

IZVLEČEK RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

»ANALIZA POTRESNE ODPORNOSTI ZIDANIH STOLPNIC IN PREDLOGI REŠITVE IZBOLJŠANJA«

Raziskovalni projekt »Analiza potresne odpornosti zidanih stolpnice in predlogi rešitve izboljšanja« je bil pripravljen ter izveden na podlagi znanj in vedenj, ki smo jih pridobili v preteklosti ter tudi na pobudo enega izmed Nadzornih svetov etažnih lastnikov stolpnice na Streliški. Glede na to, da je v Ljubljani 15 podobno potresnih ranljivih stolpnice, smo se odločili, da v projekt vključimo vse in ne samo ene stolpnice, kjer živijo pobudniki. Mestna občina Ljubljana je s podpisom pogodbe dne 14.8.2018 namenila 90.620,00 € brez DDV oz. 110.556,40 € z DDV za izvedbo izvedba raziskovalnega projekta »Analiza potresne odpornosti zidanih stolpnice in predlogi rešitve izboljšanja«.

1. Opis problematike

Pred uveljavitvijo prvega pravilnika za projektiranje in gradnjo potresno odpornih stavb je bilo med letoma 1959 in 1965 v Ljubljani zgrajenih petnajst stolpnice, ki imajo nad kletjo in pritličjem 9 do 12 nadstropij. Zidovi so v kletnih etažah, v nekaterih primerih pa tudi v pritličju, izdelani iz monolitnega betona, le nekateri od njih imajo minimalno količino armature. V zgornjih etažah so bili za nosilne zidove uporabljeni trije različni tipi. **Stolpnice tipa A**, ki se nahajajo na območju med Streliško ulico in Roško cesto, imajo nosilne zidove opečne (tip **A1**: Hudovernikova 2, 4, 8 in 13 ter Streliška 37a; tip **A2**: Streliška 1, 3 in 5). **Stolpnice tipa B**, ki se nahajajo na treh lokacijah v centru Ljubljane (Štefanova 15, Hrvatski trg 2, Rozmanova 2, Pražakova 6 in Cigaletova 8), imajo nosilne zidove grajene po sistemu ing. Umeka - betonski oziroma žlindrini votlaki so zaliti z betonom. **Stolpnice tipa C**, ki se nahajajo v Vodmatu (Sketova 6 in Grablovičeva 32), pa imajo zidove iz litega betona, od katerih so le nekateri notranji zidovi armirani do dveh tretjin višine stolpnice.

Za vse tri tipe stolpnice je bila leta 2012 izdelana analiza potresne odpornosti, v kateri so bili upoštevani podatki iz dostopne projektne dokumentacije. Analiza je v grobem pokazala, da so stolpnice tipov A, B in C sposobne prevzeti skupno vodoravno potresno silo v višini 3.3%, 2.5% oziroma 3.2% svoje teže, kar je bistveno manj od zahtev Evrokod 8 (35.7% za tip A, 38.9% za tip B in 47.9% za tip C) in celo od zahtev zadnjega Pravilnika iz l. 1981 (15.7% za tip A in 17.0% za tipa B in C). Glede na to, da so bile stolpnice tipov A, B in C projektirane le na minimalne vodoravne sile v višini 2%, 3% oziroma 5% skupne teže, dobljeni rezultati niso presenetljivi.

Z dosedanjimi analizami je bilo ugotovljeno, da spadajo zidane stolpnice med potresno najbolj ogrožene stavbe v Ljubljani, poleg tega so to stavbe z največ nadstropij in največ stanovalcev. Glede na to zaslužijo prioritarno obravnavo.

2. Obrazložitev PROJEKTA

Pregled in preiskave nosilne konstrukcije

Računski model konstrukcije posamezne stolpnice in analiza potresne odpornosti iz leta 2012 sta temeljila izključno na podatkih iz projekta. Čeprav bistvena odstopanja dejanskega stanja od podatkov iz projekta niso bila verjetna, je bilo za načrtovanje protipotresnega utrjevanja potrebno nosilno konstrukcijo in njene materiale pregledati in preiskati. To zahteva tudi veljavni standard za potresno odporno projektiranje Evrokod 8 oziroma njegov 3. del, ki pokriva oceno in utrditev obstoječih konstrukcij. V projektu so bili zato izvedeni pregled in preiskave nosilnih zidov, zidnih vezi, temeljenja in temeljnih tal ter pregled eventualnih kasnejših prezidav.

Multidisciplinarna obravnava problematike

V projektu so raziskali tri rešitve (možnosti), od katerih bi prvi dve pomenili ohranitev in utrditev konstrukcije, tretja pa nadomestitev stolpnice z novo. Pri prvih dveh možnostih so bile raziskani vplivi utrditve na bistvene lastnosti stavbe (potresna odpornost, požarna odpornost, energijska učinkovitost, naravna osvetljenost prostorov) oziroma so zasnovali optimalno kombinacijo ukrepov za hkratno izboljšanje teh lastnosti. Pri raziskavi tretje rešitve so raziskovalci upoštevali tudi izvedbeni oziroma urbanistični vidik.

Prva predlagana rešitev bo upoštevala pogoj, da se utrditev po obodu in so stanovanja v stolpnici v uporabi. Druga rešitev pa bo predvidoma povezana z začasno izselitvijo stanovalcev, kar bo imelo za posledico tudi bistveno večji obseg obrtniških del (obnova tlakov, ometov ipd).

Glede na oceno MOL, da je treba raziskati tudi stališča lastnikov stanovanj do nastale preblamatike in jih upoštevati pri načrtovanih predlogih, je bil raziskan tudi psihološki vidik.

3. IZVAJALCI

Pri projektu bomo sodelovali strokovnjaki iz konzorcija treh partnerjev:

- Zavod za gradbeništvo Slovenije (strokovnjaki geologije, geomehanike, gradbenih konstrukcij, potresnega inženirstva, požarnega inženirstva)
- Studio Krištof arhitekti (strokovnjaki arhitekture)
- Filozofska Fakulteta Univerze v Ljubljani (strokovnjaki psiholoških ved)

4. Vsebina PROJEKTA

A. Pregledi in odvzemi vzorcev (Zavod za gradbeništvo Slovenije)

Geomehanski pregledi: Da bi ugotovili sestavo temeljnih tal v okolici stolpnic, je bila izvedena sondaža treh geološko geomehanskih vrtin premera do 131 mm in globine med 15 in 20 m. Dve vrtini sta bili izvedeni na zelenici ob stavbah Streliška 1, 3 in 5, ena vrtina pa na zelenici ob stavbi Štefanova 15.

Med vrtnanjem so odvzeli jedra, izvedli geološko geomehanski popis vrtin ter izvedli standardni penetracijski preizkusi na vnaprej določenih globinah. Mikrolokacija vrtin je bila določena ob upoštevanju natančnega izrisa podzemnih vodov in objektov, da ne bi prišlo do poškodovanja le-teh.

Vrtalna dela so bila izvedena jeseni 2018, na vsaki lokaciji so trajala 2 dni. Po zaključku vrtalnih del so izvajalci v največji možni meri poskrbeli za povrnitev območja v prvotno stanje.

Pred izvedbo so bili lastniki oz. Upravniki posameznih stavb zaproseni za pisna soglasja k izvedbi geološko-geomehanskih vrtin. Potrebno je bilo tudi soglasje Zavoda za varstvo kulturne dediščine.



Pregled in odvzem vzorcev nosilnega zidovja

Da bi ugotovili dejansko kvaliteto vgrajenih materialov, so iz nosilnih zidov posameznih stolpnic odvzeli vzorce materialov in jih nato preiskali v laboratoriju. Na lastnike stanovanj so se izvajalci s prošnjo za sodelovanje, določitev preglednih mest in soglasja obrnili preko predstavnikov lastnikov in Mestne občine Ljubljana. Vse preglede in odvzeme vzorcev materialov so izvedli do pomladi 2019, izključno na podlagi predhodno pridobljenih soglasij lastnikov.

Mesta odvzema vzorcev so bila v različnih nadstropjih, saj so bili v spodnjih etažah uporabljeni materiali višjih trdnosti, v srednjih etažah srednjih trdnosti in v zgornjih etažah nižjih trdnosti. Praviloma so bila pregledna mesta v daljših zunanjih zidovih, ki so manj obremenjeni. Na posameznem preglednem mestu so na površini 25x20 cm odstranili omet, vzorce materiala pa so odvzeli s kronskim vrtanjem. Izvedli so dve vrtini premera 50 mm v nosilni zid, največ do globine 120 mm (širina zidaka). Iz ene vrtine so odvzeli valjčni vzorec zidaka, iz druge vzorec malte (spodnji sliki).

Po odvzemu vzorcev so vrtini zaprli - v vrtine so s sanacijsko malto vgradili nadomestna valja, nanесли omet in površino pobelili. Odvzem vzorcev na posameznem mestu je trajal do 1 ure, zapiranje pa v dveh fazah, vsaka do pol ure.



Pregled stavb s stališča požarne varnosti

Vizualno so pregledali vseh 15 stolpnic. Predmet pregleda so bile: dolžine evakuacijskih poti - stopnišča, hodniki, stanovanj (le izjemoma), vrata, parapeti (višina, izvedba), toplotna izolacija (material, izvedba), notranji in zunanji hidranti, morebiten sistem za javljanje požara.

B. Psihološka raziskava (Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani)

MOL je ocenil, da je treba pri načrtovanju posegov poleg gradbenih in arhitekturnih podatkov pridobiti tudi stališča lastnikov stanovanj do problematike in jih upoštevati pri načrtovanih predlogih.

Osrednji del psihološkega dela študije je bila anketna raziskava na reprezentativnem vzorcu lastnikov, ki je bila izvedena v jeseni in zimi 2018 ter delno v zimi 2019. Na vse lastnike stanovanj so naslovili prošnje za sodelovanje v tej anketi. Anketo so izvajali anketarji po predhodnem dogovoru z lastniki, zato je bilo soglasje za sodelovanje in kontakt (telefon ali elektronski naslov). Anketa je trajala do eno uro, odgovori so bili anonimno vodeni, imena sodelujočih se ne pojavljajo v poročilu in jih tudi ne bomo posredovali naprej, potrebovali smo jih le v začetku raziskave, da - ob soglasju - lahko z lastniki stanovanj vzpostavimo stik. Anketarji so imeli pisna potrdila OZRKO MU MOL za izvajanje anketiranja. Poleg anketne raziskave so izvedli še dva pogovora v fokusnih skupinah, v katerih so večinoma sodelovali člani odborov lastnikov oz. drugi zainteresirani lastniki stanovanj. Pogovori so bili vezani na konkretne probleme, pričakovanja lastnikov glede udeležbe MOL, pripravljenosti za sodelovanje v možnih gradbenih projektih in končni oceni možnih rešitev. Pogovori v fokusnih skupinah so bili izvedeni jeseni 2018 in spomladi 2019. Tudi podatki zbrani v okviru fokusnih skupin so bili vodeni anonimno.

C. Arhitektura (Studio Krištof arhitekti)

Na osnovi smernic Zavoda za gradbeništvo Slovenije (ZAG) in načrtov obstoječega stanja stavb so raziskovalci za vsak tip stolpnic izdelali tri variantne rešitve idejnih zasnov arhitekture prenove oziroma nadomestne gradnje stavb:

a) Osnovna protipotresna in energetska sanacija stavb

...pri kateri se obstoječa konstrukcija ojači v skladu s smernicami ZAG, stavba pa se energetske sanira oziroma izolira na način, da se ne skazi njena zunanja podoba.

b) Celovita prenova stavb s širitvami

...pri kateri se poleg ojačitve konstrukcije in energetske sanacije stavbe preuči tudi možnost širitev stavbe torej povečanje obstoječih stanovanj, dodajanje balkonov, teras in podobno.

c) Nadomestna gradnja stavb

...pri kateri se preuči smiselnost in stroškovna upravičenost nadomestne gradnje stavb (porušitev obstoječih in gradnja novih stavb) s posebnim poudarkom na načrtovanju takšne faznosti rušitev stavb in gradnje novih, da selitve v začasna stanovanja ne bodo potrebne, ali pa da bodo čim krajše.

Za vsako izmed naštetih variant so izdelali analizo energetske varčnosti prenovljene stavbe in analizo naravne osvetljenosti in okoliških stavb, ter ekonomsko ovrednotenje posameznih rešitev. Rešitve so tako medsebojno primerljive, možna bo pa tudi primerjava načrtovanega rezultata z obstoječim stanjem.

Pri izdelavi arhitekturne zasnove prenov so posebno pozornost namenili ohranjanju obstoječih kvalitiet stavb, tako vizualnih kot tudi funkcionalnih. Arhitekturne predloge so izdelali dovolj generično, da jih bo možno aplicirati na podobne stavbe, ter da bodo omogočali variantne rešitve v skladu z željami etažnih lastnikov v posameznih stavbah.

5. Rezultati

a) Analiza potresne odpornosti

Na podlagi opravljenih pregled tako gradbene dokumentacije, kot tudi analize odvzetih vzorcev gradbenih materialov ter računskih modelov je bilo ugotovljeno, da noben tip stolpnic (A, B in C) ne dosegajo zahtevanih Evrokod8 standardov (tip A – opečnati zidovi dosegajo 9,6% zahtevane odpornosti; tip B – z betonom zaliti votlaki dosegajo 7,7 % zahtevane odpornosti ter tip C – betonske stene dosegajo 9,6% zahtevane odpornosti).

Geomehanske vrtine so pokazale, da je na območju vrtine A2 (Streliška ulica 1,3 in 5) prisotno posedanje terena, ter na območju vodnjakov so dopustne napetosti presežene.

Na vrtinah A1, B in C so ocenjeni tlaki pod temelji zaradi navpične obtežbe manjši od dopustnih napetosti.

b) Protipotresne rešitve

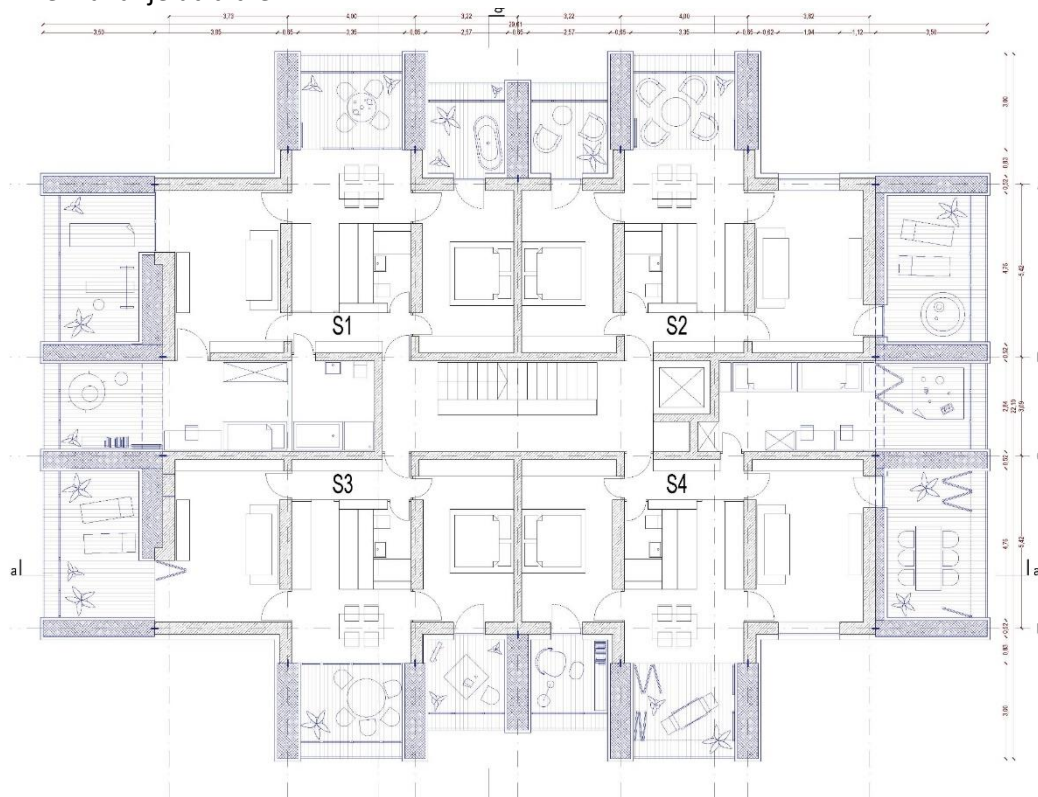
Na podlagi pridobljenih rezultatov ter opravljenih analiz ter predlaganih rešitev so raziskovalci Zavoda za gradbeništvo predlagali naslednje gradbene rešitve:

- tip A nadomestna gradnja ali zunanja utrditev stolpnic
- tip B nadomestna novogradnja
- tip C nadomestna gradnja ali notranja utrditev stolpnic

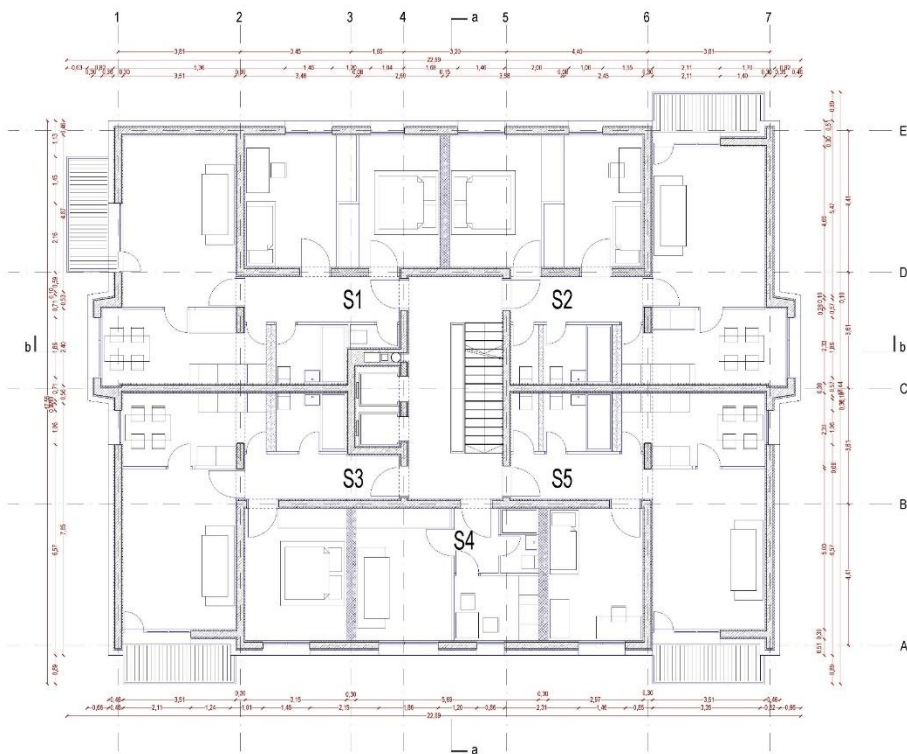
Pri tem je potrebno poudariti, da je potrebno razmisliti tako z ekonomskega, družbenega ter praktičnega vidika ali je smiselno pri tipu A in C razmišljati o gradbeno-tehnični utrditvi. Vsaka od predlaganih rešitev predvideva ali večjo motnjo za bivanje v stanovanjih ali celo izselitev.

Pri zunanji utrditvi je predvideno tudi povečanje tako neto kot tudi bruto površine celotnega tlorisa stavbe in posledično tudi stanovanj.

Primer zunanje utrditve



Primer notranje utrditve



c) Protipožarna zaščita

Strokovnjaki Zavoda za gradbeništvo so ugotovili, da so stolpnice nevarne tudi z vidika požarne varnosti.

V okviru naloge so analizirali naslednje bistvene parametre požarne zaščite obstoječih stolpnic:

1. požarno odpornost nosilne konstrukcije,
2. razdeljenost stolpnic na požarne sektorje s požarno odpornim obodom,
3. onemogočenost širjenja požara tako po zunanosti kot po notranosti stavbe,
4. omogočenost evakuaciji prisotnih,
5. omogočanju hitrega gašenja začetnega požara in
6. hitri in učinkoviti akciji gasilcev.

Ugotovili so, da so stopnišča "odprta", brez predprostorov, oziroma se do stanovanj dostopa neposredno iz stopnišča – hodnika (neizpolnjevanje bistvenih parametrov od 2 do 6).

Ker vhodna vrata v stanovanja in servisne prostore v kleti niso požarna in niso opremljena s samozapirali, posamezna stanovanja ne delujejo kot požarni sektorji proti stopnišču (neizpolnjevanje bistvenih parametrov od 2 do 6); s tem so neposredno ogrožena stanovanja v posameznih etažah in stopnišče samo.

Obstoječi parapeti, francoski balkoni in balkoni v nekaterih primerih dopuščajo nekontroliran prenos požara iz etaže v etažo. Zato bistveni parametri od 1 do 3 niso izpolnjeni. Vse stolpnice so zgrajene v ožjem mestnem središču, kjer dostopne in dovozne poti za gasilce ter delovne in postavitvene površine za gasilska vozila niso vzpostavljene, zato učinkovito posredovanje gasilske brigade ni mogoče.

Zahteve za visoke objekte so strožje kot za "običajne" objekte, zato so obravnavane stolpnice v požarnem smislu relativno zelo ranljive stavbe.

Za primere ohranitve in utrditve stolpnic so nabor ukrepov pasivne in aktivne požarne zaščite predlagali tako, da se obstoječe stanje požarne zaščite ne bi poslabšalo oziroma bi se stanje s čim manj invazivni ukrepi izboljšalo. To je v smislu veljavne zakonodaje (Tehnična smernica: Požarna varnost v stavbah). Pri oblikovanju ukrepov so izhajali iz arhitekturnih danosti in rešitev (tlorisi), ki so prilagojeni ukrepom za protipotresno utrditev stolpnic posameznega tipa.

Pri tem želijo poudariti, da bo požarna varnost pri novih stolpnicah večja, kot jo je mogoče zagotoviti z ukrepi požarne zaščite pri utrjenih stolpnicah, seveda pa tudi bistveno večja kot jo imajo stolpnice v obstoječem stanju.

d) Arhitekturne rešitve

Različne arhitekturne rešitve so vizualizirane na spodnji sliki Studia Krištof arhitekti. Pri tem je potrebno poudariti, da nobena od idejnih rešitev ne prejudicira končnega stanja.

TIP A



TIP B



TIP C



ZUNANJA UTRDITEV



Arhitekturna slika stolpnice tipa A (zunanjskega prizosa) v ozeldu A.2

NADOMESTNA NOVOGRADNJA



NADOMESTNA NOVOGRADNJA



Arhitekturna slika stolpnice tipa B (zunanjskega prizosa) v ozeldu B.9

NOTRANJA UTRDITEV



Arhitekturna slika stolpnice tipa C (notranjskega prizosa) v ozeldu C.7

NADOMESTNA NOVOGRADNJA



Stolpnica tipa A – zunanja utrditvev



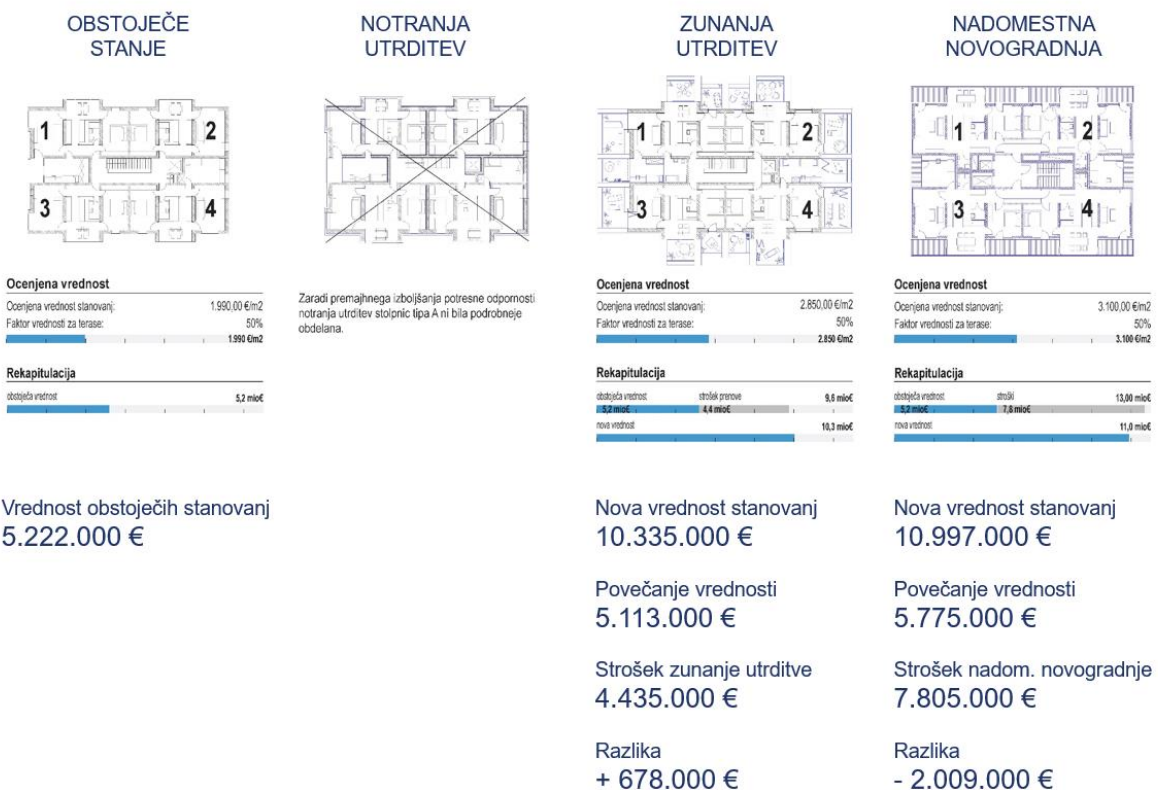
Stolpnica tipa C – notranja utrditev



e) Finančni vidik

Na spodnjih slikah si lahko za posamezni tip stolpnice kot tudi rešitve ogledate finančno rekapitulacijo.

Protipotresne rešitve za stolpnice tipa A - rekapitulacija



Protipotresne rešitve za stolpnice tipa B - rekapitulacija

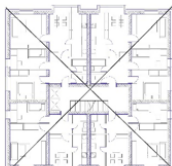
OBSTOJEČE STANJE



Ocenjena vrednost	
Ocenjena vrednost stanovanj:	1.950,00 €/m ²
Faktor vrednosti za terase:	50%
	1.950 €/m ²

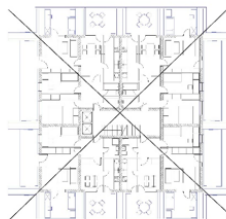
Rekapitulacija	
obstoječa vrednost	6,4 mio€

NOTRANJA UTRDITEV



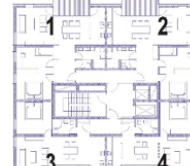
Zaradi premajhnega izboljšanja potresne odpornosti notranja utrditev stolpnice tipa B ni bila podrobneje obdelana.

ZUNANJA UTRDITEV



Zaradi premajhnega izboljšanja potresne odpornosti zunanja utrditev stolpnice tipa B ni bila podrobneje obdelana.

NADOMESTNA NOVOGRADNJA



Ocenjena vrednost	
Ocenjena vrednost stanovanj:	3.150,00 €/m ²
Faktor vrednosti za terase:	50%
	3.150 €/m ²

Rekapitulacija		
obstoječa vrednost	stroški	14,8 mio€
8,4 mio€		
nova vrednost		11,8 mio€

Vrednost obstoječih stanovanj
6.409.000 €

Nova vrednost stanovanj
11.835.000 €

Povečanje vrednosti
5.427.000 €

Strošek novogradnje
8.429.000 €

Razlika
- 3.003.000 €

Protipotresne rešitve za stolpnice tipa C - rekapitulacija

OBSTOJEČE STANJE



Ocenjena vrednost	
Ocenjena vrednost stanovanj:	1.890,00 €/m ²
Faktor vrednosti za terase:	50%
	1.890 €/m ²

Rekapitulacija	
obstoječa vrednost	5,1 mio€

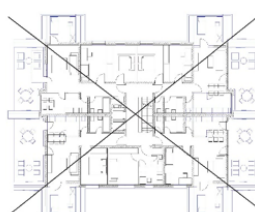
NOTRANJA UTRDITEV



Ocenjena vrednost	
Ocenjena vrednost stanovanj:	2.700,00 €/m ²
Faktor vrednosti za terase:	50%
	2.700 €/m ²

Rekapitulacija		
obstoječa vrednost	stroški prenosa	9,1 mio€
4,1 mio€		
nova vrednost		7,1 mio€

ZUNANJA UTRDITEV



Zaradi premajhnega izboljšanja potresne odpornosti zunanja utrditev stolpnice tipa C ni bila podrobneje obdelana.

NADOMESTNA NOVOGRADNJA



Ocenjena vrednost	
Ocenjena vrednost stanovanj:	2.900,00 €/m ²
Faktor vrednosti za terase:	50%
	2.900 €/m ²

Rekapitulacija		
obstoječa vrednost	stroški	11,76 mio€
5,1 mio€		
nova vrednost		9,85 mio€

Vrednost obstoječih stanovanj
5.109.000 €

Nova vrednost stanovanj
7.115.000 €

Povečanje vrednosti
2.005.000 €

Strošek notranje utrditve
5.562.000 €

Razlika
- 3.556.000 €

Nova vrednost stanovanj
9.847.000 €

Povečanje vrednosti
4.738.000 €

Strošek novogradnje
7.190.000 €

Razlika
- 2.420.000 €

f) Rezultati anket

V anketi je sodelovalo 29 % lastnikov. Večina anketiranih lastnikov (80 %) bi podprla gradbene posege. Vsak šesti lastnik bi nasprotoval večinski odločitvi za sanacijo.

Lastnike zelo skrbi veliko nejasnosti glede financiranja. Večinoma poudarjajo, da si ljudje ne morejo privoščiti večjih zneskov za sanacijo ali novogradnjo. Večina lastnikov (70%) je izrazila slabo informiranost o projektu. Hkrati je tudi 57% lastnikov sumničavih do MOL, da bo res pomagala urediti problem.

Ključnega pomena pri celotni izvedbi katerekoli možne rešitve s strani kogarkoli je dobra komunikacija, obveščanje ter predvsem možnost sofinanciranja.

Strokovnjaki Filozofske fakultete zaključujejo, da so tri glavne besede, ki najbolje opišejo problematiko PODPORA (večina lastnikov bi podprla sanacijo), NASPROTOVANJE (pomembne delež lastnikov (1/6) bi projektu nasprotoval) ter KOMUNIKACIJA (ključen element uspešnosti projekta).

g) Predlogi sprememb OPN

V OPN naj se doda zahteva, da je v primeru rekonstrukcij in energetskih sanacij vseh večstanovanjskih in javnih stavb, grajenih pred letom 1984, obvezna predhodna izdelava študije potresne ogroženosti stavbe.

V OPN naj se vnese izraz »nadomestna novogradnja«, ki pomeni novogradnjo, ki nadomesti odstranjen objekt, a zaradi prilagoditve današnjim predpisom ni povsem enaka odstranjenemu objektu.

Za nadomestne novogradnje naj se predvidijo določene izjeme in tolerance glede izpolnjevanja zahtev prostorskih aktov (preseganje višine, odmiki,...).