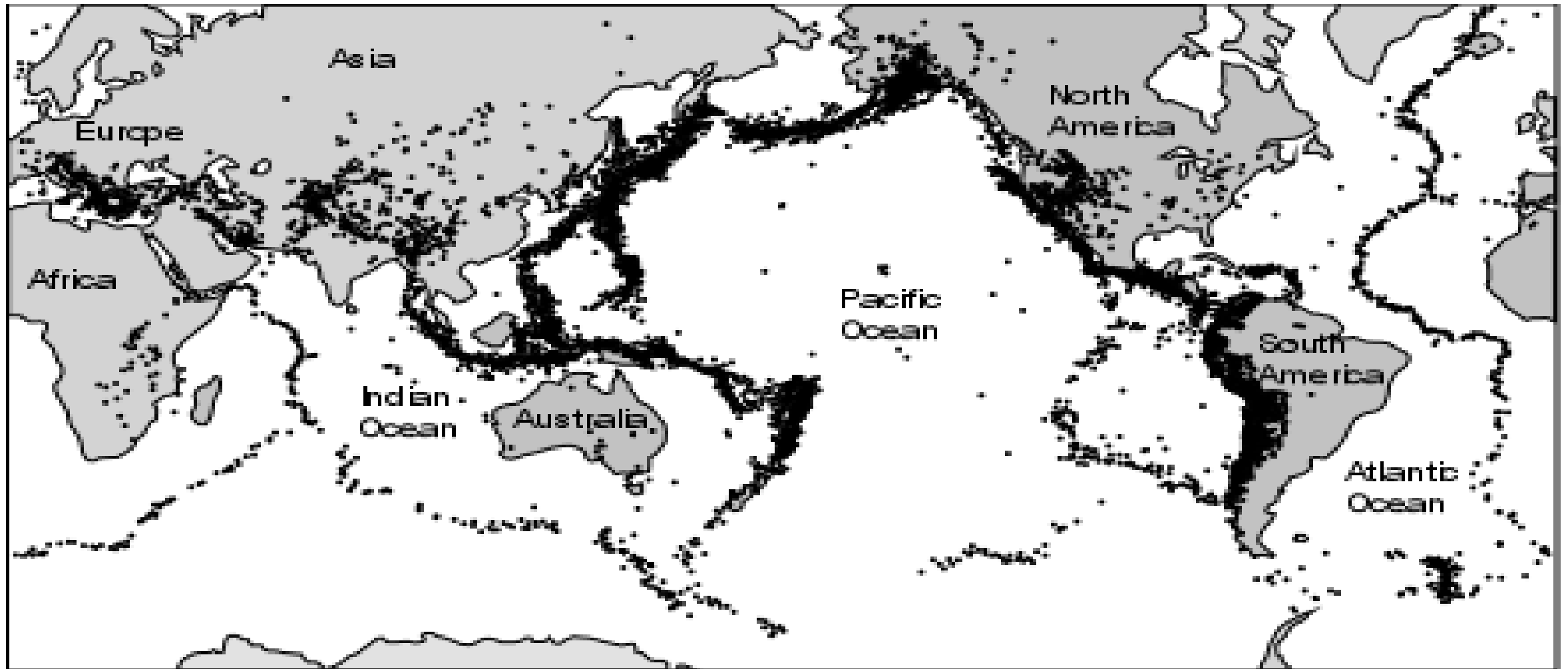
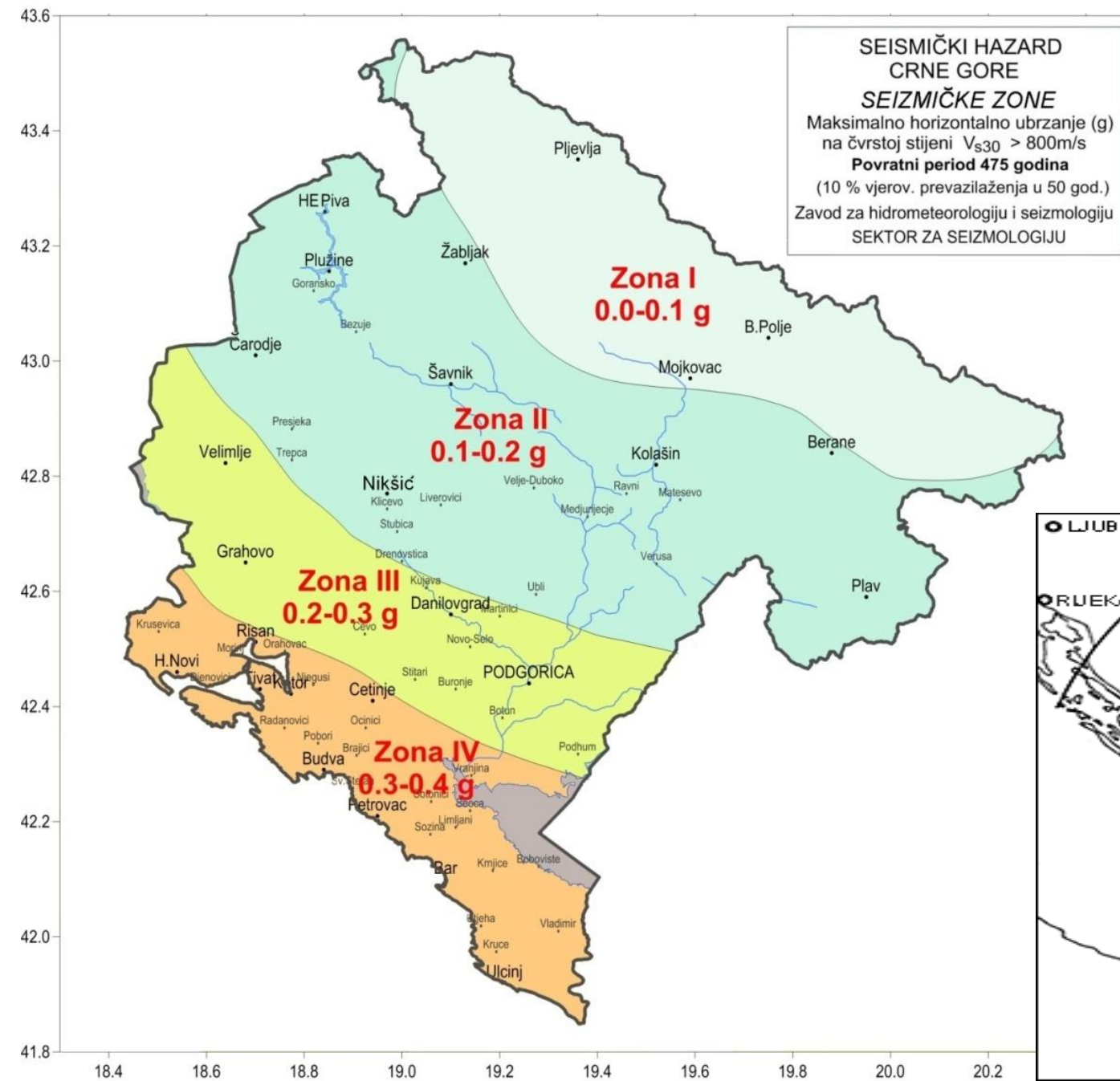
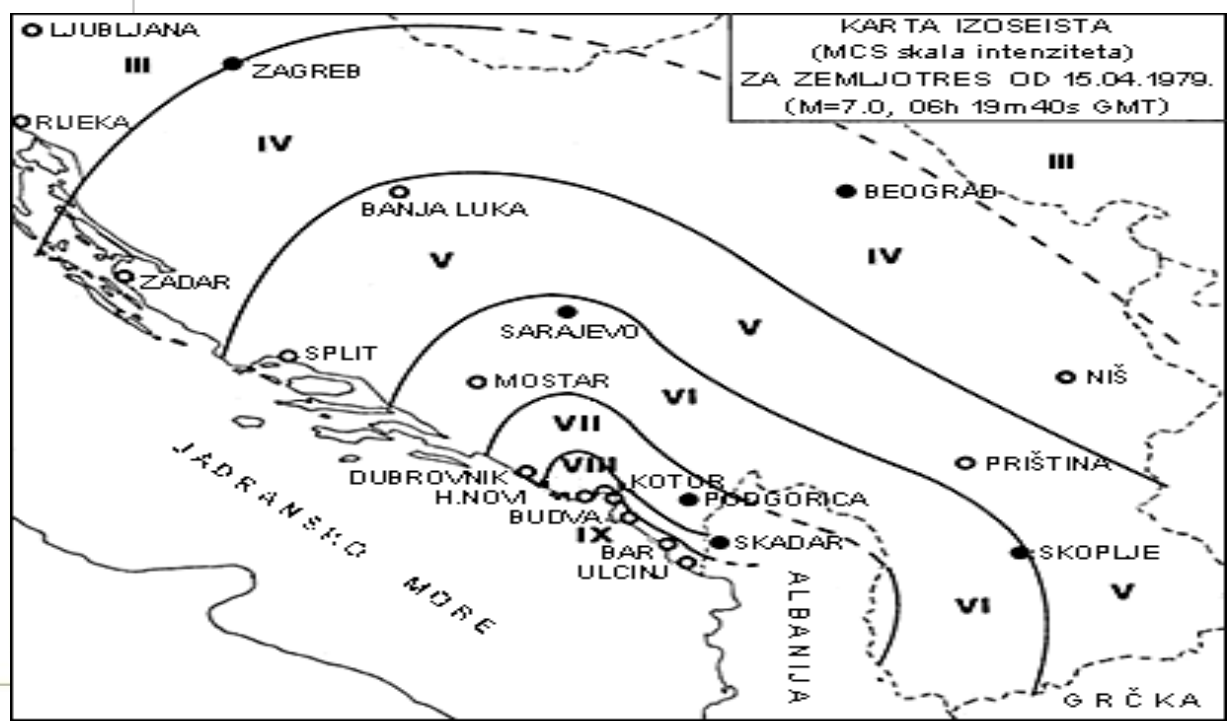


Položaj Crne Gore na seizmološkoj karti svijeta





Zemljotres koji se dogodio 1979. između Bara i Ulcinja sa magnitudom 7.0, na dubini od 12 km. Oštećeno je oko 49,5% stambenih objekata i 38% spomenika kulture, a najbrojnije su bile crkve. Razorena je infrastruktura i brojni javni objekti. Ukupno je oštećeno 1487 objekata prema izvještaju Uneska iz 1984. godine.



U dijelu Eurokoda koji se odnosi na seizmičku analizu konstrukcija, u tački 9, se navodi sa se ovaj propis odnosi na zgrade sa konstrukcijom od: nearmiranih zidanih zidova, zidova sa vertikalnim serklažima i armiranih zidova.

Zahtijeva se da elementi za zidanje budu robusni i da imaju što se tiče šupljina i debljina pregrada i omorača blokova svojstva zahtijevana u tabeli 3.1, standarda MEST EN 1996-1-1.

Normalizovana čvrstoća na pritisak elemenata za zidanje, određena u skladu sa EN 772-1, ne smije biti manja od sljedećih minimalnih vrijednosti:

- upravno na površinu spojnice, $f_{bh,min}$
- paralelno površini spojnice u ravni zida, $f_{bh,min}$.

Seizmička zona	$f_{b,min}$ (MPa = N/mm ²)	$f_{bh,min}$ (MPa = N/mm ²)
Zona I	5,0	-
Zona II	5,0	1,0
Zone III i IV	10,0	2,0

Za nearmirane zidane konstrukcije i konstrukcije sa:

- vertikalnim serklažima minimalna čvrstoća maltera na pritisak iznosi: $f_{m,min} = 5\text{MPa}$,
- za armirane zidane konstrukcije iznosi $f_{m,min} = 10\text{MPa}$.

	Materijali i ograničenja za elemente za zidanje							
	Grupa 1 (svi materijali)	Elementi za zidanje	Grupa 2		Grupa 3		Grupa 4	
			Vertikalne šupljine				Horizontalne šupljine	
Zapremina svih šupljina (% bruto zapremine)	≤ 25	glina	> 25; ≤ 55		≥ 25; ≤ 70		≥ 25; ≤ 70	
		kalcijum silikat	> 25; ≤ 55		ne koristi se		ne koristi se	
		beton ^b	> 25; ≤ 60		≥ 25; ≤ 70		≥ 25; ≤ 50	
Zapremina pojedinačne šupljine (% bruto zapremine)	≤ 12,5	glina	svaka od pojedinačnih šupljina ≤ 2; šupljine za hvatanje ukupno ≤ 12,5		svaka od pojedinačnih šupljina ≤ 2; šupljine za hvatanje ukupno ≤ 12,5		svaka od pojedinačnih šupljina ≤ 30	
		kalcijum silikat	svaka od pojedinačnih šupljina ≤ 15; šupljine za hvatanje ukupno ≤ 30		ne koristi se		ne koristi se	
		beton ^b	svaka od pojedinačnih šupljina ≤ 30; šupljine za hvatanje ukupno ≤ 30		svaka od pojedinačnih šupljina ≤ 30; šupljine za hvatanje ukupno ≤ 30		svaka od pojedinačnih šupljina ≤ 25	
Deklarisane vrijednosti debljine pregrada i omotača (mm)	Nema zahtjeva		pregrada	omotač	pregrada	omotač	pregrada	omotač
		glina	≥ 5	≥ 8	≥ 3	≥ 6	≥ 5	≥ 6
		kalcijum silikat	≥ 5	≥ 10	ne koristi se		ne koristi se	
		beton ^b	≥ 15	≥ 18	≥ 15	≥ 15	≥ 20	≥ 20
Deklarisane vrijednosti kombinovanih debljina ^a pregrada omotača (% ukupne širine)	Nema zahtjeva	glina	≥ 16		≥ 12		≥ 12	
		kalcijum silikat	≥ 20		ne koristi se		ne koristi se	
		beton ^b	≥ 18		≥ 15		≥ 45	

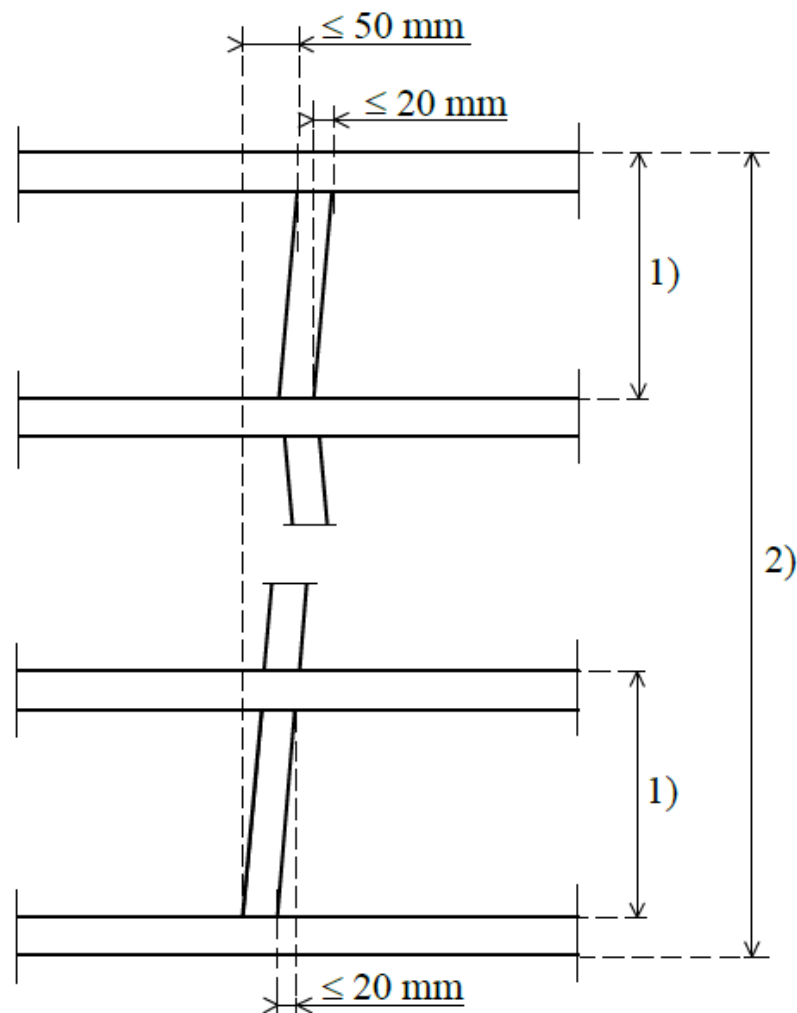
OSNOVNA PRAVILA ZA ODABIR MATERIJALA I IZVOĐENJE ZIDANIH KONSTRUKCIJA

Standard MEST EN 1996-2 daje osnovna pravila za odabir materijala i izvođenje zidanih konstrukcija, uključujući:

- odabir materijala za zidanje;
- faktore koji utiču na performanse i trajnost zidanih konstrukcija;
- otpornost zgrada na prodor vlage;
- skladištenje, pripremu i upotrebu materijala na gradilištu;
- izvođenje zidanih konstrukcija;
- zaštitu zidane konstrukcije tokom izvođenja

Ravnost u bilo kom metru ± 10 mm
u 10 metara ± 50 mm

Debljina sloja zida ± 5 mm ili $\pm 5\%$

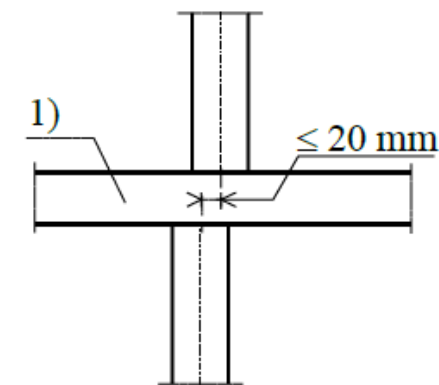


Legenda

- 1) visina sprata
- 2) visina zgrade

a) Vertikalnost

Maksimalna vertikalna odstupanja



Legenda

- 1) međuspartna tavanica
- b) Vertikalno poravnanje

Iskustvene preporuke vezane za izvođenje

Zidni elementi na gradilištu moraju biti složeni po vrstama i zaštićeni od atmosferilija.

Malter, veziva i agregat moraju biti transportovani do gradilišta na način da zadrže specificirana tehnička svojstva.

Malter se mora miješati mašinski.

Prije ugradnje nadzorni inženjer treba da provjeri ateste proizvoda i napravi vizualni pregled elemenata za zidanje.

Svi elementi za zidanje, nezavisno od vrste materijala, prije ugradnje se moraju dobro natopiti vodom

Debljina horizontalnih i vertikalnih spojnica popunjena malterom je najmanje **10 mm, ali ne više od 15 mm.**

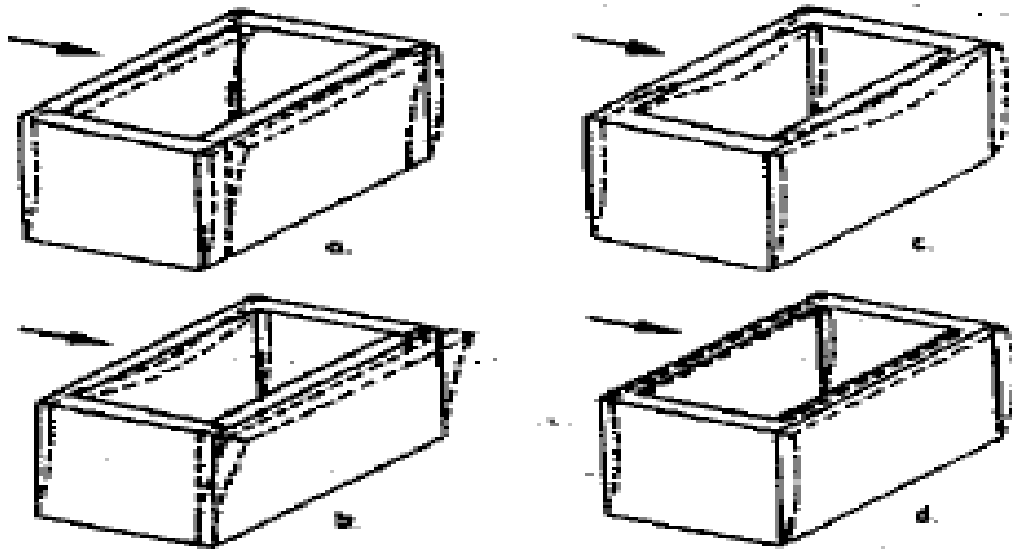
Malter u horizontalnim i vertikalnim spojnicama mora biti uvučen, u odnosu na vanjsku ravan, **najmanje 5 mm** što omogućuje prihvatanje maltera ili naknadnu obradu spojnica.

Pri zidanju se zidni elementi trebaju preklapati za 1/2 zidnog elementa, mjereno u smjeru zida.

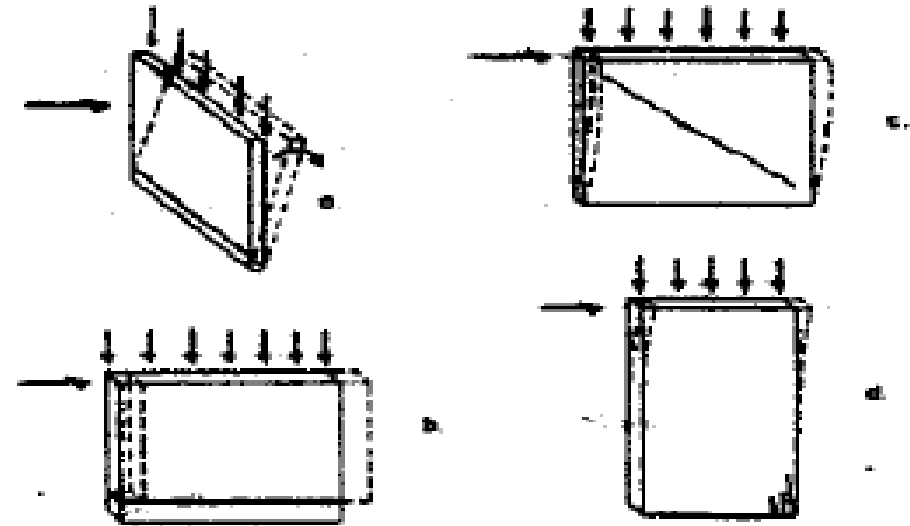
U zidovima jedne visine, sprata ili slično, dozvoljeno je korištenje iste vrste i čvrstoće (marke) maltera za zidanje nosivih i pregradnih zidova.

Svi uglovi i ukrštanja zidova istih ili različitih debljina moraju se izvesti zidarskim vezom.

Odgovor objekta kao cjeline i zidova na dejstvo horizontalnih sila



Vibracije zidane zgrade u zavisnosti od stepena povezanosti zidova

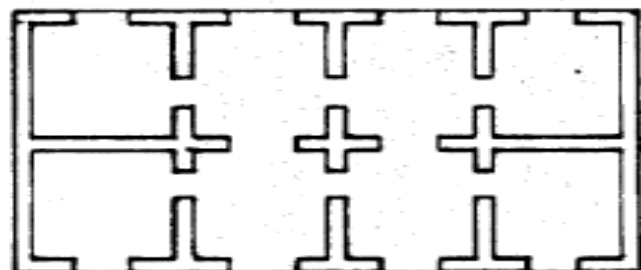


Mehanizam rušenja slobodnostojećeg zida usled dejstva horizontalnih seizmičkih sila

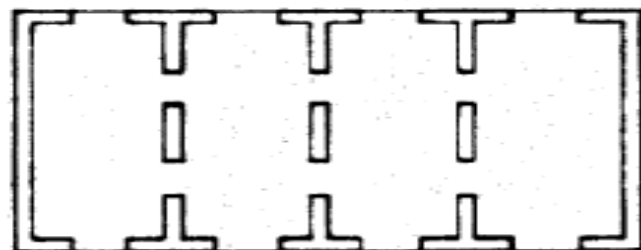
Usljed horizontalnog dejstva seizmičkih sila mogu nastati sljedeći mehanizmi loma zidanih zidova:

- lom van ravni zida,
- od klizanja po horizontalnoj malterskoj spojnici,
- od otvaranja dijagonalnih pukotina u vertikalnim i horizontalnim materskim spojnicama ili raspucavanja zida po zidnim elementima,
- od savijanja

Značaj konstruktivnog koncepta konstrukcije



dobro

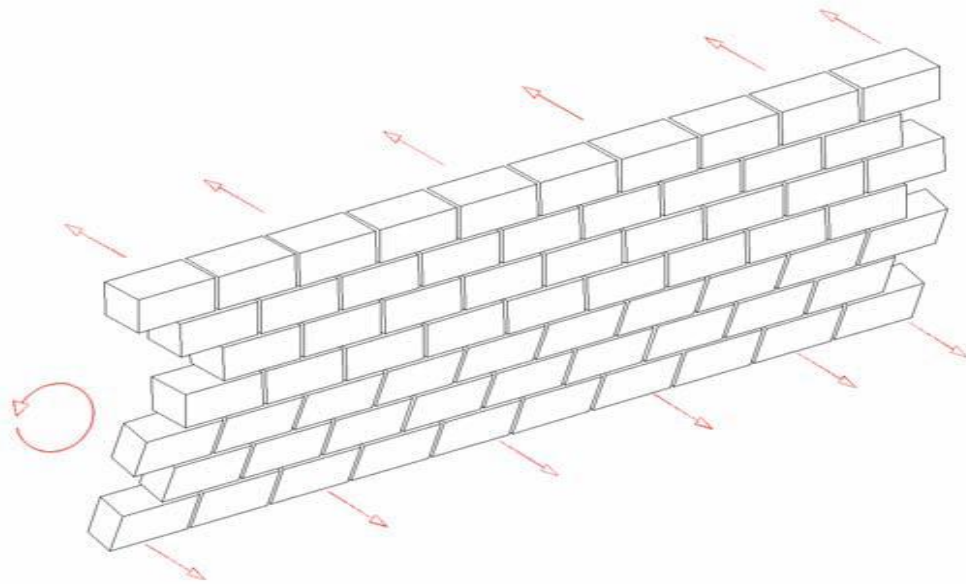


nije dobro

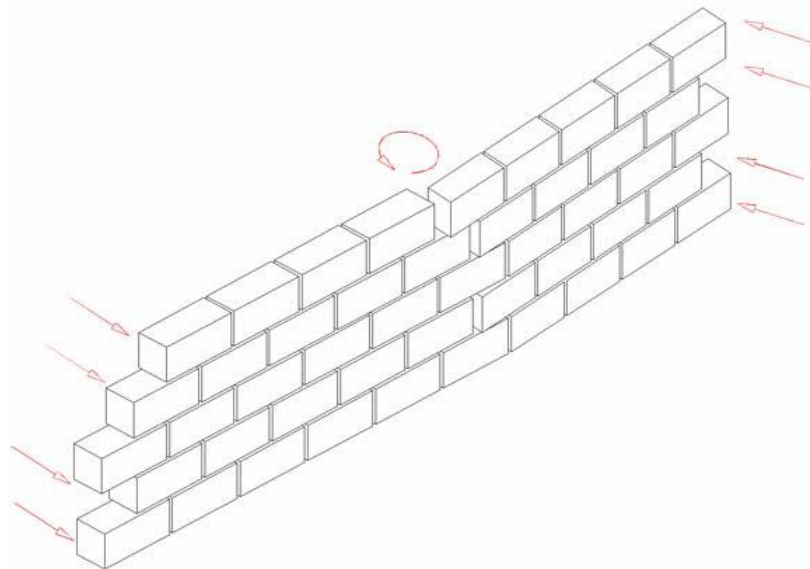
Raspored konstruktivnih zidova u ravni

Pri projektovanju zidanih konstrukcija treba težiti ravnomjernom rasporedu zidova u oba ortogonalna pravca objekta. I kod zidanih objekata kod kojih se tereti tavanica prenose u jednom pravcu, moraju postojati zidovi u drugom pravcu. Oni će se angažovati u prijemu horizontalnih sila.

Treba težiti simetričnom rasporedu zidova u osnovi i kontinuitetu zidova po visini objekta. Pravilnim konstruktivnim konceptom konstrukcije izbjegavaju se efekti torzije.

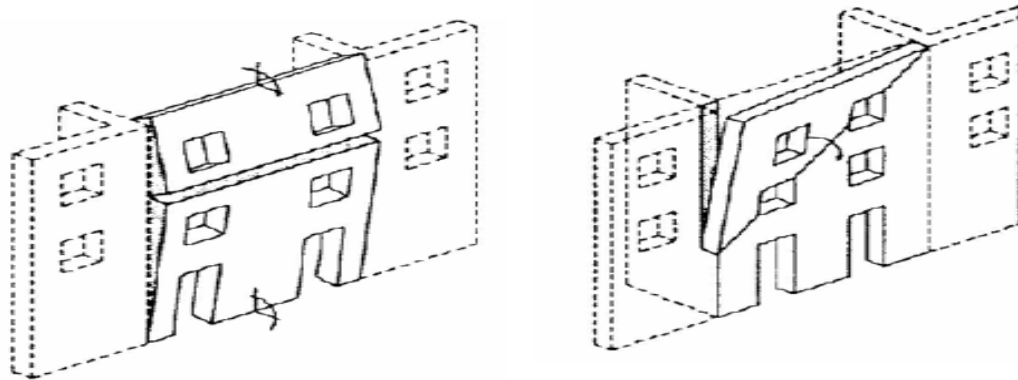


Lom zida izazvan savijanjem van ravni zida – ravan loma je paralelna horizontalnim malterskim spojnica



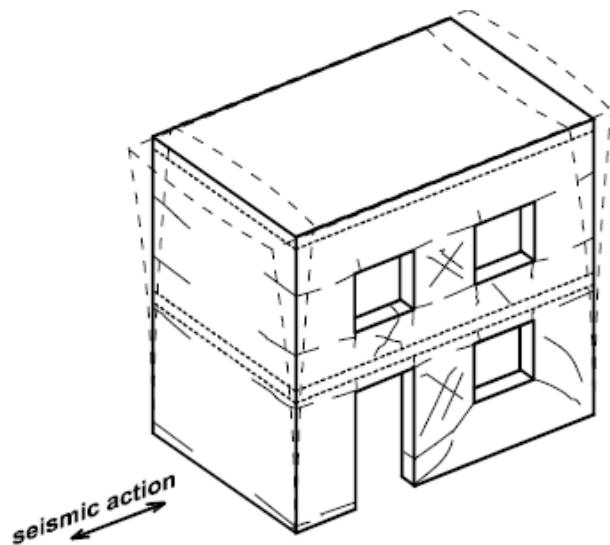
Lom zida izazvan savijanjem van ravni zida – ravan loma je upravna na horizontalne malterske spojnice

Značaj stepena povezanosti zidova



Zidane zgrade su konstrukcije prostornog, kutijastog tipa. Ponašanje zidanih objekata pri dejstvu zemljotresa u mnogočemu zavisi od načina i stepena povezanosti zidova.

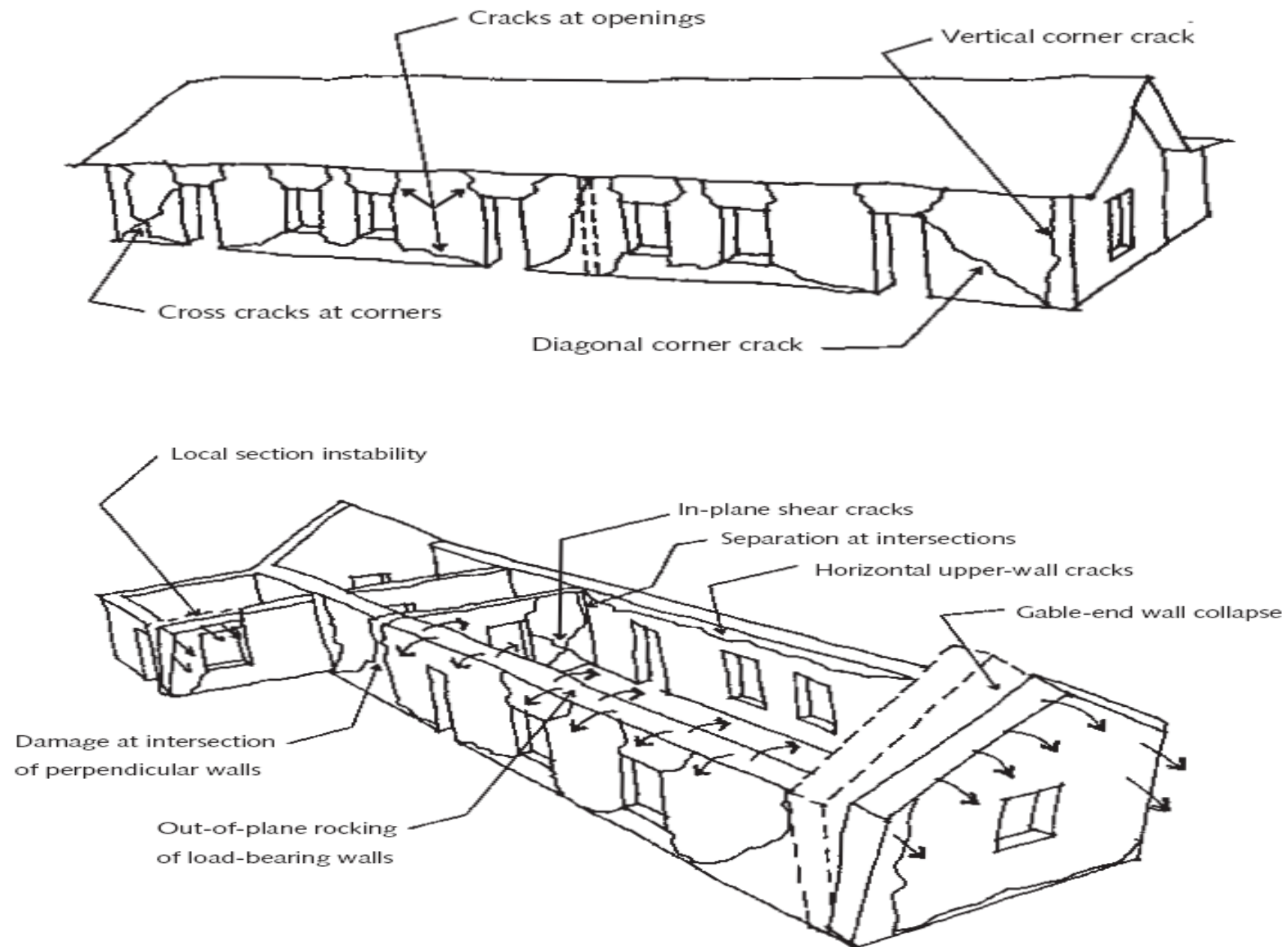
Rušenja zida van svoje ravni usled slabe povezanosti zidova



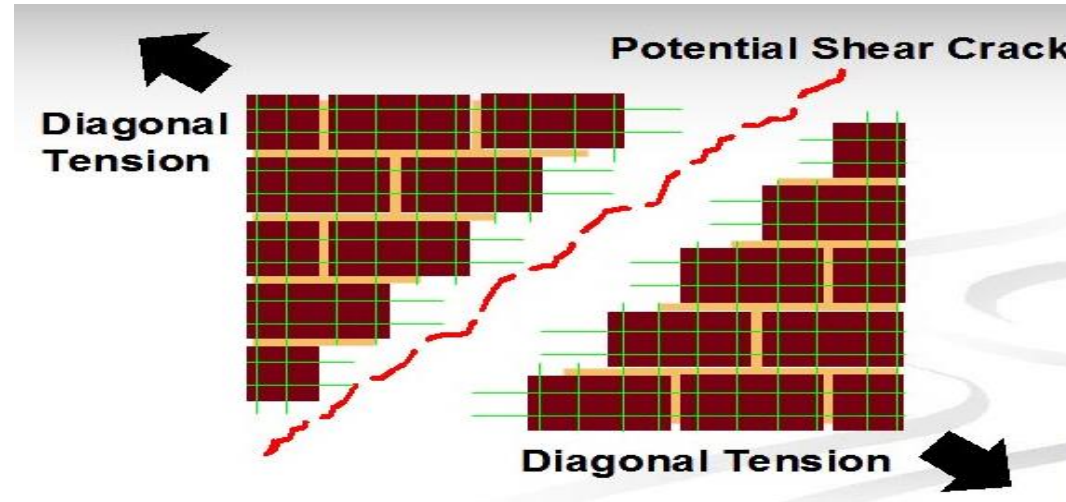
Dijagonalne prsline u zidu donje etaže i ispadanje zida gornje etaže

Kod zgrada sa drvenim tavanicama pojedini zidovi teže da se odvoje za vrijeme zemljotresa, na crtežu vidimo kako se zidovi gornje etaže deformišu usljed slabe povezanosti i dejstva horizontalne sile upravno na ravan zida.

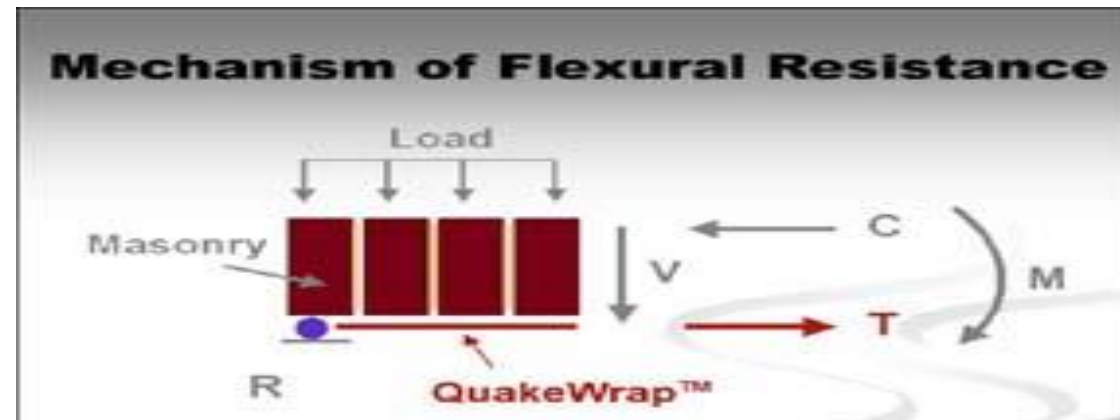
Zidovi donje etaže su povezani krutom horizontalnom tavanicom, te imaju mehanizam loma na smicanje. Javljaaju se karakteristične dijagonalne prsline.



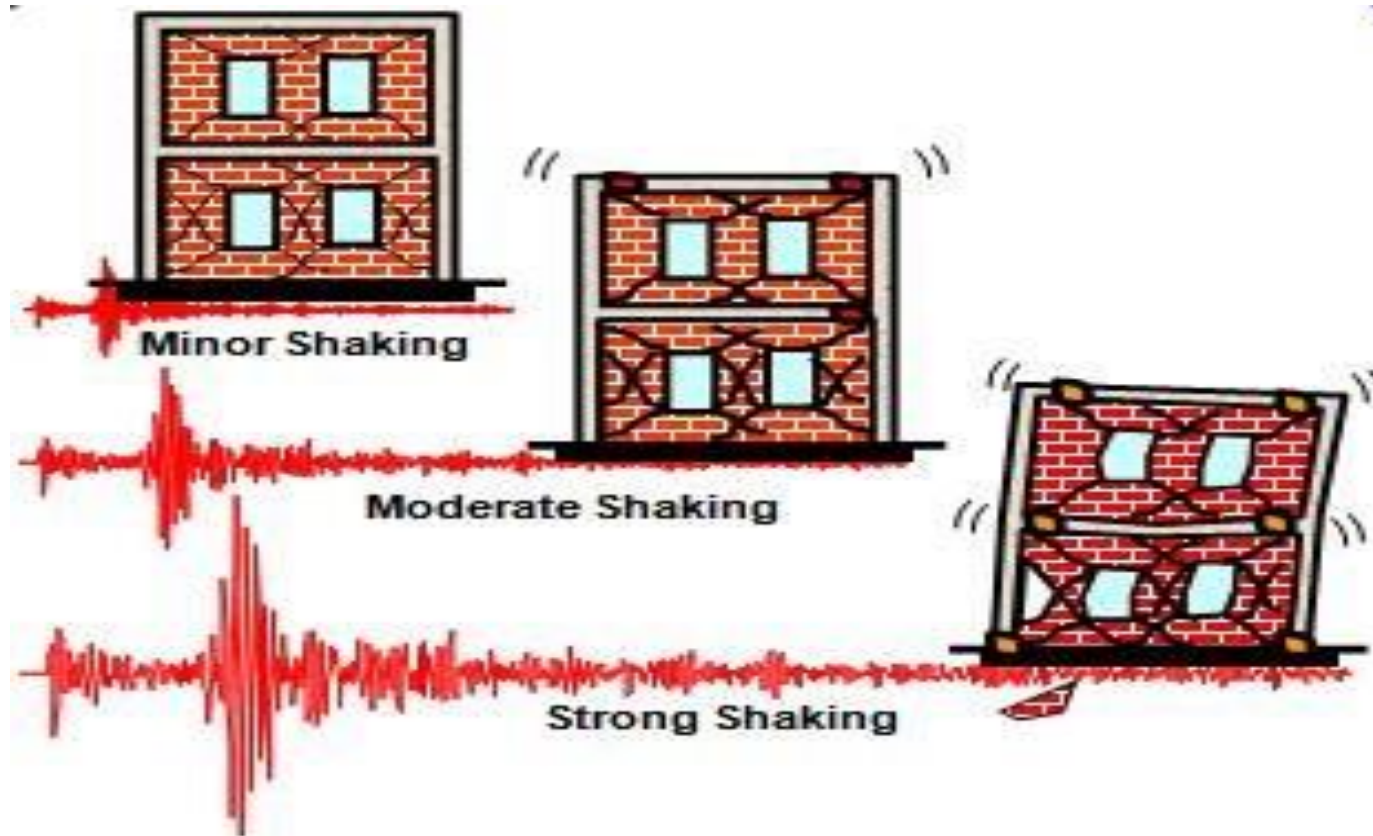
Tipična oštećenja registrovana nakon zemljotresa u Northrigu 1994. god



Lom na smicanje - otvaranje dijagonalnih pukotina u zidu usljed prekoračenja glavnih napona

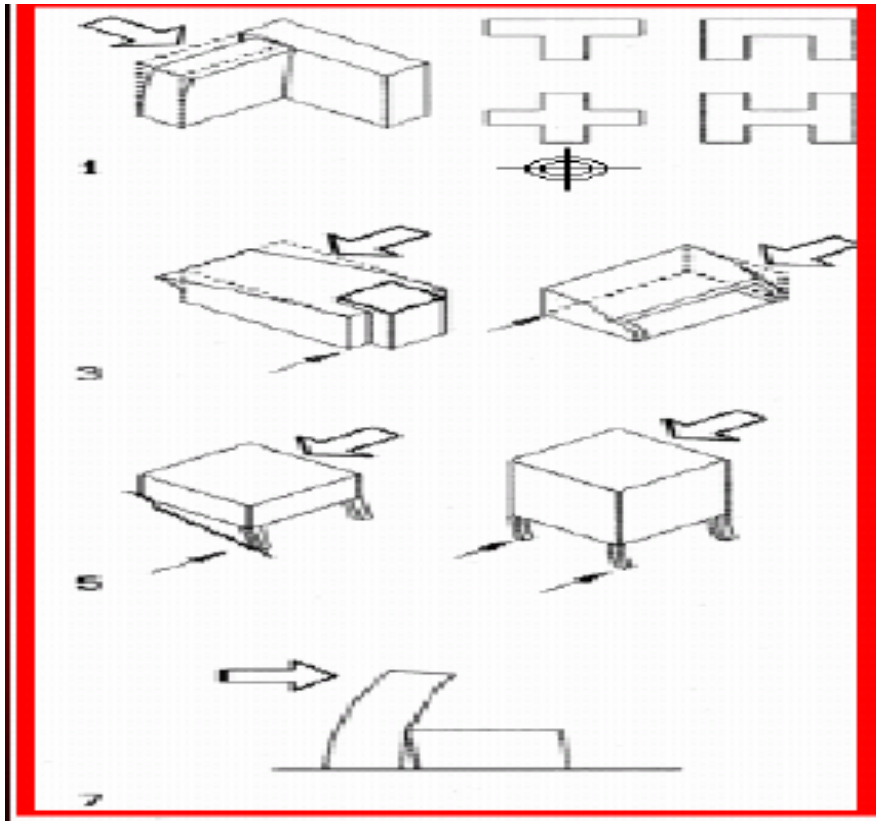


Lom na savijanje - lijeva ivica se zateže, a desna pritiska. Sile mogu biti prihvaćene armaturom u vertikalnim serklažima

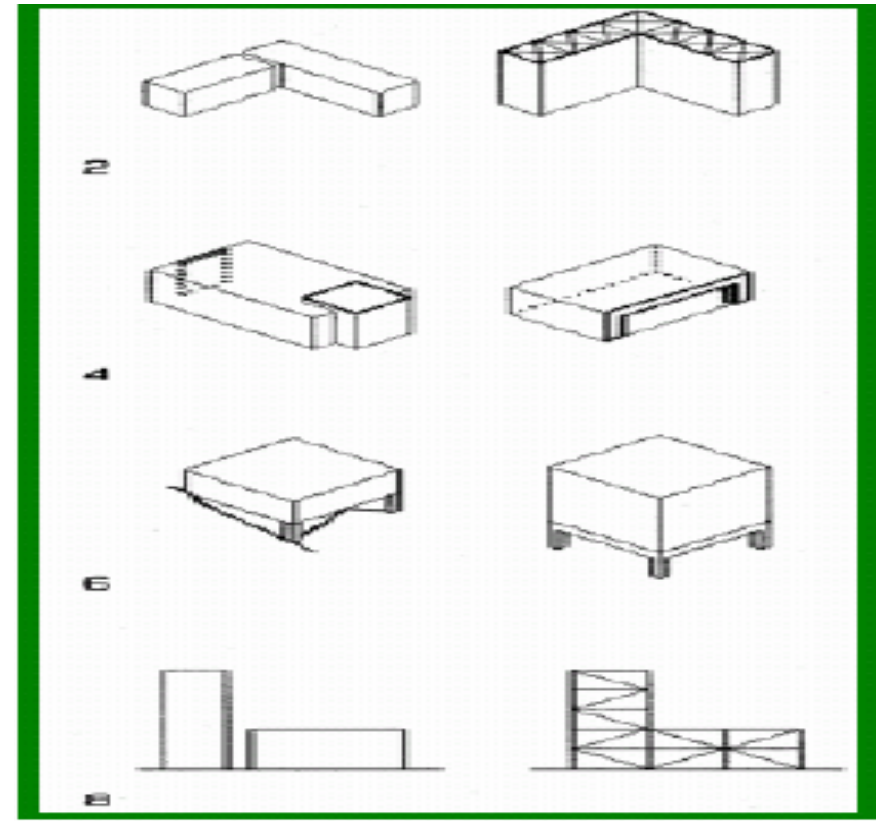


Odgovor zidanog objekta na dejstva: slabog, umjerenog i jakog zemljotresa

Zatezanje prima materijal u zidu, te kvalitet materijala presudno utiče na nosivost zida. AB elementi u zidanim zidovima se aktiviraju pri dejstvu snažnih zemljotresa.

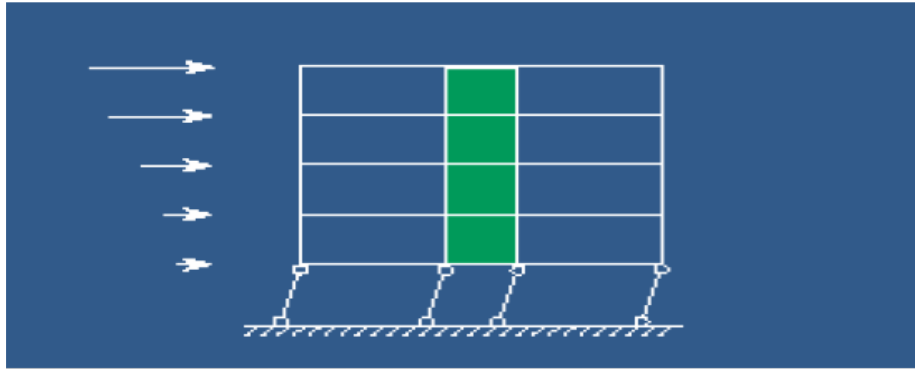


**Loš konstruktivni koncept
konstrukcije**

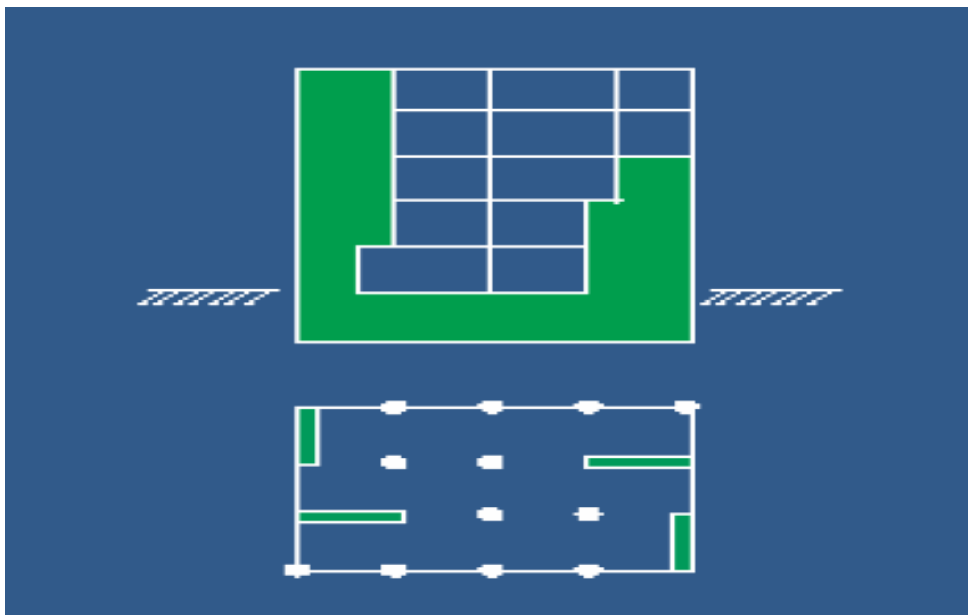


**Dobar konstruktivni koncept
konstrukcije**

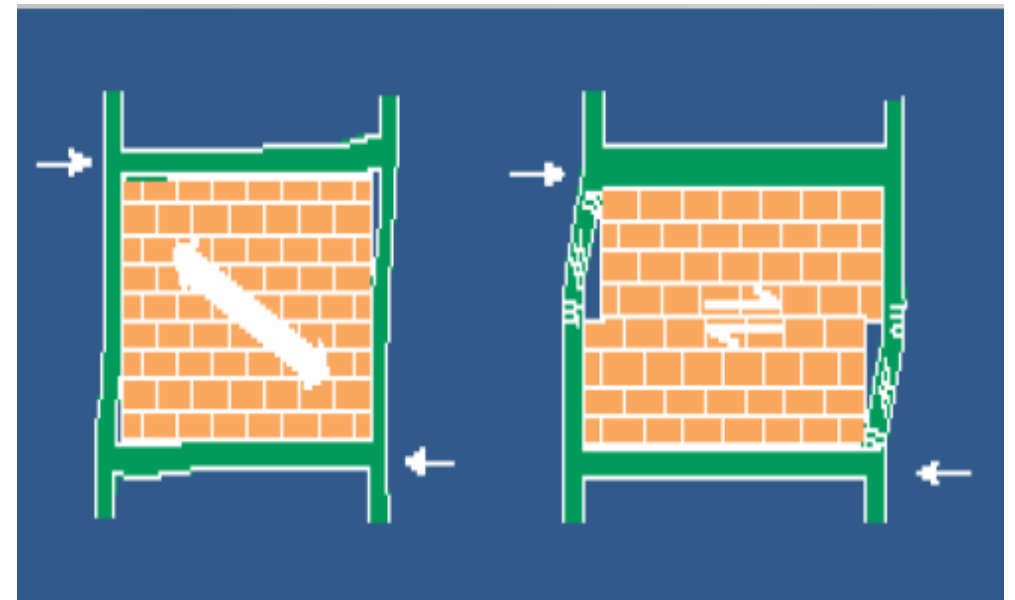
Izbjegavati meko prizemlje



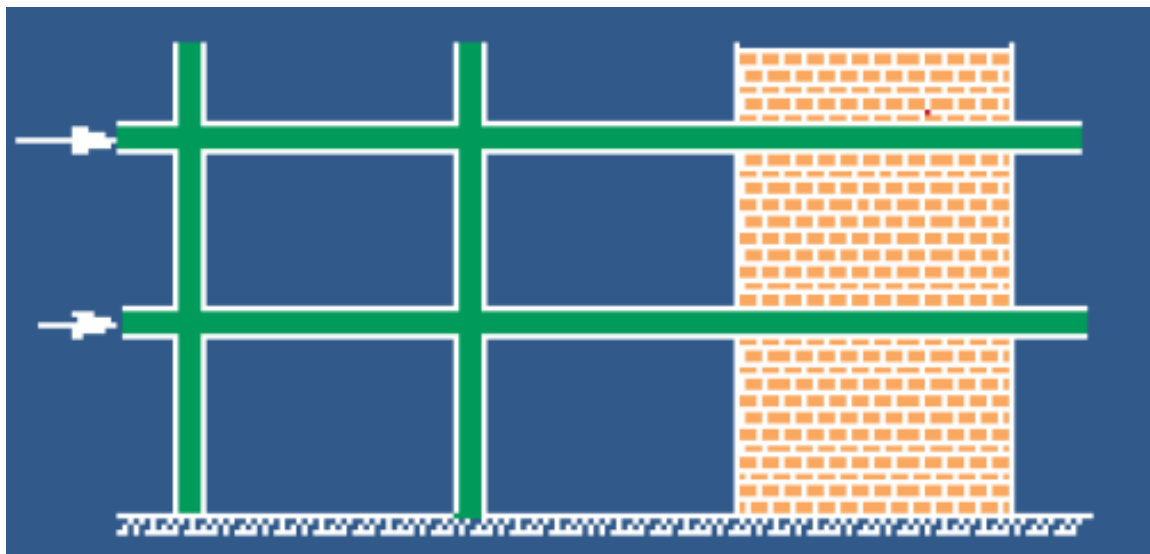
Posljedice mekog prizemlja



Izbjegavati diskontinuitet krutosti



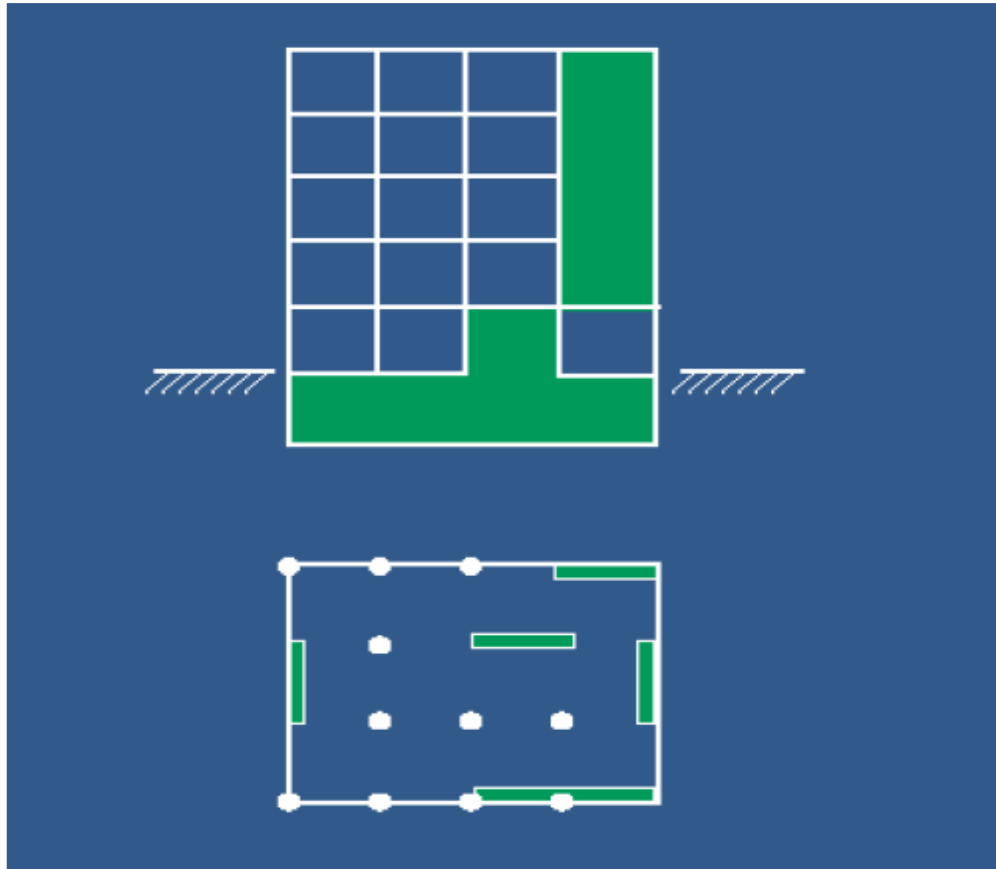
Izbjeći krutu vezu fleksibilnog zida i ispune od opeke



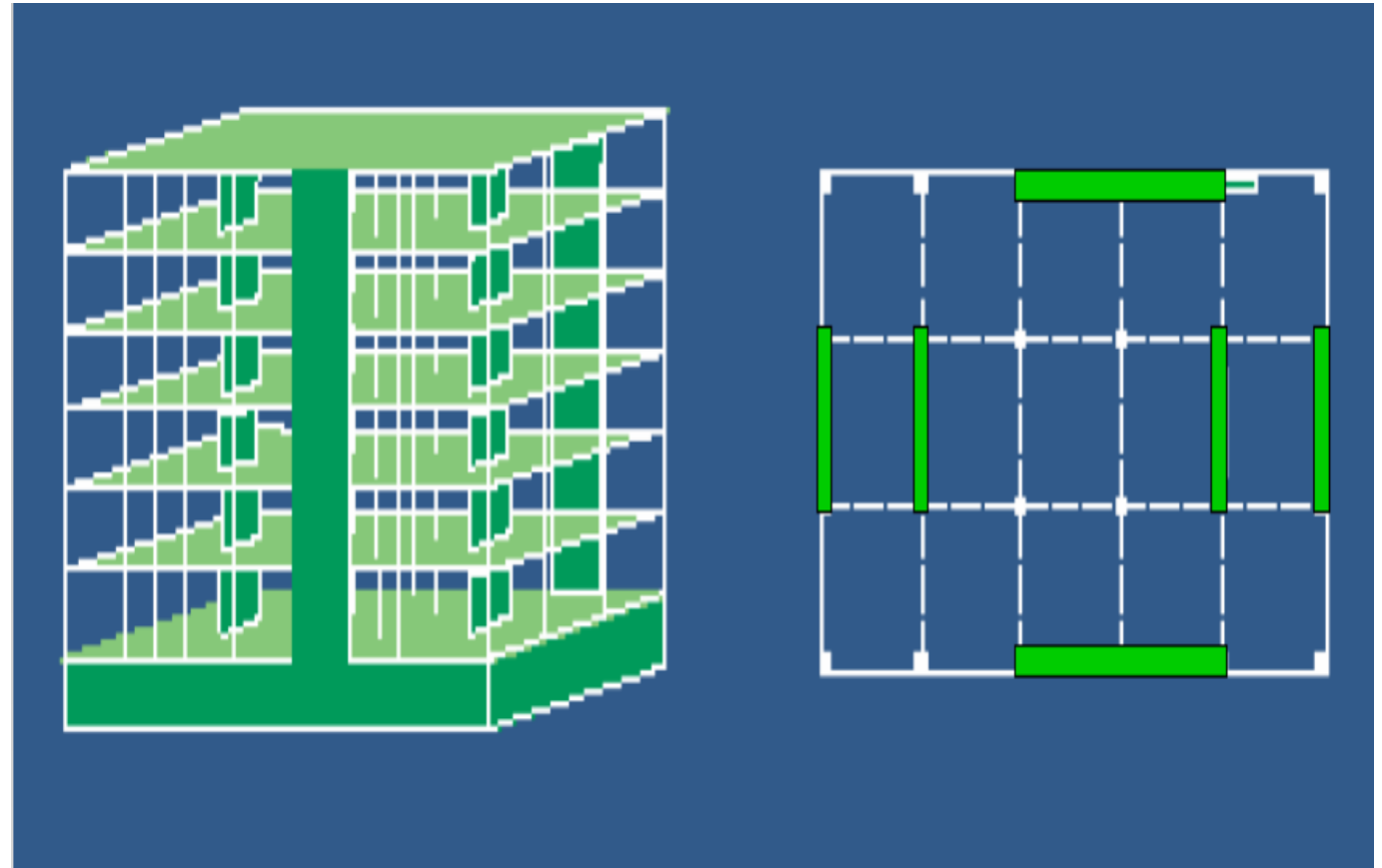
Zabranjeno je mješanje sistema



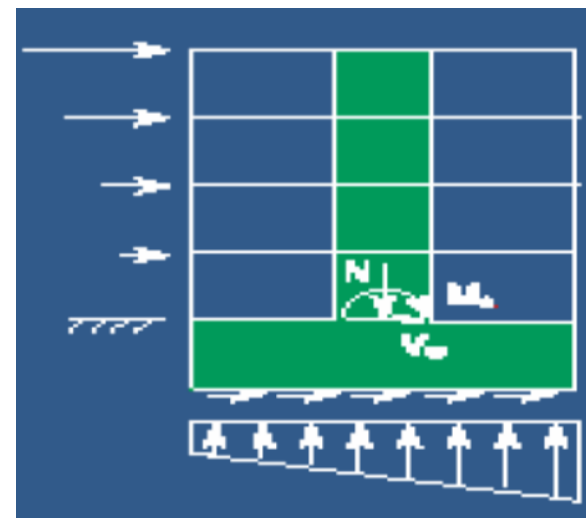
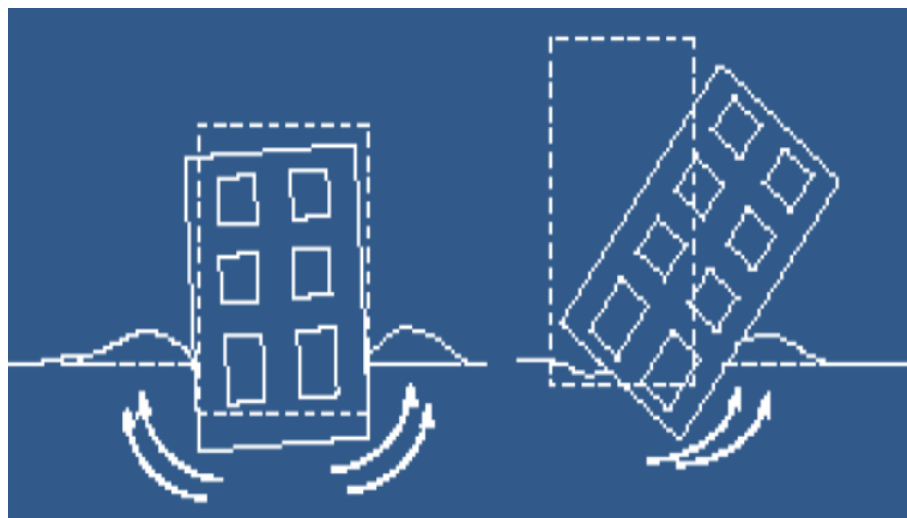
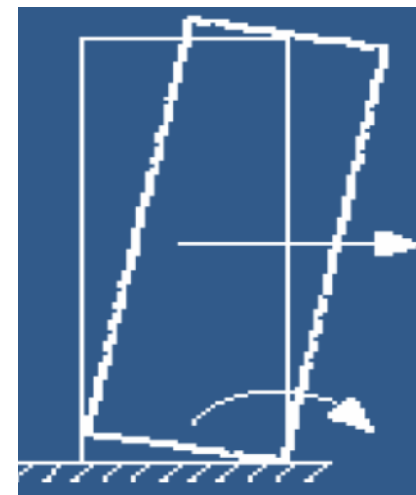
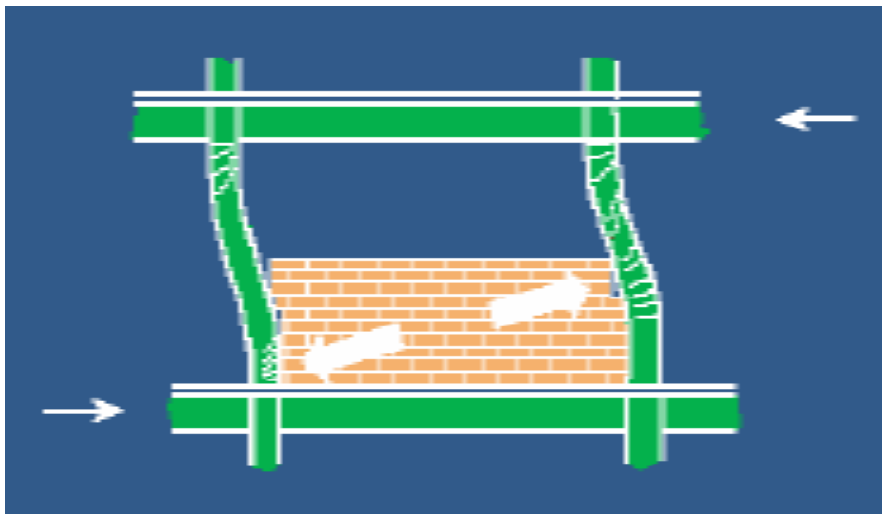
Izbjeći diskontinuitet nosivih zidova
i zidova za ukrućenje po visini



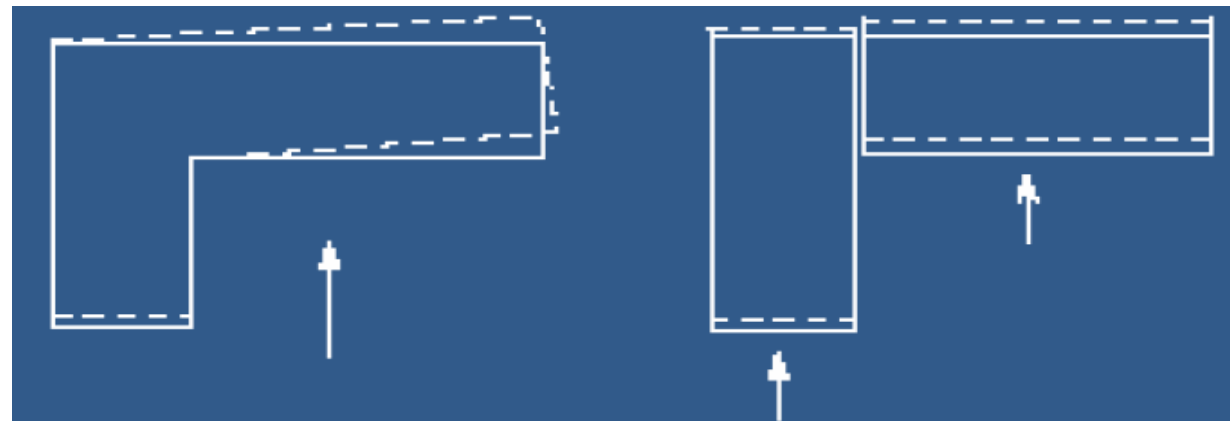
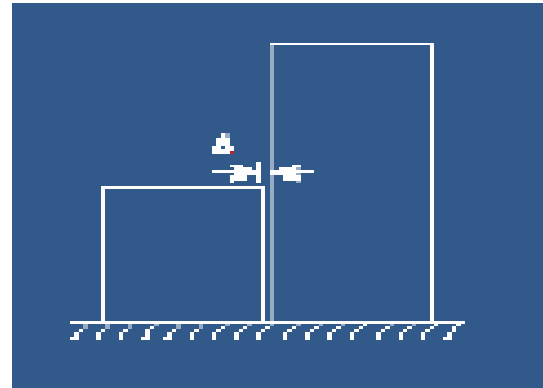
Postići pravilan raspored zidova u
osnovi i po visini



Izbjegavati djelimično ispunjena polja ramovskih konstrukcija



Dilatacije





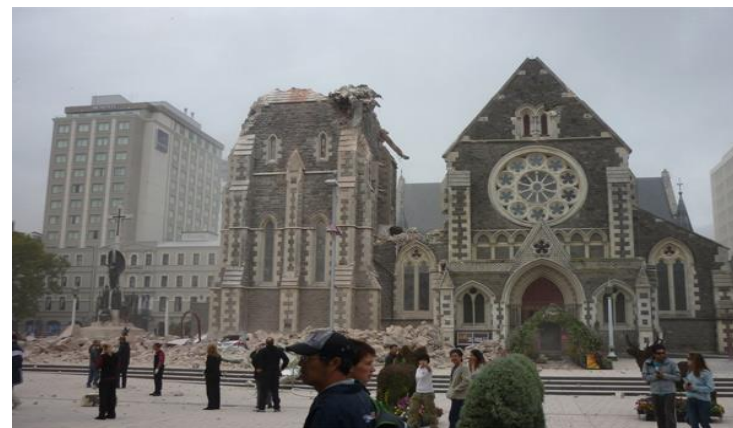
*Loše odabran konstruktivni sistem,
zemljotres Northridge, Los Angeles, 1994,
skeletna konstrukcija, opeka ispuna*



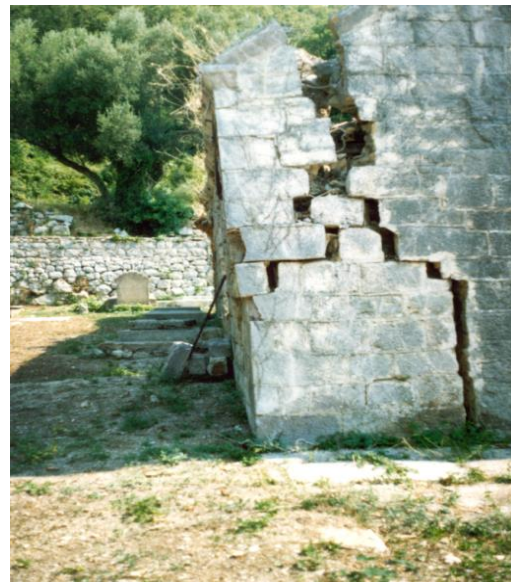
*Loše odabran konstrukcijski sistem,
Christchurch, New Zealand, februar 2011.*



*Loša povezanost zida gornje etaže,
Christchurch, New Zealand, februar 2011.*



*Zvonik crkve je teško oštećen,
Christchurch, New Zealand, februar 2011.*



Oštećenja na crkvi Sv. "Ilija" u Lastvi Grbaljskoj, crnogorski zemljotres 1979.

OPŠTA PRAVILA ASEIZMIČKOG PROJEKTOVANJA

- Djelovanje zemljotresa se mora uvažavati već u fazi idejnog rješenja objekta, arhitekta-konstrukter;
- Nosiva konstrukcija mora biti jednostavna;
- Prenos sila uslijed djelovanja zemljotresa mora biti jasan;
- Konstrukcija treba biti statički neodređena;
- Potrebno je osigurati otpornost objekta na zemljotres u oba glavna pravca;
- Nastojati izbjeći efekte torzije ili ih umanjiti;
- Pravilno vezati elemente konstrukcije osiguravajući im stabilnost;
- Osigurati odgovarajuće temeljenje (kruti i povezani temelji);

- Položaj nosivih zidova treba biti simetričan u odnosu na dvije ortogonalne ose;
- Oblici konstrukcije u osnovi treba da budu kompaktni. Dužina otvora u jednom smjeru ne smije prelaziti 25% cijele dužine;
- Zidove povezati krutim tavanicama koje su u stanju da prenesu dejstvo zemljotresa ravnomjerno na zidove oba pravca;
- Glavni vertikalni nosivi elementi moraju biti neprekinuti od temelja do vrha objekta;
- Krutost poprečnih zidova na horizontalna djelovanja, kao i mase pojedinih spratova se ne smiju naglo mijenjati po visini.