



РЕПУБЛИКА СРБИЈА

РЕПУБЛИЧКИ СЕИЗМОЛОШКИ ЗАВОД

11000 Београд, Ташмајдански парк б.б., ПФ 16

тел./факс: 3227-013, 3030-696, 3035-740,  
3034-227, 3035-718, 3034-225

E-mail: [seismo@seismo.gov.rs](mailto:seismo@seismo.gov.rs); <http://www.seismo.gov.rs>

# Процена угрожености од земљотреса

## Случај критичне инфраструктуре

Мр Славица Радовановић

# Сеизмича опасност – хазард директни ефекти

- *Трешење тла*
- *Ликвефакција*
- *Латерално ширење*
- *Одрони и клизишта*
- *Слегање тла*
- *Губитак носивости тла*

# Сеизмички хазард

- Сеизмички хазард је
  - функција јачине и фреквенције догађања земљотреса, удаљености од извора сеизмичке енергије и локалних геолошких услова терена.
- Карта сеизмичког хазарда је сумарни графички приказ просторне дистрибуције очекиване сеизмичке трешње.

Детаљност карте примарно зависи од детаљности карте локалног тла ( карте сеизмичког зонирања –подлоге планова, карте сеизмичког микрозонирања-подлоге за прорачун конструкција).



# Браничевски округ

## Карта хазарда



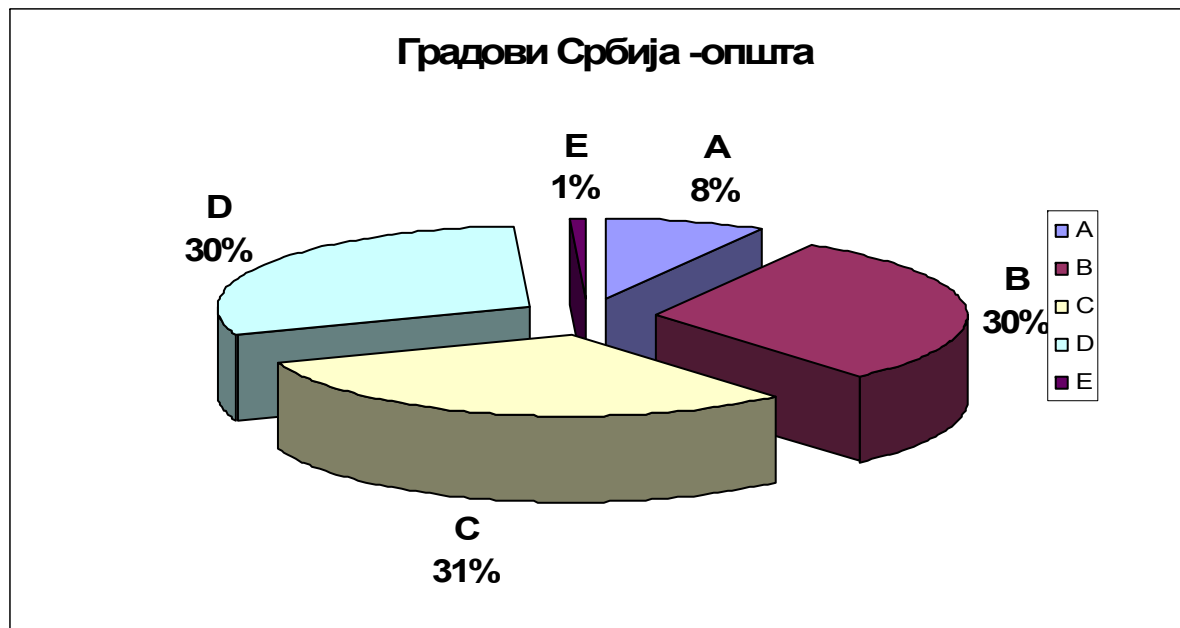
# Сеизмичка повредљивост (рањивост)

- Степен до ког је вероватно да посебна структура или систем не претрпи оштећења када је изложен одређеним сеизмичких ефекатима.
- Сеизмички рањивост је својствена карактеристика објекта или система и зависи од примењених мера противтрусне градње приликом прорачуна њихове конструкције

# Рањивост објектата

	Тип објекта	Класа повредљивости					
		A	B	C	D	E	F
Зидане конструкције	Ломљени камен M1	0					
	Непечена опека (ћерпић) M2	0	xxx				
	Обичан камен M3	I----	0				
	Масиван камен M4		xxx	0	xxx		
	Неармирана опека/бетонски блокови M5	I----	0	----I			
	Неармирани зидови са армираном међуспратном конструкцијом M6		xxx	0	xxx		
	Армирана или везана зидана конструкција M7			I----	0	xxx	
Армирано бетонске	рамови без асеизмичке градње RC1	I----	-----	0	xxx		
	рамови уз умерен степен асеизмичке градње		I----	-----	0	xxx	
	рамови уз висок степен асеизмичке градње			I----	-----	0	xxx
	зидови без асеизмичке градње RC2		I----	0	xxx		
	зидови уз умерен степен асеизмичке градње			I----	0	xxx	
	зидови уз висок степен асеизмичке градње				I----	0	xxx
	челични објекти S			I----	-----	0	xxx
	објекти од дрвене грађе W		I----	-----	0	xxx	
0	Највероватнија класа повредљивости						
xxxx	Вероватни распон						
----I	Распон мање вероватних, изузетних случајева						

# Заступљеност типова објеката





# Макросеизмичка скала

## IX степен - РАЗОРАН ЗЕМЉОТРЕС

- а) Општа паника. Може доћи до силовитог обарања људи на тло.
- б) Многи споменици и стубови се руше или долази до њихове торзије.  
Примећује се таласање меког тла.
- ц) **5. степен - много зграда класе А**
  - 4. степен оштећења на много, 5. степен оштећења на мало зграда класе В
  - 3. степен оштећења на много, 4. степен оштећења на мало зграда класе С
  - 2. степен оштећења на много, 3. степен оштећења на мало зграда класе D
  - 2. степен оштећења на мало зграда класе E

## VIII степен - ШТЕТАН ЗЕМЉОТРЕС

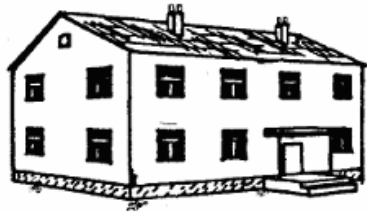
- а) Великом броју људи је тешко да се одржи на ногама, чак и ван зграда.
- б) Може доћи до претурања намјештаја. Предмети као што су телевизори, писаће машине, итд. падају на под. Понекад може доћи до померања с места, торзије или превртања камених надгробних споменика. Таласање врло меког терена је могуће примјетити.
- ц) **4. степен оштећења на много, 5. степен оштећења на мало зграда класе А**
  - 3. степен оштећења на много, В; 4. степен оштећења на мало зграда класе В
  - 2. степен оштећења на много, 3. степен оштећења на мало зграда класе С
  - 2. степен оштећења на мало зграда класе D

## VII степен - СИЛАН ЗЕМЉОТРЕС

- а) Већина становништва је уплашена и покушава да бјежи из кућа. Многи тешко задржавају равнотежу у стојећем положају, нарочито на вишим спратовима.
- б) Намештај се помјера а она врста код којег је горњи дио тежи од доњег може да се преврне. Многи предмети падају са полица. Вода се прелива и плъуска из посуда, резервоара и бара.
- ц) **3. степен оштећења на много, 4. степен оштећења на мало зграда класе А**
  - 2. степен оштећења на много, 3. степен оштећења на мало зграда класе В
  - 2. степен оштећења на мало зграда класе С
  - 1. степен оштећења на мало зграда класе D

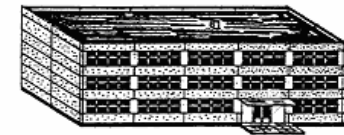
# Степен оштећења

- Зидане зграде

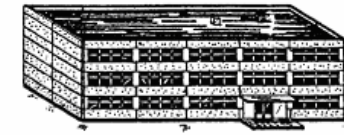


- Зграде од армираног бетона

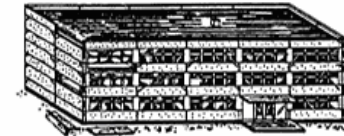
**Степен 1.(DG1) занемарљива оштећења:** без оштећења носеће, лако оштећење неносеће конструкције.



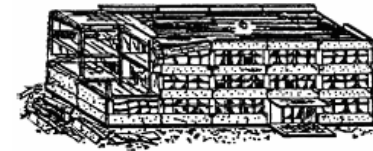
**Степен 2.(DG2) умерена оштећења:** лако оштећење носеће, умерено оштећење неносеће конструкције.



**Степен 3.(DG3) знатно до јако оштећења:** умерено оштећење носеће, јако оштећење неносеће конструкције.



**Степен 4. (DG4) врло јако оштећења:** јако оштећење носеће, врло јако оштећење неносеће конструкције.



**Степен 5.(DG5) разарање:** врло јако оштећење носеће конструкције. «потпуно или скоро потпуно рушење»



# Сеизмички ризик

- Сеизмички ризик је комбинација утицаја сеизмичког хазарда и рањивости структура и система на неком простору и последица њиховог оштећења

$$\text{Ризик} = \text{Хазард} \times \text{Повредљивост}$$

- Процена сеизмичке опасности-хазарда
  - Ниво сеизмичке активности
  - Утицај локалног тла
- Процена сеизмичке рањивости-повредљивости
  - Постојање и примена правила противтрусне градње
  - Квалитет градње
  - Густина становника
  - Време догађања земљотреса

# Матрица вероватноћа оштећења за објекте од непечене опеке

Класа повређивости А		Тип објекта М2		Непечена опека-керпич Ломљени камен				
Степен оштећења	Поправка оштећења од вредности објекта (%)	ЕМС Интензитет земљотреса						
		V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
0	0	67	40	14	2	0	0	0
1	5	28	40	34	13	2	0	0
2	25	5	16	32	29	10	2	0
3	39	0	4	15	33	28	12	3
4	91	0	0	5	19	38	38	24
5	100	0	0	0	4	22	48	73

# Матрица вероватноћа оштећења за објекте од неармиране опеке

Класа повређивости В		Тип објекта М5			Неармирана опека/бетонски блокови			
Степен оштећења	Поправка оштећења од вредности објекта (%)	EMS Интензитет земљотреса						
		V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
0	0	81	60	33	10	2	0	0
1	5	17	32	41	29	9	1	0
2	25	2	7	20	34	24	7	1
3	39	0	1	5	20	34	24	9
4	91	0	0	1	6	24	41	35
5	100	0	0	0	1	7	27	55

# Матрица вероватноћа оштећења за савремено зидане објекте

Класа повређивости С		Тип објекта RC1			Рамови без асензмичке градње			
Степен оштећења	Поправка оштећења од вредности објекта (%)	EMS Интензитет земљотреса						
		V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
0	0	91	80	61	33	10	2	0
1	5	8	18	31	41	29	9	1
2	25	1	2	7	20	34	24	7
3	39	0	0	1	5	20	34	25
4	91	0	0	0	1	6	24	40
5	100	0	0	0	0	1	7	27

# Сеизмичка отпорност

- Својство структура, система и друштва да се опорави од штетног земљотреса

## Чиниоци

- ниска повредљивости објеката
- брзина повратка у функцију после земљотреса

# Смањење сеизмичког ризика

## Повећање сеизмичке отпорности

- Повећање сеизмичке отпорности објеката
- Развој аутоматских система за брзо информисање о догођеном земљотресу
- Постојање процена ризика и на њима заснованих планова одбране од земљотреса
- Аутоматизација генерисања подлога за доношење одлука у ванредним ситуацијама
- Правовремено и ефикасно спасавање
- Брзи преглед и утврђивање степена оштећења објеката
- Санација



# Случај критичне инфраструктуре

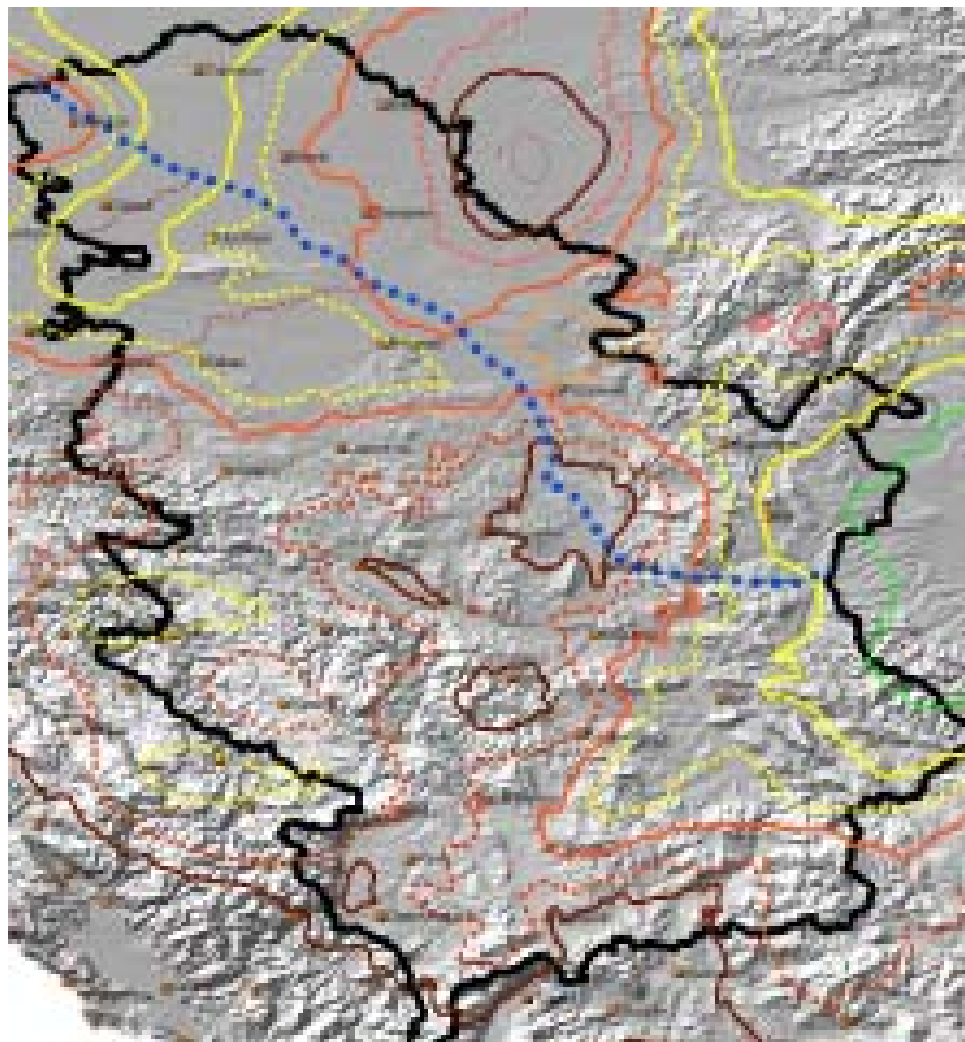
# Инфраструктура

- Градска инфраструктура (*електор-енергетски систем, водовод, канализација, ....*)
- Образовна инфраструктура (*школске зграде*)
- Здравствена инфраструктура (*болнице, амбуланте*)
- Производна/економска инфраструктура (*путеви, железница, нафтоводи, гасоводи, складишта, мостови,...*)
- Комуникациона инфраструктура (*предајници, репетитори командни центри*)

# Провера повредљивости- рањивости

- Време изградње
- Коришћене геолошке подлоге за процену квалитета тла
- Коришћени пројектни параметри за прорачун конструкције – карте хазарда, зонирање, микрозонирање

# Гасна инфраструктура



# Путна инфраструктура



