

POTRESNI RIZIK GRADA ZAGREBA S OSVRTOM NA GRAĐEVINE KRITIČNE INFRASTRUKTURE

JOSIP ATALIĆ, MARIO UROŠ, MARTA ŠAVOR NOVAK

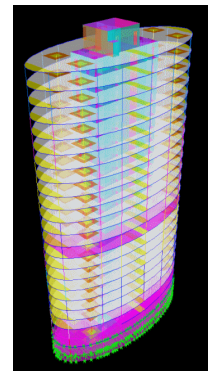
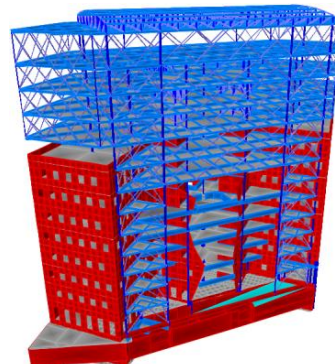
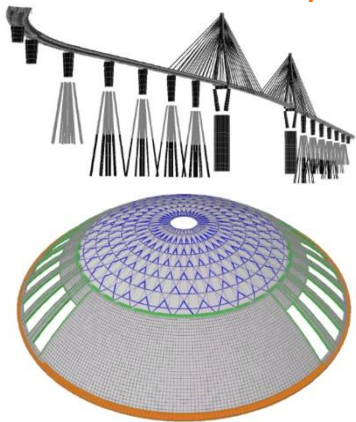


SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET

UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Tko smo mi ?

- ❑ Istraživački tim na Građevinskom fakultetu u Zagrebu (brojan, više Zavoda, ...)
- ❑ TRADICIJA
 - ❑ **dinamika konstrukcija** (teorijske podloge o ponašanju konstrukcija pri djelovanju potresa i slično),
 - ❑ **projektiranje konstrukcija** (iskustvo iz prakse u projektiranju i izvedbi zgrada)
 - ❑ **potresno inženjerstvo**



- ❑ glavni izvršitelji nacionalnih procjena rizika od potresa od 2014.

Procjena rizika od katastrofa za RH



EUROPEAN COMMISSION

identifikacija rizika

Brussels, 21.12.2010
SEC(2010) 1626 final

COMMISSION STAFF WORKING PAPER

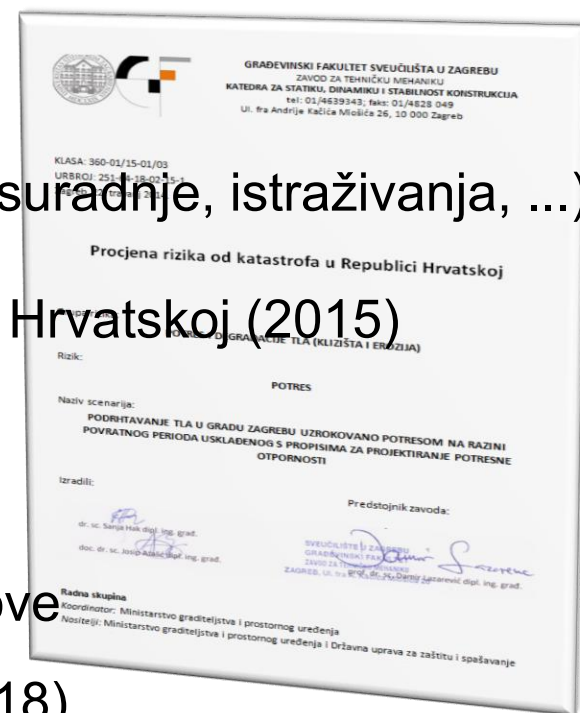
Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management

sistematizacija podataka
("tablice, 'tablice i 'tablice, ...")

znanstvena podrška

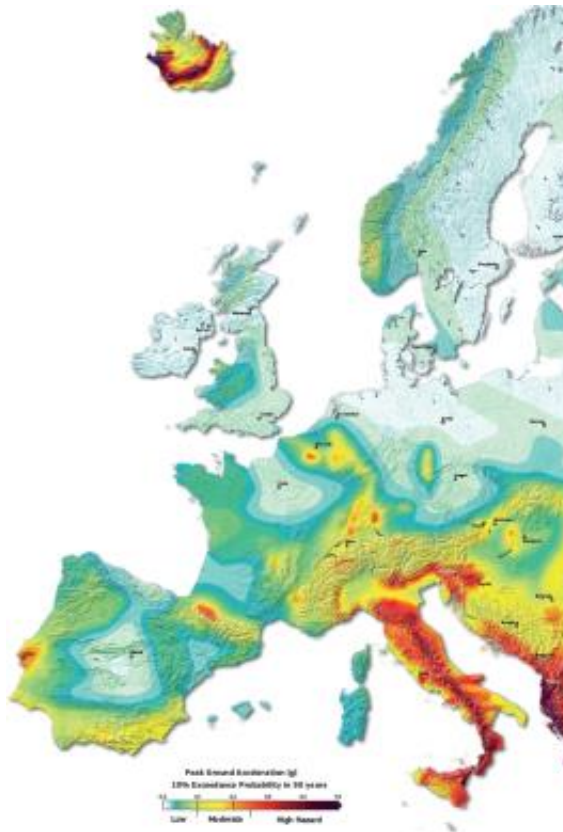
Procjena rizika od katastrofa za RH

- Identifikacija rizika (scenarija) za potres (2014)
- Procjena rizika od katastrofa u RH (2015)
 - Rizik: POTRES
 - Scenarij: Grad Zagreb
 - postavljeni temelji (pregled postojećeg stanja, suradnje, istraživanja, ...)
- Procjena složenog rizika od katastrofa u Republici Hrvatskoj (2015)
 - Potres i poplava ...
 - ...
- Procjena rizika za županije (2015)
 - Analiza procjena rizika za sve županije i gradove
- Ažurirana procjena rizika od katastrofa za RH (2018)
 - veliki korak naprijed prema suvremenim procjenama
 - i dalje nužna ulaganja u istraživanja i neophodne podatke

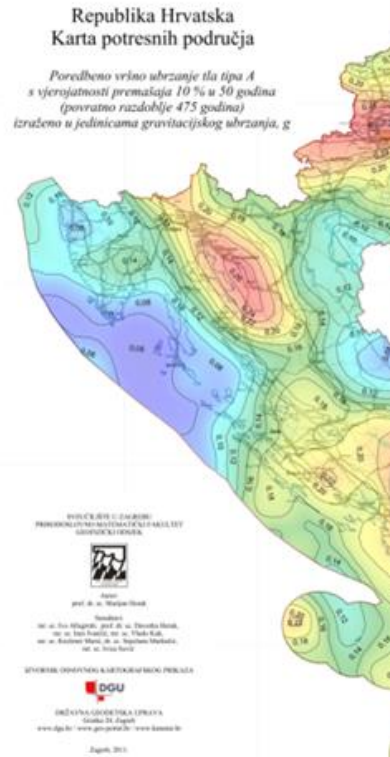


Potresi na području RH

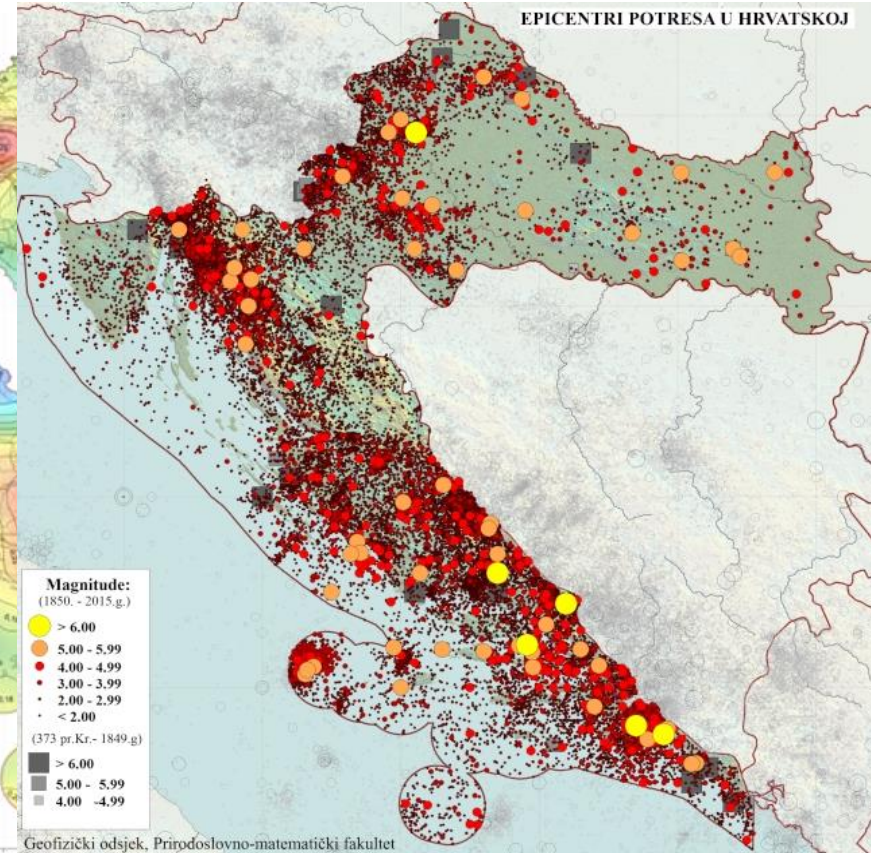
Katalozi potresa – Geofizički zavod PMF-a



Karte potresnih područja
(Giardini *et al.*, 2013)



Karte potresnih područja
(Herak *et al.*, 2011)



Epcentri potresa
(https://www.pmf.unizg.hr/geof/seizmoloska_sluzba/o_seizmologiji)

Potres u Zagrebu (1880)

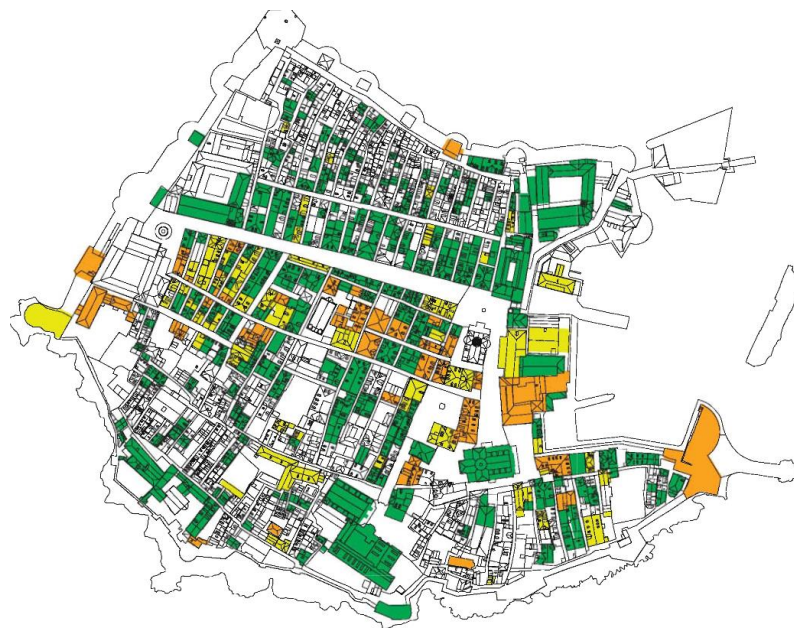





- ❑ materijalna šteta: oko polovine godišnjeg proračuna države
- ❑ službeno prijavljeno oštećenje 1.758 građevina
- ❑ 13% zgrada se srušilo
- ❑ iseljavanje stanovništva (3.800 prodanih karata za vlak na 30.000 stanovnika)

ISELJAVANJE IZ RH

Potres u Crnoj Gori (1979)

- velika šteta u Dubrovniku
 - oštećeno je preko 1000 građevina, a najveća oštećenja su zadobili spomenici kulture najviše kategorije u povijesnoj jezgri
 - nakon potresa započinje organizirana te sustavna i dugoročno planirana obnova Dubrovnika
 - osnovan **Zavod za obnovu Dubrovnika**



	Lakša oštećenja / Slightly damaged buildings
	Oštećenja konstrukcije / Buildings with structural damage
	Teže oštećenje konstrukcije / Buildings severely damaged

- izvor: <https://zod.hr>

Potres u Stonu (1996)



1900 oštećenih zgrada

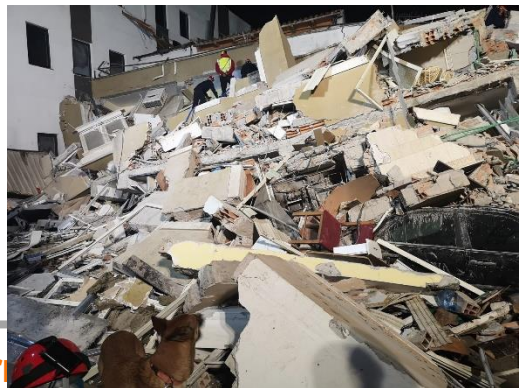


Potres u Albaniji (2019)

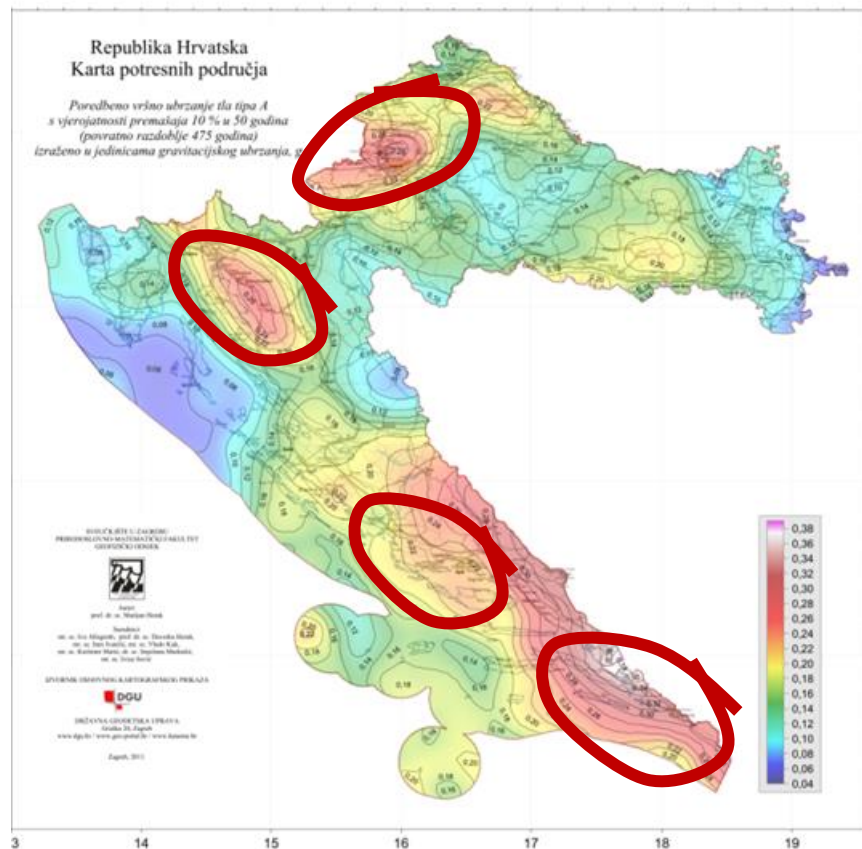


SVIJEST ???

- potres se događa nekom drugom
- učenje iz prošlosti
- susjedne države (potres ne poznaje granice!)



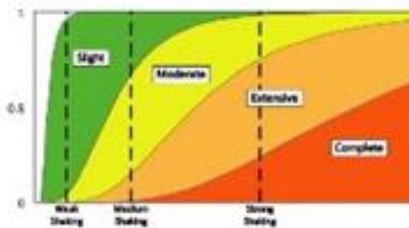
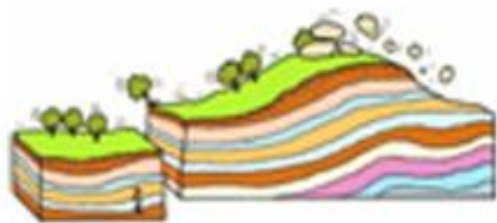
Potres u većem urbanom središtu?



**PODRUČJA IZLOŽENA JAČIM
POTRESIMA**
preko 30% površine RH
60% stanovništva

Karta potresnih područja Hrvatske (vršna ubrzanja tla na temeljnoj stijeni za povratni period od 475 godina)

Procjena rizika od katastrofa za RH - potres



SEIZMIČKI HAZARD

IZLOŽENOST

OŠTETLIVOST

SPECIFIČNI TROŠAK

Faktori koji sačinjavaju rizik od potresa (Bal i sur., 2010)

PROCJENA GUBITAKA

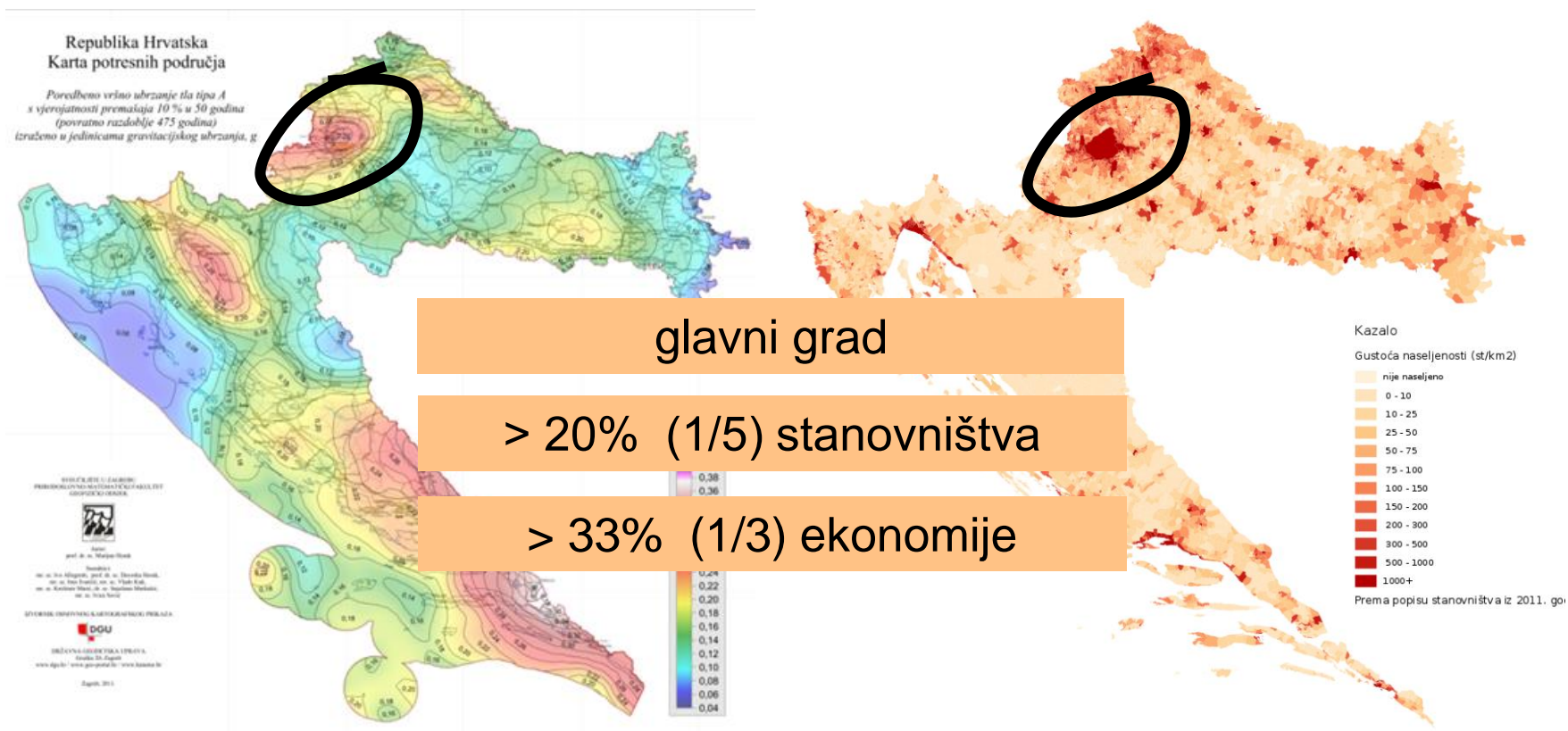
- ekonomski gubici (direktni)
- broj žrtava
- ...

Scenarij:

**PODRHTAVANJE TLA U GRADU ZAGREBU UZROKOVANO
POTRESOM NA RAZINI POVRATNOG PERIODA
USKLAĐENOG S PROPISIMA ZA PROJEKTIRANJE
POTRESNE OTPORNOSTI**

Procjena rizika od katastrofa za RH - potres

- A. najvjerojatniji neželjeni događaj
- B. događaj s najgorim mogućim posljedicama



Procjena rizika od katastrofa za RH - potres

teorija tektonskih ploča

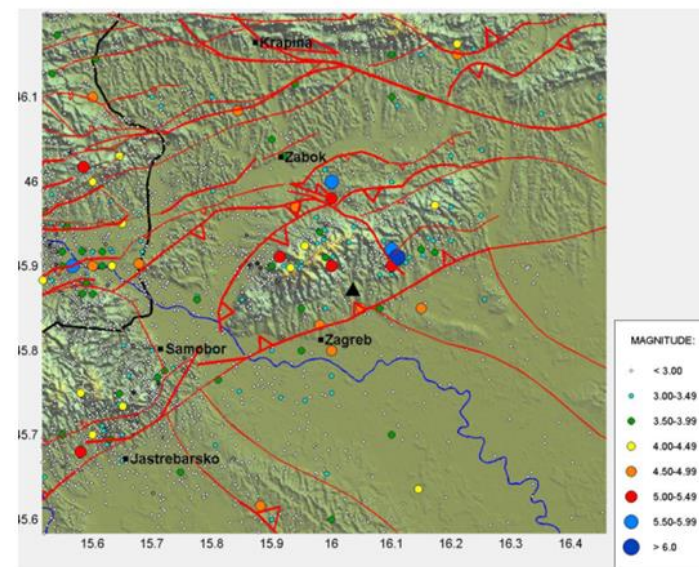
podvlačenjem Jadranske platforme pod Dinaride, kao posljedica kretanja Afričke ploče u odnosu na Euro-azijsku

zona Zagrebačkog rasjeda

više seizmički aktivnih epicentralnih područja (područje Medvednice), gdje je definirano nekoliko rasjeda koji se spajaju na dubini od 8 km

postojeći podaci za jačinu potresa

u sjevernom i sjeveroistočnom dijelu grada Zagreba može iznositi **VII. do IX.** stupnjeva (MCS), a u zapadnom i južnom dijelu grada Zagreba od **VII. do VIII.** stupnjeva (MCS)



Epicentri potresa i sustav rasjeda na zagrebačkom području (PMF, Zagreb)

Procjena rizika od katastrofa za RH - potres

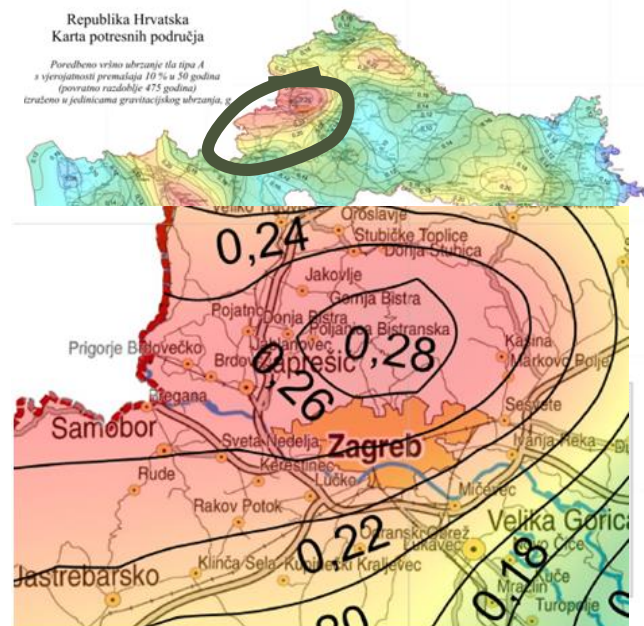
Iznosi vršnih ubrzanja za Zagreb i okolicu za povratno razdoblje od 475 g. (čvrsta stijena)

<http://seizkarta.gfz.hr>

(Geofizički odsjek PMF-a, Zagreb)

hrvatski **Nacionalni dodatak** važećih
Europskih propisa za projektiranje potresne
otpornosti konstrukcija (Eurocode 8)

dodatno povećanje (amplifikacija) jer se **većina tala može svrstati u tip B** (nanosi vrlo gustog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline)



Iznosi vršnih ubrzanja za Zagreb i okolicu za povratno razdoblje od 475 g. (čvrsta stijena)
<http://seizkarta.gfz.hr>

Procjena rizika od katastrofa za RH - potres

□ Ažuriranje karte hazarda

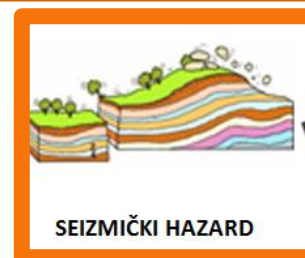
- treba biti redovno
- veći broj potresa u katalogu

□ Seizmička mikrozonacija

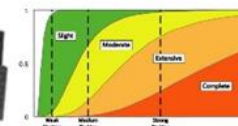
- potencijalna amplifikacija potresnog djelovanja zbog utjecaja tla iznad čvrste stijene
- trenutno u postupku; uglavnom tip tla B i C (EC8)
- geofizička i geotehnička mjerenja

□ Seizmološka i seizmotektonska istraživanja

- ažuriranje seizmogenih rasjeda
- odabir reprezentativne jednadžbe atenuacije
- novi model seizmičnosti
-



IZLOŽENOST



seizmički hazard relativno dobro definiran

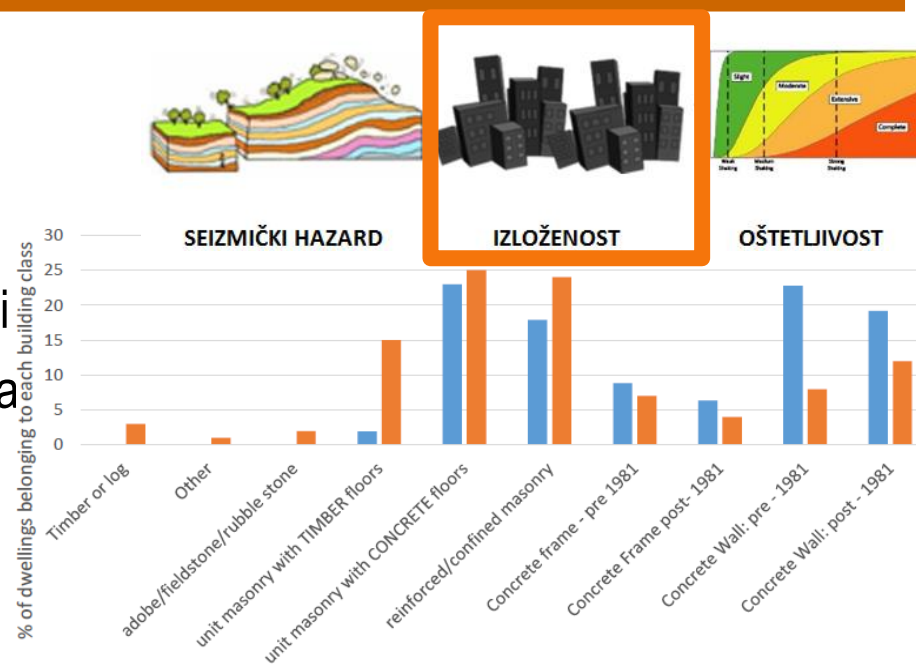
Procjena rizika od katastrofa za RH - potres

ne postoje baze podataka !!!

- nepoznate karakteristike stambenog fonda
- postojeći statistički podaci su neprilagođeni
- nema klasifikacija konstrukcija (taksonomija)

približne (načelne) klasifikacije

- Europski projekt NERA
- raspoloživi podaci o postojećem fondu građevina u Europskim državama
- Google Street View aplikacije
- temeljem upitnika

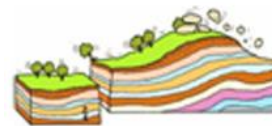


Zastupljenost **stambenih jedinica** po tipovima građevina u Hrvatskoj iz projekta NERA (Crowley i sur., 2014)

vrlo slabo definirana

Procjena rizika od katastrofa za RH - potres

- popis stambenih jedinica po vremenu izgradnje



SEIZMIČKI HAZARD



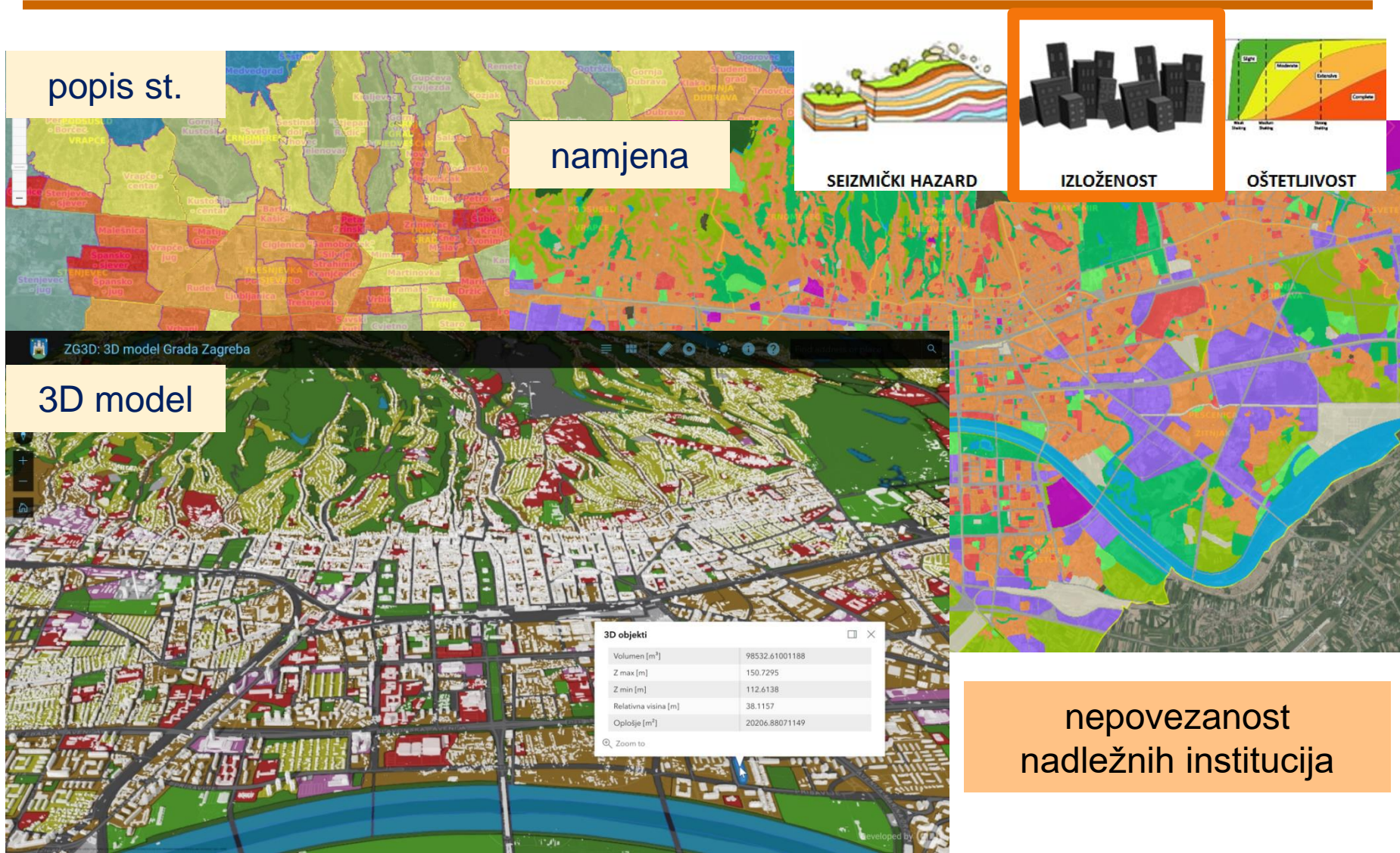
IZLOŽENOST



OŠTETLJIVOST

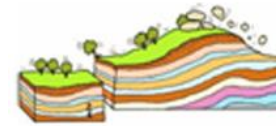
Razdoblje	do 1945.	od 1946.-1964.	od 1965.-1981.	od 1982.-1998.	od 1998.-2012.	od 2013.-danas
Opis propisa u primjeni	bez propisa	Rješenje o privremenim tehničkim propisima za opterećenje zgrada	Pravilnik o privremenim tehničkim propisima za građenje u seizmičkim područjima.	Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima	prijelazno razdoblje: postupno uvođenje propisa ENV (Eurocode 8)	suvremeni mjerodavni propisi EN (Eurocode 8)
Motivacija za izmjene propisa			potres u Skopju 1963.	potres u crnogorskom primorju 1979.		
Broj stambenih jedinica	oko 40 000 (oko 13%)	oko 75 000 (oko 25%)	oko 87 000 (oko 30%)	oko 70 000 (oko 23%)	40 000 (oko 13%)	
Potresna otpornost građevina (gruba podjela prema tipu konstrukcija i načinu proračuna)	građevine s <i>inicijalnom</i> razinom potresne otpornosti (pretežno zidane zgrade s drvenim stropovima, od 1920 uvođenje AB stropova	građevine s <i>minimalnom</i> razinom potresne otpornosti (prevladavaju AB stropovi, zidane bez serklaža, itd.)	građevine s <i>niskom</i> razinom potresne otpornosti (zidane zgrade s horizontalnim i vertikalnim serklažima, AB stambene zgrade itd.)	građevine s <i>srednjom</i> razinom potresne otpornosti (zidane zgrade s horizontalnim i vertikalnim serklažima, okvirne konstrukcije, AB itd.)	građevine s <i>visokom</i> razinom potresne otpornosti (zidane, betonske, čelične, drvene itd.)	
Proračun konstrukcija (horizontalno opterećenje)	potres se nije uzimao u obzir kao opterećenje, ali se uzimalo horizontalno opterećenje vjetrovom	potres se uzimao u obzir s pojednostavljenim metodama (npr. sila na vrhu zgrade)	prvi propisi za projektiranje potresne otpornosti, (potresna karta iz 1964. godine)	pravilnici, izmjene i dopune propisa za projektiranje potresne otpornosti (jednostavna pravila, preeliminarna potresna karta iz 1981. godine i potresna karta iz 1988. godine)	razvoj i postupno uvođenje suvremenih propisa za projektiranje potresne otpornosti (jednostavna pravila, složeni proračun) povećanje projektnog opterećenja	<u>Europske norme</u> za projektiranje potresne otpornosti (složeni proračun), karta potresnih područja iz 2013.
Potresno opterećenje	do 5% mjerodavnog opterećenja	do 10% mjerodavnog opterećenja	30-50% mjerodavnog opterećenja	30-50% mjerodavnog opterećenja	75-100% mjerodavnog opterećenja	<u>100%</u> mjerodavno opt.

Procjena rizika od katastrofa za RH - potres



Procjena rizika od katastrofa za RH - potres

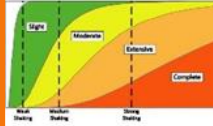
- Individualne inicijative/aktivnosti :
 - Studija za saniranje posljedica potresa



SEIZMIČKI HAZARD



IZLOŽENOST



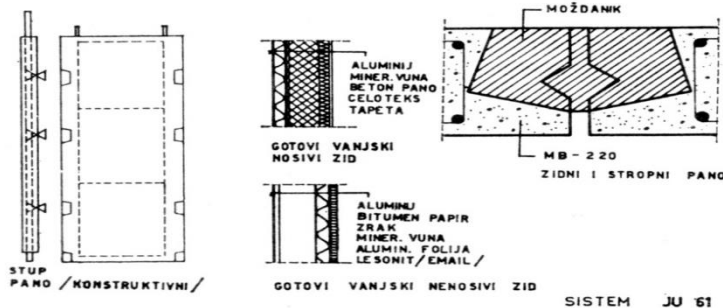
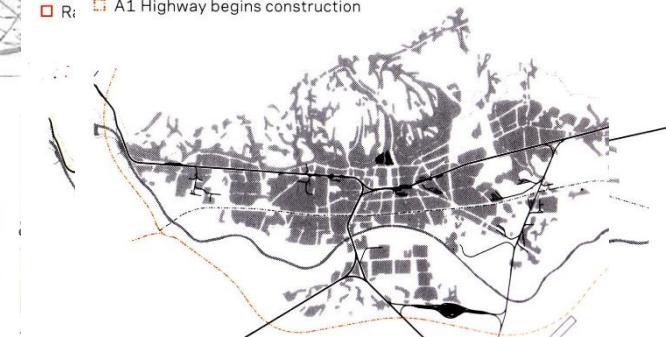
OŠTETLJIVOST



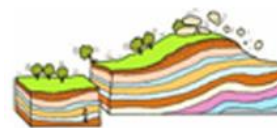
Karta Zagreba s karakterističnim područjima po vremenu izgradnje i građevinama

razvoj grada

196 1980s
 Popl Population: 768,700
 □ Ri A1 Highway begins construction



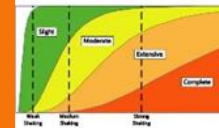
Procjena rizika od katastrofa za RH - potres



SEIZMIČKI HAZARD



IZLOŽENOST



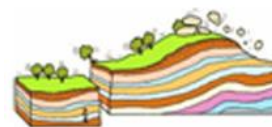
OŠTETLJIVOST

Izloženost fonda građevina je vrlo slabo definirana

- u Državnom zavodu za statistiku (DZS) uglavnom **ne postoje podaci** o građevinama, a ostale **baze su nepovezane**
- veliki broj **nezakonito** izgrađenih ili rekonstruiranih zgrada (u Zagrebu je zaprimljeno preko 100.000 zahtjeva za legalizaciju) – red u prostoru? sigurnost takvih građevina?
- približne (načelne) klasifikacije

Procjena rizika od katastrofa za RH - potres

- nada za podatke?



SEIZMIČKI HAZARD



IZLOŽENOST



OŠTETLJIVOST

Multisenzorsko zračno snimanje RH za procjenu rizika od katastrofa



Zajedno do fondova EU



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo regionalnoga razvoja
i fondova Europske unije



EUROPSKI STRUKTURNI
I INVESTICIJSKI FONDOWI



Operativni program
KONKURENTNOST
I KOHEZIJA

GRAD ZAGREB
URED ZA UPRAVLJANJE
U HITNIM SITUACIJAMA GRADA ZAGREBA

VODITELJ PROJEKTA
AKADEMIJA TEHNIČKIH ZNANOSTI HRVATSKE / GRAĐEVINSKI FAKULTET
SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

POTRESNI RIZIK GRADA ZAGREBA –
INFRASTRUKTURA, STANOVNIŠTVO,
GRAĐEVINE I KULTURNA DOBRA

(prijedlog projekta, verzija 3.0)

Zagreb, 7. veljače 2014.

- Državna Geodetska Uprava – DGU, partneri: Grad Zagreb Ured za upravljanje u hitnim situacijama, Geodetski fakultet, pridruženi partner: Hrvatske vode
- podloga za preciznije procjene rizika od potresa
- kreiranje "ultimativne" baze podataka (višestruko iskoristive)
- pilot projekt za Hrvatsku (procjene rizika)

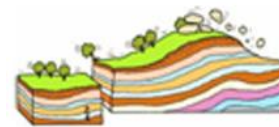
Procjena rizika od katastrofa za RH - potres



- ❑ s nepouzdanim podacima vrlo je teško procijeniti očekivano ponašanje građevine
- ❑ odabir metodologije ?!?
 - važna komponenta procjene seizmičkog rizika
 - cilj je određivanje vjerojatnosti zadane razine oštećenja određene vrste zgrade zbog zamišljenog potresa (scenarija)
 - empirijski / analitički / hibridni
- ❑ kriterij?

Procjena rizika od katastrofa za RH - potres

Procjena rizika od katastrofa u
RH - potres (2015)
Iskustvena procjena stručnjaka



SEIZMIČKI HAZARD



IZLOŽENOST



OŠTETLJIVOST

- obrasci za procjenu očekivanog oštećenja karakterističnih tipova građevina (po gradskim četvrtima)
- prilagođene postojećim statističkim podacima
- iskustvene procjene (stručnjaci)
- oštećenja po EMS-98 skali

Obrazac za procjenu očekivanog oštećenja karakterističnog tipa građevine pri djelovanju potresa na razini povratnih perioda usklađenih s propisima za projektiranje

Obrazac 1: Ispunio: _____

Podaci o karakterističnom tipu građevine					
Općina: Gornji Grad - Medvešak	Karta s tipovima građevina: Gornji Grad (GG)	Potresna područja: 0.0-475 god, 0.0-95 god, 0.0-195 god			
Vrsta izgradnje: 17., 18. i 19. st.	Tip konstrukcije: zidana				
Katnost: PD(7)-PR-2 - 4 kata	Pravilnost u složu: pravilna	Pravilnost po visini: pravilna			
Vertikalni konstr. elem.: masiv zidovi od opeke Nf' oca 50 cm - uzdužni (proljeće i srednji asl), bez sekirala					
Horizontalni konstr. elem.: drveni grečnik na rasponu od oca 5m					
Krovniša: teško s potkrovlom (7)	Temelji / temeljno do: kamerni temelji (7)				
Ostalo****: intervjene (7)					
Potresno opter.: a ₁ oko 0.26g sa p.p. 475 god. i a ₂ oko 0.13g sa p.p. 95 god., u vrijeme gradnje opterećenje potresom nije uzeto u obzir					
Pregled iz zračne:					
Primeri građevina:					
B Procjena stupnja oštećenja prema EMS-98 klasifikaciji za potrese povratnog perioda 475 i 95 god.					
Riziko	Procjena stupnja oštećenja prema EMS-98 klasifikaciji za potrese povratnog perioda 475 i 95 god.				
	I	II	III	IV	V
	Otkazivanje	Vrlo teško oštećenje	Značajno do teško oštećenje	Umjerenno oštećenje	Negazno do blago oštećenje
Slika i opis oštećenja					
Vrlo teško oštećenje	Teško oštećenje	Umjerenno oštećenje	Blago oštećenje	Negazno oštećenje	
475	%	%	%	%	%
95	%	%	%	%	%

Obrazac za procjenu očekivanog oštećenja karakterističnog tipa građevine pri djelovanju potresa na razini povratnih perioda usklađenih s propisima za projektiranje

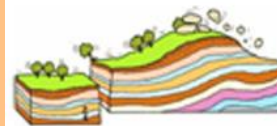
Obrazac 2S: Ispunio: _____

Podaci o karakterističnom tipu građevine					
Općina: Peščenica - Zvezjak	Karta s tipovima građevina: Borongaj - "Ilenke" (BO)	Potresna područja: 0.0-475 god, 0.0-95 god, 0.0-195 god			
Vrsta izgradnje: početak 60-ih	Tip konstrukcije: AB montažna				
Katnost: PR-6 kata	Pravilnost u složu: pravilna	Pravilnost po visini: pravilna			
Vertikalni konstr. elem.: paneli AB prefabrike prema sustavu Jugoplasta JU-61, debljine zidova 12cm					
Horizontalni konstr. elem.: ploče 12 cm na rasponu od 3,6m sa sredinjm uzdužnim ukrotnim potrezom					
Krovniša: (7)	Temelji / temeljno do: temeljne trake (7)				
Ostalo****: povećano kor. i vert. vezanja - vanjskim natovak armature te interakcija mehanika u rube (to ova sustav čini krutim pratećim)					
Potresno opter.: a ₁ oko 0.25g sa p.p. 475 god. i a ₂ oko 0.12g sa p.p. 95 god., u vrijeme gradnje do 10% današnjeg (mjerodavnog) opter.					
Pregled iz zračne:					
Primeri građevina:					
B Procjena stupnja oštećenja prema EMS-98 klasifikaciji za potrese povratnog perioda 475 i 95 god.					
Riziko	Procjena stupnja oštećenja prema EMS-98 klasifikaciji za potrese povratnog perioda 475 i 95 god.				
	I	II	III	IV	V
	Otkazivanje	Vrlo teško oštećenje	Značajno do teško oštećenje	Umjerenno oštećenje	Negazno do blago oštećenje
Slika i opis oštećenja					
Vrlo teško oštećenje	Teško oštećenje	Umjerenno oštećenje	Blago oštećenje	Negazno oštećenje	
475	%	%	%	%	%
95	%	%	%	%	%

Procjena rizika od katastrofa za RH - potres

Ažurirana procjena rizika od katastrofa u RH - potres (2018)

Procjena temeljena na krivuljama oštetiivosti



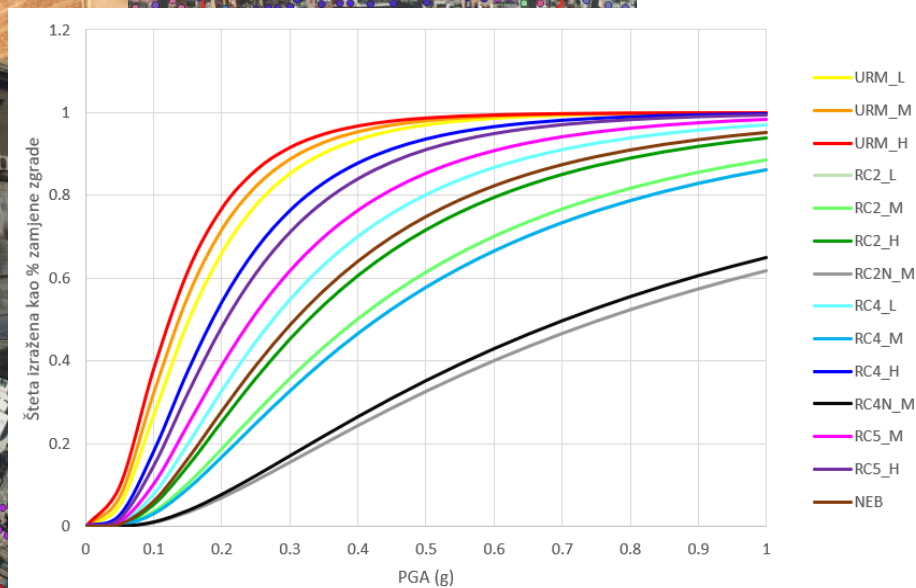
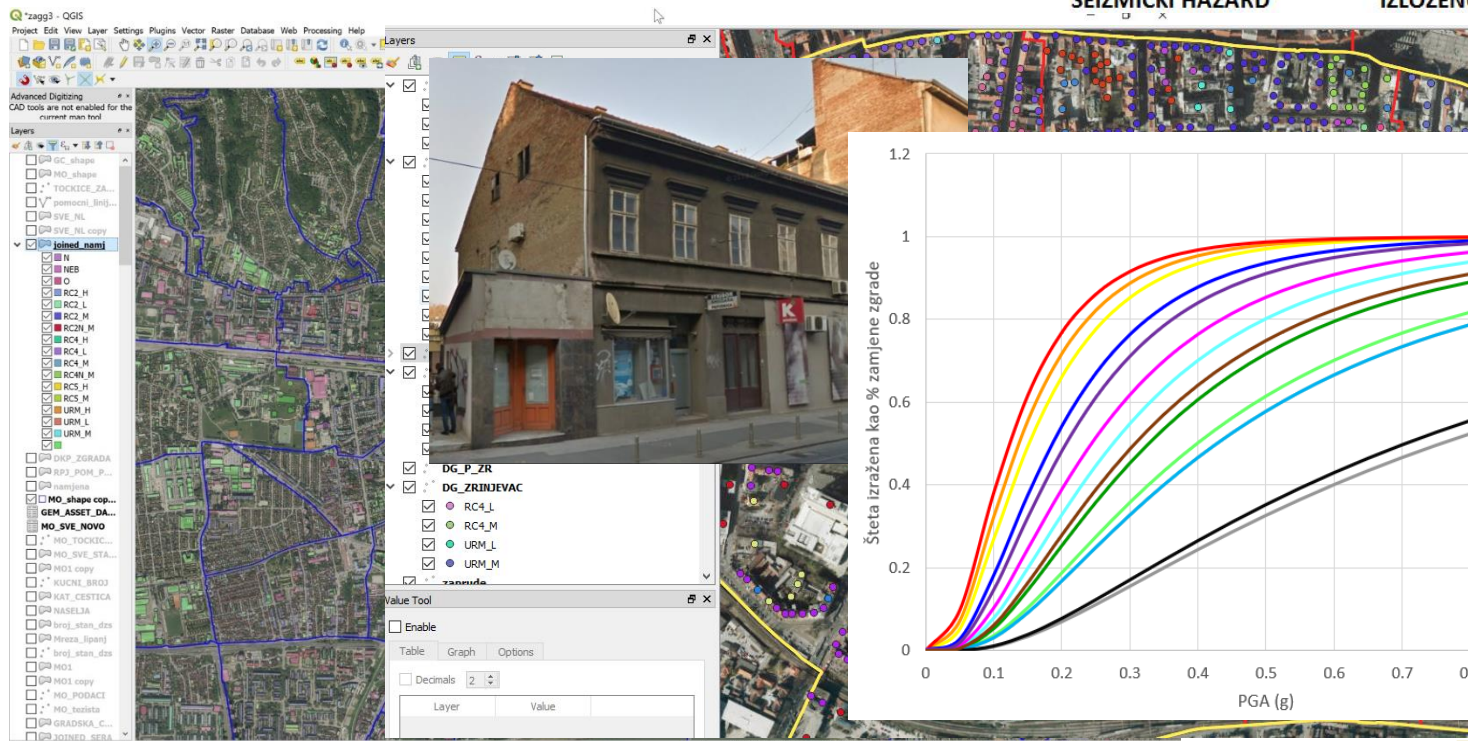
SEIZMIČKI HAZARD



IZLOŽENOST



OŠTETLJIVOST



218 mjesnih odbora

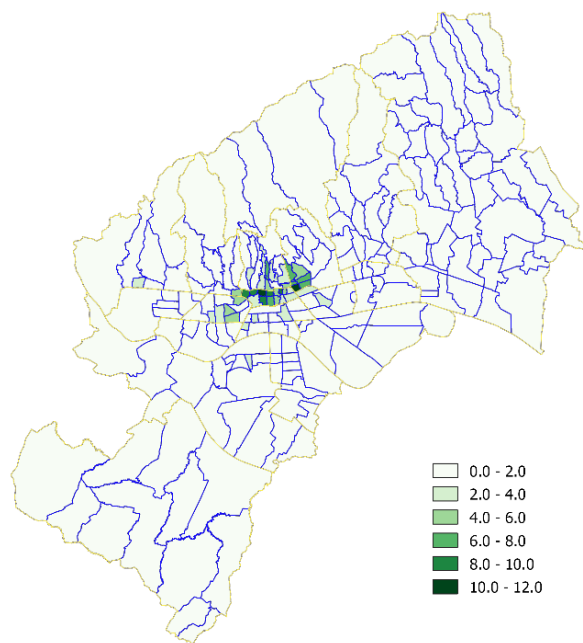
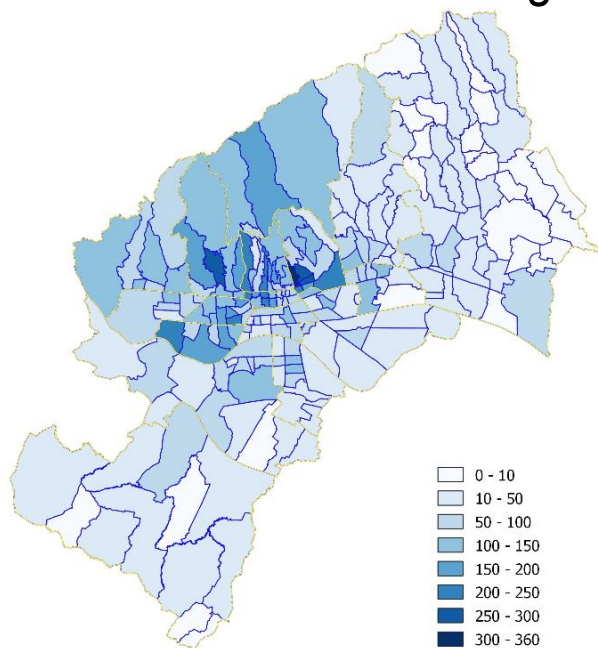
brojanje zgrada –
nepostojanje podataka?

krivulje oštetiivosti za karakt.
tipove zgrada (14)

PROCJENA
GUBITAKA

Procjena rizika od katastrofa za RH - potres

- ❑ raspodjela oštećenja određenih tipova zgrada: pridružen specifični trošak i vrijednost fonda zgrada
- ❑ ekonomski gubici: samo direktni troškovi
- ❑ broj žrtava: korelacija s brojem značajno oštećenih i srušenih zgrada



Troškovi u milijunima EUR i troškovi u milijunima EUR po hektaru

Procjena rizika od katastrofa za RH - potres

KRITERIJI:

➤ Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	Posljedice	Kriterij	ODABRANO
1	Neznatne	< 50	
2	Malene	50 - 200	
3	Umjerene	201 - 500	
4	Značajne	501 - 1500	
5	Katastrofalne	> 1500	X

➤ Gospodarstvo

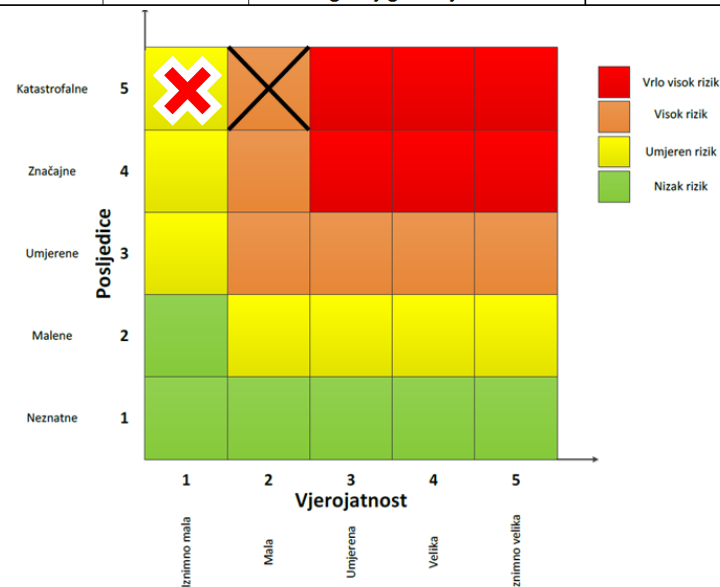
Gospodarstvo			
Kategorija	Posljedice	Kriterij [mil.kuna]	ODABRANO
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250-700	
3	Umjerene	700-1.500	
4	Značajne	1500-7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	X

➤ Društvena stabilnost i politika

Društvena stabilnost i politika			
Kategorija	Posljedice	Broj građana	ODABRANO
1	Neznatne	< 5.000	
2	Malene	5.000-15.000	
3	Umjerene	15.000-50.000	
4	Značajne	50.000-250.000	
5	Katastrofalne	>250.000	X



Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			ODABRANO
	Kvalitativno	Vjerojatnost	Frekvencija	
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 godina i rjeđe	X
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	X
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	



Procjena rizika od katastrofa za RH - potres



SEIZMIČKI HAZARD

IZLOŽENOST

OŠTETLJIVOST

SPECIFIČNI TROŠAK

višestruko iskoristivi podaci
(propisi, održavanje, pojačanja, ...)

relativno
dobro
definiran

ne postoje
podaci

procjene
vrlo upitne

procjene
vrlo
nepouzdana

karta
potresnih
područja RH

približne
(načelne)
klasifikacije

problematična
primjena
metoda

premašuju
sve zadane
kriterije

dodatna
detaljna
istraživanja

nezakonite
građevine

zadovoljavaju
"tražene"
kriterije

veće od
ostalih
rizika

NEPRIHVATLJIV RIZIK

- strategije
- procjene kapaciteta
- umanjeње posljedica
- upravljanje rizicima
- ???

SUSTAVNA ULAGANJA u ljude, instrumente, razna istraživanja, baze podataka (povezati!, popis stanovništva, legalizacije, upis novih projekata?), ...

Ulaganja?!?
(gdje, sredstva, ...)

Građevine kritične infrastrukture

- ❑ *nacionalne kritične infrastrukture su sustavi, mreže i objekti od nacionalne važnosti čiji prekid djelovanja ili prekid isporuke roba ili usluga može imati ozbiljne posljedice na nacionalnu sigurnost, zdravlje i živote ljudi, imovinu i okoliš, sigurnost i ekonomsku stabilnost i neprekidno funkcioniranje vlasti (Zakon o kritičnim infrastrukturama NN 56/13)*
- ❑ **sektori nacionalnih kritičnih infrastrukture:** energetika, komunikacije, promet, zdravstvo, vodno gospodarstvo, hrana, financije, proizvodnja, skladištenje i prijevoz opasnih tvari, javne službe, **nacionalni spomenici i vrijednosti**, ...
- ❑ takve građevine uglavnom nisu obuhvaćene procjenama rizika od katastrofa (potres) koje se rade za fond građevina, i zahtijevaju **pojedinačne detaljne analize**
- ❑ **nužnost funkcioniranja nakon potresa**
 - ❑ bolnice, mostovi, vatrogasne stanice, zgrade policije, kulturna baština, obrazovne ustanove, druge javne zgrade, industrijska postrojenja, brane, ...

Građevine kritične infrastrukture

Tablica 6. Građevine od javnog i društvenog značaja u gradu Zagrebu

Gradska četvrt	NAZIV INSTITUCIJE DRŽAVNE UPRAVE I MINISTARSTVA	Godina izgradnje
Gornji Grad-Medveščak	URED PREDSIJEDNIČICE REPUBLIKE HRVATSKE	1964.
	TRGOVAČKI SUD	1808.
	HRVATSKI SABOR	1911.
	USTAVNI SUD	krajem 19. st.
Dolnji Grad	VRHOVNI SUD REPUBLIKE HRVATSKE	1887. (rek. 1998.)
	TRGOVAČKI SUD	1890.
	TRGOVAČKI SUD	1887.
	MINISTARSTVO FINANCIJA	1903.
	MINISTARSTVO KULTURE	1912.
	DRŽAVNO ODVJETNIŠTVO REPUBLIKE HRVATSKE	1900.
	VISOKI UPRAVNI SUD	1900.
Trnje	GRADSKA UPRAVA	1903., 1968.
	GRADSKI GRAĐANSKI SUD U ZAGREBU	1962.
	UPRAVA GRADA ZAGREBA	1958.
	MUP - MINISTARSTVO UNUTARNJIH POSLOVA	1940. (rek. 1955.)
	MINISTARSTVO UNUTARNJIH POSLOVA	1900.
Maksimir	GRADSKA UPRAVA	1964.
	GRADSKA UPRAVA	1962. -1970.
	MINISTARSTVO PROMETA I INFRASTRUKTURE	1968.
Trešnjevka-sjever	MINISTARSTVO PROMETA I INFRASTRUKTURE	1968.
	MINISTARSTVO POMORSTVA, PROMETA I INFRASTR.	1968.
Črnomerec	MINISTARSTVO UPRAVE	1900.
	DRŽAVNA UPRAVA ZA ZAŠTITU I SPAŠAVANJE	1957.
	MGIPIU - MINISTARSTVO GRADIT. I PROST. UREĐENJA	1889., 1920.

većina izgrađena prije više od 50 godina

tko će organizirati sustav nakon potresa?

evakuacijski putovi

održavanje građevina
(uključena seizmička ojačanja???)

Građevine kritične infrastrukture

- ❑ *kulturna baština, materijalna i nematerijalna, zajedničko je bogatstvo čovječanstva u svojoj raznolikosti i posebnosti, a njena zaštita jedan je od važnih čimbenika za prepoznavanje, definiranje i afirmaciju kulturnog identiteta*
- ❑ *zaštitom i očuvanjem kulturne baštine osigurava se postojanost kulturnih vrijednosti kao i potencijala za daljnji razvitak Republike Hrvatske, njenu afirmaciju, stimulaciju ekonomske konkurentnosti i kvalitetnijeg života u europskom okruženju*
- ❑ *pojedinačna nepokretna kulturna dobra su građevine ili kompleksi građevina koje imaju izrazit povijesni, umjetnički, znanstveni, društveni ili tehnički značaj*
 - ❑ *javne građevine i kompleksi*
 - ❑ *obrambene građevine i kompleksi*
 - ❑ *sakralne građevine i kompleksi*
 - ❑ *memorijalne građevine i kompleksi*
 - ❑ *urbana oprema*

izvor: <https://www.min-kulture.hr>

Građevine kritične infrastrukture

❑ Grad Zagreb: muzejska djelatnost

- ❑ ARHEOLOŠKI MUZEJ U ZAGREBU, godina osnutka: 1846.
- ❑ ETNOGRAFSKI MUZEJ U ZAGREBU, godina osnutka: 1919.
- ❑ HRVATSKI PRIRODOSLOVNI MUZEJ, godina osnutka: 1846.
- ❑ HRVATSKI ŠKOLSKI MUZEJ, godina osnutka: 1901.
- ❑ MUZEJ GRADA ZAGREBA, godina osnutka: 1907.
- ❑ MUZEJ SUVREMENE UMJETNOSTI, godina osnutka: 1954.
- ❑ MUZEJ ZA UMJETNOST I OBRT, godina osnutka: 1880.
- ❑ TEHNIČKI MUZEJ NIKOLA TESLA, godina osnutka: 1954.
- ❑ MUZEJ PRIGORJA, godina osnutka: 1977.
- ❑ MUZEJSKO-MEMORIJALNI CENTAR DRAŽEN PETROVIĆ, godina osnutka: 2006.

izvor: <https://www.zagreb.hr/muzejska-djelatnost/619>

❑ ponašanje tih građevina u potresu

- razmjer očekivanih oštećenja
- kritična mjesta
- evakuacijski putovi i prilazi
- postoje li “sigurne zone”?

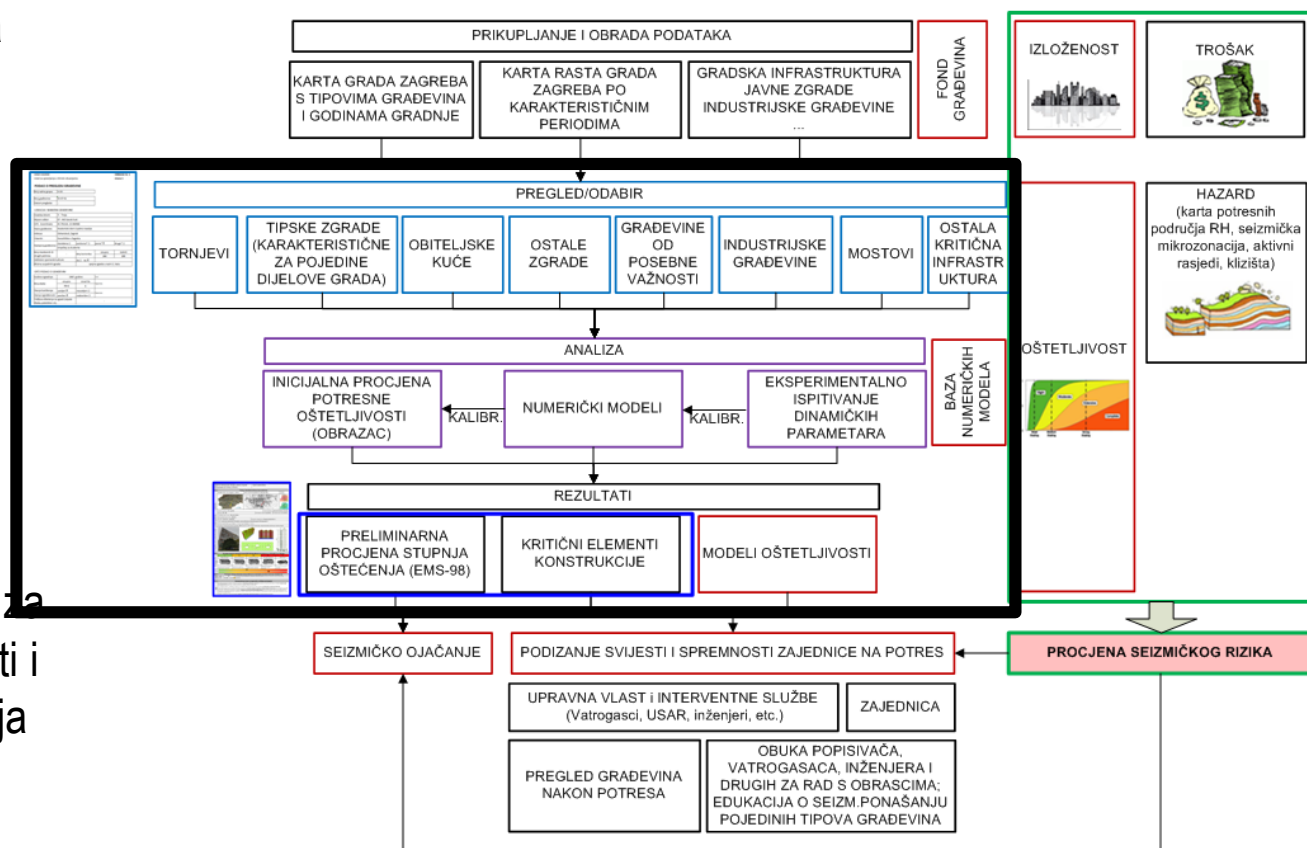
Građevine kritične infrastrukture

STUDIJA ZA SANIRANJE POSLJEDICA POTRESA

Ured za upravljanje u hitnim situacijama GZ u suradnji s GF

U okviru PROJEKTA 11 Ureda za upravljanje u hitnim situacijama Grada Zagreba, u skladu s:

- Zakonom o zaštiti i spašavanju (NN174/2004, 79/2007, 38/2009 i 127/2010).
- Zakonom o sustavu civilne zaštite (NN 82/2015).
- Pravilnikom o metodologiji za izradu procjena ugroženosti i planova zaštite i spašavanja (NN 30/2014)

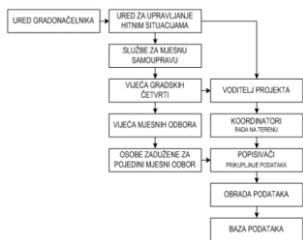


Građevine kritične infrastrukture

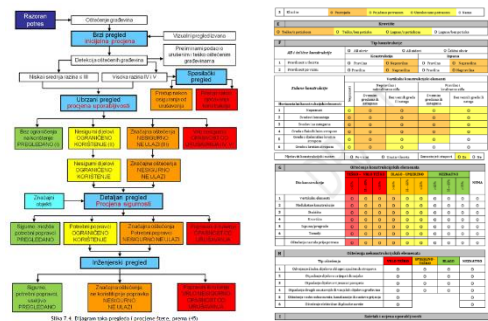


STUDIJA ZA SANIRANJE POSLJEDICA POTRESA

organizacija sustava

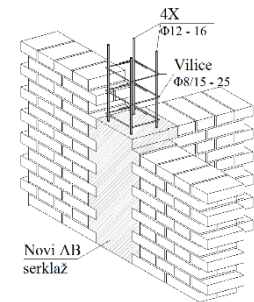


obraci za popise (prije potresa i nakon potresa)



PRIMJENA REZULTATA STUDIJE

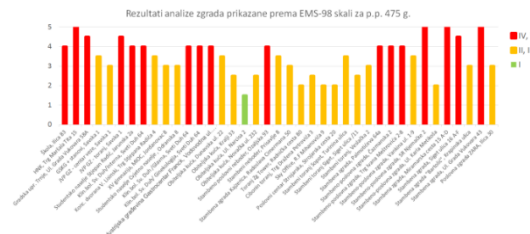
baza potencijalnih mjera ojačanja



terenske vježbe



prioritizacija



karta s rezultatima



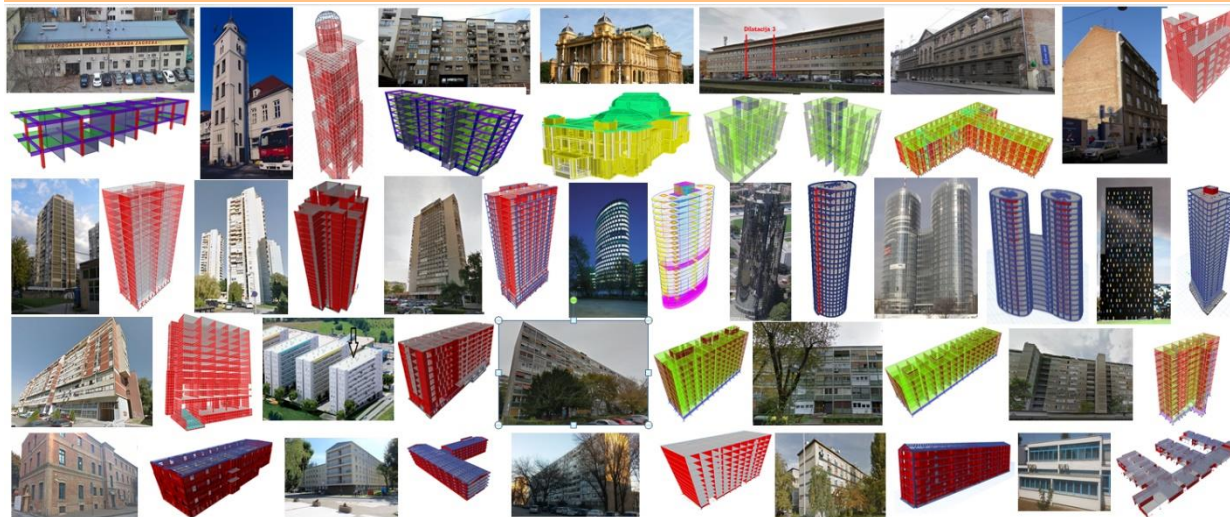
edukacija



Građevine kritične infrastrukture



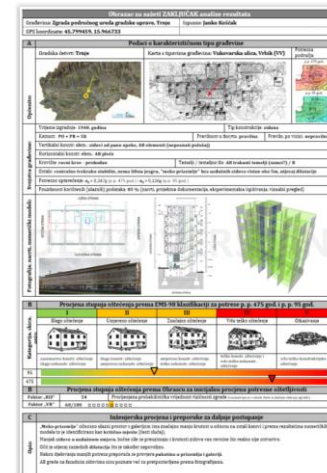
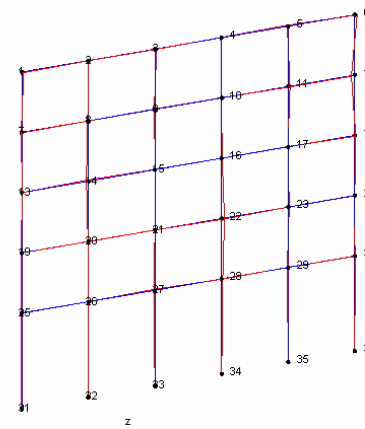
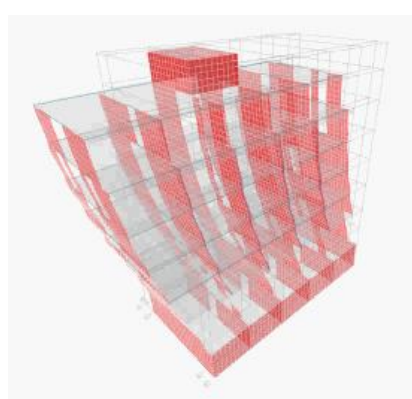
STUDIJA ZA SANIRANJE POSLJEDICA POTRESA



brojni problemi /
nepoznanice / izazovi /...

rasipanje rezultata brzih i
detaljnijih procjena

napravljene detaljne
analize otpornosti na
potres različitih građevina
(kritične infrastrukture,
tipskih stambenih zgrada,
tornjeva, ...)



Građevine kritične infrastrukture



STUDIJA ZA SANIRANJE POSLJEDICA POTRESA

"previše podataka" → SAŽETI PRIKAZ

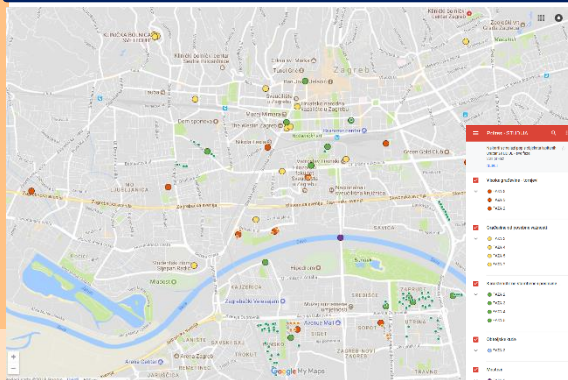
Obrazac za sažeti ZAKLJUČAK analize rezultata

Građevina: Koncertna dvorana Lisinski

Ispunio: Janko Košćak

GPS koordinate: 45.8013589, 15.9806911

BAZA – KARTA !!!



A		Podaci o karakterističnom tipu građevine		
Općenito:	<p>Gradska četvrt: Trnje</p>	<p>Karta s tipovima građevina: Vukovarska ulica, Vrbik (VV)</p>	<p>Potresna područja:</p>	
	<p>Fotografije, nacrti, numerički modeli:</p>			

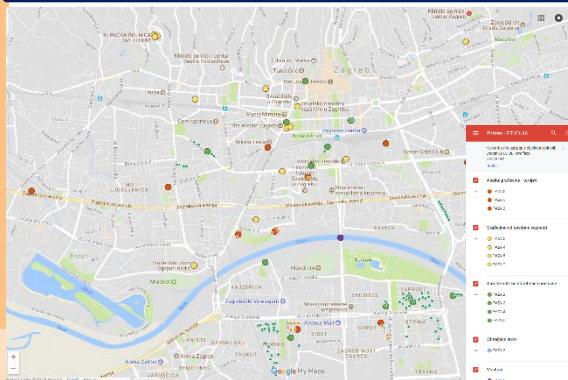
Građevine kritične infrastrukture



STUDIJA ZA SANIRANJE POSLJEDICA POTRESA

”previše podataka” → SAŽETI PRIKAZ

BAZA – KARTA !!!



B Procjena stupnja oštećenja prema EMS-98 klasifikaciji za potrese p. p. 475 god. i p. p. 95 god.					
Kategorija, skica, opis:	I	II	III	IV	V
	Blago oštećenje	Umjeren oštećenje	Značajno oštećenje	Vrlo teško oštećenje	Otkazivanje
	zanemarivo konstr. oštećenje blago nekonstr. oštećenje	blago konstr. oštećenje umjeren nekonstr. oštećenje	umjeren konstr. oštećenje teško nekonstr. oštećenje	teško konstr. oštećenje i vrlo teško nekonstr. oštećenje	vrlo teško konstrukcijsko oštećenje
95	▼				
475	▼				
B Procjena stupnja oštećenja prema Obrascu za inicijalnu procjenu potresne oštetljivosti					
Faktor „RIZ“	/		Procijenjena probabilistička vrijednost rizičnosti zgrade (razmatraju se i ostale štete u slučaju rušenja zgrade).		
Faktor „VR“	/ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □				
C Inženjerska procjena i preporuke za daljnje postupanje					
Opis:	<p>Rezultati pokazuju da prema važećim propisima da u zidovima nedostaje armature, pa se pri djelovanju potresa se očekuje raspucavanje. Treba istaknuti da je ugrađena površina armature u stupovima približno je duplo manja od minimalne površine propisane prema važećim propisima. S obzirom na navedeno, ali i rezultate dimenzioniranja može se zaključiti da armatura ne bi bila dovoljna da podnese veće potresno opterećenje (nisu ni dimenzionirani na potresno opterećenje).</p> <p>Nakon djelovanja potresa manjih intenziteta preporuča se provjera pukotina na stupovima u prizemlju i katu (na i iznad ulaznog dijela).</p>				

primjena rezultata iz obrasca (dio B i C) – procjena stupnja oštećenja uz identificirana kritična mjesta

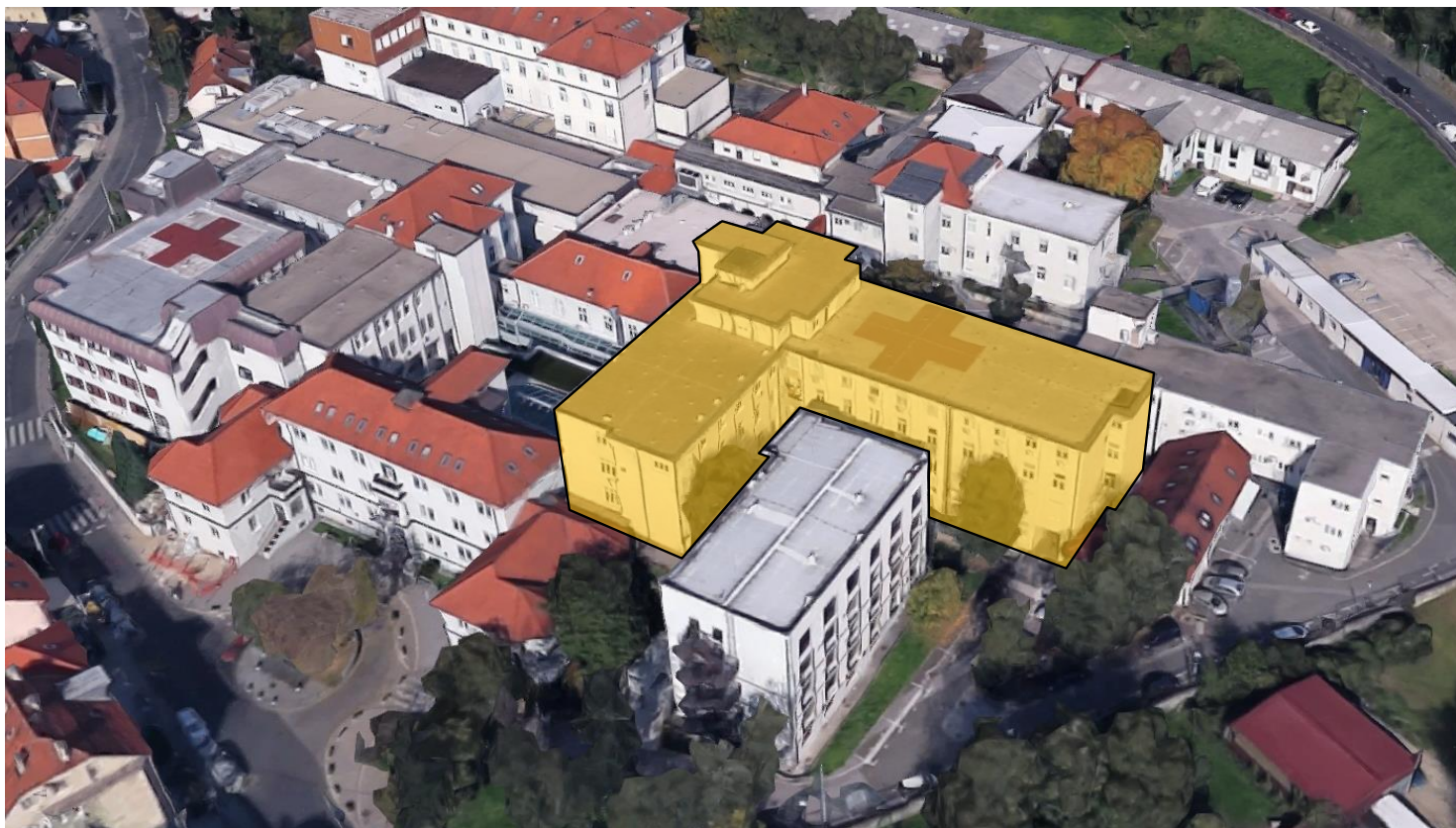
- primjena pri izradi planova održavanja i ograničenja intervencija unutar građevine
- primjena pri razmatranju mjera seizmičkih ojačanja za povećanje sigurnosti građevine na potres
- važno za interventne službe, prilikom eventualnog raščišćavanja od djelomičnog urušavanja, spašavanja zatrpanih osoba ili pregleda građevine nakon potresa

Građevine kritične infrastrukture



STUDIJA ZA SANIRANJE POSLJEDICA POTRESA

Primjer primjene rezultata: zamišljeni scenarij intervencije u Bolnici Sveti Duh

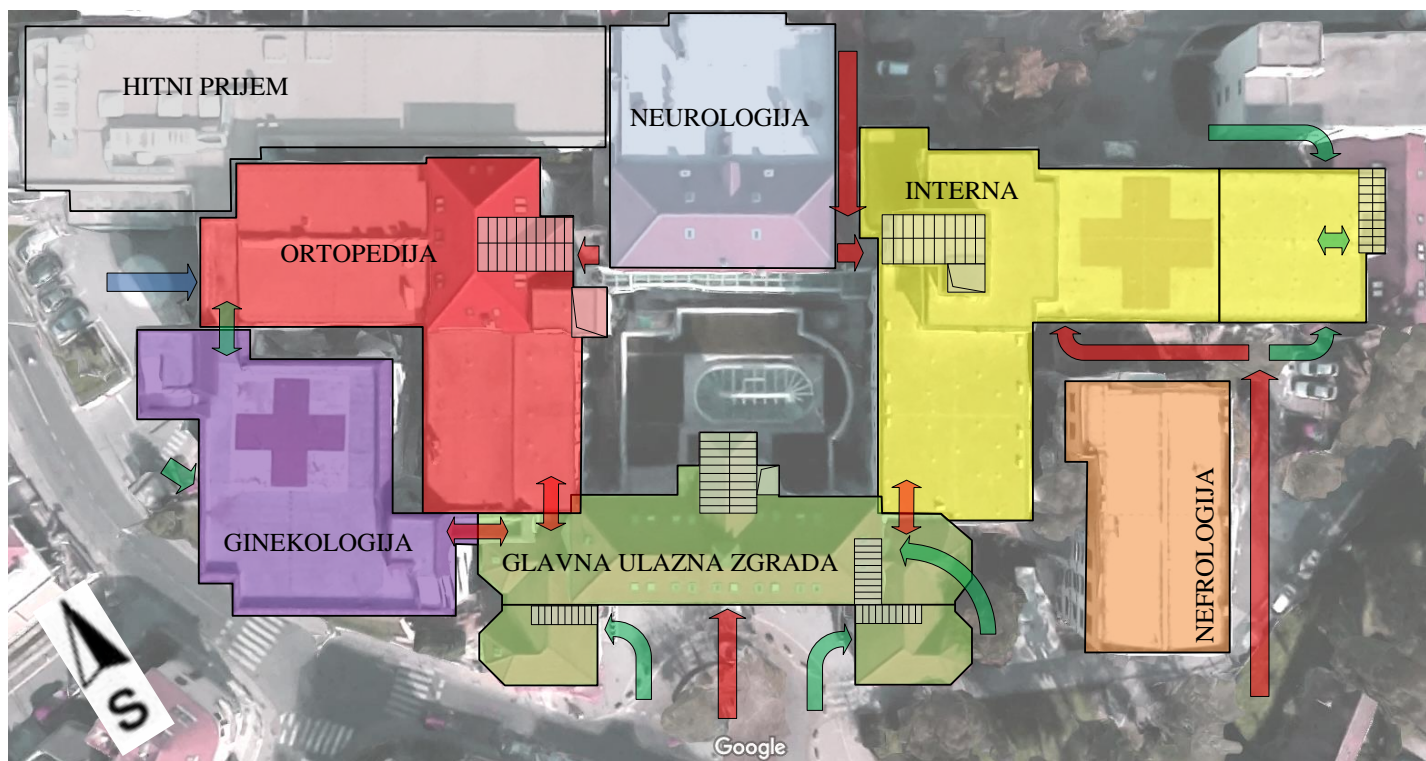


Građevine kritične infrastrukture



STUDIJA ZA SANIRANJE POSLJEDICA POTRESA

Primjer primjene rezultata: zamišljeni scenarij intervencije u Bolnici Sveti Duh



➡ preporučeni ulaz ➡ ulaz pod opasnosti ➡ preporučeno mjesto ulaska u građevinu (nema službenog ulaza)



Građevine kritične infrastrukture

- Primjeri detaljnih procjena otpornosti na seizmička djelovanja građevine kritične infrastrukture

OPĆA BOLNICA DUBROVNIK



OSNOVNA ŠKOLA PUČIŠĆA



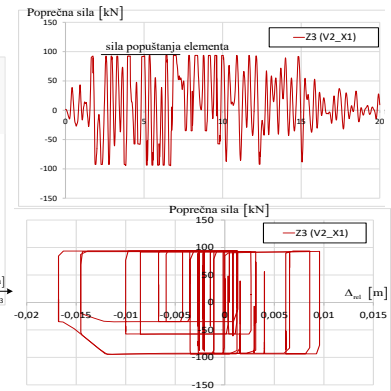
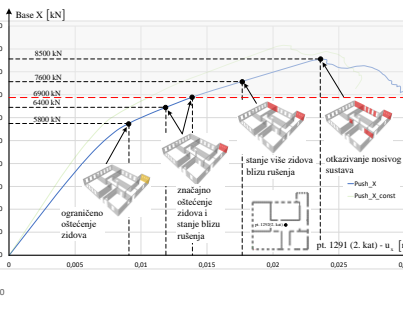
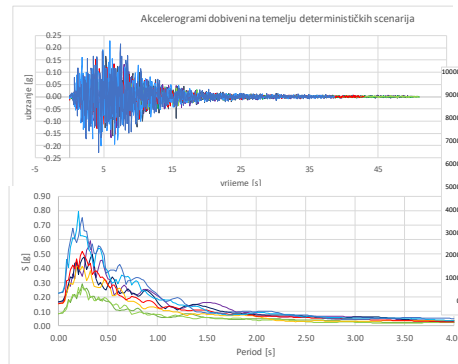
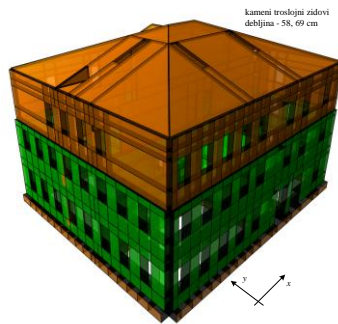
- prikupljanje postojeće dokumentacije i detaljni vizualni pregled
- seizmološka istraživanja i mjerenja na lokaciji
- mjerenja dinamičkih parametara građevine
- detaljna analiza ponašanja građevine na temelju numeričkih modela

Građevine kritične infrastrukture

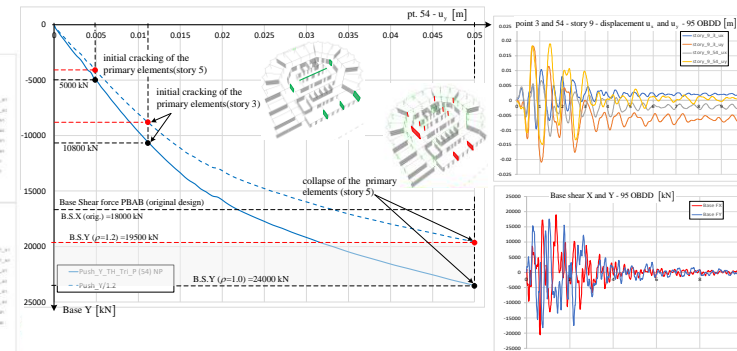
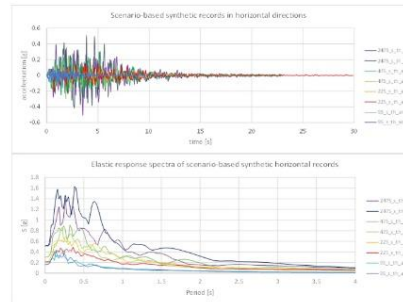
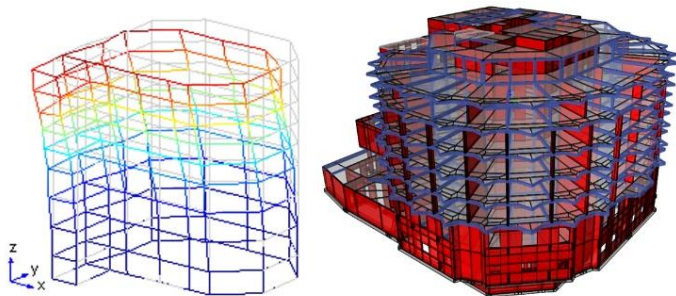
Primjeri detaljnih procjena otpornosti na seizmička djelovanja građevine kritične infrastrukture



OSNOVNA ŠKOLA PUČIŠĆA



OPĆA BOLNICA DUBROVNIK



Građevine kritične infrastrukture

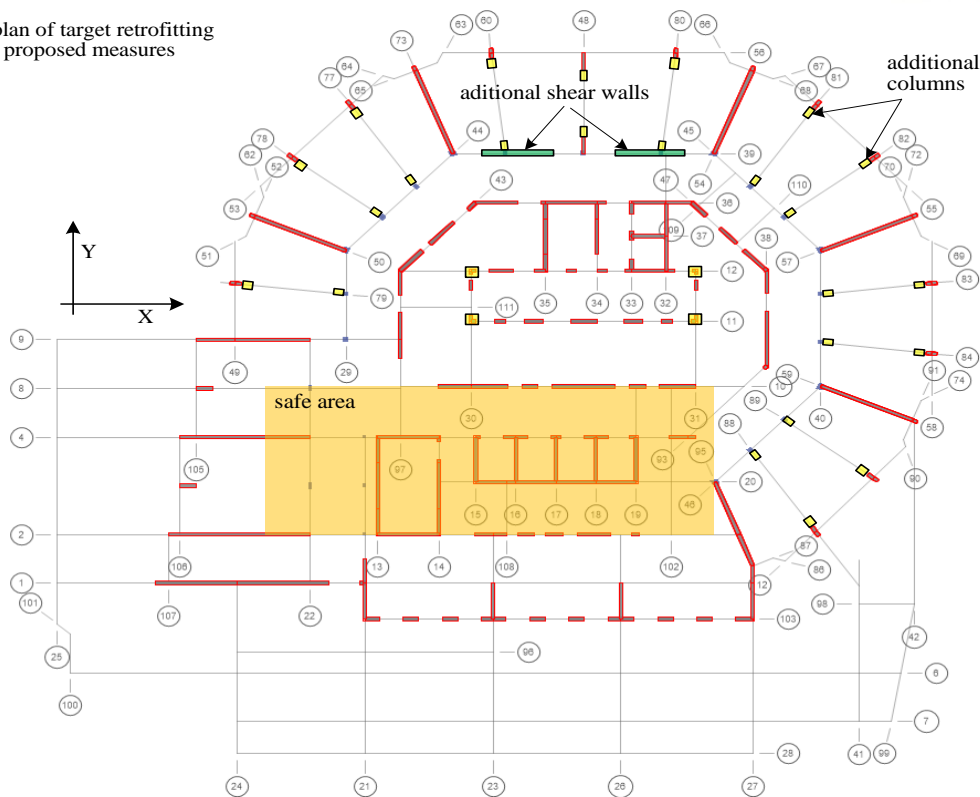
Primjeri detaljnih procjena otpornosti na seizmička djelovanja građevine kritične infrastrukture



OPĆA BOLNICA DUBROVNIK

- prijedlog ojačanja
- sigurne zone

plan of target retrofitting
- proposed measures



Građevine kritične infrastrukture

Primjeri detaljnih procjena otpornosti na seizmička djelovanja građevine kritične infrastrukture

❑ OPĆA BOLNICA DUBROVNIK

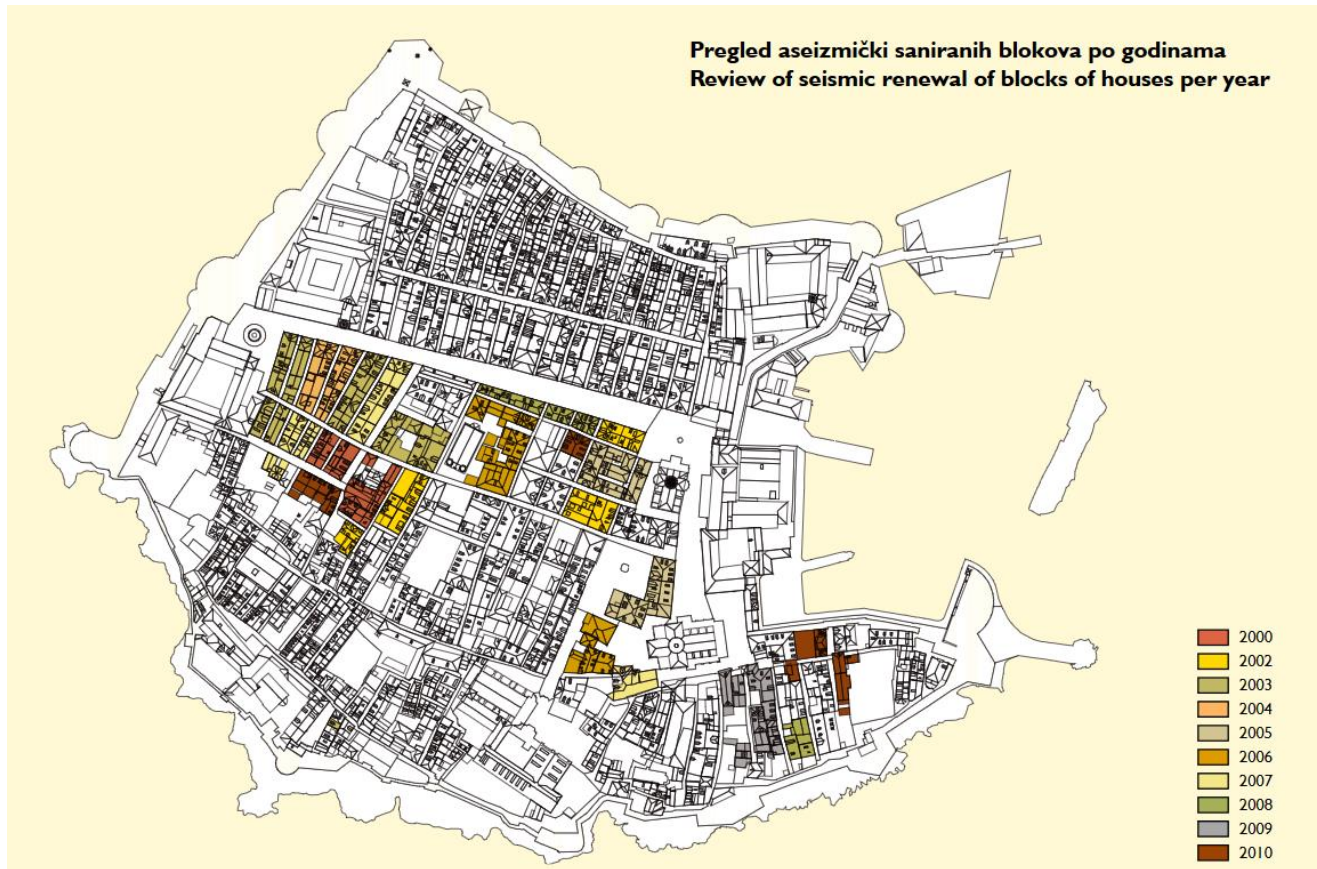
❑ OSNOVNA ŠKOLA PUČIŠĆA



- procjena mogućih oštećenja građevine za potresno djelovanje različitih povratnih perioda
- identifikacija kritičnih konstrukcijskih elemenata i mehanizma otkazivanja konstrukcije
- predložene mjere ojačanja konstrukcije
- identificirana “sigurna mjesta” u građevini i evakuacijski putovi
- nakon potresa rezultati mogu pomoći:
 - kod procjena oštećenja i preostale nosivosti zgrade,
 - za pomoć interventnim timovima prilikom spašavanja žrtvi ili raščišćavanja urušenih dijelova,
 - kod provjera oštećenja nakon potresa manjih intenziteta (kritična mjesta) i slično.

Građevine kritične infrastrukture

- primjer dobre prakse: **Zavod za obnovu Dubrovnika**
 - multidisciplinarnan pristup i suradnja različitih struka



izvor: <https://zod.hr>

Zaključak

POTRES JE NEPRIHVATLJIV RIZIK ZA RH

NEKE OD MJERA UBLAŽAVANJA SEIZMIČKOG RIZIKA

- ❑ **dobra baza podataka:** nužna za pouzdanije procjene rizika koje su temelj strategija ublažavanja rizika
 - DZS: novi popis stanovništva, kućanstava i stanova 2021. (nema sredstava za dodatne podatke o građevinama?)
 - legalizacija, novi projekti – podaci?
 - povezivanje podataka koji postoje, ali su u “skrbništvu” različitih institucija
- ❑ **sanacije, rekonstrukcije**
 - primjer, mostovi (sanacije samo “kozmetičke prirode”, seizmička ojačanja?)
- ❑ **nema sredstava za procjenu otpornosti i seizmička ojačanja kritične infrastrukture?**
 - primjer, energetska obnova – seizmička ojačanja? (nova direktiva)

**svijest zajednice o riziku od
potresa je mala**

**moramo li zaista čekati razoran
potres da se to promijeni?**

ZAHVALJUJEMO NA PAŽNJI!

JOSIP ATALIĆ, MARIO UROŠ, MARTA ŠAVOR NOVAK



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET

UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING