 60. leta prejšnjega stoletja, v čas po skopskem potresu leta 1963, ko sta bili aktualni sanacija in obnova zidanih stavb (Turnšek, 1970). Razvoj laboratorijskega preizkušanja zidovja pri nas je tesno povezan s potresi, ki so se zgodili na območju nekdanje skupne države (Banjaluka – 1969, Kozjansko – 1973, Posočje – 1976, Črna gora – 1979, idr.). Potresno obnašanje zidanih konstrukcij najpogostejše raziskujemo s cikličnimi strižnimi preiskavami posameznih zidov, ki v nasprotju s preiskavami celih konstrukcij predstavljajo znatno manjši finančni in izvedbeni zalogaj. Pri tem se z robnimi pogoji, vertikalno in horizontalno (potresno) obežbo poskušamo čim bolj približati razmeram v konstrukciji med potresom. Zidovi so obremenjeni z (običajno konstantno) navpično obežbo, s katero simuliramo težo konstrukcije nad zidom, in vodoravno obežbo, ki deluje v ravnini zidu, s katero simuliramo potresno obežbo. Smer delovanja vodoravne obežbe na zid se izmenično spreminja, njena jakost pa postopno narašča do končne porušitve zidu. Zaradi dobrega ujemanja oblike poškodb in načina porušitve preizkušancev v laboratorijskih preiskavah s stanjem objektov po potresih so eksperimentalna opažanja in meritve služili kot osnova za teorijo obnašanja zidanih konstrukcij. V skladu s to teorijo obstajajo tri osnovne porušitve zidu: prestrižni mehanizem, strižni mehanizem porušitve z diagonalnimi razpokami in upogibna porušitev.

Predvsem zaradi nedavnih potresov v Italiji je bilo v zadnjem času opravljenih veliko laboratorijskih preiskav potresnega odziva nearmiranega zidovja po različnih evropskih laboratorijih. Veliko jih je zbranih v poročilu Frumenta s sod. (Frumenta, 2009), kjer je tudi precejšnje število preiskav z Zavoda za gradbeništvo Slovenije (v nadaljevanju ZAG),

opisanih tudi v članku Tomaževića in Gamsa (Tomažević, 2009). Podatki, dobljeni s takšnimi preiskavami, pa so merodajni le, če med eksperimentom vzpostavimo takšne robne pogoje, kot so na mestu, kjer se sicer v konstrukciji nahaja preizkušen zidni slop.

Pri preizkušanju posameznih zidnih slopov poleg prevladujočega mehanizma raziskovalci pogosto omenjajo tudi druge pojave, kot so drobljenje vogalov (ang. »toe-crushing«) in sukanje zidu kot togega telesa (ang. »rocking«). Te pojave včasih označijo za osnovni mehanizem odziva, čeprav jih pri potresno poškodovanih stavbah ali pa v preiskavah na terenu (in-situ preiskavah) ne opazimo. Sukanje zidnega slopa, za katerega sta značilna majhna disipacija energije in nastanek horizontalnih razpok na stiku s horizontalnimi povezovalnimi elementi trenutno veljavni standardi (Evrokod 6 (SIST EN 1996-1-1:2006), Evrokod 8-1 (SIST EN 1998-1:2005), FEMA 356 (FEMA 356, 2000)), ne omenjajo, je pa med raziskovalci vedno bolj priljubljen (npr. (Calderini, 2009), (Shah, 1992), (Mahmoud, 1995), (Magenes, 1997)).

Delno so novi mehanizmi posledica sprememb v zidarstvu, tj. v materialih in tehnologiji gradnje (opečni zidaki z brušenimi naležnimi ploskvami, umetno poroziran opečni material, tankoslojne malte z visoko trdnostjo, poliuretanska lepila idr.), saj jih bistveno bolj pogosto opazimo pri preizkušanju sodobnega zidovja. Na pojav novih mehanizmov pa poleg geometrije zidu, materialnih karakteristik zidovja in stopnje vertikalnih napetosti ključno vplivajo robni pogoji med preiskavo oz. njihova idealizacija (Tomažević, 2016). Zato je smiselno natančneje proučiti vpliv robnih pogojev med preiskavami ter ovrednotiti vpliv sukanja pri klasičnem načinu preskušanja.

Ker je zahtevo po vzpostavitvi dejanskih robnih pogojev pri preiskavi zidov izjemno težko zagotoviti, so robni pogoji v preiskavah idealizirani. Preiskave običajno izvajamo v konzolnem načinu vpetja ali na obojestransko simetrično vpetih preizkušancih. Konzolni način vpetja je v realnih objektih največkrat zastopan v starih zidanih stavbah, kjer so konzolni zidovi medsebojno povezani s podajnimi lesenimi stropi, parapeti in preklade pa so šibki v primerjavi s slopi. Konzolni način se lahko v preiskavah uporabi tudi kot test le spodnje polovice zidu z ustrezno interpretacijo rezultatov na cel zid z upoštevanjem simetrije. Za izvedbo v labo-

ratoriju je taka preiskava najbolj enostavna, saj na vrhu zidu ni treba vnašati momenta. Kljub temu pa je interpretacija rezultatov lahko zapletena, saj ima na odziv daljših zidov vpliv že togost zaključne vezi, ki se jo naredi zaradi praktičnih razlogov raznosa obežbe na zid, kot je prikazano v delu Tomaževića in Gamsa (Tomažević, 2009).

Pri sodobnih zidanih stavbah, kjer stropno konstrukcijo najpogostejše predstavljajo v njihovi ravnini zelo toge armiranobetonske (AB) plošče, ki so nad zidovi ojačane z AB-venci, lahko predpostavimo obojestransko simetrično vpetje, ki pa z vidika simulacije v laboratorijskih preiskavah predstavlja večji zalogaj. Poznamo dva pristopa, s katerima simuliramo vpetost na obeh koncih zidu. V prvem primeru zagotovimo, da se med celotno ciklično strižno preiskavo infleksijska točka (ničelna momentna točka) nahaja na polovici višine preiskanega zidu, medtem ko pri drugem zagotovimo ravnost zgornje ploskve zidu. V obeh primerih dopustimo vertikalne pomike, saj se vertikalna sila med preiskavo ne spreminja. Salmanpour in Mojsilović (Salmanpour, 2015) v študiji proučujeta prej omenjena pristopa in zaključita, da prvi način običajno vodi do robnih pogojev, ki ne predstavljajo realnega stanja v konstrukciji. Do podobnih zaključkov v obsežni raziskavi obnašanja zidovja v cikličnih strižnih preiskavah pridejo tudi Magenes in sodelavci (Magenes, 2008). Kljub velikemu številu opravljenih preiskav je študija, ki sta jo izvedla Petry in Beyer (Petry, 2014), ena redkih, v kateri zasledimo robne pogoje z različnimi nivoji vpetosti v intervalu med polnim vpetjem in prostim robom. Vpliv različnih tipov robnih pogojev sta proučevala tudi Wilding in Beyer (Wilding, 2018). Naredila sta numerično analizo preiskav posameznih zidov pri potresni obežbi, pri čemer sta obravnavala štiri različne načine vpetosti zgornjega roba zidu.

Najboljši način, s katerim bi vpliv idealizacije robnih pogojev v čim večji meri izločili iz preiskave in hkrati preizkusili odziv cele konstrukcije, vključno z interakcijo med slopi, parapeti in prekladami ter med zidovjem in stropnimi ploščami, je preiskava večetažnega preizkušanca v naravnem merilu. Takšne preiskave so v raziskovalnem svetu v nasprotju s cikličnimi strižnimi preiskavami posameznih zidov redke, saj so s finančnega in izvedbenega vidika precej zahtevne. Vsaka študija tako velikih preizkušancev je posvečena specifični problematiki in ne podaja odgovora na vprašanja, na katera želimo odgovoriti v raziskavi ((Leiva, 1991), (Bothara, 2009), (Yi, 2016), (Triller, 2018)).

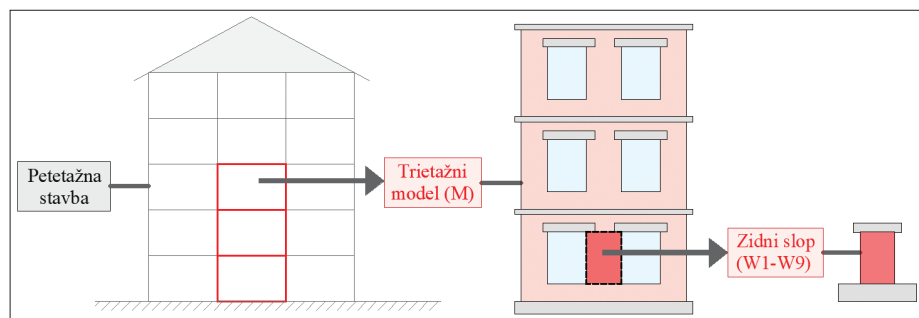
2 • RAZISKOVALNI PROGRAM

Z namenom, da bi odpravili vpliv nepopolne simulacije robnih pogojev pri cikličnih strižnih preiskavah posameznih zidov, smo izvedli preiskavo potresnega obnašanja večetažnega modela v naravnem merilu kot tudi preiskave posameznih, pri različnih robnih pogojih, ciklično preiskanih zidov. Je ena redkih preiskav preizkušancev v naravni velikosti in prva, v kateri je bila potresno preizkušena kombinacija opečnih votlakov in malte za splošno rabo. Trietažni model predstavlja izsek srednjega spodnjega dela petetažne nearmirane večstanovanjske zidane stavbe (manjkajoči del stavbe smo nadomestili z obtežbo). Posamezni zidni slopi so v smislu geometrijskih in materialnih karakteristik pred-

stavljali direkten izsek iz večetažnega modela (slika 1).

Raziskovalni program je sestavljen iz dveh delov. Prvi del je namenjen predstavitvi eksperi-

mentalnih preiskav večetažnega preizkušanca in osmih zidov. V drugem delu natančno analiziramo odziv spodnje etaže večetažnega modela in ga primerjamo z zidovi pri različnih robnih pogojih. V zaključku izberemo najprimernejši tip robnih pogojev, s katerim najbolje opišemo vpetostne pogoje zidnega slopa v obravnavanem tipu zidane konstrukcije.



Slika 1 • Shematski prikaz obravnavane večetažne stavbe in preizkušancev.

3 • OPIS PREIZKUŠANCEV

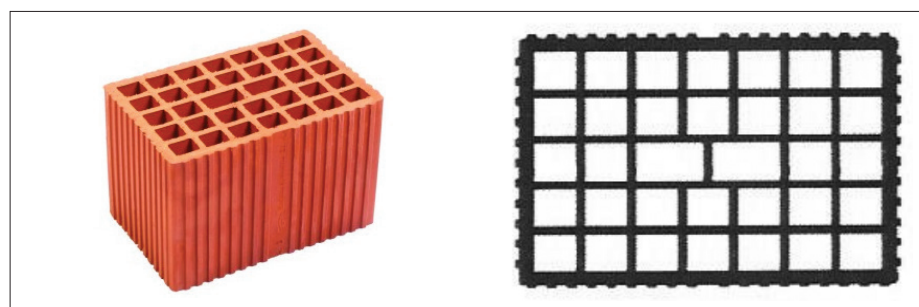
Materiali

3.1.1 Zidaki

Za gradnjo preizkušancev so bili uporabljeni opečni votlaki z nominalnimi dimenzijami 290/190/190 mm (dolžina/širina/višina) (slika 2). Prostornina lukenj glede na bruto prostornino zidaka v_b , določena s standardom SIST EN 772-9:1999 na vzorcu 10 zidakov, znaša 55 %, kar pomeni, da zidak v skladu z Evrokodom 6 (SIST EN 1996-1-1:2006) uvrščamo v skupino 2. Deklarirana vrednost tlačne trdnosti zidakov $f_{b,d}$, določena skladno s harmoniziranim standardom SIST EN 772-1:11+A1:2015 in zagotovljena pri proizvajalcu, znaša 15,0 MPa. Povprečna tlačna trdnost zidakov f_b , določena izmerjena na vzorcu 10 opečnih votlakov v skladu s standardom SIST EN 772-1:11+A1:2015, je 25,1 MPa (KV 9,6 %).

3.1.2 Malta

Vezivo pri gradnji preizkušancev je podaljšana cementna malta. Sestavine za malto v predhodno določenem volumskem razmerju cement : apno : pesek = 0,5 : 1 : 8 so bile odmerjene in zmešane na gradbišču. Količina dodane vode je bila takšna, da je mešanica ustrezal razlez 170 mm v skladu s standardom SIST EN 1015-3:2001. Upogibna in tlačna trdnost malte sta bili določeni s preizkušanjem prizem (40/40/160 mm) v skladu s standardom EN 1015-11. Dodatno je bila preizkušena tlačna trdnost malte na kockah



Slika 2 • Opečni votlak MB 29-19.

(70/70/70 mm). Povprečna vrednost tlačne trdnosti malte pri starosti 28 dni na prizmah ($f_{m,p,28}$) je znašala 2,0 MPa, na kockah ($f_{m,c,28}$) pa 1,8 MPa. Pri enaki starosti je bila povprečna upogibna trdnost malte na prizmah ($f_{x1,28}$) 0,7 MPa.

3.1.3 Zidovje

Tlačna trdnost zidovja je bila skladno s standardom SIST EN 1052-1:1999 določena na treh identičnih zidnih preizkušancih dimenzij dolžina/višina/debelina = 79/119/19 cm. Povprečna tlačna trdnost zidovja f je znašala 3,8 MPa. Sekantnega modula elastičnosti zidovja E določimo pri 1/3 vrednosti največje izmerjene napetosti v preiskavi in v povprečju znaša 4,3 GPa.

3.1.4 Beton in jeklo

Beton in armaturno jeklo sta bila v preiskavah uporabljena za gradnjo preklad ter temeljne in etažnih AB-plošč. Beton kvalitete C30/37

je bil izdelan v betonarni. Med betoniranjem so bili odvzeti vzorci betona za določitev tlačne trdnosti skladno s standardom SIST EN

12390-3:2009. Povprečna vrednost izmerjene tlačne trdnosti pri starosti 28 dni, določena na 4 kockah s stranico 150 mm, je znašala 40,8 MPa. Za armiranje betona so bile uporabljene mreže Q503 in palice $\Phi 14$ mm.

Mehanske lastnosti vseh materialov so za večjo preglednost in nadaljnjo uporabo zbrane v preglednici 1.

Geometrija

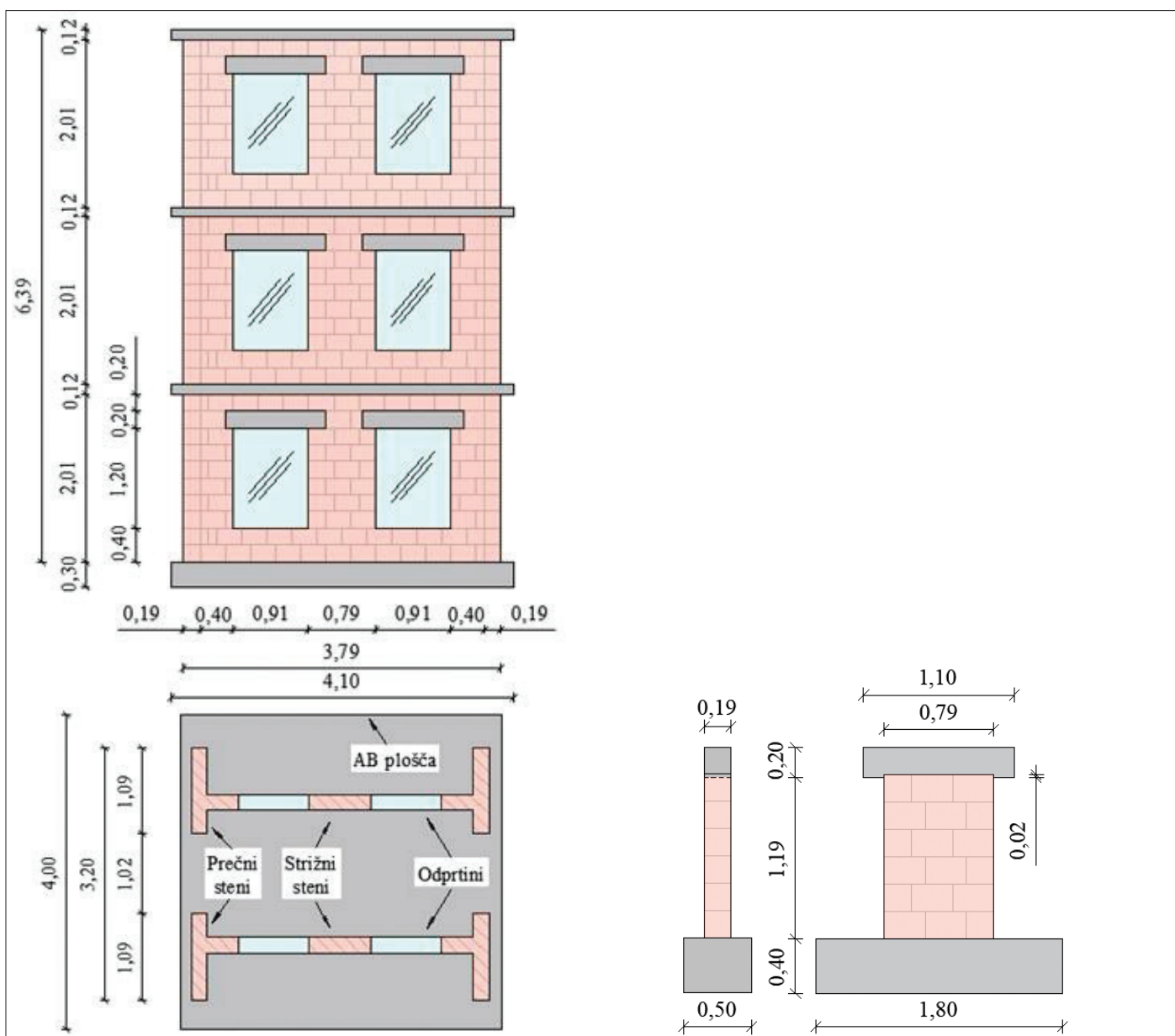
Večetažne strižne stene z odprtinami

Večetažni preizkušanec predstavlja tipično petetažno nearmirano in nepovezano večetažno stavbo, ki je bila v Sloveniji in njeni okolici zgrajena v obdobju pred uvedbo prvih jugoslovanskih potresnih predpisov leta 1964. Čeprav je bil preizkušanec zgrajen v naravnem merilu, so bile zaradi omejenega prostora in zmogljivosti obremenjevalne opreme sezidane le spodnje tri etaže simuli-

Material	Mehanska lastnost	Simbol	Enote	Vrednost
Zidaki	Deklarirana naležna tlačna trdnost	$f_{b,d}$	(MPa)	15,0
	Povprečna naležna tlačna trdnost	f_b	(MPa)	25,1
	Prostornina lukenj	v_{holes}	(%)	55
Malta	Tlačna trdnost na kockah pri starosti 28 dni	$f_{m,c,28}$	(MPa)	1,8
	Tlačna trdnost na prizmah pri starosti 28 dni	$f_{m,p,28}$	(MPa)	2,0
	Upogibna trdnost pri starosti 28 dni	$f_{x1,28}$	(MPa)	0,7
Zidovje	Tlačna trdnost	f	(MPa)	3,8
	Modul elastičnosti	E	(GPa)	4,3
Beton	Tlačna trdnost na kockah pri starosti 28 dni	$f_{c,c,28}$	(MPa)	40,8

Preglednica 1 • Mehanske lastnosti materialov, uporabljenih pri gradnji preizkušancev.

rane stavbe (slika 1), manjkajoči del pa smo simulirali z dodatno obtežbo. Model je bil zgrajen na 30 cm debelem AB-fundametu, ki je bil pritrjen v toga laboratorijska tla. Sestavljata ga dve trietažni strižni steni s svetlo etažno višino 2,01 m, ki ju na obeh koncih z namenom zagotavljanja stabilnosti zunaj lastne ravnine povezujejo štiri prečne stene. Tlorisni dimenziji preizkušanca sta 3,79 m in 3,20 m. Debelina vseh zidov znaša 19 cm. Vodoravne in navpične rege so debele približno 10 oziroma 15 mm in so v celoti zapolnjene z malto. V vsaki od vzdolžnih sten se v posamezni etaži nahajata po dve okenski odprtini – vsaka s površino 1,1 m². Celotna višina preizkušanca znaša 6,39 m.



Slika 3 • Geometrija večetažnega preizkušanca (levo) in posameznega zidu (desno); dimenzije so v metrih.

V temeljni plošči so odprtine za palice, preko katerih je vnesena vertikalna obtežba na preizkušane. Etažne plošče imajo debelino 12 cm in so armirane z zgornjo in spodnjo armaturno mrežo Q503 ter dodatnimi vzdolžnimi palicami $\Phi 14$, ki so nad strižnimi stenami. Tlorisne dimenzije vseh horizontalnih konstrukcij znašajo 4,0 m x 4,1 m. Shema večetažnega preizkušanca s prikazanimi dimenzijami je na sliki 3 (levo).

3.2.2 Zidovi

Zidovi predstavljajo medokenske zidne izseke iz pritličja obravnavane petetažne zidane stavbe in so enakih dimenzij kot medokenski slopi v trietažnem preizkušancu, tj. višina/dolžina/debelina = 1,19/0,79/0,19 m. Za lažji transport in sidranje v laboratorijska tla so bili zidovi zgrajeni na AB-temeljih. Vodoravne in navpične rege so bile zapolnjene z mal-

to debeline približno 1,0 oziroma 1,5 cm. Minimalni preklap med zidaki znaša 33 % dolžine zidaka. Na vrhu posameznega zidu je zgrajena zidna AB-vez, ki služi enakomerni razporeditvi vertikalne in horizontalne obtežbe na zid. Shema zidu je prikazana na sliki 3 (desno).

4 • OPIS PREISKAV

Preizkuševališče

Pri cikličnih strižnih preiskavah so temeljna AB-plošča preizkusne konstrukcije in AB-temelji zidov toga vpeti v laboratorijsko ploščad ob masivni reakcijski steni. Na reakcijsko steno so prek jeklenih elementov pripeti servohidravlični bati za vnos vodoravne obtežbe.

Na vrhu večetažnega preizkušanca je nameščena jeklena okvirna konstrukcija za nanos in enakomerno razporeditev navpične obtežbe na preizkušane. Vertikalna obtežba se vnaša preko treh hidravličnih batov na vrhu jeklene konstrukcije, ki so z jeklenimi palicami sidrani v laboratorijsko ploščad.

Na vrhu posameznega zidu sta zidna AB-vez in močan jekleni nosilec, preko katerega

vnašamo vodoravno in navpično obtežbo. Med zidom in jeklenim nosilcem je tanek sloj hitrovezoče izravnalne mase. Navpično obtežbo na obeh koncih jeklenega nosilca vnašamo z dvema oziroma štirimi hidravličnimi bati, ki so z jeklenimi palicami sidrani v klet. Sestavni deli preizkuševališča za ciklične strižne preiskave preizkušancev so shematsko prikazani na sliki 4.

Program preiskav

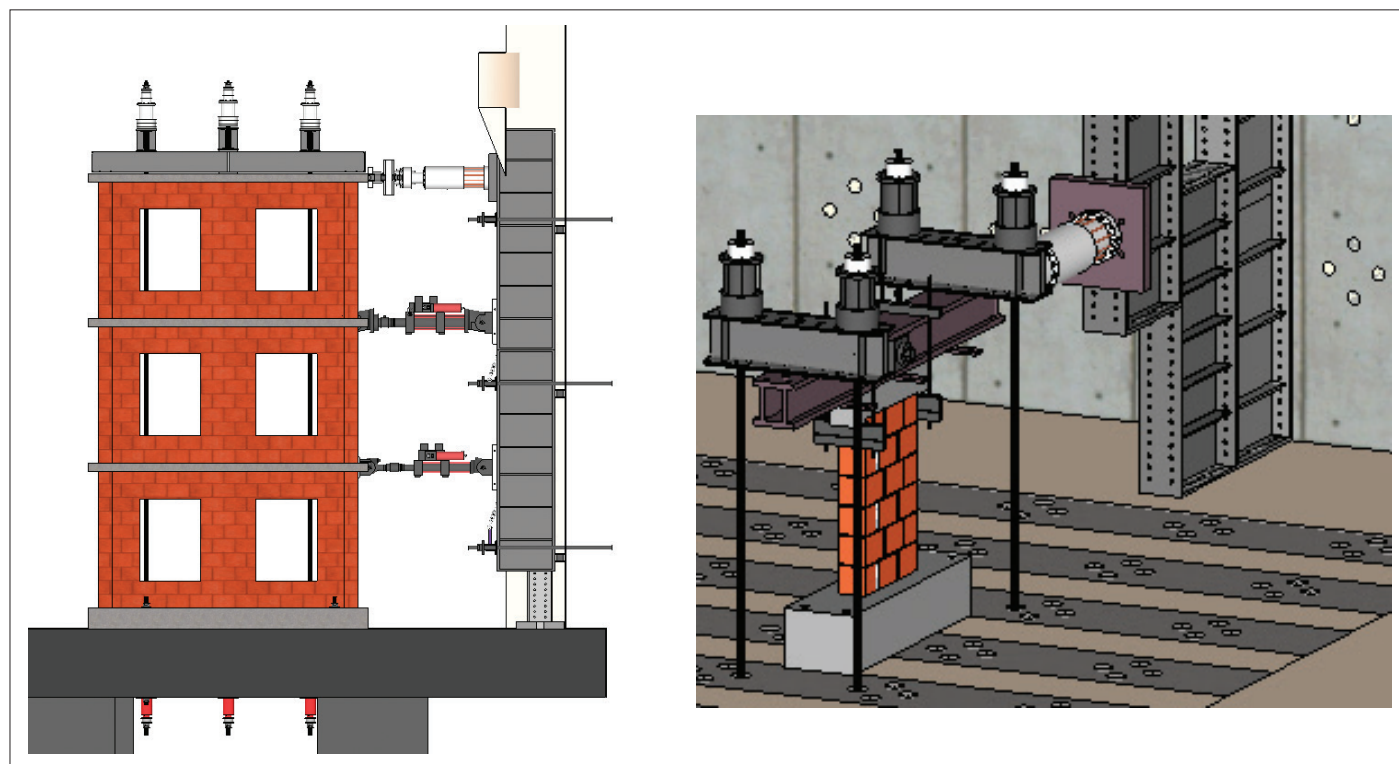
Predobremenitev

Preko treh hidravličnih batov na vrhu preizkušanca se v konstrukcijo vnesejo tlačne obremenitve. V zidovih spodnje etaže preizkušanca smo vzpostavili napetostno stanje, kakršno je v zidovih pritlične etaže tipične

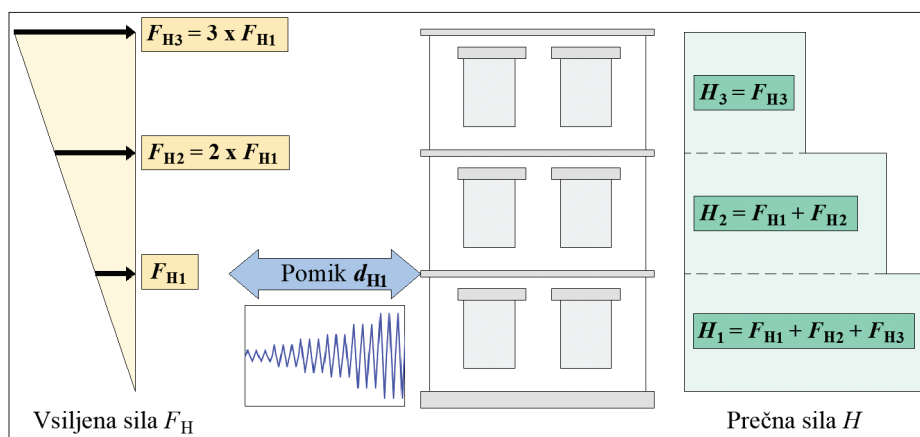
petetažne nearmirane zidane stavbe. Vnesena obtežba je med celotno preiskavo konstantna. Napetost v medokenskem zidnem slopu spodnje etaže je znašala 0,9 MPa, kar predstavlja približno 24 % tlačne trdnosti zidovja. Podobno smo v preiskavah posameznih zidov navpično obtežbo vnesli preko hidravličnih batov. V primeru vseh zidov smo simulirali približno enako stanje, kot je bilo v spodnji etaži večetažnega modela, tj. tlačne napetosti v velikosti 0,9–1,0 MPa. V odvisnosti od izbranega tipa robnih pogojev je v nekaterih preiskavah navpična obtežba ostala konstantna do konca preiskave, medtem ko se je ponekod spreminjala v skladu z vnaprej predpisanimi vpetostnimi zahtevami.

Potresna obtežba

Potresno delovanje smo v preiskavi večetažnega modela simulirali v obliki predpisanih horizontalnih pomikov na nivoju etažnih plošč



Slika 4 • Preizkuševališče za ciklično strižno preiskavo večetažnega modela (levo) in za posamezni zid (desno).



Slika 5 • Razporeditev sil po višini trietažnega preizkušanca in vsiljevanje horizontalnih pomikov.

tako, da so bile sile linearne po višini preizkušanca (trikotna razporeditev sil po višini, slika 5). Potek obremenjevanja smo kontrolirali tako, da smo na nivoju spodnje etaže vsiljevali pomike, obtežbo na nivoju druge in tretje etaže pa smo vnašali kot silo, ki je bila dvakratnik oziroma trikratnik sile, ki smo jo kot reakcijsko silo na vsiljeni pomik izmerili v spodnji etaži. Razlog, da v spodnji etaži, kjer so na podlagi dosedanje prakse pričakovane največje poškodbe, vsiljujemo obtežbo v obliki pomikov, in ne v obliki sil, je v izvedljivosti preiskave prek največje dosežene odpornosti. Ko je namreč ta dosežena, računska določitev deformacij na osnovi doseženih sil ni več možna. Zaradi slednjega se odločimo za vsiljevanje pomikov, s čimer lahko sledimo nastalim silam med celotno preiskavo vse do porušitve preizkušanca.

Program predpisanih pomikov je simbolično prikazan na sliki 5 in se pri enaki vrednosti pomika d_H vsiljuje izmenično v pozitivni in negativni smeri s po tremi ponovitvami. Običajno pri ocenjevanju potresnega obnašanja v smislu deformacij namesto pomikov govorimo o zasukih Φ , saj z njimi lažje medsebojno primerjamo konstrukcijske elemente različnih velikosti. Zasuki Φ predstavljajo razmerje med relativnim zamikom opazovanega konstrukcijskega dela (npr. etaže, posameznega zidu itd.) in njegovo višino. Vodoravne pomike smo povečevali in postopek obremenjevanja ponavljali v skladu s predvidenim programom vse do faze, ko se je celotna prečna sila konstrukcije pri maksimalnem horizontalnem pomiku prvič zmanjšala glede na prejšnjo fazo. Takrat so bile v konstrukciji poškodbe, ki jih je bilo še smiselno sanirati, zato smo ciklično strižno preiskavo prekinili z namenom raziskovanja učinkovitosti izbrane utrditvene tehnike (Triller, 2018).

Potresna obtežba v preiskavah posameznih zidov je bila vnesena na sredini višine jeklenega nosilca in je bila simulirana na enak način in s podobnimi amplitudami kot v spodnji etaži večetažnega preizkušanca. Preiskave posameznih zidov so bile izvedene praktično do porušitve.

Instrumentacija

Med preiskavo smo s kontaktnimi merilniki pomikov (LVDT) opazovali in merili vodoravne ter navpične pomike preizkušanca. Z LVDT-merilniki smo merili tudi zdrs na spodnjem in zgornjem stiku zidov z AB-ploščami. Meritve polja pomikov po celotni zunanji površini vzdolžnih sten smo opravili z optičnim sistemom GOM Aramis. Na zunanji strani so bile merjene površine z namenom optimalnega delovanja sistema prepletkane z naključnim pikčastim kontrastnim vzorcem, na notranji strani pa so bili zidovi prebarvani belo, s čimer je bilo med preiskavo olajšano pregledovanje konstrukcije. Sila in pomik sta bila merjena v vsakem hidravličnem batu.

Instrumentacija pri preiskavah posameznih zidov je bila podobna. Uporabljene so bili LVDT-merilniki in optični merilni sistem 3D, sile pa smo merili na vsakem od hidravličnih batov. Med preiskavami je bil optični sistem usmerjen neposredno proti merjeni površini. Razdalja med merjeno površino in kamerami je v primeru večetažnega preizkušanca znašala približno 7,0 m, medtem ko je bila ta vrednost pri preiskavah posameznih zidov bistveno manjša (2,5–3,5 m). Za večetažni preizkušane ločljivost v ravnini merjene površine, ki je odvisna od velikosti merjene površine in oddaljenosti kamer, znaša $\pm 0,05$ mm. Pri cikličnih strižnih preiskavah posameznih zidov, kjer je območje meritev bistveno manjše, kameri pa sta nameščeni bližje preizkušancem, je ločljivost pomikov v ravnini zidu

$\pm 0,02$ mm. Referenčno stanje optičnega sistema je predstavljalo stanje po vnosu vertikalne sile, tj. stanje po predobremenitvi.

Robni pogoji

Robne pogoje posameznih zidov strižnih zidanih sten reguliramo s tremi parametri: z osno silo, upogibnim momentom na dnu in na vrhu zidu ter s horizontalno (potresno) silo. V cikličnih strižnih preiskavah je zidni slop na dnu vedno vpet tako, da so na tem mestu preprečeni vsi pomiki in zasuki, medtem ko na zgornjem koncu predpišemo vrednosti horizontalnih in vertikalnih pomikov, zasukov ter navpične (osne) sile. Slednje vnašamo preko hidravličnih batov, s čimer omogočimo izpolnjevanje predpisanih pogojev glede zasukov ali momentov.

V sklopu preiskav, predstavljenih v tem članku, smo proučevali štiri tipe robnih pogojev. Prvi tip (I) predstavljajo t. i. konzolni robni pogoji, kjer so na zgornjem robu sproščeni zasuki, skupna osna sila pa je konstantna (konstantni sta tudi osni sili $F_{VL} = F_{VD}$).

Drugi tip (II) so t. i. obojestransko vpeti pogoji, pri katerih so na zgornjem robu zidu preprečeni zasuki s konstantno skupno osno silo. Zasuki se preprečujejo z momentno obtežbo, zato sili na levi in desni strani zidu nista enaki $F_{VL} \neq F_{VD}$.

Pri tretjem tipu robnih pogojev (III) na zgornjem robu zidu preprečimo zasuke, poleg tega pa med obremenjevanjem s potresno obtežbo v času, ko je horizontalna sila F_H različna od 0 kN, preprečimo tudi navpične pomike. To povzroči naraščanje vertikalne sile na območju, kjer se zid bliža skrajni legi (tj., ko je dosežena amplituda posameznega cikla), oziroma padanje vnesene vertikalne sile, ko se poškodovani zid pri potresni razbremenitvi bliža ničelni legi. Skupna vertikalna sila v zidu med preiskavo zato ni konstantna. Vsakič, ko je zid v ničelni legi (tj. $F_H = 0$ kN), skupno vertikalno silo povečamo na začetno predpisano vrednost, s čimer se spremeni tudi vrednost vertikalnega pomika d_v , ki nato vse do ponovne vrnitve v ničelno lego ostaja konstanten.

Četrty tip robnih pogojev (IV) prestavlja kombinacijo prvega in drugega tipa: na zgornjem robu zidu so sproščeni zasuki, skupna vnesena osna sila je konstantna. Posamezni vertikalni sili se med preiskavo spreminjata tako, da je infleksijska točka (tj. ničelna momentna točka) med celotno preiskavo na sredini višine zidu.

Shematični prikaz obravnavanih vpetostnih pogojev in njihovo poimenovanje sta prikazana na sliki.

Tip r.p.	I	II	III	IV
Simbol				
ΣF_V	= konst.	= konst.	≠ konst.	= konst.
$F_{VL} = F_{VD}$	=	≠	≠	≠
$F_{VL} \neq F_{VD}$	≠	≠	=	≠
w	≠ 0	≠ 0	= 0	≠ 0
Φ	≠ 0	= 0	= 0	≠ 0

Preglednica 2 • Shematični prikaz obravnavanih tipov robnih pogojev (r.p.).

5 • REZULTATI

Porušni mehanizmi

5.1.1 Večetažni model

Prve vidne poškodbe po začetku preiskave so bile diagonalne razpoke, ki so se pojavile simetrično na obeh vzdolžnih stenah in v vseh zidnih slopih prve in druge etaže. Nastale so pri zasuku prve etaže v vrednosti 0,10 % (etažnem zamiku 2 mm) in so občutno spremenile togost prve etaže preizkušanca. Z naraščanjem horizontalne obtežbe so se diagonalne razpoke širile in bilo jih je vedno več. Večinoma so potekale po vertikalnih in horizontalnih regah, ponekod tudi prek zidakov. Pri zasuku prve etaže v vrednosti 0,18 % je bila dosežena maksimalna odpornost spodnje etaže in celotnega preizkušanca. Strižna odpornost modela je znašala 285 kN. V nadaljevanju so se poškodbe pričele izrazito koncentrirati v spodnji etaži, ob tem pa sta se višji etaži razbremenili in tam ni bilo novih poškodb, s čimer je prišlo do pojava etažnega mehanizma v pritličju. Preiskavo osnovnega preizkušanca smo prekinili pri zasuku prve etaže v vrednosti 0,24 %. Med preiskavo se je pojavilo nekaj komaj opaznih horizontalnih razpok med AB-prekladami in zidnimi slopi, vendar je bil njihov obseg zanemarljiv. Slednje kaže na to, da vrtenja zidov, ki bi karakteriziralo mehanizem obnašanja večetažnega preizkušanca, praktično ni bilo. Poškodovanost medokenskega slopa spodnje etaže ob koncu preiskave je prikazana v preglednici 4.

5.1.2 Zidovi

Obnašanje zidov je v nadaljevanju opisano za vsak tip robnih pogojev posebej. Ker sta se pri vseh štirih tipih vpetosti zidova, preizkušena na isti način, tj. pri enakih robnih pogojih, obnašala zelo podobno, je v nadaljevanju zaradi celovitosti podan posplošen opis obnašanja zidu za posamezen tip robnih pogojev, pri čemer so podane tudi opombe za posamezen zid, ko je to potrebno.

Tip I. Zidova W1 in W2, ki sta bila ciklično strižno preizkušena kot konzoli, sta se v začetnih fazah sukala kot togi telesi. Prve poškodbe so se pojavile pri zasuku zidu v vrednosti 0,17 % (pomik 2,0 mm). Opaženi sta bili horizontalni razpoki na dnu zidu, ki sta nastali zaradi dvigovanja zidu na stiku s temeljem. Razpoki sta se odpirali in zapirali v skladu s smerjo obremenjevanja. Pri zasuku 0,60 % se je pričelo drobljenje obeh spodnjih vogalov zidu. S povečevanjem amplitude vsiljenih pomikov se je povečeval obseg razpok, deli zidu so odpadli. Poškodbe so bile tako upogibnega kot strižnega tipa. Preiskavi sta bili končani pri zasuku 1,61 % (W1) oziroma 1,72 % (W2), ko je nastopila upogibna porušitev preizkušancev.

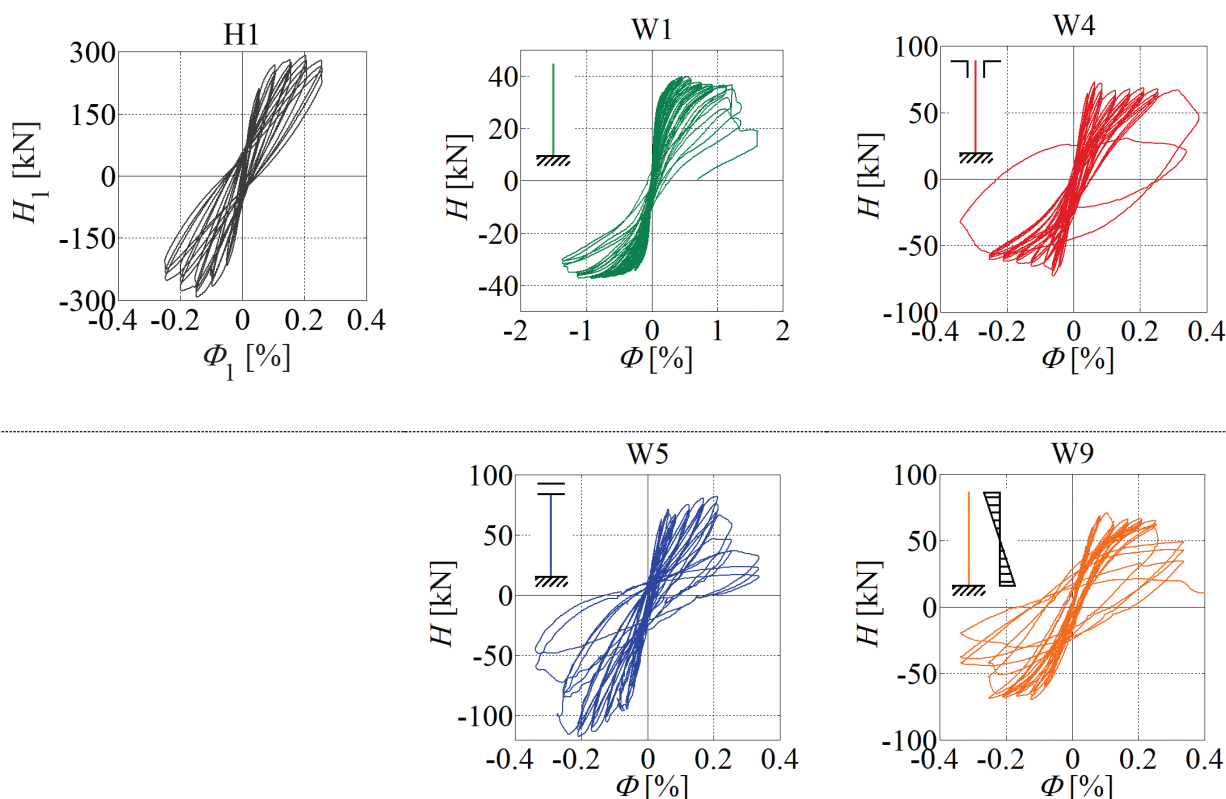
Tip II. Zidova W3 in W4, pri katerih je bila tlačna napetost konstantna, pri čemer je bil na zgornjem robu preprečen zasuk, dopuščeni pa so bili vertikalni pomiki, sta se na potresno obtežbo odzvala strižno. Prve vidne poškodbe so bile diagonalne razpoke, ki so se pojavile pri zasuku 0,04 %. S povečanjem obtežbe so se širile obstoječe in nastajale nove

poševne razpoke, na stikih zidu s temeljem in z AB-preklado pa so se pojavile manjše horizontalne razpoke. Večina razpok je potekala po maltnih stikih, nekaj pa jih je nastalo diagonalno prek zidakov. Proti koncu testov so se začele stene zidakov krušiti in odpadati z zidu. Porušitev zidu je nastopila pri zasuku 0,34 % (W3) oziroma 0,36 % (W4).

Tip III. Pri zidovih W5 in W6, ki sta bila preizkušena na način, kjer sta bila zasuk in vertikalni pomik na zgornjem robu preprečena, vertikalna sila pa se je med preiskavo spreminjala, so se prve razpoke pojavile v osrednjem delu zidu, in sicer pri zasuku 0,06 oziroma 0,07 %. Smer njihovega poteka je bila diagonalna prek zidakov. V nadaljnjih fazah so se s povečevanjem pomikov razpoke razširile po celotni višini zidu. V zadnjih fazah preiskav je rast razpok občutno narasla, porušitev obeh zidov je nastopila pri zasuku 0,34 %.

Tip IV. Zidova W8 in W9 sta bila preizkušena na način, ki je zagotavljal lego ničelne momentne točke na sredini višine zidov. Prve vidne razpoke so se pojavile pri zasuku 0,13 %. S povečevanjem obtežbe se je obseg razpok povečeval, pri čemer so bile pri zidu W8 poškodbe osredotočene predvsem v osrednjem delu zidu, medtem ko so bile pri zidu W9 razporejene po celotni višini. Med preiskavo zidu W8 so se pojavile tlačne razpoke na spodnjih vogalih, ki pa niso vplivale na tip porušnega mehanizma. Porušitev, ki je bila v primeru obeh zidov strižna s poševnimi razpokami, je nastopila pri zasuku 0,26 % (W8) oziroma 0,34 % (W9).

Čeprav je bilo pri nekaterih zidovih med preiskavo možno opaziti horizontalne razpoke na stiku zidu s temeljem in pa tlačne

Slika 6 • Histerezne krivulje odvisnosti med strižno silo H in zasukom Φ .

razpoke (drobljenje) vogalnih zidakov, je bil prevladujoč porušni mehanizem v primerih zidov z robnimi pogoji tipov II, III in IV strižni s poševnimi razpokami zaradi prekoračene natezne trdnosti zidovja. Pri zidovih z robnimi pogoji tipa I je bila odločilna prekoračitev upogibne trdnosti, ki je povzročila upogibno porušitev zidov. To potrjujejo slike zidov ob koncu preiskav (preglednica 4).

Histereze

Histerezne krivulje v obliki horizontalna sila H – (etažni) zasuk Φ so za spodnjo etažo in za posamezne zidove prikazane na sliki 6, pri čemer so zaradi preglednosti na diagramih histereznih odvisnosti merila zasukov in sil enaka, razen pri konzolnem načinu preizkušanja, kjer so bili zaradi sukanja zidu nad podporo zasuki zelo veliki.

Krivulje odvisnosti med prečno silo in etažnim zasukom so podobne za obe smeri obremenjevanja. Slednje je skladno z opaženim simetričnim vzorcem poškodb, ki so nastale v pozitivni in negativni smeri obremenjevanja.

Mejna stanja

Potresni odziv preizkušancev v smislu odpornosti H in zasuka Φ smo izvednotili pri

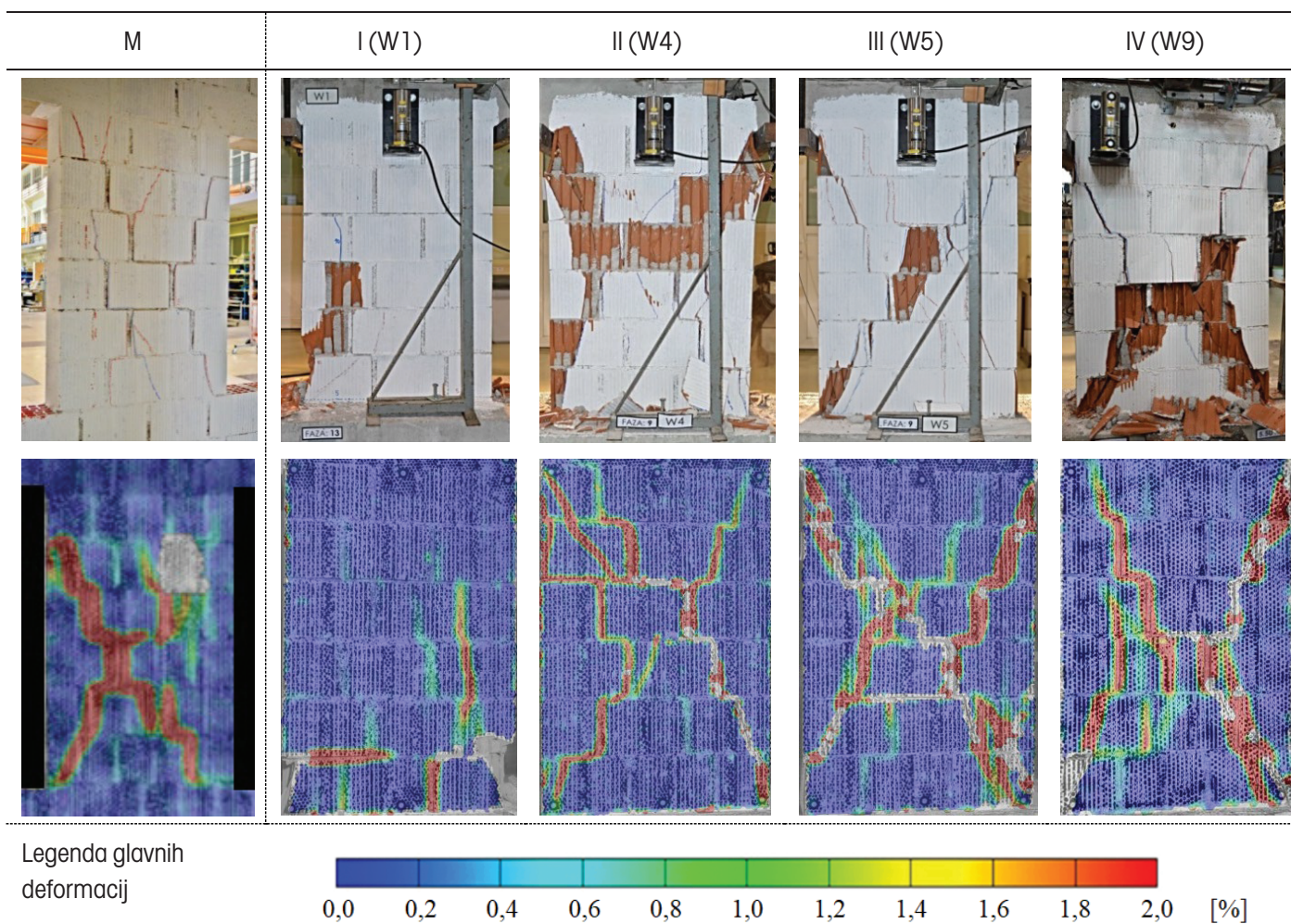
treh značilnih mejnih stanjih (MS), ki so bila definirana na naslednji način:

- mejno stanje nastanka razpok, kjer se opazno spremeni togost konstrukcije in sovпада s pojavom prvih vidnih razpok;

- mejno stanje maksimalne odpornosti preizkušanca;
- mejno stanje ob zaključku preiskave večetažnega preizkušanca oziroma mejno stanje porušitve, ki predstavlja stanje zidu

Etaža/ Zid	MS nastanka razpok			MS maksimalne odpornosti		Zadnja faza preiskave/ MS porušitve	
	H_e (kN)	Φ_e (%)	K_e (kN/mm)	H_{max} (kN)	Φ_{Hmax} (%)	$H_{l/du}$ (kN)	$\Phi_{l/du}$ (%)
M1	267	0,10	131	292	0,18	265	0,25
W1	32,7	0,17	16	38,7	0,74	19,1	1,61
W2	34,0	0,17	17	38,5	0,37	30,3	1,72
W3	57,6	0,04	115	70,2	0,13	33,2	0,34
W4	65,4	0,04	130	73,3	0,06	40,8	0,36
W5	70,4	0,04	140	99,7	0,21	46,5	0,34
W6	61,1	0,04	121	92,6	0,17	29,9	0,34
W8	46,7	0,07	53	63,5	0,17	44,8	0,26
W9	56,7	0,06	75	70,5	0,13	45,9	0,34

Preglednica 3 • Vrednosti strižne sile H , zasuka Φ in efektivne togosti K_e pri značilnih mejnih stanjih (MS) preizkušanca.



Preglednica 4 • Obseg poškodb po koncu preiskave; prikazane so poškodbe srednjega zidnega slopa spodnje etaže večetažnega modela (M) oziroma posameznih zidov (W) in meritve polja pomikov.

tik pred porušitvijo oziroma ob zaključku preiskave posameznega zidu.

Rezultati omenjenih veličin pri opisanih mejnih stanjih so prikazani v preglednici 3. Podane so tudi vrednosti ekvivalentne togosti K_e , ki je definirana kot sekantna togost pri doseženem mejnem stanju razpok.

Meritve polja pomikov pri pojavu prvih razpok, pri maksimalni odpornosti preizkušanca in ob koncu preiskave, so prikazane v preglednici 4. Koncentracije napetosti prikazujejo mesta, kjer se tvorijo razpoke, medtem ko velikostni red napetosti prikazuje njihovo širino. Če primerjamo meritve polja pomikov in slike poškodb, ki so bile opažene med preiskavo, opazimo velike podobnosti, saj se mesta poškodb in njihov obseg skladajo. Tako kot pregled poškodb med preiskavo so tudi meritve z optičnim sistemom ovrgle pojav zibanja zidnih slopov in upogibnega mehanizma, saj iz rezultatov ni mogoče

izslediti nobenih horizontalnih razpok in drobljenja vogalov.

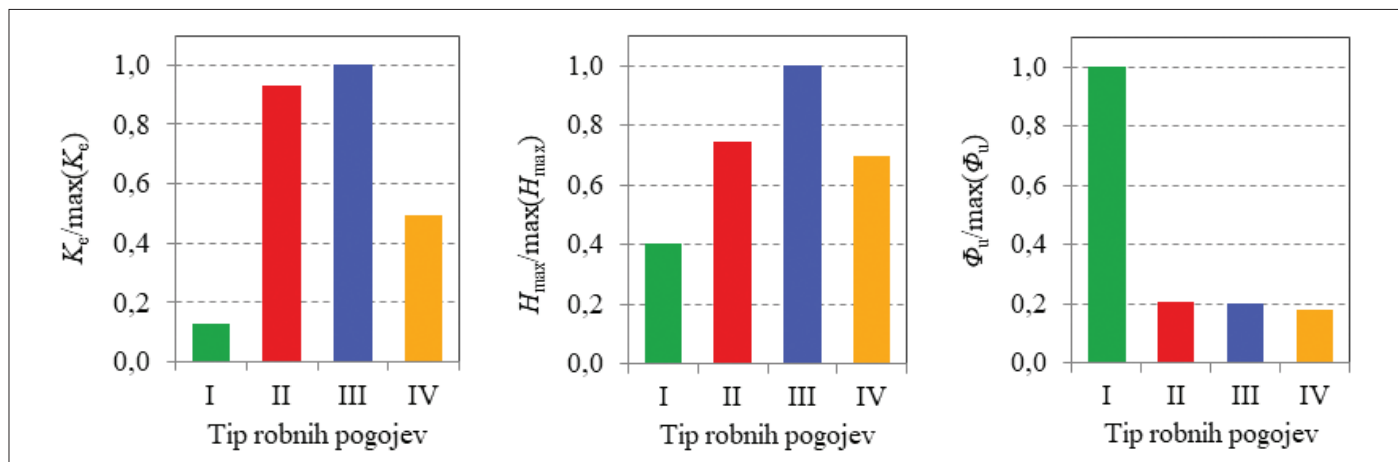
Treba je poudariti, da mejno stanje maksimalne odpornosti določata največji doseženi sili v pozitivni in negativni smeri obremenjevanja ter njuna pripadajoča horizontalna pomika. Ker na to, kdaj je dosežena največja sila, vplivajo robni pogoji, je treba vrednosti pomikov za mejno stanje maksimalne odpornosti v preglednici 3 jemati z rezervo. Največja sila (predvsem v primeru zidov W3 in W4 ter W8 in W9) je sicer dosežena pri relativno majhnem vsiljenem pomiku, vendar se ne spremeni bistveno (oziroma za manj kot 10%) tudi pri dvakratni vrednosti horizontalnega pomika, ki pripada največjima doseženima silama v obeh smereh (glej sliko 6).

Povprečne vrednosti glavnih karakteristik, s katerimi opišemo potresni odziv zidov, in njihova primerjava glede na tip robnih pogojev so grafično predstavljene na sliki

7. Najmanjša efektivna togost, najmanjša potresna odpornost in največji mejni pomik so značilni za konzolni način preizkušanja (tip I). Povprečni vrednosti efektivne togosti zidov za tipa II in III sta precej podobni in sta približno 2-krat višji od efektivne togosti, dosežene pri tipu IV. Največja potresna odpornost je dosežena pri zidovih tipa III, medtem ko je za približno četrtino manjša v primeru tipov II in IV. V primeru mejnega zasuka je bil zaznan relativno majhen raztros rezultatov, saj se pri vseh tipih (II, III in IV) robnih pogojev vrednost največjega doseženega zasuka v preiskavi giblje okoli 0,3%, kar predstavlja približno 20% največjega zasuka, doseženega v preiskavah zidov, ki sta bila preizkušena kot konzoli.

Natezna trdnost

Potresno odpornost nearmiranega zidovja, ki ga določa strižni mehanizem z nastankom poševnih razpok, določa največja vrednost



Slika 7 • Primerjava normaliziranih vrednosti karakteristik potresnega obnašanja glede na tip robnih pogojev.

glavne natezne napetosti, ki nastane v zidu dane geometrije pri največji doseženi strižni sili ob predpostavki, da je zidovje elastičen, homogen in izotropen material. Turnšek in Čačovič (Turnšek, 1971) sta vrednost glavne natezne napetosti pri doseženi največji odporosti zidu izpeljala na podlagi elementarne teorije elastičnosti in jo poimenovala (referenčna) natezna trdnost zidovja $f_{t,T\check{C}}$. Enačba, s katero jo določimo, se glasi:

$$f_{t,T\check{C}} = \sigma_{t,T\check{C}} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_0}{2}\right)^2 + (b\tau_{\max})^2} - \frac{\sigma_0}{2}, \quad (1)$$

kjer so:

$\sigma_0 = N/A_w$ povprečna tlačna napetost v vodoravnem prerezu zidu zaradi navpične sile N , $\tau_{\max} = F_{H,\max}/A_w$ povprečna strižna napetost v vodoravnem prerezu zidu zaradi največje vodoravne sile, $F_{H,\max}$, A_w površina vodoravnega prereza zidu in b faktor porazdelitve strižnih napetosti po prerezu, definiran kot razmerje med največjo in povprečno strižno napetostjo v vodoravnem pre-

rezu zidu ($h/l \geq 1,5 \rightarrow b = 1,5$; $h/l < 1,5 \rightarrow b = \max\{1,1; h/l\}$).

Ker je bila zanesljivost napovedi strižne odporosti zidanih stavb z uporabo modela Turnška in Čačoviča potrjena pri številnih raziskovalcih (glej npr. (Tomažević, 2009)), se tako definirana natezna trdnost zidovja še danes uporablja kot osnovni parameter v inženirski praksi. Natezno trdnost zidovja za zidove, pri katerih je bil merodajen strižni mehanizem s poševnimi razpokami, je prikazana v preglednici 5. Omenjene karakteristike zidovja za

preizkušanca W1 in W2 ni možno iz vrednotiti, saj sta se zidova porušila v upogibu.

Pri računu natezne trdnosti so bile upoštevane velikosti tlačnih napetosti v zidu v času dosežene največje vodoravne sile. Izračunane so povprečne vrednosti za pozitivno in negativno smer obremenjevanja.

Povprečna natezna trdnost zidovja, iz vrednotena na vzorcu zidov W3-W9, znaša 0,37 MPa. Povprečne vrednosti natezne trdnosti glede na tip robnih pogojev so podane v preglednici 5.

Tip r.p.	II		III		IV	
Zid	W3	W4	W5	W6	W8	W9
σ_0 (MPa)	1,03	1,03	1,85	1,79	1,02	1,03
$H_{\max}$ (kN)	70,2	73,3	99,7	92,6	63,5	70,5
f_t (MPa)	0,36	0,38	0,44	0,39	0,30	0,36
$f_{t,b.c.}$ (MPa)	0,37		0,41		0,33	

Preglednica 5 • Račun natezne trdnosti zidovja $f_{t,T\check{C}}$.

6 • ANALIZA REZULTATOV

Na podlagi primerjave odziva medokenskega zidnega slopa v spodnji etaži trietažnega modela in posameznih zidov, preizkušenih pri različnih robnih pogojih (I–IV), želimo ugotoviti, kateri tip robnih pogojev je najbolj podoben.

Vpliv robnih pogojev

Pri izvedbi cikličnih strižnih preiskav posameznih zidov predpišemo tri prostostne stopnje na zgornjem robu zidu. V vseh primerih je predpisan horizontalni pomik (d_H), ki ga vnašamo ciklično, kot je

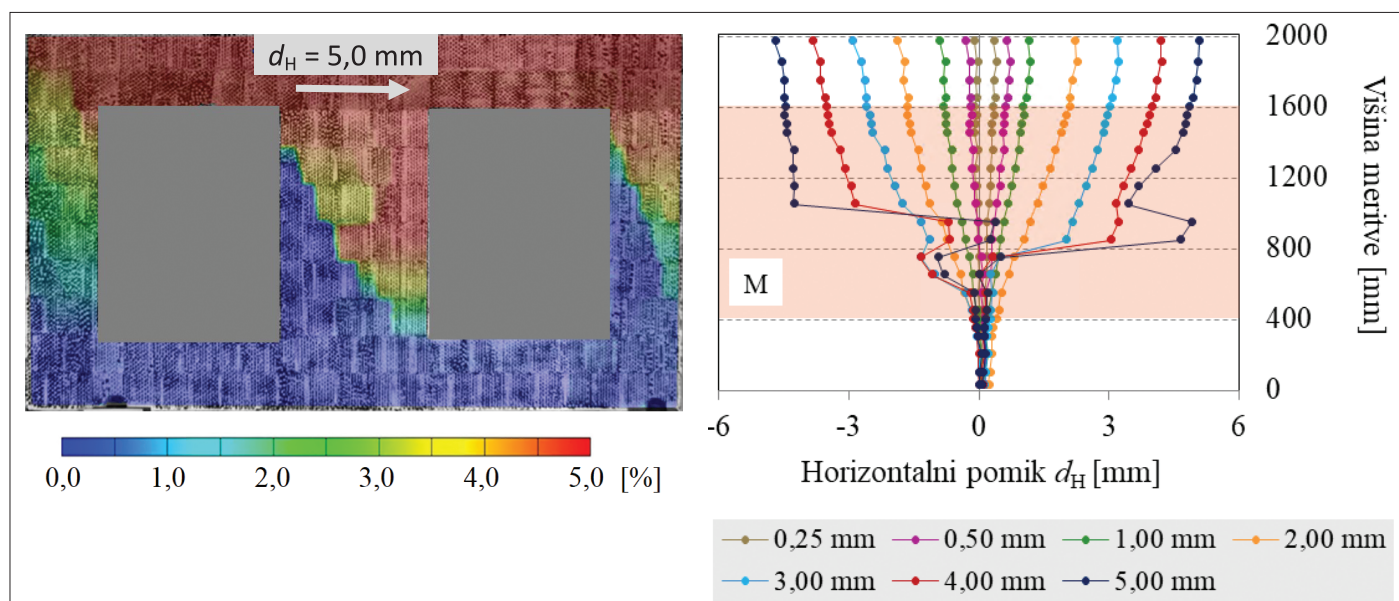
opisano pri opisu preizkuševališča. Predpisana je še ali osna oz. navpična sila (F_v) ali pa osni oz. navpični pomik (d_v). Zadnja predpisana prostostna stopnja je ali moment (M) ali pa zasuk zgornjega roba (α_{zg}).

V nadaljevanju so horizontalni in vertikalni pomiki obravnavani po sklopih. Dodatno poglavje je namenjeno proučevanju velikosti in poteka osnih sil ter višine ničelne momentne točke v zidnih slopih med cikličnimi strižnimi preiskavami.

Horizontalni pomik (d_H)

Večetažne strižne stene

Meritve optičnega sistema omogočajo, da med preiskavo spremljamo potek horizontalnih pomikov po višini preizkušancev. Na sliki 8 (levo) so prikazane vrednosti horizontalnih pomikov d_H v spodnji etaži modela v zadnji fazi preiskave. Opazimo, da večinski delež horizontalnih pomikov prevzamejo zidni slopi. Ta trditev še posebej velja za medokenski slop, kjer se sprememba horizontalnih pomikov po višini etaže v parapetnem in prekladnem delu giblje okoli nič, medtem ko skoraj celoten vsiljeni etažni pomik prevzame del, ki se nahaja na višini okenskih odprtin. Vidna je jasna meja, kjer so poševne razpoke.



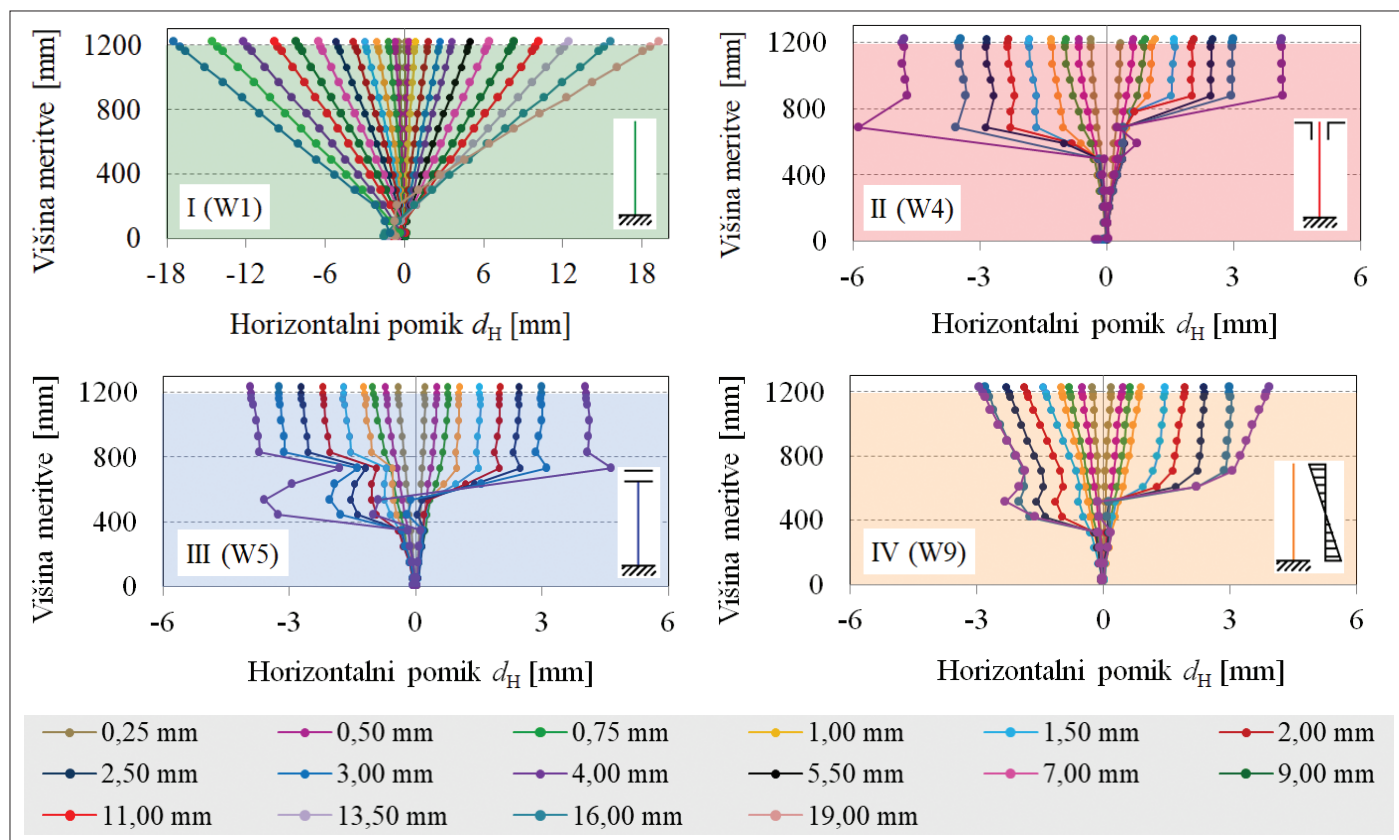
Slika 8 • Meritve optičnega sistema – horizontalni pomiki d_H v spodnji etaži večetažnega preizkušanca; polje pomikov za zadnjo fazo preiskave (levo) in potek horizontalnih pomikov po višini medokenskega dela za vse faze obremenjevanja (desno).

Natančnejši potek pomikov v medokenskem slopu je prikazan na sliki 8 (desno). Prikazane so vrednosti pomikov po višini v 1. ciklu vsake faze za obe smeri obremenjevanja. Točke, v katerih beležimo horizontalne pomike, so razporejene po višini etaže na 10 cm, pri čemer

so z namenom natančnejše analize točke na meji med zidnim slopom in parapetnim oziroma prekladnim delom stene na še manjših razdaljah.

Praktično linearen potek pomikov po višini v prvih fazah kaže na to, da je takrat material

še v elastičnem območju, vsiljeni pomiki pa so enakomerno razporejeni po višini etaže. Kasneje, ko material preide v neelastično območje, pa večina horizontalnih deformacij nastane v zidnem slopu. Večje razlike med dvema višinskima točkama, ki se pojavljajo



Slika 9 • Potek horizontalnih pomikov d_H po višini zidov. Prikazani so rezultati za 1. cikel posamezne faze za obe smeri obremenjevanja.

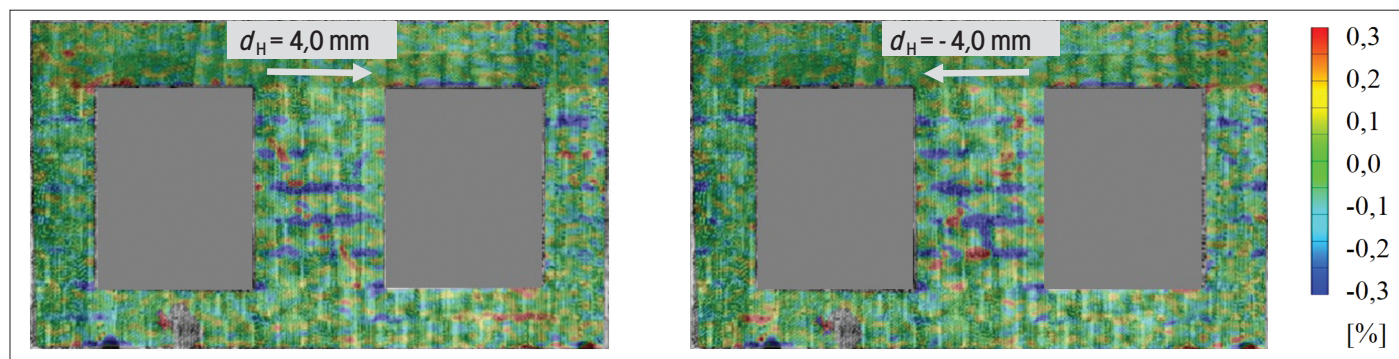
vse od pojava razpok ($d_H=2,0$ mm) dalje, kažejo na nastanek in večanje razpok.

Meritve deformacij kažejo še, da delež etažnega horizontalnega pomika, ki ga prevzame zidni slop, narašča vse do konca ciklične preiskave, ko znaša že 95 % celotnega vsiljenega horizontalnega pomika. Preostanek deformacij v smeri potresnega delovanja prevzame prekladni in parapetni del, ki dobita v povprečju približno enak delež deformacij. Na osnovi teh ugotovitev lahko sklepamo, da je predpostavka o togih parapetnih in prekladnih

obnašanje. Odsotnost strižnih poškodb potrjujejo tudi rezultati optičnega sistema. Črte, ki povezujejo točke po višini zidu za vsako od izvedenih faz obremenjevanja, vse do konca preiskave ostanejo ravne. Opazni so horizontalni pomiki (drsene) med temeljem in zidom, kar dokazujejo nastale horizontalne razpoke na obeh spodnjih vogalih zidov. Vrednost horizontalnega pomika pri porušitvi konzolno preizkušanih zidov je bila bistveno večja od tistih v primeru večetažnih strižnih sten. Prav tako je mehanizem porušitve drugačen, kar pomeni,

deformacij in posledično sil med slopi malo (slika 10).

Optične meritve vertikalnih deformacij v medokenskem slopu so zelo podobne v obeh smereh obremenjevanja (slika 10), v nobeni smeri pa ne pride do nateznih napetosti na zgornjem ali spodnjem robu zidu. To pomeni, da sukanja zidnega slopa, pri katerem nastanejo horizontalne razpoke na stiku s horizontalnimi povezovalnimi elementi, ni bilo mogoče zaznati. Zato lahko sklepamo, da v večetažnih stavbah, grajenih v sorodnem sistemu, kot je obravnavan



Slika 10 • Meritve vertikalnih deformacij ε_V z optičnim sistemom. Rezultati so prikazani za mejno stanje maksimalne odpornosti (MS_{max}) preizkušanca za obe smeri obremenjevanja.

delih ter deformabilnih (šibkih) zidnih slopih za stavbe, ki so po geometriji in materialnih lastnostih ter sistemu zidanja podobne večetažnemu preizkušancu, utemeljena.

Zidovi

Pri posameznih zidovih za proučevanje poteka horizontalnih pomikov po višini prav tako opazujemo točke po sredinski liniji posameznega zidu, ki so med seboj oddaljene približno 10 cm. Dodatno določimo še točki na temelju in na AB-prekladi, s čimer omogočimo analizo morebitnih zdrsov zidu.

Na sliki 9 je prikazan potek horizontalnih pomikov po višini zidov vse do prekladnega dela (predel zidu je na grafih obarvan skladno z barvo uporabljenega tipa robnih pogojev). Za vsak obravnavani tip robnih pogojev so prikazani rezultati za enega izmed dvojice preizkušenih zidov, saj so rezultati za oba zelo podobni. V vseh primerih so na dnu zidu odštet morebitni zdrsi temelja, kar pomeni, da so na sliki prikazani le dejanski pomiki, ki se zgodijo v zidu, temelj pa predstavlja nepomično podpora.

Opazimo, da so horizontalni pomiki d_H za zid, ki je bil preizkušen v konzolnem načinu (I), enakomerno razporejeni po celotni višini zidu. To je skladno z opažanji med preiskavo, ko je bilo očitno zibanje zidu in njegovo upogibno

da konzolni (I) tip robnih pogojev ni ustrezen za simulacijo potresnega obnašanja zidnih slopov v dejanski nearmirani zidani stavbi z armiranobetonskimi stropnimi konstrukcijami.

Pri vzpostavitvi preostalih tipov robnih pogojev (II–IV) je bil porušni mehanizem strižnega tipa in je sovpadal z mehanizmom, ki je nastal v večetažnih strižnih stenah. Mejni stanji nastanka razpok in največje odpornosti zidov sta bili v vseh primerih doseženi prej kot pri večetažnem preizkušancu. To pomeni, da smo s preizkušanjem posameznih zidov na varni strani, saj je dejanska deformacijska kapaciteta zidov, ko so del konstrukcijskega sistema, večja. Optične meritve kažejo, da ni bilo zibanja zidov in drsenja po površini temelja. Meritve horizontalnih pomikov z optičnim sistemom za uporabljene tipe robnih pogojev II, III in IV za zdaj vrnejo dovolj podobne rezultate kot pri večetažnih strižnih stenah. To pomeni, da so z vidika poteka horizontalnih deformacij vsi trije tipi robnih pogojev ustrezni.

Vertikalni pomik (d_V)

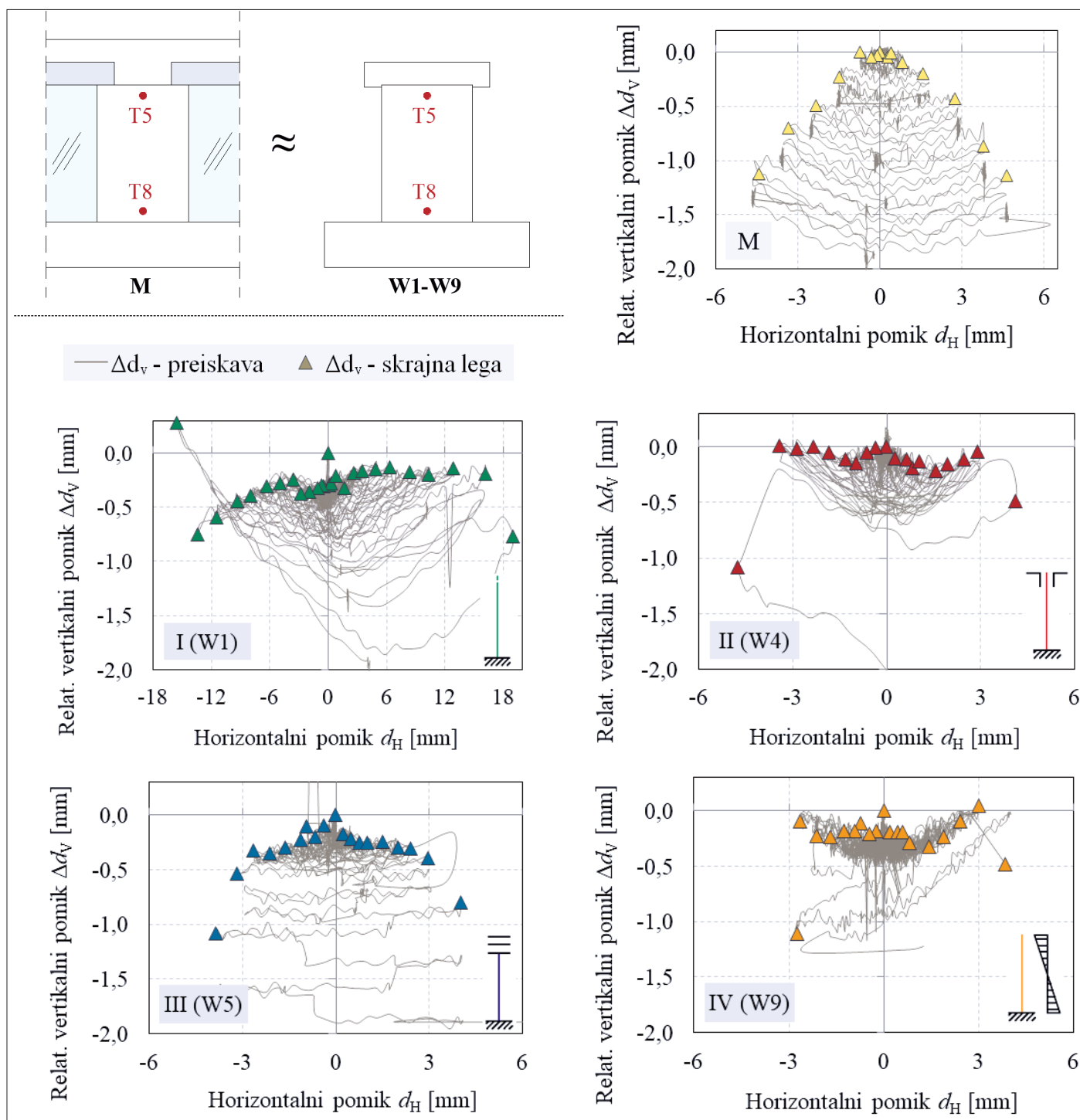
Večetažne strižne stene

Z analizo rezultatov optičnih meritev lahko ocenimo morebitno (pre)razporeditev vertikalnih deformacij med robnima in medokenskim slopom zaradi vodoravne obtežbe. Rezultati kažejo, da je prerazporeditev

v naši študiji, do pojava sukanja ne pride. To pomeni tudi, da je treba pri laboratorijskih preiskavah zidov zagotoviti takšne robne pogoje, da na dnu in na vrhu zidnega preizkušanca horizontalne razpoke ne bodo prisotne.

V nadaljevanju opazujemo osne vertikalne pomike v medokenskem zidnem slopu spodnje etaže. Za ta namen uporabimo vrednosti horizontalnih in vertikalnih pomikov v točkah T5 in T8, ki sta prikazani na sliki 11 (levo zgoraj). Vertikalni pomiki v medokenskem slopu v skrajnih legah v 1. ciklu posamezne faze so na sliki 11 (desno zgoraj) označeni s trikotniki. Z grafa je razvidno, da se je v nekaterih delih preiskave pri optičnih meritvah pojavil večji šum (siva črta, ki predstavlja odvisnost med horizontalnim pomikom in relativnim vertikalnim pomikom, ni gladka).

V splošnem se v vsakem ciklu in vsaki fazi poveča vertikalni skrček v neobremenjenem stanju in v skrajni legi. V začetnih fazah preiskave (pred nastankom prvih razpok) je vertikalni skrček znotraj posameznega cikla skoraj konstanten. Po nastanku poškodb pa se vzorec spremeni – vertikalni skrčki znotraj posameznega cikla so največji v neobremenjenem stanju, in se zmanjšujejo s povečevanjem vodoravne obtežbe. Opazimo tudi, da so skrčki zelo podobni za obe smeri obremenjevanja.



Slika 11 • Določitev merilnih točk na površini preizkušancev (zgoraj levo), medsebojna odvisnost relativnega osnega vertikalnega Δd_v in horizontalnega pomika d_H v medokenskem zidnem slopu spodnje etaže (zgoraj levo) in v zidovih (spodaj).

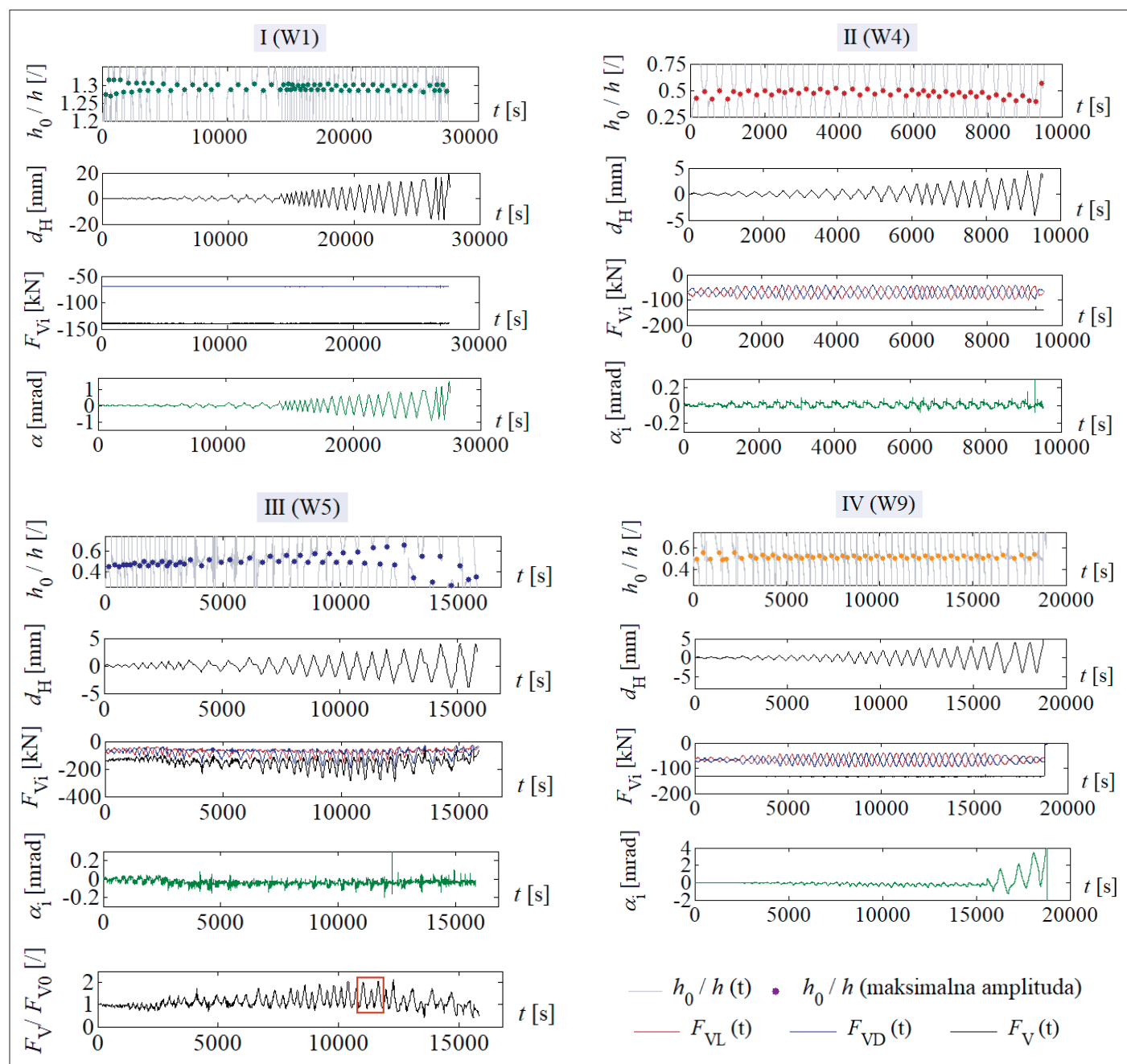
vanja. Velikost skrčka v zadnji fazi preiskave v ravnotežni legi je znašala skoraj 2,0 mm, medtem ko je bila ta vrednost v skrajnih legah približno 1,5 mm.

Zidovi

Rezultati poteka relativnih vertikalnih pomikov Δd_v v zidovih, izračunani na enak način

kot za medokenski slop večetažnega modela, so zbrani na sliki 11 (spodaj). Na grafih skrčkov v odvisnosti od vsiljenih horizontalnih pomikov d_H so s trikotniki označene vrednosti relativnih vertikalnih pomikov v obeh skrajnih legah 1. cikla posamezne faze obremenjevanja.

Obnašanje obeh konzolno preizkušenih zidov je upogibno – na začetku prevladuje sukanje, prav tako so poškodbe majhne. To se kaže v dokaj majhnih deformacijah zidu. Ker so se zaradi sukanja pojavile in odpirale razpoke na stiku s temeljem, ta tip robnih pogojev ni primeren za simulacijo odziva zidu v obravnavni stavbi.



Slika 12 • Potek momentne infleksijske točke in horizontalnih pomikov, velikost vertikalne obežbe in zasuki AB-preklade zidov, preizkušanih pri štirih tipih robnih pogojev, ter razmerje med trenutno in začetno vrednostjo vertikalne sile za primer zidu W5, preizkušenem pri robnih pogojih tipa III (levo spodaj). Z rdečim okvirjem je označeno območje, kjer nastopi mejno stanje maksimalne odpornosti zidu.

V preiskavah z robnimi pogoji tipov II, III in IV so vrednosti vertikalnih skrčkov podobne, če opazujemo vertikalne pomike v neobremenjeni legi (pri $F_H = 0$ kN). Če pa primerjamo poteke skrčkov med obremenjevanjem, opazimo med različnimi tipi robnih pogojev nekaj razlik. Izstopa tip III, pri katerem so med posameznim ciklom preprečeni vertikalni pomiki zidu. Ker tega v stavbi nismo opazili, ocenjujemo, da ta tip ni primeren za simulacijo poteka verti-

kalnih skrčkov v stavbah. Najbolj primerna sta tipa II in IV.

Višina ničelne momentne (infleksijske) točke in osne obremenitve

Ključni vprašanja, ki se pojavita med izbiro najustreznejših robnih pogojev za simulacijo dejanskega stanja v medokenskem zidnem slopu nearmirane zidane stavbe, sta vloga vertikalnih sil na zgornjem robu zidu med delovanjem potresa in ravnost zgornjega roba zidu. Da bi proučili posledice vseh štirih upo-

rabljenih tipov robnih pogojev, opazujemo gibanje ničelne momentne (infleksijske) točke zidu, potek horizontalnih pomikov in vertikalnih sil ter zasukov na vrhu zidu.

Na sliki 14 je prikazan časovni potek opazovanih veličin za obravnavane tipe robnih pogojev, pri čemer so predstavljene vrednosti, izmerjene z induktivnimi merilniki pomikov, merilniki sil in inklinometrom. Posledično primerjava teh vrednosti z vrednostmi, dobljenimi na osnovi optičnih meritev, pokaže manjša

odstopanja. Omenimo še, da poteka vertikalne obežbe v medokenskem slopu večetažnega preizkušanca ne poznamo (ni možno natančno izmeriti niti razporeditve niti poteka med preiskavo) in zato ne moremo določiti lege infleksijske točke. V primeru posameznih zidov pa lahko položaj točno izračunamo.

6.1.3.1 Položaj infleksijske točke

Prvi od grafov na sliki 12 predstavlja časovni potek višine ničelne momentne točke. Siva linija predstavlja razmerje med višino ničelne momentne točke h_0 in višino zidu h med celotno preiskavo, obarvani krogi pa vrednosti v skrajnih legah (tj. pri največjih amplitudah vsiljenih horizontalnih pomikov), ki so pomembne za našo analizo. Razmerje h_0/h izračunamo na osnovi vseh delujočih sil in lokacij njihovih prijemališč. Poli na teh grafih so v točkah, kjer je vodoravna sila enaka 0.

Za konzolno preizkušena elementa (I) je upogibni moment enak produktu horizontalne sile in ročice na višini prijemališča horizontalne sile ($h_0 = 1,54$ m). Razmerje med višino ničelne momentne točke in višino zidu h_0/h s tem teoretično znaša $1,54 \text{ m} / 1,19 \text{ m} = 1,29$, medtem ko se razmerje h_0/h , ki je izvedeno na osnovi meritev, vse do zadnje faze preiskave giblje med vrednostma 1,27 in 1,32.

Za tipa robnih pogojev II in III višina infleksijske točke ni konstantna ter se spreminja v odvisnosti od horizontalne in vertikalne obežbe. Razmerje h_0/h je bilo pri pogojih tipa II do vključno predzadnje faze preiskave v območju 0,40–0,55. Podoben trend opazimo pri zidu, preizkušenem pri tipu III, kjer pa se prične po dosegu maksimalne odpornosti zidu razmerje h_0/h občutno spreminjati. V zadnjih dveh fazah obremenjevanja se giblje med 0,25 in 0,50.

Četrty tip robnih pogojev (IV) je definiran na način, da se vertikalni sili medsebojno spreminjata tako, da je izpolnjen pogoj ničelne momentne točke na polovici višine zidu. Rezultati kažejo na sposobnost preizkuševalnega sistema, da doseže želeno vrednost. Z grafa za zid W9 (IV) je razvidno, da se v začetni fazi, ko je potresna obežba še majhna, razmerje h_0/h giblje med 0,50 in 0,55, kasneje pa se ustali pri željeni vrednosti 0,50.

Primerjava vpliva robnih pogojev na gibanje višine infleksijske točke pokaže, da sta si najbolj podobna odziva zidov, preizkušenih pri robnih pogojih tipov II in IV.

6.1.3.2 Potek vertikalne obežbe

Višina infleksijske točke je neposredno odvisna od momenta na zgornjem robu zidu.

Moment nastane zaradi različne velikosti navpičnih sil na obeh straneh zidu (F_{VL} in F_{VD} - glej sliko 12). Potek skupne vertikalne obežbe in njena razdelitev na levi in desni del sta za vsakega od robnih pogojev definirana drugače. Vsi zidovi z izjemo tistih, preizkušenih pri robnih pogojih tipa III, imajo med celotno ciklično strižno preiskavo konstantno vrednost skupne vertikalne sile. Pri konzolnem načinu sta med celotno preiskavo enaki tudi leva in desna stran (moment na vrhu zato znaša 0). Zidova, preizkušena pri tipu III, sta obremenjena s takšnima vertikalnima silama, da sta vertikalni pomik in zasuk AB-preklade znotraj posameznega cikla preprečena. V primeru robnih pogojev tipa II se spreminjata tako, da je zagotovljena ravnost AB-preklade, medtem ko sta leva in desna vertikalna obežba v primeru tipa IV takšni, da se infleksijska točka ves čas nahaja na sredini višine zidu.

Pri zidovih, kjer vertikalna sila na levi in desni strani med preiskavo ni konstantna, na medsebojno spreminjanje vrednosti poleg zahtev o preprečitvi prostostnih stopenj vplivajo tudi nastale poškodbe v zidu. Ko je ena stran zidu bolj poškodovana in s tem »znižana« (drobljenje zidakov, posedanje zidu), pri obremenjevanju v tej smeri vertikalna sila na nasprotni strani naraste bolj kot v nasprotni smeri obremenjevanja. V naših preiskavah sta vertikalni sili pri vzpostavljenih robnih pogojih tipa II v obeh skrajnih legah med preiskavo dosegali približno enake vrednosti. Pri zidu, kjer so bili vzpostavljeni robni pogoji tipa IV, sta sili v posamezni fazi preiskave v skrajnih legah sicer dosegali podobne vrednosti, medtem ko se je njuno razmerje glede na fazo spreminjalo. V začetnih fazah, kjer zid še ni bil poškodovan, sta bili tako tudi v skrajnih legah sili zelo podobni, skupaj z naraščanjem potresne obežbe in posledičnih poškodb pa se je njuno razmerje povečevalo vse do zadnje faze, ko je ponovno upadlo na podobno vrednost kot na začetku.

Pri zidovih tipa III se vrednost celotne vertikalne sile med preiskavo spreminja. Njeno razmerje glede na začetno vrednost je prikazano na sliki 12. Z rdečim okvirjem je označeno mejno stanje maksimalne potresne odpornosti. Kot je razvidno z grafa, je bila v isti fazi dosežena tudi največja skupna vertikalna sila, ki je dvakrat presegla začetno vrednost vertikalne sile. Na grafu opazimo tudi, da zaradi poškodovanosti zidu ob vrnitvi v ravnotežno lego vertikalna sila pade pod začetno vrednost ($F_v/F_{v0} < 1$), v skrajnih legah pa se

giblje med 1,5- in 2-kratnikom začetne sile. Pri nastopu potresne obežbe velja, da vertikalna sila v tistem robnem zidnem slopu, ki je na strani obežbe, naraste, v nasproti ležečem pa upade. V srednjem zidnem slopu modela pa takšno povečanje vertikalne sile, kot je bilo ugotovljeno v primeru robnih pogojev tipa III, ni smiselno.

Ugotovitve

Cilj predstavljenih raziskav je bil ugotoviti, kakšni so robni pogoji v zidnem slopu večetažnega nearmirane zidane stavbe med potresnom ter kateri tip robnih pogojev je najustreznejši za simulacijo potresnega obnašanja takšnega elementa v laboratorijskih preiskavah zidov.

Konzolni način preizkušanja se je v vseh primerjavah izkazal za neprimeren. Mejne vrednosti horizontalnih pomikov v testih zidov so krepko presegle vrednosti za slop večetažnega preizkušanca. Potek horizontalnih pomikov po višini zidu je bil linearen, kar je pomenilo zibanje zidu in upogibni mehanizem, medtem ko je v primeru medokenskega zidnega slopa večetažnega modela prišlo do strižnega mehanizma z nastankom poševnih razpok. Zidovi so imeli tudi nezanemarljive zdrse po temelju, ki jih pri medokenskem slopu nismo zaznali. Vertikalni skrčki so bili relativno majhni, saj sta se zidova med ciklično strižno preiskavo sukala kot togi telesi, poškodb znotraj zidu pa praktično ni bilo. Poleg naštetega sta se histerezna odziva konzolnih zidov popolnoma razlikovala od histereznega odziva večetažnega modela – dejanska deformacijska kapaciteta zidu je namreč krepko precenjena, potresna odpornost pa podcenjena.

Kot primernejši za simulacijo potresnega odziva obravnavanega konstrukcijskega elementa so se izkazali robni pogoji tipov II, III in IV. Tako horizontalni pomiki po višini elementov, ki so kazali na pojav strižnega mehanizma s poševnimi razpokami, kot tudi vertikalni skrčki posameznih zidov so z zadostno mero posnemali potek horizontalnih pomikov in spremembe medokenskega zidnega slopa večetažnega modela. Zaključimo lahko, da so z vidika primerjave rezultatov optičnih meritev med večetažnim preizkušancem in posameznim zidom za simulacijo potresnega odziva medokenskega zidnega slopa nearmirane zidane stavbe vsi izmed tipov robnih pogojev II, III in IV ustrezni.

Poleg optičnih meritev imamo za določitev najustreznejših robnih pogojev na voljo še nekaj dodatnih parametrov. Kot prvega

izpostavimo velikost in razporeditev vertikalne obtežbe med preiskavo. Zidovom, preizkušeni pri robnih pogojih tipa III, se je vertikalna sila med ciklično strižno preiskavo spreminjala tako, da je bila zagotovljena ravnost zgornjega roba in so bili preprečeni vertikalni pomiki znotraj posameznega cikla. Posledično je v skrajnih legah prišlo do precejšnjega naraščanja vertikalne sile (celo za več kot faktor 2 glede na začetno vrednost). Ker se potek vertikalnih deformacij v medokenskem slopu večetažnega modela ne spreminja bistveno, si izvora za dvakratno povečanje vertikalne sile v tem delu ne znamo razložiti ter posledično robne pogoje tipa III izločimo iz izbora za najprimernejše za simulacijo potresnega odziva zidnega slopa.

Pri zidovih, pri katerih so vzpostavljeni robni pogoji tipov II in IV, je celotna sila med preiskavo konstantna, njen delež na levi oziroma desni strani zidu pa se spreminja v odvisnosti od definicije tipa robnih pogojev. V skrajnih legah je bila sila na posamezni strani zidu pri robnih pogojih tipa II skoraj konstantna, medtem ko se je pri robnih pogojih tipa IV

spreminjala. Kljub temu da bi zaradi širjenja poškodb med preiskavo pričakovali različno razporeditev sil na levi in desni strani ter s tem dali prednost tipu IV, pa zaradi pomanjkanja dokazov o razporeditvi vertikalnih sil v medokenskem slopu večetažnega modela slednjega ne moremo potrditi.

Naslednji vidik, na osnovi katerega izbiramo ustreznost robnih pogojev, je oblika histereznega odziva, ki prikazuje odvisnost horizontalne sile od vsiljenega pomika. Primerjava med histereznim odzivom spodnje etaže in odzivom posameznih zidov sicer ni popolnoma ustrezna, saj poleg zidnih slopov k odzivu spodnje etaže prispevajo tudi prečni (upogibni) zidovi. Ker pa je njihov prispevek k potresni odpornosti zanemarljiv, primerjavo med histerezami vseeno naredimo. Ugotovimo, da so s histerezami spodnje etaže bolj skladne histerezne zanke zidov z robnimi pogoji tipa IV. Pri slednjih namreč tako kot pri spodnji etaži odpornost po pojavu razpok postopoma narašča, medtem ko je pri zidovih z robnimi pogoji tipa II največja odpornost dosežena kmalu po pojavu razpok, nato pa postopoma upada.

Dodatna karakteristika, ki jo uporabimo za oceno ustreznosti robnih pogojev, je referenčna natezna trdnost zidovja, ki je iz vrednotena na podlagi rezultatov cikličnih strižnih preiskav zidov. S pomočjo natezne trdnosti zidovja lahko ocenimo potresno odpornost večetažnega preizkušanca na podlagi predpostavke etažnega mehanizma, ki se je tvoril pri obeh cikličnih strižnih preiskavah večetažnega modela (Triller, 2018). Pri tem opazujemo eksperimentalno dobljeno vrednost maksimalne odpornosti in pripadajočo izračunano vrednost. Natezna trdnost, dobljena z robnimi pogoji tipa II, tako vrne 98 %, tipa IV pa 91 % eksperimentalno dobljene potresne odpornosti večetažnega modela. Tip II vrne bolj točno vrednost, medtem ko je tip IV na varni strani in še vedno sprejemljivo natančen.

Na podlagi primerjav smo izločili robne pogoje tipa III, robna pogoja tipa II in IV pa sta oba ustrezna. Odločitev, katerega izbrati, je tako lahko prepuščena izvajalcu preiskave, ki oceni, katere robne pogoje bi lažje izvedel. Glede na izkušnje avtorjev je vzpostavitev robnih pogojev tipa II (zaradi zagotovitve ravnosti na zgornjem robu zidu) nekoliko bolj zahtevna.

7 • ZAKLJUČKI

V prispevku so predstavljeni rezultati ciklične strižne preiskave trietažnega nearmiranega zidanega preizkušanca v naravnem merilu, s katero je bil simuliran potresni odziv tipične 5-etažne zidane stavbe, grajene na območju Slovenije in njene širše okolice v času pred letom 1964, ko so bili pri nas sprejeti prvi potresni predpisi. Prispevek k preiskavi so predstavljale optične digitalne meritve, na osnovi katerih je bila posneta celotna deformacijska slika strižnih sten med preiskavo. Izkazalo se je, da v mehanizmu obnašanja tovrstnih zidanih konstrukcij med potresom prevladuje strižni odziv modelov z diagonalnimi razpokami ter koncentracijo poškodb v spodnji etaži. Drugih pojavov, kot sta vrtenje zidovja ali drobljenje vogalov, nismo opazili.

Poleg omenjene preiskave je bilo izvedenih še osem cikličnih strižnih preiskav zidov pri štirih tipih robnih pogojev, s katerimi smo želeli ponazoriti dejansko stanje v medokenskem zidnem slopu obravnavane stavbe. Vsi zidovi so bili spodaj popolnoma vpeti. Različne robne pogoje smo zagotovili z

regulacijo treh prostostnih stopenj na vrhu zidu: horizontalnih in vertikalnih pomikov (oziroma sil) ter zasukov (oziroma momentov). Med testi zidov pri konzolnih robnih pogojih je prišlo do upogibne porušitve zidov. V slopih modela je bila porušitev strižna z diagonalnimi razpokami. Pri robnih pogojih tipa II (konstantna osna sila, preprečeni zasuki in dopuščeni vertikalni pomiki na zgornjem robu), III (spreminjajoča se osna sila, preprečeni zasuki in vertikalni pomiki na zgornjem robu) in IV (konstantna osna sila, dopuščeni zasuki in vertikalni pomiki na zgornjem robu ter lega infleksijske točke na polovici višine zidu) je bil kljub nekaterim razlikam z modelom (horizontalne razpoke na stiku zidu s temeljem in drobljenje vogalnih zidakov) prevladujoč strižni mehanizem s poševnimi razpokami.

Razpoložljive meritve s poudarkom na optičnih meritvah so bile temelj za primerjavo med potresnim obnašanjem večetažnega preizkušanca in posameznih zidov. Analitična študija razporeditve vsiljenih horizontalnih pomikov pokaže, da med celotno preiskavo večinski

delež prevzamejo zidni slopi, kar pomeni, da je predpostavka o togih parapetnih in prekladnih delih ter šibkih (deformabilnih) zidnih slopih za obravnavan tip stavbe upravičena.

Konzolni način preizkušanja zidov se je glede na vse primerjane veličine izkazal za neustreznega. Drugačen je bil mehanizem odziva in porušitve, deformacijska kapaciteta je bila močno precenjena, potresna odpornost pa bistveno prenizka.

Pri robnih pogojih tipa III se je zaradi zahteve po konstantnih navpičnih pomikih vertikalna obtežba občutno spreminjala in v skrajnih legah glede na začetno vrednost precej (tudi do dvakrat) narasla. Ker se v medokenskem zidnem slopu med potresno obtežbo vertikalna sila ni bistveno spreminjala, sklepamo, da takšno povečanje vertikalne sile ne opisuje realne situacije in zato tip III ocenjujemo za neustrezen. Na osnovi spreminjanja vertikalne sile na levi oziroma desni strani, časovnega spreminjanja višine ničelne momentne točke, oblike histerez in napovedi potresne odpornosti večetažnega modela na osnovi referenčne natezne trdnosti zidovja sta robna pogoja tipa II in IV primerljiva in ustrezna.

8 • ZAHVALA

Raziskava je nastala v okviru raziskovalnih projektov J2-6749 in ARRS-MR-496, ki ju je financirala Agencija Republike Slovenije za raziskovalno dejavnost (ARRS).

9 • LITERATURA

- Bothara, J. K., Dhakal, R. P., Mander, J. B., Seismic performance of an unreinforced masonry building: An experimental investigation, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics* 39, 1: 45–68, 2009.
- Calderini, C., Cattari, S., Lagomarsino, S., In-plane strength of unreinforced masonry piers, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics* 38, 2: 243–267, 2009.
- FEMA 356, Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings. Washington DC: Federal Emergency Management Agency, 2000.
- Frumento, S., Magenes, G., Morandi, P., Calvi, G. M., Interpretation of experimental shear tests on clay brick masonry walls and evaluation of q-factors for seismic design, Eucentre Research, Report 2009/02, IUSS Press, 268 p., Pavia, Italy, 2009.
- Leiva, G. H., Seismic resistance of two story masonry walls with openings, Doktorska disertacija. Austin, University of Texas, 1991.
- Magenes, G., Calvi, M., In-plane seismic response of brick masonry walls, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics* 26, 11: 1091–1112, 1997.
- Magenes, G., Morandi, P., Penna, A., Enhanced safety and efficient construction of masonry structures in Europe – D 7.1c, Test results on the behaviour of masonry under static cyclic in plane lateral loads, Report ESECMaSE D7.1c. University of Pavia, Pavia, Italy, 2008.
- Mahmoud, A. D., Hamid, A. A., El Magd, S. A., Lateral response of unreinforced solid masonry shear walls: an experimental study, *Proceedings of the 7th Canadian Masonry Symposium*, Hamilton, Canada, Ontario, McMaster University, p. 110–125, 1995.
- Petry, S., Beyer, K., Influence of boundary conditions and size effect on the drift capacity of URM walls, *Engineering Structures*, 65: 76–88, 2014.
- Salmanpour, A. H., Mojsilović, N., Simulation of boundary conditions for testing of masonry shear walls, *Proceedings of the 11th International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering*, Athens, Greece, March 20-23, New York, AIP Publishing, paper 1702, 2015.
- SIST EN 771-1:2011+A1:2015, Specifikacija za zidake – 1. del: Opečni zidaki, Ljubljana, Slovenski inštitut za standardizacijo, 2015.
- SIST EN 772-9:1999, Metode preskušanja zidakov – 9. del: Ugotavljanje lukenj in neto prostornine kot tudi odstotnega deleža lukenj v apneno peščenih zidkih, polnjenih s peskom, Ljubljana, Slovenski inštitut za standardizacijo, 1999.
- SIST EN 1015-3:2001, Metode preskušanja zidarske malte – 3. del: Določevanje konsistence sveže malte (s stresalno mizo), Ljubljana, Slovenski inštitut za standardizacijo, 2001.
- SIST EN 1015-11:2001, Metode preskušanja zidarskih malt – 11. del: Določevanje upogibne in tlačne trdnosti strjene malte, Ljubljana, Slovenski inštitut za standardizacijo, 2001.
- SIST EN 1052-1:1999, Metode preskušanja za zidovje – 1. del: Ugotavljanje tlačne trdnosti, Ljubljana, Slovenski inštitut za standardizacijo, 1991.
- SIST EN 1996-1-1:2006, Evrokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcij – 1. del: Splošna pravila za armirano in nearmirano zidovje, Ljubljana, Slovenski inštitut za standardizacijo, 2006.
- SIST EN 1998-1:2005, Evrokod 8: Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij – 1. del: Splošna pravila, potresni vplivi in pravila za stavbe, Ljubljana, Slovenski inštitut za standardizacijo, 2005.
- SIST EN 12390-3:2009, Preskušanje strjenega betona – 3. del: Tlačna trdnost preskušancev, Ljubljana, Slovenski inštitut za standardizacijo, 2009.
- Tomažević, M., Shear resistance of masonry walls and Eurocode 6: shear versus tensile strength of masonry, *Materials and Structures* 42, 17: 889–907, 2009.
- Tomažević, M., Gams, M., Shear resistance of unreinforced masonry walls. *Ingegneria sismica* 26, 3: 5-18, 2009.
- Tomažević, M., Some considerations on testing and experimental simulation of seismic behaviour of masonry walls and buildings, v: Modena, C. (ur.), Da Porto, F. (ur.), Valluzzi, M. R. (ur.). *Brick and Block Masonry: Trends, Innovations and Challenges*, *Proceedings*

- of the 16th International Brick and Block Masonry Conference, Padova, Italy, June 26-30, Boca Raton, CRC Press, p. 37–53, 2016.
- Triller, P., Tomažević, M., Gams, M., Seismic behaviour of masonry buildings built of low compressive strength units, *Bulletin of Earthquake Engineering* 16, 12: 6191–6219, 2018.
- Triller, P., Tomažević, M., Gams, M., Potresni odziv večetažnih strižnih zidanih sten in učinek utrjevanja s kompozitnimi oblogami. *Gradbeni vestnik* 67, 4: 74–85, 2018.
- Turnšek, V., Čačovič, F., Teoretska i eksperimentalna istraživanja nosivosti zidova od opeke, *Naše građevinarstvo* 24, 10: 217–223, 1970.
- Turnšek, V., Čačovič, F., Some experimental results on the strength of brick masonry walls, *Proceedings of the 2nd International Brick-Masonry Conference, Stoke-on-Trent, England, April 12-15, 1970, Stoke-on-Trent, British Ceramic Research Association*, p. 149–156, 1971.
- Yi, T., Moon, F. L., Leon, R. T., Kahn, L. F. 2006. Lateral load tests on a two-story unreinforced masonry building. *Journal of Structural Engineering*. Reston, ASCE: p. 643–652, 2006.
- Wilding, B. V., Beyer, K., Shear-compression tests of URM walls: Various setups and their influence on experimental results, *Engineering structures*, 156: 472–479, 2018.

NOVI DIPLOMANTI

UNIVERZA V LJUBLJANI,
FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

II. STOPNJA – MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM GRADBENIŠTVO

Rok Fabjan, Analiza stroškov in koristi pridobivanja agregata iz naravnih in sekundarnih virov, mentorica prof. dr. Jana Šelih; <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=115057>

II. STOPNJA – MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM STAVBARSTVO

Bojan Fajdiga, Načrtovanje časovnega poteka obnove poslovne stavbe, mentorica prof. dr. Jana Šelih, somentor doc. dr. Aleksander Srdić; <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=115357>

III. STOPNJA – DOKTORSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Sara Piculin, Stabilnost ojačanih ukrivljenih pločevin v nosilcih mostov, mentor doc. dr. Primož Može; <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=115283>

Rubriko ureja • Eva Okorn, gradb.zveza@siol.net

KOLEDAR PRIREDITEV

28.-30.6.2020

ICSCER 2020 - 4th International Conference on Structure and Civil Engineering Research

Budimpešta, Madžarska
www.icscer.org/

8.-10.7.2020

UPADSD 2020 — Urban Planning & Architectural Design for Sustainable Development – 5th Edition

Firence, Italija
<http://bit.ly/UPADSD-2020>

3.-8.8.2020

EURO-MED-SEC-3 – 3rd European and Mediterranean Structural Engineering and Construction Conference

Limassol, Ciper
www.isec-society.org/EURO_MED_SEC_03/

18.-20.10.2020

ICSECT'20 - 5th International conference on Structural Engineering and Concrete Technology

Lizbona, Portugalska
<https://icsect.com/>

12.-14.11.2020

ICCSTE'20 - 5th International Conference on Civil, Structural and Transportation Engineering

Niagarski slapovi, Kanada
<https://iccste.com/>

19.-20.11.2020

CRRB — 22nd International Conference on Rehabilitation and Reconstruction of Buildings

Brno, Češka
<http://crrb.wta.cz>

20.-22.4.2021

“Structural Faults + Repair-2020” & “European Bridge Conference-2020”

Edinburg, Škotska
www.structuralfaultsandrepair.com/

13.-17.6.2021

11th International Workshop on Advanced Ground Penetrating Radar

Valletta, Malta
www.iwagpr2021.eu/

21.-25.6.2021

ICOSSAR 2021-13th International Conference on Structural Safety & Reliability

Šanghaj, Kitajska
www.icossar2021.org/

2.-6.11.2021

5th World Landslide Forum

Kjoto, Japonska
<http://wlf5.iplhq.org/>

Rubriko ureja • **Eva Okorn**, ki sprejema predloge
za objavo na e-naslov: gradb.zveza@siol.net