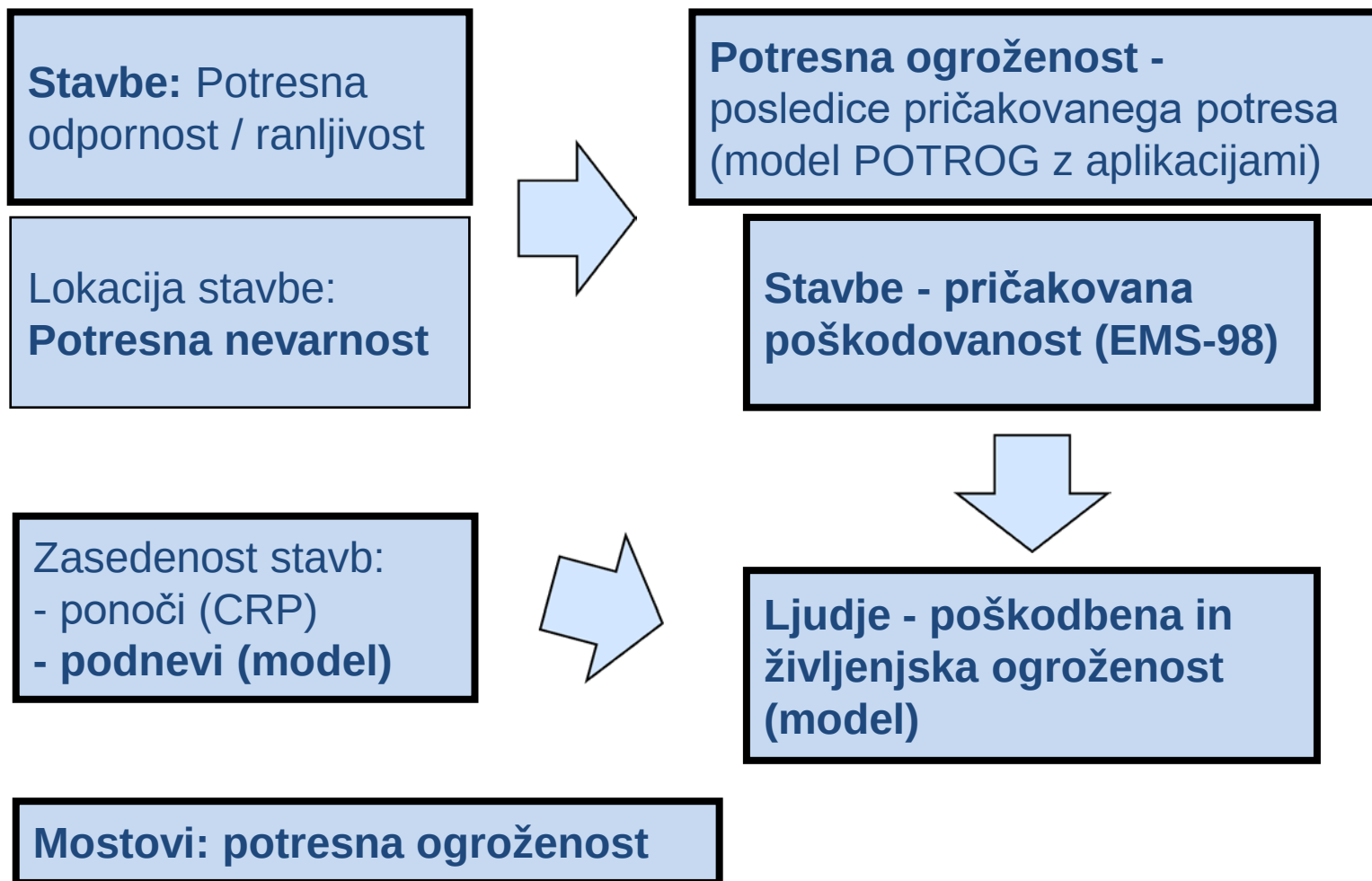


Razširitev strokovnih podlag in orodij za oceno potresne ogroženosti v Sloveniji

mag. Marjana Lutman, dr. Maja Kreslin (Zavod za gradbeništvo Slovenije)
dr. Primož Banovec, Matej Cerk (Inštitut za vodarstvo)

Strokovne podlage in orodja za pripravljenost na potres



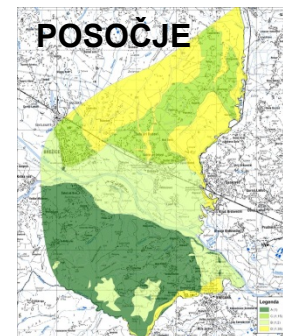
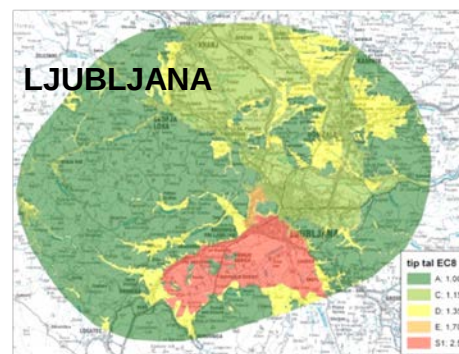
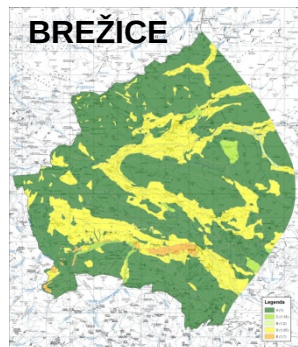
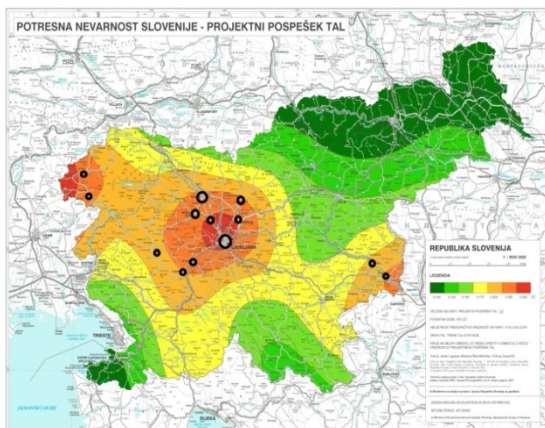
Ocene potresne ogroženosti stavb

1. Individualna ocena (stavbe državnega in lokalnega pomena) :
tehnična dokumentacija, vizualni pregled, računske metode
2. Modelna ocena (stavbe lokalnega pomena) :
vizualni pregled, model POTROG

Potresna nevarnost

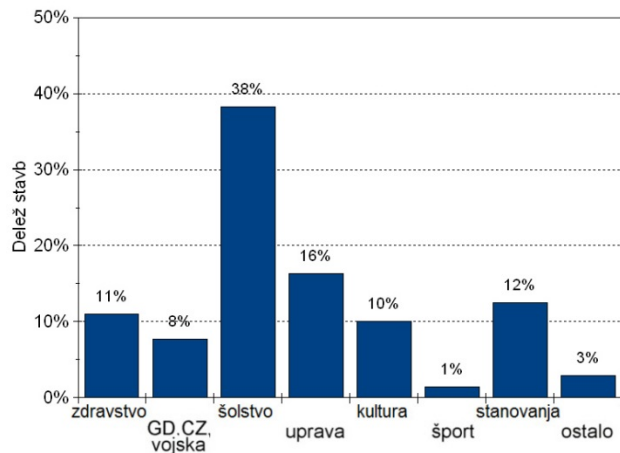
Lokacija stavb: območja z višjo potresno nevarnostjo ($a_g \geq 22.5\% g$)

Karte mikrorajonizacije

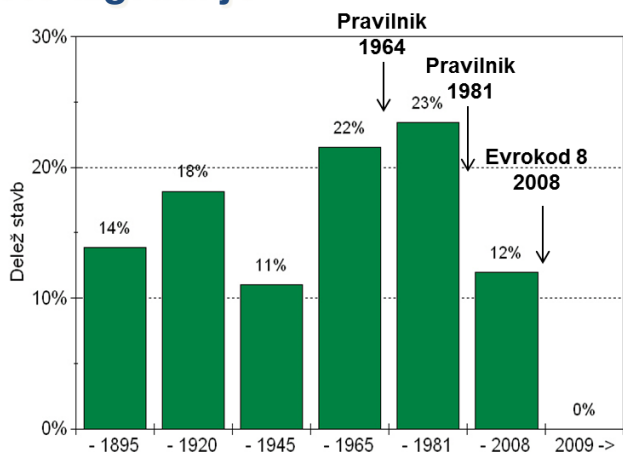


Individualno ocenjene stavbe

Namembnost



Leto izgradnje



ZD Logatec: 1971, opeka



OŠ Ivana Cankarja: 1960, beton



Parlament RS: 1959, beton



Baragovo semenišče: 1941, opeka



Stolpnica Krško: 1978, beton



Vodni stolp Kranj: 1911, opeka

Individualno ocenjene stavbe

Stavba

Potresna odpornost:

razmerje med največjo vodoravno silo, ki jo stavba prenese, in njeno težo

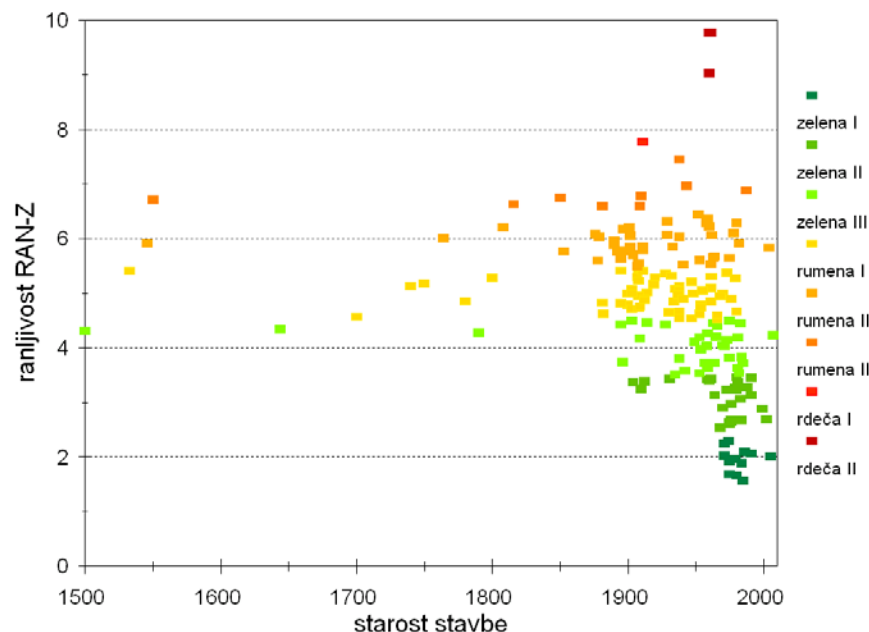
Potresna ranljivost:

številčna vrednost, obratno sorazmerna potresni odpornosti

do 3.5 manjša ranljivost (zelena)

3.5- 6.5 srednja ranljivost (rumena)

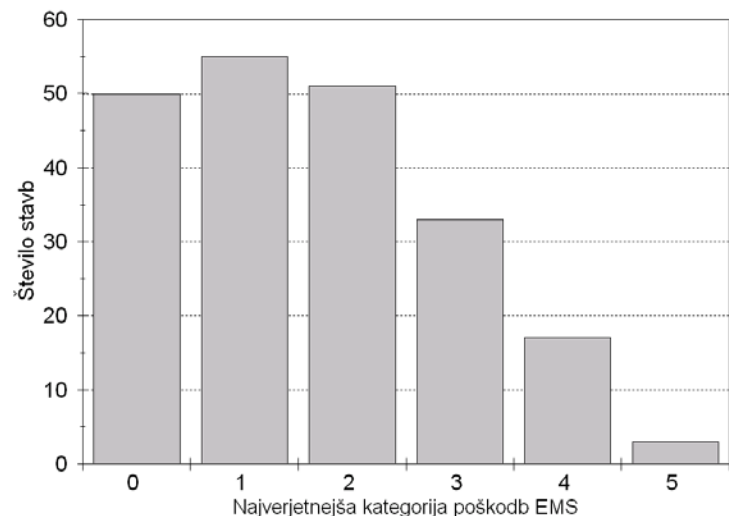
nad 6.5 večja ranljivost (rdeča)



Stavba + lokacija

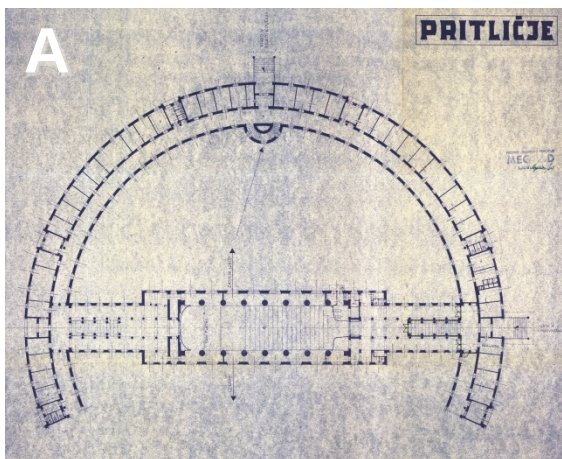
Potresna ogroženost oz.

poškodovanost po Evropski potresni lestvici



0: ni poškodb	1: zanemarljiva do majhna	2: zmerna	3: znatna do velika	4: zelo velika	5: uničenje
UPORABNE	ZAČASNO NEUPORABNE		NEUPORABNE		

Individualno ocenjene stavbe



		Leto zgraditve	Etažnost	Masa etaže (t / m ²)	Zidovi / stene (% tlorisa)		RAN-Z	Verjetnost za poškodovanost kategorije					
								0	1	2	3	4	5
Opečni zidovi	A	1941	K+P+3	1.3	X: 5%	Y: 6%	4.9	22	37	28	12	0	0
	B	1911	K+P+3+M	1.9	X: 11%	Y: 4%	7.8	0	12	32	36	20	5
Armirano- betonske stene	C3	1978	P+9	0.9	X: 1%	Y: 4%	6.1	5	30	33	24	7	0
	C1	1964	K+P+17	1.2	X: 2%	Y: 4%	5.7	10	33	32	20	5	0
	C2	1976	K+P+11	1.1	X: 2%	Y: 3%	4.9	23	37	28	12	0	0

0: ni poškodb	1: zanemarljiva do majhna	2: zmerna	3: znatna do velika	4: zelo velika	5: uničenje
UPORABNE	UPORABNE	UPORABNE	ZAČASNO NEUPORABNE	NEUPORABNE	NEUPORABNE

Model dnevne zasedenosti stavb

Ponoči

- ljudje na lokaciji prijavljenega naslova (Centralni register prebivalstva)

Podnevi

- v stavbah: 75% ljudi, izven stavb: 25% ljudi
- **stanovanjske stavbe:**

	delovni dan	sobota / nedelja
upokojenci (nad 65 let)	50%	50%
aktivna populacija (med 18 in 65 let)	10%	
mladoletni (pod 18 let)	5%	

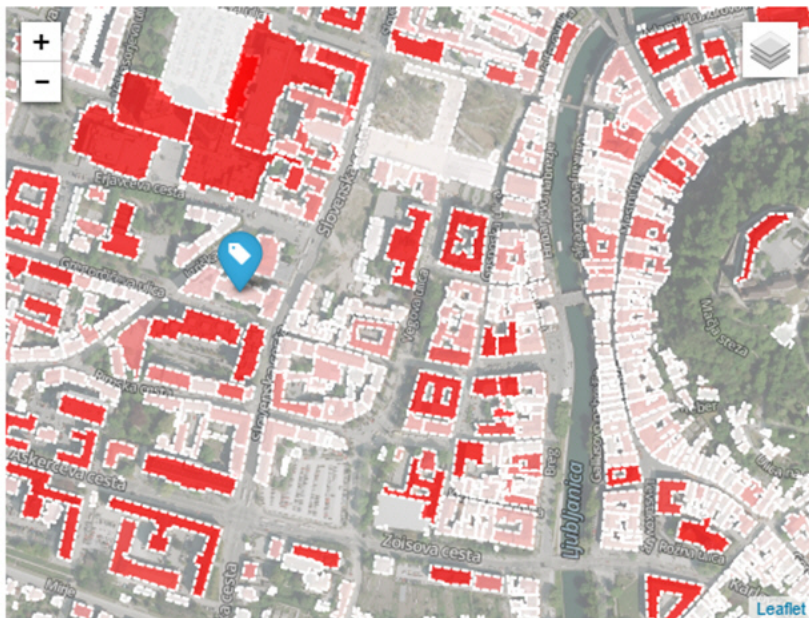
- **nestanovanjske stavbe:**
 - podatki anketiranja (poročane stavbe)
 - ocena (gostota za posamezno namembnost, površina stavbe)
 - sobota / nedelja: vrtci, šole, fakultete, poslovne stavbe niso zasedene
- **dnevne migracije med občinami:** delovni dan - **DA** (Statistični urad RS)
sobota / nedelja - **NE**

Poleti

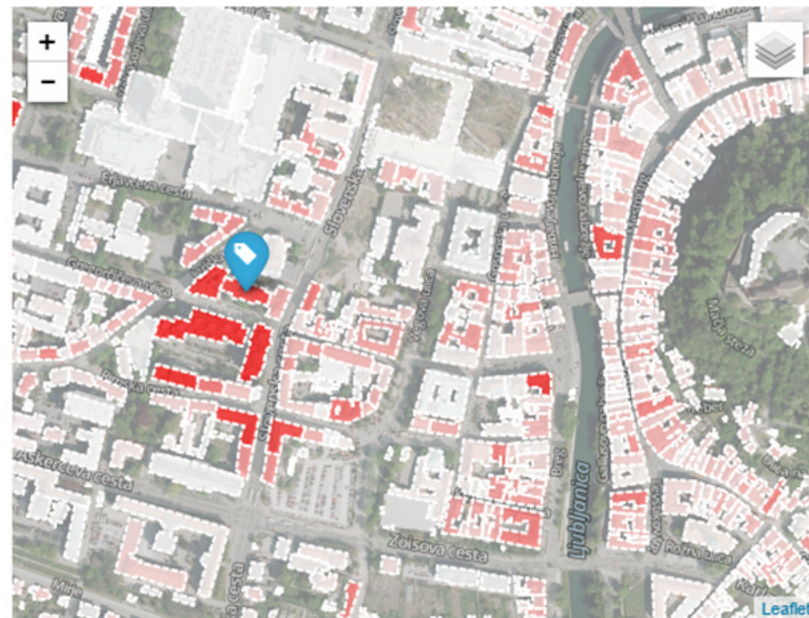
- število ljudi v stavbah je za 20% manjše

Model dnevne zasedenosti stavb

☀ Dnevna zasedenost stavb



🌙 Nočna zasedenost stavb



Ocena posledic potresa - modeli

Model POTROG

- ocena poškodovanosti in uporabnosti vseh stavb iz REN (kategorije po EMS)
- ocena ogroženosti ljudi (CRP, model dnevne zasedenosti)

Model zasutosti (MOZ)

- ocena števila zasutih ljudi (L'Aquila 2009 – Zuccaro in Cacace, 2011)

Deleži ogroženih ljudi	Kategorija poškodovanosti		Ranljivostni razred stavbe
	4	5	
življenjsko ogroženi	0.04	0.15	A, B, C (zidane)
	0.08	0.30	C in D (armiranobetonske)
poškodbeno ogroženi	0.14	0.70	A, B, C (zidane)
	0.12	0.50	C in D (armiranobetonske)

Model ruševinskega kupa (MRK)

- ocena količin ruševin in števila odvozov na deponijo (FEMA, 2007)

Ocena posledic potresa - aplikacija

<http://potrog.vokas.si/>

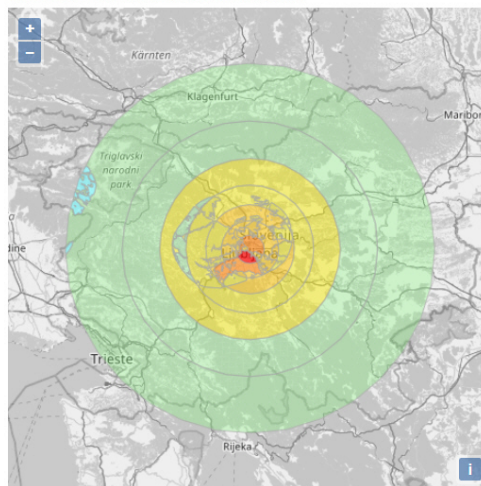
Primer:
Epicenter: Ljubljana
Intenziteta: EMS VIII

Potresni scenarij: 19.12.2016 ob 14:27 Ljubljana, intenziteta VIII

Ocena posledic drugega potresa

Ocenjeno padanje intenzitete izbranega potresa.

Območja, v katerih so možne poškodbe stavb.



Legenda intenzitete (EMS):

Tresenje	brez	šibko	zmerno	močno	močnejše	zelo močno	nasilno	ekstremno
Poškodbe	brez	brez	manjše	manjše	zmerno	močne	rušine	rušine
Intenziteta	I	II-IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Pri izračunu intenzitete potresa je upoštevan vpliv temeljnih tal (mikrorajonizacija potresne intenzitete).

Legenda poškodovanosti stavb

Kategorija poškodovanosti stavb po EMS-98	Uporabnost stavb
0 ni poškodb	uporabne
1 zanemarljiva do lažja	
2 zmerna	začasno neuporabne
3 zmerna do huda	
4 zelo huda	neuporabne
5 porušitev	

Rezultati analize posledic potresa (vključene so le stavbe Republike Slovenije)

Ocena ogroženih stavb in ljudi.

Tabela Karta rdeče Karta rumeno Karta odzivov prebivalcev

Celotna Slovenija

Uporabnost stavb	Ocenjeno število stavb	Ocenjeno število ljudi		
		Nočni scenarij	Dnevni scenarij med tednom *	Dnevni scenarij vikend *
Neuporabne	602 (0%)	12931 (1%)	11565 (2%)	8818 (1%)
Začasno neuporabne	13231 (4%)	97175 (14%)	88713 (15%)	65899 (13%)
Uporabne	240881 (81%)	449162 (66%)	358152 (63%)	307428 (61%)
Neocenjene	40779 (13%)	113561 (16%)	101997 (18%)	118795 (23%)
Skupaj	295493 (100%)	672829 (100%)	560427 (100%)	500940 (100%)

Ostale analize za območje celotne Slovenije

* Prikazani so le ljudje, ki se nahajajo v stavbah.

Po izpostavah URSZR (nočni scenarij)

Izpostava ↑	Stavbe po uporabnosti				Ljudje v stavbah po uporabnosti				
	Neup	Zač neup	Upor	N/A	Neup	Zač neup	Upor	N/A	
CELJE *	0	1	2032	335	0	0	1978	358	Ostalo
KRANJ *	0	392	51990	5241	0	8037	108564	12162	Ostalo
LJUBLJANA *	602	12821	168525	32653	12931	89101	316365	96846	Ostalo
NOVA GORICA *	0	0	2000	350	0	0	2564	729	Ostalo
NOVO MESTO *	0	0	2552	375	0	0	2349	311	Ostalo
POSTOJNA *	0	12	9476	1246	0	37	11389	2155	Ostalo
TRBOVLJE *	0	5	4306	579	0	0	5953	1000	Ostalo

Po občinah (nočni scenarij)

Zanesljivost ocene pri občinah označene z * je bistveno manjša od ostalih.

Občina ↑	Stavbe po uporabnosti				Ljudje v stavbah po uporabnosti				
	Neup	Zač neup	Upor	N/A	Neup	Zač neup	Upor	N/A	
AJDOVŠČINA *	0	0	6	0	0	0	3	0	Ostalo
BLOKE *	0	1	1781	245	0	0	1253	200	Ostalo
BOHINJ *	0	0	1	1	0	0	0	0	Ostalo

Potresna ogroženost mostov

Odpornost mostov na potresne vplive

- osnovna, zagotovljena ob zgraditvi



Kobe, 1995; Magnituda 7.2



Quebec, 2010; Magnituda 5

- zmanjšana zaradi poškodovanosti (prekomerna prometna obtežba, vplivi okolja, izredni vplivi in pomanjkljivo vzdrževanje)



Potresna ogroženost mostov

Neposredna ogroženost – v času potresa:

- zaradi potresa
- zaradi verižne nesreče

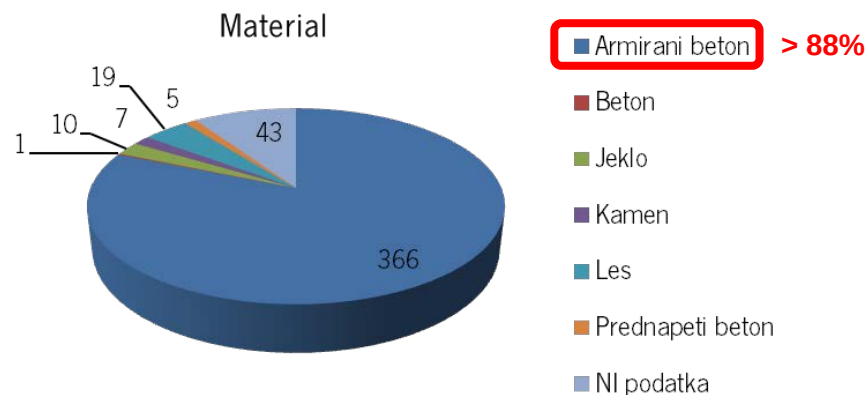
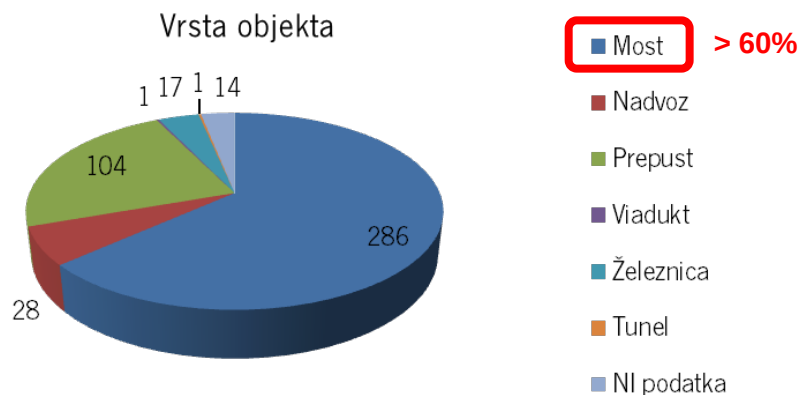
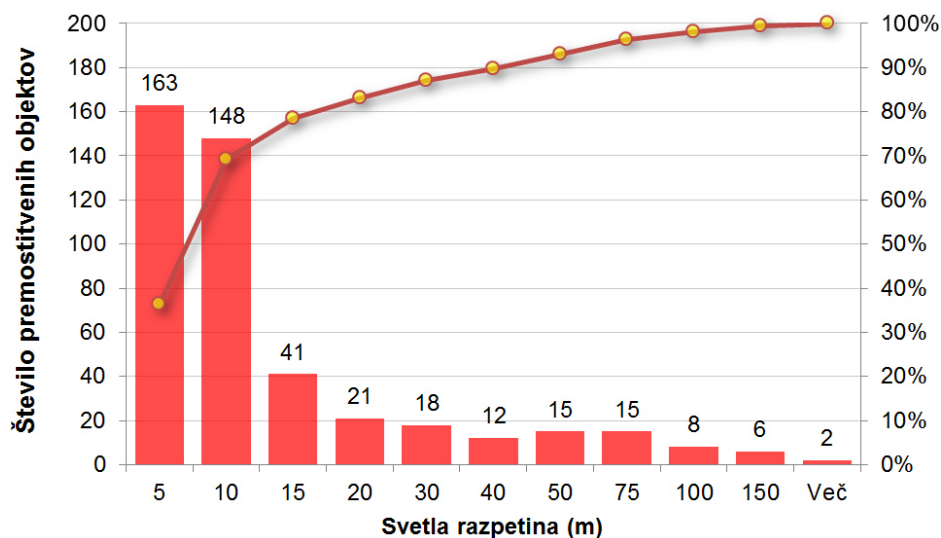


Posredna ogroženost – za čas po potresu (prekinitev prometne infrastrukture)

→ **Poznavanje stanja in odpornosti mostov je ključnega pomena**

Potresna ogroženost mostov - podatki

	Baza	Osnovni podatki	Letnica	Stanje	Dokumentacija
Brežice	da	da	delno	ne	delno
Kamnik	da	da	delno	da	delno
Kobarid	da	ne	delno	ne	delno
Krško	da	da	ne	ne	ne
Ljubljana	da	da	ne	da	ne
Medvode	da	da	delno	ne	delno
Škofja Loka	da	da	delno	ne	delno
Vrhnika	da	da	ne	delno	delno



Potresna ogroženost mostov - predlog

Metodologija za razvrščanje premostitvenih objektov

▪ Možni parametri:

- tip konstrukcije
- splošno stanje poškodovanosti
- starost
- način projektiranja
- pomembnost objekta
- gostota prometa
- potresna nevarnost
- geološke razmere

▪ Postopek

- izbira in umerjanje parametrov
- uporaba parametrov za razvrščanje premostitvenih objektov
- razvrstitev na varne in potencialno kritične objekte in nadaljnja podrobnejša analiza potresne ogroženosti kritičnih objektov

Hvala za vašo pozornost !