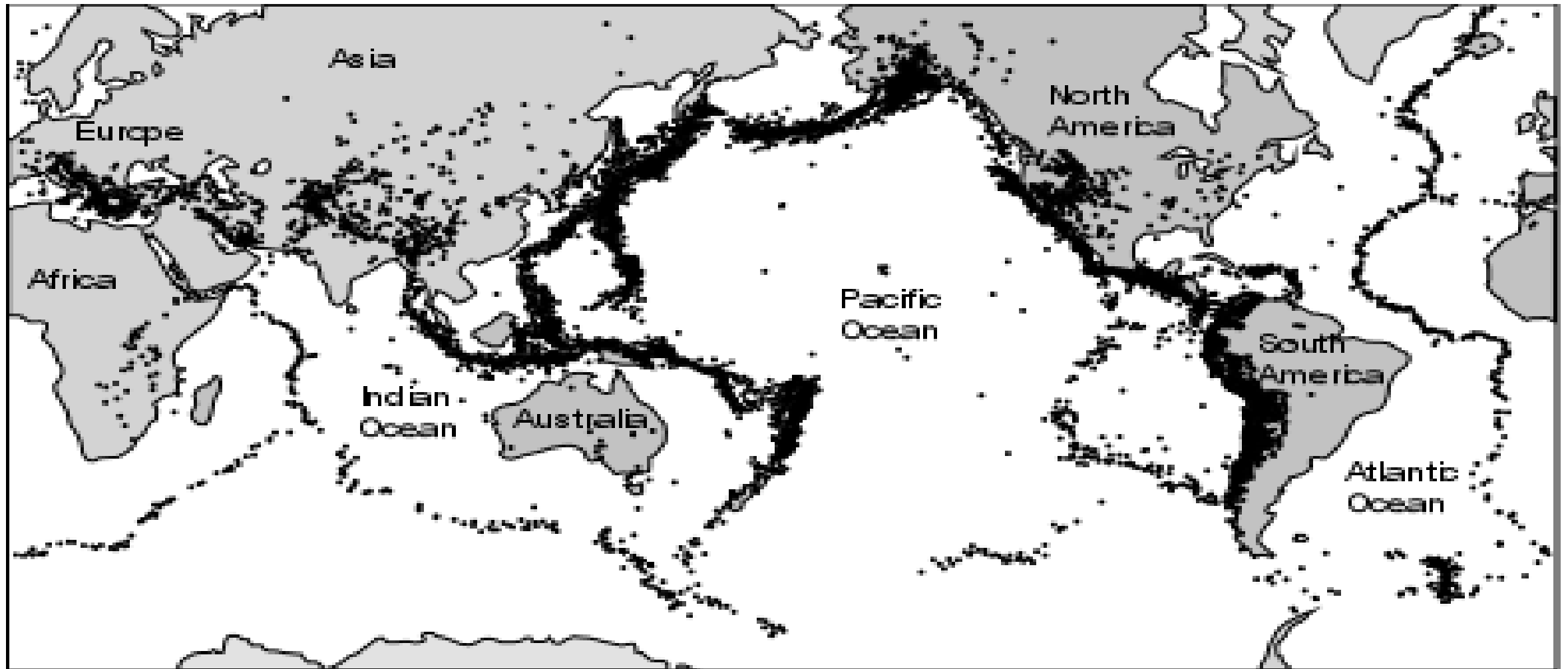
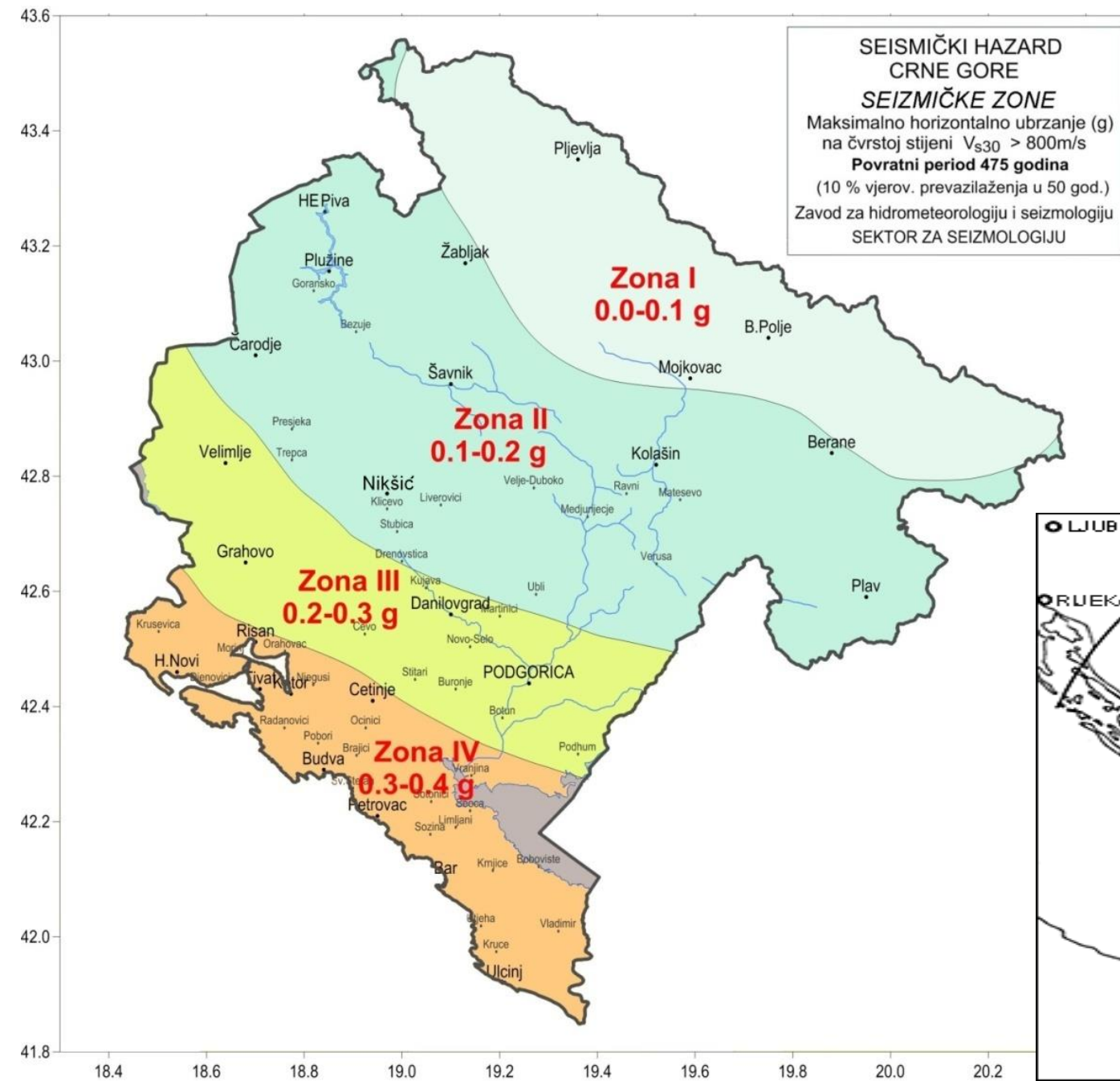
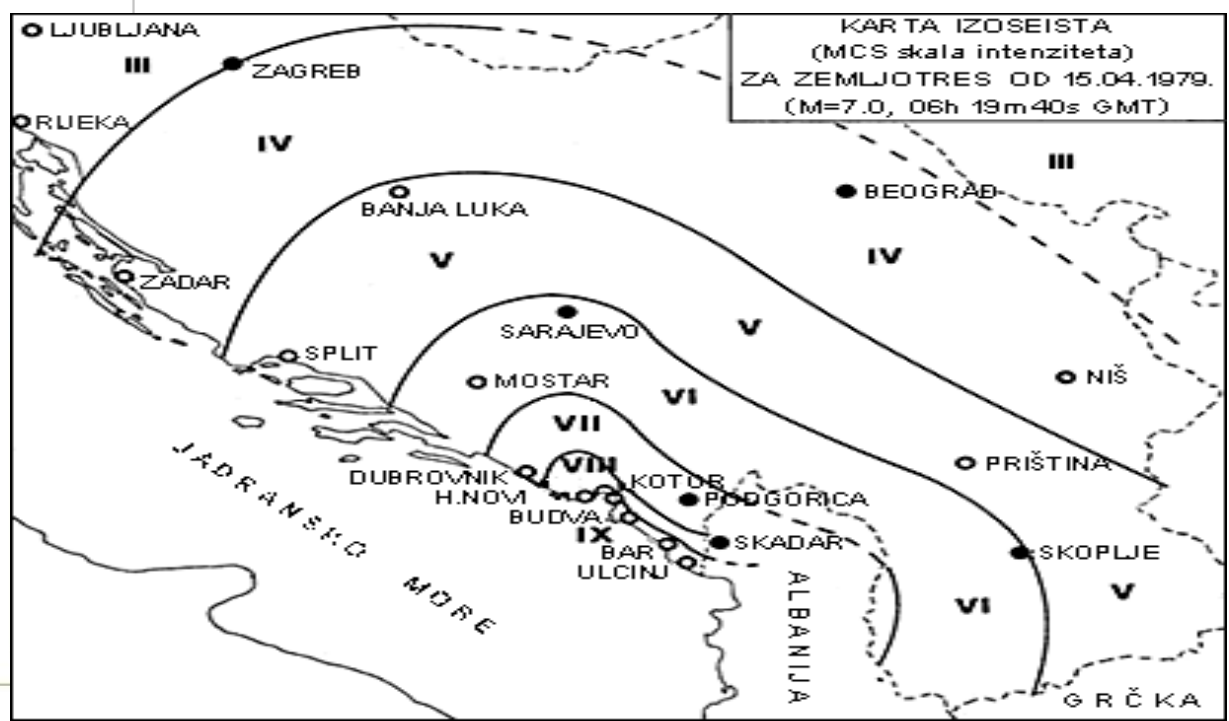


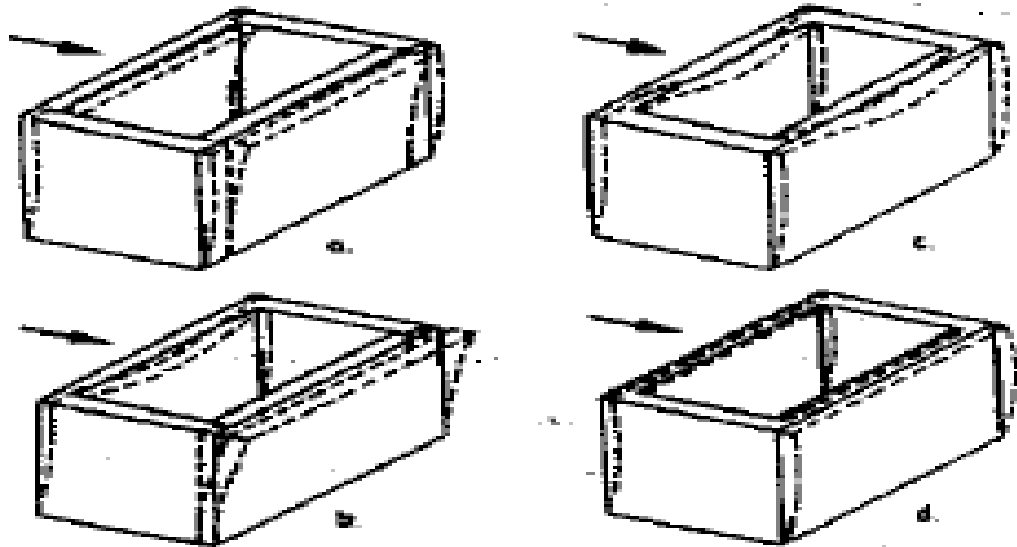
Položaj Crne Gore na seizmološkoj karti svijeta



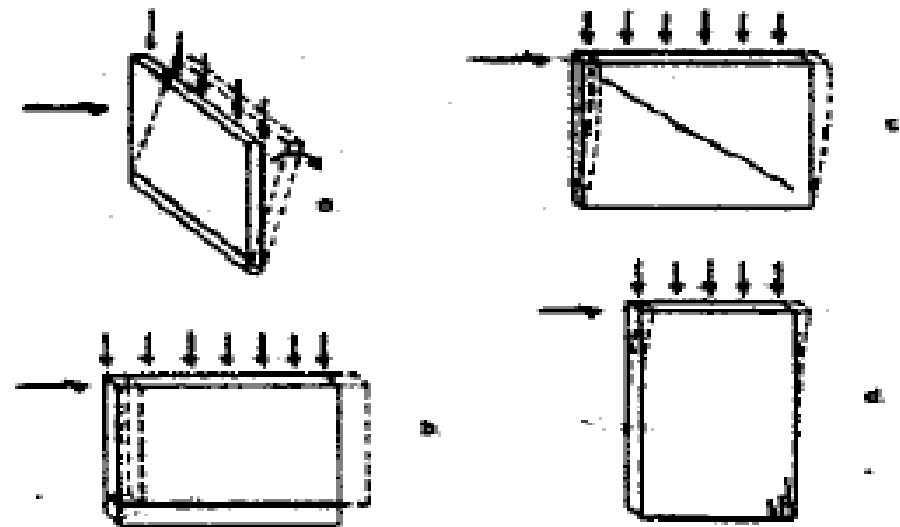


Zemljotres koji se dogodio 1979. između Bara i Ulcinja sa magnitudom 7.0, na dubini od 12 km. Oštećeno je oko 49,5% stambenih objekata i 38% spomenika kulture, a najbrojnije su bile crkve. Razorena je infrastruktura i brojni javni objekti. Ukupno je oštećeno 1487 objekata prema izvještaju Uneska iz 1984.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





Vibracije zidane zgrade u zavisnosti od stepena povezanosti zidova

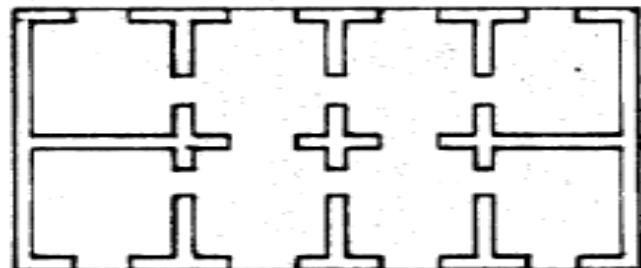


Mehanizam rušenja slobodnostojećeg zida usled dejstva horizontalnih seizmičkih sila

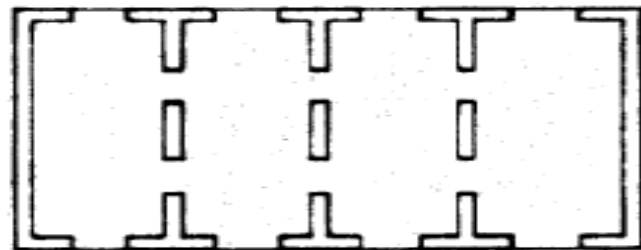
Usljed horizontalnog dejstva seizmičkih sila mogu nastati sljedeći mehanizmi loma zidanih zidova:

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

Značaj konstruktivnog koncepta konstrukcije



dobro

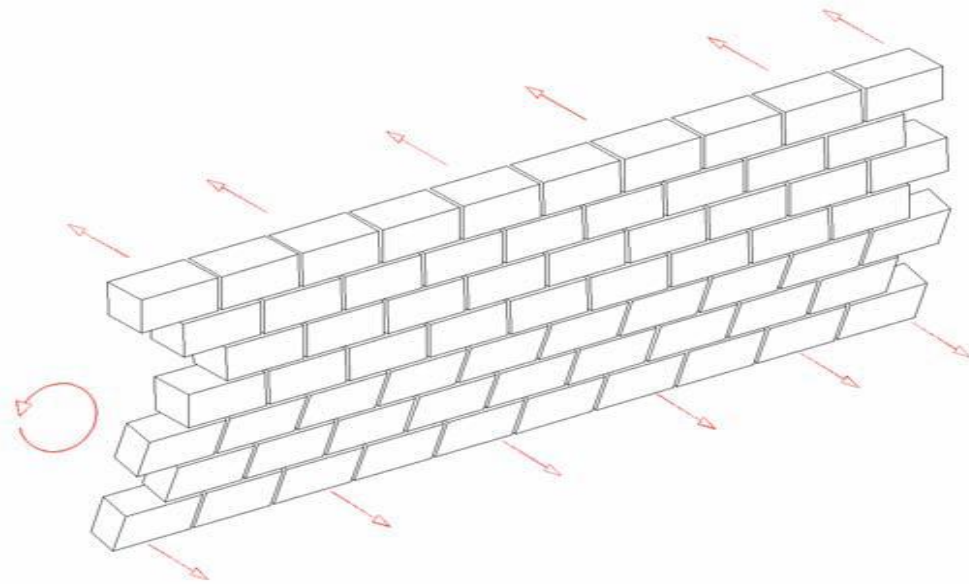


nije dobro

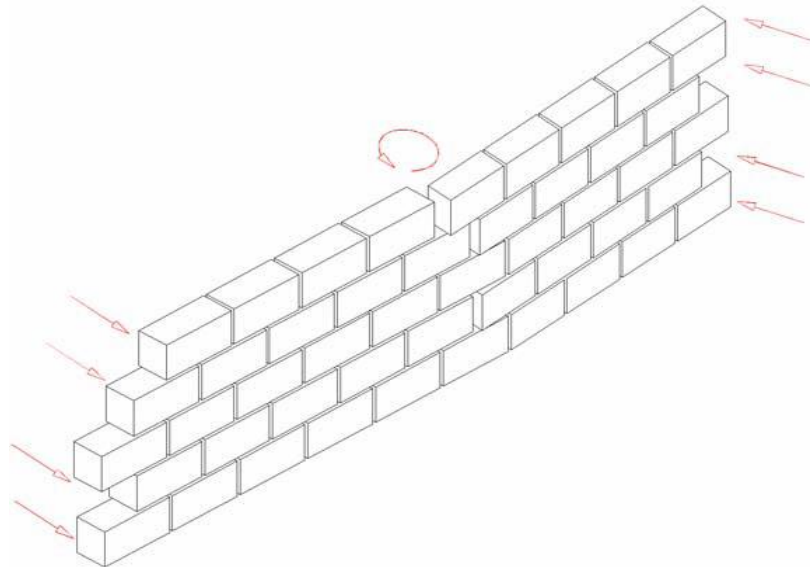
Raspored konstruktivnih zidova u ravni

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.

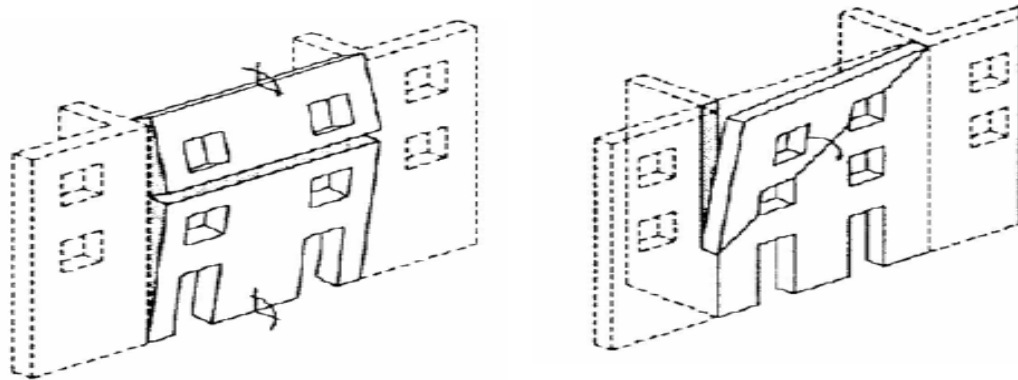


Lom zida izazvan savijanjem van ravni zida – ravan loma je paralelna horizontalnim malterskim spojnica



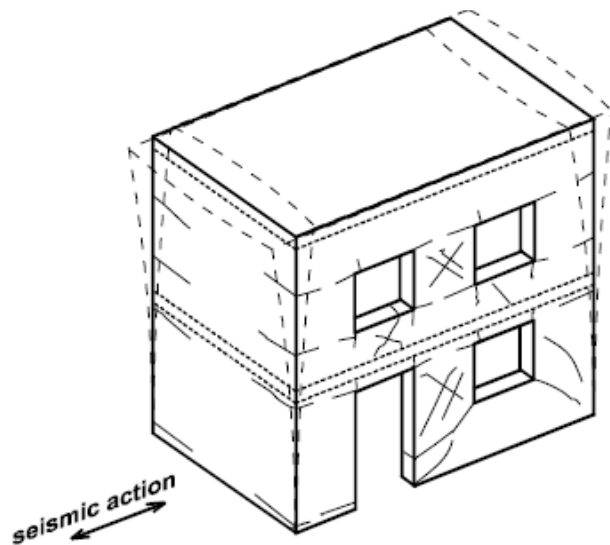
Lom zida izazvan savijanjem van ravni zida – ravan loma je upravan na horizontalne malterske spojnice

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.

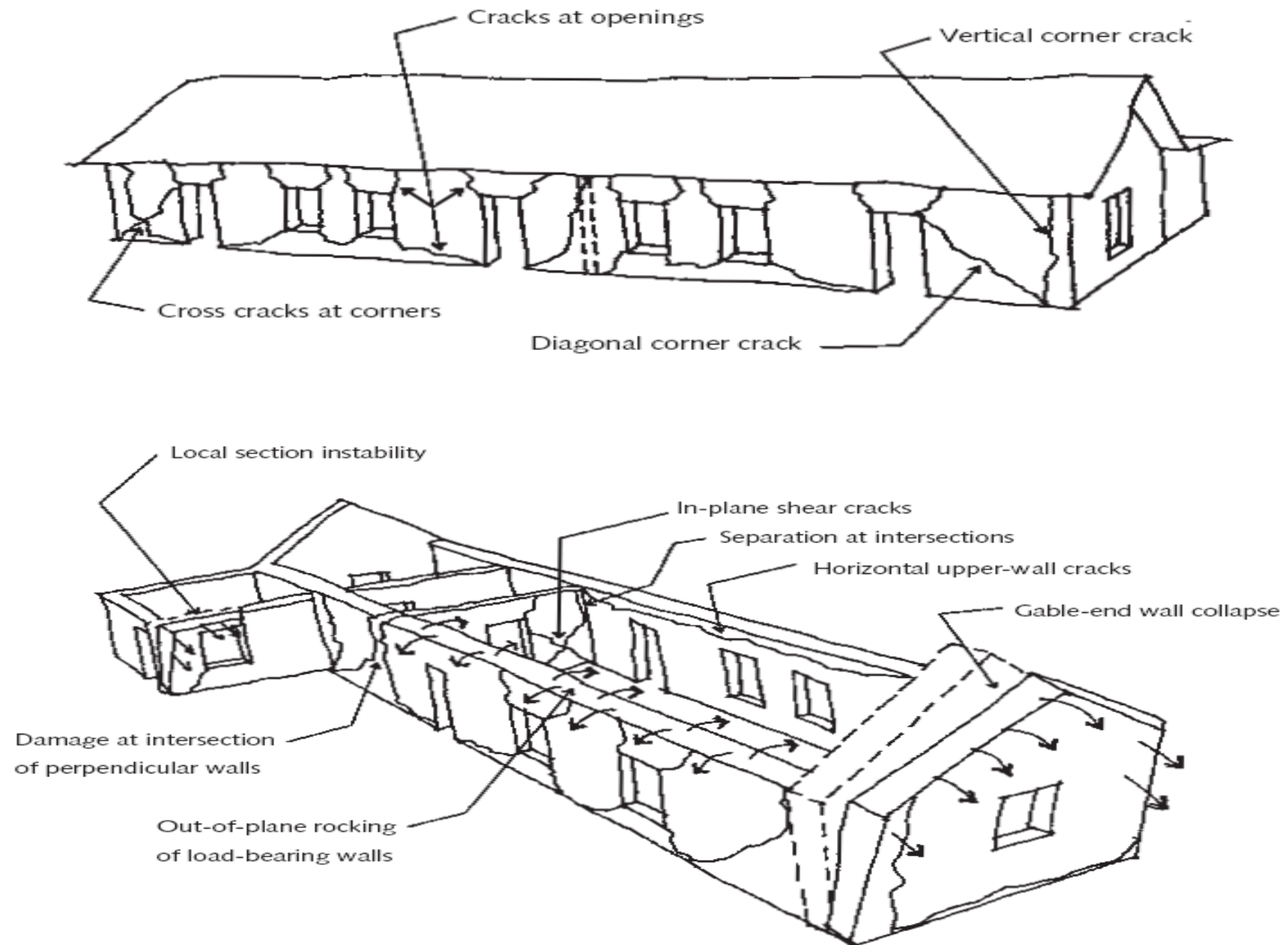
Rušenja zida van svoje ravni usled slabe povezanosti zidova



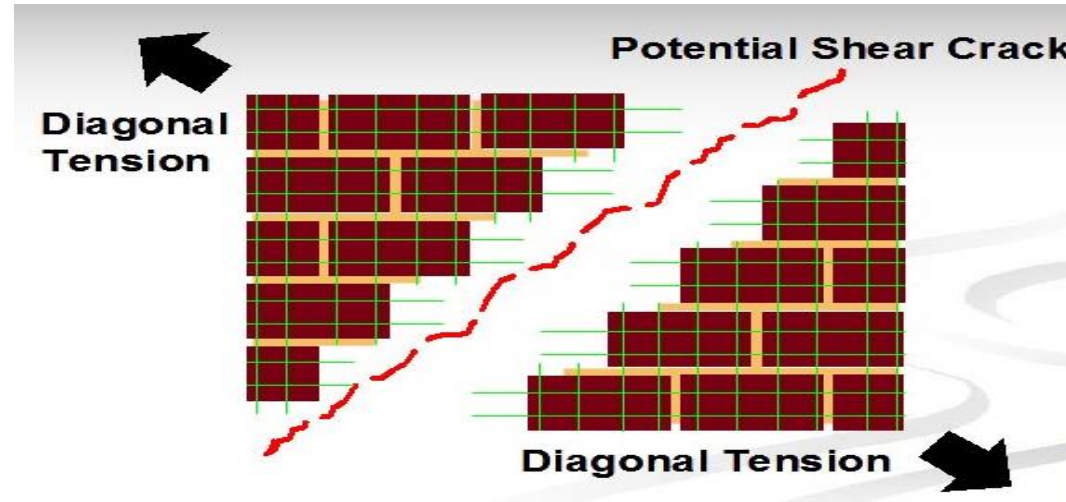
Dijagonalne prsline u zidu donje etaže i ispadanje zida gornje etaže

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.

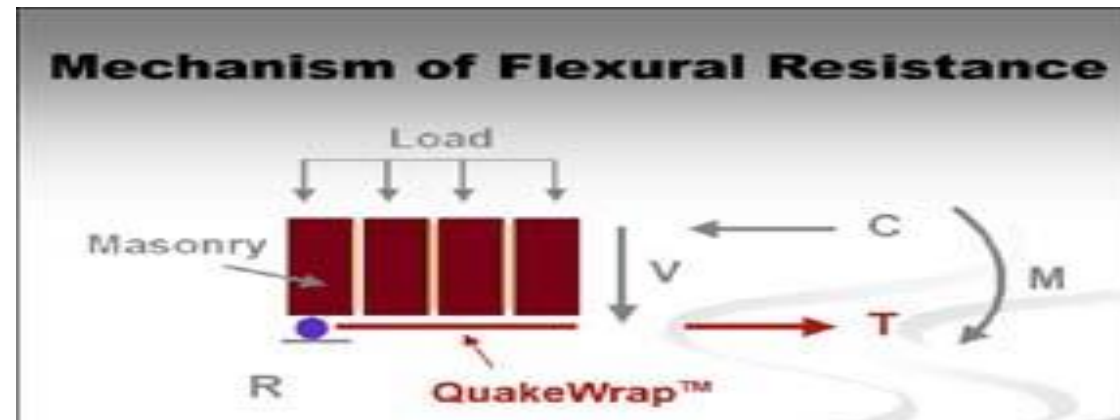
Zidovi donje etaže su povezani krutom horizontalnom tavanicom, te imaju mehanizam loma na smicanje. Javljaaju se karakteristične dijagonalne prsline.



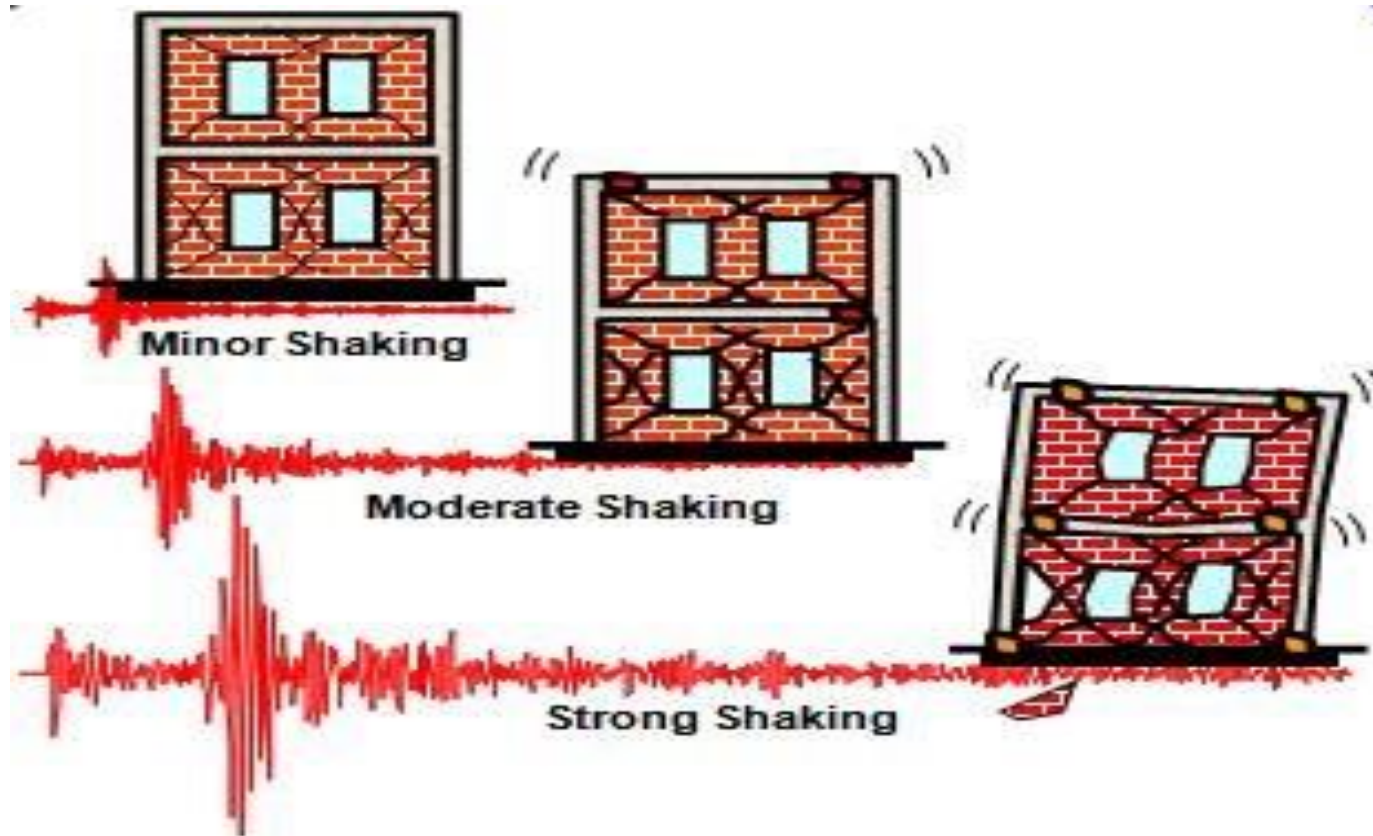
Tipična oštećenja registrovana nakon zemljotresa u Northrigu 1994. god



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

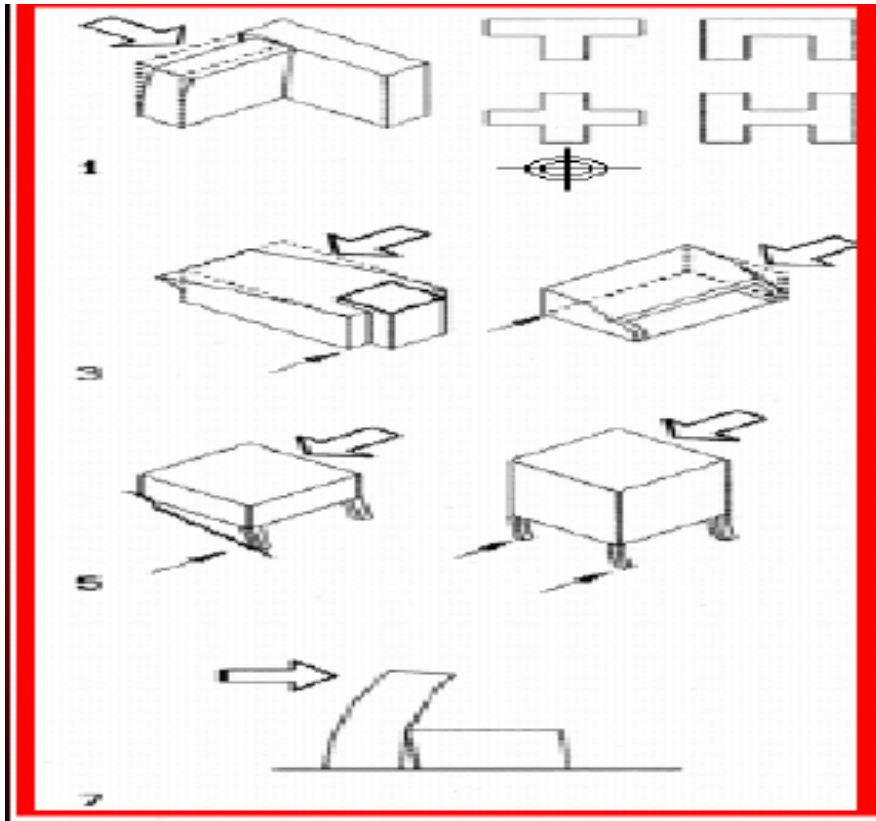


Lom na savijanje - lijeva ivica se zateže, a desna pritiska. Sile mogu biti prihvaćene armaturom u vertikalnim serklažima

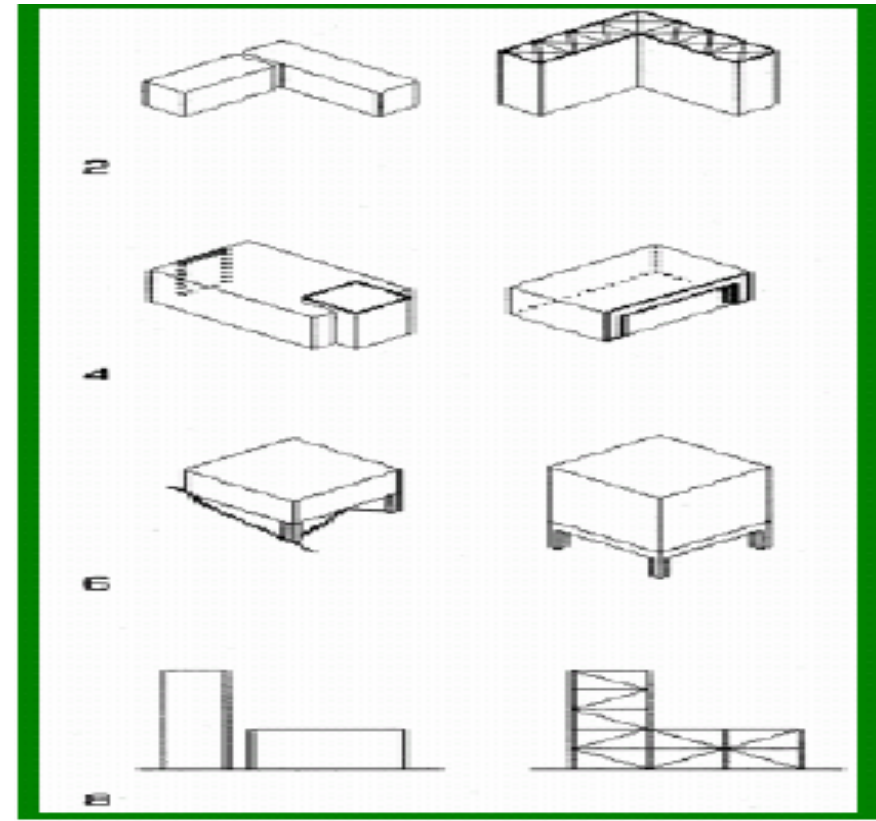


Odgovor zidanog objekta na dejstva: slabog, umjerenog i jakog zemljotresa

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

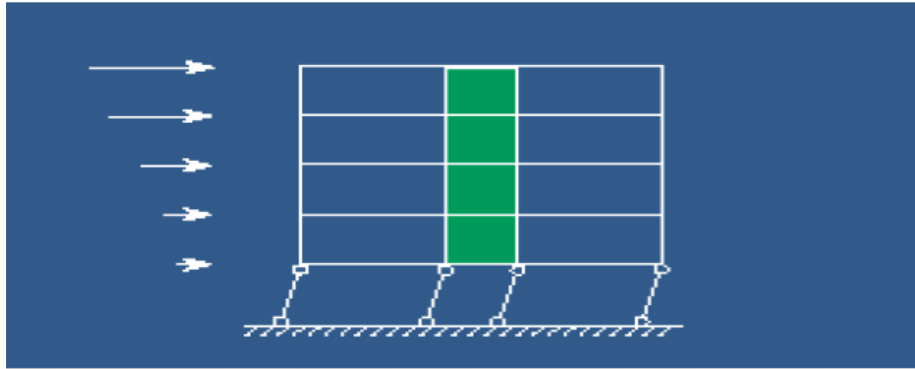


**Loš konstruktivni koncept
konstrukcije**

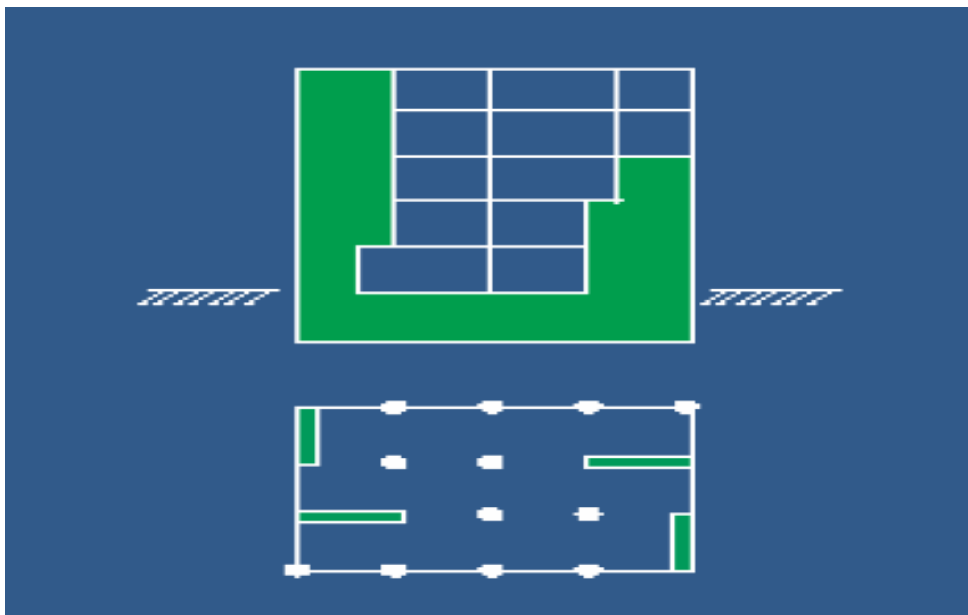


**Dobar konstruktivni koncept
konstrukcije**

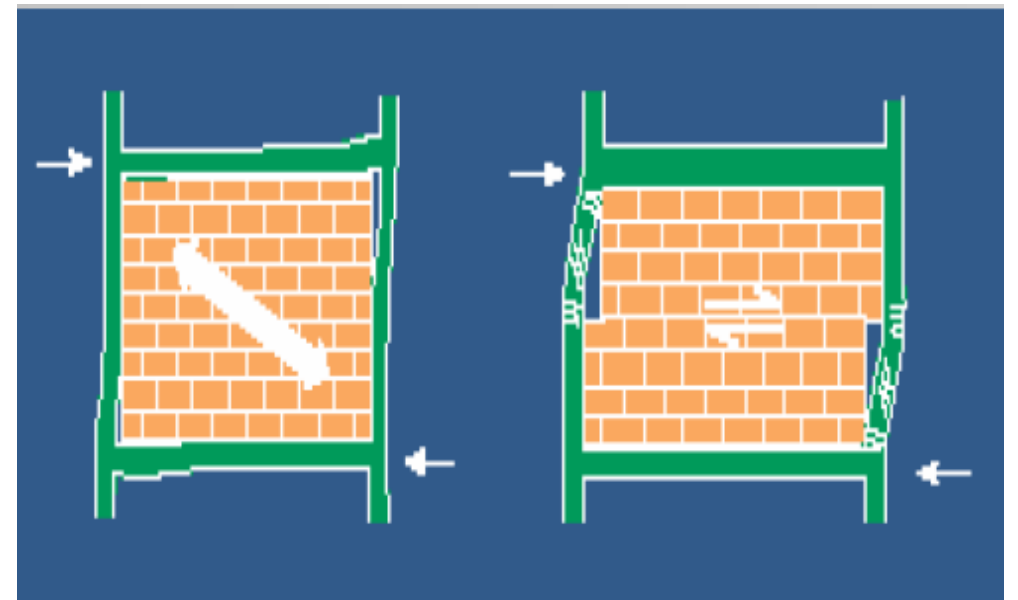
Izbjegavati meko prizemlje



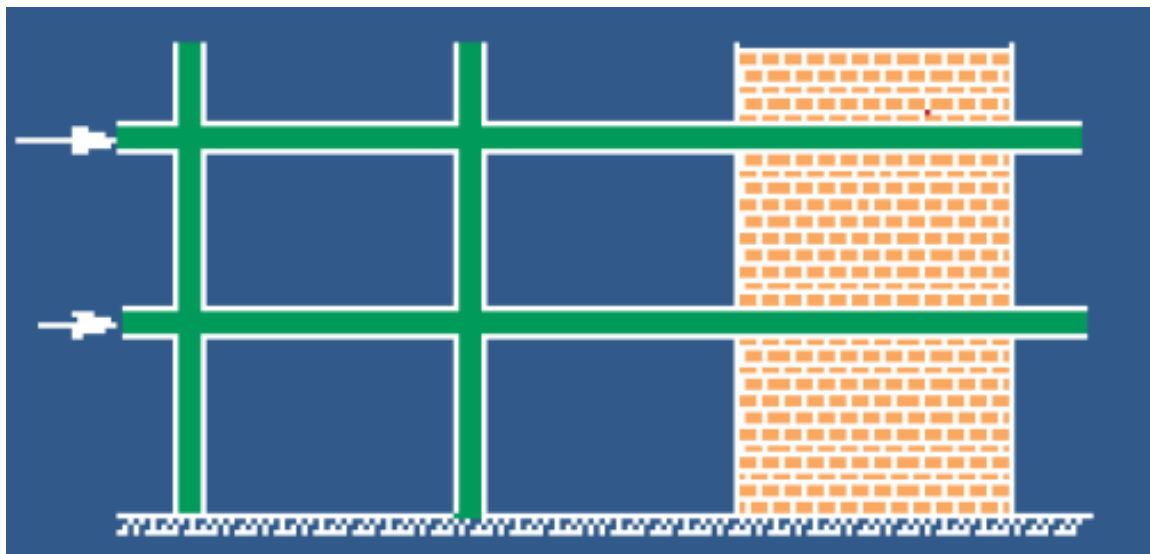
Posljedice mekog prizemlja



Izbjegavati diskontinuitet krutosti



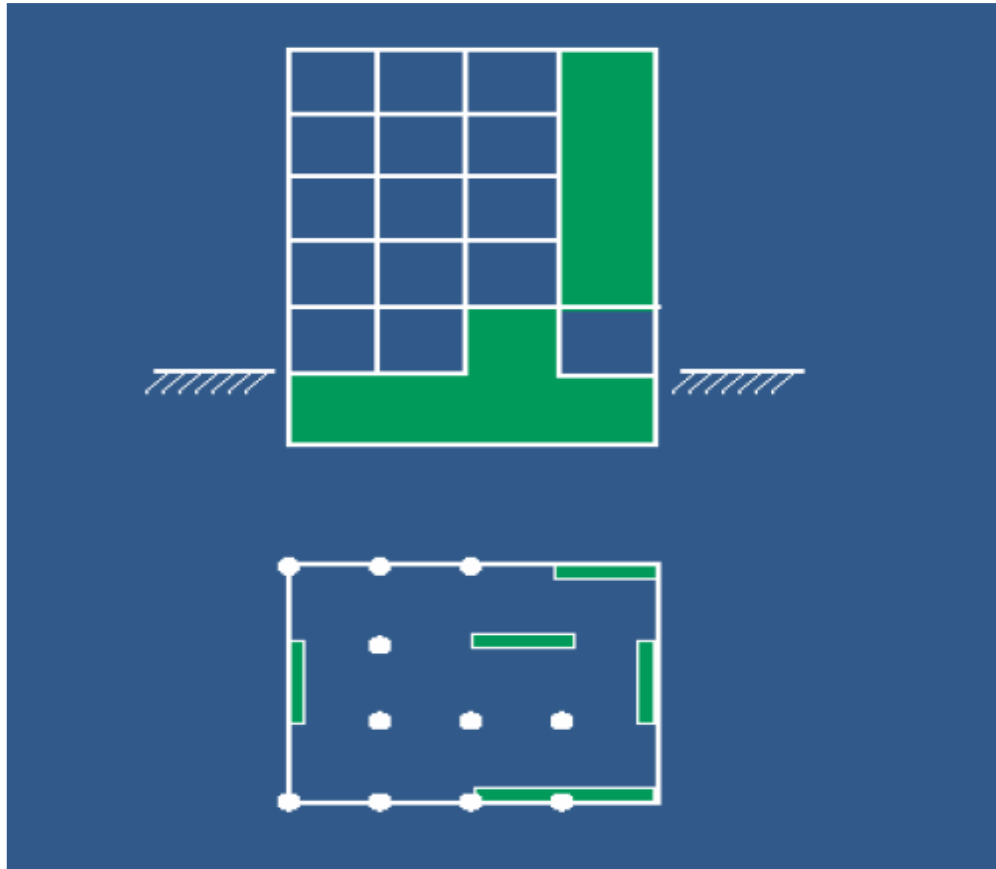
Izbjeći krutu vezu fleksibilnog zida i ispune od opeke



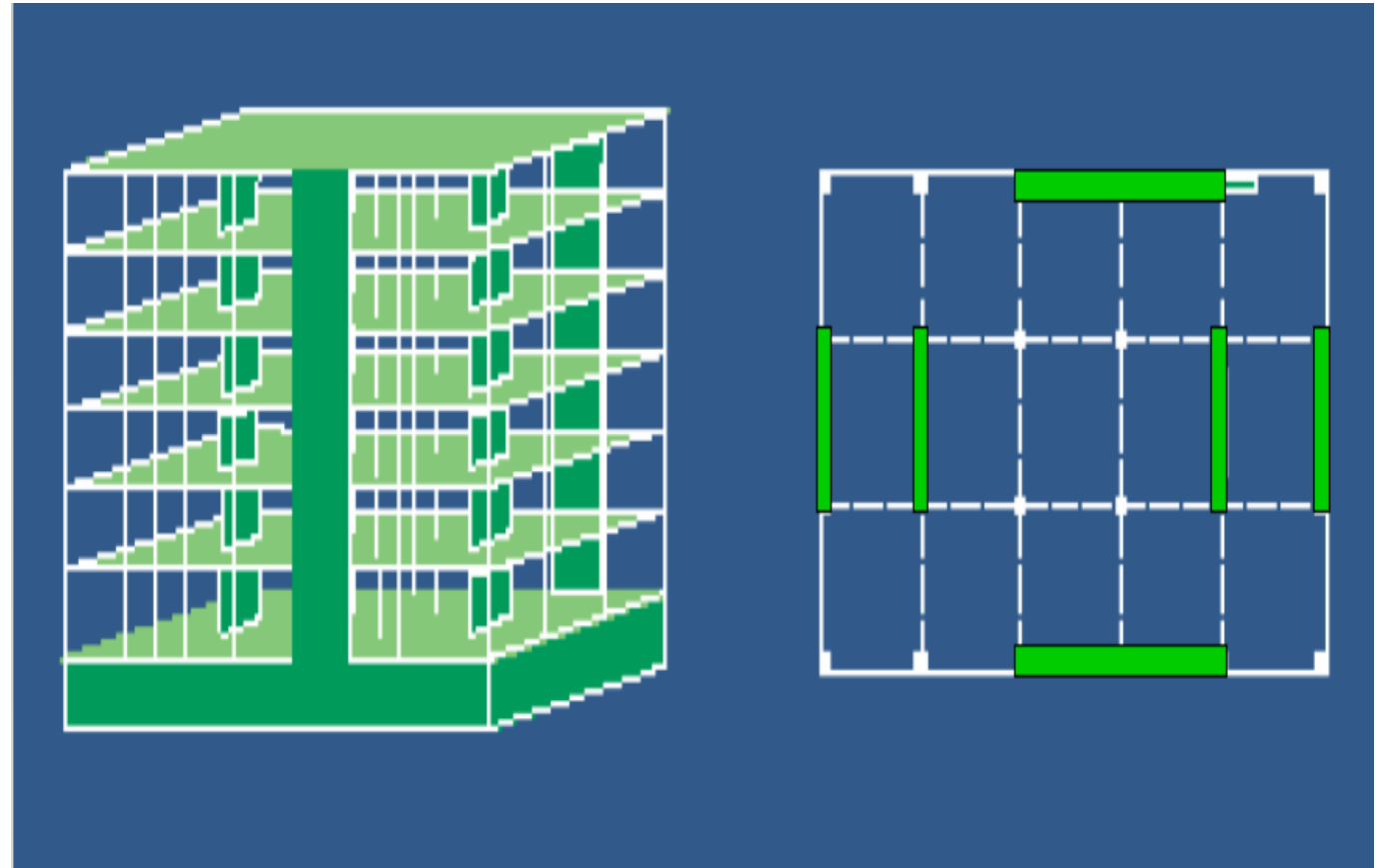
Zabranjeno je mješanje sistema



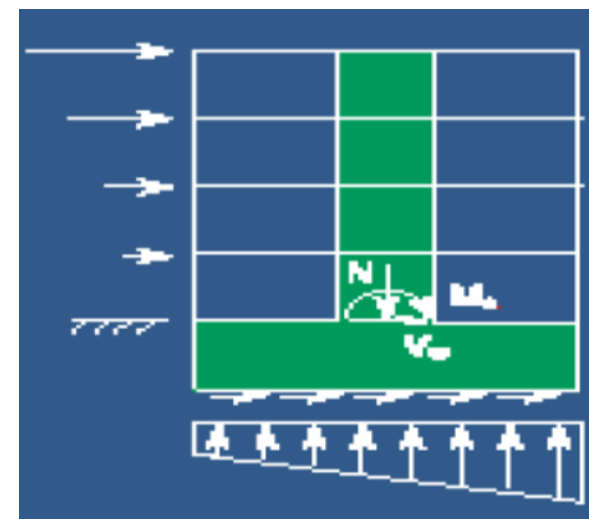
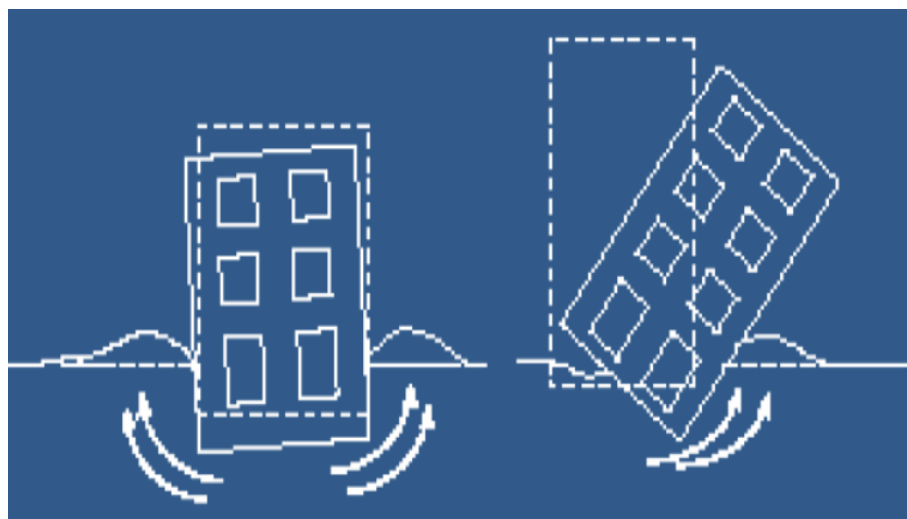
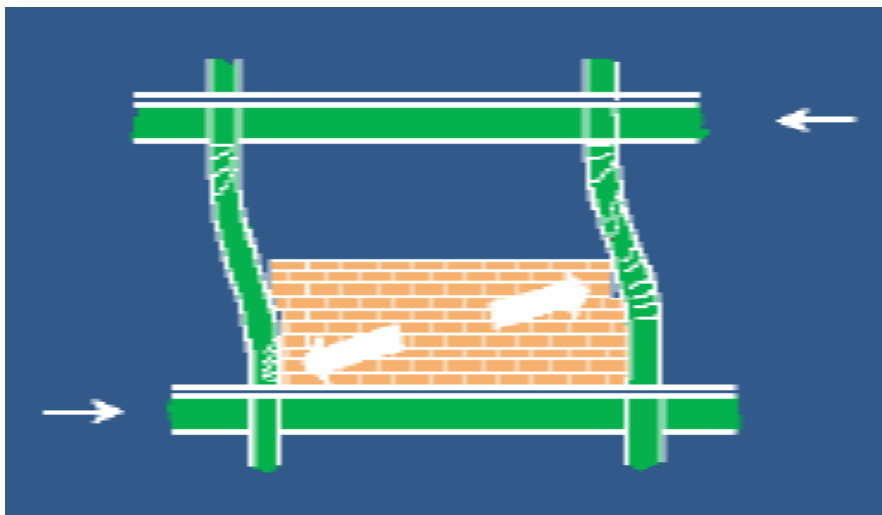
Izbjeći diskontinuitet nosivih zidova
i zidova za ukrućenje po visini



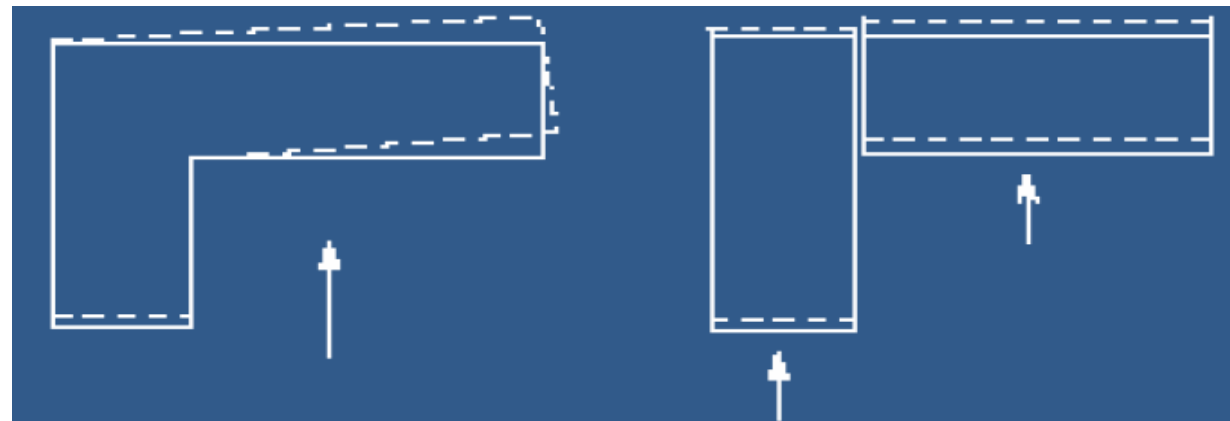
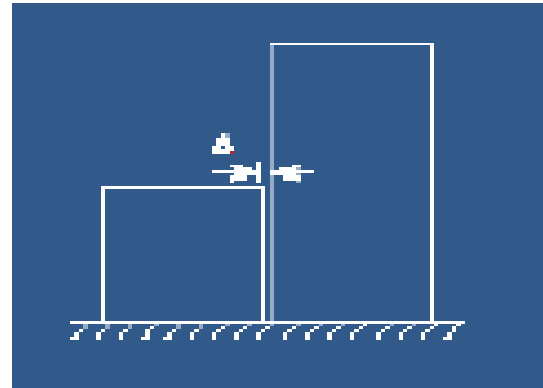
Postići pravilan raspored zidova u
osnovi i po visini



Izbjegavati djelimično ispunjena polja ramovskih konstrukcija



Dilatacije





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



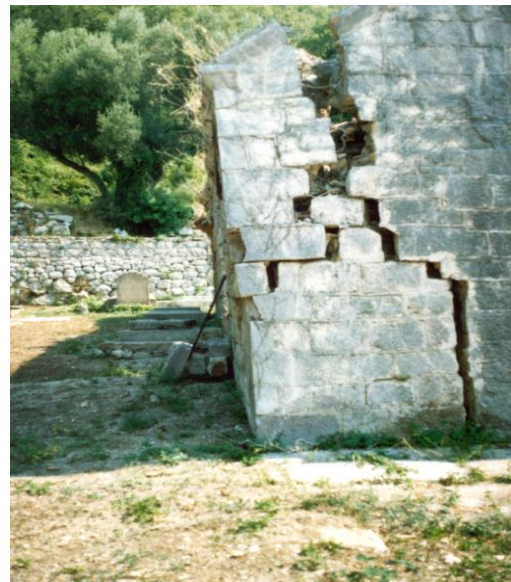
*Loše odabran konstrukcijski sistem,
Christchurch, New Zealand, februar 2011.*



*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.

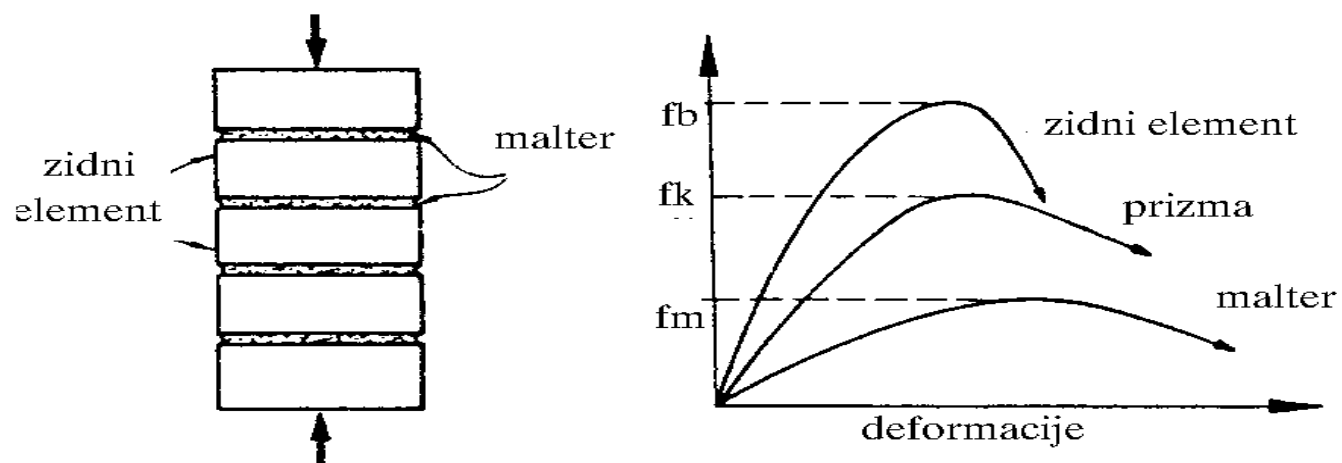
OPŠTA PRAVILA ASEIZMIČKOG PROJEKTOVANJA

- 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 efekete 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.

Veza malter-element i mehanizam loma prizmi od zidarije

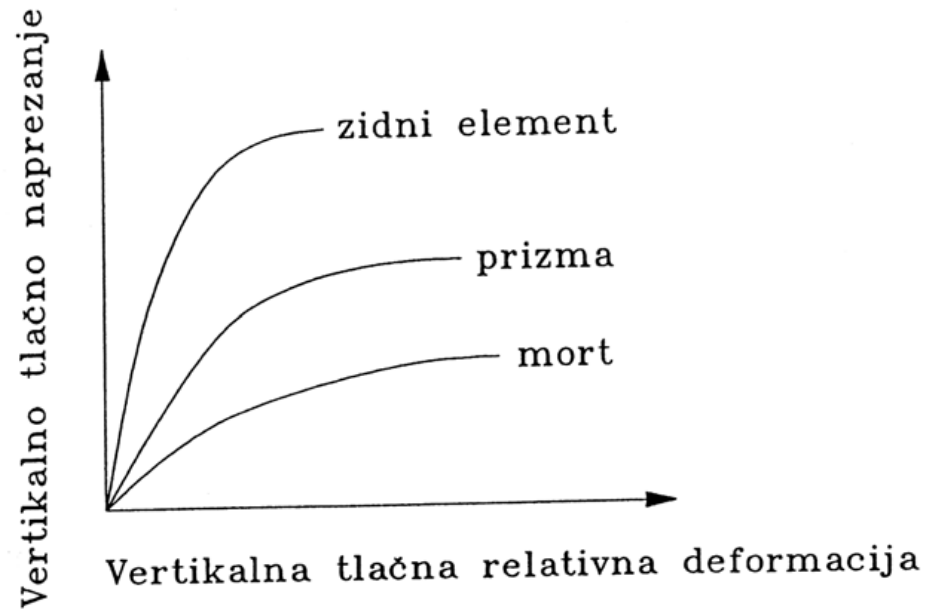
Čvrstoća na pritisak prizmi od zidnih elemenata, f_k , vezanih malterom znatno je veća od vrlo male čvrstoće na pritisak maltera f_m , a manja je od čvrstoće na pritisak zidnog elementa f_b , kao što se vidi na slici (b).



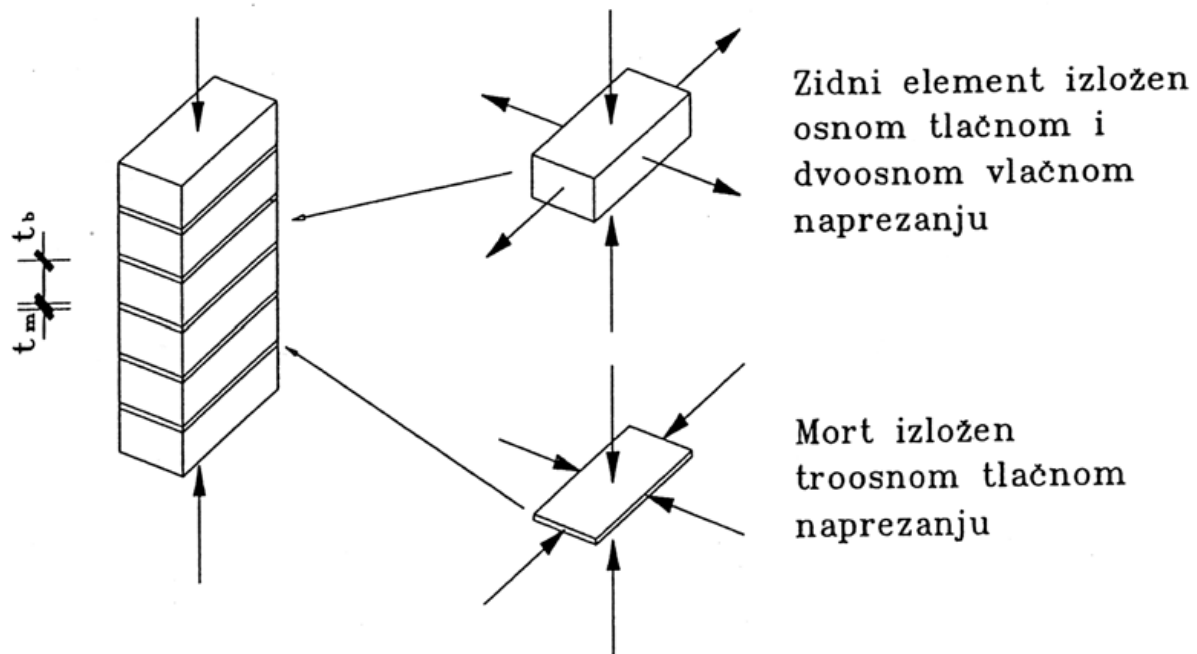
(a) Opterećena prizma (b) Naponsko-deformacijski dijagram

Naponsko-deformacijski dijagram prizme od zidarije

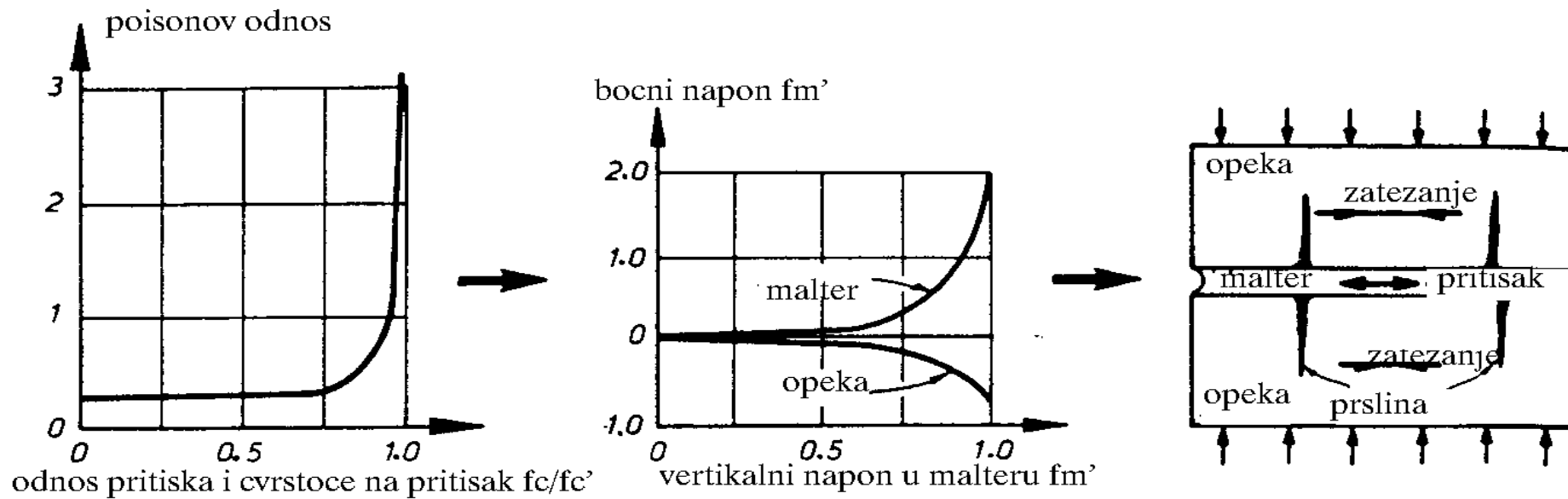
Lom prizme dešava se usljed cijepanja elemenata, a ne kako bi se očekivalo po malterskoj spojnici, koja obično ima od elementa višestruko manju čvrstoću na pritisak. Ovakvo ponašanje je posljedica neusaglašenih karakteristika elementa i maltera.



Dijagrami naprezanje-deformacija



Stanje naprezanja zidnih elemenata i maltera pri jednoosnom opterećenju na pritisak



(a) Bočno širenje maltera zavisno od dostignutog napona pritiska

(b) Odnos bočnog i vertikalnog napona u elementu
Mehanizam loma prizme od zidarije

(c) Prslina usled zatezanja

Malter ima manju čvrstoću na pritisak i otuda niži modul elastičnosti u odnosu na element, ali su aksijalne i transverzalne deformacije u malteru, za ista opterećenja, više nego u elementu.

Kao rezultat triaksijalnog stanja pritiska u malteru, povećava se njegova granična čvrstoća na pritisak i odlaže lom u malteru. U elementu čvrstoća na pritisak se redukuje i usled bočnog zatezanja dolazi do njegovog cijepanja.

Elementi i malter u sklopu zida uvijek imaju složena naponska stanja.

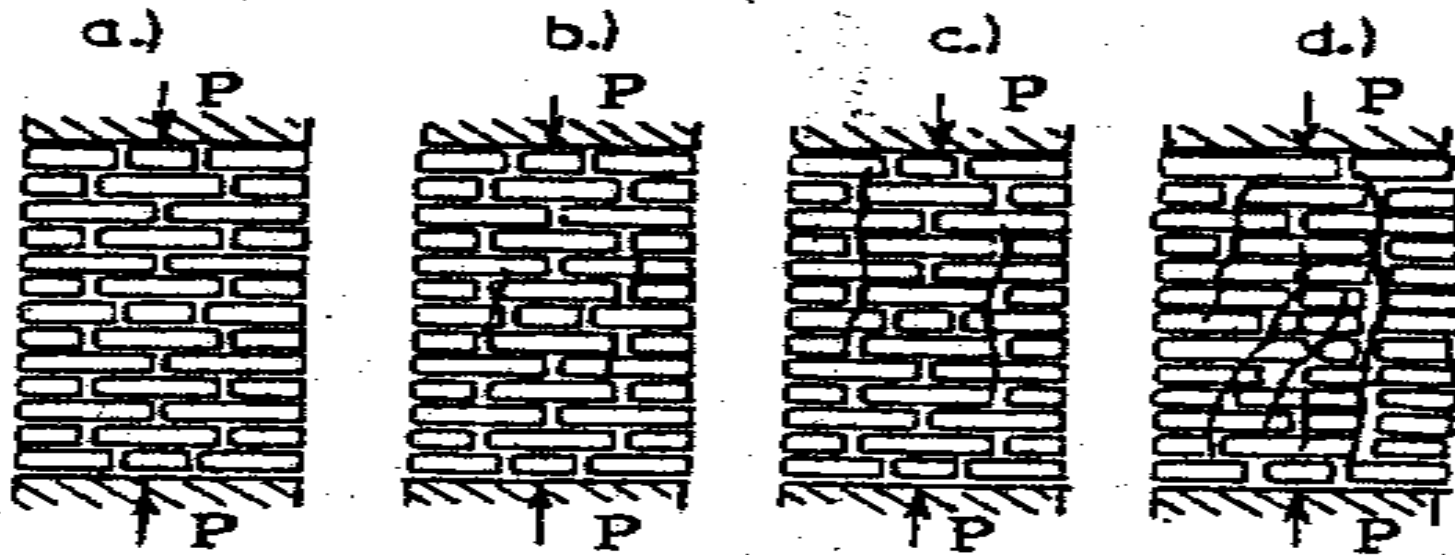
Ovo važi čak i kada je zid opterećen ravnomjernim opterećenjem.

Složeno naponsko stanje u zidu posljedica je:

-nehomogenih karakteristika maltera po površini i debljini spojnice, koje su posljedica neravnomjernog upijanja vode,

- različite zbijenosti ugrađenog maltera, prisustva šupljina u malterskim spojnica (često na vertikalnom spoju elemenata) i dr.

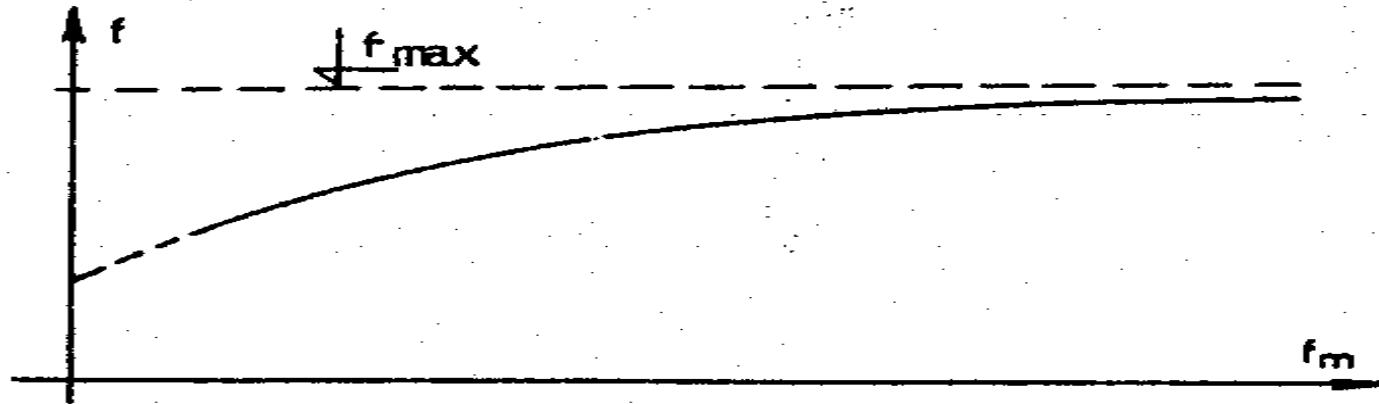
Zato su, mehanizmi loma zida izloženog pritisku, posljedica prekoračenja lokalnih napona zatezanja i savijanja u okolini elemenata, sledeća slika.



Mehanizam loma zida opterećenog na centrični pritisak

Pri ispitivanju nekog zida na pritisak do loma mogu se definisati četiri faze rada:

- a) I faza, faza normalne eksploatacije, nema oštećenja;
- b) II faza je pojava sitnih prslina u manjem broju elemenata za zidanje ili njihovoj okolini. Ovakvo ponašanje zid pokazuje do sile koja je na nivou 60-80% graničnog opterećenja. Ako se opterećenje ne povećava rast prslina se ne nastavlja;
- c) Ako povećavamo opterećenje prsline se uvećavaju, povezuju, i zid se dijeli na nekoliko gotovo nezavisnih djelova. Ovo je III faza. Pri dužem djelovanju opterećenja čak i bez njegovog povećanja prsline se uvećavaju, tako da zid može biti podijeljen na vitke stubove;
- d) Gubitak stabilnosti ovih vitkih djelova zida predstavlja četvrtu fazu rada.



Zavisnost između čvrstoće zida pri pritisku f i čvrstoće maltera f_m

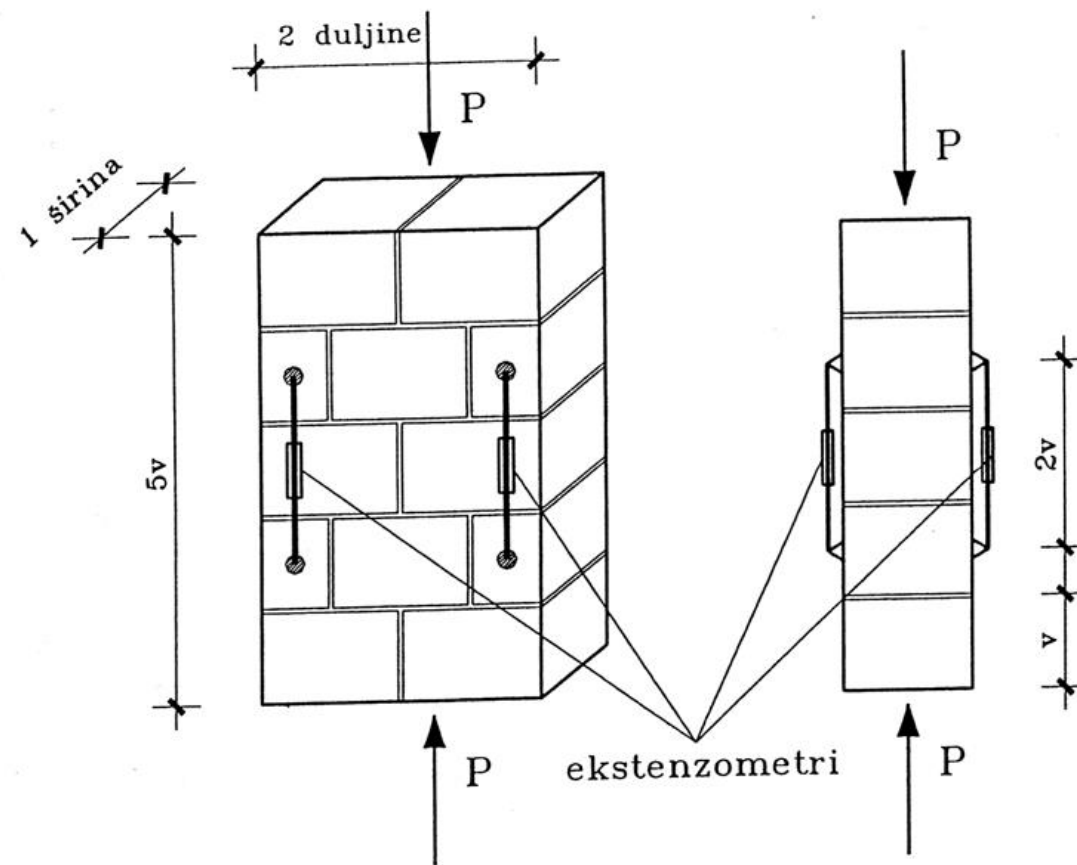
Zavisnost čvrstoće na pritisak zida i čvrstoće na pritisak maltera data je na gornjem dijagramu.

Na dijagramu uočavamo da i ako se čvrstoća maltera povećava do u beskonačnost čvrstoća zida na pritisak teži nekoj asimtotskoj vrijednosti f_{\max} . Ova vrijednost f_{\max} , kako pokazuju ispitivanja uvijek je u funkciji čvrstoće na pritisak elementa za zidanje. **Što znači da veći značaj u čvrstoći na pritisak zida ima vrijednost čvrstoće elementa.**

Zidani zidovi, čvrstoća na pritisak zida pri lomu f_k

Čvrstoća na pritisak zida pri lomu f_k određuje se ispitivanjem do loma na uzorcima zida. Ispitivanje se vrši u skladu sa standardom EN 1052-1.

Primjer kojih minimalno dimenzija mora da bude uzorak i kako se postavlja mjerna oprema prikazan je na slici.



Ispitivanje čvrstoće na pritisak