

PROPOSAL HOW TO RECONSTRUCT THE ROŠKA MULTI-STOREY
RESIDENTIAL BUILDINGS

izvleček

Že dugo let vemo, da so "Roške stanovanjske stolpnice" brez konkurence najbolj problematične ljubljanske stavbe v pogledu potresne varnosti. Odločili smo se, da predlagamo sanacijo teh objektov v smislu "nove filozofije", po kateri se notranjost stavbe pusti nedotaknjena, in se vse potrebne ojačitve izvede izven samega objekta. Objekt v času adaptacije ostaja bivalno neokrnjen. Filozofijo: "nič znotraj – vse zunaj" smo razvili že davnega leta 1981. (in jo takrat tudi patentirali) pri sanaciji velikega hotela pri Makarski. Pri tem je bistveno to, da poleg aдекватne potresne ojačitve objekta, pridobimo nove bivalne kvadrature, ki največkrat v celoti pokrijejo vse stroške sanacije. V primeru roških stolpnic smo predvideli dodatne nove armirano-betonske stene na vsem obodu stolpnic. Te stene "stabiliziramo" s krog in krog predvideno 3 m široko konzolno ploščo v vsaki etaži, ki daje vsakemu stanovanju ca. 65 m² nove bivalne površine, kar je nekaj več, kot znaša neto površina stanovanja. Pred izdelavo novih dodatnih obodnih sten, vstavimo 15 cm debelo izolacijsko plast, ki znatno prispeva k zmanjšanju potrebne ogrevalne energije in izloči vse "toplotne mostove". Stare obodne stene povezujemo z novimi stenami z mozniki Ø 22 mm iz nerjavečega jekla (majhna toplotna prevodnost). Ker so vsi posedki obstoječega objekta konsolidirani, bomo vse nove obodne stene fundirali na Jet-grouting pilotih.

ključne besede

stanovanjske stolpnice, Roška, - potresna varnost, rekonstrukcija.

abstract

We have known for years that the residential towers on Roška Street are absolutely the most problematic buildings in Ljubljana in terms of their seismic safety. We decided to propose the rehabilitation of these structures in line with a "new philosophy" according to which the building interiors are left unaffected, and all the necessary reinforcements are implemented externally. During rehabilitation works, the building is not deprived of its habitational function. We developed the "nothing within – all without" philosophy back in 1981 for the rehabilitation of a big hotel near Makarska (we also took out a patent for it then). It is also essential to note that, apart from adequate seismic reinforcement, we gain new residential floor areas which generally cover all rehabilitation costs. In the case of the residential towers on Roška Street, we envisaged additional reinforced concrete walls for the entire perimeter of the towers. These walls are "stabilised" with a 3 m wide console slab running all around each floor, thus adding approximately 65 sqm of additional floor area to every apartment, which amounts to a little more than the net apartment floor area. Before setting up the new additional perimeter walls, we place 15 cm of insulation in between which considerably reduces the use of heating energy and eliminates all "thermal bridges". The old perimeter walls are connected to the new ones by Ø 22 mm inox steel treenails (with weak thermal conductivity). Since the existing structures are no longer settling, all of the new perimeter walls will be founded on Jet-Grouted columns.

key words

residential towers, Roška Street, seismic safety, reconstruction

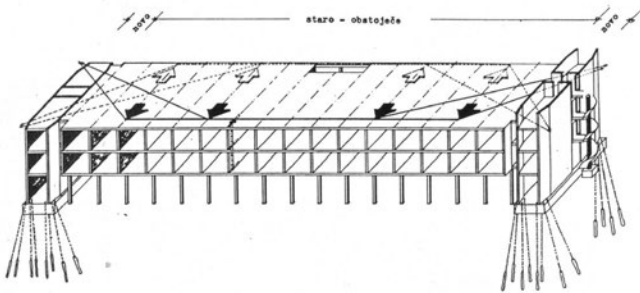
Uvod

Že dolgo vemo, da so "Roške stolpnice" od povojno zgrajenih stavb brez konkurence najbolj problematične ljubljanske stavbe glede potresne varnosti. Zasnovala sta jih arhitekta Ilija Arnautovič in Milan Mihelič leta 1957 v času, ko so šele redki razmišljali o tem, da bo potrebno stavbe graditi tako, da bodo odporne ne samo proti vertikalnim obtežbam in horizontalni sili vetra, marveč tudi na mnogo bolj rušilne sile potresa. "Japonsko vedenje" o potresno varni gradnji, se je udejanilo v Sloveniji šele leta 1963, ko smo dobili predpise, kako graditi "potresno varne stavbe" - torej le nekaj mesecev pred "skopskim potresom". Ne glede na "ne vedenje" o potresnih silah, sta arhitekta v principu intuitivno konstrukcijsko korektno zasnovala tloris stolpnice. Vendar so bile debeline sten in njihove šibke horizontalne povezave med odprtini, brez vertikalnih vezi in ne nazadnje premalo odporni materiali, premalo, da bi lahko zadostili današnjim zahtevam.

Predlog protipotresne sanacije

Odločili smo se, da predlagamo sanacijo "Roških stolpnic" v smislu nove filozofije sanacije potresno nestabilnih stavb, po kateri se notranjost stavbe pusti nedotaknjena in se vse protipotresne ojačitve izvede izven samega objekta. Objekt v času adaptacije ostaja bivalno neokrnjen. Filozofijo: "nič znotraj

– vse zunaj" smo razvili že davnega leta 1981 in jo takrat tudi patentno zaščitili [Vogelnic, 1982]. Ta sistem smo razvili pri sanaciji večjega hotela v Gradcu na moru pri Makarski, ki je imel "mehko" pritličje (samo stebri), v zgornjih šestih etažah pa samo prečne opečne nosilne zidove. Stropne plošče so bile sistema "Monta" z robnimi vezmi – vzdolžno armiranimi s 4,5 cm² jekla 220/340. Hotel smo potresno "stabilizirali" z armirano-betonskima stolpoma na obeh čelnih stenah, ločenima od primarnega objekta – s horizontalnimi neoprenskimi ležišči v vsaki etaži. Obstoječi del hotela pa smo "ujeli" s sistemom prednapetih kablov, prav tako v vsaki etaži. Stolpa sta bila grajena na obročastih temeljih. Da smo dobili dovolj velik P/F, smo morali zaradi premajhne lastne teže stolpov "manjkajočo" vertikalno silo povečati na ta način, da smo predvideli zadostno število injektiranih sider, ki so bila sidrana s "Diwidag palicami", ki smo jih prednapeli (ponapeli), ko sta bila stolpa izbetonirana do vrha. S tem smo zadostili kriteriju $P/F > M/W$ (po celi površini temeljev samo tlačne napetosti tudi pri potresni obremenitvi). V stolpih so bili predvideni novi apartmaji s ložami. Tako smo "potresno" sanacijo 83 m dolgega hotela dobili zastoj, saj so nove hotelske površine v stolpih pokrile vse stroške "stabilizacije" hotela. Primarnemu hotelskemu objektu smo dodali le kable, ki so tekli pod stropi v vsaki etaži in so bili kasneje zakriti s spuščanim stropom.



Slika 1: Hotel v Gradcu na moru - skica sistema sanacije.
Figure 1: Hotel, Gradac, scheme of conservation.

Na podoben način smo sanirali tudi stavbo "Zavoda za zaposlovanje" na Parmovi ulici v Ljubljani s tem, da smo ji dodali še dve novi etaži. Tudi hotel "Lev" v Ljubljani je bil "stabiliziran" po isti filozofiji. V natečaju za adaptacijo in dogradnjo hotela, smo predložili način ojačitve, podprtim s idejnim statičnim izračunom. Izvedbeni projekt, ki je bil delno spremenjen pa je izdelalo podjetje IZTR iz Ljubljane.

"Roške" stolpnice so bile grajene povsem solidno, če odmislimo potresno varnost, tako kot vsi podobni objekti v Sloveniji v tistem času. Kletne in pritlične etaže so grajene iz nearmiranega betona, vse gornje etaže pa so klasično zidane iz opeke - z NF zidaki s tem, da so notranji nosilni zidovi debeli 25 cm, zunanji pa 38 cm. Plošče so armirano-betonske, armirane z gladko armaturo Je 220/340, debele 13 cm. Plošče nad zunanjimi stenami niso ojačene (nimajo poudarjenih obodnih armirano-betonskih vezi), zato tudi ne nudijo zadostne togosti, da bi se pri horizontalnih obremenitvah pri velikih odprtinah lahko izoblikoval efekt "Vierandlovega nosilca". Ker je na zunanjih stenah velik del fasadnih površin zastekljen, celotna zunanja stena ne more nuditi zadostnega odpora horizontalnim silam v svoji ravnini.

Takšna stavba, grajena iz sicer masivnih opečnih zidov, s simetrično zasnovo, vendar visoka 13 etaž, ki nima armirano-betonskih vertikalnih in horizontalnih vezi in ima nearmirano – sicer betonsko kletno in pritlično etažo, bi pri potresu večje intenzitete kolabirala. Zato smo si zadali nalogo, da mora sanacija obstoječih stolpnic zagotoviti ne samo varnosti stanovalcev, marveč tudi to, da je po event. potresu stavbo možno z relativno majhnimi stroški zopet postaviti v aktivno funkcijo

Do sedaj so bile podobne stavbe, ki niso bile grajene potresno varno, pretežno sanirane na klasičen način. Vendar sanacijski posegi pri takšnih objektih skoraj vedno zajemajo sanacijo temeljev, vgradnjo novih armirano-betonskih sten, ali celo jeder ali okvirjev in nove močne horizontalne povezave med seboj. Obstoječe stavbe, ki niso bile grajene po "potresnih predpisih", običajno nimajo dovolj nosilnih sten v obeh ortogonalnih smereh, ki bi bile sposobne prenesti horizontalne obtežbe na temelje. Zato je potrebno vgraditi nove armirano-betonske stene v sam objekt v notranjosti stavbe in jih adekvatno povezati med seboj z novimi močnimi horizontalnimi vezmi. Skoraj vedno pa se posegi pri "klasični sanaciji" ne morejo izvesti, ne da bi se stanovalci začasno izselili iz stavbe. Tudi oprema stanovanj mora biti pri takih posegih v pretežnih primerih

začasno odstranjena. In končno je potek takih zahtevnih sanacij dolgotrajen in izjemno drag. Lastniki stanovanj, ki so stanovanja po "Jazbinškovem zakonu" poceni olastnili, nimajo večjih prihrankov, da bi lahko plačali tako sanacijo. Prav zato ostaja toliko potresno neodpornih objektov v Sloveniji nesaniiranih. Pri tem je potrebno poudariti, da je "klasična sanacija" strošek, sanacija po "novi filozofiji" pa je investicija, kjer investitor za vloženi denar ne dobi samo varnosti, temveč tudi nove prostore in s tem dodatno povečano novo vrednost (novo vrednost seveda a priori dobi objekt že s protipotresno sanacijo, ta vrednost pa se še poveča s pridobitvijo novih prostorov)

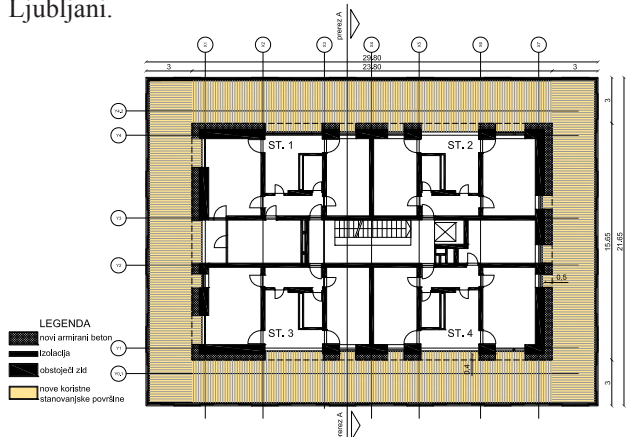
Zato za "Roške" stolpnice predlagamo racionalnejšo rešitev, podobno kot v prej opisanih sanacijah "po novi filozofiji" s tem, da bomo v tem primeru celotno obstoječo stavbo "ovili" s armirano-betonskimi stenami, ki bodo 15 cm odmaknjene od obstoječih zunanjih zidov stolpnice. Ta odmik bo zapolnjen s stiroporom, ki bo nudil zadostno toplotno izolacijo obstoječi stavbi in prekinil skoraj vse toplotne mostove, ki bi lahko nastali med konzolno ploščo & novo zunanjo steno in "zunanjim" obstoječim zidom. Za povezavo novih armirano-betonskih sten z obstoječimi "obodnimi" zidovi bomo vgrajevali v stene moznike 4Ø22/m² - pod kotom 30° sidrane v obstoječe zidove. V pasu "starih" stropnih plošč pa moznike 1Ø22/33cm s tem, da ta sidra segajo min. 100cm globoko v "obstoječe" plošče. Najmanjši toplotni most bi brez dvoma predstavljali mozniki iz nerjavečega jekla (štirikrat manjša toplotna prevodnost od običajnega jekla). Druga možnost je slabša – mozniki bi bili iz navadnega vroče-cinkanega jekla, ki so ≈ 3.50 krat cenejši od sider iz nerjavečega jekla

Seveda bomo v novem "ovoju" pustili vse odprtine, ki so na fasadah obstoječega objekta. Za "stabilizacijo" zelo "dematerializiranih" novih sten, ki morajo biti na krajših straneh tlorisne konture debele 50cm, na daljših pa 40cm, smo predvideli obročasto nameščene konzolne plošče (plošče bodo "objele neprekinjeno krog-in krog – celotno stavbo v vsaki etaži) - debeline d=25.0 cm in širine max. b=3.00m (širina še ni dokončno definirana in bo odvisna od osvetlitve prostorov in od event. zahtev umetnostnih zgodovinarjev). To stabilizacijo obodnih sten bi seveda lahko delno dosegli tudi z zadostnim sidranjem teh sten v obstoječe stropne plošče, ki pa v našem primeru nateznih sil zaradi šibkega armiranja niso sposobne prevzeti. Poleg tega, pa moramo zagotoviti tudi zadostno togost preklad nad velikimi odprtinami zasteklenih površin, ki pa nam jo lahko zagotovi samo "konzolni obroč".

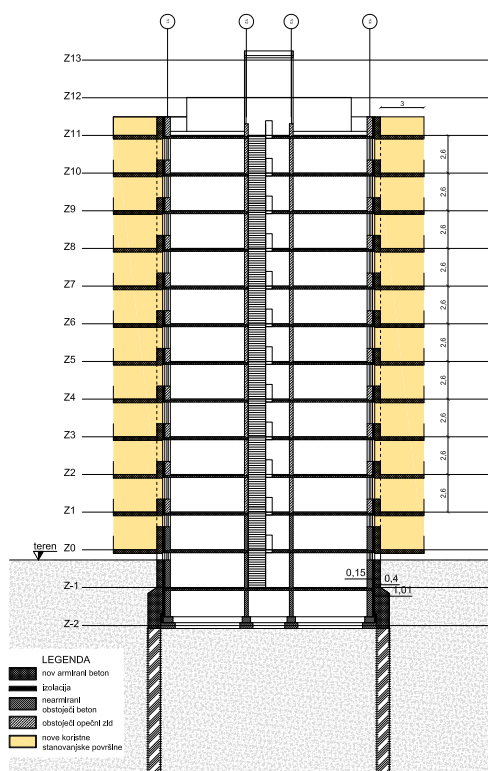
Z namestitvijo obodnega armirano-betonskega plašča smo brez dvoma globalno "zaščitili" objekt proti vplivu potresnih sil. V končni statični analizi pa bomo morali kontrolirati tudi vse lokalne elemente kot so npr. vmesni nosilni 25cm debeli zidovi, ki so uklonsko lahko problematični. Če bo analiza pokazala, da v teh zidovih obstajajo kritične "točke", bomo v takem primeru ravnali podobno, kot smo storili pri sanaciji stavbe Zavoda za zaposlovanje na Parmovi v Ljubljani. Tam smo na določena kritična mesta namestili HOP "C" profile iz ene in druge strani in jih z navojnimi palicami med seboj povezali na lokalno uklonsko še sprejemljivih medsebojnih razdaljah. Če stanovalcev z betoniranjem zunanjega armirano-betonskega plašča direktno

ne bomo "vznemirjali", je povezovanje s HOP profili v samem stanovanju bolj neprijazno. Vendar se na zelo redkih mestih v notranjih prostorih tudi to lahko v zelo kratkem času skoraj "neboleče" izvrši, ne da bi se stanovalci morali izseliti.

V vsakem primeru pa ti ojačitveni "konzolni obroči" dajejo vsakemu stanovanju v povprečju 62.50 m² nove bivalne površine, ki bo lahko uporabljena kot balkon ali lodža, lahko pa bo to zimski zastekljeni "vrt" ali pa del "povečane" dnevne sobe ali spalnice. Tudi v tem primeru bomo s financiranjem novih prostorov v "isti sapi", pokrili tudi stroške proti-potresne sanacije in toplotne izolacije celotne stavbe. Smo pa predvideli tudi zamenjavo starih oken in balkonskih vrat, kar bo "rahlo" podražilo kvadratni meter novih finaliziranih površin, ki pa ne bodo presegle ¼ cene/m² stanovanj, ki so danes na trgu v Ljubljani.



Slika 2: Karakteristični tloris stolpnice.
Figure 2: Typical plan of tower building.



Slika 3: Vertikalni prerez stolpnice.
Figure 3: Vertical section of tower building.

Temeljenje

Ker so temelji pri obstoječih stavbah popolnoma konsolidirani, se želimo izogniti superpoziciji napetosti v temeljnih tleh zaradi relativno zelo velikih vertikalnih sil v novih zunanjih stenah, ki jih v območju zadnje kleti odebelimo na 101 cm debele "temeljne stene", ki so tudi sposobne bolj enakomerno "raznesti" močno koncentrirane sile ob robovih velikih odprtih v fasadnih stenah. Te temeljne stene bomo temeljili na jetgrouting pilotih. Tako temeljenje tudi skoraj v popolnosti izključuje diferenčne posedke in posledično nedopustno "obešenje" novih sten preko moznikov – na stare obodne zidove stolpnice. Vertikalne sile v novih obodnih stenah so končno tudi zaradi širokih konzolnih plošč in seveda lastne teže tako velike ($\approx 540.00 \text{ kN/m}^2$), da zahtevajo zelo gosto razvrstitev pilotov okrog celotnega tlorisa stavbe. Nove temelje pod obodnimi stenami armirano-betonskega plašča stavbe pa je potrebno dilatirati od obstoječih pasovnih temeljev objekta, saj le-ti niso sposobni prevzeti nikakršnih natezih horizontalnih sil, ki nastanejo zaradi deviacije rezultante vertikalnih sil v predelu obodne kletne stene, ki se v kletni etaži odebeli na $d=101 \text{ cm}$. Tlačne sile horizontalne komponente na vrhu odebeljene "temeljne obodne stene" pa moramo "nasloniti" na stropno ploščo kleti. Ker moramo pri tem "preskočiti" 15 cm debelo plast izolacije, to izvedemo z mozniki, ki jih globoko sidramo v obstoječo kletno ploščo. Horizontalna komponenta zaradi le blagega naklona rezultante v kletni etaži znaša samo $\pm 53.20 \text{ kN/m}$, tako da prenos preko moznikov ni problematičen. V spodnjem delu "odebeljene temeljne stene" pa horizontalno komponento morajo prevzeti piloti (glej prerez stolpnice – slika 3).

Statična analiza

V prvi fazi smo naredili potresno analizo konstrukcije stolpnice po Eurocodu EC8, kjer smo upoštevali:

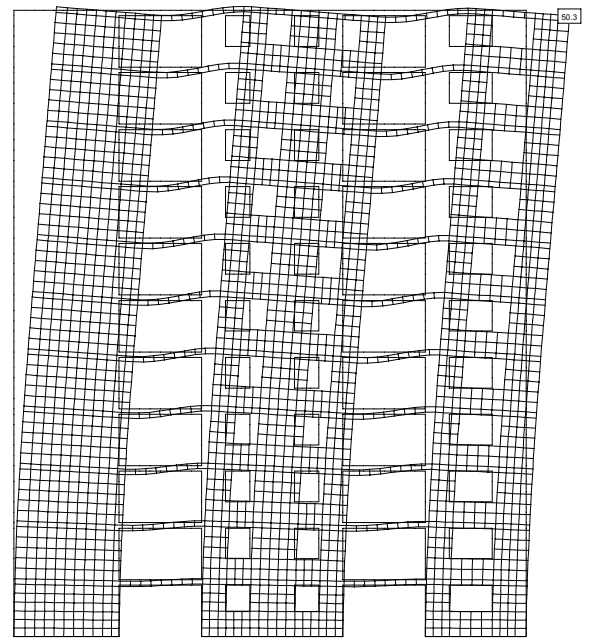
- Potresni pospešek temeljnih tal 0.25g
- Vrsta tal C – srednje dobra tla $\gamma=1.15$
- Redukcijski faktor $q=4.5$

V drugi fazi smo obremenili posamezne stene s horizontalnimi potresnimi silami – s tem, da smo jih obremenjevali enkrat iz desne in potem iz leve strani. Pri izračunu smo za horizontalne sile upoštevali povečani faktor varnosti v iznosu 2.0. Seveda smo v istem izračunu stene obremenjevali tudi z vertikalnimi obtežbami, ki izhajajo iz lastne teže sten in konzolnih plošč - in končno tudi iz koristnih obtežb konzolnih plošč. Pri tem smo upoštevali faktor povečanja 1.1 (glej računalniški izpis: lastna teža stene S1, teža konzol P2, koristna teža konzol P3, potres iz ene smeri P4 ali iz druge smeri O5). Iz izračuna napetosti je razvidno, da se nam v zunanjih vogalih sten pojavljajo zelo visoke napetosti, ki pa tudi hitro splahnijo. Seveda imamo v teh vogalih velike prereze, saj so stene v krajši smeri debele 50.0 cm, v daljši pa 40,0 cm in pri tem sodeluje tudi vložena armatura - kot tlačna armatura. Armatura je v teh vogalih položena zelo gosto. Ker pa tudi v tem primeru velja, da je ta koncentrirana armatura del velikega prereza sten, le-ta ne bo presejala 4.0% betonskega prereza. Napetosti na betonske prereze ob velikih okenskih odprtinah se brez upoštevanja armature gibljejo okrog 14000.00 kN/m² in prav tako že po 30.0 cm splahnijo na

manj kot polovične vrednosti. V vsakem primeru bodo stene v spodnjih etažah betonirane z visokimi "markami" betona.

sodobno oblikovane v kombinaciji relativno velikih steklenih površin in različnih stenskih oblog, kar bo še bolj prišlo do izraza pri različnih kombinacijah balkonov, lodž, zimskih vrtov ali novih lahkih metalnih sten novih prostorov. Pri tem moramo ponovno poudariti, da se bodo sedanje neto stanovanjske površine povečale za skoraj 100%. V povprečju dobi vsako stanovanje ≈ 62.50 m² novih kvalitetnih površin, ki bodo pri nekaterih stanovanjih lahko bolj ali pa manj "bogato" obdelane. Tam, kjer bodo stanovalci hoteli cenejšo izvedbo, bomo seveda vseeno postavili določene zahteve, ki bodo v soglasju te nove arhitekture. Če nekdo ne bo želel npr. zimskega vrta, bomo na robu konzolne plošče predvideli npr. brisolej, ki se bo morda pojavil pri istem stanovalcu tudi na drugem delu "balkona". Seveda pa bo to treba "estetsko" uskladiti z drugimi stanovanji.

STOLPNICA NA ROSKI C. V LJUBLJANI - POTRESNA OBREMNITEV		Page 17																			
STRNA VZDOLŽNA WX-1 - VERTIKALNA ARMATURA		26.11.12, 15:54																			
DR. BLAZ VOGELNIK		Program: C E D R U S																			
Scale 1:60.8 (-0.12,-0.15,-9.34,8.05)																					
Reinforcement: [cm ² /m] (A01)																					
Loading: S1 1.1 P2 1.1 P3 1.1 P4 2. O5 2.																					
EC2-Design: Steel=S500																					
- Reinforcement: AsY+_El [cm ² /m], X-Dir.= 0.00 Deg.																					
146.1	39.9	32.6	23.6	13.7	3.4	12.9	21.6	29.5	108.9	44.6	71.4	156.1	25.7								
154.4	41.8	34.1	24.0	13.5	3.0	12.9	21.8	28.0	101.9	67.4	83.8	154.2	37.1								
145.9	57.9	39.1	27.3	16.8	6.7	17.0	27.8	39.5	104.1	71.4	16.9	16.6	14.8	13.5	13.2	14.5	18.4	19.0	90.1	156.1	80.6
165.3	46.5	35.9	26.0	15.2	4.9	16.1	26.7	38.6	124.9	42.1	44.3	186.0	99.8								
175.4	48.2	38.1	27.1	15.5	5.0	17.2	29.2	40.7	132.0	46.1	62.2	202.9	64.1								
184.5	50.1	39.9	28.3	15.9	5.1	17.8	29.9	41.2	139.3	53.0	81.3	203.0	44.1								
194.1	51.7	41.6	29.4	16.1	5.1	18.0	29.8	40.2	146.4	59.5	86.3	195.9	33.9								
203.6	54.0	43.2	29.7	15.8	4.8	18.2	30.5	39.9	144.5	79.8	96.3	194.2	46.0								
192.8	73.7	49.0	33.4	19.7	9.2	22.8	37.3	55.6	137.2	83.9	15.6	13.9	11.5	10.2	10.0	11.3	13.8	17.8	102.8	187.7	95.3
216.1	59.2	45.2	32.0	17.8	7.2	21.8	35.6	60.7	168.4	99.6	60.2	225.1	111.2								
227.8	61.0	47.7	33.2	18.0	7.3	22.9	38.1	62.4	178.2	63.7	77.1	243.5	74.4								
238.0	63.1	49.6	34.6	18.4	7.4	23.7	39.1	63.3	186.9	70.5	85.6	240.4	55.5								
248.7	64.8	51.5	35.7	18.6	7.5	24.2	39.6	63.0	197.5	77.0	101.3	236.0	42.1								
259.3	67.6	53.3	35.8	18.0	7.2	24.4	40.9	64.0	195.2	94.5	108.6	233.8	54.0								
246.1	90.5	59.8	39.5	21.9	11.7	29.2	48.7	73.7	178.8	96.9	14.9	10.4	7.3	6.0	5.9	7.2	10.4	16.8	112.5	218.8	106.7
272.1	73.8	54.7	37.7	19.7	9.5	27.8	45.3	64.9	217.6	79.7	77.9	257.3	117.9								
284.3	74.9	56.9	37.9	19.0	8.8	28.0	47.9	65.8	230.3	82.7	87.9	277.4	86.0								
295.3	77.2	57.7	37.6	18.0	7.7	27.4	47.6	67.4	239.7	89.1	102.0	277.3	71.4								
308.0	78.7	58.8	38.2	18.4	8.0	28.8	48.4	68.1	250.8	95.8	103.2	279.9	52.8								
325.1	78.5	53.7	33.7	14.2	3.8	23.2	43.2	65.9	263.5	105.2	114.7	267.2	48.1								
347.1	87.1	49.4	30.3	11.3	1.0	20.0	39.1	57.2	270.4	126.1	128.2	266.7	46.8								



Slika 5: Deformacija vzdolžne stene pri potresni obtežbi (Program: CUBUS – statik).
Figure 5: Seismic deformation of the wall.

STOLPNICA NA ROSKI C. V LJUBLJANI - POTRESNA OBREMNITEV		Page 18																				
STRNA VZDOLŽNA WX-1 - VERTIKALNA ARMATURA		26.11.12, 15:54																				
DR. BLAZ VOGELNIK		Program: C E D R U S																				
Scale 1:65.5 (13.94,-0.37,-24.12,5.97)																						
Reinforcement: [cm ² /m] (A01)																						
Loading: S1 1.1 P2 1.1 P3 1.1 P4 2. O5 2.																						
EC2-Design: Steel=S500																						
- Reinforcement: AsY+_El [cm ² /m], X-Dir.= 0.00 Deg.																						
44.3	205.4	82.9	56.9	119.6	16.1	9.3	32.7	40.1	154.3													
13.1	33.4	197.2	87.9	58.2	108.5	12.8	19.9	14.9	14.5	23.8	11.0	24.9	32.9	153.0								
43.2	46.8	198.7	94.1	59.7	117.7	19.2	22.2	25.6	28.5	19.1	13.8	23.7	35.5	154.8								
71.5	95.1	192.1	101.7	15.5	13.6	11.0	9.6	9.6	11.0	12.9	14.0	63.6	109.7	49.8	42.7	16.6	16.3	37.8	22.8	23.2	48.4	139.8
112.2	227.0	60.6	32.1	132.9	72.8	48.7	35.7	45.0	159.2													
75.6	245.4	77.5	50.5	146.2	40.5	20.1	38.8	48.7	174.8													
55.8	245.4	96.6	67.4	146.3	22.4	9.5	36.1	46.5	184.7													
11.0	41.9	237.1	102.4	68.7	134.7	17.6	18.1	14.4	13.5	22.5	11.2	27.9	39.8	184.6								
44.3	53.9	236.1	107.8	66.7	145.0	24.2	22.6	23.8	25.4	16.2	13.1	24.8	38.7	185.3								
67.2	106.1	122.1	112.5	15.5	10.2	7.0	5.7	5.6	7.2	9.6	12.0	68.3	129.6	58.2	39.2	15.5	15.0	31.3	20.0	27.3	61.9	171.8
118.1	258.9	78.4	47.6	157.7	75.8	39.8	35.4	52.6	199.8													
80.7	276.9	88.3	61.9	172.5	45.6	12.1	38.1	55.5	215.2													
71.8	279.1	102.8	76.4	173.1	30.0	36.0	54.1	226.2														
8.2	53.0	273.1	111.1	61.5	165.2	24.1	2.9	7.5	7.1	16.5	2.9	26.1	48.9	232.5								
28.2	48.2	288.1	115.5	82.4	163.6	22.2	7.6	10.4	13.5	7.7	4.9	22.0	44.3	239.3								
32.8	48.9	288.1	129.1	90.1	164.7	22.7	9.8	8.3	10.2	3.1	7.2	20.4	38.5	249.4								

Slika 4: Vertikalna armatura stene v cm²/m v spodnjem levem (desnem) delu vzdolžne stene (Program: CUBUS – statik).
Figure 4: Vertical steel reinforcement of the wall.

Končni izgled saniranih stolpnice
Obstoječe roške stolpnice predstavljajo za svoj čas – kvalitetno arhitekturo, ki pa pri vseh odličnih potezah obeh arhitektov ne more skriti, da ima svojstven "socialistični" "pridih". Pri sanaciji bodo stolpnice dobile "novo obleko", kjer bodo fasade



Slika 6: Pogled na stolpnico pred sanacijskim posegom.
Figure 6: Tower building before proposed reconstruction.



Slika 7: Pogled na stolpnico po sanacijskem posegu.
Figure 7: Tower building after proposed reconstruction.



Slika 8: Panoramski pogled na stolpnice po sanacijskem posegu.
Figure 8: Scenery view of the tower building after proposed reconstruction.



Slika 9: Fasadni izrez sanirane stolpnice.
Figure 9: Façade as it is proposed in the reconstruction documentation.

Stroški

Upoštevali smo naslednja dela:

- izkopi
- varovanje gradbene jame
- jetgroting piloti – računajmao ca 10.0 m globine
- temeljna stena 101 cm debela, ki sega od dna obstoječih temeljev do vrha spodnje kleti
- zunanje – prečne stene $d=50$ cm
- zunanje – vzdolžne stene $d=40$ cm

- 3 metre široka konzolna plošča krog in krog v vsaki etaži $d=25$ cm – s 1% padca proti robu (torej na robu debela 22 cm.
- Sidra (glej besedilo)
- Lenton spojke za stikovanje armature v vsaki drugi etaži po grobi oceni znaša ~100000.- € za vsako stolpnico
- Izolacija 15 cm – zgoraj stiropor, v kletih stirodur
- Enostranski opaži za stene
- Opaži za plošče
- Obdelava zunanjih AB sten in barvanje
- Tlaki konzolnih plošč delno keramične ploščice, delno podi (morda v razmerju 60%:40%)
- Obrobe balkonskih plošč – ali pločevina, ki se montira od zgoraj (da ne bo potrebno lokalnega odranja) ali keramika, ki pa zahteva lokalno odranje.
- Ograje balkonov, brisoleji ali montažne stene z zunanjo – morda kovinsko oblogo
- Projekti : analize, dovoljenja, arhitektura, statika & armaturni načrti

Po grobi oceni se bo cena celotne sanacije in finalizacije novih prostorov gibala od 400.00 – 500.00 €/m².

Sklep

Kolikokrat smo v zadnjih desetletjih že želeli "streti ta trd oreh" - Roške stolpnice. Vedno so bili prioritetni drugi problemi in pred vsem veliki projekti. Sedaj, ko velikih projektov v Sloveniji ni več in nihče ne ve, kdaj bodo vzklihi novi, smo končno našli čas, za brez dvoma zelo akuten problem, kako zavarovati veliko število družin, ki živijo v visoko problematičnih roških stolpniceh in premorejo skupaj okrog 260 stanovanjskih enot. Preveliko število, da bi to smeli "spregledati". Nihče ne more predvideti, kdaj se bo ljubljanska zemlja spet stresla. Stresla pa se bo in samo upamo lahko, da ne premočno in tudi ne kmalu. Zadnji večji potres je Ljubljana doživela leta 1895. Takega potresa "Roške stolpnice" ne bi preživele. Za to predlagamo sanacijo teh objektov v taki obliki, da bi bili stroški prenove sprejemljivi in da bi v isti sapi dodali še novo vrednost, ki bi jo predstavljala pridobitev novih prostorov ki bi bili skoraj "zastonj". Ali pa obratno, pridobili in plačali bi nove bivalne prostore, protipotresna sanacija pa bi bila "zastonj". Kakor koli to obrnemo, se sliši morda malo "čarovniško", čeprav pri tem trdno ostajamo na zelo realnih "tleh". V vsakem primeru pa za proti-potresno ojačitev stolpnice potrebujemo močan plašč, ki bo zaščitil objekt proti horizontalnim silam, ki pa mora dobiti tudi horizontalne ojačitve v vsaki etaži (samo sidranje v zelo tanke in minimalno armirane stropne obstoječe plošče pri nateznih silah ne zadostuje). Take obročaste ojačitve morajo biti dovolj toge, da stabilizirajo stene zelo dematerializiranega armirano-betonskega ovoja proti izklonu. Te ojačitvene obroče smo smiselno izkoristili in dodatno razširili in tako dobili nove "stanovanjske površine". Vse konstrukcijske poteze, ki smo jih storili, so v približno 95% vrednosti potrebne za proti-potresno zaščito obstoječih objektov. Le slabih 5% od celotne vrednosti konstrukcijskih elementov, predstavlja diferenca "balkonskih" površin, ki jih enostavno "prilepimo" na konstrukcijsko potrebne horizontalne ojačitvene obroče. To pa pomeni, da bodo nove bivalne površine zelo poceni. V vsakem primeru

pa je k temu potrebno prišteti vso finalizacijo novih površin in ne nazadnje tudi dodatno toplotno-izolacijsko plast stiropora (stirodurja). Pri tem moramo spomniti na to, da bi v primeru klasičnega načina izoliranja stavbe potrebovali drage odre, ki v našem primeru odpadejo. Odpade tudi zaščita izolacije (mrežica in tanka zaščitna plast, ki jo nanašamo na izolacijski ovoj). Ker bomo gradili postopoma – najprej steno v eni etaži in potem konzolno ploščo in tako korak za korakom do vrha stavbe, ne bodo potrebni nikakršni odri. Le pri končni obdelavi robov konzolnih plošč bomo morali zopet postopoma fiksirati v vsaki etaži "podaljšanje" konzole z lahko "prenosno" konstrukcijo, ki bo omogočila izdelavo zaključkov balkonskih plošč. Pa celo to bi lahko opustili, če se bomo odločili za kvaliteten pločevinasti zaključek in za lahke montažne zunanje stene, skupaj s potrebno zasteklitvijo.

Ves projekt za sanacijo "Roških stolpnic" je izdelan na nivoju "Idejnega projekta". Če se bodo stanovalci morda le odločili, da ta poseg realizirajo, bo potrebno še veliko dela, da se izdelajo vsi potrebni načrti in statične analize. Velikih sprememb ne bo. Pri globini novih konzolnih plošč bo potrebno izdelati še nekaj "osvetlitvenih" analiz, ki bodo morda zahtevale nekaj ožje konzole, vendar le teh ne nameravamo ožiti na manj kot 2.50 m. Bo pa potrebno izdelati še bolj natančne cenovne kalkulacije in seveda bo potrebno vključiti sodelovanje z geomehaniki, ki bodo natančno izračunali, kako globoki bodo piloti in koliko bodo stali. Izdelali smo približne cenovne kalkulacije, vendar so le-te samo orientacijske.

Ostane nam samo še strah pred umetnostnimi zgodovinarji in "varovalci naše kulturne dediščine", ki jo mnogokrat prav zaradi njih "varujemo" toliko časa, da nazadnje objekt propade, umetnostni zgodovinarji pa si "umijejo roke". Če bi morda umetnostni zgodovinarji zahtevali, da zunanost roških stolpnic ostane takšna, kakršna je danes, bi bilo korektno sanacijo skoraj nemogoče izvesti. Pa tudi potrebna konstrukcija odrov bi bila zelo draga. Dobili bi sicer določeno potresno varnost, vendar nikakršnih novih stanovanjskih površin. In taka sanacija bi po hitri oceni stala ~ 80% sanacije po našem predlogu. Med stanovalci bi težko našli kandidate, ki bi bili pripravljeni to plačati. Za tak neverjeten hazard pa bi brez "odgovornosti" odgovarjali "varovalci kulturne dediščine. Takih primerov imamo že kar nekaj v Sloveniji. Ne tako problematičnih v smislu varovanj človeških življenj, vsekakor pa zelo problematičnih v finančnih izgubah, ki jih povzročajo napačne ortodoksne odločitve naših umetnostnih zgodovinarjev.

V vsakem primeru pa bo moralo mesto Ljubljana krepko priskočiti na pomoč s izdatnimi sredstvi, kajti imetniki stanovanj tega bremena sami ne bodo zmogli. Morda bi Mestna občina Ljubljana posredovala pri banki za ugodna posojila ali poskusila pridobiti evropska denarna sredstva za rešitev problema, ki po svoji zahtevnosti ni več samo ljubljanski problem, marveč že problem cele države Slovenije.

Zahvale

Zahvaljujemo se gospodu Egonu Muriču cand. u.d.i.a. za obdelavo fasad in izdelavo renderjev predvidene nove podobe stolpnic. Zahvala gre tudi gospe Meti Božič u.d.i.k.a. ki je zrisala tlorise in prezeze predlagane sanacije stolpnic. Zahvaljujemo se gospodu Alešu Prijonu u.d.i.a., ki je poiskal arhivske projekte in fotografije iz časa gradnje stolpnic. Pripravil je tudi vse potrebne podatke, ki so koristno služili pri pisanju članka. Ne nazadnje se zahvaljujemo gospodoma: Paulu O. Robinsonu u.d.i.a. in Josipu Konstantinoviču u.d.i.a., ki sta prevedla besedilo iz angleščine v angleščino.

Viri in literatura

Vogelnik, B., Naknadna zunanja globalna ojačitev proti-potresno nezadostno dimenzioniranih obstoječih zgradb, Zbornik VTOZD Arhitektura VDO FAGG, Univerze E.K. v Ljubljani, 1982.