

Prof.dr. Drago Trkulja sci seizmolog mr geotehničkih nauka

• SEIZMIČNOST BOSNE I HERCEGOVINE

Početak rada u oblasti seizmološke aktivnosti na teritoriji Bosne i Hercegovine datira iz 1894. godine.

Instrumentalni period seizmološke službe, međutim, počinje u 1906. godini instaliranjem prvih seizmografa u Sarajevu i Mostaru.

Seizmološka služba je organizovanije otpočela sa radom u 1959 godini u sastavu Republičkog hidrometeorološkog zavoda u Sarajevu, izgradnjom zgrade Seizmološke stanice (1961.god.) u Sarajevu i instaliranjem dva (2) seizmografa mehaničke registracije.

Pojavom katastrofalnih zemljotresa 26 i 27. oktobra 1969 godine, (sa epicentrom na području Banja Luka), koji su razorili šire područje Bosanske Krajine, počinje novi period razvoja seizmološke službe B i H. Naime, 25.12.1970. godine na osnovu Zakona o seizmološkoj službi B i H osnovan je Seizmološki zavod kao nosioc poslova iz oblasti seizmologije u Bosni i Hercegovini.

Donošenjem Zakona o seizmološkoj službi B i H-e, započinje organizovaniji rad seizmološke djelatnosti i instrumentalnih seizmoloških osmatranja.

Izgradnjom seizmoloških stanica u Bosni i Hercegovini i nabavkom savremeni seizmoloških stanica, seizmološka osmatranja se u osnovi odvijaju preko regionalnih seizmoloških centara : Sarajevo (gdje je i sjedište zavoda); Banja Luka i Mostar i Seizmoloških stanica: Sarajevo, Banja Luka, Mostar, Tuzla, i Lokalnih seizmoloških stanica: Bihać, Zenica, Jajce, Ključ, Ljubinje i drugih seizmoloških stanica instaliranih na Hidroenergetskim objektima B i H-e: Rama, Trebišnjica, Bočac, Višegrad i dr.

Do 1991 godine, preko mreže seizmoloških stanica i instrumenata. vršeno je registrovanje seizmoloških pojava, analiza i obrada podataka, izrada kataloga zemljotresa, karata epicentara zemljotresa i permanentna razmjena sa seizmološkim centrima, a sav rad bio je koordiniran preko Zajednice za seizmologiju Jugoslavije.

Za vrijeme ratnih dejstava (1991 – 1995.god.), na području Bosne i Hercegovine, većina seizmoloških stanica sa instrumentima (izuzev Seizmološke stanice – Banja Luka) je uništeno, a seizmološka djelatnost se organizuje preko entitetskih zavoda:

- Federalni meteorološki zavod – Sarajevo i
- Republički hidrometeorološki zavod – Banja Luka

OSNOVNE KARAKTERISTIKE SEIZMIČNOSTI B i H

Teritorij Bosne i Hercegovine predstavlja **jedan od seizmički aktivnijih dijelova Balkanskog poluotoka**, koji ulazi u sastav sredozemno – trans - azijskog seizmičkog pojasa.

Pored prirodnih zemljotresa koji su česta pojava, u regionu se javljaju i **vještački zemljotresi** kao posledica izgradnje hidroakumulacija – brana. koji su registrovani na branama **Bočac, Grabovica, Grančarevo, Rama** i dr.

Za izučavanje seizmičnosti teritorije Bosne i Hercegovine potrebna su poznavanja žarišta zemljotresa kako lokalnih tako i udaljenih i iz drugih država.

- Na prostorima drugih susjednih država najjači zemljotresi koji su svojim intenzitetima ugrožavali i Bosnu i Hercegovinu, i ostvarivali veće seizmičke efekte, su zemljotresi iz žarišta (vidi tabelu 4 i sliku 8) u kojima su registrovani maksimalni intenziteti.
- Hronološki prikazujemo u tabeli 1. dogođene zemljotrese

Tabela 1

Vrijeme	Mjesto	Magnituda (M)	Intenzitet u epicentru (Io) MCS skale
06.01.1905.	Krupanj (Srbija)	M = 5,3	Io = 7 o
08.10.1909.	Petrinja (Hrvatska)	M = 6,0	Io = 9 o
13.04.1964.	Slav. Brod (Hrvatska)	M = 5,7	Io = 8 o
07.09.1970.	Knin (Hrvatska)	M = 5,3	Io = 8 o
15.04.1977.	Ulcinj (Crna Gora)	M = 7,1	Io = 9 o

Prema raspoloživim podacima na području Bosne i Hercegovine, u prošlosti, dogodilo se više razornih zemljotresa (iz lokalnih žarišnih zona), Magnitude $M \geq 5,0$; Intenziteta u epicentru $Io \geq 7$ o MCS skale (tabela 2 ; Slika 1 – Karta epicentara zemljotresa)

U tabeli 5 prikazani su hronološki dogođeni zemljotresi na području B i H

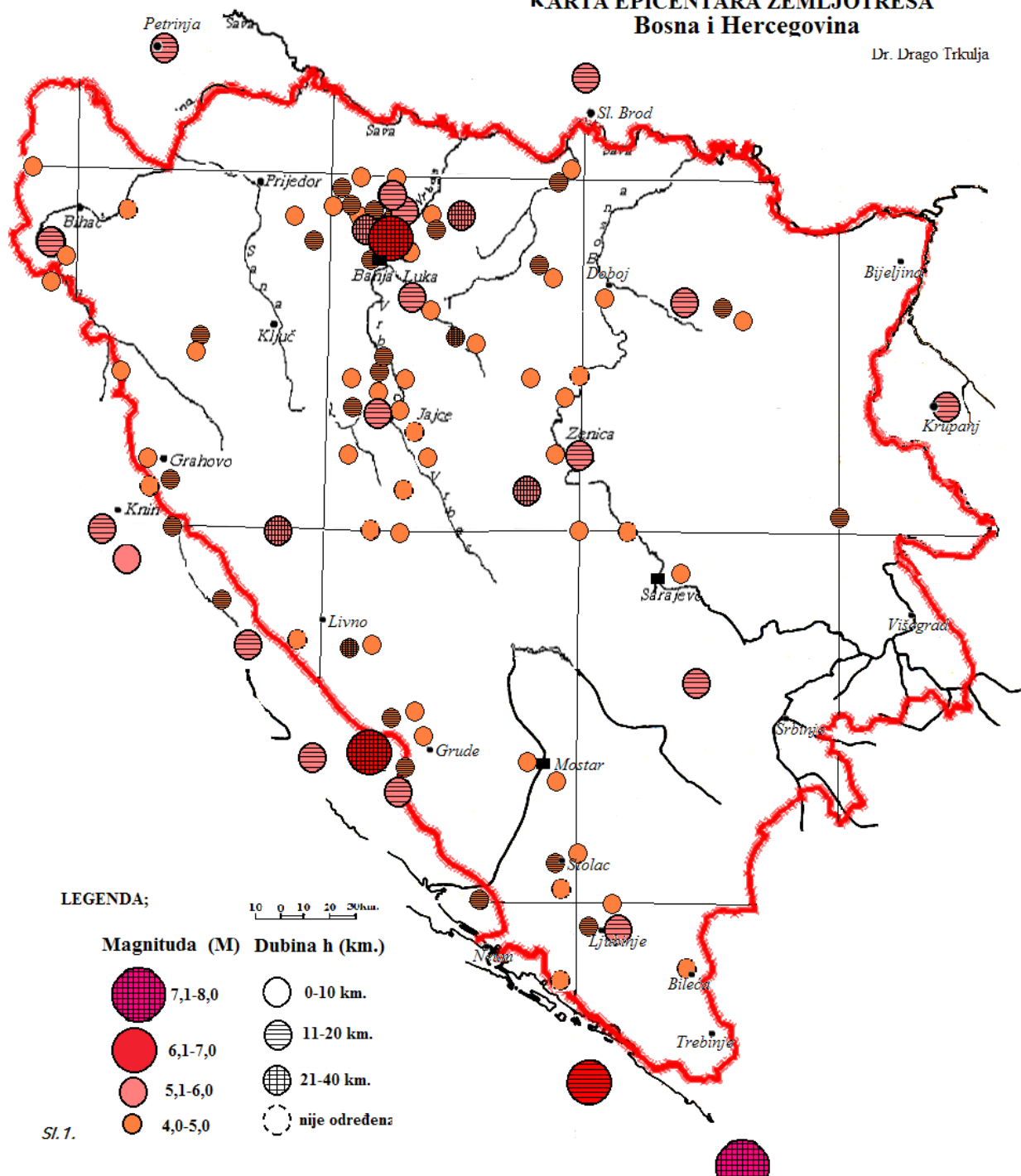
Tabela 2

Vrijeme	Mjesto	Magnituda (M)	Intenzitet u epicentru (Io) - MCS skale
07.04.1905.	Petrovac	M = 5,0	Io = 7 o
01.08.1907.	Počitelj	M = 5,7	Io = 7 - 8 o
25.12.1908.	Vlasenica	M = 5,3	Io = 6-7 o
12.03.1916.	Bihać	M = 5,0	Io = 7 o
06.02.1923.	Jajce	M = 5,0	Io = 7 o
15.03.1923.	Imotski	M = 6,2	Io = 8 - 9o
14.02.1927.	Ljubinje	M = 6,0	Io = 8o
17.12.1940.	Derventa	M = 5,1	Io = 7 o
31.12.1950.	Drugovići	M = 5,7	Io = 8o
11.06.1962.	Treskavica	M = 6,0	Io = 8o
07.03.1967.	Srebrenica	M = 5,1	Io = 7 o
27.10.1969.	Banja Luka	M = 6,6	Io = 9o
25.08.1970.	Gacko	M = 5,0	Io = 7 o
29.10.1974.	Lukavac	M = 5,0	Io = 7 o

Analizom podataka o dogođenim zemljotresima, prikazanim u tabeli 2., uočava se da se je u prošlosti, na području Bosne i Hercegovine, dogodilo više razornih zemljotresa sa najjačim intenzitetima izžarišnih zona Imotsko, Ljubinje, Treskavica i Banja Luka. (karta epicentara zemljotresa Sl.1 i Karta seizmogenih zona Sl.2).

KARTA EPICENTARA ZEMLJOTRESA Bosna i Hercegovina

Dr. Drago Trkulja

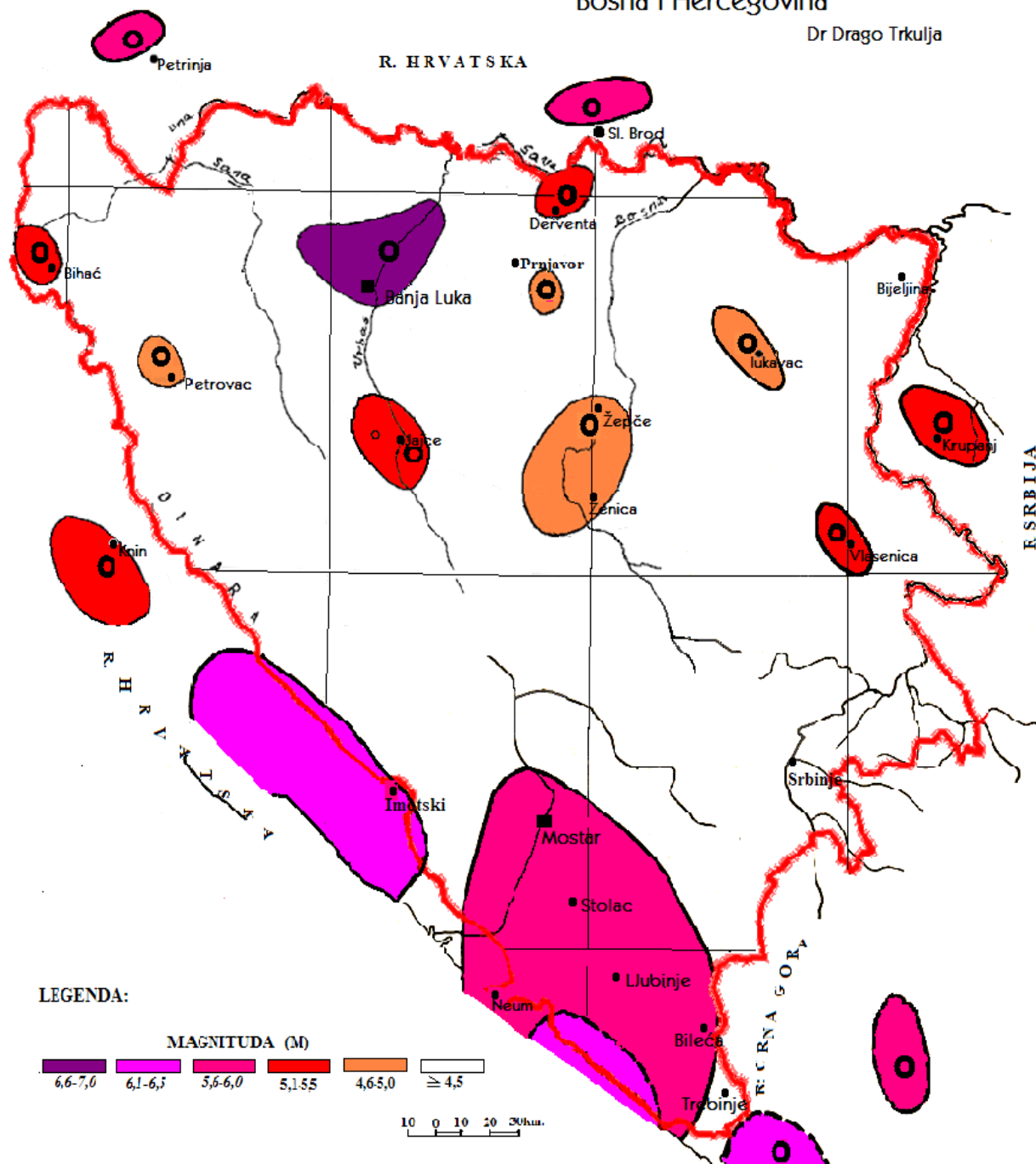


Sl. 1.

Slika 1..

KARTA SEIZMOGENIH ZONA Bosna i Hercegovina

Dr Drago Trkulja

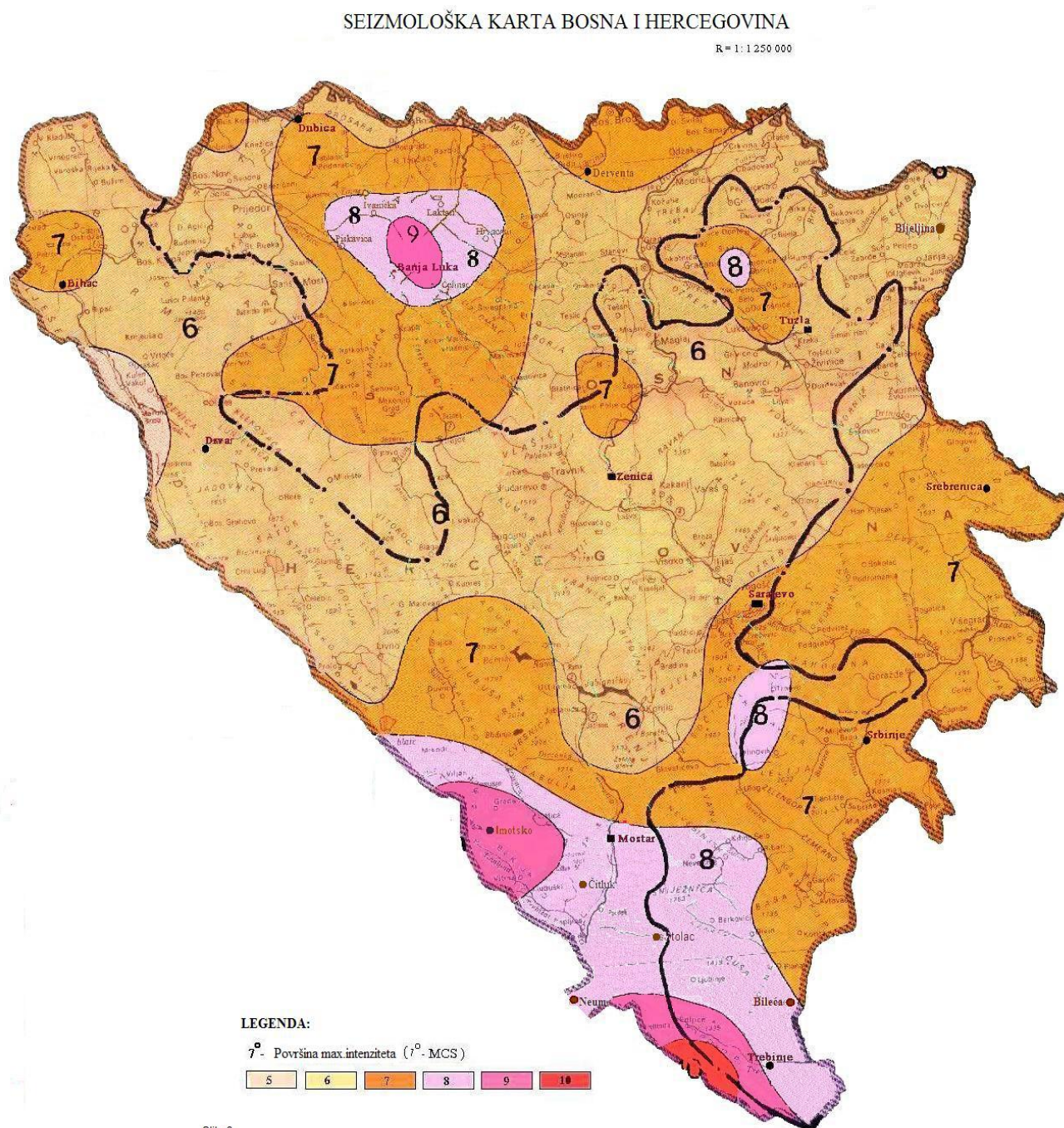


Slika 2

Na seizmološkoj karti Bosne i Hercegovine (Sl.13) izdvojene su zone sa maksimalnim intenzitetima zemljotresa i na istoj uočava se da se najveći dio teritorije nalazi u zoni 7, 8 i 9 -og stepena seizmičkog intenziteta MCS skale. Na kartama Slike 4, 5, 6 i 7. prikazane su seizmološke karte za povratne periode 100, 200, 500 i 1000 godina.

Prema dosadašnjim saznanjima i razvoju toka seizmičke aktivnosti u prošlosti, na području B i H-a, naj razorniji zemljotresi sa katastrofalnim posljedicama su zemljotresi, iz žarišnog **područja Banja Luke**.

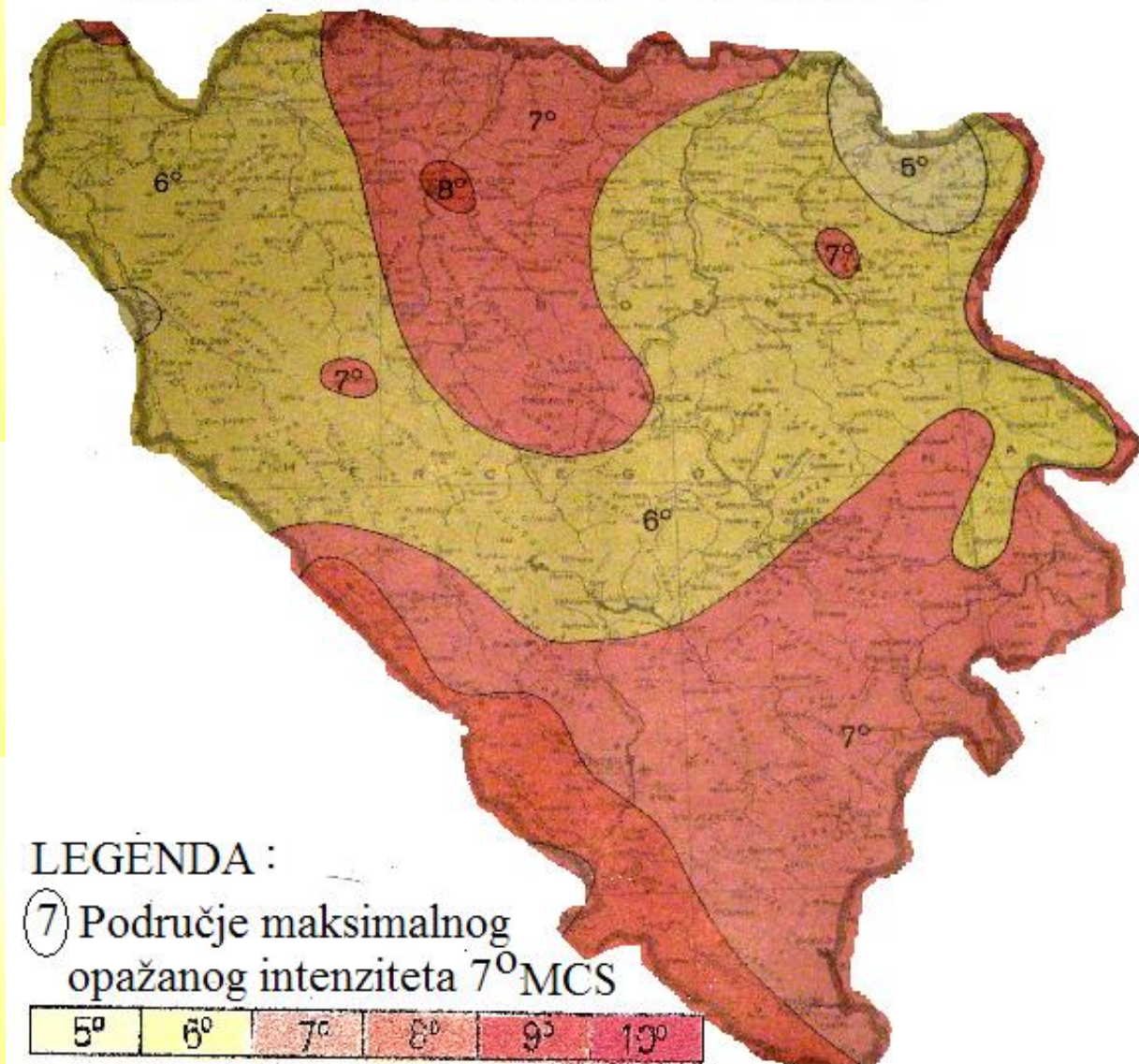
Na Slikama 10, 11, 12, i 13 ,prikazane su seizmološke karte B i H za povratne periode; 100, 200, 500 i 1000 godina.



Slika3.

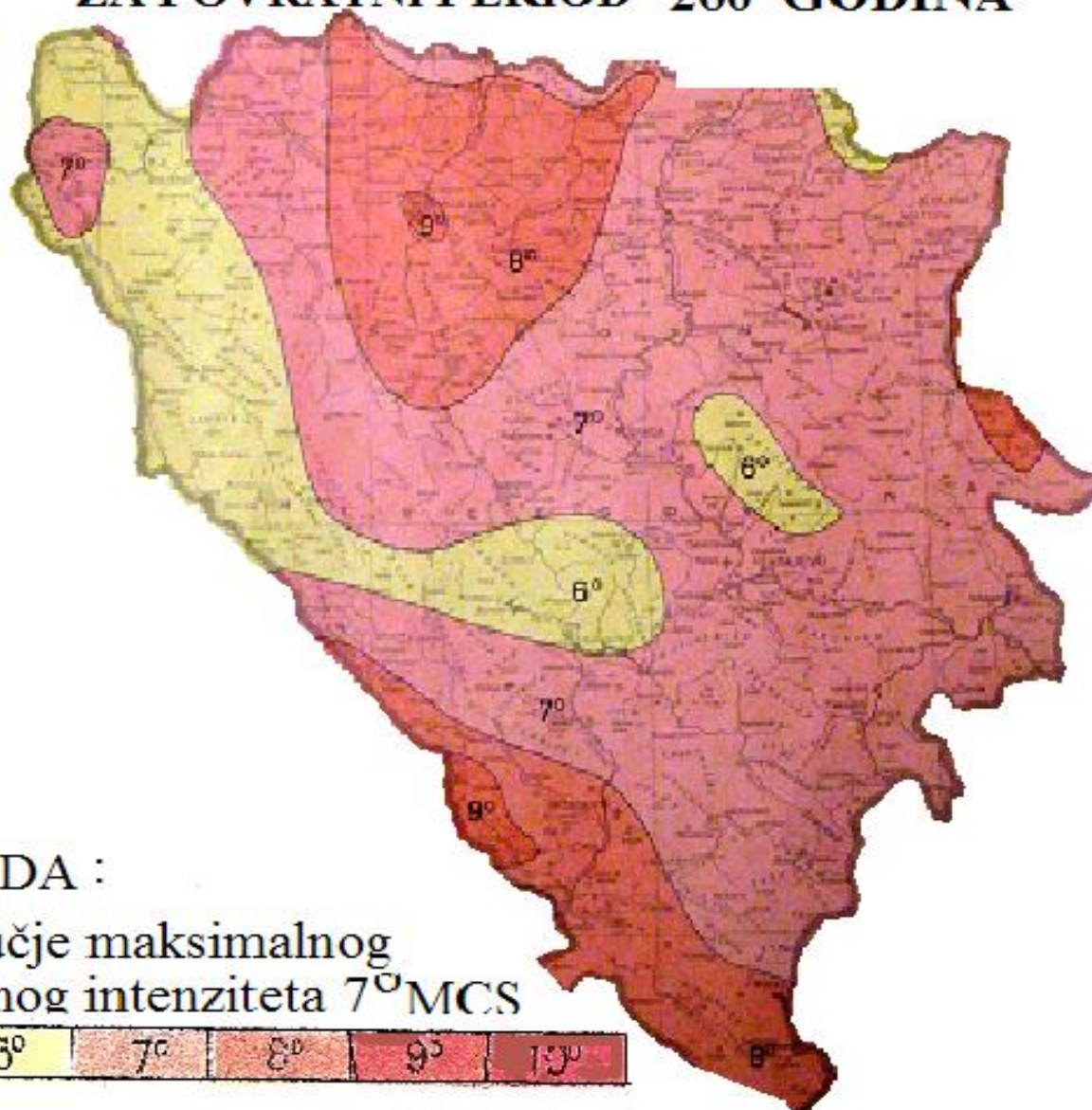
Slika 3

SEIZMOLOŠKA KARTA B i H ZA POVRATNI PERIOD 100 GODINA



Slika 4.

SEIZMOLOŠKA KARTA B i H ZA POVRATNI PERIOD 200 GODINA



Slika 5.

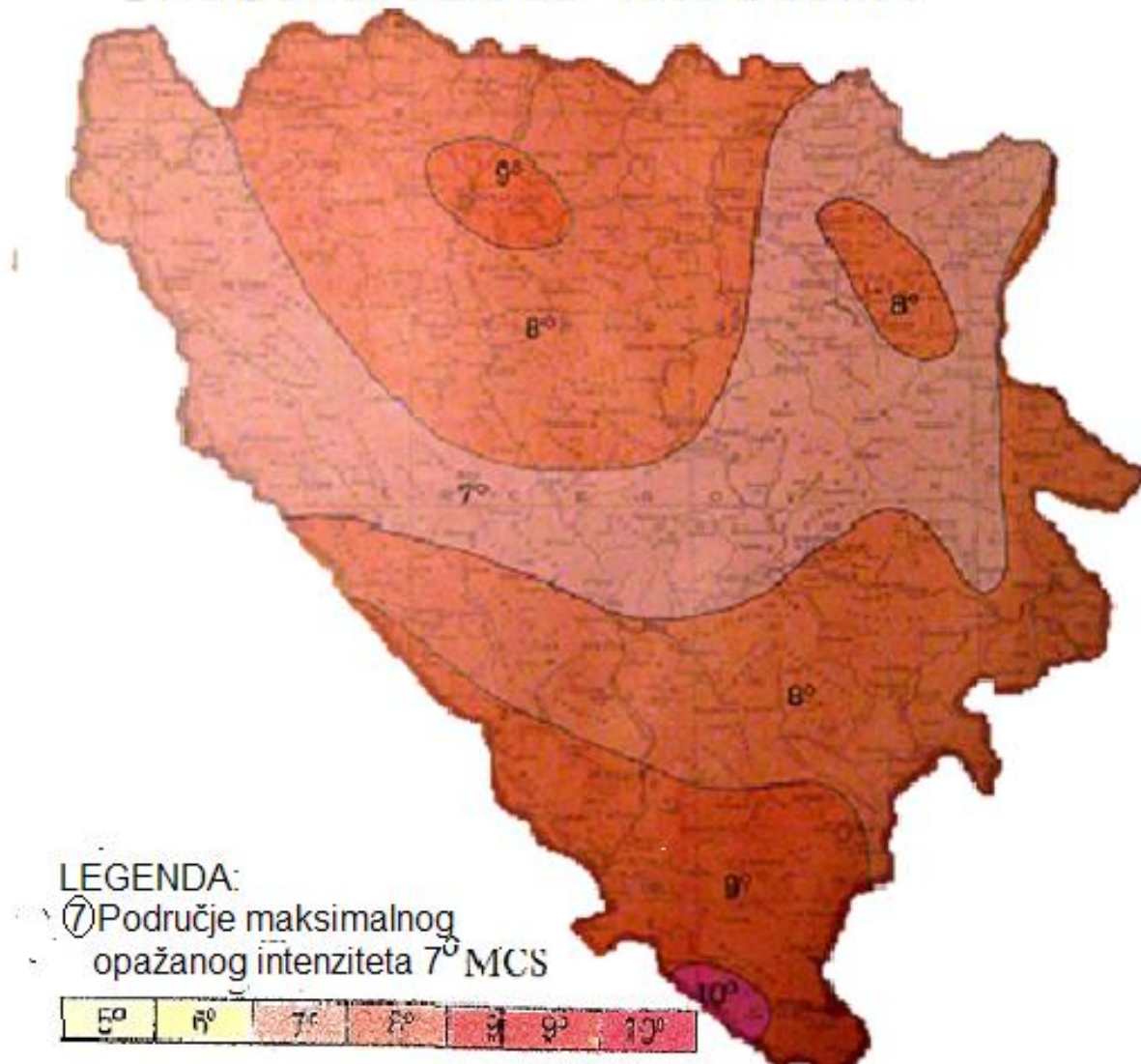
SEIZMOLOŠKA KARTA B i H ZA POVRATNI PERIOD 500 GODINA



Slika 6

SEIZMOLOŠKA KARTA B i H

POVRATNI PERIOD 1000 GODINA



Slika 7

• ZAKLJUČAK

-Permanentna opasnost od katastrofalnih zemljotresa, koji su se relativno često događali na teritoriji Bosne i Hercegovine i u bližem okruženju, ukazuje na neophodnost da se preventivom protiv štetnog djelovanja zemljotresa treba započeti još u fazi prostornog i urbanističkog planiranja i projektovanja. Uzimajući u obzir konkretne seizmičke uslove područja lokacije na kojima se grade objekti i primjenom osnovnih principa seizmologije, inženjerske seizmologije i zemljotresnog inženjerstva kod projektovanja, u velikoj se mjeri može direktno uticati na smanjenje posljedica od zemljotresa.

-Savremena dostignuća u seizmologiji i inženjerskoj seizmologiji omogućuju praktično potpunu zaštitu objekata svih namjena od štetnih dejstava zemljotresa. Drugim, rječima seizmička preventiva u domenu zaštite materijalnih dobara od štetnih dejstava zemljotresa je dostigla izuzetno visok nivo u svijetu i kod nas.

-Iako naša zakonska regulativa i tehnički normativi seizmičke preventive u domenu prostornog i urbanističkog planiranja, projektovanja i izgradnje objekata u zemljotresima ugroženim područjima, sadrži sva najsavremenija rješenja vezana za organizovanje akcija za sprečavanje, odnosno smanjenje štetnih dejstava izazvanih elementarnim nepogodama (zemljotresima).

-veličinom i karakteristikama prisutne seizmičke opasnosti od zemljotresa koji ih ugrožavaju.

-U vezi sa time u radu se daju smjernice sa načinom življenja i ponašanja u vrijeme, prije zemljotresa, za vrijeme glavnog udara- neposredno poslije glavnog udara i vrijeme naknadnih udara (afteršokova).

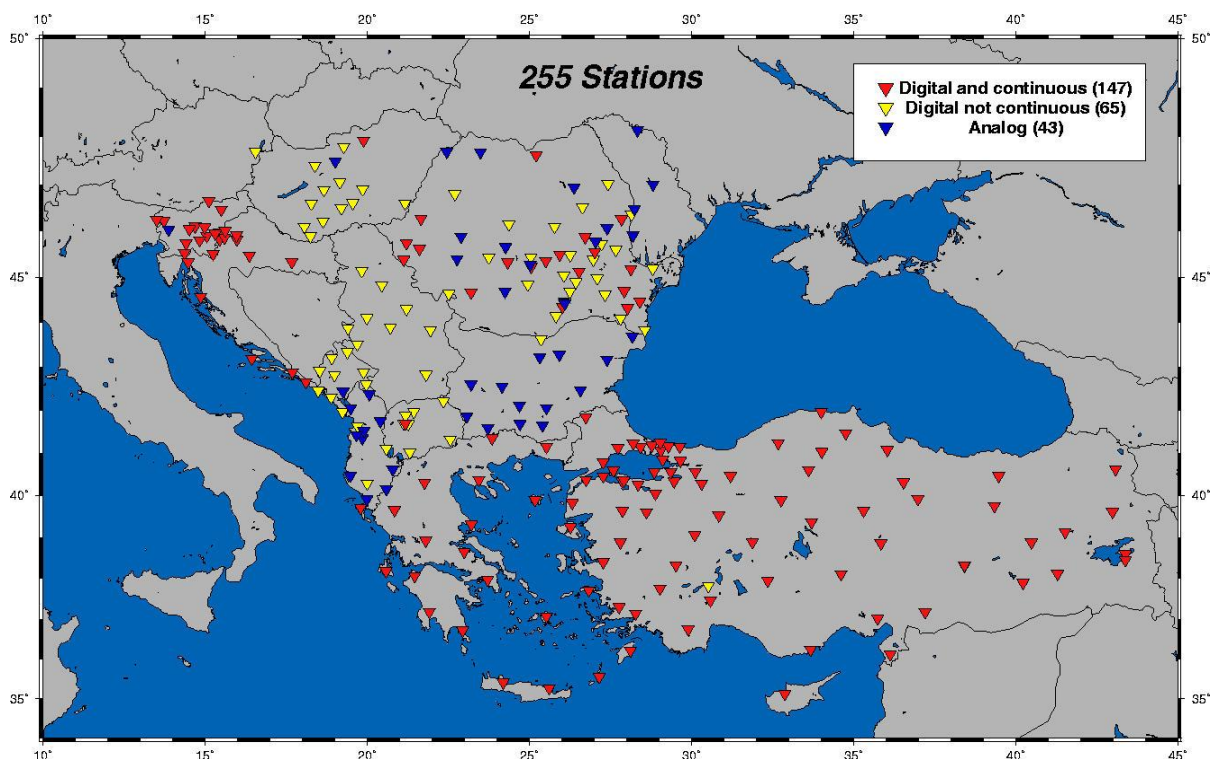
Utvrđivanje ponašanja ljudi i normativa življenja za pojedina područja moguće je sagledati iz detaljnih seizmoloških karata sa kojih se može očitati, za svako mjesto- opštinu, potencijalna veličina jačine zemljotresa koji ga ugrožava, pa shodno tome organizovati normative življenja i obuku stanovništva za tu elementarnu nepogodu – katastrofu.

-Da bi se dali odgovori na navedeno neophodno je organizovati sistematska seizmološka osmatranja na području cijele teritorije sa savremenom mrežom seizmoloških stanica.(Slika 8 "Seizmološki monitoring Bosne i Hercegovine". Na slici 9 prikazan je raspored savremenih digitalnih seizmoloških stanica po državama JI Evrope. Na slici se vidi da B i H-a nije bila opremljena mrežom savremenih seizmoloških stanica. Do 3004 godine

SEIZMOLOŠKI MONITORING BOSNE I HERCEGOVINE - P L A N



Slika br 8.



Slika br. 9 Mreža Seizmoloških stanica JI Evrope (Ljubljana 2003 god.).

OSNOVNI PARAMETRI KOD DEFINISANJA KARAKTERISTIKA ZEMLJOTRESA

• JAČINA ZEMLJOTRESA

– **Intenzitet zemljotresa**, je jačina zemljotresa, odnosno, efekti oštećenja koje zemljotres izaziva na površini Zemlje. Određuje se po nekoj od seizmičkih skala. Kod nas je u upotrebi dvanaestostepena Merkali-Kankani-Zibergova skala (MCS).

Pored te skale postoje i druge skale: američka modifikovana Merkalijeva skala (MS), japanska skala (7 stepeni), skala ANSSSR (12 stepeni), kineska skala (12 stepeni), Medvedev-Sponhajer-Karnikova skala (MSK-64), koja predstavlja modifikovanu MCS skalu i njoj bliske skale. Takođe je dvanaestostepena.

– **Magnituda zemljotresa** je mjera za jačinu zemljotresa u ognjištu. Određuje se na osnovu instrumentalnih i makroseizmičkih podataka. Tvorac magnitude je američki seizmolog F.C. Richter, te se magnitudna skala koja ima

9 stepeni naziva i Rihterova skala. Tu skalu ne treba mijenjati sa skalom intenziteta potresa, što je vrlo čest slučaj.

– *Energetska klasa (K)*. Broj zemljotresa koji nastaju na čitavoj Zemlji, utoliko je veći, ukoliko je njihova jačina manja. Broj slabih zemljotresa mnogostruko je veći od broja jakih zemljotresa.

Empirijski je ustanovljeno da postoji zavisnost između broja zemljotresa i energije koja se njima oslobodi. Ova zavisnost približno je stabilna za prostrane seizmičke oblasti i za dugotrajne vremenske periode osmatranja. Tvorac energetske klase zemljotresa je J. V. Rizničenko – logaritam energije zemljotresa izražen u džulima $[J]$:

$$K = \log E [J] ; \text{ Za Banja Luku } K = 1,5 M + 4,5.$$

- **Količina oslobođene energije**

Količina oslobođene energije u ognjištu – žaristu koja je potrebna da izazove zemljotres od 12° na površini Zemlje iznosi oko 10 na 26 ERGA, što odgovara $M = 9^\circ$.

- Radi uporedbe,

Atomska bomba bačena na Hirišimu 1945 godine imala je snagu od oko 20 kilotona klasičnog eksploziva. Ovakva količina eksploziva odgovara zemljotresu od 7° MCS.

- Američki naučnici Gutenberg i saradnici izračunali da su;

Zemljotresi u: San Francisku (1906) utrošili energiju 20 oko biliona KW /S

Tokio (1923) - 16 biliona KW/S Mesina /1908) – 900 milijardi KW/S

Lisabon (1775) - 400 milijardi KW/S

- *utrošena energija koja je mogla obezbjediti potrošnju električne energije današnjeg čovječanstva pola vijeka.*

Prosječan broj zemljotresa na Zemlji u jednoj godini je:

1 11°

3 10°

11 9°

80 8°

400 7°

1300 6°

Vrijeme trajanja; (lom traje od početka nailaska S talasa)

- $M = 8$ 45 – 50 sec

- $M = 7$ 25 – 30 sec.

- $M = 6$ oko 15 sec (Banjalički $M = 6,6$ oko 20 sec)

Dužina razloma.

-
- San Francisco (1906) $M = 8,2$ oko 220 km.
 - Banja Luka (1969) $M = 6,6$ 25 km.

– **Intenzitet zemljotresa u epicentru** predstavlja maksimalnu jačinu zemljotresa na površini Zemlje, odnosno u epicentru. Obilježava se simbolom I_0 . Obično se uzima da je intenzitet u epicentru za 0,5 stepeni veći od intenziteta na prvoj izoseisti (I_1).

– **Izoseista.** Intenzitet zemljotresa opada sa udaljavanjem od epicentra. Zakonomjernost ovog opadanja, u radijalnim pravcima od epicentra, prikazuje se izoseistama. To su zatvorene krive linije koje povezuju tačke na površini Zemlje, koje su imale isti seizmički intenzitet zemljotresa.

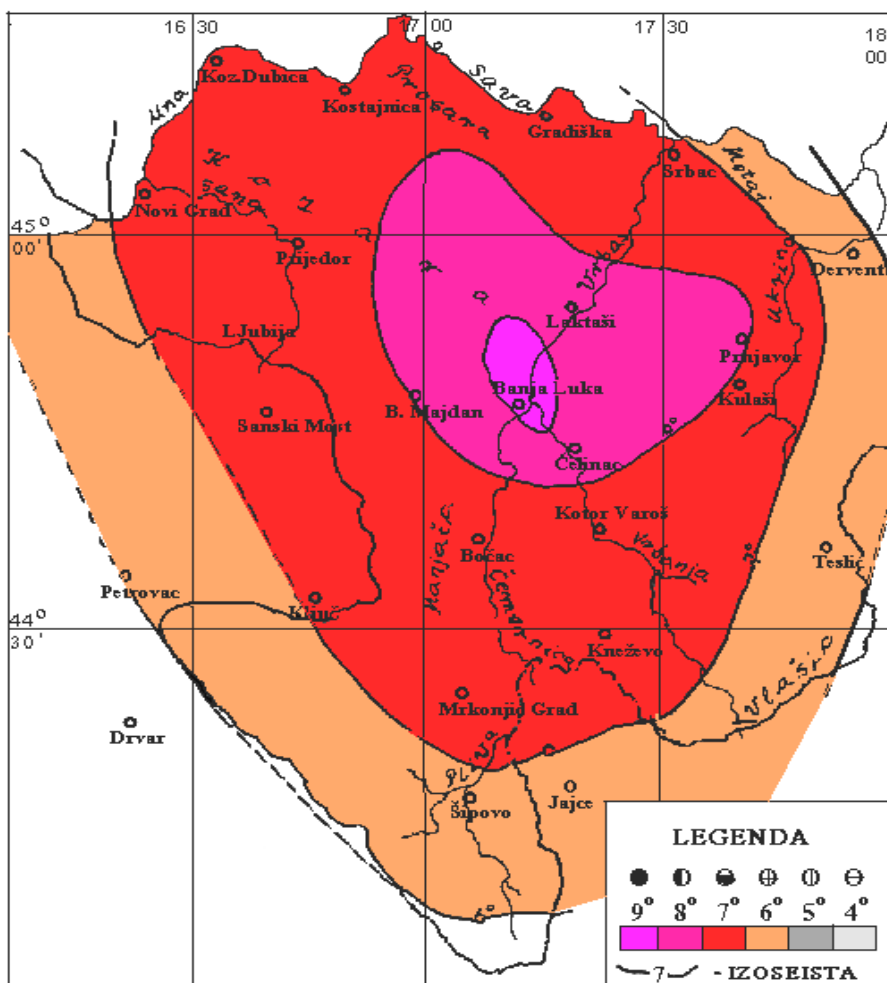
Na slici 5. prikazana je karta izoseista banjalučkog zemljotresa od 27. oktobra 1969. godine. (09^h 11^m. po lok. vremenu), $M = 6,6$; $I_0 = 9^\circ$ (MCS). Žarišta zemljotresa, a u vezi sa njima i epicentri, vezani su za tektonske razlome u Zemljinoj kori. Njihov položaj ne može se prikazati tačkom jer se pružaju određenim pravcima – linijski. To uslovljava da izoseiste imaju približno elipsaste oblike. Samo kod zemljotresa sa dubokim hipocentrima izoseiste teže ka približno kružnom obliku. Na izduženi oblik izoseista utiče i pojava da se seizmički talasi, šireći se od ognjišta, mnogo brže kreću u pravcu pružanja geoloških struktura (rasjeda), a sporije upravno na pravac pružanja geoloških struktura, jer se u tom slučaju jedan dio seizmičkih talasa odbija, na granicama slojeva različitog petrografskog sastava.

Zemljotres od 27.10.1969. godine, bio je najveći zemljotres koji se dogodio u prošlosti i koji je zahvatio banjalučko područje. Ovaj zemljotres, ostvario je veći seizmički efekt ($I_0 = 9^\circ$ MCS skale).

Na karti (slika 10) se uočava relativno velika rasprostranjenost makroseizmičkog intenziteta. Oblik izoseista uglavnom se slaže sa dinarskim pravcem pružanja.

Približna površina terena obuhvaćena izoseistom 9° MCS skale jeste 70 km², 8° MCS skale jeste 1800 km², za izoseistu 7° MCS skale iznosi 9000 km².
ž

Povećanje površine obuhvaćene jednom izoseistom kod ovog zemljotresa posledica je i deformacija i oštećenja izazvanih razornim zemljotresom od 26.10.1969. godine.



Slika 10. Karta izoseista Banja lučkog zemljotresa 27.10.1969.

Dejstvo zemljotresa, na određenom (prostoru) terenu zavisi od složenog uticaja od više faktora među kojima su najvažniji;

- prostorni raspored žarišta zemljotresa,
- uticaji sredine kroz koju se seizmički talasi šire
- magnitude zemljotresa,
- učestalosti njihovog događanja
- podpovršinske građe terena i njegovih inž.geloških, hidrogeoloških i fizičkih osobina,
- od uslova oslanjanja građevina na tlo i osobina samih građevina i materijala od koga su sagrađene.

- **Makroseizmički podaci** – su podaci o zemljotresu i njegovim efektima, koji se prikupljaju **osmatranjem na terenu**, bilo direktnim od strane seizmologa, putem ankete, podaci o zemljotresu dobijeni obradom instrumentalnih zapisa.

SKALE SEIZMIČKOG INTENZITETA KOJE SU U PRIMJENI U EU

• Skala seizmičkog intenziteta (MSK-64)

(S. V. Medvedev (Moskva) – V. Šponhajer (Jena) – Karnik (Prag))

Ova skala predstavlja modifikaciju MCS (Merkali-Kankani-Ziberg). Sastavljena je na osnovu materijala dobijenih sa terena nakon zemljotresa, kao i na osnovu literaturnih podataka. Utvrđivanje skale baziralo se na sljedećim pokazateljima:

1 – Tip izgradnje

- količinske karakteristike
- klasifikacije oštećenja
- grupisana obilježja – aranžman skale.

2 – Tip zgrada – zgrade kod kojih nisu primijenjene seizmičke mjere:

Tip A – zgrade od neobrađenog kamena, seoske zgrade, zgrade od nepečene cigle, kuće oblijepljene glinom;

Tip B – obične građevine od pečene opeke, zgrade sačinjene od blokova i montažne zgrade (prefabrikovan materijal), zgrade sačinjene od prirodnog tesanog kamena i one sa djelimično drvenom konstrukcijom;

Tip C – armirano-betonske zgrade i dobro građene drvene kuće.

3 – Količinske karakteristike – procentualni prikaz u odnosu na postojeći broj objekata u regionu

- pojedine: oko 5 %
- mnoge: oko 50%
- većina: oko 75%

4 – Klasifikacije oštećenja

1. Prvi stepen – laka oštećenja: sitne pukotine u malteru, osipanje komadića i ljuspica maltera i boje sa zidova i tavanica;

2. *Drugi stepen* – umjerena oštećenja: manje pukotine u zidovima, opadanje krupnih komada maltera, padanje crijepova sa krova, pojava pukotina na dimnjacima i opadanje dijelova dimnjaka;

3. *Treći stepen* – teža oštećenja: veće i dublje pukotine u zidovima, rušenje dimnjaka;

4. *Četvrti stepen* – razaranje: pucanje zidova, zjapeće pukotine, djelimično rušenje zgrada, rušenje unutrašnjih zidova;

5. *Peti stepen* – totalna oštećenja: potpuno rušenje zgrada. Slika oštećenja Katoličke crkve za vrijeme zemljotresa (Sl.11, prikazuje stepen oštećenja d = 5).

Katolička crkva naselje Petričevac d = 5



Slika 11

5 – *Grupisana obilježja skale (aranžman)*

1. Ljudi i okolina koja ih okružuje;
2. Građevinske konstrukcije svih vrsta;
3. Prirodne pojave.

Intenzitet zemljotresa u stepenima

1) *Neosjetan zemljotres* – intenzitet oscilovanja tla ljudi ne mogu osjetiti. Zemljotres registruju samo instrumenti.

2) *Jedva osjetan zemljotres* – oscilovanje tla osjete samo neki ljudi koji se odmaraju u kućama i to, naročito, na višim spratovima.

3) *Lak zemljotres* – oscilovanje tla osjećaju poneki ljudi koji miruju u kućama, van kuće taj se potres osjeti pod veoma povoljnim uslovima.

Oscilovanje tla podsjeća na podrhtavanje pri prolasku lakog kamiona. Pažljiv posmatrač može da uoči lagano klaćenje predmeta koji vise, a to klaćenje je izraženije na višim spratovima.

4) *Umjeren zemljotres* – zemljotres osjete mnogi ljudi u kućama. Pod otvorenim nebom samo poneki. Poneko se probudi, ali ni tada još nema panike. Oscilovanje tla podsjeća na podrhtavanje pri prolazu teško natovarenog vozila: prozori zveckaju, vrata klaparaju, grede u tavanici krckaju, tečnosti u otvorenim sudovima se pokreću, namještaj škripi, predmeti koji su obješeni ljuljaju se, a potres se može osjetiti u automobilu koji nije u pokretu.

5) *Dosta jak zemljotres* – zemljotres koji budi iz sna. Zemljotres ovog stepena osjete ljudi u kućama i pod vedrim nebom. Mnogi se bude iz sna, životinje se uznemire, zgrade se potresaju iz temelja, predmeti koji vise jako se ljuljaju, slike na zidovima se pomjeraju, u većini slučajeva časovnici sa klatnom se zaustavljaju, pokretni predmeti se, takođe, pomjeraju, nezatvorena vrata i prozori se njišu, tečnosti iz otvorenih sudova se prosipaju. Moguće su štete prvog stepena na pojedinim zgradama tipa A. Takođe je moguća promjena izdašnosti izvora.

6) *Jak zemljotres* – zemljotres koji izaziva paniku. Osjete ga svi ljudi, kako u kućama, tako i pod vedrim nebom. Ljudi istrčavaju iz kuća na ulicu, neki gube ravnotežu, domaće životinje bježe iz štala, u mnogim slučajevima lome se sudovi i stakleni predmeti, mala crkvena zvona počinju da zvone. Neke zgrade tipa B i mnoge zgrade tipa A trpe oštećenja drugog stepena. U vlažnom tlu moguće su pukotine širine do 1cm, a u planinskim predjelima moguće su pojave klizanja. Javljaju se promjene izdašnosti izvora i promjene nivoa vode u bunarima.

7) *Silan zemljotres* – ljudi bježe iz kuća u panici. Mnogi teško održavaju ravnotežu, potres osjećaju ljudi i u vozilima koja se kreću i zvone velika zvona. Mnoge zgrade tipa B imaju štete prvog stepena i drugog stepena. Na mnogim zgradama tipa A javljaju se štete trećeg stepena, a na nekim štete četvrtog stepena. Na mjestima gdje putevi zasijecaju padine mogu se javiti klizišta i pukotine na putu. Na spojevima (sastavcima) cjevovoda javljaju se oštećenja, u kamenim ogradama i zidovima javljaju se pukotine. Na vodenim površinama obrazuju se talasi, voda se muti usljed dizanja mulja sa dna prema površini, nivo vode u bunarima se mijenja kao i izdašnost izvora. Presušeni izvori mogu se obnoviti, a aktivni presušiti. Rjeđe se javljaju klizišta na šljunkovito-glinovitim obalama.

8) *Štetan zemljotres* (velike štete) – opšti strah i panika. Potres se osijeca jako i u automobilu u pokretu, grane se lome, težak namještaj se

pomjera, a djelimično i prevrće, viseći predmeti (lusteri) djelimično se oštećuju. Većina zgrada tipa C trpe štete drugog stepena, a poneke iz ove grupe i štete trećeg stepena. Mnoge zgrade tipa B zadobijaju oštećenja trećeg stepena, a pojedine oštećenja četvrtog stepena. Zgrade tipa A imaju oštećenja četvrtog ili čak petog stepena. Izuzetno dolazi do loma cjevovoda na spojevima, statue i kameni spomenici obrću se oko svog postamenta, a ponekad i prevrću, kamene ograde i zidovi se ruše. Dolazi do klizanja zemlje na bokovima puteva. Pukotine u tlu mogu imati širinu do nekoliko centimetara. Voda u jezerima se muti. Mogu se javiti nova vrela. Presahli bunari pune se vodom, a puni mogu da presuše. Izdašnost i nivoi vode se mijenjaju.

9) *Ograničeno razoran zemljotres* – opšte oštećenje zgrada i opšta panika. Životinje bježe na sve strane. Mnoge zgrade tipa C imaju štete trećeg stepena, a pojedine i četvrtog stepena. Zgrade tipa B zadobijaju oštećenja četvrtog ili petog stepena. Mnoge zgrade tipa A trpe štete petog stepena. Spomenici i stubovi padaju, a na rezervoarima se javljaju ozbiljna oštećenja. Podzemne cijevi se djelimično lome. U nekim slučajevima krive se željezničke šine, a putevi oštećuju. Na ravničarskom zemljištu, koje je podvodno, voda izbija na površinu i razlijeva se. Pijesak i mulj mogu biti izbačeni sa vodom ili bez vode. Pukotine koje se javljaju u zemljištu mogu dostići širinu do 10cm. Pored takvih, može se javiti i veći broj manjih pukotina. Česti su odroni i odvaljivanje velikih komada stijena u brdovitim predjelima. Dolazi do aktiviranja mnogih klizišta. Na vodenim površinama javljaju se veliki talasi. Takođe se javljaju velike promjene u režimu podzemnih voda.

10) *Razorni zemljotres* – opšte rušenje zgrada. Mnoge zgrade tipa C zadobijaju oštećenja četvrtog stepena, a oštećenja petog stepena zadobijaju pojedine zgrade tog tipa, zatim mnoge zgrade tipa B, a i većina zgrada tipa A. Na nasipima i branama dolazi do kritičnih oštećenja. Javljaju se teška oštećenja mostova. Željezničke šine se krive. Cijevi u podzemnim instalacijama savijaju se i lome. Na zastorima puteva (asfalt, kaldrma) javljaju se talasi. U zemljištu se javljaju pukotine širine do 1m. Slabije vezano zemljište sa padina klizi, a na obalama rijeka moguća su formiranja velikih klizišta. Isto se dešava i na strmim morskim obalama. Voda iz kanala, rijeka i jezera se izlijeva, a nivo vode u bunarima se mijenja, itd. Može da dođe do obrazovanja novih jezera.

11) *Pustošni zemljotres (katastrofe)* – Teška oštećenja na veoma solidno građenim objektima. Mostovi, brane, željeznički i drumski putevi postaju neupotrebljivi. Cijevi u podzemnim instalacijama se kidaju. U zemljištu se javlja veliki broj pukotina, zjapećih pukotina, rasjeda i premještanja stjenovitih masa u horizontalnom i vertikalnom pravcu. Javljaju se velika klizanja i oburavanja stijena. Ovaj intenzitet iziskuje posebna izučavanja.

12) *Katastrofalan zemljotres* – promjene reljefa. Ogromne štete ili potpuno rušenje svih objekata nad i pod zemljom. Bitna izmjena površinskog izgleda Zemlje. Javljaju se velike pukotine u tlu, velika horizontalna i vertikalna premještanja stijenskih masa, te obrušavanja velikih razmjera u planinskim predjelima ili na obalama rijeka i drugih vodotoka. Obrazuju se nova jezera, a rijeke mogu mijenjati pravce svojih tokova. Utvrđivanje tog intenziteta zahtijeva posebna izučavanja.

Tabelarni prikaz nekih veličina koje se javljaju u postupku seizmičke mikroregionalizacije i grafički pregled aranžmana MSK-64 skale intenziteta, koji su dati u ovom prikazu pojmova i termina, urađeni su u cilju lakšeg i preglednijeg prikaza tih vrijednosti.

Tabela 3

Brojne karakteristike oscilovanja tla pri raznim intenzitetima				
TI	INTENZITE	$\alpha \left[\frac{cm}{s^2} \right]$	$v \left[\frac{cm}{s} \right]$	X_0 [cm * s]
	5	12 – 25	1,0 – 2,0	0,5 – 1,0
	6	25 – 50	2,1 – 4,0	1,1 – 2,0
	7	50 – 100	4,1 – 8,0	2,1 – 4,0
	8	100 – 200	8,1 – 16,0	4,1 – 8,0
	9	200 – 400	16,1 – 32,0	8,1 – 16,0
	10	400 – 800	32,1 – 64,0	16,1 – 32,0

α – ubrzanje tla za periode u intervalu 0,1 – 0,51 s

v – brzina oscilovanja tla u intervalu perioda 0,5 – 2,0 s

X_0 – amplituda pomijeranja centra mase klatna čiji je period oscilovanja

$T_0 = 0,25 s$, a logaritamski dekrement prigušenja 0,5

Brojke 5, 6, 7 i 8 označavaju stepen oštećenja po SKM-64 skali.

. Evropska makroseizmička skala EMS-98

U početnoj fazi razvoja seizmologije, u našoj domovini, primenjivana je Forel-Merkalijeva skala u koju je određene izmene i prilagođavanja našim uslovima uneo J. Mihajlovića. Potom je primenjivana Merkali-Kankani-Zibergova (MCS) skala, grubo do 1987. godine kada je primenjena Evropska makroseizmička Medvedev-Sponhauer-Karnik (MSK-1964). Od 1992 godine je razvijana izmenjena Evropska makroseizmička skala (EMS-92) koja u našoj

zemlji još nije primenjena. Primena različitih skala zahteva reinterpetaciju seizmičkih intenziteta kod ranijih zemljotresa. Taj postupak je veoma komplikovan, obzirom da su neke skale imale različit broj stepeni, ali i one koje imaju isti broj stepeni obeležja istog stepena, a pogotovo ubrzanja čestica terena su različita. Prevođena seizmičkog intenziteta iz jedne u drugu seizmičku skalu, kod nas su, nažalost vršena sa izuzetno subjektivnim pristupom, tako da to pretstavlja poteškoće kod objektivne ocene seizmičke opasnosti (hazarda). Ta pitanja su još uvek otvorena i zahtevaju odgovarajuća studijska istraživanja i objektivnu reinterpetaciju postojećih seizmičkih intenziteta.

Prikupljanje informacija neophodnih za ocenu makroseizmičkog intenziteta, je skupčano sa nizom poteškoća (objektivnih i subjektivnih), a takva je i njihova kabinetska obrada. Zbog toga je naznačeni intenzitet na kartama izoseista uvek skupčan sa odgovarajućim subjektivnim pristupom interpretatora. Mnogi su autori pokušavali, na različite načine, da objektiviziraju određivanje jačine zemljotresa. Pokazalo se, da je pristup preko konstruisanja odgovarajućih seizmičkih instrumenata, veoma perspektivan, a najviše uspeha je imao Rihterov pristup (Richter 1935.) koji je definisao amplitudu nultog zemljotresa sa kojim se upoređuju sa amplitudama posmatranog zemljotresa na istim epicentralnim daljinama. Jačina zemljotresa, po ovoj skali se određuje u ognjištu, a skala ima 9⁰ Rihtera.

Ova skala pretstavlja korekciju skale MSK-64 koja se ogleda u klasifikaciji objekata: predloženo je 6 klasa obejkata: A; B; C; D; E i F od kojih su prve tri u skladu sa klasama A-C u MSK-64. Klase D-F bi pretstavljale konstrukcije građane uz primenu seizmičkih propisa. Da bi se olakšala primena klasifikacije, za svaki tip zgrade, u tabeli se pokazuju najverovatnije klase povredljivosti i takođe, mogući raspon (prikazan crticama kada posoji nesigurnost u ovu karakteristiku). U nekoj meri je ova tabela eksperimentalna i može se upotpuniti u finalnoj verziji skale. Razvrstavanje građevinskih objekata u klase osetljivosti je dato u tabeli 5.7

Evropska makroseizmička skala intenziteta EMS-92

Tabela br.4.

Tip objekta		Klasa osetljivosti					
		A	B	C	D	E	F
ZIDANE	lomljeni kamen	⊗					
	Ćerpič	⊗	...≡				
	jednostavan kamen	≡..	⊗				
	masivni kamen			⊗	≡		
	nepojačana cigla betonski blokovi	≡...	⊗	≡			
	neojačana cigla sa AB podom		≡	⊗			
	ojačana cigla (ograničene građevine)			≡	⊗		≡
ARMIRANO- BETONSKE	AB bez aseizmičkog Osiguranja (AS)	≡..		⊗			
	AB sa minimalnim nivoom AS osiguranja		≡..	...	⊗		
	AB sa srednjim nivo-om AS osiguranja			≡		⊗	
	AB sa visokim nivo-om AS osiguranja					≡	⊗
	Drvene konstrukcije		≡	—	⊗	—	≡

⊗ moguća osetljivost

≡ — ≡ moguć raspon

..... manje moguća osetljivost, posebni slučajevi

- Definicija kvantiteta

-malo 0-10 (20) %

-nekoliko (10) 20 - 50 (60) % i

- mnogo (50) 60 - 100%

- Klasifikacija oštećenja

Napomena: način na koji će građevina biti deformisana pod uticajem zemljotresnog opterećenja zavisi od tipa građevine. Šira kategorizacija obuhvatila bi zajedničko grupisanje zidanih građevina i građevina od armiranog betona.

Klasifikacija oštećenja za zidane građevine

1⁰ Zanemarljiva do neznatna oštećenost (nema oštećenosti u strukturi) - tanke pukotine na malom broju zidova; samo mali parčici maltera otpali. Padanje labavog kamenja sa gornjih delova kuće u malom broju slučajeva.

2⁰ Umereno oštećenje (neznatno strukturalno oštećenje, umereno nestrukturalno oštećenje) - pukotine mnogim zidovima; prilično veliki komadi maltera otpali; delovi dimnjaka srušeni.

3⁰ Znatna do teške oštećenosti (mereno strukturno oštećenost, teška nestrukturalna oštećenost) - široke i velike pukotine u mnogim zidovima; crepovi ili pločice otpadaju. Dimnjaci se lome na liniji krova; rušenje posebnih strukturnih elemenata.

4⁰ Vrlo teška oštećenost (teška strukturna oštećenja vrlo teška nestrukturalna oštećenost) - ozbiljano obrušavanje zidova; delimično strukturno obrušavanje.

5⁰ Uništenje (vrlo teška strukturna oštećenost) - totalni ili skoro totalni kolaps.

12.5.1.2. Klasifikacija oštećenja za građevine od armiranog betona

1⁰ Zanemarljiva do neznatna oštećenost (bez strukturne oštećenosti) - fine pukotine u malteru preko konstruktivnih elemenata i u pregradnim zidovima

2⁰ Umereno oštećenje (neznatno strukturno oštećenje, umereno nestrukturalno oštećenje) - tanke pukotine u stubovima i gredama; malter pada sa spojeva ploča nosećih zidova; pukotine u pregradnim zidovima; padaju delovi izolacije i gipsanog maltera

3⁰ Znatna do teška oštećenost (umerena strukt. ošt, teška nestr.ošt.) - pukotine u stubovima sa odvajanjem delova betona, pukotine u gredama.

4⁰ Veoma ozbiljna oštećenost spojeva u skeletu zgrade sa uništenjem betona i krivljenje armature; delimičan kolaps; krivljenje stubova

5⁰ Uništenje (vrlo teško strukturno oštećenje) - totalni ili skoro totalni kolaps.

12.5.1.3. Definicija stepena intenziteta

Stepen intenziteta se određuje na osnovu sledećih uticaja:

- a) *Uticaj na ljude*
- b) *Uticaj na objekte i prirodu (izuzev oštećenost na zgradama, uticaj na zemljište i obrušavanje zemljišta)*
- v) *Oštećenja na građevinama*

Upotreba termina za količinu (malo, mnogo, najviše) je važan statistički element, kod MSK-64 skale je dosta neodređen, jer se preklapaju količine. Na primer 0-35% , 15-65% , 50-100% pa nije jasno gde svrstati vrednosti 25 % oštećenih. U ovoj skali je za to nađen kompromis. Na kraju dajemo u vidu tabele arnažman seizmičke ove skale (tabela 5.8.). Obzirom da njena primena u preksi nije jednostavna, ona još nije primjenjena na našim prostorima.

. Međunarodna makroseizmička skala EMS-92

Tabela 5..

Ste- pen	Naziv	Opis stepena
1	Neosjetan	a) neosetan čak ni pod najpovoljnijim uslovima b) Nema posledica v) Nema oštećenja
2	Jedva osjetan	a) Oseća se podrhtavanje (manje od 1% stanovništva) pri odmaranju i u specijalno receptivnim pozicijama u kući b) Nema posledica v) Nema oštećenja
3	Slab	a) Zemljotres oseća mali broj ljudi u zatvorenom prostoru. Ljudi koji se odma- raju osećaju neko ljuljanje ili podrhtavanje svetla b) Objekti koji vise ljuljaju se pomalo v) Nema oštećenja
4	Najvećim djelom osjetan	a) Zemljotres se može osetiti u zatvorenim prostorijama, a na otvorenom ga ose- ća samo mali broj ljudi. Dosta njih se budi. Vibracije su umerene. Posma- trači osećaju lako podrhtavanje zgrade, sobe, kreveta, stolice, itd. b) Porculan, čaše, prozori i vrata zvekeću. Objekti koji vise ljuljju se. La- kši nameštaj vidljivo se trese u nekoliko slučajeva. v) Nema oštećenja.
5	Jak	a) Zemljotres oseća većina ljudi u zatvorenim prostorijama, a na otvorenom ma- li broj ljudi. Nekoliko ljudi je uplašeno i beži napolje. Mnogi ljudi koji spa- vaju bude se. Posmatrači osećaju jako drmanje ili ljuljanje čitave zgrade, sobe ili nameštaja. b) Objekti koji vise prilično se ljuljaju. porcelan i čaše zveckaju

		zajedno. Ma- li, preopterećeni u gornjem delu i/ili nesigurno poduprti objekti mogu da se pomere sa mesta ili dapadnu. Vrata i prozori se otvaraju ili zatvaraju. U nekim slučajevima okna pucaju i lome se. Tečnosti osciliraju i mogu da se prosu iz dobro ispunjenih posuda. Životinje u zatvorenim prostorima pos- taju uznemirene. v) Oštećenje je od 1⁰ na nekim zgradama.
6	Neznatno štetan	Osjeća ga većina ljudi i u zatvorenom i otvorenom prostoru. Neki gube ravnote- žu. Mnogi su preplašeni i beže napolje. b) Manji objekti normalne stabilnosti mogu da padnu a nameštaj se po- mera samesta. U nekim slučajevima lomi se posude i stkljeni predmeti. Doma- će životinje su uplašene, čak i napolju. v) Oštećenje od 1⁰ može podneti veći broj zgrada; manji broj njih pretrpi šte- tu i 2⁰.
7	Veoma jak oštećujući	a) Većina ljudi je uplašena i pokušaba da pobegne napolje. Teško se stoji na nogama, pogotovu na višim spratovima. b) Nameštaj se pomera, a nameštaj opterećen u gornjem delu prevrće se. Predmeti padaju sa polica. Voda se proliva iz posuda, cisterni i bazena. v) Mnoge zgrade klase osetljivosti B i neki broj iz klase C pretrpljuju oštećenost 2⁰. Mnoge zgrade iz klase A neki broj iz klase B pretrpljuju oštećenost 3⁰. Neki broj zgrada klase A trpe oštećenje 4⁰. Oštećenost se ponajviše vi-di u gornjim delovima zgrada.
8	Teško oštećujući	a) Mnogi ljudi ne mogu da stoje, čak ni napolju. b) Nameštaj se prevrće. Predmeti kao televizori, mašine za štampanje itd. padaju na pod. Povremeno i nadgrobne ploče su pomerene iz svojih mjesta ili prevrnuti. Vide se talasi na jako mekom zemljištu. v) Mnoge zgrade klase C trpe oštećenje 2⁰. Mnoge zgrade klase B i neke klase C trpe oštećenje 3⁰. Mnoge zgrade klase A i B trpe oštećenje 4⁰; manji broj zgrada klase A trpi oštećenje 5⁰. Nekoliko zgrada klase D trpi oštećenje 2⁰.
9	Destruktiv- ni	a) Opšta panika. Ljudi gurnuti snažnom silom padaju na zemlju. b) Mnogi spomenici i stubovi padaju ili se izvrću. Talasi se mogu videti na površini zemlje. v) Mnoge zgrade klase C trpe oštećenje 3⁰ Zgrade klase B i neke

		zgrade klase C trpe štetu 5 ⁰ , kao i veći broj zgrada klase A. Mnoge zgrade iz klase D trpe štetu 2 ⁰ ; manji broj trpi 3 ⁰ . Manji broj zgrada trpi štetu 2 ⁰ .
10	Vrlo destruktivan	v) Mnoge zgrade klase C trpe štetu 4 ⁰ . Mnoge zgrade klase B i nekoliko klase C trpe oštećenost 5 ⁰ , kao i većina zgrada klase A. Mnoge zgrade klase D trpe oštećenje 3; neke i 4 ⁰ . Mnoge zgrade klase E su oštećene 2 ⁰ ; manji broj 3 ⁰ . Manji broj zgrada klase F trpi štetu 2 ⁰ .
11	Katastrofalan	v) Mnoge zgrade klase C trpe štetu 4. Mnoge zgrade klase B i C trpe štetu 5 ⁰ . Mnoge zgrade klase D trpe štetu 4; manji broj 5 ⁰ . Mnoge zgrade klase E trpe štetu 3 ⁰ ; manji broj 4. Mnoge zgrade klase F trpe 2, manji broj 3 ⁰ .
12	Uništavajući	v) Praktično sve strukture iznad i ispod zemlje su uništene.

• SEIZMIČKA OPASNOST I MJERE ZAŠTITE OD ZEMLJOTRESA

Područje Mediterana, u koje spada i naša zemlja, seizmički je jedan od najaktivnijih regiona u svijetu. Veći dio teritorije bivše Jugoslavije u prošlosti je bio izložen katastrofalnim zemljotresima. Mnogi gradovi i naselja bili su izloženi njihovom destruktivnom dejstvu više puta. Pominjemo samo one koji su se dogodili u posljednje 3,5 decenije: Skoplje 1963.g., Banja Luka 1969.g. i 1981.g., Ulcinj 1979.g., Kopaonik 1983.g., Knin 1986.g. i dr., čije su katastrofalne posljedice višestruko veće od ekonomske moći regiona, pa i republike na čijem području su se dogodili.

Permanentna opasnost od katastrofalnih zemljotresa, koji su se relativno često događali, na širem banjalučkom području, ukazuje na neophodnost da se sa preventivom protiv štetnog djelovanja zemljotresa treba započeti još u fazi prostornog i urbanističkog planiranja i projektovanja. Treba uzeti u obzir konkretne seizmičke uslove područja na kojem se grade objekti, primjenom osnovnih principa inženjerske seizmologije i zemljotresnog inženjerstva, te uzimajući u obzir postojeći seizmički rizik.

Pitanja vezana za mjere zaštite od katastrofalnih zemljotresa mogu se kroz projektovanje rješavati samo ako se tretiraju kao dio u kompleksu kriterijuma tehničkog, ekonomskog, funkcionalnog i estetsko-kompozicionog karaktera. Kod ovog se naglašava da je, još u fazi projektovanja, efekat preduzimanja preventivnih – zaštitnih mjera znatno efikasniji i racionalniji od svih koji bi se kasnije preduzeli za otklanjanje posljedica od dejstva zemljotresa.

Kada se govori o zaštiti od zemljotresa, ne može biti riječi o potpunoj zaštiti, s obzirom na ekonomsku neprihvatljivost, a i tehnički je to skoro nemoguće postići. Drugim riječima, i pored detaljnih seizmoloških i drugih istraživanja, još uvijek ostaje problem donošenja odluke o nivou stepena zaštite i ekonomski prihvatljivog kriterijuma sigurnosti objekata.

S obzirom na to da problemi zaštite u najvećoj mjeri zadiru u osnovne principe aseizmičkog projektovanja, neophodno je da se objekti projektuju i grade na osnovu usklađivanja i sinteze ovih principa sa prihvatljivim nivoom seizmičkog rizika, uzimajući u obzir realne tehničke mogućnosti i ekonomske faktore.

Tehnički propisi za projektovanje i građenje u seizmičkim područjima predstavljaju jednu od osnovnih mjera za zaštitu od zemljotresa. Međutim, tehnički propisi ne mogu da obuhvate sve oblasti i faze planiranja i projektovanja, koje mogu da podignu nivo zaštite od zemljotresa. Oni isto tako ne mogu direktno da obuhvate sve seizmičke uticaje od kojih neposredno zavisi ponašanje, povredljivost i stabilnost objekata.

Seizmičke mjere zaštite koje obezbjeđuju tehnički propisi za projektovanje i građenje objekata, ne mogu da obezbijede potreban stepen zaštite društva jer ne mogu da spriječe niti značajnije da smanje indirektnu štetu i ekonomske posljedice koje su u urbanizovanim, tehnički i tehnološki razvijenim sredinama, mnogo veće i teže od pruzrokovanih građevinskih šteta. Zbog toga je potrebno, pored unapređivanja mjera zaštite u tehničkim propisima, da se pronalaze nove sadržine i oblici seizmičke zaštite u svim oblastima tehničkih delatnosti, koje mogu da podignu nivo i pouzdanost zaštite, uz angažovanje manjih materijalnih sredstava i njihovo pravilnije i racionalnije korišćenje.

Izrada studija i karata, prije svih seizmičke mikrorejonizacije, kao podloge za planiranje i projektovanje, predstavlja jedan od najracionalnijih oblika i metoda seizmičke zaštite.

Cilj seizmičke mikrorejonizacije jeste, da se na osnovu rezultata seizmoloških, geoloških, geofizičkih, inženjerskoseizmoloških i drugih istraživanja i njihove međuzavisnosti, odrede parametri i kriterijumi za racionalno urbanističko planiranje i arhitektonsko-građevinsko projektovanje. Drugim riječima, ona omogućava široku primjenu savremenih dostignuća gore pomenutih nauka u planiranju uslova i kriterijuma seizmičke zaštite, te njihovo sprovođenje.

• ZEMLJOTRESI I SEIZMIČKA PREVENTIVA

Savremena dostignuća i saznanja u seizmologiji i inženjerskoj seizmologiji omogućuju praktično potpunu zaštitu objekata svih namjena od štetnih dejstava zemljotresa. Drugim riječima, seizmička preventiva u domenu zaštite materijalnih dobara od štetnih dejstava zemljotresa je dostigla izuzetno visok nivo u svijetu i kod nas.

Može se reći slobodno, da naša zakonska regulativa i tehnički normativi seizmičke preventive u domenu prostornog i urbanističkog planiranja i projektovanja i izgradnje objekata u zemljotresima ugroženim područjima, sadrži svanajsavremenija rješenja i može se svrstati među najsavremenije u svijetu.

Ali, ma da se u tim propisima nalaze izvjesne odredbe o organizovanju akcija za sprječavanje, odnosno smanjenje štetnih dejstava izazvanih elementarnim nepogodama među kojima zemljotresi zauzimaju značajno mjesto, ipak se osjeća nedostatak razrađenih programa za sveobuhvatnu organizaciju efikasnih mjera zaštite u domenu življenja na zemljotresima ugroženim područjima.

To se pre svega odnosi na upoznavanje žitelja na takvim područjima sa veličinom i karakteristikama prisutne opasnosti od zemljotresa koji ih ugrožava.

U vezi sa tim treba te ljude upoznati sa odgovarajućim načinom življenja i ponašanja u vrijeme prije zemljotresa, a posebno u vrijeme kada se on dogodi.

To je toliko aktuelnije, jer je procenat povređivanja i pogibije ljudi od zemljotresa relativno mali (oko 20%) dok je najveći dio tih tragičnih posljedica zemljotresa po ljude vezan za njihovo panično ponašanje (80%). To znači, da obuka liječi mnoge nesrećne slučajeve.

Zemljotresi su prirodni fenomen koji se ne može za sada sprječiti i njihovo pojavljivanje na datim, određenim površinama na Zemlji je prirodna neminovnost sa kojom treba apsolutno računati. .

Imajući u vidu prednje za cijelu površinu Bosne i Hercegovine bilo je moguće utvrditi položaje izvora seizmičke energije koji ugrožavaju pojedine dijelove Zemlje i veličine intenziteta tih ugroženosti.

No, pored prostorne definicije seizmičke opasnosti, savremena dostignuća u seizmologiji omogućuju da se ona definiše i u vremenu.

Zemljotresi kao prirodni fenomen javljaju se ciklično, te su za naše terene statističkim metodama utvrđeni tzv. povratni periodi njihovih pojavljivanja, koji se kreću u vremenskim rasponima od 100, 200, 500 , 1000 godina , za različita područja i različite intenzitete.

Analizom podataka o dogodjenim zemljotresima, uočava se da se je u prošlosti, na području Bosne i Hercegovine, dogodilo više razornih

zemljotresa sa najjačim intenzitetima iz žarišnih zona Imotsko, Ljubinja, Treskavica i Banja Luka.

Prema dosadašnjim saznanjima i razvoju toka seizmičke aktivnosti na području Bosne i Hercegovine postoji realna mogućnost pojave razornih zemljotresa, u narednih sto godina, naročito iz žarišnih područja Banjaluke, Ljubinja, Imotskog

PREVENTIVNE MJERE ZAŠTITE

Pošto su, znači, poznati pokazatelji o veličinama intenziteta zemljotresa koji ugrožavaju pojedina naseljena mesta na području naše Zemlje, a i to da se oni javljaju u određenim vremenskim intervalima ponovo na istim područjima, može se organizacija seizmičke preventive u domenu življenja sistematizovati u tri etape:

- **vrijeme prije zemljotresa** - vrijeme pripreme,
- **vrijeme glavnog udara** i
- **vrijeme naknadnih udara** i smirivanja tla.

Vrijeme prije zemljotresa – pripremna faza

U tom periodu, koji praktično obuhvata vrijeme u kome se na nekom zemljotresima ugroženom području očekuje njegovo pojavljivanje, treba sprovesti sve neophodne mjere i obučavanje ljudi koji na takvom području žive da bi se spriječile štetne posljedice kad zemljotres to područje zahvatiti.

Zavisno od stepena seizmičke ugroženosti, odnosno veličine seizmičkog intenziteta koji dato područje ugrožava, treba predvidjeti odgovarajući obim mjera zaštite

- Značajna povređivanja ljudi nastaju zbog njihovog **paničnog ponašanja** i neobavještenosti kako treba da postupaju u određenim situacijama (hvatanje otknutih električnih kablova, korišćenje otvorenog plamena i sl.).
- Zaštita materijalnih dobara regulisana zakonskim normativima seizmičke preventive, ali zaštita ljudi mora obuhvatiti njihovo duže prevaspitavanje u odnosu na njihova ponašanja kako u svakodnevnom životu kod kuća, tako i na radnim mjestima.
- Svako zemljotresima ugroženo područje je u stvari u stanju pripravnosti između dva zemljotresa, u kome treba vrijeme iskoristiti upravo za obuku stanovništva odgovarajućem ponašanju i življenju zavisno od veličine potencijalne seizmičke opasnosti koja ih ugrožava na prostoru na kome oni žive.
- Za svako područje treba sagledati maksimalne moguće veličine seizmičkih intenziteta i posljedice koje oni mogu izazvati kako na objektima tako i u prirodi i u unutrašnjosti objekata

Pošto je za bezbjedno kretanje za vrijeme zemljotresa potrebno ***rastojanje između objekata*** najmanje od dvostruke njihove visine, to je jasno, da u gradskim sredinama sa uobičajenim širinama ulica takvih prostora nema. Tu su bezbjedne samo površine parkova ili većih skverova.

Zbog toga se žitelji naseljenih mjesta moraju blagovremeno obavijestiti o takvim mjestima, da u slučaju da napuste svoja staništa mogu otići na najbližu bezbjednu površinu. Isto važi i za industrijske objekte.

Građani treba da su obavješteni o osnovnim karakteristikama zemljotresa. Prije svega treba im saopštiti, da je zemljotres pojava koja traje od nekoliko do svega nekoliko desetaka sekundi, ali može da se u izvjesnim razmacima pojavljuju u serijama. To znači, da za tako kratko vrijeme nije moguće napustiti više spratove a da se na stepeništima ne stvaraju panične gužve gdje se dešavaju gaženja i povređivanja, da su ***stepeništa najranjiviji dijelovi zgrada***

Posebno je važno naglasiti da u tim slučajevima niko ne treba koristiti **liftove** jer se njihove vođice deformišu već kod vrlo slabih pobuđivanja objekata

(5 MSK) što izaziva zaglavljivanje kabina.

Kao što se iz prikaza štetnih posljedica zemljotresa raznih jačina vidi, ***ponašanja i način življenja ljudi u zemljotresima ugroženim područjima moraju da se usaglase sa veličinom prisutne opasnosti u svakom naseljenom mjestu.***

Akcije koje su potrebne u vrijeme prije zemljotresa koje treba organizovano sprovesti su sljedeće:

- Striktno sprovoditi sve zakonske odredbe i tehničke normative kod planiranja, projektovanja i izgradnje.
- Utvrditi i ocjeniti povredivost osnovnih funkcija grada u odnosu na postojeće stanje i prisutnu potencijalnu seizmičku opasnost.
- Utvrditi stanje i karakteristike postojećeg građevinskog gradskog fonda.
- Utvrditi tipove stambene izgradnje i kasnijih intervencija sprovedenih do donošenja seizmičke preventive.
- Utvrditi stanje primarnih i sekundarnih saobraćajnica.
- Utvrditi stanje i razmještaj privrednih, upravnih, zdravstvenih, kulturno-prosvjetnih i vojnih objekata.
- <Utvrditi stanje snabdjevanja vodom i sagledati mogućnosti dopune snabdjevanja pitke vode i industrijske vode.

Utvrditi bezbjedne površine za sakupljanje ljudi sa pojedinih mikropovršina-mjesnih zajednica-, kao i smještaja šatorskih naselja, prihvatnih ambulanti, poljskih bolnica, PTT punktova, mjesta za masovnu ishranu i ostalu organizovanu pomoć.

- **Razraditi i sprovesti program** upoznavanja i obučavanja stanovništva sa normama življenja i ponašanja zavisno od veličine seizmičke ugroženosti datog naseljenog mjesta.

- **Razraditi operativne planove** i zadatke za intervencije neposredno poslije štetnog zemljotresa, kao i u vrijeme normalizacije života nakon njega, sa razrađenim spektrom djelatnosti, sastava i opreme ekipa koje treba da učestvuju u tome.

- **Obezbjediti** mogućnost blagovremenog i istinitog **obavješćavanja** stanovništva o stanju i zbivanjima koja se dešavaju na potresenom području. To sprečava panične glasine i zlonamerna neprijateljska uznemiravanja žitelja

- **Utvrditi bezbjedne površine** za sakupljanje ljudi sa pojedinih mikropovršina-mjesnih zajednica-, kao i smještaja šatorskih naselja, prihvatnih ambulanti, poljskih bolnica, PTT punktova, mjesta za masovnu ishranu i ostalu organizovanu pomoć.

- **Razraditi i sprovesti program** upoznavanja i obučavanja stanovništva sa normama življenja i ponašanja zavisno od veličine seizmičke ugroženosti datog naseljenog mjesta.

- **Razraditi operativne planove** i zadatke za intervencije

- neposredno poslije štetnog zemljotresa, kao i u vrijeme normalizacije života nakon njega, sa razrađenim spektrom djelatnosti, sastava i opreme ekipa koje treba da učestvuju u tome.

- **Obezbjediti** mogućnost blagovremenog i istinitog **obavješćavanja** stanovništva o stanju i zbivanjima koja se dešavaju na potresenom području. To sprečava panične glasine i zlonamerna neprijateljska uznemiravanja žitelja
Presudan uticaj za pojavu opisanih šteta i njihovih posljedica imaju opšte karakteristike naseljenih mjesta koje se ogledaju u:

- funkciji stanovanja,
- centralnim funkcijama,
- saobraćaju i vezama,
- rekreacionim površinama i parkovima.

Izrazito nepovoljne su sljedeće karakteristike:

- heterogena struktura gradskog tkiva,
- koncentracija izgradnje sa velikim stepenom iskorišćenosti zemljišta,
- heterogenost u pogledu spratnosti, objekti sa seizmički povoljnomi nepovoljnom spratnošću na istom prostoru,
- uređenost blokova sa malim međusobnim rastojanjima,
- nedostaci sistema saobraćajnica i njihova nedovoljna protočnost,
- nezadovoljavajuća veličina i neracionalan razmještaj zelenih površina.

Sve te činjenice treba imati u vidu kod organizovanja normativa življenja na zemljotresima ugroženom nastanjenom području, ali u zavisnosti od utvrđene potencijalne veličine te opasnosti

Vrijeme glavnog udara

Štetne posljedice zemljotresa na objektima počinju da se javljaju kod zemljotresa *jačine 6 MSK skale*.

Zavisno od jačine zemljotresa koji je zahvatio neko područje neophodno je da se aktivira unapred pripremljen operativni plan organizovanih akcija u koje treba uključiti najmanje 6 domena čiji sastavi treba da su sljedeći;

- **Informacije**

- Radio,
- Televizija,
- Štampa

- **Zdravstvo:**

- Hitna pomoć,
- Higijensko-epidemiološka služba,
- Spasilačke ekipe (vađenje zatrpanih, evakuacija povrjeđenih),

U okviru te grupacije su postojeće zdravstvene ustanove uz organizovanje po potrebi i poljskih bolnica.

- **Smještaj i ishrana stanovništva**

- obezbjeđenje smještaja, šatorska naselja,
- organizovanje snabdjevanja pijaćom vodom,
- organizovanje punktova za ishranu

- **Odklanjanje direktnih šteta**

- Vatrogasne ekipe,
- opravke električne mreže,
- PTT mreža,
- Vodovod i kanalizacija.

- **Utvrdjivanje podobnosti upotrebe oštećenih objekata**

- ekspertna grupa za privredne objekte,
- ekspertna grupa za ostale objekt

- **Obezbjeđenje imovine**

- Društvenog sektora, Privatnog sektora.
- Potrebno je imati u vidu i kapacitete postojeće građevinske operative i njene mehanizacije da bi se moglo planirati njihovo uključivanje u konkretnim slučajevima

- ***Pravila ponašanja ljudi za vrijeme jačih zemljotresa***

Dosadašnja iskustva stečena za vrijeme zemljotresa koji su zatekli gradove sažeta su u sledećih nekoliko tačaka:

- Bez panike. Zadržati mir i trezveno rasuđivanje. Djelovati umirujuće na okolinu.
- U kući treba ostati na mjestu gde ste zatečeni zemljotresom, skloniti se u otvore nosećih zidova (vrata) ili ispod jake ploče stola i sl. Bježanje iz zgrade možda ima smisla iz prizemnih ili eventualno jednospratnih zgrada, kada se treba udaljiti na bezbjedno odstojanje (dvostruka visina zgrada). *U zgradama se udaljiti od velikih staklenih površina. Ne koristiti lift.*
- Za vrijeme i poslije trešnje ne upotrebljavati otvorenu vatru, ugasiti svaku vatru. Izvan zgrada ili drugih objekata (dalekovodi i sl.) udaljiti se na bezbjednu udaljenost.
- Ne trčati kroz zgrade ili pored njih. Najveća opasnost vreba od predmeta i materijala koja padaju sa njih ili njihovih oštećenih dijelova.
- Ako vas zemljotres zadesi u kolima u pokretu, treba auto zaustavi-ti i skloniti na bezbjedno mjesto van saobraćajnice. Ostati u kolima tu je najbezbjednije.

- ***Ponašanje ljudi neposredno poslije glavnog udara***

Nakon zemljotresa većeg intenziteta (8, 9 MSK) kada su moguća oštećenja objekata i zgrada većih obima, treba prema ocjeni smireno napustiti zgradu i uputiti se na unapred određenu bezbjednu površinu od zgrade.

- Ukoliko su oštećenja velika, ne vraćati se u zgradu bez prethodne dozvole odgovarajućih službi. Posebno je važno imati uza se tranzistorski prijemnik preko koga ćete čuti najnovije i kompetentne informacije i uputstva.
- Obilazak okoline i radoznalo razgledavanje je opasno po pojedinca i druge jer ometa organizovane akcije ako nije u njih uključen.
- U slučaju da se nakon jačeg zemljotresa objavi mogućnost ponovnog ulaska u zgrade potrebno je uraditi sledeće:
 - provjeriti ispravnost instalacija, ali ih ne uključivati.
 - u slučaju da se oseća u prostorijama plin - ljuljanjem prozora ili vrata treba ga razrijediti- izbaciti. Prekide instalacije prijaviti nadležnim službama,
 - kod oštećenja vodovodne instalacije - zatvoriti glavni ventil a kod električne isključiti

- ***Vrijeme nakon zemljotresa***

- To vrijeme se karakteriše pojavom većeg ili manjeg broja naknadnih udara u većim ili manjim vremenskim razmacima. Njihove jačine su po pravilu

manje od glavnog udara i postepeno opadaju. Izuzetak (Banja Luka, Dušambe)

- Trajanje tih naknadnih pobuđivanja tla može trajati mjesecima, godinu dana i više (poslije katastrofalnog zemljotresa 27.10.1969 god. u banjalučkom žarištu naknadni zemljotresi do smirivanja tla trajali su oko 400 dana).

- To je ustvari vrijeme kada se pristupa otklanjanju nastalih šteta i planskom normalizovanju života na potresenim površinama, prije svega privređivanja.

- Obzirom na to, da naša seizmička preventiva u vidu zakonske regulative i tehničkih normativa postoji od 1964 god., a u razmacima se obnavlja i osavremenjuje, to je većina zgrada i privrednih i drugih objekata izgrađenih poslije 1964 godine morala biti saobražena sa tim zahtjevima, pa prema tome obezbjeđena od štetnih posljedica budućih zemljotresa koji će ih neminovno prije ili kasnije zahvatiti.