





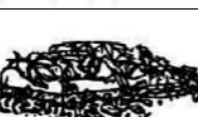
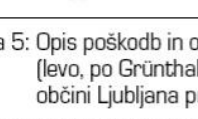
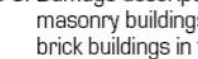
## IZHODIŠČA ZA RAZPIS RAZISKOVALNE NALOGE »ANALIZA POTRESNE ODPORNOSTI ZIDANIH STOLPNIC IN PREDLOGI REŠITVE IZBOLJŠANJA LE TE«

### 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 in Roško cesto, imajo nosilne zidove opečne. Stolpnice tipa B, ki se nahajajo na treh lokacijah v centru Ljubljane, imajo nosilne zidove grajene po sistemu ing. Umeka - betonski oziroma žlindrini votlaki so zaliti z betonom. Stolpnice tipa C, ki se nahajajo v Vodmatu, 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 podrobna analiza potresne odpornosti, ki je upoštevala podatke 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 analizami potresne odpornosti stavb v MOL (analize potekajo od leta 1998, v letu 2016 in letos se izvaja druga faza projekta imenovanega POTROG (potresne ogroženosti)) je bilo ugotovljeno, da spadajo zidane stolpnice med najbolj ogrožene stavbe (rdeče) v MOL. Od teh pa so to stavbe, ki imajo največ nadstropij in posledično v njih prebiva tudi največ prebivalcev. Zaradi tega si ti objekti zaslužijo prioritarno reševanje. Rezultate analiz lahko strnemo v naslednjo matriko, ki opisuje poškodbe in oceno uporabnosti stavb pri posameznih kategorijah poškodovanosti po lestvici EMS za zidane stavbe (levo) in del modela razporeditve pričakovane poškodovanosti za opečne stavbe v MOL (desno) (Vir: <http://www.sos112.si/slo/tdocs/ujma/2014/201.pdf>):.

UPORABNE	0. kategorija Ni poškodb		Obdobje zgraditve						
		1. kategorija Zanemarljiva do majhna poškodovanost (brez konstrukcijskih poškodb, majhne nekonstrukcijske poškodbe).	Število nadstropij \ Obdobje zgraditve	do 1895	od 1896 do 1920	od 1921 do 1945	od 1946 do 1965	od 1966 do 1981	od 1982 do 2008
ZAČASNO NEUPORABNE		2. kategorija Zmerna poškodovanost (majhne konstrukcijske poškodbe, zmerne nekonstrukcijske poškodbe).	0	1	1	1	1	0	0
		3. kategorija Znatna do velika poškodovanost (zmerne konstrukcijske poškodbe, velike nekonstrukcijske poškodbe).	1	2	2	2	1	0	0
		4. kategorija Zelo velika poškodovanost (velike konstrukcijske poškodbe, zelo velike nekonstrukcijske poškodbe).	2	3	3	2	2	0	0
		5. kategorija Uničenje (zelo velike konstrukcijske poškodbe).	3	3	3	3	3	1	0
NEUPORABNE			4	3	3	3	3	1	
			5	4	4	4	3	1	
			6	4	4	4	4	2	
			7				4		
		8				4			
		9				4			
		10				5			

Slika 5: Opis poškodb in ocena uporabnosti pri posameznih kategorijah poškodovanosti po lestvici EMS za zidane stavbe (levo, po Grünthal, 1998) in del modela razporeditve poškodovanosti, ki se nanaša na opečne stavbe v Mestni občini Ljubljana pri potresu intenzitete VIII EMS (desno)

Figure 5: Damage description and usability assessment for individual damage grades according to the EMS scale for masonry buildings (left, based on Grünthal, 1998) and part of a damage distribution model with reference to brick buildings in the City Municipality of Ljubljana after an earthquake of intensity VIII on the EMS scale (right).

## 2. Obrazložitev naloge

### Pregled in preiskave nosilne konstrukcije

Računski model konstrukcije posamezne stolpnice in analiza potresne odpornosti sta leta 2012 temeljila izključno na podatkih iz projekta. Čeprav bistvena odstopanja dejanskega stanja od podatkov v projektu niso zelo verjetna, bo 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. Predmet pregleda in preiskav je 15 stolpnice (karta), ki so razdeljeni na zgoraj omenjene tri tipe (A, B, C). Pri tem naj bo vključen pregled **nosilnih zidov posameznih stolpnice, zidne vezi, temeljenje in temeljna tla ter pregled eventuelnih kasnejših prezidav in njihov vpliv na konstrukcijo.**

### Multidisciplinarna obravnava problematike

V nalogi naj bodo zasnovane in idejno oblikovane **tri rešitve** (možnosti), od katerih bi prvi dve pomenili ohranitev in utrditev konstrukcije, tretja pa nadomestitev stolpnice z novo. Pri prvih dveh možnostih se naj prouči vplive utrditvenih posegov na bistvene lastnosti stavbe (potresna odpornost, požarna odpornost, energijska učinkovitost, naravna osvetljenost prostorov) oziroma zasnuje optimalna kombinacija ukrepov za hkratno izboljšanje teh lastnosti.

Pri prvi možnosti naj bo postavljen pogoj, da se utrditev izvede ob uporabi vseh prostorov v stolpnici, medtem ko naj druga varianta zahteva začasno izselitev stanovalcev, ob tem se zavedamo, da bo bistveno večji obseg obrtniških del (obnova tlakov, ometov ipd).

Poleg tega se naj v nalogi prouči izvedbeni vidik (sociološki in urbanistični vidik).

Obseg analize mora vsebovati:

1. Gradbeno tehnični vidik – analiza vpliva utrditve konstrukcije na naslednje bistvene lastnosti:
  - a. Mehanska odpornost in stabilnosti, s poudarkom na potresni odpornosti,
  - b. Požarna varnost.
2. Arhitekturno-urbanistični vidik
  - a. Arhitekturna in urbanistična analiza - analiza obstoječih tipov objektov, variantna zasnova možnih ureditev le teh, preverjanje možnih variantnih arhitekturnih pojavnosti, preverjanje alternativnih rešitev z namenom povečanja „privlačnosti“ sanacije za lastnike ter ekonomsko ovrednotenje posameznih rešitev.
  - b. Energijska učinkovitost – analiza obstoječega stanja, variantne konceptne rešitve energetske učinkovitosti.
  - c. Naravna osvetljenost - analiza obstoječih pogojev kot referenčne vrednosti, analiza vmesnih in končnih variantnih posegov rešitev ureditve.
3. Sociološki vidik
  - a. Sociološko-psihološki vidik raziskave (analiza sociološko-psihološke sprejemljivosti za stanovalce) naj pokaže koliko se prebivalci zavedajo ogroženosti, zahtevnosti in narave posega, njegove interference z vsakdanjim življenjem (omejitve v uporabi stanovanja, morebitna začasna ali trajna selitev), kaj so pripravljeni storiti (finančno, pristati na selitev - trajno, začasno, lokacija in velikost nadomestnega stanovanja,...).
4. Analiza sprejemljivosti možnih rešitev

V tej analizi je potrebno medsebojno primerjati sprejemljivost predlaganih rešitev s predlogom optimalne rešitve in oceno okvirnega časa za implementacijo te rešitve.

V dialogu s stanovalci je potrebno pridobiti njihovo mnenje in finančne možnosti za izvedbo projekta, njihove poglede na začasno izselitev oziroma alternativne rešitve, v kočni fazi pa njihovo zaupanje za izvedbo predlaganega. V nekaterih stanovanjih živijo še prvotni stanovalci ali njihovi otroci. Njim bivanje v teh stolpnica predstavlja nekaj več kot novim stanovalcem, ki se včasih brez pomisleka lotijo prenov in celo posegov v nosilno konstrukcijo, ki so bili v projektu izrecno prepovedani. Ob trenutnih finančnih vzpodbudah pa si vsi želijo in preverjajo možnosti energetske sanacije (npr. z namestitvijo toplotnoizolacijske obloge), čeprav se mnogi zavedajo, da bi si s tem začasno zaprli vrata za utrditev nosilne konstrukcije.