

Osnove projektiranja potresno odpornih zidanih stavb

Miha Tomažević

Zavod za gradbeništvo Slovenije
Dimičeva 12, 1000 Ljubljana
miha.tomazevic@zag.si

Vsebina

- *Obnašanje zidanih stavb med potresi in splošne zahteve*
- *Materiali in sistemi zidanja*
- *Osnove za preverjanje potresne odpornosti*
- *Preverjanje potresne odpornosti*
- *Obstoječe stavbe: prenova in utrjevanje*

Obnašanje zidanih stavb med potresi

So zidane stavbe lahko tudi potresno odporne?



San Francisco, 1906



Umbrija, 1998



Kašmir, 2005

Obnašanje zidanih stavb med potresi

Številne so prestale tudi najmočnejše potrese!



San Francisco, 1906,
(Tobriner, 2006)

Tangšan,
Kitajska, 1976

Obnašanje zidanih stavb med potresi

Nas ti kupi ruševin lahko kaj naučijo?



Killari, Indija, 1995

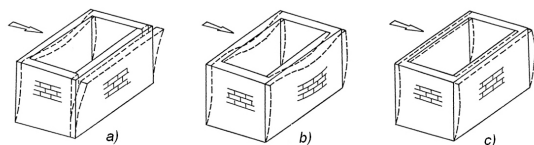


Kašmir, Pakistan, 2005

Obnašanje zidanih stavb med potresi

Učijo nas poškodbe

Celovitost delovanja konstrukcije



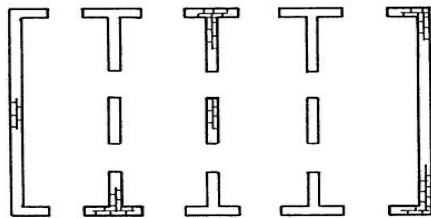
Obnašanje zidanih stavb med potresi

Učijo nas poškodbe

Zasnova konstrukcije



Neftegorsk, 1995 (G.Koff)



Kakovost materialov



Banja Luka, 1969 (S.Terčelj)

Obnašanje zidanih stavb med potresi

Učijo nas poškodbe

Poškodbe povedo, na kakšen način se konstrukcija odziva na potres. Poznani mehanizmi so podlaga za sanacijske ukrepe in računsko modeliranje



„Klasični“ etažni strižni mehanizem je podlaga za računske modele za nearmirane in povezane zidane konstrukcije

Izhodišča za projektiranje po Evrokodu 8

Konstrukcija mora biti projektirana in zgrajena tako, da bo prestala projektni potres, ne da bi se delno ali v celoti porušila. Konstrukcija mora tudi potem, ko jo prizadene potres največje pričakovane intenzitete (projektni potres), obdržati celovitost in sposobnost prenašati navpično obtežbo. Če jo prizadene potres z večjo verjetnostjo nastanka, vendar z manjšo intenziteto od projektne, se konstrukcijski in nekonstrukcijski elementi ne smejo poškodovati v tolikšni meri, da bi poškodbe omejevale uporabnost stavbe oziroma da bi bili stroški popravila poškodb nesorazmerno visoki.

Osnovni zahtevi

- 1. Preprečimo porušitev: preverimo končno mejno stanje (mejno stanje porušitve)*
- 2. Omejimo obseg poškodb: preverimo mejno stanje uporabnosti*

Mejni stanji se preverjata z računom potresne odpornosti pri projektiranju

Mejni stanji se upoštevata implicitno (enostavne stavbe, kjer ni potrebno računsko preverjanje potresne odpornosti)

Projektni mejni stanji

Končno mejno stanje je povezano s porušitvijo ali z drugimi oblikami odpovedi funkcionalnosti konstrukcijskih elementov, ki lahko ogrozijo varnost ljudi.

Mejno stanje uporabnosti je povezano z nastankom poškodb, deformacij ali upogibov, po nastanku katerih konstrukcija ne izpolnjuje več zahtevanih pogojev za obratovanje.

Varnost konstrukcije

Varnost konstrukcije je verjetnostna funkcija, ki je odvisna od verjetnosti nastanka projektne obtežbe in sposobnosti konstrukcije, da bo to obtežbo prevzela. Po Evrokodih mora za vsak konstrukcijski element in celotno konstrukcijo veljati:

$$E_d \leq R_d,$$

kjer je E_d projektna vrednost vplivov obtežbe, R_d pa projektna odpornost obravnavanega konstrukcijskega elementa. Če preverjamo mejno stanje, ko se konstrukcija spremeni v mehanizem (ko izgubi stabilnost pri delovanju obtežbe), moramo preveriti, da mehanizem ne nastane prej, preden vplivi obtežbe dosežejo projektne vrednosti.

Kaj je projektno stanje?

Po Evrokodu je projektno stanje nabor pogojev, ki predstavljajo dejanske razmere na konstrukciji v časovnem intervalu, za katerega bo v projektu dokazano, da mejna stanja, ki jih preverjamo, niso prekoračena. Časovni interval je navadno projektna življenjska doba, t.j. predpostavljeno obdobje, v katerem bo konstrukcija ali njen del uporabna za predvideni namen. V tem času bo konstrukcija vzdrževana, ne bo je pa treba bistveno obnoviti. Za stavbe in druge običajne konstrukcije je to 50 let.

Projektni vplivi na konstrukcijo - Evrokod 1

$$E_d = \Sigma G_{k,j} + \gamma_I A_{Ed} + P_k + \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,I}$$

kjer je:

$G_{k,j}$ = karakteristična vrednost stalnega vpliva j ,

A_{Ed} = projektna vrednost vpliva potresa za dano povratno dobo,

P_k = karakteristična vrednost morebitnega vpliva prednapetja,

$Q_{k,i}$ = karakteristična vrednost spremenljivega vpliva i ,

γ_I = faktor pomembnosti,

$\psi_{2,i}$ = koeficient za kombinacijo kvazi stalnih vrednosti spremenljivih vplivov, ki pridejo v poštev

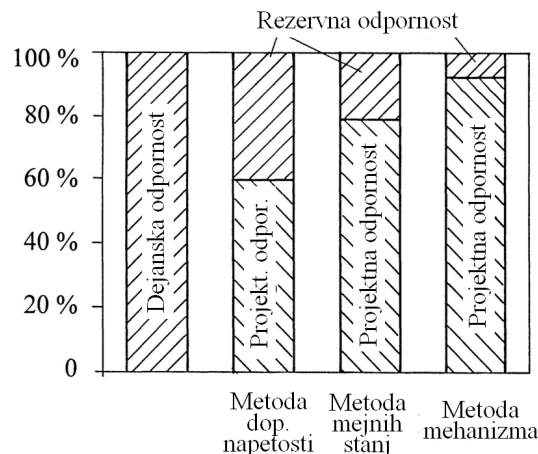
Preverjanje potresne odpornosti stavb

Metode preverjanja

Ekvivalentna statična analiza:

Potresna obtežba: se določi s pomočjo elastičnega spektra odziva in faktorja obnašanja q .
Teorija elastičnosti.

Kriterij: projektna odpornost elementov in konstrukcije v celoti je večja od projektne obtežbe.
Možnost prerazporeditve obtežbe na neizkoriščene elemente konstrukcije je omejena.



Nelinearna analiza dinamičnega odziva:

Potresna obtežba: časovni potek pospeškov tal potresna s projektnimi parametri

Kriterij: medetažni pomik je manjši od dopustnega

Potisna (push-over) metoda:

Izračuna se krivulja otpornosti (odvisnost sila-pomik)

Kriterij: izračunana kapaciteta nosilnost je večja od projektne; ocenjena kapaciteta duktilnosti je večja od potrebne za doseganje izbrane vrednosti faktorja q

Projektna vrednost vpliva potresa = računske potresne sile

osnova: $sila = masa \times pospešek$

Masa: odvisna od konstrukcije

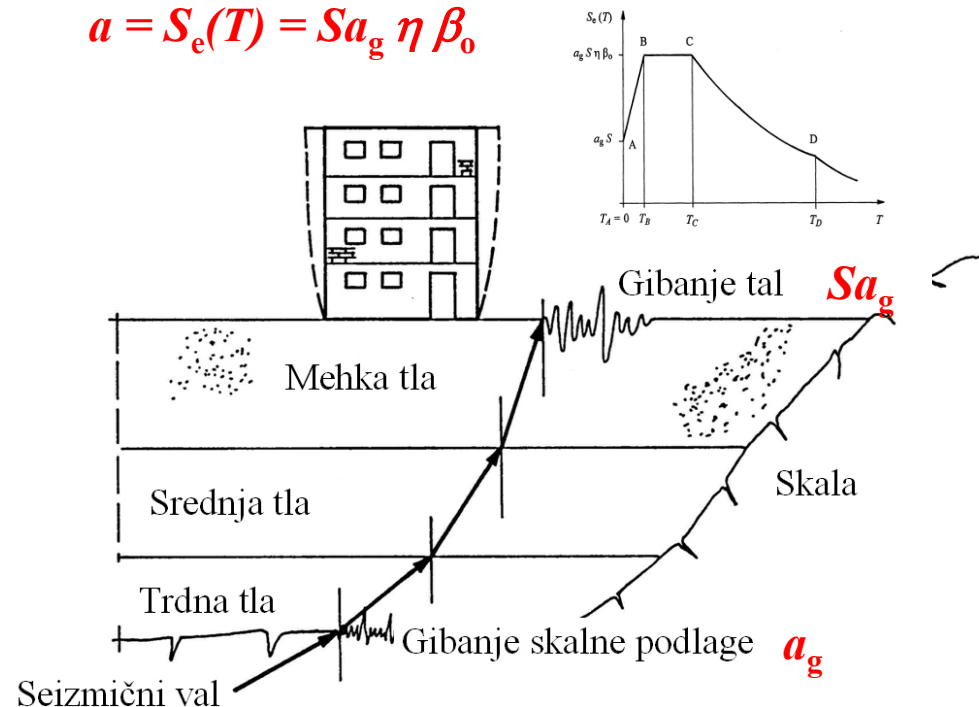
Pospešek: odvisen od potresnega gibanja tal in dinamičnih lastnosti (odziva) konstrukcije. Določa se s spektrom odziva

Projektna potresna sila: odvisna od sposobnosti konstrukcije, da izpolni projektne zahteve, kar se izrazi s faktorjem obnašanja q

$$A_{Ed} = S_e(T) m / q$$

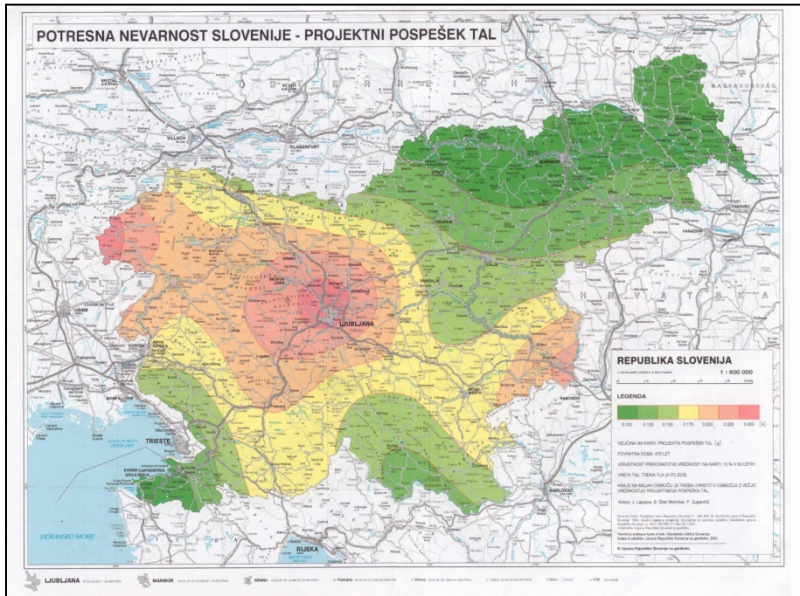
Odziv konstrukcije

$$a = S_e(T) = S a_g \eta \beta_0$$



Projektne potresne sile

Karta potresne nevarnosti Slovenije



Osnovni pospešek tal: trdna tla

Tipi in koeficienti tal

Tip tal	Opis stratigrafskega profila	Parametri		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (udarcev/ 30cm)	c_u (kPa)
A	Skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala	> 800	-	-
B	Zelo gost pesek, prod ali zelo toga glina, debeline vsaj nekaj deset metrov, pri katerih mehanske značilnosti postopoma naraščajo z globino.	360 – 800	> 50	> 250
C	Globoki sedimenti gostega ali srednje gostega peska, proda ali toge gline globine nekaj deset do več sto metrov.	180 – 360	15 - 50	70 - 250
D	Sedimenti rahlih do srednje gostih nevezljivih zemljin (z nekaj mehкими vezljivimi plastmi ali brez njih) ali pretežno mehkih do trdnih vezljivih zemljin.	< 180	< 15	< 70
E	Profil tal, kjer površinska aluvialna plast debeline med okrog 5 in 20 metri z vrednostmi v_s , ki ustrezajo tipoma C ali D, leži na bolj togem materialu z $v_s > 800$ m/s.	-	-	-

$S = 1,0$

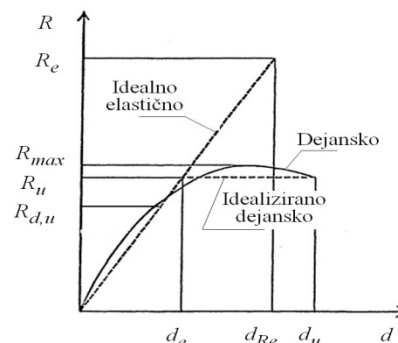
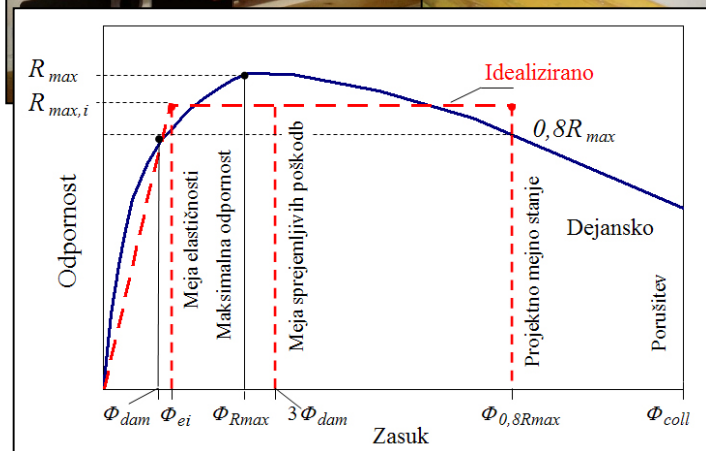
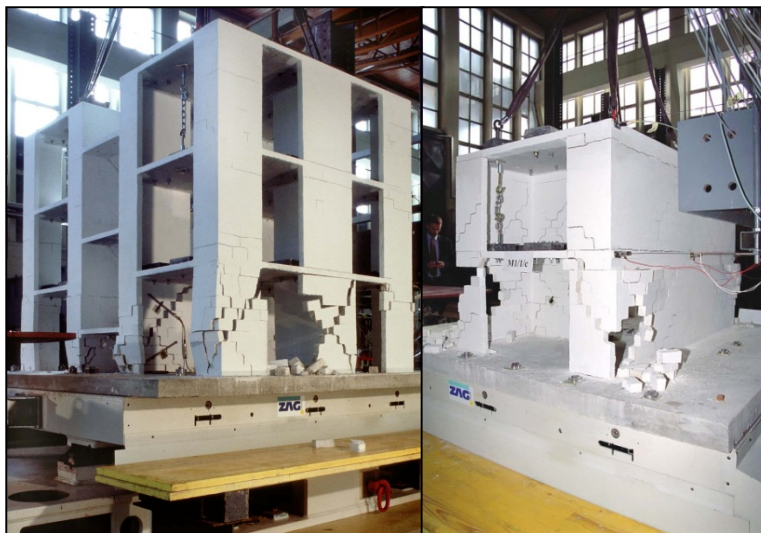
$S = 1,2$

$S = 1,15$

$S = 1,35$

$S = 1,4$

Faktor obnašanja konstrukcije q



$$q = R_e / R_{d,u}$$

$$q = (2 \mu_u - 1)^{1/2}$$

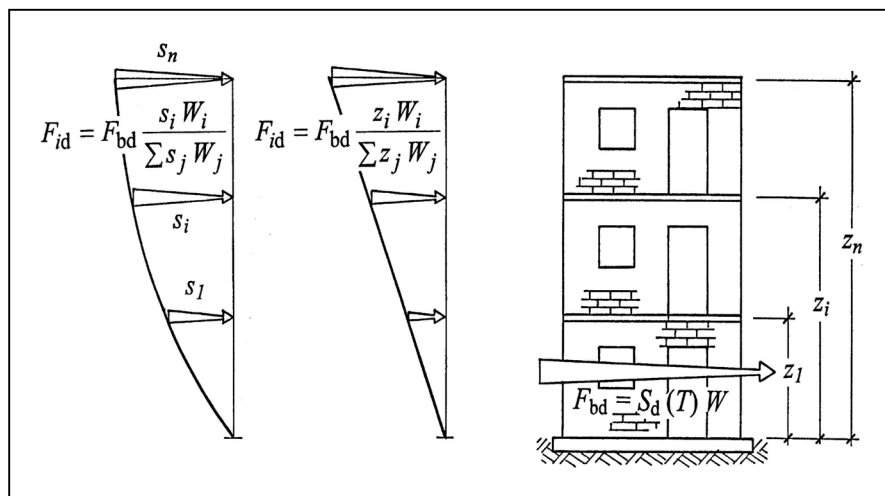
- Zaradi sposobnosti, da lahko prenašajo obtežbo kljub poškodbam v nelinearnem področju, konstrukcije dimenzioniramo na sile, ki so manjše kot sile, ki bi nastale pri elastičnem odzivu.
- Uporabimo metode teorije elastičnosti, pri čemer zaradi zmožnosti, da konstrukcija sipa energijo (kontroliran obseg poškodb), upoštevamo sile, nastale pri elastičnem odzivu, vendar zmanjšane s faktorjem q

Faktor obnašanja po Evrokodu 8:

nearmirano zidovje	<u>1.5</u> - 2.5
povezano zidovje	<u>2.0</u> - 3.0
armirano zidovje	<u>2.5</u> - 3.0

Projektne potresne sile: koeficient prečne sile v pritličju za tla tipa A

$$BSC_d = A_{Ed} / W = S_d(T)$$



	<i>Nizka</i> $a_g = 0,1 \text{ g}$	<i>Srednja</i> $a_g = 0,2 \text{ g}$	<i>Visoka</i> $a_g = 0,3 \text{ g}$
<i>navadno</i>	0,17	0,33	0,50
<i>povezano</i>	0,125	0,25	0,375
<i>armirano</i>	0,10	0,20	0,30

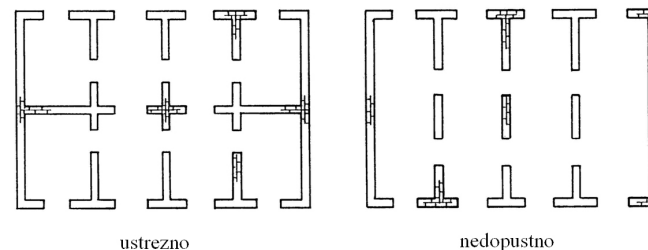
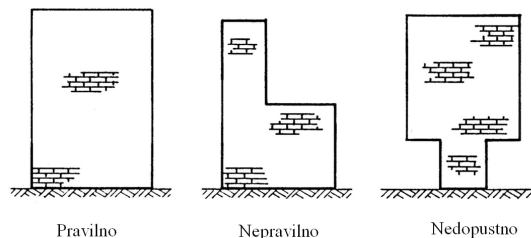
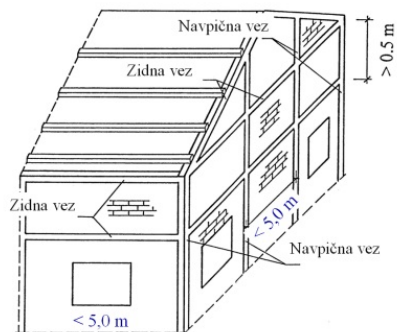
Projektiranje: splošne zahteve za sisteme zidanja in materiale

Zidovje je neelastičen, nehomogen in neizotropen kompozitni material, ki ga sestavljajo zidaki, malta, polnilni beton in armatura. V računih upoštevamo teorijo elastičnosti in bruto prereze. Predpostavimo, da je material elastičen, ter upoštevamo „efektivne“ vrednosti mehanskih lastnosti zidovja, ki jih določimo s preiskavami ali z empiričnimi enačbami.

Zidane konstrukcije se lahko zidajo v treh različnih sistemih: navadno (nearmirano) zidovje, povezano zidovje in armirano zidovje, pri čemer so lahko navpične rege zapolnjene, delno zapolnjene ali nezapolnjene, zidaki pa povezani z mehanskim spojem.

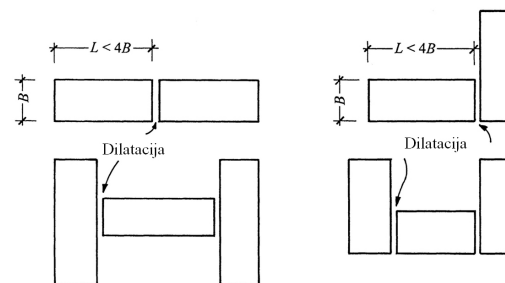
Standard zahteva minimalno tlačna trdnost zidakov iz posameznih vrst materiala, ter minimalno debelino in vitkost nosilnih in veznih zidov. Standard tudi zahteva, da morajo biti zidaki dovolj robustni, da se prepreči lokalna krhka porušitev med potresom.

Projektiranje: splošne zahteve za zasnovo konstrukcije

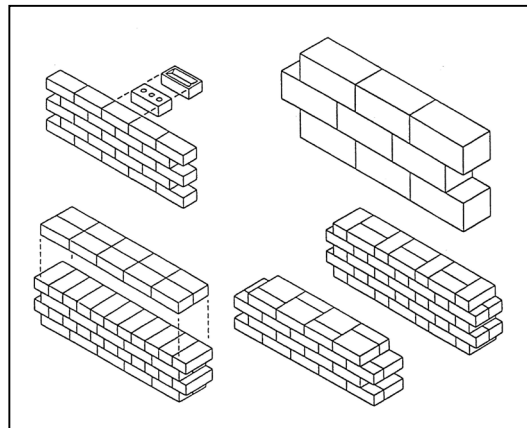


Pri projektiranju se upoštevavajo:

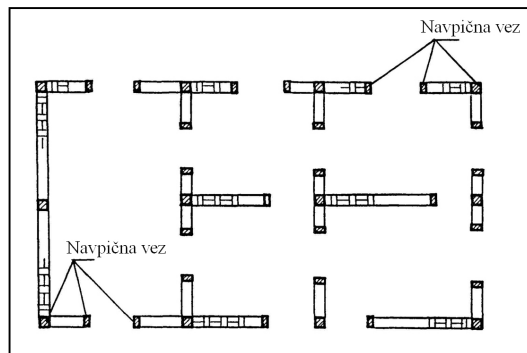
- Zahteve za celovitost konstrukcije (stropi, vezi)
- Zahteve za tlorisno zasnovo konstrukcije
- Zahteve za zasnovo konstrukcije po višini
- Zahteve za velikost in porazdelitev odprtin
- Omejitve višine
- Enostavne zidane stavbe



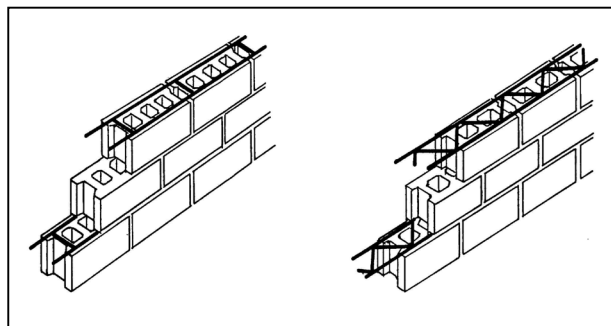
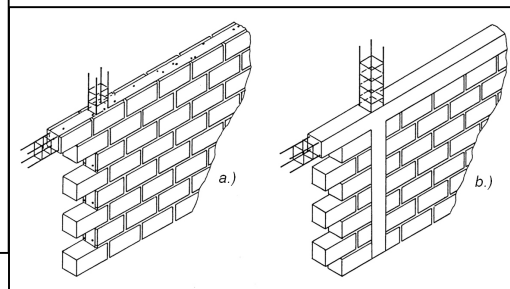
Sistemi zidanja



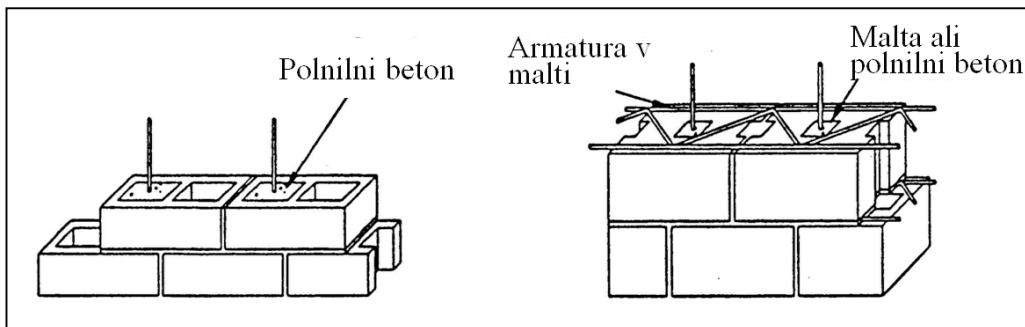
Navadno (nearmirano) zidovje



Povezano zidovje



Armirano zidovje



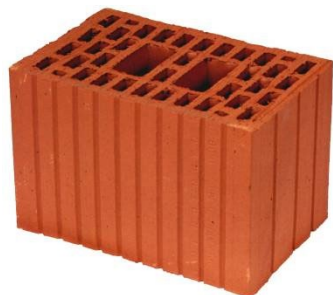
Splošne zahteve za materiale

- *Zidaki: trdnost, oblika in votlavost. Biti morajo dovolj robustni, da se prepreči lokalna krhka porušitev*
- *Malta: trdnost, sestava*

Razvrstitev zidakov v skupine



Skupina 1



Skupina 2



Skupina 3

Namen: pravilna uporaba empiričnih enačb za izračun mehanskih lastnosti zidovja!

		Materiali in meje za zidake						
Skupina 1 (vsi materiali)	Zidaki	Skupina 2		Skupina 3		Skupina 4		
		Navpične luknje		Vodoravne luknje		Vodoravne luknje		
Prostornina lukenj (% bruto prostornine)	≤ 25	opeka	> 25; ≤ 55		≥ 25; ≤ 70		> 25; ≤ 70	
		kalcijev silikat	> 25; ≤ 55		se ne uporablja		se ne uporablja	
		beton ^b	> 25; ≤ 60		> 25; ≤ 70		> 25; ≤ 50	
Prostornina posamezne luknje (% bruto prostornine)	≤ 12,5	opeka	vsaka luknja ≤ 2; luknje za prijem v celoti do 12,5		vsaka luknja ≤ 2; luknje za prijem v celoti do 12,5		vsaka luknja ≤ 30	
		kalcijev silikat	vsaka luknja ≤ 15; luknje za prijem v celoti do 30		se ne uporablja		se ne uporablja	
		beton ^b	vsaka luknja ≤ 30; luknje za prijem v celoti do 30		vsaka luknja ≤ 30; luknje za prijem v celoti do 30		vsaka luknja ≤ 25	
Deklarirane vrednosti debeline reber in sten (mm)	Ni zahtev		rebro	stena	rebro	stena	rebro	stena
		opeka	≥ 5	≥ 8	≥ 3	≥ 6	≥ 5	≥ 6
		kalcijev silikat	≥ 5	≥ 10	se ne uporablja		se ne uporablja	
		beton ^b	≥ 15	≥ 18	≥ 15	≥ 15	≥ 20	≥ 20
Deklarirana vrednost kombinirane debeline ^a reber in sten (% celotne širine)	Ni zahtev	glina	≥ 16		≥ 12		≥ 12	
		kalcijev silikat	≥ 20		se ne uporablja		se ne uporablja	
		beton ^b	≥ 18		≥ 15		≥ 45	

^a Kombinirana debelina je debelina reber in sten, merjena vodoravno v odgovarjajoči smeri. Preverjanje je mišljeno kot kvalifikacijska preiskava, ki jo je treba ponoviti samo v primeru bistvenih sprememb projektnih dimenzij zidakov.

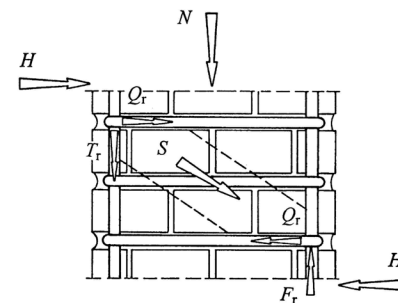
^b V primeru koničnih oziroma celičnih lukenj uporabi srednjo vrednost debeline reber in sten!

Materiali: robustnost zidakov

Nearmirano zidovje



Armirano zidovje

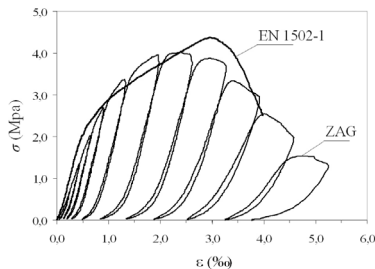
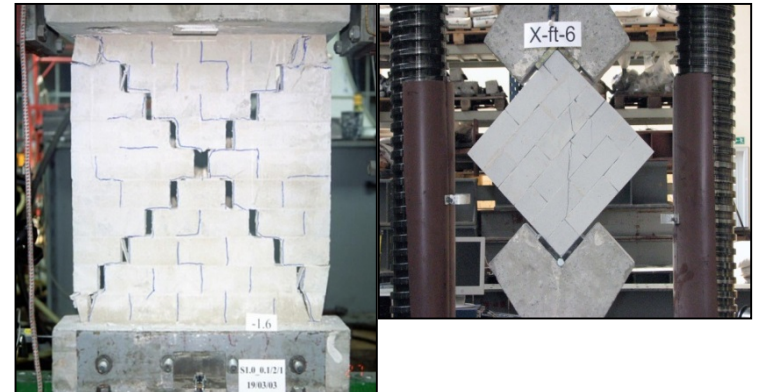


Zaradi krhkih zidakov se pri visokih tlačnih obremenitvah zaradi dodatnih strižnih in nateznih napetosti med potresom zid hipno poruši

Krhki zidaki ne morejo prevzeti povečanih obremenitev, ki nastanejo, ko se aktivira armatura

Materiali: mehanske lastnosti zidovja

Zidovje je neelastičen, nehomogen in neizotropen kompozitni material, ki ga sestavljajo zidaki, malta, polnilni beton in armatura. V računih upoštevamo teorijo elastičnosti in bruto prereze. Predpostavimo, da je material elastičen, ter upoštevamo „efektivne“ vrednosti mehanskih lastnosti zidovja, ki jih določimo s preiskavami ali z empiričnimi enačbami.



Strižna trdnost

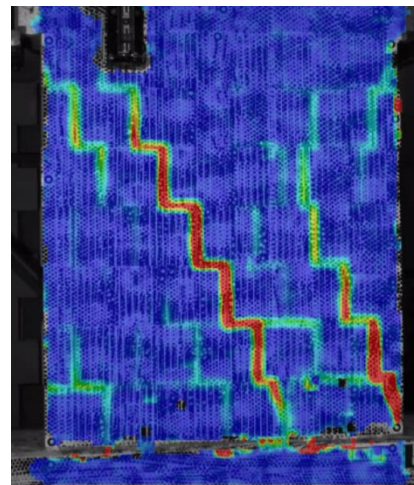
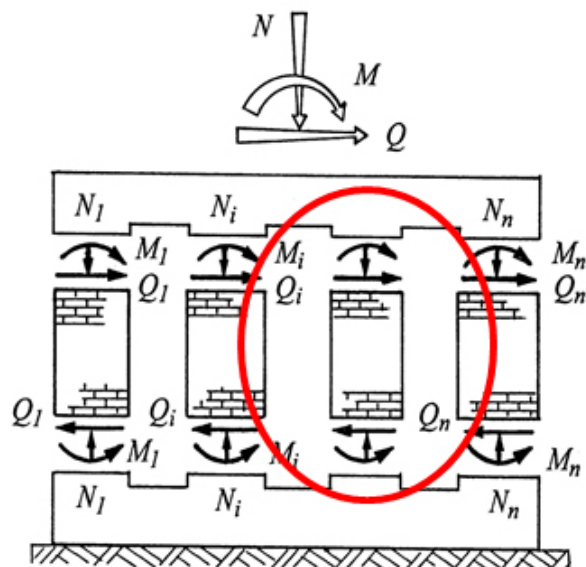
$$f_v = f_{v0} + \mu_c \sigma_d$$

Natezna trdnost

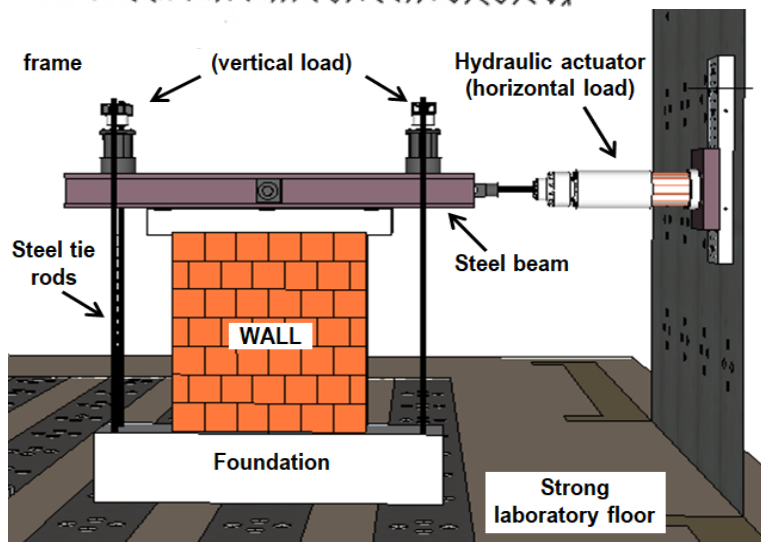
$$f_t = \sigma_t = \sqrt{\left(\frac{\sigma_o}{2}\right)^2 + (b\tau_{H_{\max}})^2} - \frac{\sigma_o}{2}$$

Tlačna trdnost

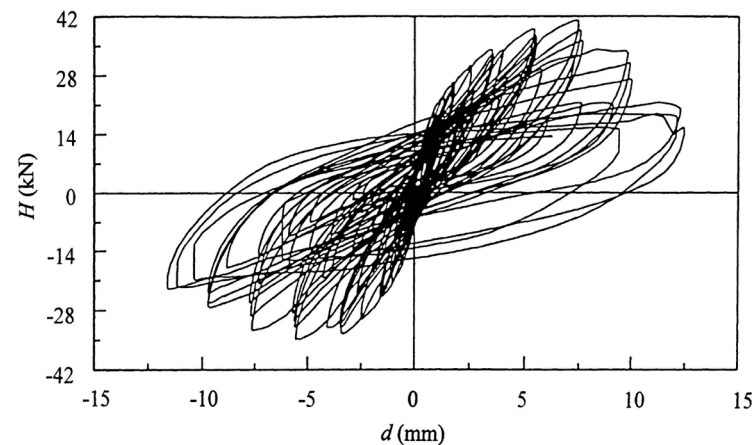
Ciklične strižne preiskave zidov



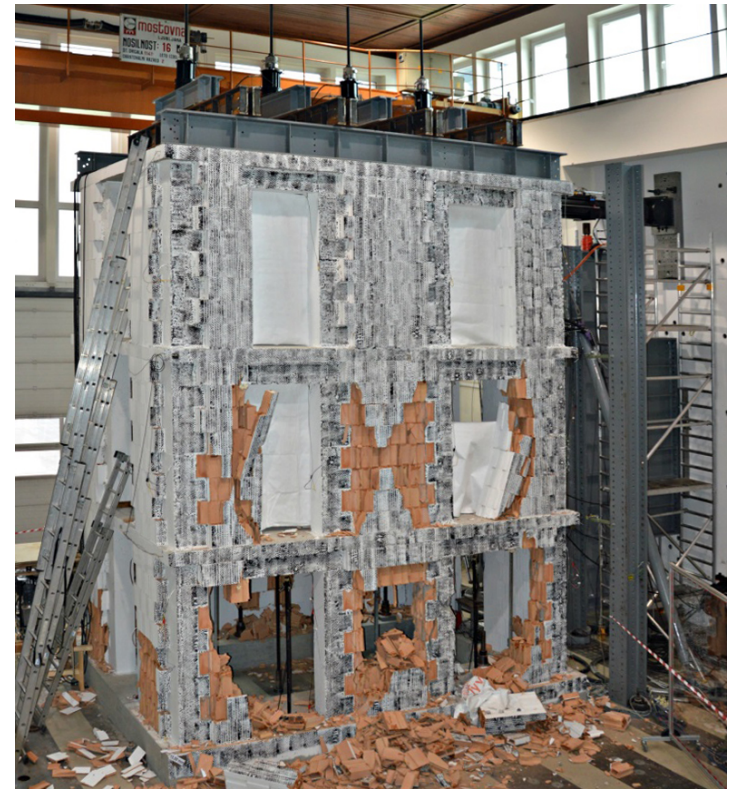
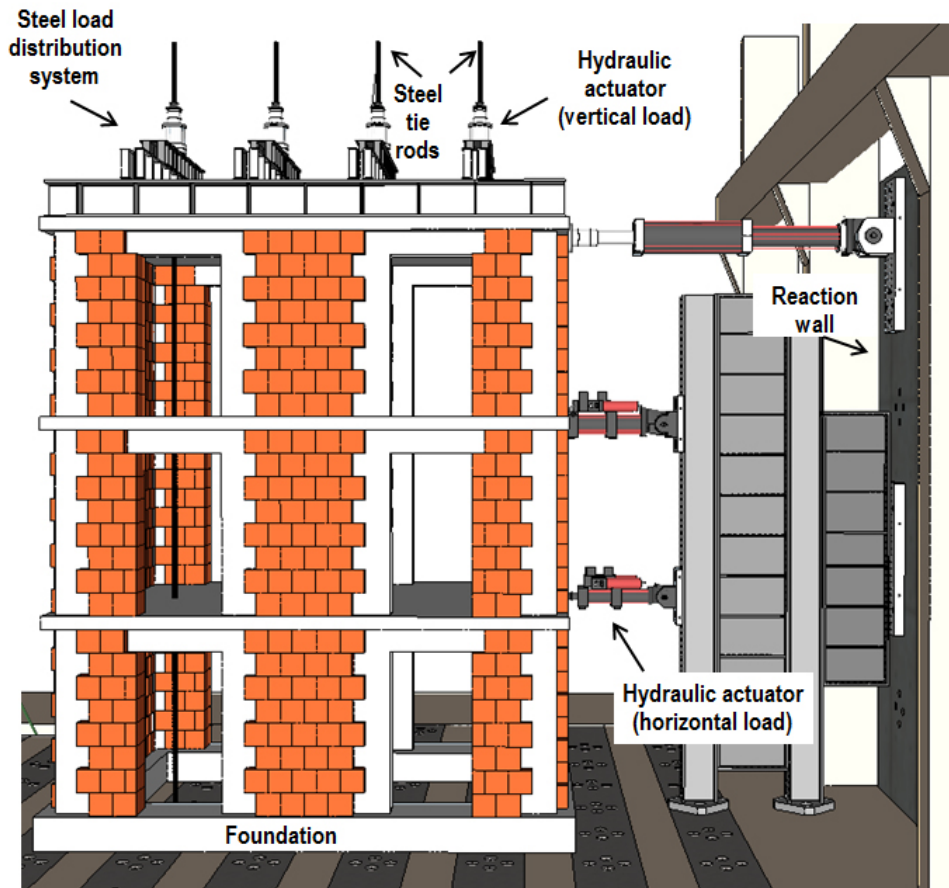
Meritve deformacij zidu in odvisnosti med silami in pomiki



Simulacija stanja v konstrukciji



Ciklična strižna preiskava konstrukcij v naravnem merilu



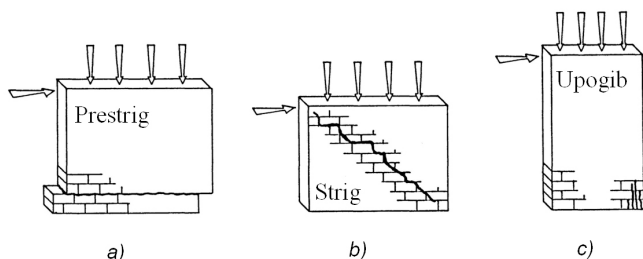
Hiša, pripravljena na preiskavo

Hiša po končani preiskavi

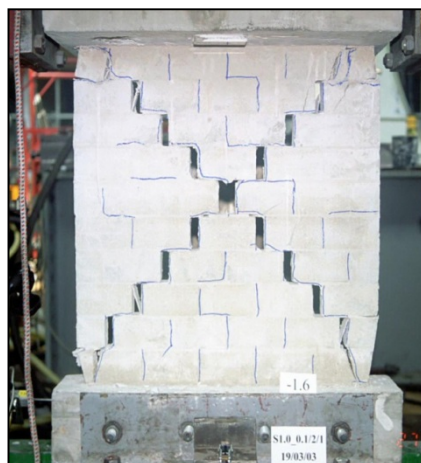
Preverjanje potresne odpornosti zidov

Strižna odpornost

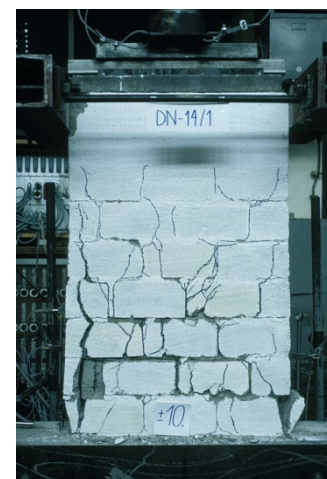
Ključni mehanizmi porušitve



Nearmiran zid



Armiran zid



Evrokod 6:

$$R_{dw,EC6} = \frac{f_{vk}}{\gamma_M} t l_c$$

$$R_{dw,r} = R_{dw,EC6} + R_{d,rh}$$

$$R_{d,rh} = 0.9 A_{sw} \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

Nearmiran zid:

$$R_{w,ft} = A_w \frac{f_t}{b} \sqrt{\frac{\sigma_o}{f_t} + 1}$$

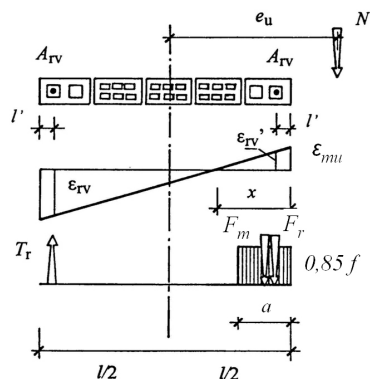
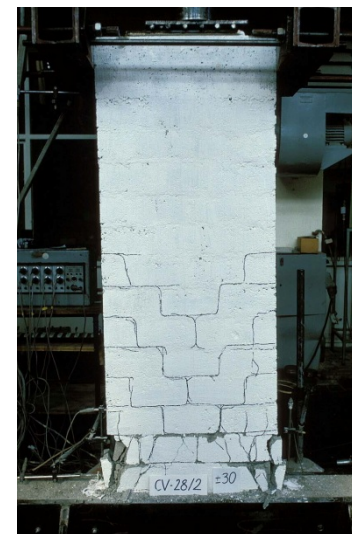
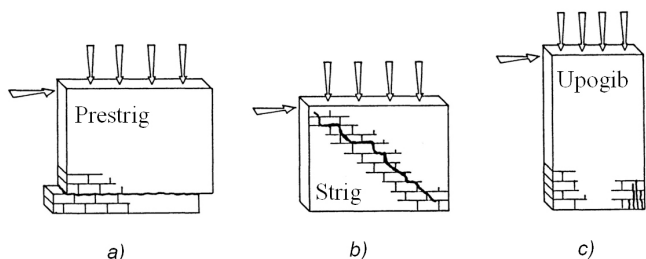
Armiran zid:

$$R_{w,r} = R_{w,ft} + C_{rh} R_{rh} + R_{rv}$$

Preverjanje potresne odpornosti zidov

Upogibna odpornost

Ključni mehanizmi porušitve



Nearmiran zid:

$$M_{Ru} = \frac{\sigma_o t l^2}{2} \left(1 - \frac{\sigma_o}{f} \right)$$

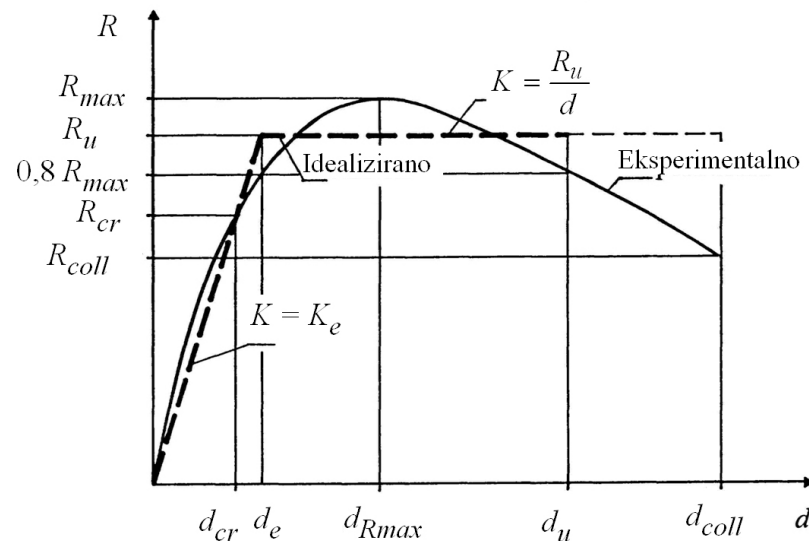
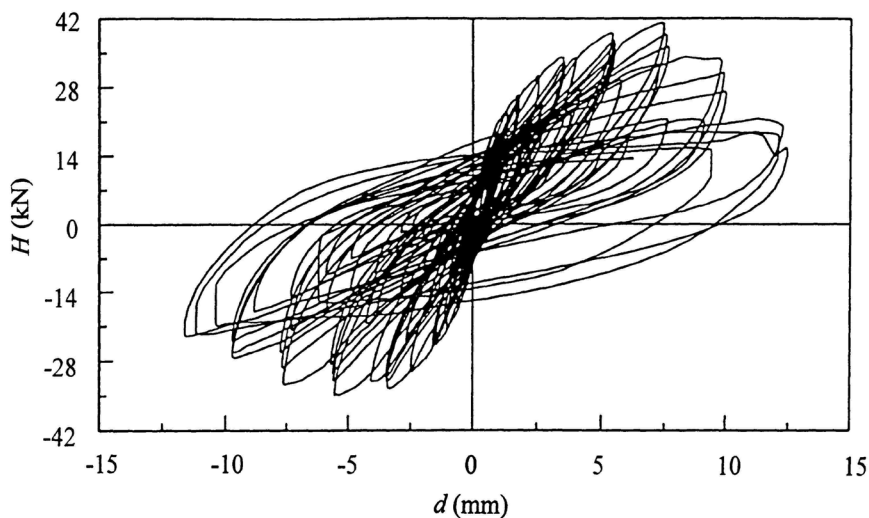
Armiran zid:

$$M_{Ru} = \frac{\sigma_o t l^2}{2} \left(1 - \frac{\sigma_o}{f} \right) + (1 - 2l') A_{rv} f_y$$

Analogija z armiranim
betonom

Preverjanje potresne odpornosti zidov

Idealizacija obnašanja in mejna stanja



Mejna stanja

Meja nastanka razpok (poškodb) - R_{cr} , d_{cr}

Maksimalna odpornost - R_{max} , d_{Rmax}

Mejno stanje nosilnosti - R_{dmax} , d_{dmax}

Idealizacija:

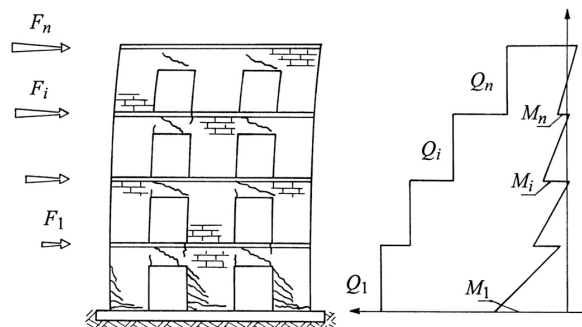
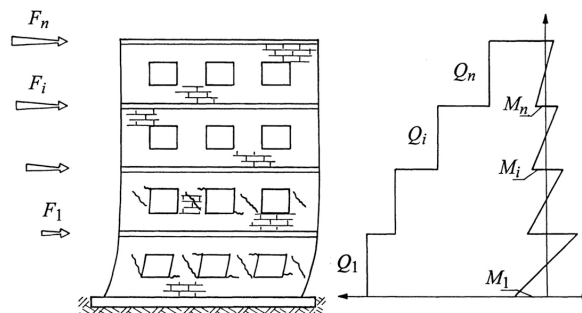
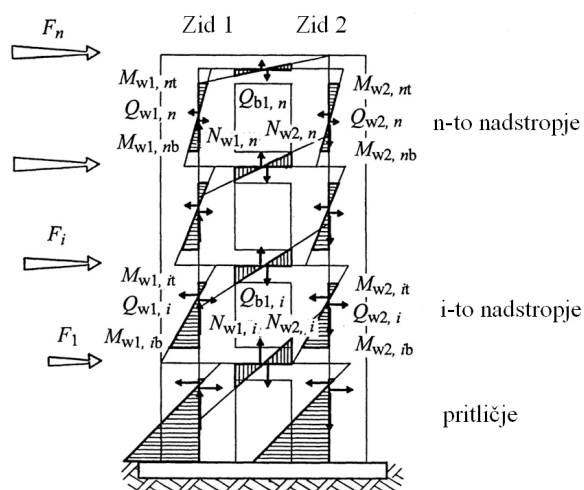
Efektivna togost - K_e

Odpornost - R_u (energijski kriterij)

Mejni faktor duktilnosti - $\mu_u = d_u/d_e$ ($d_u = d_{0.8Hmax}$)

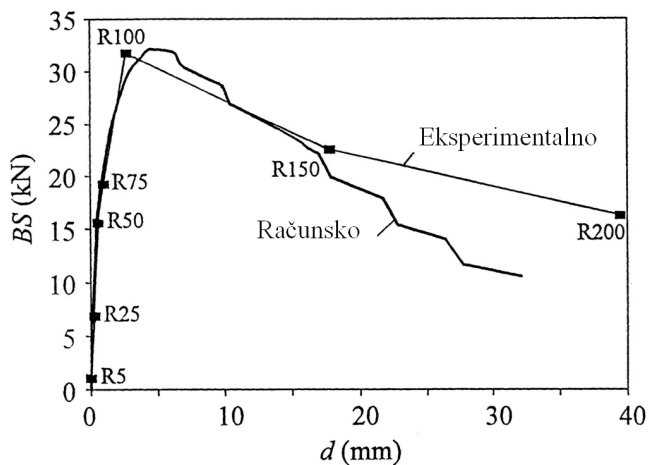
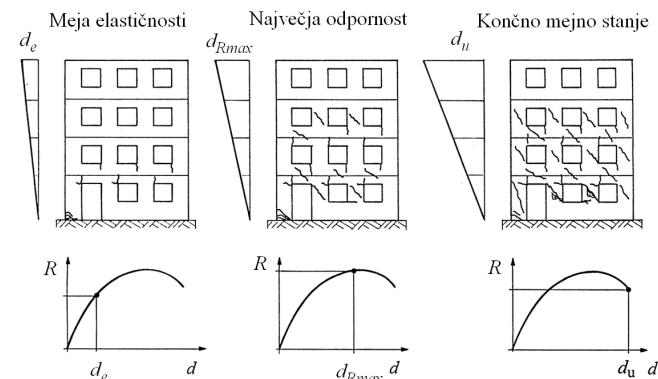
Preverjanje potresne odpornosti konstrukcije

Mehanizmi obnašanja in računski modeli

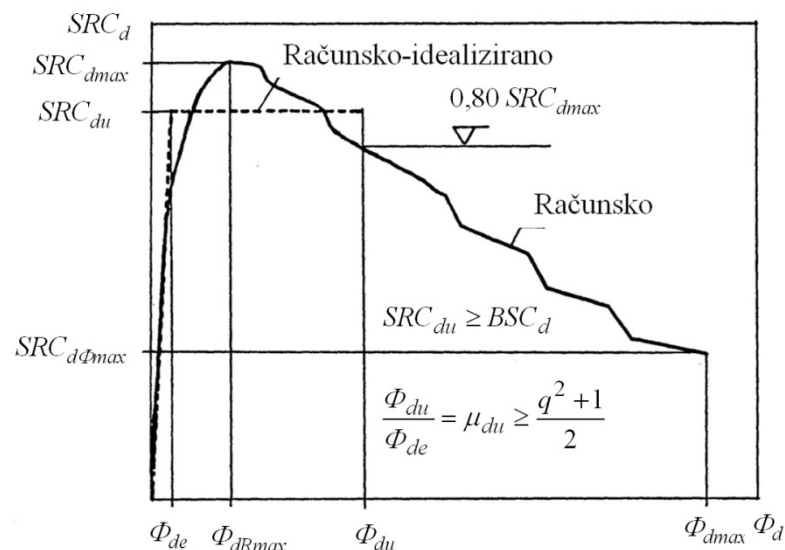


Preverjanje potresne odpornosti konstrukcije

Potisna (push-over) metoda



Preverjanje



Koeficient potresne odpornosti SRC :

$$SRC = R/W,$$

R = odpornost, W = teža stavbe

Sanacija in utrjevanje zidanih stavb

Sanacija: poškodovano konstrukcijo samo popravimo, t.j. vrnemo v prvotno stanje

Utrditev: odpornost konstrukcije povečamo

Med postopkom odpravimo razloge za morebitno neustrezno obnašanje:

zagotovimo celovitost delovanja med potresom, povečamo nezadostno odpornost, izboljšamo temelje in utrdimo temeljna tla

Izbira metode in tehničnih rešitev:

je odvisna od številnih kriterijev. V tehničnem pomenu sta med najpomembnejšimi vrsta in tip konstrukcije. Na izbor vplivajo tudi morebitne zahteve varstva arhitekturne kulturne dediščine

Nekaj primerov potresno ranljivih stavb pri nas

Potresno ranljive stavbe kulturne dediščine



Podeželska arhitektura



Gradovi



Mestna arhitektura

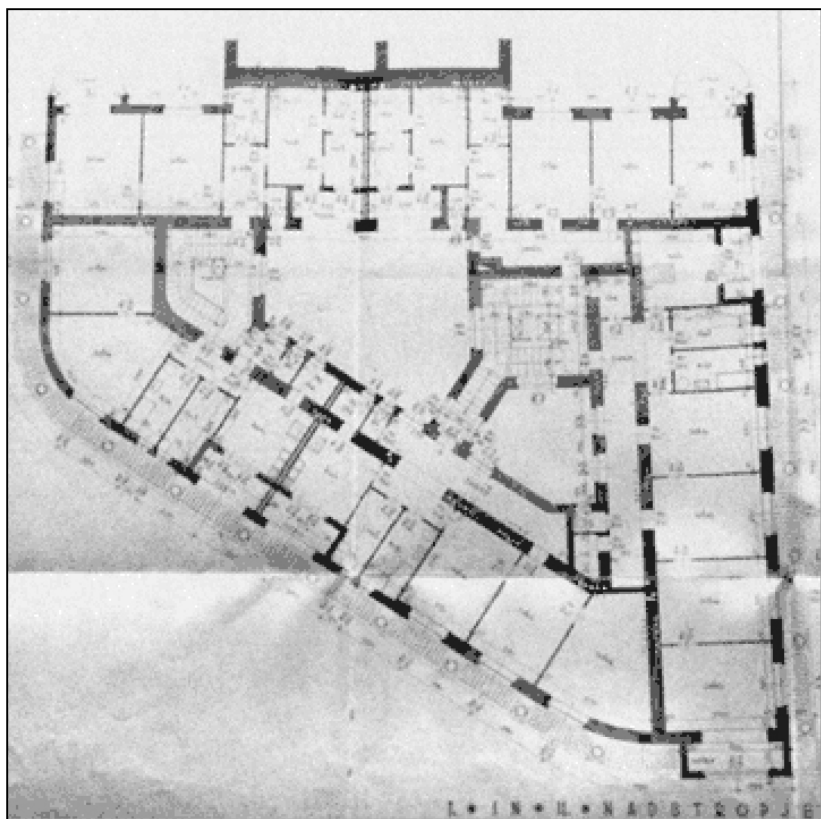
Utrjevanje: spoštujmo nauke potresov!

- *Zagotovimo celovitost delovanja konstrukcije*
- *Izboljšamo zasnovo konstrukcije*
- *Izboljšamo odpornost konstrukcije*
- *Preverimo in izboljšamo temeljenje*

Vse to moramo upoštevati tudi takrat, ko prenavljamo stavbe, tako celoto kot tudi posamezna stanovanja!

S sodobnimi prenovitvenimi posegi ne smemo poslabšati potresne odpornosti stavb!

Primer prenove stanovanja v „Malem nebotičniku“ v Ljubljani



Pred prenavo stanovanja se je treba prepričati, če konstrukcija dopušča radikalne posege. Tako ni vsaka predelna stena samo „predelna stena“!

„Prostori so bili v skladu s tistim časom funkcionalno ločeni in manjši, zato je bil eden od temeljnih posegov ob prenovi stanovanja, ki je nastalo v avtorstvu arhitektov xy, rušenje predelnih sten. Prej pregrajene prostore v več manjših so z rušitvijo predelnih sten povezali v krožno zasnovan tloris. Na tak način so stanovanje naredili zračno in fluidno.“

V potresno ranljivi stavbi, ki ne ustreza današnjim zahtevam za potresno odporne zidane konstrukcije (višina, sistem zidanja, porazdelitev zidov) so odstranili vezne zidove in jo s tem naredili še bolj ranljivo! Po drugi plati pa:

„Čeprav so bila okna v precej slabem stanju, smo se jih vseeno odločili obnoviti zaradi njihove kakovosti in spoštovanja do arhitekturne dediščine. Prenovili smo jih in tako obdržali. Želeli smo, da se ambient časa, v katerem je bila hiša zgrajena, začuti v stanovanju.“

(Delo in dom, druge spletne objave.
Tloris: www.arhitekturni-vodnik.org)


Wienerberger

ZBORNICA ZA
ARHITEKTUR
IN PROSTOR
SLOVENIJE

I Z S
INŽENIRSKA ZBORNICA SLOVENIJE

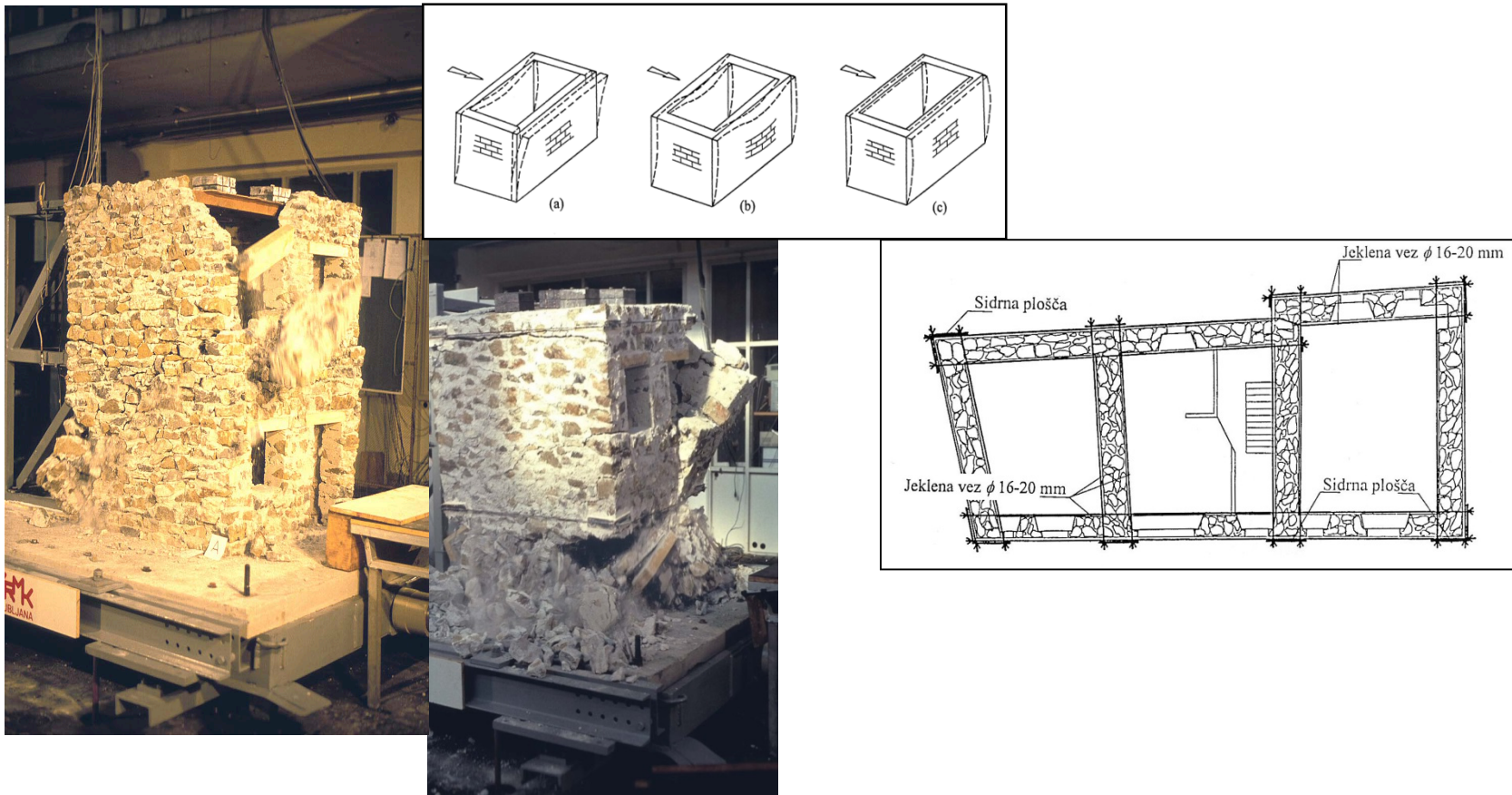
ZAG

Izbira ustrezne metode utrditve

*Kriteriji: raven utrditve, materiali,
tehnologija in usposobljena delovna sila,
stroški, zahteve spomeniškega varstva*

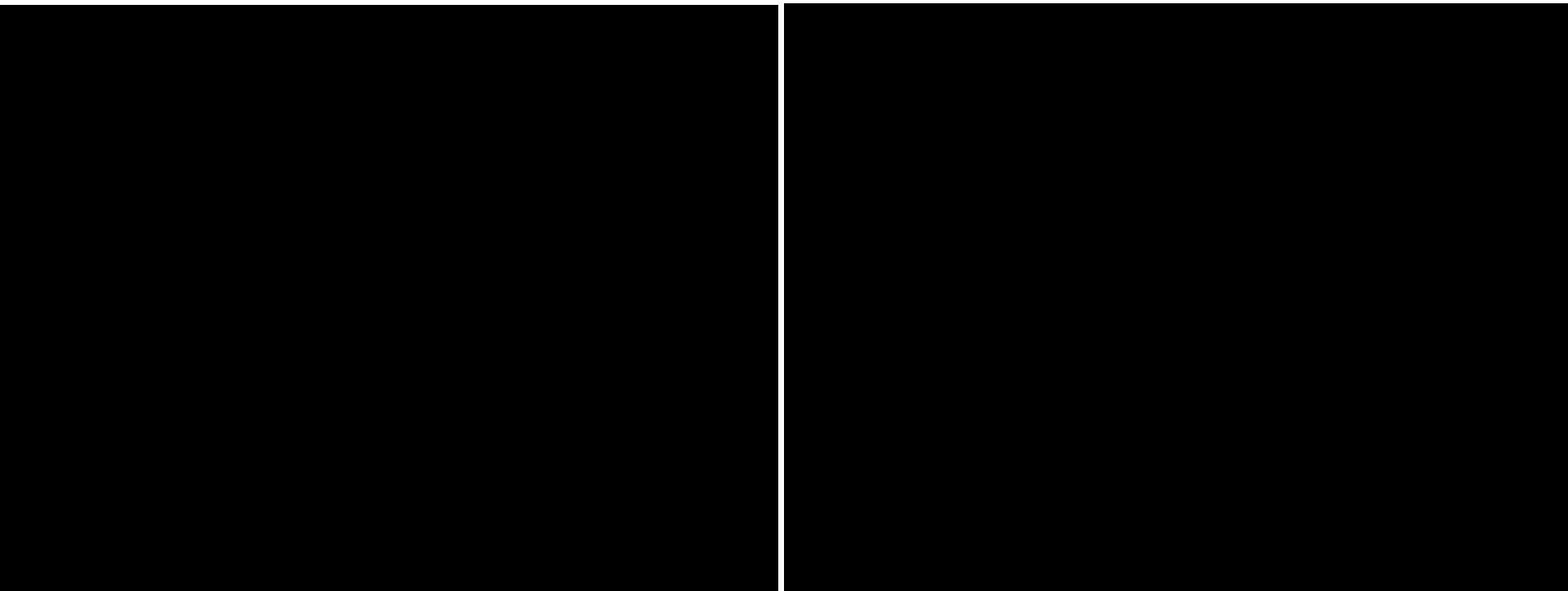
*Učinkovitost uporabljenih metod mora biti
eksperimentalno (ne računsko!) preverjena*

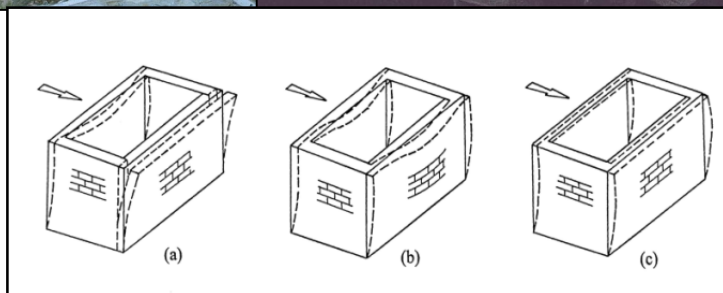
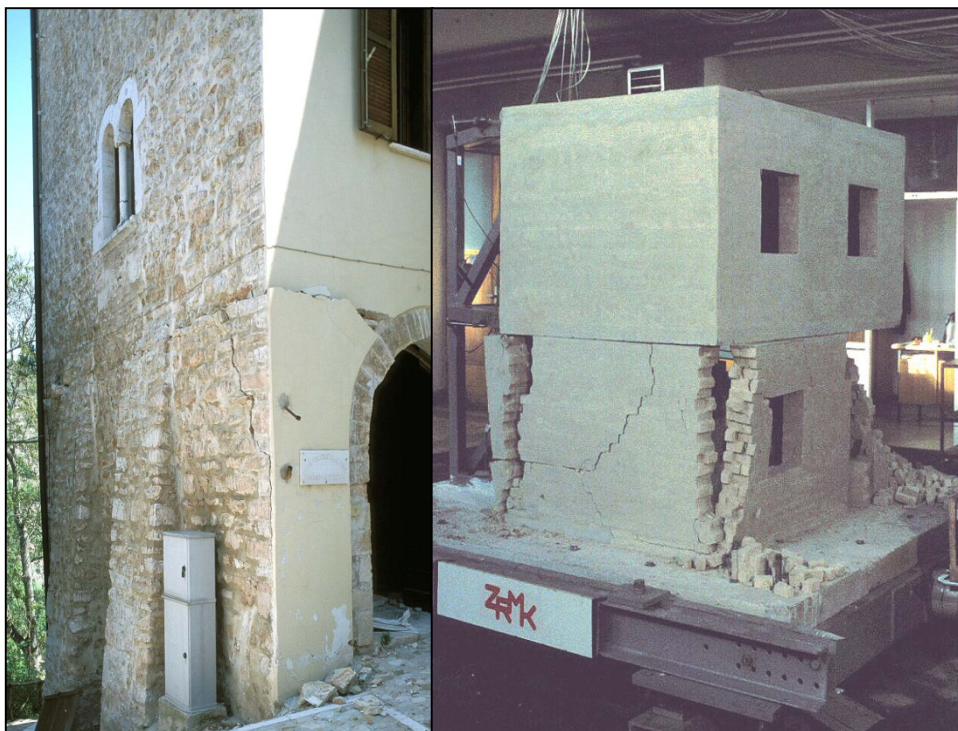
Zagotavljanje celovitosti delovanja konstrukcije



Modela kamnitih hiš z lesenimi stropi, nepovezanim in s povezanim zidovjem, med preiskavo na potresni mizi

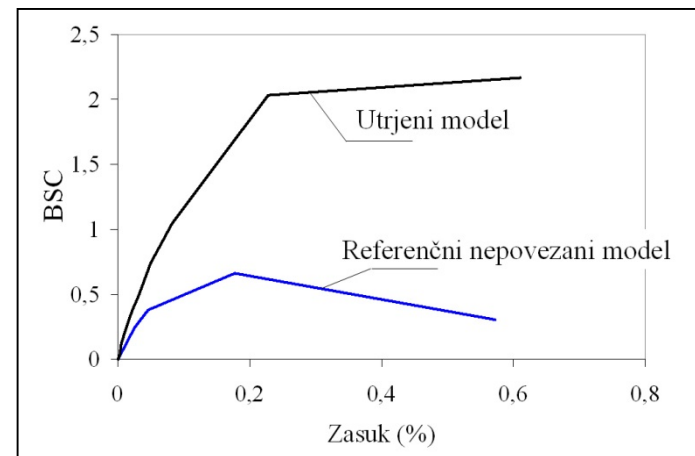
Učinek zidnih vezi: razlika je očitna



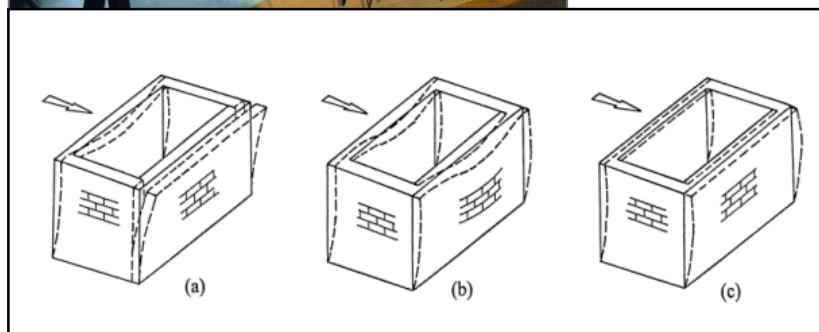


Je zamenjava lesenih stropov z masivnimi ploščami res vedno najboljša rešitev?

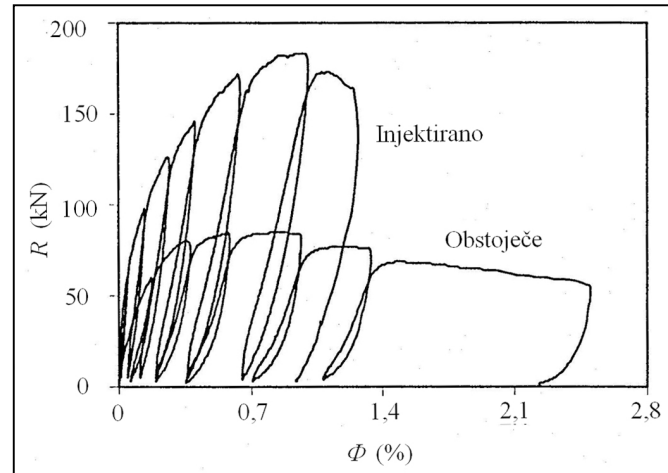
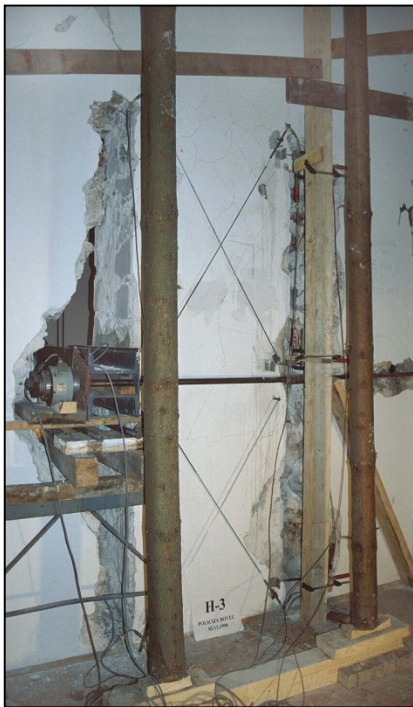
Zagotavljanje celovitosti konstrukcije



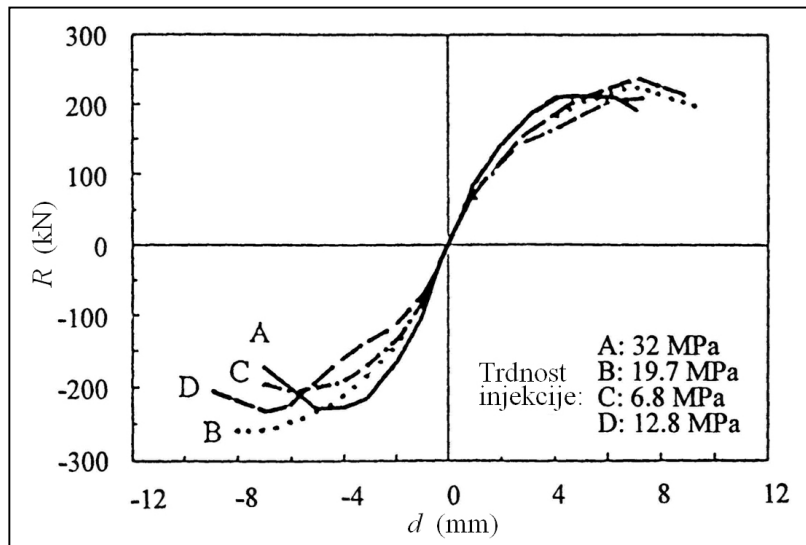
Uporaba karbonskih lamel za povezovanje zidovja



Utrjevanje kamnitih zidov z injektiranjem



Tipični rezultat terenskih strižnih preiskav kamnitega zidu

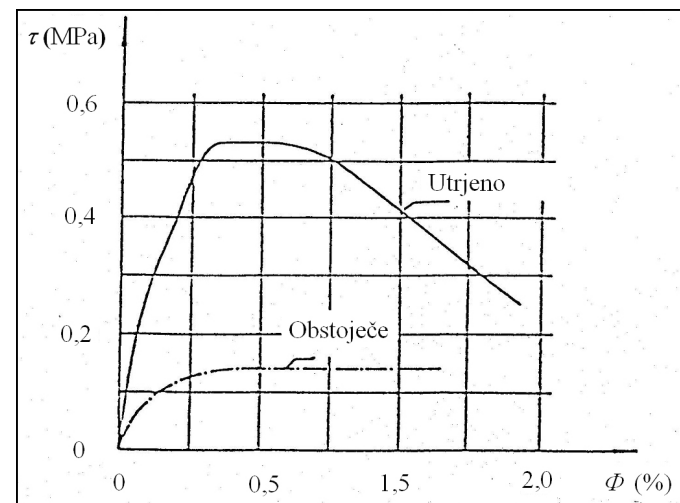


Sestavo injekcijske mešanice lahko prilagodimo zahtevam spomeniškega varstva

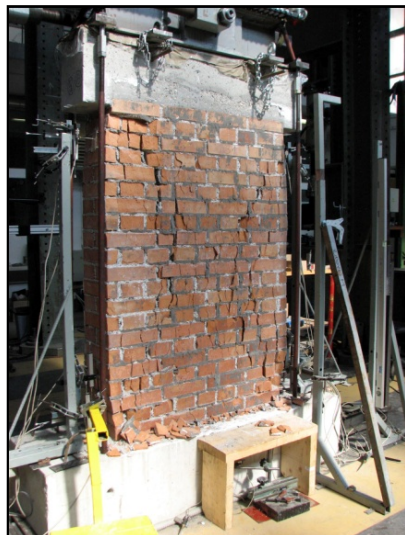
Utrjevanje opečnega zidovja z oblaganjem



*Klasična armirano
cementna obloga*

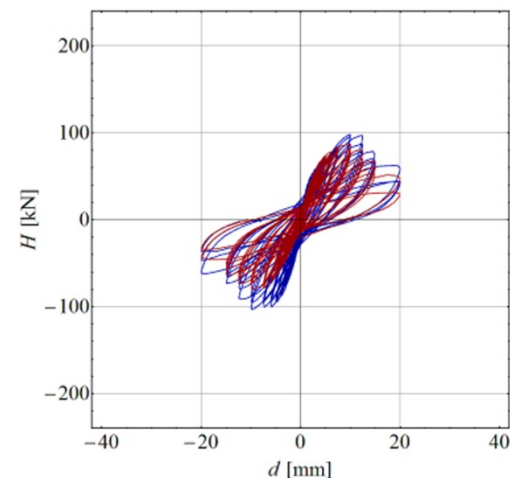


Utrjevanje opečnega zidovja z oblaganjem

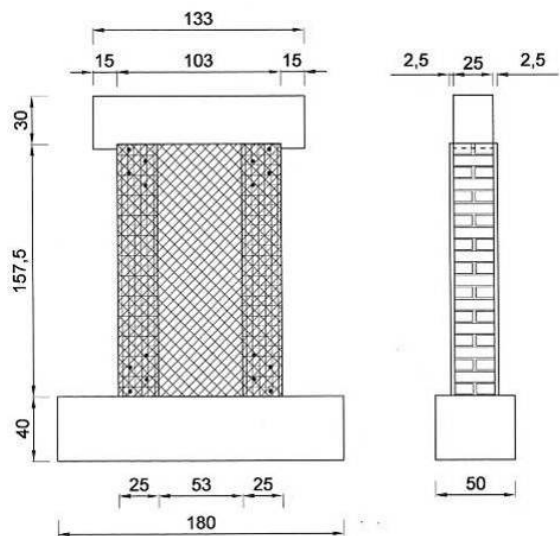


*Diagonalno položena,
nesidrana GFRP mreža in
z vlakni ojačena malta*

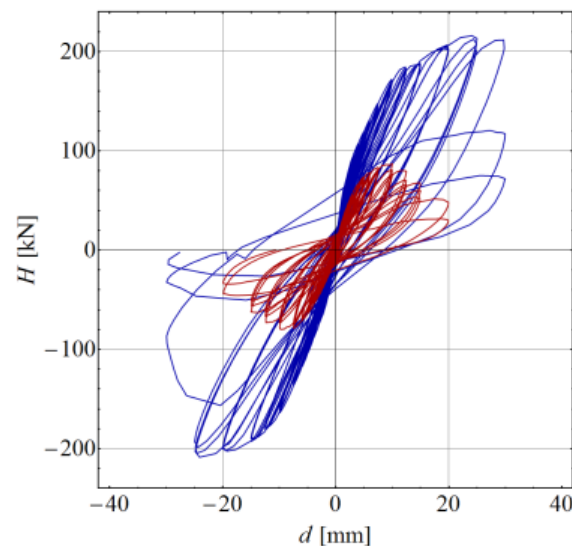
*Diagonalno
nalepljene karbonske
lamele*



Utrjevanje opečnega zidovja z oblaganjem



Polimerne obloge



Diagonalno položena GFRP mreža z navpičnimi robnimi trakovi, sidrana v vogalih zidu, in z vlakni ojačena malta

Opazno izboljšanje

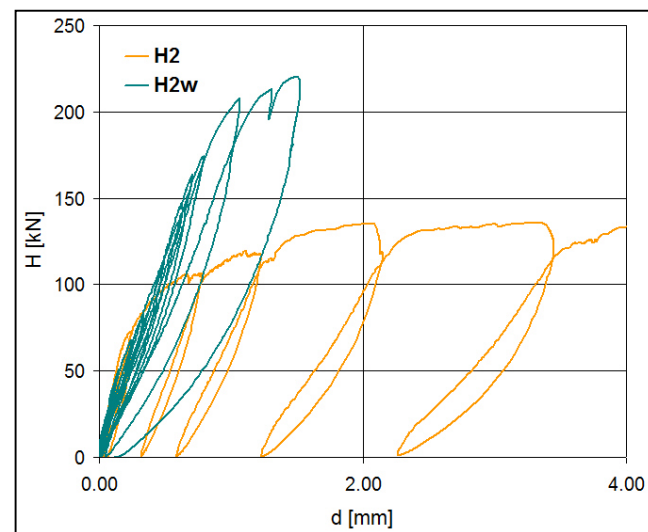
Utrjevanje opečnega zidovja z oblaganjem



*Zid je bil povit v treh nivojih
in utrjen z diagonalno
položenimi trakovi iz CFRP
tkanine v epoksidni matriki*

Polimerne obloge

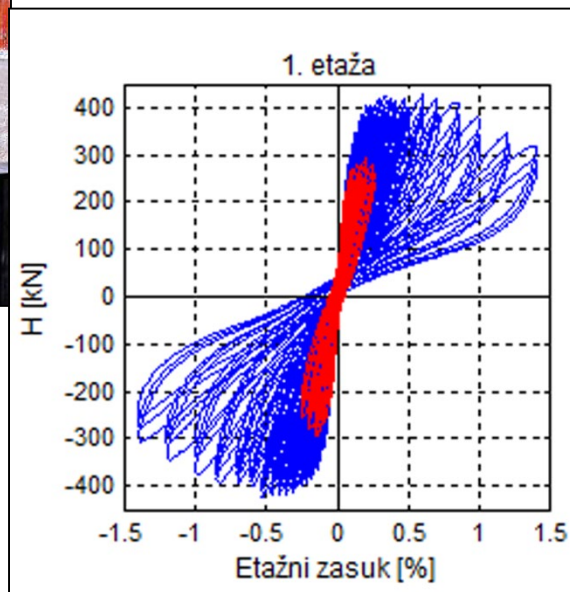
In-situ preiskava



Utrjevanje opečnega zidovja z oblaganjem

Polimerne obloge

Laboratorijska preiskava trinadstropne hiše v naravnem merilu



Preprojektiranje starih zidanih stavb

Ocena stanja konstrukcije

Stopnja poznavanja, faktor zaupanja (lastnosti materialov)

Izbor metode utrjevanja

Skladno s potrebo in v odvisnosti od vrste konstrukcije. Učinkovitost še ne preizkušenih metod je treba dokazati z eksperimentalno preiskavo.

Preprojektiranje

Uporabljeni računski modeli morajo ponazarjati dejansko obnašanje in mehanizme porušitve. Odpornost konstrukcije ocenimo na podlagi poznavanja dejanskih lastnosti materialov

Izvedba del

Spremljamo izvedbo del in po potrebi ter skladno z ugotovljenim stanjem predlagamo spremembe projekta utrditve oziroma prenove

Sklepi

- *Tudi zidane stavbe so lahko potresno odporne, če upoštevamo posebnosti materialov in zahteve za pravilno zasnovano konstrukcije*
- *Čeprav vsebuje potresno odporno projektiranje zidanih stavb načela sodobnega inženirstva in ugotovitve eksperimentalnih raziskav, je še vedno osnovano tudi na izkušnjah*
- *Da bi poenostavili analizo in projektiranje, se vrednosti vplivov obtežb določijo z upoštevanjem bruto dimenzij prerezov elementov in s predpostavko, da je zidovje kot celota elastičen, homogen in izotropen konstrukcijski material*

Sklepi

- Če spoštujemo pravila in uporabimo preverjene metode, lahko tudi starim stavbam izboljšamo potresno odpornost



*Po potresu leta 1998 poškodovane
Drežniške Ravne*



*Prenovljena vas med
potresom leta 2004 ni bila
poškodovana*



HVALA!