



Zemljotres 29.12.2020 - Petrinja

Izveštaj povodom obilaska pogođenih oblasti (01.02-05.02.2021)



Gradjevinska praksa i oštećenja stambenih zgrada

Marijana Hadzima-Nyarko, Svetlana Brzev, Marko Marinković

Sadržaj

- 1. Tradicija gradnje u RH**
- 2. Podatci o stambenim jedinicama u Sisačko-moslavačkoj županiji**
- 3. Građevinski propisi**
- 4. Karakteristična razdoblja izgradnje i vrste konstrukcija**
- 5. Ponašanje obiteljskih kuća**
- 6. Ponašanje višestambenih zgrada**

1. Tradicija gradnje u RH

Osječko-baranjska županija

Ruralna područja*



Sisačko-moslavačka županija



Gradsko područje**



* Hadzima-Nyarko, Marijana; Pavić, Gordana; Bulajić, Borko; Plaščak, Ivan. **Seismic Vulnerability Assessment of Small Rural Areas in Eastern Croatia**. Proceedings of the 17th World Conference on Earthquake Engineering, Sendai: Japan Association on Earthquake Engineering JAEE, 2020. str. 1-12

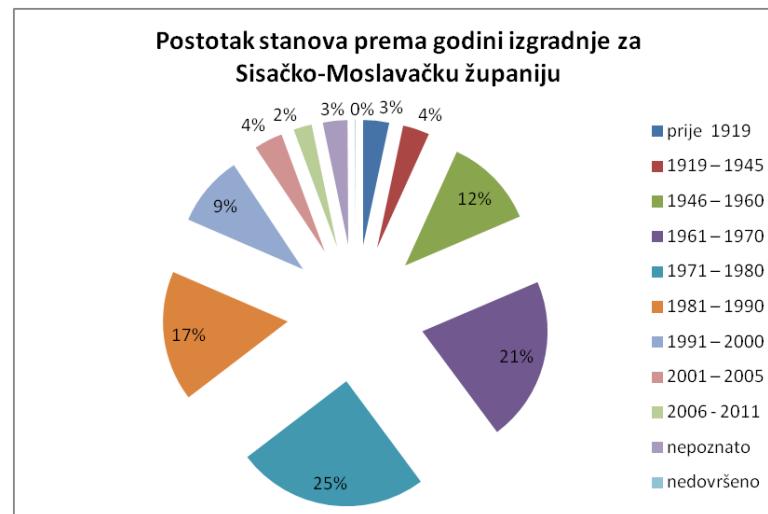
** Pavić, Gordana; Hadzima-Nyarko, Marijana; Bulajić, Borko. **A Contribution to a UHS-Based Seismic Risk Assessment in Croatia—A Case Study for the City of Osijek**. Sustainability, 2 (2020), 5; 1796, 24 doi:10.3390/su12051796

Pavić, Gordana; Hadzima-Nyarko, Marijana; Bulajić, Borko; Jurković, Željka. **Development of Seismic Vulnerability and Exposure Models—A Case Study of Croatia**. Sustainability, 12 (2020), 3; 973, 24 doi:10.3390/su12030973

2. Podatci o stambenim jedinicama u Sisačko-moslavačkoj županiji*

Ime županije	Ukupno	Stanovi za stalno stanovanje				Stanovi koji se koriste povremeno		Stanovi u kojima se samo obavljala djelatnost	
		ukupno	nastanjeni	privremeno nenastanjeni	napušteni	za odmor i rekreaciju	u vrijeme sezonskih radova u poljoprivredi	iznajmljivanj e turistima	ostale djelatnosti
Sisačko-moslavačka	93.712	87.051	61.770	16.193	9.088	5.754	718	15	174

	Ukupan broj nastanjenih stanova	prije 1919.	1919. – 1945.	1946. – 1960.	1961. – 1970.	1971. – 1980.	1981. – 1990.	1991. – 2000.	2001. – 2005.	2006. i kasnije	nepoznato	nezavršeno
Republika Hrvatska	1.496.558	112.217	84.963	138.858	288.563	325.203	247.084	129.687	70.463	73.072	24.640	1.808
Sisačko-Moslavačka županija	61.770	2.066	2.133	7.278	13.127	15.316	10.414	5.664	2.281	1.460	1.967	64



* Croatian Bureau of Statistics, (2011): Census of Population, Households and Appartments 2011, Population by Citizenship, Ethnicity, Religion and Mother Tongue. Statistical Reports. Croatian Bureau of Statistics, Zagreb, Croatia

3. Građevinski propisi

Razdoblje	do 1948.	1948. – 1964.	1964. – 1981.	1981. – 2005.	2005. – 2012.	2010. – do danas
Propis	Bez propisa	PTP-2 Privremeni tehnički propisi za opterećenja zgrada, Sl. list SFRJ 61/48	Privremeni tehnički propisi za građenje u seizmičkim područjima, Sl. list SFRJ 39/64	Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima, Sl. list SFRJ 31/81, 49/82, 29/83, 20/88, 52/90	Na snazi su prednorme nizova HRN ENV 1990, HRN ENV 1991, HRN ENV 1992, HRN ENV 1997 i HRN ENV 1998	Na snazi su norme nizova HRN EN 1990, HRN EN 1991, HRN EN 1992, HRN EN 1997 i HRN EN 1998
					TPBK, NN 101/05 od 6.8.2005. TPBK, NN 139/10 i NN 125/10 do 31.12.2012.	NN 125/10 od 11.11.2010. TPGK, NN 17/17, 75/20

4. Karakteristična razdoblja izgradnje i vrste konstrukcija

Razdoblje	do 1948.	1948. – 1964.	1964. – 1981.
Dominantni konstruk. sustav	Nearmirano ziđe s drvenim grednicima, nearmirano ziđe s ab pločom	Nearmirano ziđe s krutim stropom, ab okviri	Omeđeno ziđe, monolitni ab okviri i predgotovljeni ab zidovi i okviri
Obiteljske kuće			
Višestambene zgrade			

4. Karakteristična razdoblja izgradnje i vrste konstrukcija

Razdoblje	1981. – 2005.	2005. – 2012.	2010. – do danas	
Dominantni konstruk. sustav	Omeđeno ziđe, ab okviri, ab zidovi, ab dvojni sustavi	Ziđe, ab konstrukcije, čelične, lamelirano drvo itd.		
Obiteljske kuće				
Višestambene zgrade				

5. Ponašanje obiteljskih kuća

Nearmirano zidje s drvenim grednicima

- građene prije 1919. te u razdoblju 1919. - 1960.
- građene punom opekom i vapnenim ili produžnim mortom
- najviše stradale
- oštećenja su bila od umjerenih, vrlo teških do rušenja



Nearmirano zidje s krutim stropom

- kruti stropovi: armiranobetonska ploča, fert, monta...
- građene punom opekom, od 1970. šupljim blokovima



Omeđeno zidje

- nakon skopskog potresa 1963.
- najmanje oštećene u potresu



5. Ponašanje obiteljskih kuća

Dobro ponašanje zidanih konstrukcija s horizontalnim i vertikalnim armiranobetonskim serklažima - minimalna oštećenja ili bez oštećenja

- zidovi od šupljih opečnih blokova
- primjeri obiteljskih kuća u Petrinji



5. Ponašanje obiteljskih kuća

- uzrok i veličina oštećenja:
- vrsta konstrukcijskog sustava
- lokacija – udaljenost od epicentra
- stanje očuvanosti/održavanje – degradacija materijala
- utjecaj lokalnih uvjeta tla



Rušenje zabatnog zida



Rušenje krovišta uzrokovano
rušenjem zabatnog zida

5. Ponašanje obiteljskih kuća

- uzrok i veličina oštećenja:
 - vrsta konstrukcijskog sustava

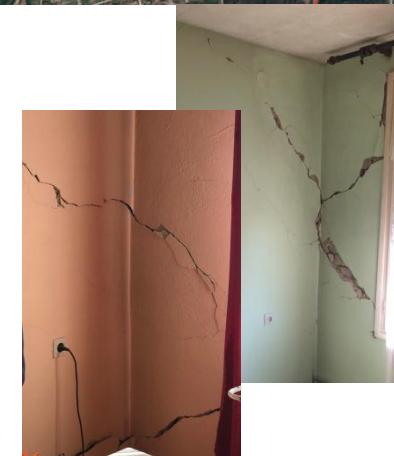


a materijala



Omeđeno zidje
1970-tih godina
Opis oštećenja:

- vlasaste pukotine na nekoliko nosivih zidova
- oštećen gornji dio zabatnog zida pri vrhu krova



Nearmirano zidje – kruti strop
1970-tih godina
Opis oštećenja:

- posmične pukotine u nosivim zidovima
- razdvajanje zidova u uglovima

5. Ponašanje obiteljskih kuća

- uzrok i veličina oštećenja:
 - vrsta konstrukcijskog sustava
 - lokacija – udaljenost od epicentra



Majske Poljane

5. Ponašanje obiteljskih kuća

- uzrok i veličina oštećenja:

- vrsta konstrukcijskog sustava
- lokacija – udaljenost od epicentra
- stanje očuvanosti/održavanje – degradacija materijala
- utjecaj lokalnih uvjeta tla



Kupska 10, Mošćenica

- godina izgradnje 1971.
- nearmirano zidje – kruti strop

Kupska 3, Mošćenica

- godina izgradnje 1957.
- nearmirano zidje – drveni strop
- bez oštećenja

5. Ponašanje obiteljskih kuća

- uzrok i veličina oštećenja:

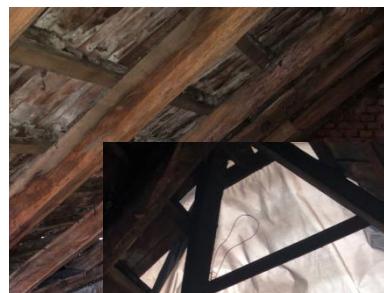
- vrsta konstrukcijskog sustava
- lokacija – udaljenost od epicentra
- stanje očuvanosti/održavanje – degradacija materijala
- utjecaj lokalnih uvjeta tla



5. Ponašanje obiteljskih kuća

Vrste oštećenja

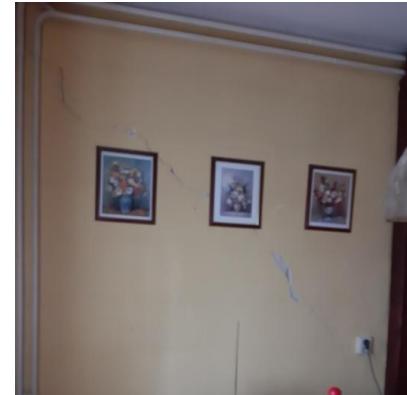
- nekonstrukcijska oštećenja:
oštećenja dimnjaka,
pregradnih zidova i zabata
dotrajalih krovija...



5. Ponašanje obiteljskih kuća

Vrste oštećenja

- konstrukcijska oštećenja:
 - nosivi sustav
 - smjer i pružanje pukotina – slabosti zgrade



5. Ponašanje obiteljskih kuća

Vrste oštećenja

- konstrukcijska oštećenja:
 - kose pukotine u obliku slova X - stanje koje prethodi rušenju
 - zbog premašaja vlačne čvrstoće
 - u međuprozorskim stupcima



5. Ponašanje obiteljskih kuća

Vrste oštećenja

- konstrukcijska oštećenja:
 - različite faze mehanizma sloma izvan ravnine:
od razvoja vertikalnih pukotina na spojevima zidova
do rušenja zidova



6. Ponašanje višestambenih zgrada



- najstarije višestambene zgrade – blizina centra
- nearmirano ziđe s drvenim stropovima
- izgrađene kao obiteljske kuće; kasnije prenamjena u stanove; u prizemlju često lokali



6. Ponašanje višestambenih zgrada



Neoštećene zgrade



Oštećene zgrade

6. Ponašanje višestambenih zgrada

Sajmište, Petrinja

Primjeri zgrada koje nisu pretrpjeli oštećenja...

- zgrade građene počevši od 1975.; većina sredinom 1980-tih
- omeđeno ziđe
- armiranobetonske konstrukcije (ab zidovi)

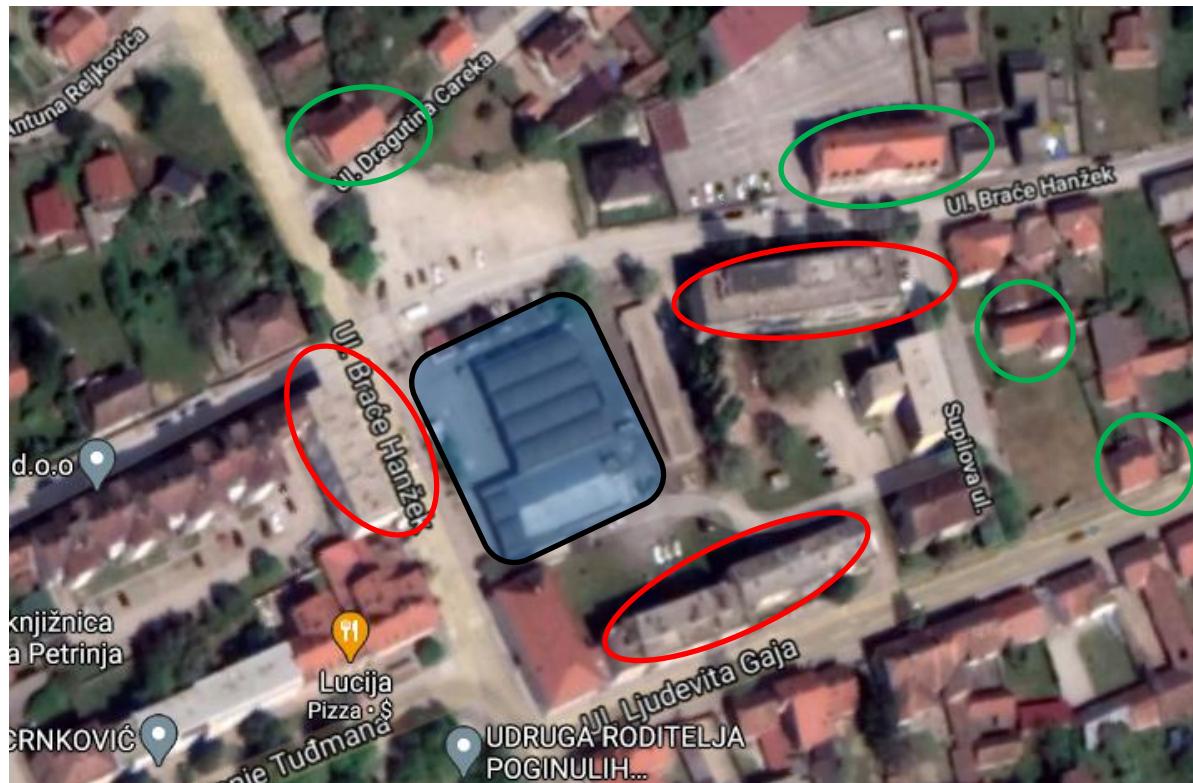


6. Ponašanje višestambenih zgrada

Nearmirane zidane zgrade u okolini tržnice, Petrinja

Nekoliko višestambenih zgrada s 3 ili 4 etaže u centru Petrinje (u blizini tržnice) pretrpjele su značajna oštećenja tijekom potresa i procijenjene su kao neuporabljive (nužno je rušenje ili rekonstrukcija/pojačanje)

- Primjeri oštećenih zgrada: Ulica Ljudevita Gaja 1 i 3, Braće Hanžek 2b



 Neoštećene zgrade

 Oštećene zgrade

 Tržnica u Petrinji

6. Ponašanje višestambenih zgrada

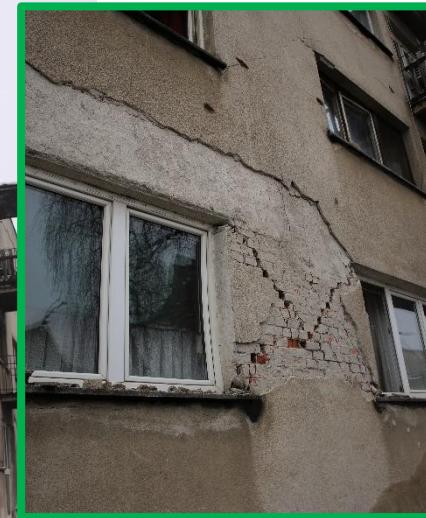
Nearmirane zidane zgrade u okolini tržnice, Petrinja

Tipična oštećenja nearmiranih zidanih zgrada – u razini prizemlja

Dijagonalne pukotine zbog djelovanja potresa u ravnini zida

Makroblokovi - oštećenja zbog djelovanja potresa okomito na ravninu zida

Primjer: Zgrada s 3 etaže, Ulica Ljudevita Gaja 1, Petrinja



Oštećenja u uzdužnom pravcu - posmične pukotine
uzrokovane djelovanjem potresa u ravnini zida

6. Ponašanje višestambenih zgrada

Nearmirane zidane zgrade u okolini tržnice, Petrinja

Primjer: Zgrada s 3 etaže, Ulica Ljudevita Gaja 3

Slike oštećenja odgovaraju fasadi iz Ulice Ljudevita Gaja

Dijagonalne pukotine uzrokovane djelovanjem potresa u ravnini zida - uzdužni pravac



6. Ponašanje višestambenih zgrada

Nearmirane zidane zgrade u okolini tržnice, Petrinja

Primjer: Zgrada s 3 etaže, Ulica Ljudevita Gaja 3

Oštećenja zida u poprečnom pravcu



Unutrašnja oštećenja, stubište



6. Ponašanje višestambenih zgrada

Nearmirane zidane zgrade u okolini tržnice, Petrinja

Primjer: Ulica Braće Hanžeka 2b

- nije pretrpjela značajna vanjska oštećenja



6. Ponašanje višestambenih zgrada

Nearmirane zidane zgrade u okolini tržnice, Petrinja

Primjer: Ulica Braće Hanžeka 2b

- manja oštećenja primjećena kod fasadnih zidova i stupova između prozora



6. Ponašanje višestambenih zgrada

Nearmirane zidane zgrade u okolini tržnice, Petrinja

Primjer: Ulica Braće Hanžeka 2b

- značajna unutrašnja oštećenja -> zgrada je iseljena



6. Ponašanje višestambenih zgrada

Nearmirane zidane zgrade u okolini tržnice, Petrinja

Primjeri susjednih zgrada koje nisu pretrpjеле oštećenja...

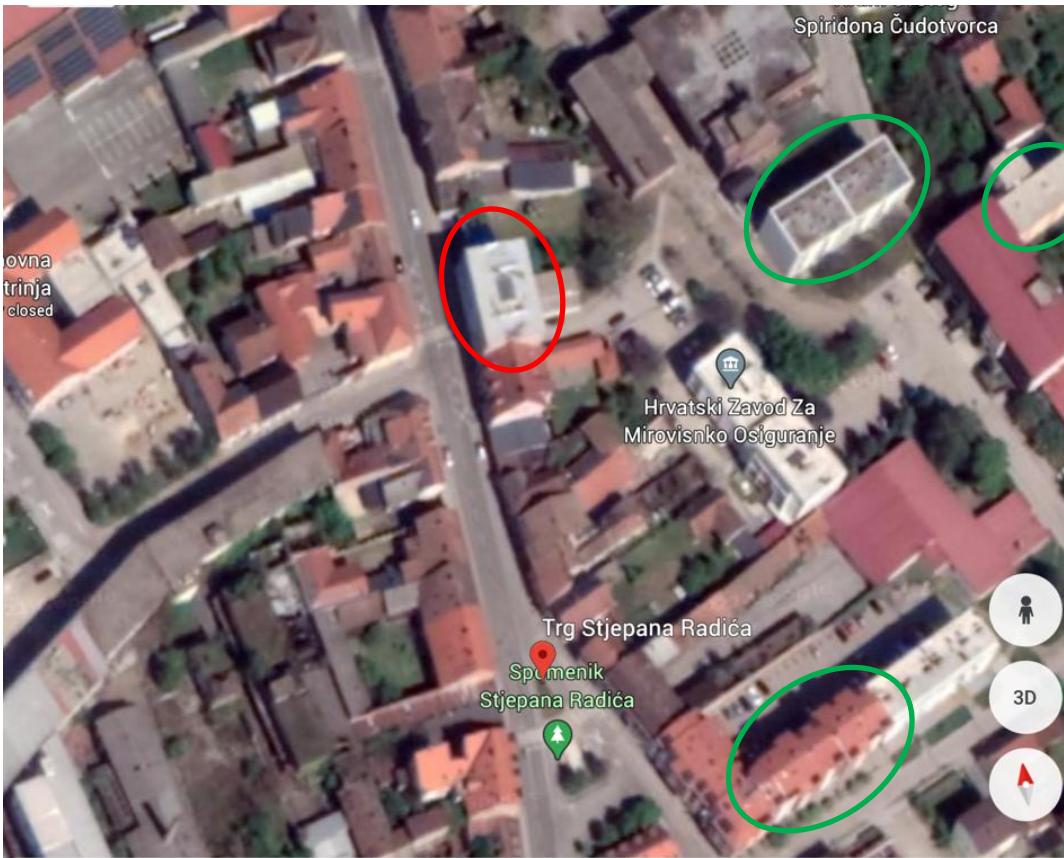


6. Ponašanje višestambenih zgrada

Armiranobetonski okvir + zidovi od opeke

Primjer: Ulica Vladimira Nazora

- izgrađena 1960-tih; zgrada s 5 etaža; okvir s vanjskim zidovima od opeke u poprečnom pravcu
- prizemlje je otvorenog tipa – trgovina i prolaz; gornji katovi – stambena namjena



 Neoštećena zgrada

 Oštećena zgrada

6. Ponašanje višestambenih zgrada

Armiranobetonski okvir + zidovi od opeke

Primjer: Ulica Vladimira Nazora

- otvoreno prizemlje – supermarket

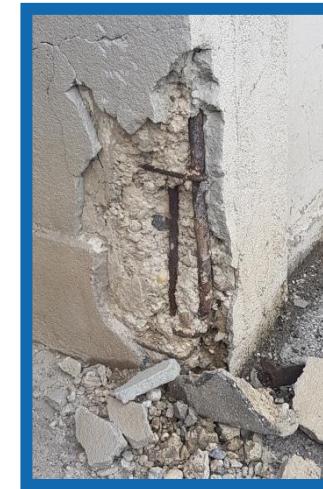


6. Ponašanje višestambenih zgrada

Armiranobetonski okvir + zidovi od opeke

Primjer: Ulica Vladimira Nazora

- prolaz za automobile (parkiralište u dvorištu)
- armiranobetonski stupovi pretrpjeli oštećenja
- oštećenje ab okvira - popravljivo



ab stupovi
25 x 40 cm

Spone
@ 25 cm

6. Ponašanje višestambenih zgrada

Armiranobetonski okvir + zidovi od opeke

Primjer: Ulica Vladimira Nazora

- zidovi od pune opeke u poprečnom pravcu - 25 cm debljine



6. Ponašanje višestambenih zgrada

Primjer susjednih zgrada koja nisu pretrpjеле oštećenja...



Zaključak

Zidane konstrukcije

- nearmirano zidje s drvenim grednicima
- nearmirano zidje s krutim stropom
- omeđeno zidje

Armiranobetonske konstrukcije

- okvirne
- zidovi

Uzrok i veličina oštećenja:

- udaljenost od epicentra
- vrsta konstrukcijskog sustava – godina izgradnje, važeći propisi
- održavanje
- lokalni uvjeti tla

Hvala na pozornosti!