



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Lifelong Learning Courses

PROCJENA SEIZMIČKE OTPORNOSTI POSTOJEĆIH ZGRADA - ISKUSTVA IZ BANJALUKE

dr ANĐELKO CUMBO, dipl.inž.građ.
BANJA LUKA, 12.06.2019.

*Institut za urbanizam, građevinarstvo i ekologiju
Republike Srpske, Banja Luka*

The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

SADRŽAJ RADA



- UVODNE NAPOMENE*
- DOMAĆI I EVROPSKI ASEIZMIČKI STANDARDI*
 - *YU-propisi*
 - *Evropski standardi – Evrokodovi*
 - *Nacionalni aneksi*
- KARAKTERISTIKE POSTOJEĆIH ZGRADA*
 - *Zgrade građene prije aseizmičkih propisa*
 - *Zgrade građene nakon aseizmičkih propisa*
 - *Ponašanje zgrada prilikom zemljotresa 1969.*
- PROCJENA SEIZMIČKE OTPORNOSTI POSTOJEĆIH ZGRADA*
 - *Karakteristike seizmički otpornih zgrada*
 - *Osvrt na karakteristike zidanih zgrada*
 - *Procjena seizmičke otpornosti starih zgrada*
 - *Procjena seizmičke otpornosti nadograđenih zgrada*
 - *Procjena seizmičke otpornosti novih zgrada*
- UMJESTO ZAKLJUČKA*



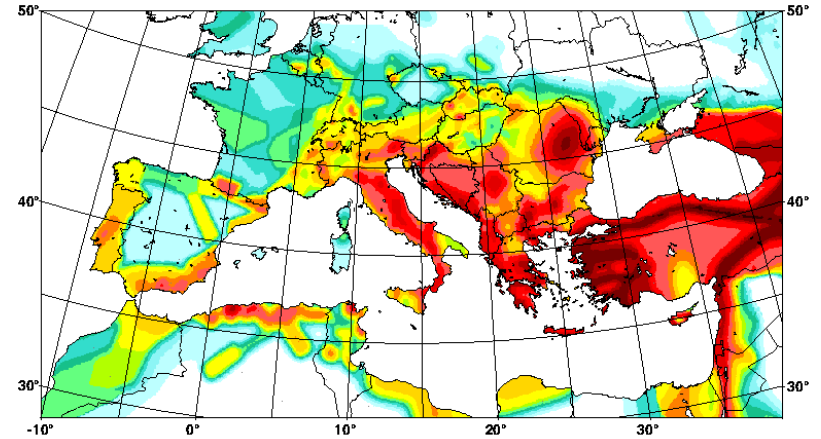
UVODNE NAPOMENE

Naše područje → veoma **seizmički aktivno**.

- Skoplje 1963.
- Banja Luka 1969. i 1981.
- Crnogorsko primorje 1979.

Zemljotres → **najdestruktivniji prirodni hazard**

Mora se **stalno proučavati** u cilju postizanja potrebne sigurnosti konstrukcija



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Seizmolozi → proučavaju zemljotres

Građevinci → zemljotres projektuju na objekte kao **dinamičke sile**

Konstrukcije – prema tipu i vrsti upotrijebljenog materijala:

- **Zidane zgrade** → (80-85) %
- **Betonske zgrade** → (12-15)%
- **Čelične i drvene** → (2-3)%

Zgrade – prema propisima:

- **do prvih aseizmičkih propisa 1964.**
- **nakon prvih aseizmičkih propisa**





DOMAĆI I EVROPSKI ASEIZMIČKI STANDARDI

YU-standardi

- **1964. god.** prvi aseizmički propisi u SFRJ: „Pravilnik o privremenim seizmičkim propisima za građenje u seizmičkim područjima“
- **1981. god.** novi propisi, dopune 82/83/88/90. god. (kod nas još važeći): „Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima“
- **Postojeća skala MSK-64** → **prevaziđena** - zasnovana na konceptu određivanja-procjeni stepena intenziteta koristeći objekte koji **nisu ni projektovani ni građeni prema aseizmičkim propisima**





Domaći i evropski aseizmički standardi

Evropski standardi – Evrokodovi

- **Evrokod 8**: rezultat najnovijih dostignuća teorije i prakse, posvećen proračunu i konstruisanju **seizmički otpornih konstrukcija**
- **Evropska makroseizmička skala EMS-98** → prilagođena sadašnjem vremenu, obuhvata i zgrade koje su projektovane i izvedene **prema aseizmičkim propisima**
- U odnosu na YU-standard, projektovanjem po EC8 se dobija znatno **manja povrjedljivost** konstrukcija (manja „ranjivost“), seizmičke sile su veće uz manji faktor ponašanja, sa adekvatnim **oblikovanjem detalja** kritičnih zona konstrukcije
- **EC8** → zasnovan na **programiranom ponašanju** (**YU-propisi nisu**)





Domaći i evropski aseizmički standardi

Nacionalni aneksi:

- **Pri usvajanju Evrokodova** → država treba da donese **Nacionalni aneks (NA)**, kao dodatak uz doslovan prevod EC
- **U Nacionalnom aneksu** → sadržani su **nacionalni parametri** (u okviru preporučenog intervala graničnih vrijednosti), **seizmološke mape**, mape snijegova, vjetrova i temperatura
- **Nacionalni parametri** treba da su u skladu sa:
 - svestranim studijama
 - stečenim **iskustvom** u primjeni tehnologija građenja
 - nivoom dostignutog stepena **kvaliteta materijala** i proizvoda i njihove kontrole na nivou države
 - ekonomskom **moći** društva i dr.





Domaći i evropski aseizmički standardi

Nacionalni aneksi:

- **Treba ukazati na odgovornost vlasti za sigurnost objekata** koji preko svojih **organa za standardizaciju** propisuju nacionalne parametre za elemente bitne za sigurnost objekata
- **Donošenje NA** je najbitniji, najkomplikovaniji i najstručniji dio aktivnosti, traži vrijeme, sredstva i izuzetnu stručnost, i kao takav zahtijeva donošenje **strategije na državnom nivou** za realizaciju tako obimnog posla
- **Potrebno je Evrokodove što prije uvesti** kao nacionalne tehničke propise umjesto nepotpunih i zastarjelij YU-pravilnika donijetih prije više decenija



KARAKTERISTIKE POSTOJEĆIH ZGRADA

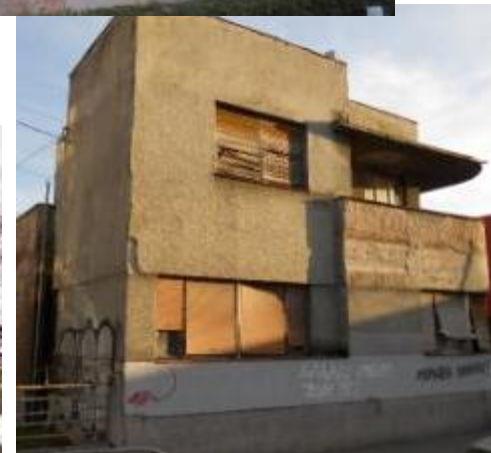
Zgrade građene prije aseizmičkih propisa

Zgrade iz kraja 19. i početka 20. vijeka:
niske **zidane zgrade**, temelji od kamena i opeke
(betona), zidovi od kamena i opeke, drvene tavanice,
nruski svodovi



Zgrade građene prije aseizmičkih propisa

Nakon Prvog svjetskog rata:
zahvaljujući betonu grade se
višespratne zgrade, uglavnom zidane
(mnoge se i danas koriste)



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Zgrade građene prije aseizmičkih propisa

- **Beton** → najviše se koristio kod **temelja** („špar“ beton) i polumontažnih **rebrastih tavanica** (“Herbst”, “Avramenko”)
- **Malter za zidanje** → uobičajeno **krečni**, bez dodatka cementa, male čvrstoće (drobi se pod prstima)
- **Noseći zidovi** → uglavnom postavljeni samo u **jednom pravcu**
Ovakav trend gradnje se nastavio sve do 1964. (prvih propisa)



Zgrade građene nakon aseizmičkih propisa

- **Nakon** donošenja prvih aseizmičkih **propisa (1964.)** → grade se kvalitetnije i **seizmički otpornije** višespratne zgrade
- **Sve više se koristi beton**, samostalno i sa **opekom**
 - Kod zidanih zgrada uvode se horizontalni i vertikalni **AB serklaži**
 - Kod tavanica, pored polumontažnih, sve više se izvode **pune AB ploče**
 - Grade se višespratne **AB konstrukcije** (okvirne i sa dijafragmama)



Zgrade građene nakon aseizmičkih propisa

- **IMS sistem - Žeželjev sistem** → montažne višespratne zgrade (izvođač GP “Krajina”, Banja Luka)
- **YU-Pravilnik (1981.)** → grade se **seizmički otpornije konstrukcije** (višespratne)



Zgrade građene nakon aseizmičkih propisa

Nadziđivanje → aktuelno početkom prošle decenije, naročito starih zidanih zgrada, (često konstruktivno nesigurno)



Gradnja novih objekata:
ponekad propraćena
nedostacima



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Ponašanje zgrada prilikom zemljotresa 1969.

- **Zemljotres** 1969. je bio **intenziteta VI-IX stepena** zavisno od lokalnih uslova tla i konstrukcije objekata
- **Oštećenja zgrada** su bila **nešto veća** nego što se u to vrijeme pretpostavljalo da će biti, naročito zidanih bez aseizmičkih elemen
- **Porušeno** je potpuno 5 objekata, a kod mnogih (3000) su izazvana ozbiljna konstruktivna oštećenja, zgrade u IMS sistemu opstale





PROCJENA SEIZMIČKE OTPORNOSTI POSTOJEĆIH ZGRADA

- **Procjena seizmičke otpornosti postojećih zgrada** → data je na osnovu **upoređenja konstrukcije** objekata sa savremenim dostignućima teorije i prakse projektovanja i građenja seizmički otpornih konstrukcija u okviru aktuelnih standarda
- **Najveća pažnja** je posvećena **zidanim konstrukcijama** zgrada, jer su najzastupljenije, najpovrjedljivije i nose najveći rizik od velikih oštećenja i rušenja u budućim potresima
- **Najugroženije** su stare zidane zgrade i nadograđene zgrade, bez osnovnih elemenata seizmičke regularnosti





Procjena seizmičke otpornosti postojećih zgrada

Karakteristike seizmički otpornih zgrada:

- **Osnovna filozofija** pri projektovanju → mogućnost **apsorpcije i disipacije** seizmičke energije, uz izbjegavanje krkih lomova
- **Vodeći principi** pri projektovanju:
 - Jednostavnost i **regularnost** konstrukcijskog sistema
 - Ujednačenost, **simetrija** i konstrukcijska rezerva
 - **Otpornost i krutost** u dva pravca
 - **Torziona** otpornost i krutost
 - Ponašanje spratnih **tavanica** kao **krutih dijafragmi**
 - Adekvatno **fundiranje** za ravnomjerno oscilovanje





Procjena seizmičke otpornosti postojećih zgrada

Osvrt na karakteristike zidanih zgrada:

- Sistem zidanih konstrukcija → jednostavan za izvođenje
- Zidani objekti **masivni** → indukuju **velike seizmičke sile**
- Zidovi neduktilni i veoma **krti**, → nema apsorpcije energije
- Zidane konstrukcije uokvirene **AB serklažima** → duktilnije
- Ponašanje i mehanizam **loma** zidova → vrlo nepovoljno
- „**Kutijasto**“ ponašanje pri osilovanju → najpovoljnije
- Kvalitet materijala i izrade → veoma važan



Procjena seizmičke otpornosti starih zgrada

- **Veliki broj** postojećeg fonda starih zgrada → **ne zadovoljava** neke od osnovnih principa projektovanja i građenja seizmički otpornih konstrukcija
- **Stare zidane zgrade su ugrožene** → nedostaci iz vremena građenja, loše održavanje i destrukcija materijala



Procjena seizmičke otpornosti starih zgrada

- **Novi pravilnik** → nastaje **protivurječna situacija**
- **Postavlja se pitanje** → kako se odnositi prema neotpornim zgradama na zemljotres, **najbolje ojačati**





Procjena seizmičke otpornosti starih zgrada

Kod starih objekata bitne *odredbe YU-Pravilnika* učesto nisu ispunjene:

- **Spratnost** za zidane objekte – član 111
- **Krutost tavanica** u svojoj ravni – član 48 i 95
- **Širine razdjelnica** između objekata – član 47
- **Čvrstoća, krutost i povezanost temelja** – član 51
- **Zastupljenost nosećih zidova** u osnovi ili nepravilan raspored – član 89, 94 i 96
- **Zastupljenost serklaža i armature** – član 97, 98 i 99
- **Širina i raspored otvora i širina međuprozorskih stubaca** – član 101 i 102
- **Uklještenja stepenišnih ploča** u zidove – član 105
- **Vrsta i čvrstoća maltera** – član 90 i 113 itd.



Procjena seizmičke otpornosti nadograđenih zgrada

- **Praksa nadziđivanja** zgrada u Banjaluci od 2000. god. → **veoma aktuelna**
- **Pokazala se nespremnost** na svim nivoima, (izdavanje saglasnosti, projektovanje, izvođenje, nadzor, kontrola, tehnički prijem)
- **Ravni krovovi i adaptacija tavana** → **povod za nadogradnje**



Procjena seizmičke otpornosti nadograđenih zgrada

- **Nadograđivane** su ionako **loše zgrade**, bez ili sa minimalnim ojačanjima, u nedefinisanim uslovima, prvobitno kao adaptacije...
- **Intervencije** u prizemlju → “čišćenje prostora”, **fleksibilno prizemlje**
- **Građevinci** olako prihvatili nadogradnju → posebno zabrinjavajuće





Procjena seizmičke otpornosti nadograđenih zgrada

- **Nadogradnja objekata** → **YU-Pravilnik - član 115a** „**bitna promjena**“ protivurječnosti
- **Projektovanje** → bez ojačanja postojeće konstrukcije, bez ulaganja u nešto što je investitoru „**samo trošak**“
- **Izvođenje radova** → razne improvizacije i izmjene, po sistemu „**kad se već radi da se iskoristi**“
- **Suprostavljani interes** investitora prema nadograđenom dijelu i postojećem objektu → pokazao se u punoj mjeri
- **U jačem budućem zemljotresu** moglo bi doći do znatnih oštećenja i/ili **rušenja** nadograđenih i „adaptiranih“ starih zidanih objekata



Procjena seizmičke otpornosti novih zgrada

- **Novi objekti** → po pravilu su (ili bi trebali biti) **kvalitetniji** od starih
- Mnogo više je zastupljen **armirani beton** kao duktilan materijal, a **kvalitet betona i maltera** je znatno bolji





Procjena seizmičke otpornosti novih zgrada

- **Projektovanje** → *želje investitora bitnije* od stabilnosti konstrukcije
- **Podrum, prizemlje i spratovi** → različita namjena prostora, *drugačija dispozicija* nosećih elemenata
- **Stubovi** gornjih etaža se *oslanjaju na grede* iznad podruma/prizemlja → opasno za prenos dinamičkih sila
- **Poslovni prostori** → prizemlje *“očišćeno”* od zidova - fleksibilno prizemlje
- **Konstrukcija asimetrična** za pojedine glavne pravce djelovanja horizontalnih (seizmičkih) sila → *centri krutosti i masa “šetaju”*



Procjena seizmičke otpornosti novih zgrada

**Konzolno isturanje etaža - „krađa prostora“,
noseći zidovi i stubovi na konzolama → opasno**





Procjena seizmičke otpornosti novih zgrada

- **Preduzimačke firme** → **nemaju stručnog kadra** ili ga nemaju dovoljno. Jedan inženjer često **“pokriva”** čitavo preduzeće i sva gradilišta, a onda ne stigne odraditi ulogu **šefa gradilišta**, nego to radi neko drugi, obično poslovođa i to još priučeni
- **Preduzimačke firme** → nemaju dovoljno zanatskog kadra, tj. iskusnih **armirača, zidara** itd. Radnici se brzo smjenjuju, primaju i otpuštaju, „**svi rade sve**“ a onda je to često nestručno i neodgovorno
- Generalno, pri gradnji se ne poklanja dovoljno pažnje **oblikovanju i realizaciji detalja**. Ti nedostaci nisu vidljivi, jer su **“zabetonirani”**, za gravitaciono opterećenje ne predstavljaju problem, tek bi se u zemljotresu ti nedostaci razotkrili



Procjena seizmičke otpornosti novih zgrada

Kod zidanih objekata:

- Koriste se razni **šuplji blokovi** i još se **okreću** na sve moguće načine,
- Ne radi se **veza na zub** sa vertikalnim serklažima,
- **Ne zapunjavaju** se dovoljno vertikalne fuge,
- Ne sprovodi se odgovarajuća **njega pri zidanju**, itd...



Procjena seizmičke otpornosti novih zgrada

- **Zidana ispunjena AB skeleta** → zidovi se mogu **ispreturati** u potresu i ugroziti ljudske živote
- **Ankerovanje zidova** → ne radi se pravilno ili se uopšte ne radi, otvori i drugi dijelovi ispunje se **ne uokviruju serklažima**
- **Fasade od stakla** → nije ispitano njihovo ponašanje, staklo može **popucati**, **ispasti** i povrijediti ljude



Procjena seizmičke otpornosti novih zgrada

Pri građenju → ima slučajeva da su širine **dilatacija** premale



U dilatacije → mogu da dospiju razni materijali (komadi betona, oplata i sl.), često iz nemara ali i iz neznanja



Premale i zatrpane dilatacije → veoma opasno stanje, jer su pomjeranja objekata lokalno spriječena, a sudari obično izazivaju lomove elemenata, velika **oštećenja** i progresivna **rušenja**





UMJESTO ZAKLJUČKA

- **Opasnosti od mogućeg zemljotresa** za sigurnost objekata i ljudi je nešto što je realno za Banja Luku i što može imati **nesagledive posljedice**
- **Društvena zajednica** treba, na osnovu konsultacija sa stručnjacima, da utvrdi **kolike se žrtve i štete mogu očekivati** u slučaju zemljotresa. Dalja odluka zavisi od ekonomske snage društva, ali i od stava i politike društva
- **Stručnjaci** treba da daju informacije, ali vlast mora da odluči koji nivo štete i rizika **može da toleriše**, a onda je na stručnjacima da obezbijede realizaciju usvojenih ciljeva i strategije



Društvena zajednica treba da reorganizuje **stručna i esnafska udruženja**, tako da:

- brinu o **edukaciji** inženjera (stručni skupovi...)
- da obezbjeđuju **standarde, propise i uputstva**
- da propisuju, kontrolišu i sankcionišu **kvalitet i odgovornost** rada pojedinaca i firmi
- da obezbijede savjesnim stručnjacima da kvalitetno, odgovorno i organizovano **rade svoj posao**



Može se konstatovati da **scenario budućeg zemljotresa** u Banjoj Luci nije poznat i da bi u najmanju ruku trebalo **uraditi sljedeće**:

- Definirati **seizmičku opasnost** – hazard
- Napraviti **katastar** postojećeg fonda objekata
- Utvrditi **povrjedljivost** različitih tipova objekata i procijeniti moguće štete pri zemljotresu
- Sagledati očekivane **posljedice**, definirati prihvatljiv seizmički rizik, definirati metodologiju i dati mjere za **ojačanje objekata**
- Unaprijediti sistem civilne zaštite, edukovati stanovništvo i **pripremiti potrebne mjere** za slučaj zemljotresa





Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Thank you
for your attention

Andjelko Cumbo, PhD ; andjelko.cumbo@iugers.com

Institute for urbanism, civil engineering and ecology of Republic of Srpska, Banja Luka



Knowledge FOR Resilient soCiEty