



ZAVOD ZA
GRADBENIŠTVO
SLOVENIJE

SLOVENIAN
NATIONAL BUILDING
AND CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE

Kako odporne so stavbe v Sloveniji na potres?

Marjana Lutman

mag. Marjana Lutman, u.d.i.g.
marjana.lutman@zag.si

GZS Zbornica za poslovanje z nepremičninami,
Zbornica za arhitekturo in prostor Slovenije
Ljubljana, 11. maj 2021

Kako odporne so stavbe v Sloveniji na potres?

- vsebina predstavitve

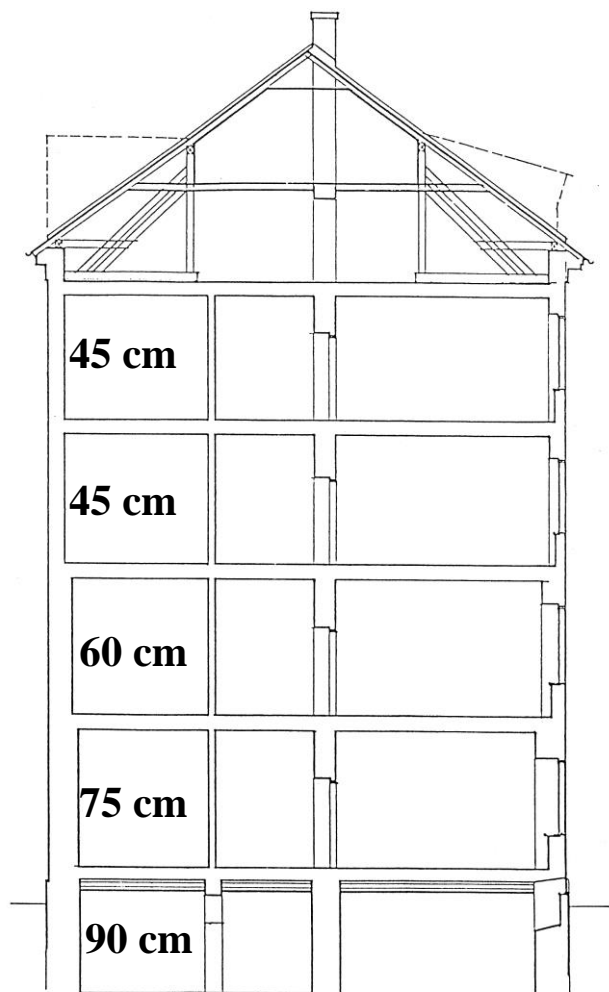
- **Nosilna konstrukcija stavbe**
- **Osnovne značilnosti potresno odpornih stavb**
- **Vpliv pomanjkljivosti stavb na potresne poškodbe**
- **Razvoj predpisov za potresno odporno gradnjo**
- **Model za ocenjevanje potresne ogroženosti POTROG**
- **Škodljivi posegi v nosilno konstrukcijo**
- **Protipotresno utrjevanje stavb**

Nosilna konstrukcija stavbe

- **Vloga nosilne konstrukcije** - mehanska odpornost in stabilnost:
 - Ustrezna nosilnost
 - Omejene deformacije
- **Sestavni deli nosilne konstrukcije**
 - Strešne in stropne konstrukcije
 - Navpična konstrukcija (zidovi, stene, stebri)
 - Temeljna konstrukcija
- **Odpornost za prevzem različnih obtežb**
 - Splošna obtežba (stalna, koristna, sneg, veter)
 - Potresna obtežba

Osnovne značilnosti potresno odpornih stavb

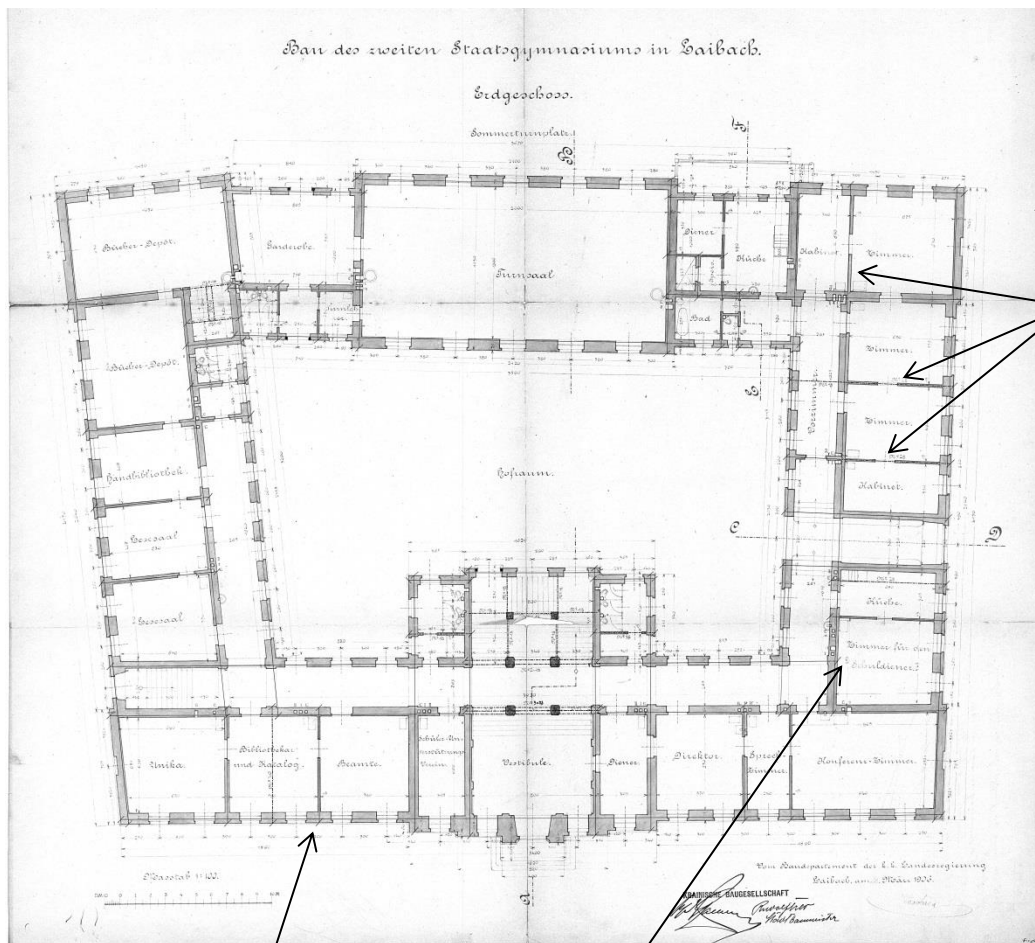
Pravila pri gradnji po Stavbinskem redu iz l. 1896



PRAVILNOST PO VIŠINI

- zidovi so tanjši vsako ali vsako drugo naslednjo etažo
- mase so zato manjše v zgornjih etažah, kjer so pospeški pri potresu večji
- skupne potresne sile so manjše in ugodno razporejene
- zidovi so v vseh etažah enakomerno obremenjeni

Pravila pri gradnji po Stavbinskem redu iz I. 1896



NOSILNI ZIDOVI - KOLIČINA IN RAZPOREDITEV V TLOORISU

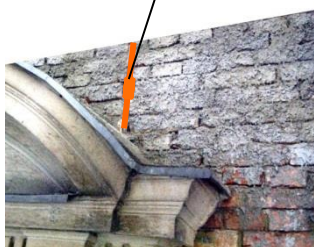
Nosilni zidovi v obeh tlorisnih smereh

Tanjši prečni zidovi - "vezni zidovi":

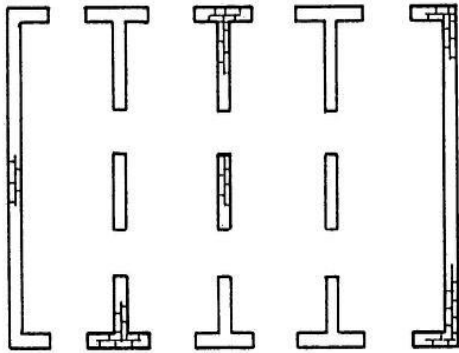
- povezujejo in razpirajo "glavne zidove", na katerih ležijo stropniki
- preprečujejo izbočitev "glavnih zidov"
- prevzemajo sorazmeren del potresne obtežbe

POVEZANOST KONSTRUKCIJE (vezi, sidra):

- zagotavlja celovitost konstrukcije
- preprečuje izpadanje zidov
- omogoča najboljši odziv na potres



Poškodbe zidanih stavb z nepravilno zasnovo



Skopje
1963
(M : 6.1,
D : 6 km,
 I_{max} : IX)

Foto: Arhiv ZAG

Poškodbe nepovezanih zidanih stavb

poškodbe mansardnih zidov
zaradi nepovezanosti
konstrukcije

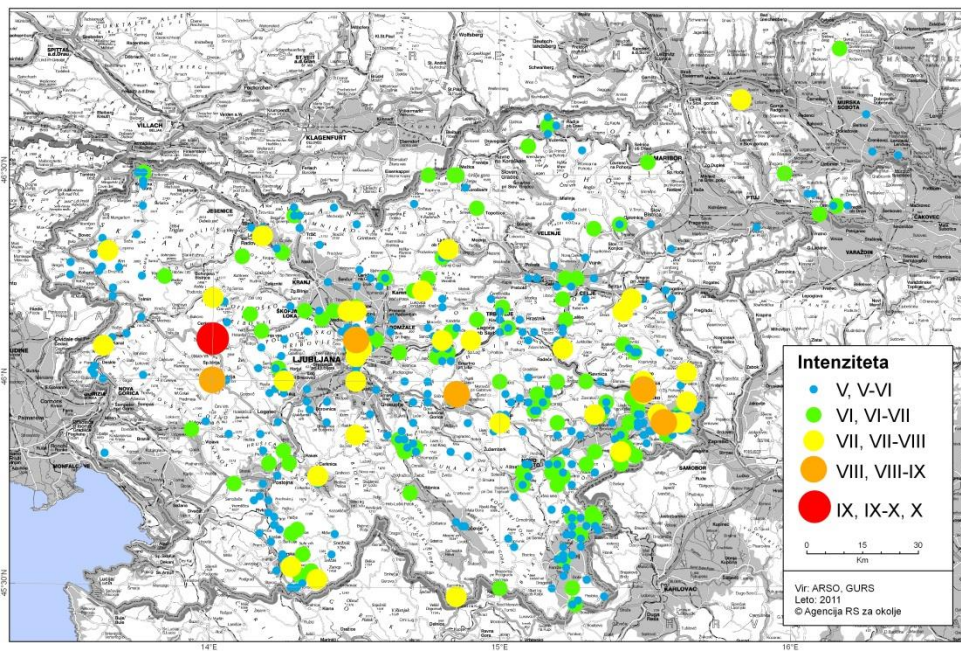


zdrs mansardnih zidov po stiku
z a.b. ploščo



Krn-Lepena 1998
(M : 5.7, D : 8 km, I_{\max} : VII-VIII)

Potresi in predpisi za potresno odporno gradnjo v Sloveniji



vir ARSO

Ljubljana / VIII-IX / 1895

1896 / Stavbinski red

Brežice / VIII / 1917

Ilirska Bistrica / VII / 1956

Litija / VII / 1963
Skopje / IX

1963 / Odredba
1964 / Pravilnik

Kozjansko / VII / 1974
Gemona (It) / VIII-IX, VIII / 1976

1981 / Pravilnik

Krn-Lepena / VII-VIII / 1998

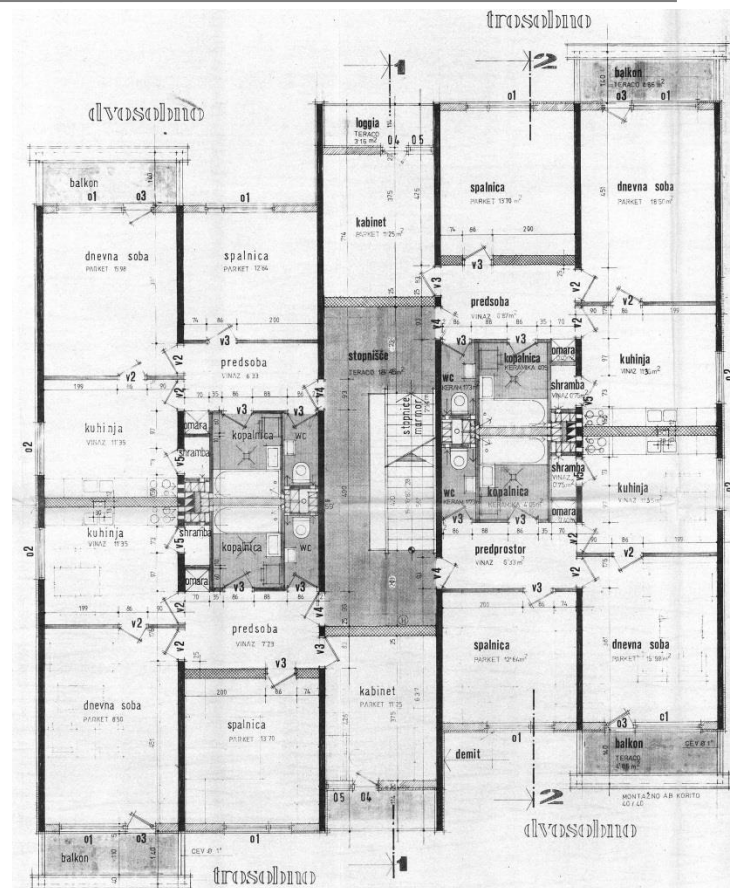
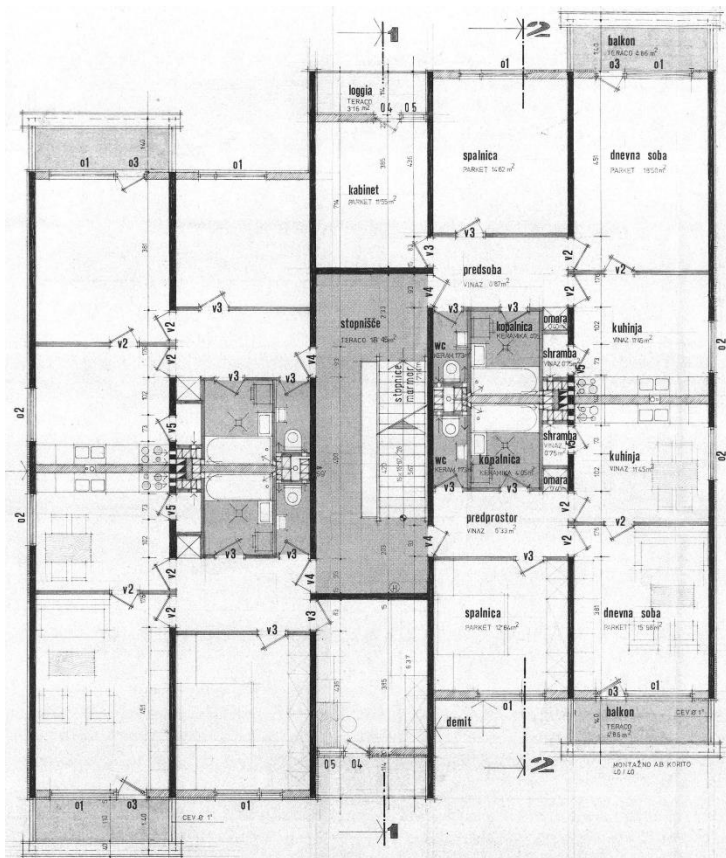
Krn-Lepena / VI-VII / 2004

2008 / Evrokod 8

Pravilnik iz l. 1981 - minimalne količine a.b. sten

Dve sosednji stavbi - nosilna konstrukcija iz a.b. sten po sistemu Outinord

	Projektirana pred l. 1981	Projektirana po l. 1981
Stene smer x (\perp na outinord)	0.25% tlorisa	1.5% tlorisa
Stene smer y (outinord)	3.8% tlorisa	4.0% tlorisa



Potresna ogroženost posameznih stavb

- vpliv pravil gradnje in predpisov v različnih obdobjih
- vpliv kasnejših posegov

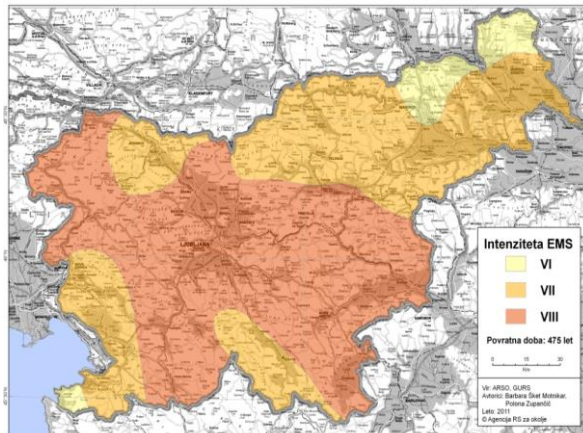
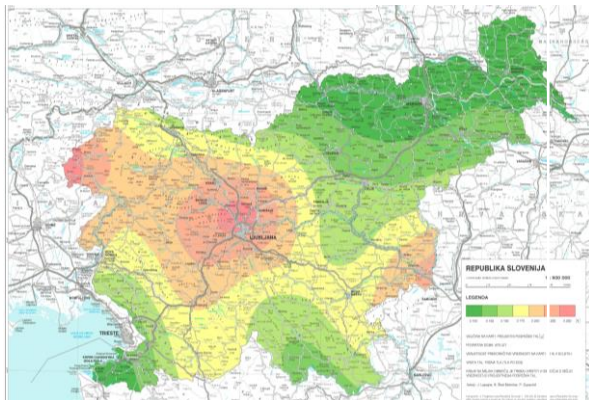
Potresna ogroženost zgrajenega okolja

- za načrtovanje odziva na potres (odprava posledic potresa)
- za načrtovanje preventivnih ukrepov

Potresna ogroženost

Potresi

- potresna nevarnost
(karte)



Stavbe

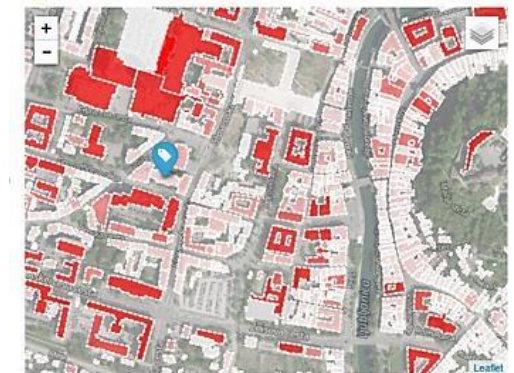
- potresna odpornost /
potresna ranljivost



Ljudje

- število ljudi
ponoči / podnevi
delovni dan / konec tedna

Dnevna zasedenost stavb



Nočna zasedenost stavb

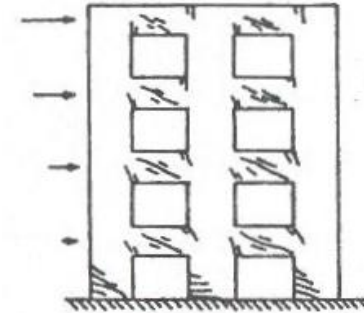


Stavbe - potresna odpornost in ranljivost

Potresna odpornost:

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

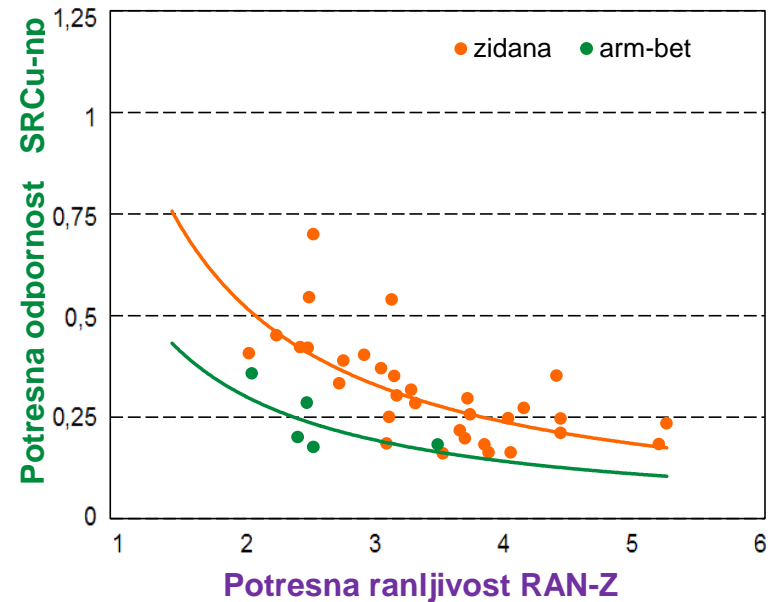
0.05 – 0.75



Potresna ranljivost:

➔ lastnost stavbe, ki je obratno sorazmerna potresni odpornosti

0 do 10



Potresna odpornost realnih stavb v Sloveniji








.... in še mnoge
(> 1600 stavb)

Potresna ranljivost RAN-Z : osnovne lastnosti stavb

- vrsta materiala **navpične konstrukcije** (kamen, opeka, beton in armirani beton, kombinacija, les, jeklo)
- število nadstropij (0, 1, 2, ...)
- starost stavbe oziroma leto zgraditve

Evropska potresna lestvica EMS-98

Kategorije poškodovanosti stavb

UPORABNE	
	
ZAČASNO NEUPORABNE	
	
NEUPORABNE	

0. Ni poškodb.

1. Zanemarljiva do majhna poškodovanost

2. Zmerna poškodovanost

3. Znatna do velika poškodovanost

4. Zelo velika poškodovanost

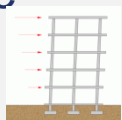
5. Uničenje

Intenziteta potresa

EMS intenziteta	Naziv	Značilni učinki (povzeto)
I	Nezaznaven	Pod pragom človekove občutljivosti.
II	Komaj zaznaven	V hišah ga čutijo redki posamezniki v mirovanju.
III	Šibek	V zaprtih prostorih ga čutijo posamezniki. Mirujoči čutijo zibanje ali rahlo tresenje.
IV	Zmeren	V zaprtih prostorih ga čutijo mnogi, na prostem pa redki posamezniki. Posamezniki se zbudijo. Okna in vrata zaropotajo, posode zažvenketajo.
V	Močan	V zaprtih prostorih ga čuti večina, na prostem pa posamezniki. Mnogi se zbudijo. Posamezniki se prestrašijo. Ljudje čutijo tresenje celotne stavbe. Viseči predmeti vidno zanihajo. Majhni predmeti se premaknejo. Vrata in okna loputajo.
VI	Z manjšimi poškodbami	Mnogi ljudje se prestrašijo in zbežijo na prosto. Nekateri predmeti padejo na tla. Mnoge stavbe utrpijo manjše nekonstruktivne poškodbe (lasaste razpoke, odpadanje manjših kosov ometa).
VII	Z zmernimi poškodbami	Večina ljudi se prestraši in zbeži na prosto. Stabilno pohištvo se premakne iz svoje lege in številni predmeti padejo s polic. Mnoge dobro grajene navadne stavbe so zmerno poškodovane: majhne razpoke v stenah, odpadanje ometa, odpadanje delov dimnikov; na starejših stavbah se lahko pokažejo velike razpoke v stenah in porušitve predelnih sten.
VIII	Z močnimi poškodbami	Mnogi ljudje s težavo lovijo ravnotežje. Pojavijo se velike razpoke na stenah mnogih stavb. Pri posameznih dobro grajenih navadnih stavbah se porušijo stene, slabo grajene stavbe se lahko porušijo.
IX	Rušilen	Splošna panika. Mnogi slabo grajeni objekti se porušijo. Tudi dobro grajene navadne stavbe so zelo močno poškodovane: porušitve sten in delne porušitve stavb.
X	Zelo rušilen	Mnogo navadnih dobro zgrajenih stavb se poruši.
XI	Uničujoč	Večina navadnih dobro zgrajenih stavb se poruši, uničene so tudi nekatere, ki so grajene po načelih potresno odpornosti.
XII	Popolno uničenje	Skoraj vse stavbe so uničene.

STAVBE - baza ZAG

Individualne ocene in zakonitosti



POTRESI

Karte potresne nevarnosti



EMS-98

Evropska potresna lestvica

Registri

stavb in prebivalcev v RS (REN, CRP)

Dnevni model zasedenosti stavb



POTROG
PRIPRAVLJENI NA POTRES

(www.potrog2.vokas.si)

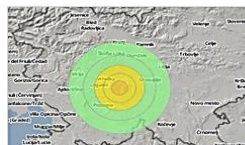
OCENI SVOJO STAVBO

Aplikacija je namenjena splošni javnosti, ki lahko grobo oceni poškodovanost poljubne stavbe ob potresu.



OCENA POSLEDIC POTRESA

Aplikacija je namenjena civilni zaščiti za prvo oceno stanja v primeru potresa ter kot pomoč za izdelavo scenarijev pri pripravi načrtov ogroženosti.



BAZA INDIVIDUALNO OCENJENIH STAVB

Aplikacija je namenjena splošni javnosti, ki lahko pregleduje, ali je potresna odpornost objekta individualno ocenjena.



ZASEDENOST STAVB

Aplikacija je namenjena za interno uporabo URSZR.



ANALIZA PREVOZNIŠTVA CEST

Aplikacija je namenjena URSZR, za pomoč pri načrtovanju posledic potresa. Karta v merilu 1:25000 prikazuje prehodnost cest v 13. občinah. Za te občine je mogoč tudi izris kart ranljivosti stavb.



OCENA POŠKODOVANOSTI IN UPORABNOSTI STAVB (USB KLJUČ)

Aplikacija je namenjena URSZR, za pomoč pri popisu poškodovanosti s standardnim obrazcem (tiskanim). Aplikacija omogoča tiskanje obrazcev, zajem izpolnjenih in obdelavo rezultatov brez potrebe po povezavi v internet.



Portal POTROG - Oceni svojo stavbo

(www.potrog2.vokas.si)



OCENI SVOJO STAVBO

NAZAJ

NAPREJ

Podatki o stavbi

Korak 1 / 9

Leto zgraditve stavbe *

Število kletnih etaž:

i Kletne etaže so tiste, ki so vsaj deloma vkopane.




Število etaž nad pritličjem: *

P +

i Pritličje je prva etaža, ki je v celoti nad nivojem zemljišča. Mansardna nadstropja, ki pokrivajo le del tlorisa.

Zemljemerska ulica 12 v Ljubljani

Leto zgraditve: 1975 

Število nadstropij: (13/3) 2K+P+9(+10) 
K+P+10(+11) → 10 (11)

Material navpične konstrukcije

- kamen, opeka, **beton (železobetón)**,  kombinacija, les, drug material

Nagnjenost terena

- DA / NE

Nepravilnosti stavbe po višini

- mehka etaža, delna vkopanost, deli stavbe različnih višin *
- * ... ob pogoju dilatacij med višjim in nižjimi deli

Tlorisna zasnova

- oblika stavbe: **pravilen tloris** *

Kasnejši posegi

- nadzidava, oslabitve (DA / NE)

Razpoke v konstrukciji

- DA / NE ???

Potresna nevarnost

- VI / VII / VIII
- vpliv slabših tal ???



10 nadstropij

11 nadstropij



Posegi v nosilno konstrukcijo stavbe

- A. **Posegi, ki konstrukcijo fizično oslabijo** (utori, niše, preboji, odstranitve delov nosilnih zidov - PREKLADA NI NADOMESTILO ZA ZID)
- B. **Povečanje ali zmanjšanje obtežbe** (nadzidava, zamenjava obstoječih stropov z novimi, težjimi, vgradnja dodatne opreme / težje fasade / zelene strehe)
- C. **Sanacija in utrditev konstrukcije**

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

ZAG
ZAVOD ZA
GRADNENIŠKO
SLOVENIJE

SLOVENSKI
NACIONALNI
INŠTITUT
ZA VARNOST
INŠTITUT ZA
VARNOST



Posegi v nosilno konstrukcijo stavb

https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOP/Dokumenti/Graditev/posegi_v_nosilno_konstrukcijo.pdf

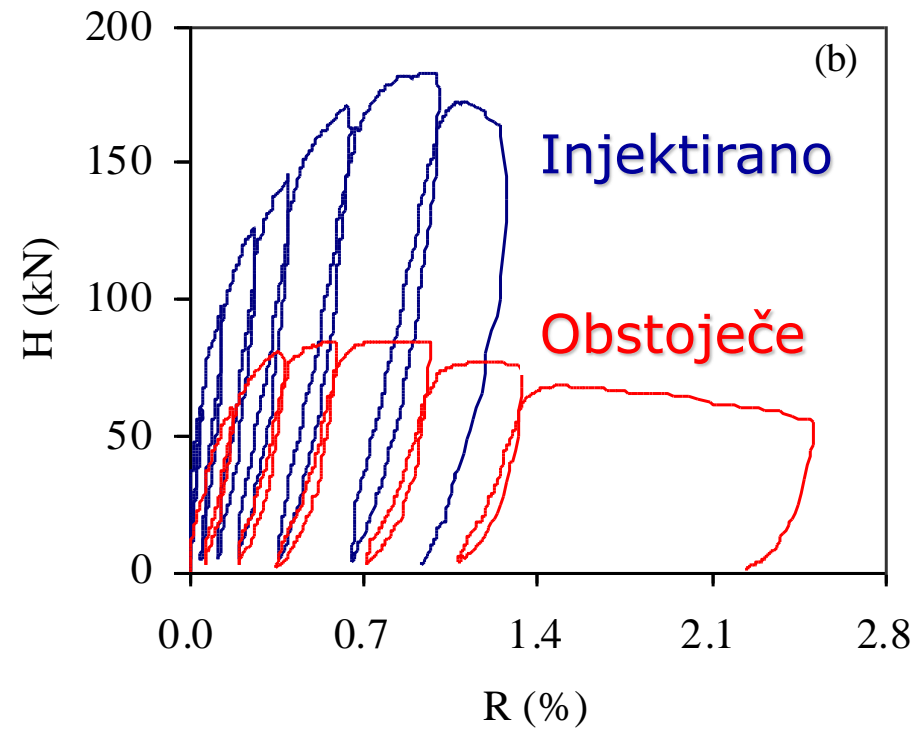


Utrjevanje kamnitih zidanih stavb

Sistematično injektiranje kamnitega zidovja s cementno mešanico



In-situ preiskave zidov - učinkovitost injektiranja



Utrjevanje nosilnih zidov

Obojestranske obloge: armaturne mreže in cementni obrizg

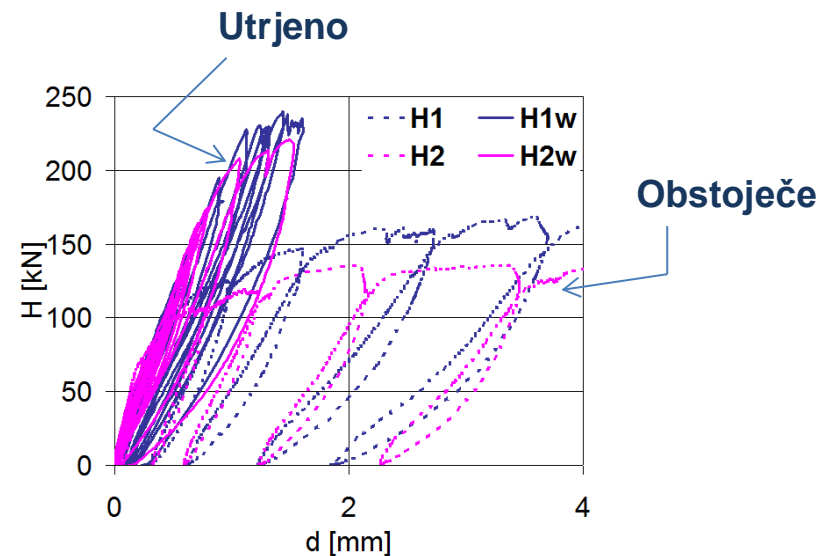


Preiskave zidov - utrjeno stanje

Učinkovitost različnih tehnik utrjevanja



Zid, utrjen s trakovi iz karbonskih vlaken



Utrjevanje zidanih stavb

**Povezovanje -
vgradnja
obojestranskih
zidnih vezi iz
jeklenih palic**



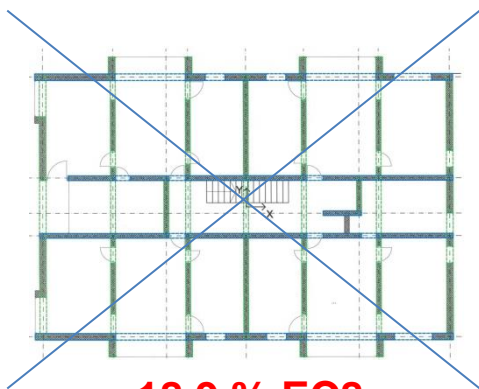
**Obbetoniranje
temeljev**



Učinkovitost – zadostnost utrditve konstrukcije

Obstoječe

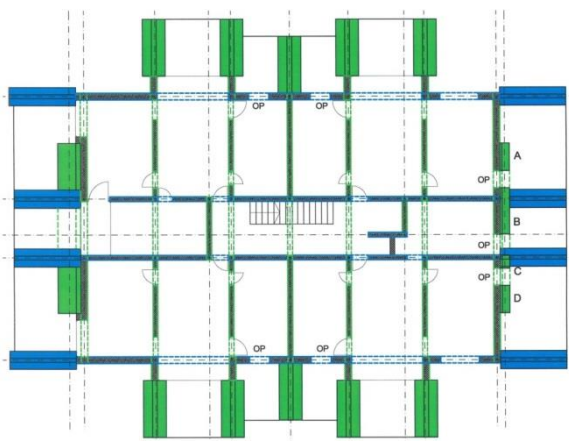
9.6 % EC8



18.9 % EC8

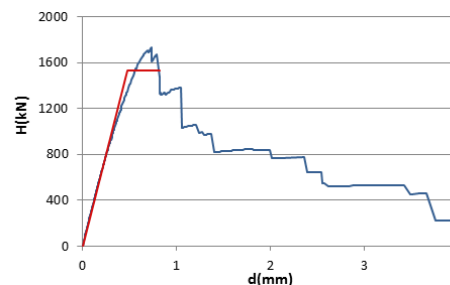
Notranja utrditev

Zunanja utrditev



98 % EC8

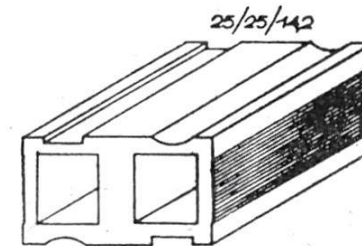
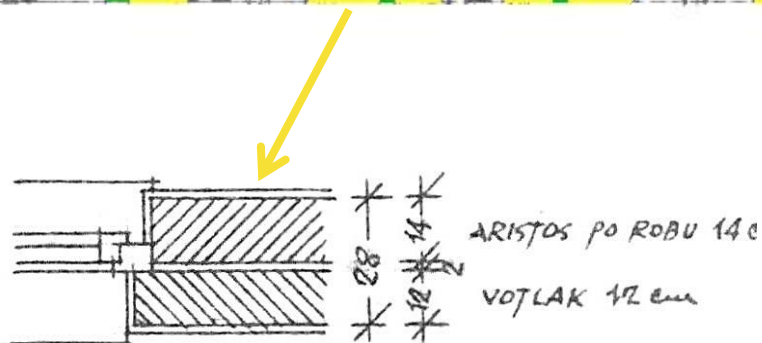
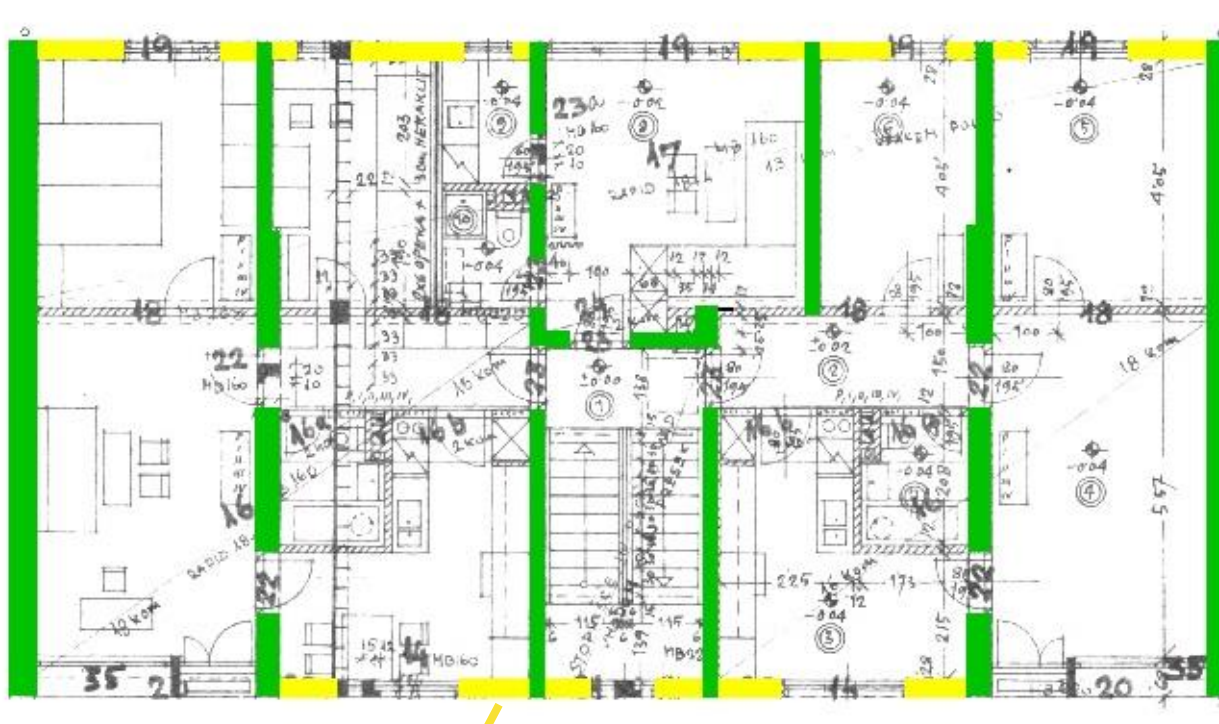
1959-1962;
K+P+10 ; Opečni zidovi



EC8 ... potresna odpornost po EC8

Pomanjkljivostim stavb prilagojeno iskanje rešitev

Stavbe brez ali z zelo malo nosilnimi zidovi / stenami v eni smeri



ARISTOS OPEKA

Hvala za vašo pozornost !