

Konceptualno oblikovanje zgrada

doc. dr.sc. Mislav Stepinac
prof.dr.sc. Tomislav Kišiček



Sudionici u građenju

Investitor

Namjena objekta
Financije

Seizmolog

Seizmičko područje
Akceleracije i brzine
Učestalost

Konstrukter

Zahtjevi mehaničke
otpornosti i stabilnosti
Uporabivost

Zahtjev

Parametri potresa

Nosivost

Oblik

Tlo

Arhitekt

Inicira izgled i samim
time utječe na
ponašanje građevine

Geotehničar

Tlo i karakteristike tla
Zahtjevi temeljenja



nZEB
TRENING CENTAR

Potres - djelovanje

Uobičajena praksa u projektiranju

Statičko, linearno, determinističko

Dinamičko, nelinearno, nasumično

Potrebne posebne i drugačije vještine

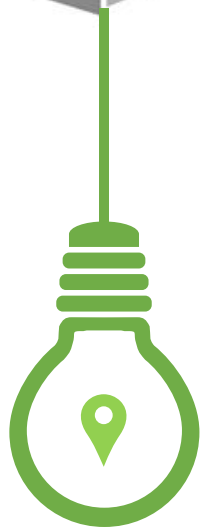
Osnovni ciljevi

- zaštita ljudskih života
- kritična postrojenja moraju ostati u funkciji
- ograničenje šteta

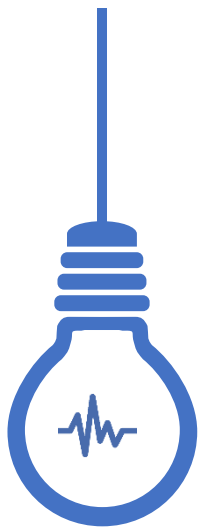


nZEB
TRENING CENTAR

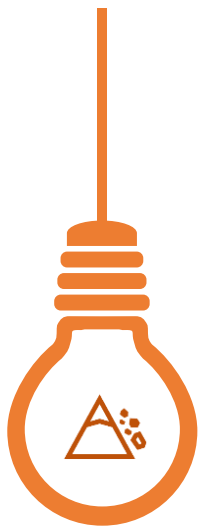
Veličina i utjecaj potresnog djelovanja na građevine



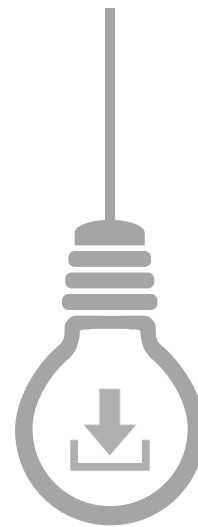
**Udaljenost od
epicentra**



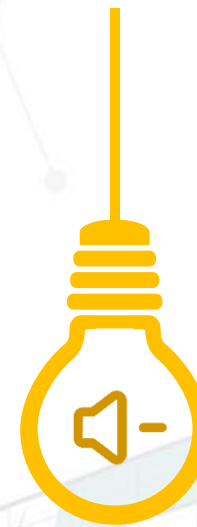
**Položaj građevine
u odnosu na
smjer širenja
valova**



**Vrsta tla i svojstva
temelja**



**Težina i razdioba
masa**



**Svojstva
prigušenja
djelovanja**



nZEB
TRENING CENTAR

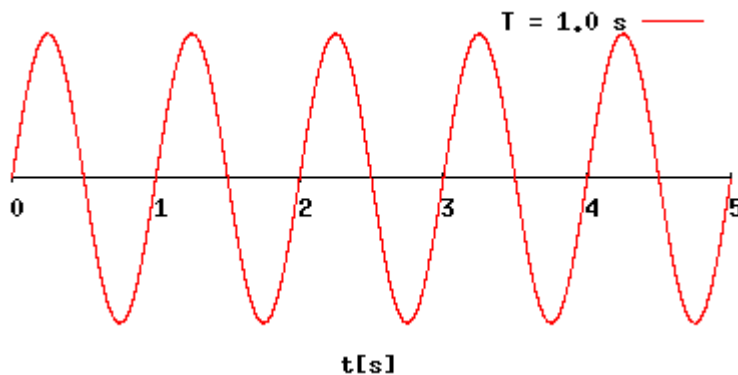
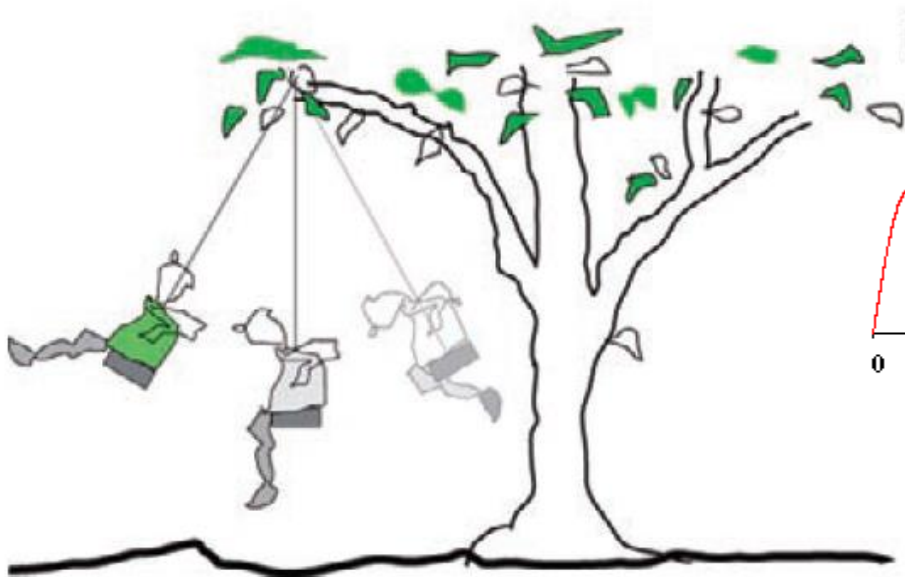
Što je potres?

$$F = m \times a$$



nZEB
TRENING CENTAR

Period



$$T = \frac{1}{f}$$

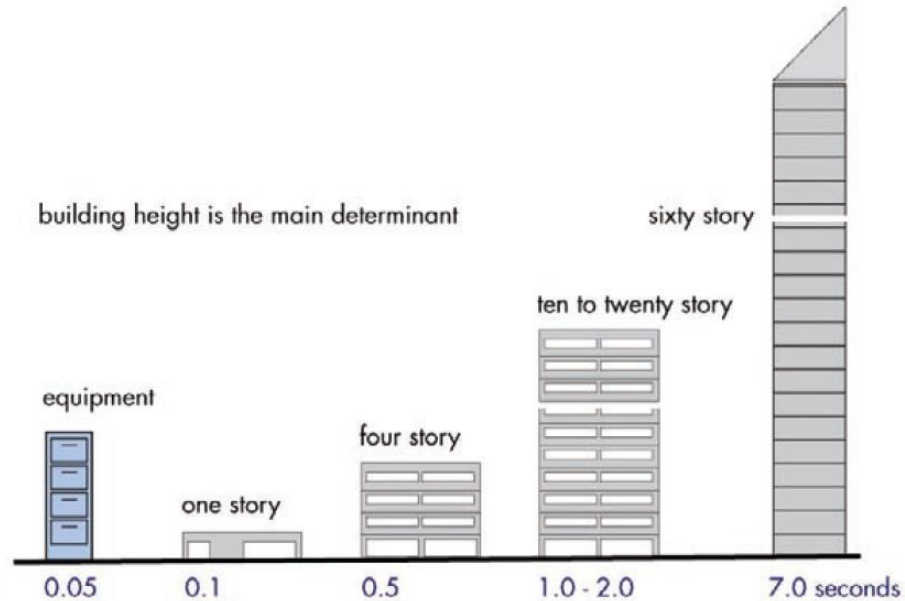
$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

Svi objekti imaju prirodni (vlastiti) period: vrijeme u kojem će oni pomaknuti naprijed i natrag ako su podvrgnuti horizontalnom djelovanju



nZEB
TRENING CENTAR

Period



Why do certain buildings fall in earthquakes?
Using *analogies* to understand *resonant frequency**

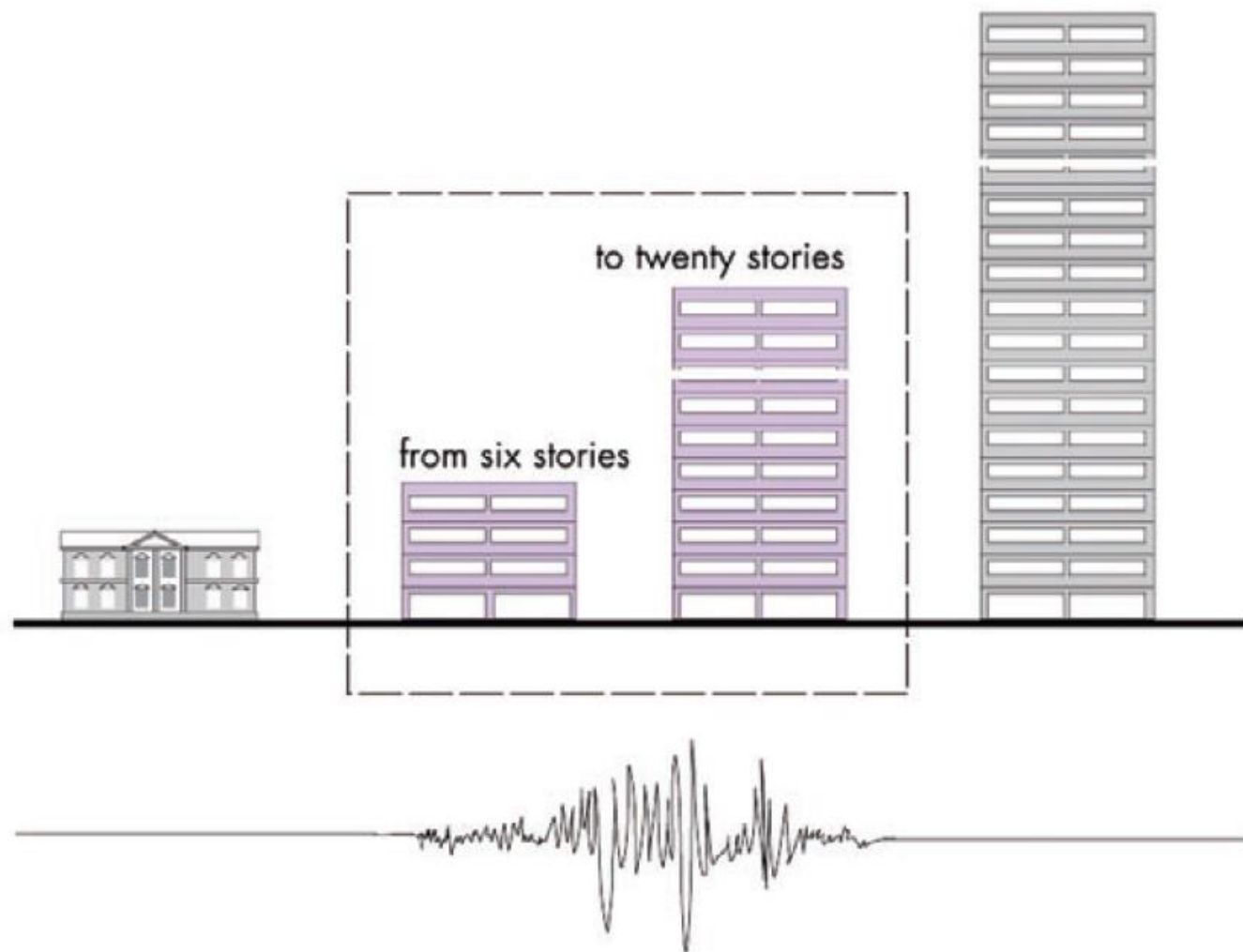
*Natural frequency of vibration determined by the physical parameters of the vibrating object.



IRIS

Classroom demo at end of this animation



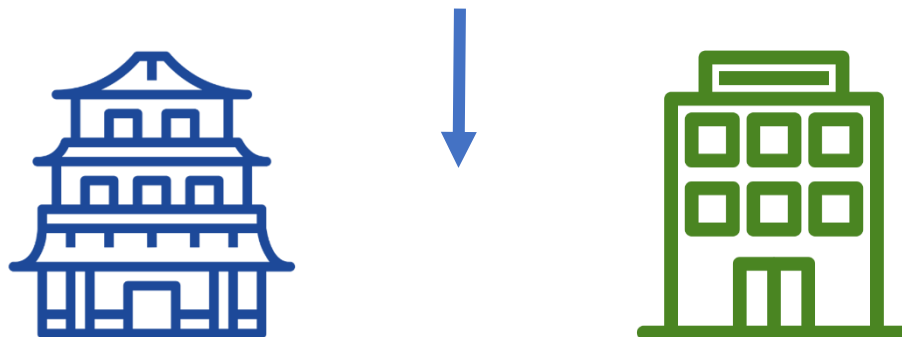




nZEB
TRENING CENTAR

Odziv

Utjecaj potresa nije nametnut na konstrukciju već generiran samom konstrukcijom



smještene u neposrednoj blizini > drugačije ponašanje u pogledu deformacija i djelovanja koje na njih djeluju, ovisno o njihovoj masi, krutosti, nosivosti i duktilnosti



diktira periode vibracije



diktira periode odziva i smanjenje u amplitudama vibracija



diktira područja u kojima konstrukcija može pretrpjeti nepovratna oštećenja jer apsorbira i disipira energiju i samim time vodi do neelastičnog duktilnog odziva



nZEB
TRENING CENTAR

Konstruktivski Eurokodovi



- 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade
- 2. dio: Mostovi
- 3. dio: Ocjenjivanje i obnova zgrada
- 4. dio: Silosi, spremici i cjevovodi
- 5. dio: Temelji, potporne konstrukcije i geotehnička pitanja
- 6. dio: Tornjevi, jarboli i dimnjaci

Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija

Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija – 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade

1. Općenito
2. Zahtjevi za ponašanje i kriteriji usklađenosti
3. Uvjeti temeljnog tla i potresno djelovanje
4. Proračun zgrada
5. Posebna pravila za betonske zgrade
6. Posebna pravila za čelične zgrade
7. Posebna pravila za spregnute čelično-betonske zgrade
8. Posebna pravila za drvene zgrade
9. Posebna pravila za zidane zgrade
10. Izolacija u podnožju

Dodatak A (obavijesni) Spektar odziva za elastični pomak

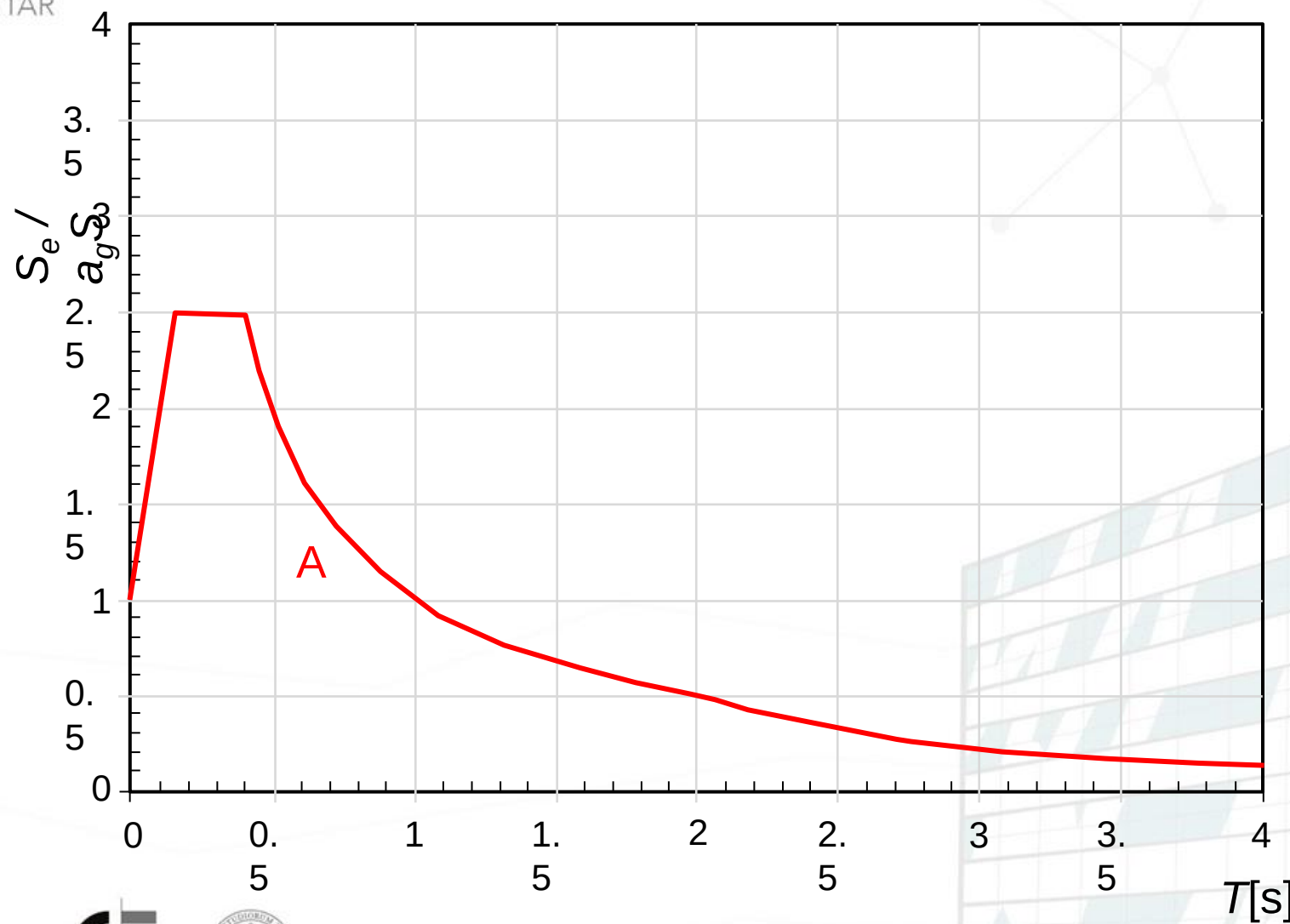
Dodatak B (obavijesni) Određivanje ciljanoga pomaka u nelinearnom statičkom proračunu (postupno guranje)

Dodatak C (normativni) Proračun ploča spregnutih čelično-betonskih greda u čvorovima greda – stup okvirnih konstrukcija



nZEB
TRENING CENTAR

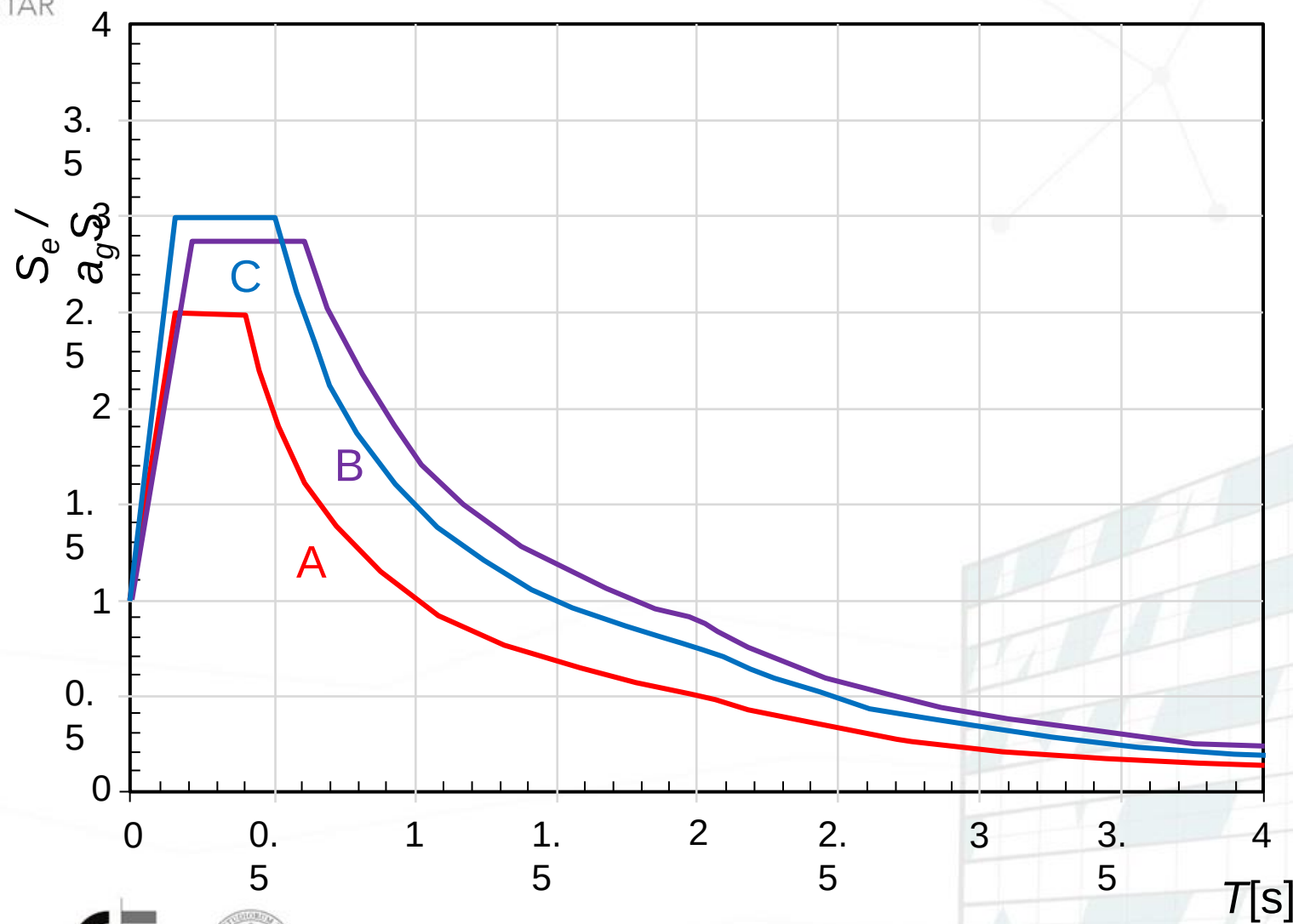
HRN EN 1998-1





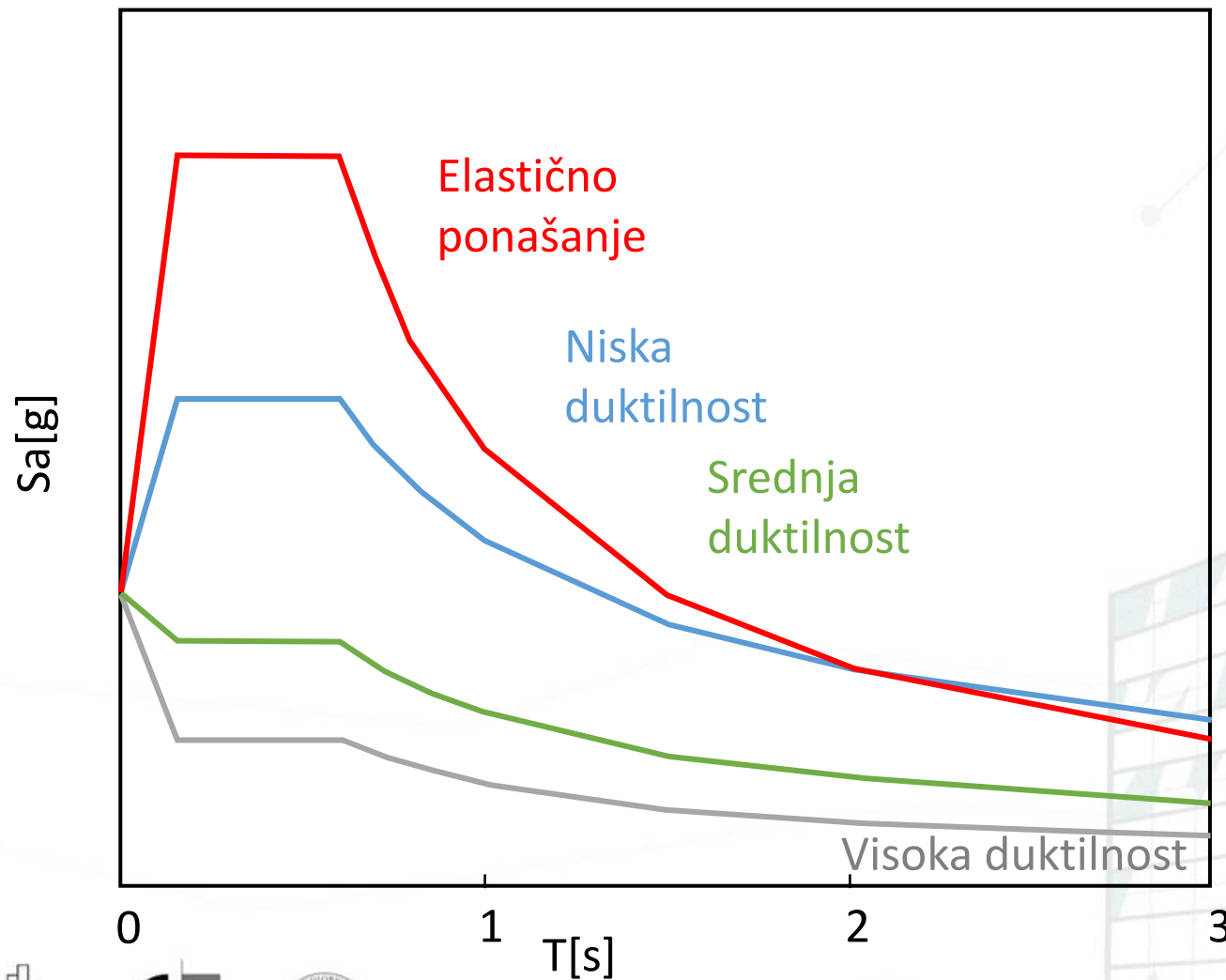
nZEB
TRENING CENTAR

HRN EN 1998-1





HRN EN 1998-1





nZEB
TRENING CENTAR

Duktilnost



Konceptualno oblikovanje

Konceptualno oblikovanje je prvi korak u procesu projektiranja u kojem se definiraju forma i funkcija konstrukcije.

- subjektivno
- osobno
- ovisi o iskustvu, kreativnosti i nizu procjena...
- pridonosi ukupnoj cijeni građevine i može značajno smanjiti greške, izmjene projekta i cijenu konstrukcije

Konceptualno oblikovanje

Konceptualno oblikovanje je prvi korak u procesu projektiranja u kojem se definiraju forma i funkcija konstrukcije.

- subjektivno
- osobno
- ovisi o iskustvu, kreativnosti i nizu procjena...
- pridonosi ukupnoj cijeni građevine i može značajno smanjiti greške, izmjene projekta i cijenu ~~konstrukcije~~ potresne otpornosti

"If we have a poor configuration to start with, all the engineer can do is to provide a band-aid - improve a basically poor solution as best as he can. Conversely, if we start-off with a good configuration and reasonable framing system, even a poor engineer cannot harm its ultimate performance too much." Henry Degenkolb

3.2.2	Temeljni prikaz potresnog djelovanja	32
3.2.3	Drugi prikazi potresnog djelovanja	38
3.2.4	Kombinacije potresnog djelovanja s drugim djelovanjima	39
4	Proračun zgrada	40
4.1	Općenito	40
4.1.1	Područje primjene	40
4.2	Značajke zgrada otpornih na potres	40
4.2.1	Temeljna načela idejnog proračuna	40
4.2.2	Primarni i sekundarni potresni elementi	42
4.2.3	Kriteriji pravilnosti konstrukcije	42
4.2.4	Faktori kombinacije za promjenjiva djelovanja	45
4.2.5	Razredi važnosti i faktori važnosti	46
4.3	Proračun konstrukcije	47
4.3.1	Modeliranje	47
4.3.2	Slučajni torzijski učinci	47
4.3.3	Metode proračuna	48
4.3.4	Proračun pomaka	58
4.3.5	Nekonstrukcijski elementi	58
4.3.6	Dodatne mjere za okvire s ispunskim zidom	60

Veličina konstrukcije



Visinska jednostavnost



Nepravilnost oblika – “Problem 21. stoljeća”

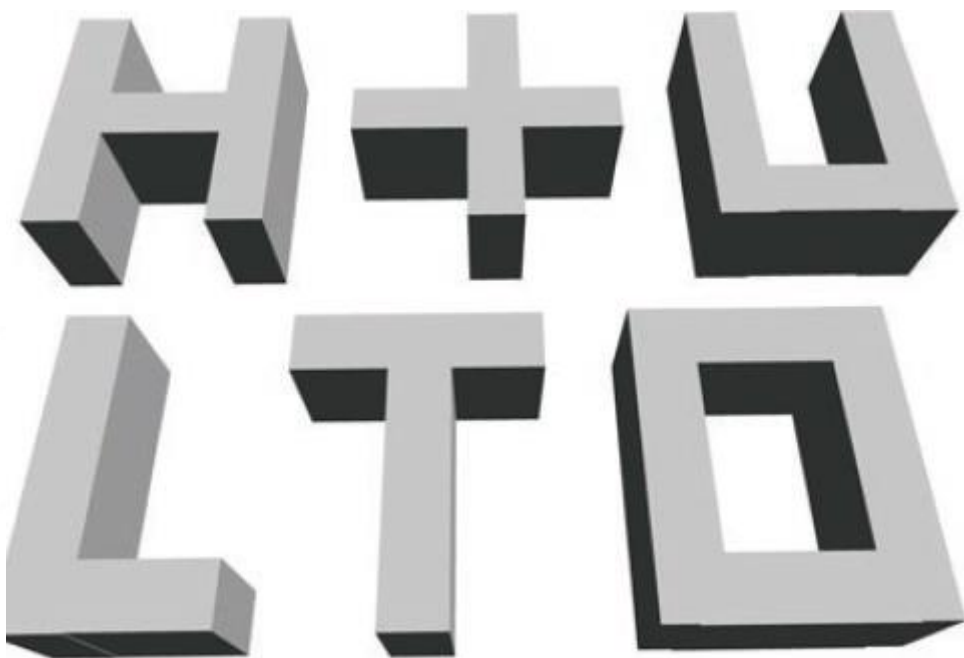
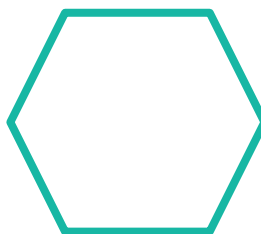
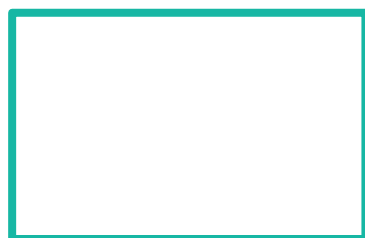
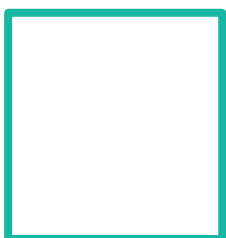
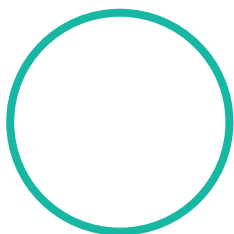
Novi trendovi:

- Odizanje konstrukcije od tla (npr. visoko prizemlje na stupovima, estetski primamljivo jer izgleda kao da konstrukcija lebdi)
- “open space” – uklanjanje unutarnjih zidova
- Ostakljivanje vanjske fasade - lagane fasade
- Nepravilna raspodjela po visini

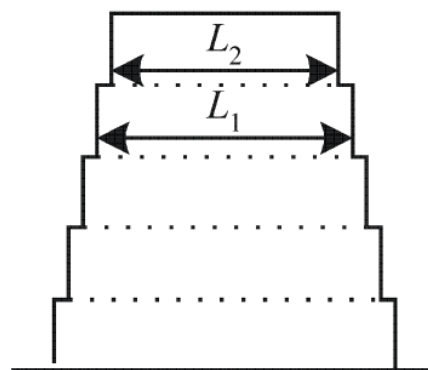


Smanjeno trošenje seizmičke energije

Konstruktivska jednostavnost

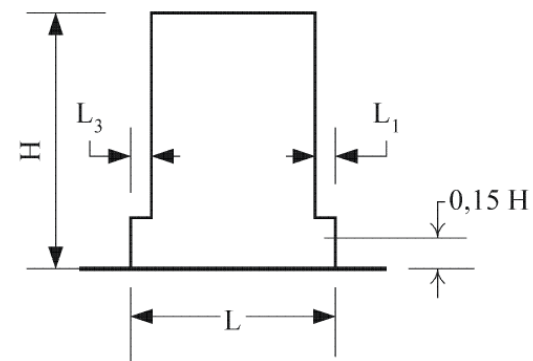


(a)



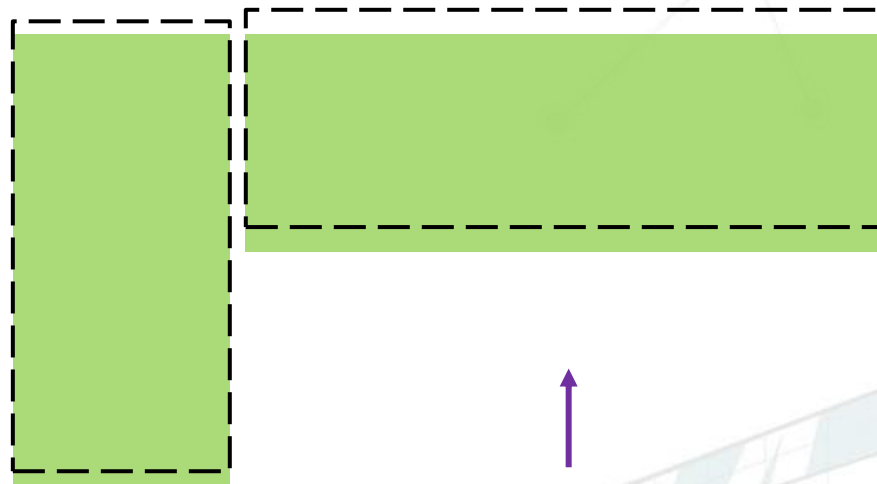
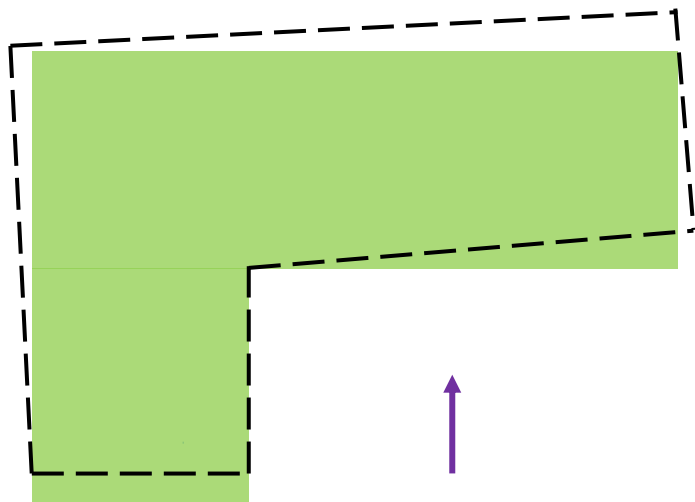
Kriterij za (a): $\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0,20$

(b) (uvučeno mjesto iznad 0,15 H)



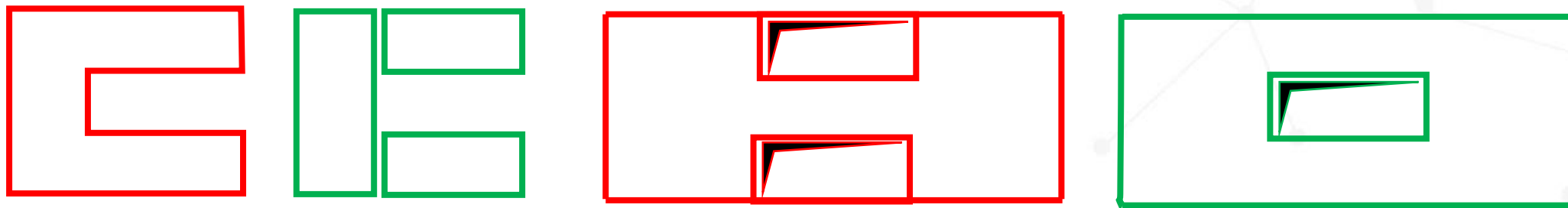
Kriterij za (b): $\frac{L_3 + L_1}{L} \leq 0,20$

Tlocrti s uvučenim uglovima

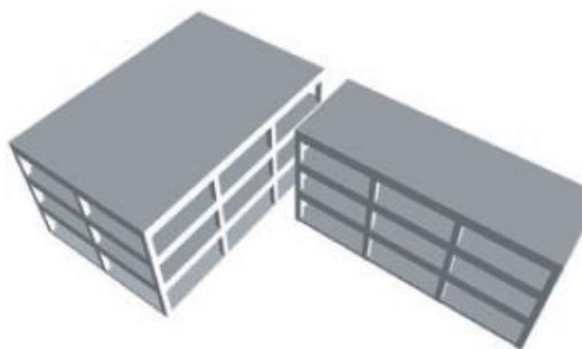


Krutosti svakog dijela konstrukcije su različite prema glavnim osima. Svako krilo će drugačije oscilirati, ali utjecati na drugo krilo. Javljaju se velika dodatna naprezanja u uglovima konstrukcije.

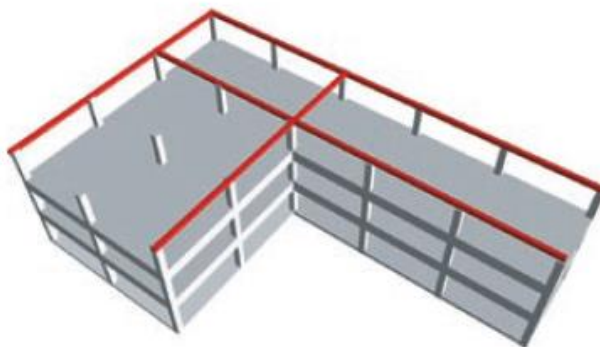
Tlocrti s uvučenim uglovima



Optimalni oblici zgrada u tlocrtu i odredbe za štedne otvore u pločama stropa



Odvajanje



Ojačanje ugla

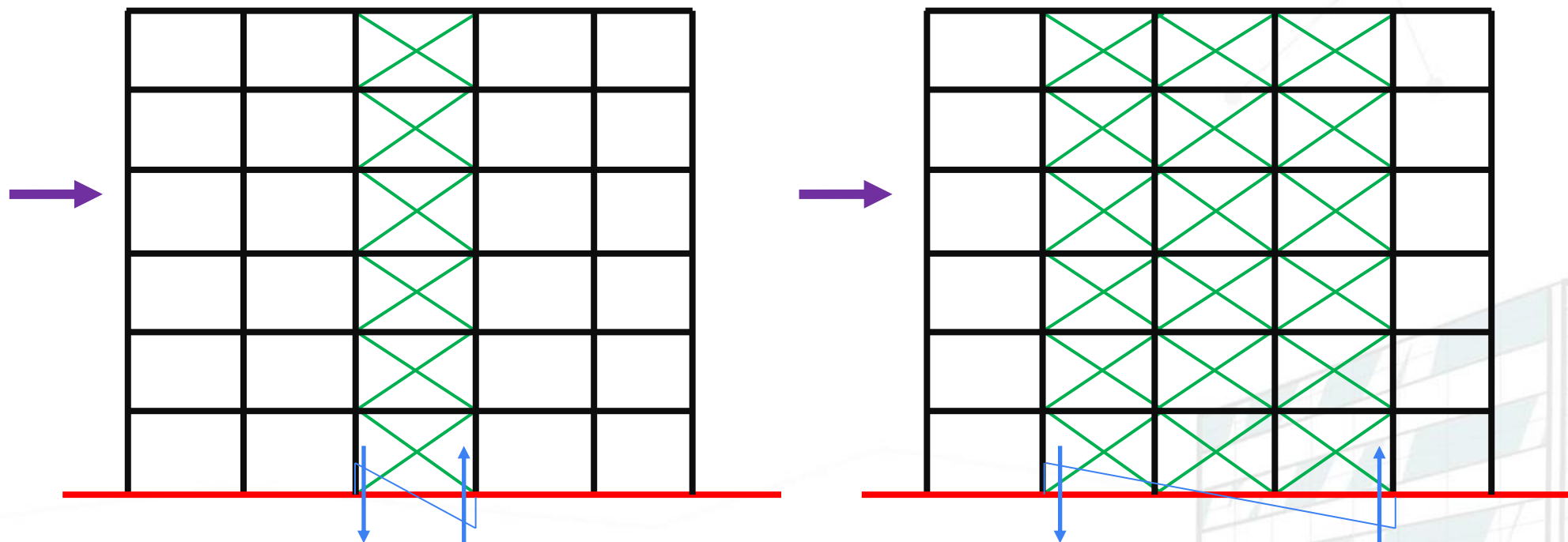


Postavljanje elemenata
veće krutosti



nZEB
TRENING CENTAR

Redundandnost





nZEB
TRENING CENTAR

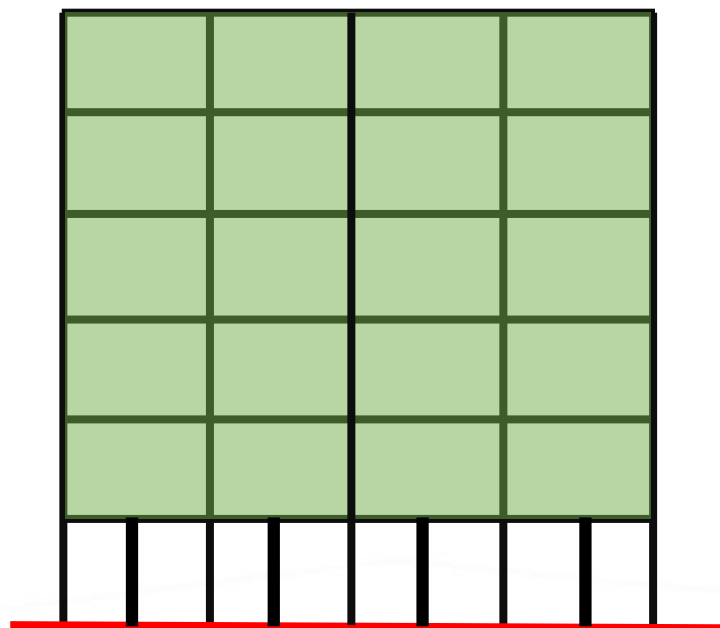
Meko prizemlje



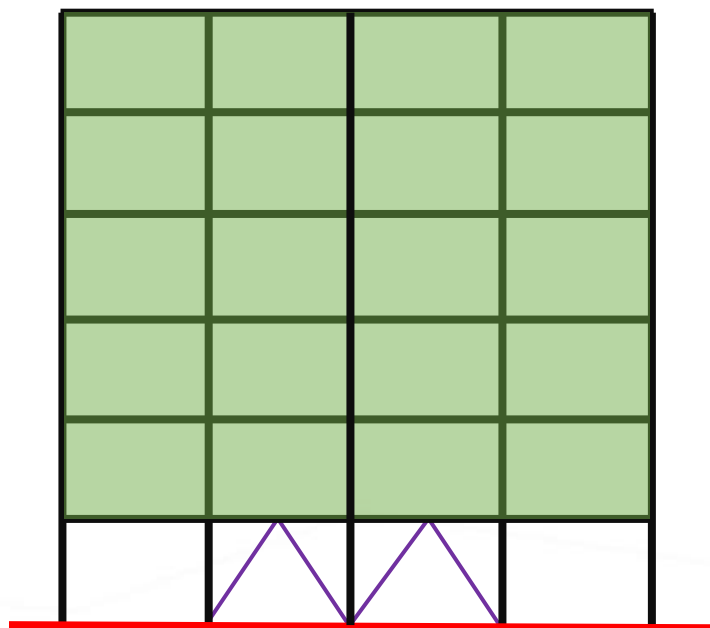


nZEB
TRENING CENTAR

Meko prizemlje



Dodavanje stupova

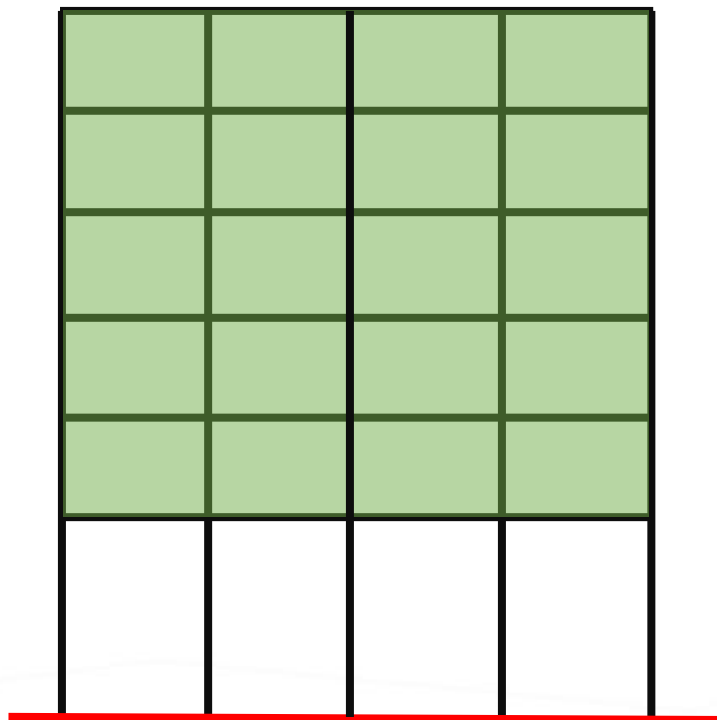


Dodavanje stabilizacije

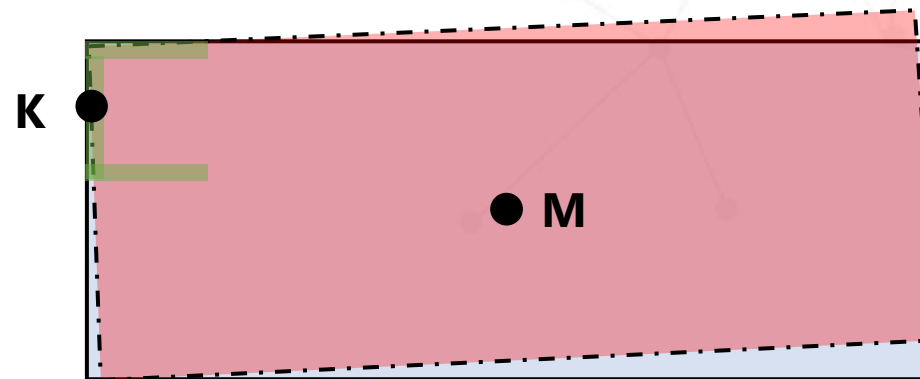
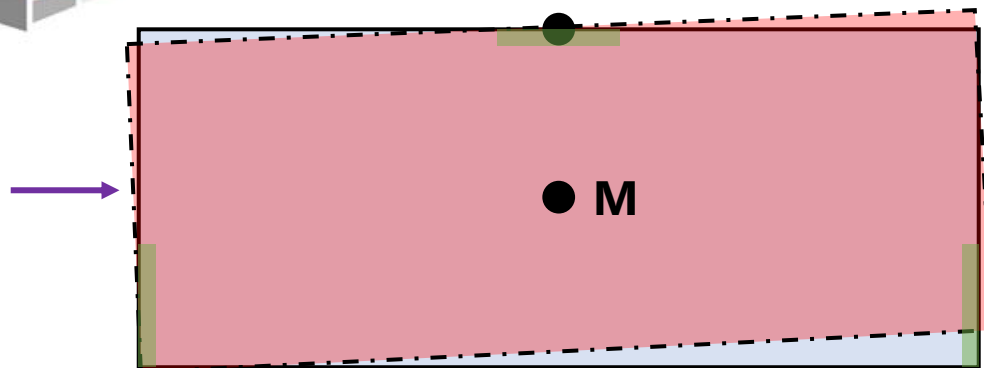


nZEB
TRENING CENTAR

Visoko prizemlje



Nesimetrična stabilizacija



M = centar masa K = centar krutosti

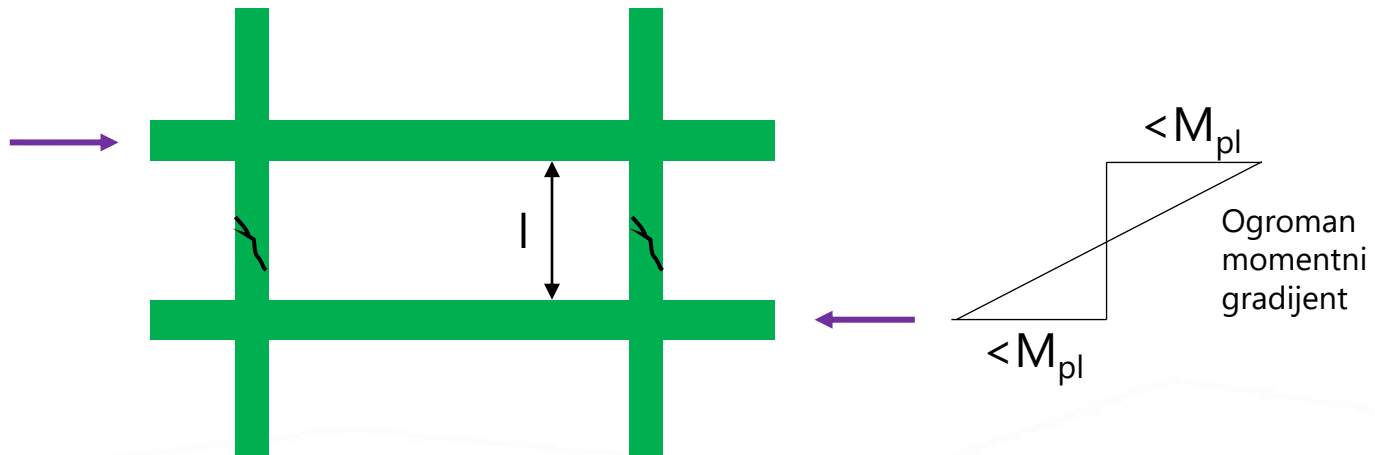
M ≠ K

Posljedice:

- pojava ekscentriciteta i zakretanja. Zakretanje se događa u horizontalnoj ravnini oko centra krutosti



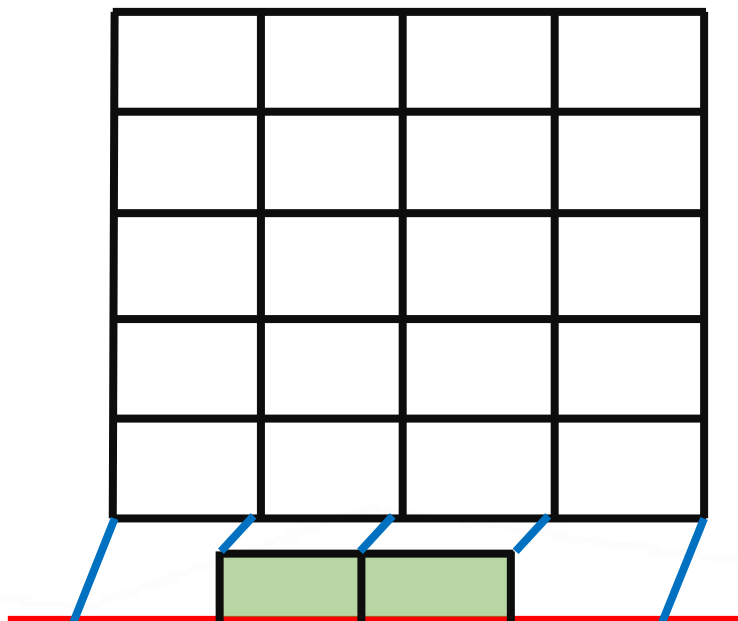
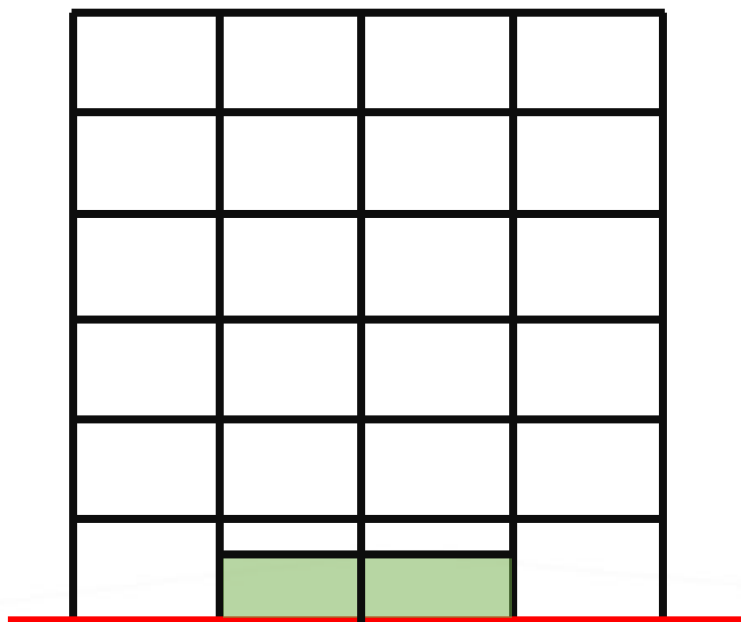
Izbjegavanje stupova male visine





nZEB
TRENING CENTAR

Kratki stup





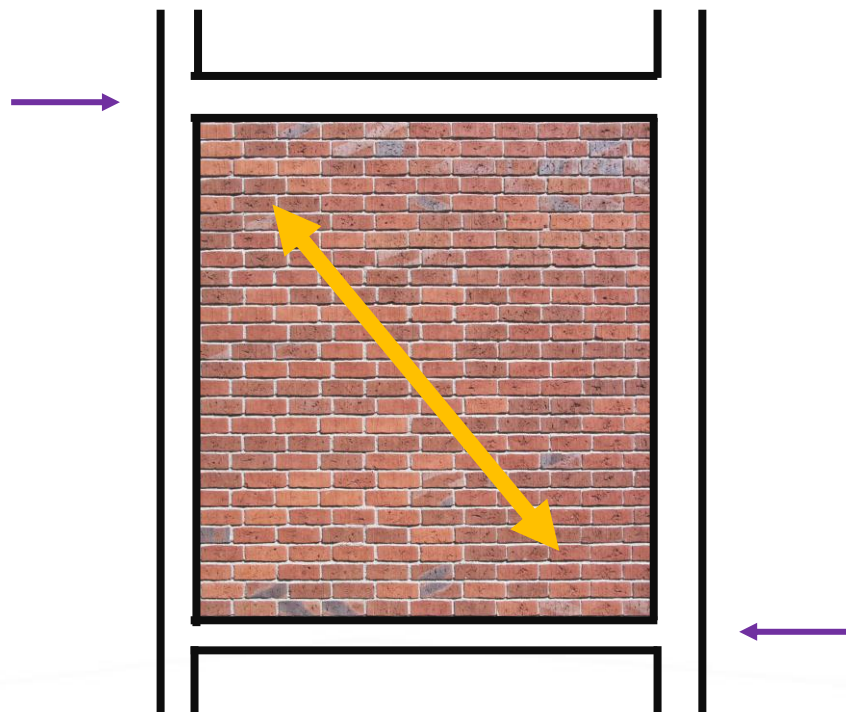
nZEB
TRENING CENTAR

Jaka greda – slabi stup





Stabilizacija okvira zidom

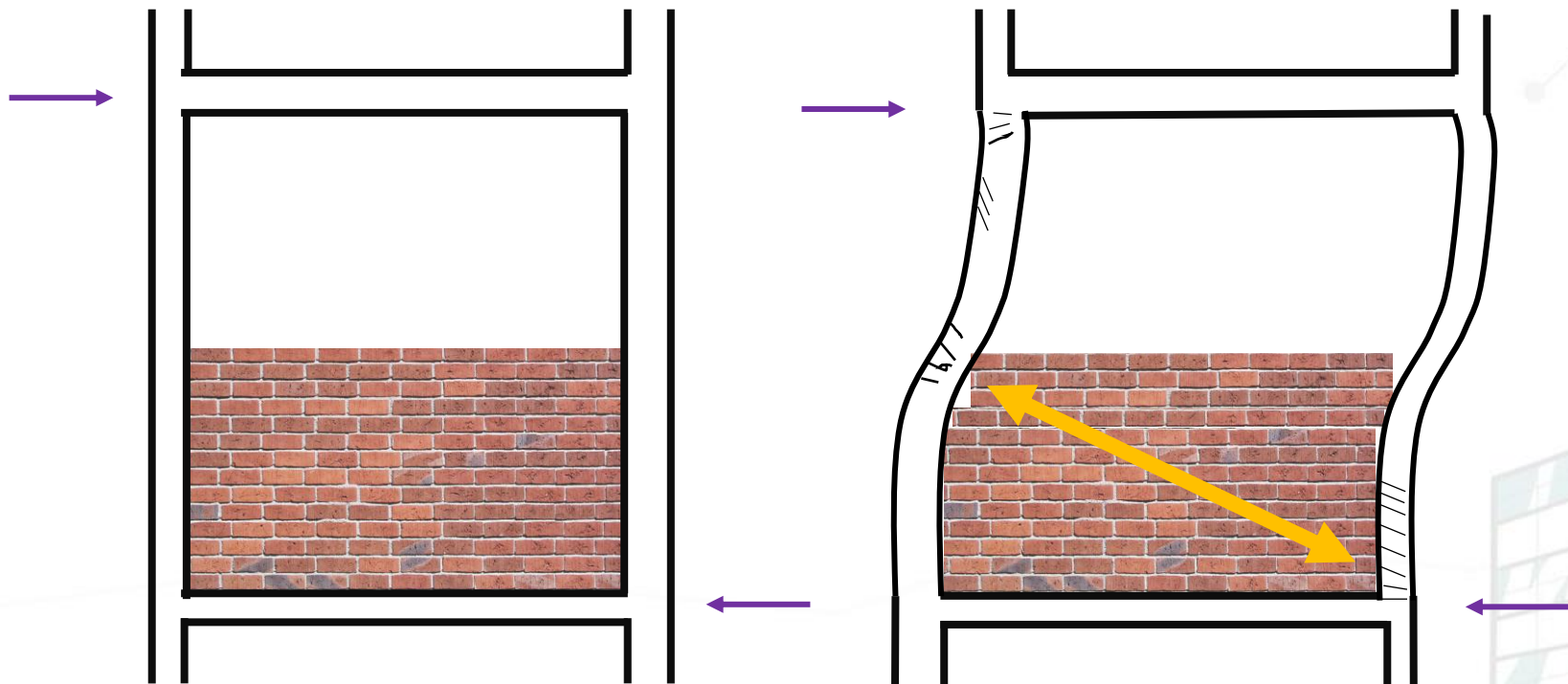


Okvir je fleksibilan i
duktilan, zide kruto



nZEB
TRENING CENTAR

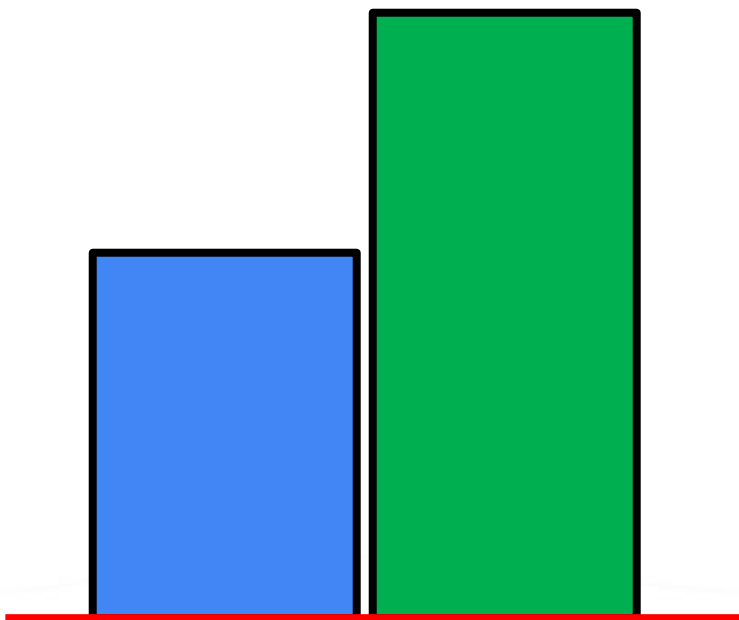
Okviri djelomično ispunjeni zidom



Posljedice:

- efekt kratkog stupa
- posmični lom

Odvajanje susjednih građevina spojevima



Implementacija novih zgrada u postojeće blokove



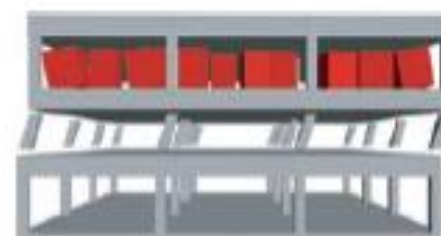
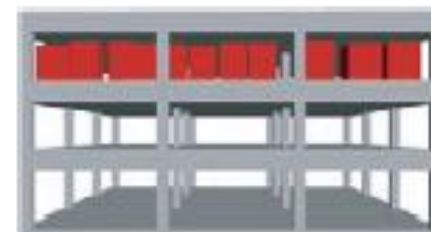
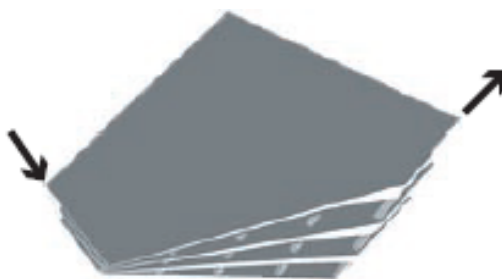


nZEB
TRENING CENTAR

Nepravilnosti po visini



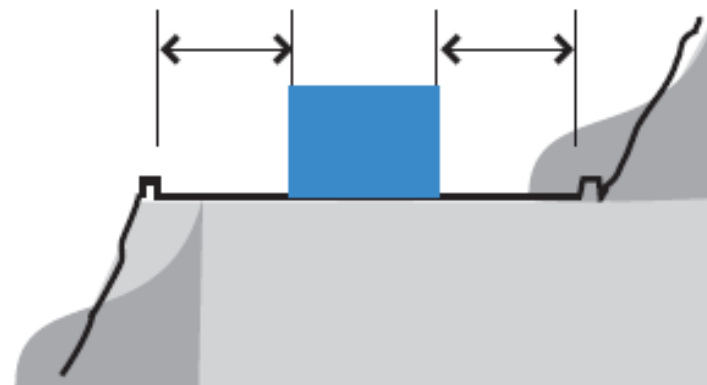
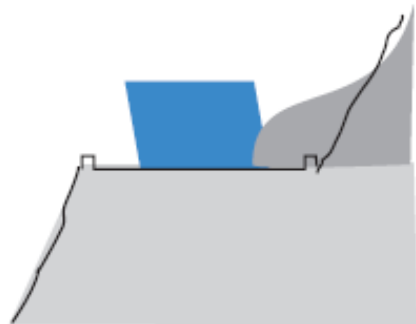
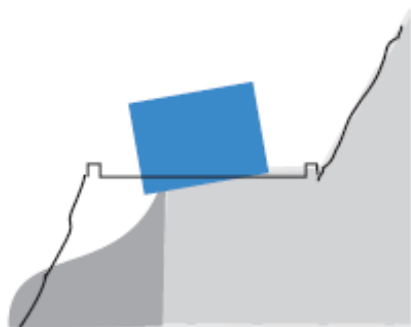
Otvori, nesimetrični poprečni zidovi, nejednoliko raspoređena masa





nZEB
TRENING CENTAR

Lokacija objekta



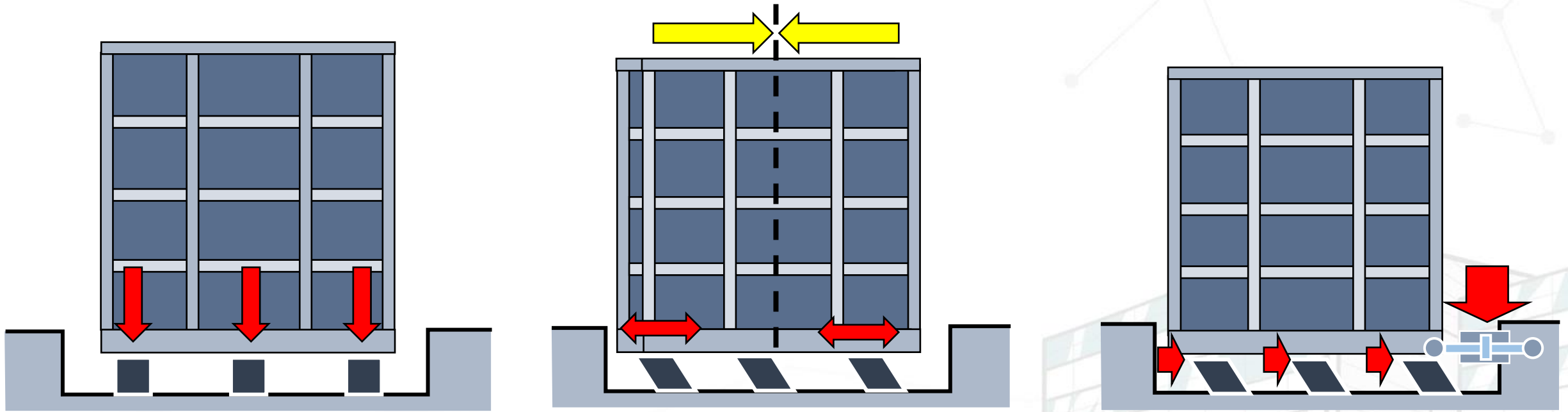
Lokacija objekta





nZEB
TRENING CENTAR

Disipatori



Hvala na pozornosti!



Mislav Stepinac, mstepinac@grad.hr

