



UNIVERZITET U NOVOM SADU  
**FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA**  
DEPARTMAN ZA INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE  
SREDINE



Aleksandar Zec 563/z

***ISTORIJSKA UČESTALOST I  
PROSTORNA RASPODELA  
ZEMLJOTRESA NA TERITORIJI  
JUGOISTOČNE EVROPE I MEDITERANA***

ZAVRŠNI RAD

-Osnovne akademske studije-

Novi Sad, 2011.

## Apstrakt

Na početku rada je definisan pojam i tipovi zemljotresa kao i njihovi uzroci. Nakon toga su prikazani uređaji za očitavanje i skale za određivanje jačine zemljotresa. U trećem delu rada je prikazan geografski raspored zemljotresa i dat je prikaz najrazornijih zemljotresa od 1900. godine do danas. U četvrtom delu rada su objašnjene trusne karakteristike Mediterana i jugoistočne Evrope, a najveći značaj je dat području bivše Jugoslavije. U ovom delu se takođe priča i o začecima seizmologije u Srbiji. Isto tako je i dat prikaz odigravanja zemljotresa u Kraljevu. Pored ovog rada kreirana je i jedinstvena baza podataka o katastrofama na teritoriji jugoistočne Evrope, čiji je sadržaj postupno objašnjen u poslednjem poglavlju rada.

## Abstract

This paper begins with defining the concept and types of earthquakes, as well as their causes. After this, the devices for measuring and scales for determining the magnitude of earthquakes are described. The third section of the paper presents geographic positioning of earthquakes and also the most devastating earthquakes since 1900. In the fourth section the seismic characteristics of the Mediterranean and the Southeast Europe are explained, and the greatest significance is given to the area of former Yugoslav republics. The beginning of seismology in Serbia, as well as description of Kraljevo earthquake are also described. As addition to this paper, the unique database of Southeast Europe catastrophes is created. Its contents are gradually explained in the final chapter of the paper.

## Tehnički dodatak: definicije i pojmovi

### Katastrofa

Kombinacija dva elementa, samog događaja i ljudske osjetljivosti. Katastrofa se dogodi tako što u tolikoj meri izazove osjetljivost ljudi koji žive u određenoj zajednici tako da su njihovi životi direktno ugroženi ili je velika šteta naneta ekonomskim i društvenim strukturama, zbog čega je smanjena šansa za opstankom. (IFRC)

### Zemljotres

Zemljotres ili potres nastaje usled pomeranja tektonskih ploča, kretanja Zemljine kore ili pojave udara, a posledica je podrhtavanje Zemljine kore zbog oslobođanja velike energije.

### Epicentar

Mesto na Zemljinoj površini na koje seizmički talasi najpre stižu neposredno iznad magmatskog ognjišta.

## SADRŽAJ

<b>SPISAK GRAFIČKIH PRIKAZA .....</b>	<b>4</b>
<b>PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>6</b>
<b>1. UVOD .....</b>	<b>7</b>
<b>2. POJAM ZEMLJOTRESA .....</b>	<b>8</b>
2.1 Uzroci nastanka zemljotresa.....	9
2.2 Podela zemljotresa .....	11
2.2.1 Trusna ognjišta.....	11
2.2.2 Elementi trusa .....	12
2.3 Trusni oblici .....	13
2.4 Jačine truseva i trusne skale .....	15
<b>3. GEOGRAFSKI RASPORED TRUSEVA NA ZEMLJI .....</b>	<b>18</b>
3.1 Najveći i najrazorniji zemljotresi u svetu .....	18
<b>4. TRUSNE KARAKTERISTIKE JUGOISTOČNE EVROPE I MEDITERANA.....</b>	<b>22</b>
4.1 Istorijat seismologije u Srbiji .....	25
4.2 Trusne oblasti u Srbiji.....	27
4.3 Zemljotres u Kraljevu 2010. godine .....	28
4.3.1 Seizmološke karakteristike epicentralnog područja Kraljeva .....	28
4.3.2 Seizmička aktivnost u regionu Kraljeva tokom i neposredno nakon zemljotresa 03.11.2010.....	29
4.3.3 Definisanje makroseizmičkog intenziteta .....	30
4.3.4 Registrovana maksimalna horizontalna ubrzanja .....	32
4.3.5 Seizmička aktivnost u regionu Kraljeva od glavnog zemljotresa do 18. novembra 2010. godine.....	32
<b>5. KREIRANJE BAZE PODATAKA O KATASTROFAMA.....</b>	<b>35</b>
5.1 Osnovni podaci .....	36
5.2 Pogodene oblasti.....	37
5.3 Posledice .....	38
<b>6. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>41</b>
<b>7. PREPORUKE ZA DALJI RAD .....</b>	<b>42</b>
<b>8. LITERATURA.....</b>	<b>43</b>
<b>9. WEB IZVORI .....</b>	<b>43</b>

## SPISAK GRAFIČKIH PRIKAZA

### Sadržaj slika:

**Slika 1:** Prikaz subdukcionog procesa

(Izvor : <http://www.google.com/imgres?imgurl=http://upload.wikimedia.org>)

**Slika 2:** Tri vrste dodira tektonskih ploča (Izvor: <http://bs.wikipedia.org/wiki/Potres>)

**Slika 3:** Grafički prikaz dubine truseva

**Slika 4:** Elementi trusa

(Izvor: <http://www.google.com/imgres?imgurl=http://www.znanje.org>)

**Slika 5:** Prikaz cunami talasa

(Izvor: [www.google.com/imgres?imgurl=http://www.riskmanagementmonitor.com](http://www.google.com/imgres?imgurl=http://www.riskmanagementmonitor.com))

**Slika 6:** Seizmograf

(Izvor: <http://www.google.com/imgres?imgurl=http://www.cartage.org.lb>)

**Slika 7:** Epicentar zemljotresa na Sumatri

(Izvor: [www.google.com/imgres?imgurl=bp.blogspot.comDearthquake%2Bsumatra](http://www.google.com/imgres?imgurl=bp.blogspot.comDearthquake%2Bsumatra))

**Slika 8:** Posledice cunamija u Sumatri

(Izvor: [www.google.com/imgres?imgurl=www.sheppardsoftware.com/images//Dearthquake%2Bsumatra%](http://www.google.com/imgres?imgurl=www.sheppardsoftware.com/images//Dearthquake%2Bsumatra%))

**Slika 9:** Epcentri zemljotresa u periodu od 1960. do 2000. godine

(Izvor: <http://www.google.com/imgres?imgurl=http://web.ics.purdue.edu>)

**Slika 10:** Mediteran (Izvor: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Mediterranean\\_Relief.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Mediterranean_Relief.jpg))

**Slika 11:** Jugoistočna Evropa

(Izvor:[http://bs.wikipedia.org/w/index.php?title=Datoteka:Balkan\\_topo\\_en.jpg&filetimestamp=20060414173418](http://bs.wikipedia.org/w/index.php?title=Datoteka:Balkan_topo_en.jpg&filetimestamp=20060414173418))

**Slika 12:** Seizmološke stanice u Srbiji

(Izvor: <http://www.seismo.gov.rs/Seizmogrami.htm>)

**Slika 13:** Raspodela magnituda naknadnih zemljotresa (Izvor: [www.seismo.gov.rs](http://www.seismo.gov.rs))

**Slika 14:** Seizmička aktivnost prvog dana nakon zemljotresa (Izvor: [www.seismo.gov.rs](http://www.seismo.gov.rs))

**Slika 15:** Karta užeg područja zahvćenog zemljotresom od 03.11.2010.

(Izvor: [www.seismo.gov.rs](http://www.seismo.gov.rs))

**Slika 16:** Magnitude naknadnih zemljotresa (Izvor: [www.seismo.gov.rs](http://www.seismo.gov.rs))

**Slika 17:** Dogođeni zemljotresi po dobu dana (Izvor: [www.seizmo.gov.rs](http://www.seizmo.gov.rs))

**Slika 18:** Zemljotresi magnituda većih od 2.4 jedinica (Izvor: [www.seizmo.gov.rs](http://www.seizmo.gov.rs))

**Slika 19:** Očekivani broj naknadnih zemljotresa (Izvor: [www.seizmo.gov.rs](http://www.seizmo.gov.rs))

**Slika 20:** Glavna strana kreirane baze podataka sa delom za unos podataka o zemljotresima, delom za unos podataka o poplavama i delom za unos podataka o sušama

**Slika 21:** Baza podataka za zemljotrese, deo se osnovnim podacima o zemljotresu.

**Slika 22:** Izgled drugog dela baze podataka koji se odnosi na pogodjene oblasti.

**Slika 23:** Izgled trećeg dela baze podataka koji se odnosi na posledice koje je izazvao zemljotres.

**Slika 24:** Izgled menija za upravljanje bazom podataka.

**Slika 25:** Primer unošenja podataka o zemljotresu u bazu podataka, osnovni podaci i deo sa pogodjenim oblastima.

**Slika 26:** Primer unošenja podataka o poplavi u bazu podataka, deo sa pogodjenim oblastima i posledice.

**Slika 27:** Izgled forme za štampanje željenih podataka

### **Sadržaj tabela:**

**Tabela 1:** Prikaz Rihterove skale

(Izvor: [http://en.wikipedia.org/wiki/Richter\\_magnitude\\_scale](http://en.wikipedia.org/wiki/Richter_magnitude_scale))

**Tabela 2:** Merkalijeva skala

(Izvor: [http://en.wikipedia.org/wiki/Mercalli\\_intensity\\_scale](http://en.wikipedia.org/wiki/Mercalli_intensity_scale))

**Tabela 3:** Zemljotresi koji su izazvali najveće katastrofe

(Izvor: [www.znanje.org/i25/05iv02/05i0210/najveci%i%najjaci%zemljotresi%svijetu](http://www.znanje.org/i25/05iv02/05i0210/najveci%i%najjaci%zemljotresi%svijetu))

**Tabela 4:** Najjači zemljotresi od 1900. godine do danas

(Izvor: [www.znanje.org/i25/05iv02/05i0210/najveci%i%najjaci%zemljotresi%svijetu](http://www.znanje.org/i25/05iv02/05i0210/najveci%i%najjaci%zemljotresi%svijetu))

**Tabela 5:** Maksimalna ubrzanja zemljotresa (Izvor: [www.seismo.gov.rs](http://www.seismo.gov.rs))

## **PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA**

Svrha rada je bila da se identifikuju i prikupe podaci o istorijskoj učestalosti i prostornoj raspodeli, obimu uticaja i posledicama zemljotresa na teritoriji jugoistočne Evrope i Mediterana u cilju kreiranja jedinstvene baze podataka o katastrofama.

Na početku rada se navode različite legende i tumačenja zemljotresa kod starih naroda. Sledeci deo rada nam daje prikaz zemljotresa kao prirodne katastrofe. U ovom delu se definiše pojam zemljotresa, uzroci zemljotresa, tipovi zemljotresa kao i uređaji i skale kojima se određuje jačina zemljotresa. Zatim je prikazan geografski raspored zemljotresa i dati primeri najrazornijih zemljotresa kako u svetu, tako i u našoj zemlji. Prikazane su i seizmološke stanice na prostoru Srbije, što je veoma važno za popunjavanje baze podataka. Tako znamo na kojim mestima mozemo da prikupimo potrebne podatke za popunjavanje baze podataka. Poslednje poglavlje opisuje kreiranje jedinstvene baze podataka o katastrofama na teritoriji jugoistočne Evrope u koju se unose prikupljeni podaci o zemljotresima, poplavama, sušama, i olujnim vetrovima. Ovaj deo je zajedno sa prikupljenim podacima i najvažniji. Baza podataka o katastrofama sadrži bitne podatke za identifikovanje ranjivosti, formiranje efektivnih sistema ranog upozoravanja, analizu rizika i kreiranje boljih mera prevencije i pripremljenosti na katastrofu i stoga je važan deo ciklusa upravljanja akcidentalnim rizicima. U kreiranu bazu podataka se zatim unose: osnovni podaci o zemljotresu, pogođenim oblastima i posledicama određenog zemljotresa.

## 1. UVOD

Pitanje o uzrocima zemljotresa odavno je zanimalo ljudi. Kod pojedinih naroda postoje najraznovrsnije legende i tumačenja.

Kod starih Japanaca, smatralo se da Zemlja стоји na kitovima i drhti kada se kitovi provlače ispod nje. Eskimi smatraju da je Zemlja naslonjena na stubove koji trunu od starosti i zato često pucaju. Sveštenici su na svoj način objašnjavali fenomen zemljotresa. Još u staro doba rimski pesnik Lukrecije je rekao: "Priroda sve čini po svojoj volji, bez ikakvih bogova."

Zemljotresi se javljaju na sasvim određenim delovima površine Zemlje, kao prateće pojave evolucije Zemlje. Zemljotresi koje ljudi i životinje osećaju kao najrazličitija kolebanja, drhtanja i potresanja površine Zemlje i svega što u tim prostorima na njoj стоји, kao i talasanja na velikim vodenim prostranstvima, posledica su stalnih narušavanja i ponovnog uspostavljanja ravnotežnih stanja. Do remećenja ravnoteže dolazi u čvrstoj Zemljinoj kori, ali i u dubokim potkornim delovima njene unutrašnjosti. To su, ustvari, prirodne pojave potresanja tla na površinama čvrste kore.

Zemljotresi na teritoriji jugoistočne Evrope i Mediterana karakterišu nekoliko specifičnih oblasti, među kojima su bile i trusne oblasti nekadašnje Jugoslavije. Oni su u ovim oblastima imali katastrofalne posledice što je bilo uzrokovano i samom jačinom trusnih udara. Jugoistočna Evropa i Mediteran u odnosu na druge delove Evrope imaju najkomplikovanije tektonske osobine. Seizmička aktivnost dovodi do čestih zemljotresa u tim regionima, koji za sobom ostavljaju posledice. Naročito se ističu zemljotresi koji su pogodili gradove, prvenstveno zbog veće koncentracije ljudi, ali i veće mogućnosti za nanošenje štete.

## 2. POJAM ZEMLJOTRESA

Zemljotres ili potres nastaje usled pomeranja tektonskih ploča, kretanja Zemljine kore ili pojave udara, a posledica je podrhtavanje Zemljine kore zbog oslobađanja velike energije.

Zemljotresi imaju varirajuće posledice, uključujući i promenu geoloških osobina, štetu antropogene sredine tj. sredine i objekata koje je čovek stvorio i imaju veliki uticaj na čovekov život. Zemljotresi mogu da prouzrokuju dramatične geomorfološke promene, uključujući pomeranje zemlje i horizontalno i vertikalno. Posledice zemljotresa mogu da budu:

1. Klizišta,
2. Lavine,
3. Požari,
4. Poplave,
5. Vulkanske erupcije,
6. Cunami.

Kao što i sam zemljotres predstavlja određen stepen opasnosti, takođe važi i da sve posledice koje prate zemljotres same po sebi predstavljaju opasnost. U mnogim slučajevima na svetu, posledice zemljotresa su odnele više žrtava nego sam zemljotres. Tako da one predstavljaju u nekim slučajevima i veću opasnost nego sam zemljotres. Kao što je prethodno rečeno da opasnost od zemljotresa i nusprodukata zemljotresa nije ujednačena i varira od regije do države. Kolika je opasnost od zemljotresa i njegovih posledica zavisi od više faktora, geomorfološkog sastava zemljišta, lokacije hypocentra i epicentra, geografičkog reljefa itd.

Seizmičke pojave su vezane za nagle, kratkotrajne pokrete i poremećaje u Zemljinoj kori. Kao posledice ovih pojava, javljaju se denivilacije topografske površine i morfološki poremećaji oblika u postojećem reljefu, kao i stvaranje novih - trusnih oblika u reljefu.

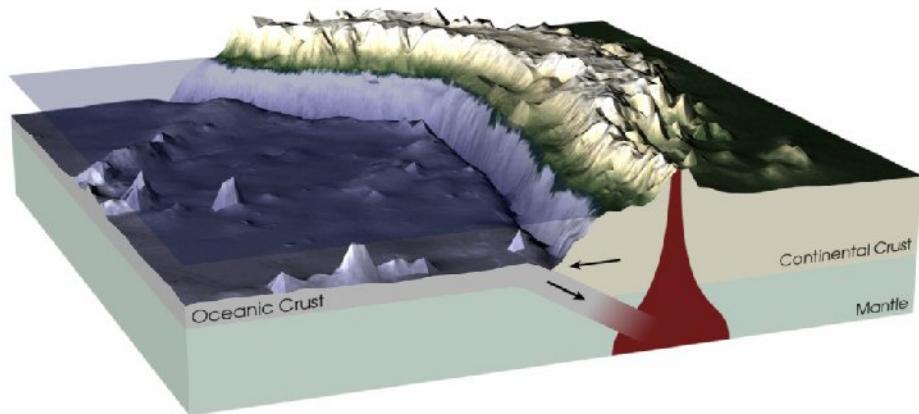
Proučavanjem postanka i pojavljivanja trusnih pokreta bavi se posebna naučna disciplina - *seizmologija*.

Seizmologija predstavlja ogrank geofizike kao šire naučne discipline, koja se bavi proučavanjem svih fizičkih polja Zemlje. Ona izučava složene procese koji uslovjavaju pripremu i genezu zemljotresa, zatim proces stvaranja i prostiranja seizmičkih talasa kroz Zemljinu unutrašnjost, tektonske procese u žarištu zemljotresa, mehaničke efekte dejstva seizmičkih talasa na tlu i građevinskim objektima. Ova naučna disciplina se bavi i utvrđivanjem parametra seizmičke opasnosti širih regiona, izučavanjem mogućnosti prognoze jakih zemljotresa, stvaranjem i kretanjem cunami talasa itd.

## 2.1 Uzroci nastanka zemljotresa

Nemački geolog Vegener je još 1912. godine, vođen očiglednom podudarnošću obrisa kontinenta južne Amerike i Afrike, predložio hipotezu o kretanju kontinenata. Na osnovu ove hipoteze, engleski geolog Artur Holms je 1930. godine zajedno sa Hari Hesom koncipirao ideju o razmicanju okeanskog dna, koja je dopunila ideju o kretanju kontinenata. Tek nakon prikupljanja brojnih geofizičkih i geoloških podataka, koji naučno idu u prilog ovoj ideji, šezdesetih godina, zaslugom brojnih istraživača, oblikovana je konačna i celovita hipoteza o tektonici ploča, nazvana "nova globalna tektonika".

Prema ovoj teoriji, Zemljina kora je izdeljena na niz fragmenata, koju čine i kontinenti, a koji se lagano kreću u određenim pravcima relativno malim ali postojanim brzinama. Kretanjem dolazi do sudaranja segmenata ovih ploča, pri čemu se u zoni sučeljavanja javljaju dodatni tektonski procesi i njihovi pratnici - zemljotresi. U zonama sučeljavanja okeanskih i kontinentalnih segmenata Zemljine kore, često se okeanska kora podvlači pod kopneni deo kore i formira tzv. subduksionni proces, kao što je prikazano na slici 1 .



Slika 1: Prikaz subduksionog procesa

(Izvor : <http://www.google.com/imgres?imgurl=http://upload.wikimedia.org>)

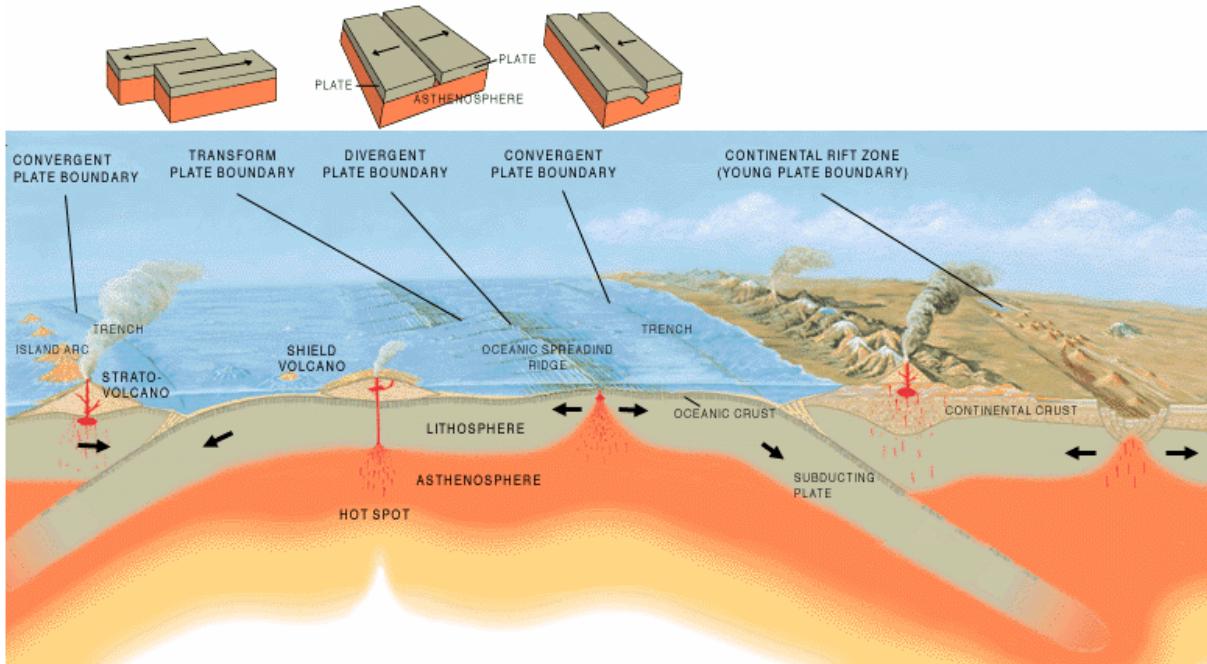
Osnovni uzroci nastanka zemljotresa vezani su za tektonske, odnosno geodinamičke procese sudaranja kontinenata. Na širem prostoru Mediterana manifestuje se efekat sučeljavanja Evropske i Afričke megaploče, odnosno kontinenta. Kao posledica ovih procesa, u zoni sučeljavanja nastaju enormno velika naponska polja u stenama, koja uslovjavaju lom stene u oslabljenim zonama, u momentu kada dostignuti nivo napona prevaziđe čvrstoću stenske mase. Pucanjem stena oslobođa se ogromna količina seizmičke energije u obliku seizmičkih talasa, nastaju pukotine u steni, kao i propratni efekti na zemljinoj površi - rušenje objekata, aktiviranje klizišta u tlu, odrona stena na padinama, cunami talasa na moru i sl.

Većina razornih zemljotresa nastaje međusobnim dodirom tektonskih masa. Postoje tri vrste dodira tektonskih ploča, zavisno od načina na koji se jedna masa kreće u odnosu drugu, kao i od raznih površinskih fenomena (slika 2).

1. *Transformni dodir* (konzervacijski) nastaje na mestima međusobnog proklizavanja ploča duž transformnih raseda. Relativno kretanje dvaju ploča može biti *sinistralno* (leva strana prema posmatraču) ili *dekstralno* (desna strana prema posmatraču). *San Andreas rased* u Kaliforniji i *Sarajevski rased* su primeri transformnog dodira s dekstralnim kretanjem.

2. *Divergentni dodir* (konstruktivni) nastaje na mestima međusobnog razilaženja dvaju ploča. Srednjeokeanske brazde kao npr. Srednjoatlantska, te aktivni tektonski rovovi kao npr. *Great Rift* dolina u Africi, su primeri divergentnih dodira.

3. *Konvergentni dodir* (destruktivni), zvan i *aktivni obod*, nastaje na mestima gde se dve ploče sudaraju obično praveći subduktivnu zonu (ako jedna ploča podranja pod drugu) ili *kontinentalnu koliziju* (ako obe ploče sadrže kontinentalne stene). Duboki podmorski rovovi su obično povezani sa subduktivnim zonama. Subduktivna masa sadrži mnoge hidratne minerale. Pri zagrevanju ovi minerali oslobođaju svoju vodu koja onda uzrokuje topljenje omotača. Tako nastaje vulkanizam, npr. planinski venac Andi u Južnoj Americi, i japanski ostrvski luk.



Slika 2: Tri vrste dodira tektonskih ploča (Izvor: <http://bs.wikipedia.org/wiki/Potres>)

## 2.2 Podela zemljotresa

Podrhtavanje, njihanje, vibracije i talasanje u Zemljinoj kori i na njenoj površini javljaju se kao posledica unutrašnjih naprezanja i kretanja u litosferi. Zajednička karakteristika svih trusova je da nastaju usled određenih poremećaja u litosferi. Prema uzrocima nastajanja i načinu manifestovanja, trusovi se dele na tektonske, vulkanske, urvinske i veštačke.

*Tektonski trusevi* se najčešće javljaju kao posledica današnjih pokreta i poremećaja u labilnim delovima Zemljine kore. Ovi pokreti prouzrokovani su ubiranjem u zonama venačnih planina i rasedanjem u obodnim delovima plasa. Najveći broj truseva vezan je za ove tektonske pokrete i poremećaje, njima pripada oko 90% svih truseva. Ovi zemljotresi izazivaju i krupne morfološke posledice u reljefu Zemljine površine. Velike katastrofe u istoriji čovečanstva vezane su za ovu vrstu zemljotresa.

*Vulkanski trusevi* su karakteristični za vulkanski aktivne oblasti. Najčešće se javljaju kao predhodnica vulkanskih erupcija ili u toku rada vulkana. Posledica su velikih napona u vulkanskom kanalu pre razbijanja čepa i proboga gasova i lave. Potresi mogu nastati i zbog razaranja vulkanske kupe ili obrušavanja u krateru. Vulkanski trusevi su redi od tektonskih i njima pripada oko 7% svih potresa. Slabiji su po jačini pa se smatraju lokalnim trusevima. Hipocentar vulkanskih truseva se nalazi na dubini 30-50 km.

*Urvinski trusevi* su vezani za kraške predele u kojima se javljaju podzemne šupljine. Radom podzemnih voda ove šupljine rastu, ali im se stabilnost smanjuje. Tako dolazi do obrušavanja tavanica u pećinama i jamama, a potresi koji zbog toga nastaju, prenose se na površinu kao trusevi. Survavanje ogromnih količina stena na klizištima izaziva određene potrese. Slične potrese mogu izazvati i meteoriti prilikom udara o površinu Zemlje. To su slabi, lokalni potresi koji učestvuju sa 3% svih truseva.

*Veštački trusevi* se javljaju prilikom eksplozija. Najjače potrese izazivaju podzemne atomske eksplozije. Veštački zemljotresi mogu biti izazvani punjenjem i pražnjenjem velikih akumulacija vode u kršu (Petrović i Manojlović, 2003).

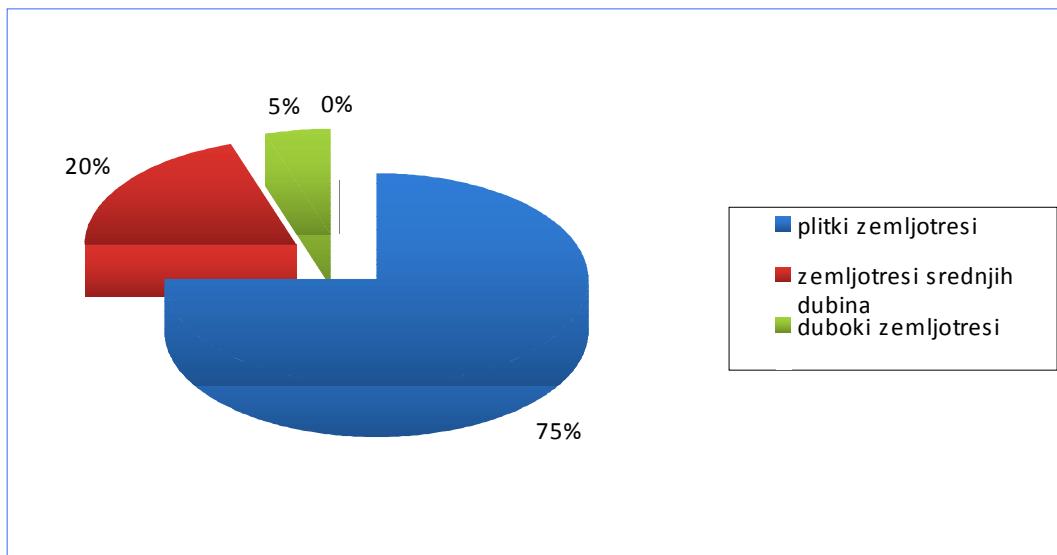
### 2.2.1 Trusna ognjišta

Najveći broj truseva je tektonskog porekla koji nastaju zbog kretanja, pomicanja i stropoštavanja raskinutih delova u litosferi. Na osnovu potresa a sa stanovišta geneze i dubine ognjišta, izdvajaju se sledeće vrste:

- 1) **seizmotektonске pojave** vezane za tektonske pokrete u litosferi. Različitog su inteziteta pa ova grupa pojava obuhvata lokalne, regionalne i zonalne truseve.
- 2) **gravitaciono-seizmotektonске pojave** podrazumevaju kretanje stenovitih masa duž rasednih linija pod uticajem gravitacije.
- 3) **seismogravitacione pojave** podrazumevaju kretanje blokova i stenskih masa izazvano tektonsko-seizmičkim poremećajima. To su aktiviranje klizišta, oburušavanje tavanica podzemnih prostorija, rušenje vertikalnih litica i dr.

Dubina ognjišta je veoma značajna za jačinu i dimenzije trusnih pokreta. Na osnovu položaja ognjišta izdvajaju se tri grupe zemljotresa (slika 3):

- 1) **plitki ili površinski zemljotresi** imaju ognjište na dubini od 0-70 km. To su najčešći zemljotresi i njima pripada 70-75% svih potresa;
- 2) **zemljotresi srednjih dubina** imaju ognjišta na dubini od 70-300 km ispod površine. Ovoj grupi pripada oko 20% svih potresa;
- 3) **duboki zemljotresi** čija se ognjišta nalaze dublje od 300 km, računajući od površine. Ima pouzdanih podataka da se ognjišta ovih zemljotresa nalaze i na 720 km dubine. Potresi iz dubokih ognjišta su najređi i njima pripada 3% svih potresa.



Slika 3: Grafički prikaz dubine truseva

## 2.2.2 Elementi trusa

Trusno ognjište iz kojeg se oslobađa energija i talasima prenosi na sve strane naziva se **hipocentar**. Najčešće se nalazi na dubinama 10-60 km. Od udara koji nastaju oslobođanjem energije nastaju trusni ili seizmički talasi koji se šire nejednakom brzinom.

Talasi najpre stižu na Zemljinu površinu neposredno iznad magmatskog ognjišta i to je **epicentar** ili epicentralna oblast. Trusni talasi se zrakasto šire od hipocentra zatvarajući koncentrične krugove.

Trusni talasi se dele na:

**Longitudinalne** (uzdužne) talase koji izazivaju vibraciju čestica u stenovitim masama u pravcu svoga kretanja. Talasi se kreću velikim brzinama koje zavise i od fizičkih osobina stena, naročito njihove gustine i otpornosti.

**Transverzalne** (poprečne) talase kod kojih se kretanje čestica odvija poprečno u odnosu na pravac samih talasa. Kreću se sporije od uzdužnih talasa.

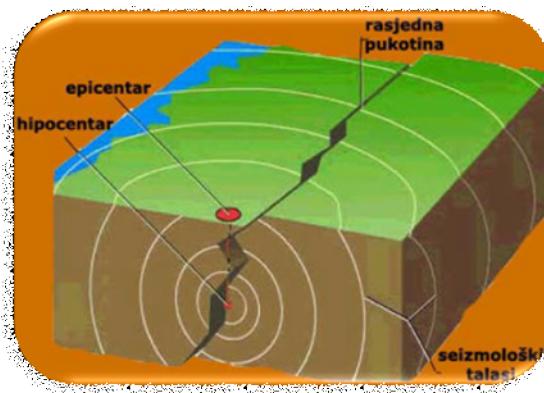
Longitudinalni talasi kreću se prosečnom brzinom od oko 8 km/sec, dok se direktni transverzalni talasi kreću prosečnom brzinom od oko 6 km/sec. Longitudinalni talasi se kreću kroz sva tela, bez obzira na njihovo agregatno stanje, a transverzalni se prenose samo kroz čvrsta. Longitudinalni talasi prvi dospevaju na površinu, a posle sjedinjavanja sa transferzalnim nastavljaju usporeno kretanje kao površinski talasi.

Seizmički potresi izazivaju dvojaka kretanja u Zemljinoj kori. *Sukusurno* (vertikalno) kretanje je izdizanje i spuštanje, a *undulatorno* (horizontalno) je talasasto kretanje, njihanje. Površina u epicentralnoj oblasti u kojoj su kretanja bila najjača predstavlja pleistoseist trusa.

**Izoseiste** su linije koje povezuju tačke iste jačine trusa. **Homoseiste** su linije koje vezuju tačke istovremenog pojavljivanja trusnog udara.

Epicentri vezani za rasedne linije veoma često se premeštaju i ta pojava je poznata kao migracija epicentra.

Premeštanje trusnog žarišta se javlja zbog toga što se blokovi duž rasedne linije ne kreću istovremeno niti podjednakom brzinom.



Slika 4: Elementi trusa

(Izvor: <http://www.google.com/imgres?imgurl=http://www.znanje.org>)

## 2.3 Trusni oblici

Trusni oblici su retki u reljefu Zemljine površine, jer se brzo uništavaju delovanjem erozivnih procesa i aplanacije. Spadaju u kategoriju mikro - oblika, a nastaju posle većih zemljotresa. U reljefu Zemljine površine oni se javljaju u obliku različitih pukotina koje se mogu izdvojiti u dve osnovne kategorije i to u **zjapeće** i **rasedne pukotine**.

**Zjapeće pukotine** nastaju horizontalnim razmicanjem tla za vreme zemljotresa. Različitih su dimenzija. Mogu se pružati od nekoliko desetina metara pa do više desetina kilometara. Širina im može dostići čak i 20 m. Njihovo pružanje nije samo pravolinijsko, već je tle često razbijeno čitavim sistemima pukotina različitog pravca pružanja.

Urušavanjem rastresitog i drobinskog materijala sa njihovih ivica i zidova, one bivaju postupno zatravane i iščezavaju kao oblik u reljefu.

**Rasedne pukotine** stvaraju se pri trusovima koji izazivaju vertikalna kretanja u tlu. Kretanje zemljišta duž ovih trusnih raseda može iznositi više metara, što ima za posledicu krupne morfološke poremećaje u postojećem reljefu. Mnogo veći značaj za reljef imaju pojave izdizanja i spuštanja zemljišta koja se javljaju tokom zemljotresa.

Znatna izdizanja i spuštanja desila su se za vreme zemljotresa u Čileu 1960. godine. To je najveći zemljotres u istoriji čovečanstva. Trus je zahvatio površinu od  $140.000 \text{ km}^2$  i izmenio dotadašnji izgled reljefa. Zemljište je spušteno za 2 m na dužini od 500 km u pojasu širokom 20 - 30 km. Petina teritorije Čilea nije se mogla prepoznati. Topografske karte postale su neupotrebljive. Pojedini gradovi i naselja su zbrisani sa lica Zemlje.

Ako je epicentar na morskom, odnosno, okeanskom dnu, onda se javljaju podmorski trusovi. Brzina kretanja seizmičkih talasa u vodi iznosi oko 1400 m/s, što je skoro ravno brzini zvuka u vodi. Submarinski trusni udari izazivaju stvaranje ogromnog morskog talasa na površini okeana. Njegova visina dostiže i do 30 m, a kreće se brzinom od 20 do 100 m/sec, čak i 200 m/sec, a u pličim obalskim delovima 720 km/h. Ovaj džinovski, rušilački talas naziva se "cunami" (slika 5). Cunami sa razornom snagom udara o obale, uništavajući sve pred sobom. Cunami talasi su brojni na obalama Japana. Pre pustošnog nailaska cunami talasa, more se potpuno povuče iz obalskog pojasa, čak i više kilometara. Ovaj period traje 15 - 35 min., ređe nekoliko časova, posle čega usledi džinovski vodeni zid cunamija. Cunami talasi se događaju kada se hipocentar vrlo snažnih zemljotresa nalazi na dnu mora, odnosno kada se pri razlamanju stena formira veće vertikalno pomeranje (denivelacija) morskog dna, obično nekoliko metara, pa čak i preko 10 m kod snažnih zemljotresa. Ova nagla promena položaja dela morskog dna u zoni epicentra, kao posledicu stvara nagli skok nivoa vode iznad mesta hipocentra zemljotresa. Tako stvoreni talas se brzo kreće ka obalama dostižući brzine mlaznih aviona (900 km/h).



Slika 5: Prikaz cunami talasa

(Izvor: [www.google.com/imgres?imgurl=http://www.riskmanagementmonitor.com](http://www.google.com/imgres?imgurl=http://www.riskmanagementmonitor.com))

## 2.4 Jačine truseva i trusne skale

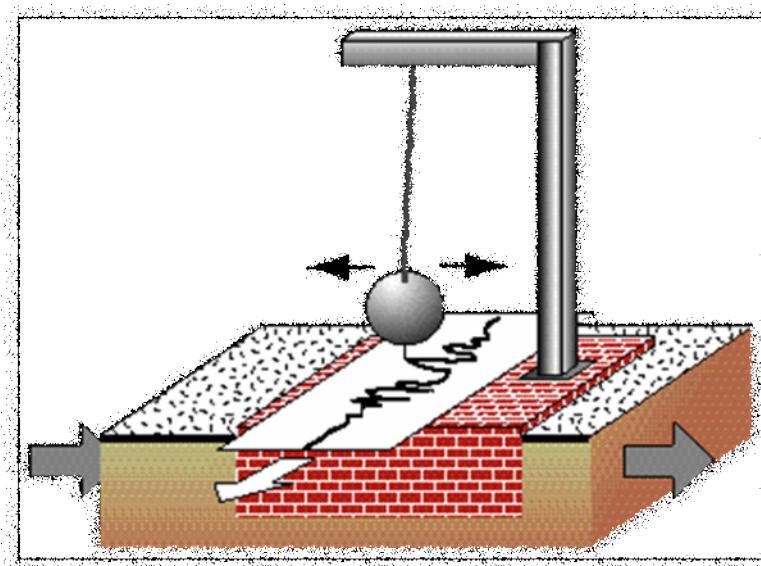
Praćenje zemljotresa vrše seizmološke stanice i opservatorije. Njihov zadatak je da instrumentalno snime i utvrde koordinate hypocentra, epicentra i drugih tačaka na kojima se manifestuje zemljotres. U obavljanju ovog zadatka koriste se različiti instrumenti:

**Seismograf** - je osnovni instrument za praćenje potresa u litosferi i na njenoj površini (slika 6). Registruje svaki otkucaj, vibraciju ili njihanje terena kako po jačini tako i po vremenu. Instrument se sastoji od metalnog tega koji visi, magnetnih uređaja, igle ili drugog instrumenta koji mastilom ili svetlosnim zrakom upisuje liniju njihanja tega.

**Seismoskop** - je preteča seismografa i on registruje samo potrese i vreme njihovog pojavlivanja.

**Seismogram** - je papirnata traka na kojoj instrumenti ispisuju liniju potresa iz koje se očitavaju vreme i jačina potresa.

**Seismometri** - registruju pomeranje zemljišta za vreme jakih potresa.



Slika 6: Seismograf

(Izvor: <http://www.google.com/imgres?imgurl=http://www.cartage.org.lb>)

Magnituda je relativna mera oslobođene energije u zemljotresu. To je neimenovan broj, a uobičajene vrednosti se nalaze u granicama 1 - 9. Veoma slabi zemljotresi mogu imati i negativnu magnitudu.

U čast seismologa Rihtera, koji je 1935. godine matematički definisao magnitudu kao energetsku meru dogodenog zemljotresa, ovaj parametar zemljotresa se naziva i Rihterova magnituda (tabela 1).

Tabela 1: Prikaz Rihterove skale

(Izvor: [http://en.wikipedia.org/wiki/Richter\\_magnitude\\_scale](http://en.wikipedia.org/wiki/Richter_magnitude_scale))

Stepen jačine	Opis	Posledice zemljotresa	Učestanost ponavljanja
manji od 2	Mikro	Veoma mali, neosetni potresi	Oko 8 000 puta dnevno
2.0 – 2.9	Mali	Neosetni, ali ih instrumenti zabeležavaju	Oko 1 000 puta dnevno
3.0 – 3.9		Osetni, ali ne izazivaju štetu	Oko 49 000 puta dnevno
4.0 – 4.9	Vrlo lak	Primetni potresi u unutrašnjosti objekata, ali nema značajne štete	Oko 6 200 puta godišnje
5.0 – 5.9	Umeren	Može izazvati veliku štetu na loše projektovanim objektima. U najgorem slučaju izazivaju malu štetu na dobro projektovanim objektima	Oko 800 puta godišnje
6.0 – 6.9	Prilično jak	Može izazvati štetu u krugu od 160 km u naseljenim područjima	Oko 120 puta godišnje
7.0 – 7.9	Jak	Može izazvati ozbiljnu štetu u velikim područjima	Oko 18 puta godišnje
8.0 – 8.9	Vrlo jak	Može izazvati ozbiljnu štetu u područjima udaljenim i po nekoliko stotina kilometara	Jednom godišnje
9.0 – 9.9		Razarajući u područjima udaljenim i po nekoliko hiljada kilometara	Jednom u 20 godina
Veći od 10	Razoran	Nikada zabeležen; U slučaju ovakvog zemljotresa očekivala bi se ogromna šteta na veoma velikim područjima	Ekstremno retko, do sada nije zabeležen

Intezitet zemljotresa izaziva stepen površinskih efekata zemljotresa - na građevinskim objektima, tlu, ljudima. Izražava se celobrojnim skalamama od I do XII stepeni za tzv. Merkalijevu skalu ili kratko MCS (tabela 2), kao i ekvivalentne, ali znatno detaljnije skale EMS-98 ( Evropska Makroseizmička Skala iz 1998. godine). Intezitet zemljotresa znatno zavisi od dubine žarišta zemljotresa (dublji hipocentar sa istom magnitudom znači manji intezitet na površini tla i obrnuto), ali i od rastojanja tačke posmatranja do epicentra. Površine koje u široj oblasti epicentra obuhvataju zone sa istim stepenom dogodenog inteziteta nazivaju se izoseistama zemljotresa.

Prateće pojave zemljotresa su:

1. *seizmičke tutnje* - predstavljaju akustične pojave koje ljudi osećaju kao pokrete, naročito ako se nalaze u epicentralnoj oblasti;
2. *akustične pojave* - javljaju se i bez jačih potresa;
3. *svetlosne pojave* - javljaju se kao trenutni blesak, ali čiji uzroci nisu objašnjeni;
4. *električne i magnetne pojave* – su mehaničke prirode, a manifestuju se jačim pokretima magnetnih igli na instrumentima.

Tabela 2: Merkalijeva skala

(Izvor: [http://en.wikipedia.org/wiki/Mercalli\\_intensity\\_scale](http://en.wikipedia.org/wiki/Mercalli_intensity_scale))

Stepen	Efekat zemljotresa
1	Ne osećaju ga ljudi, registruju ga samo seismografi.
2	Reaguju samo vrlo osetljive osobe u stanju mirovanja.
3	Oseti ga više ljudi u unutrašnjosti zgrada.
4	U kućama ga oseti veći deo stanovnika, a na otvorenom samo pojedinci. Posude i posuđe zveckaju a pojedinci se bude iz sna.
5	Osete ga mnogi i na otvorenom prostoru. Predmeti koji slobodno vise, zanjušu se. Kod pojedinaca izaziva manju paniku.
6	Osete ga sve osobe i beže iz kuće. Slike padaju sa zidova. Na slabije građenim zgradama nastaju prva oštećenja.
7	Nastaju rušenja delova nameštaja u stanovima. Oštećenja se javljaju i na kvalitetnijim kućama u vidu manjih pukotina na zidovima. Ruše se delovi dimnjaka na kućama, padaju crepovi. Na slabijim objektima moguća su veća oštećenja.
8	Većina ljudi otežano ostaje ne nogama. Javljuju se oštećenja na 25% kuća, neke slabije se ruše. Na vlažnom tlu i na padinama javljaju se manje pukotine.
9	Opšta panika. Oko 50% kuća znatno je oštećeno, mnoge se ruše a većina je neupotrebljiva za dalje stanovanje.
10	Teška oštećenja javljaju se na oko 75% objekata, a većina njih se ruši. U tlu nastaju pukotine širine do nekoliko centimetara; sa padina se odronjavaju stene, stvaraju se velika klizišta u tlu.
11	Ruše se sve zidane zgrade. U tlu nastaju široke pukotine iz kojih prodire voda sa peskom i muljem. Javljuju se veliki odroni.
12	Ni jedan veštački objekat ne može opstatiti. Tlo i reljef menjaju izgled, zarušavaju se jezera dok reke menjaju svoja korita.

### 3. GEOGRAFSKI RASPORED TRUSEVA NA ZEMLJI

Zemljotresi su pojave vezane za labilna područja na Zemlji, kao što su geosinklinalne i zone mlađih venčanih planina. U pogledu jačine, pa i učestanosti zemljotresa, na Zemlji se izdvajaju dve trusne oblasti:

#### 1. *Cirkumpacička oblast*

Ona obuhvata basen Velikog tihog okeana (Pacifika) i obodne delove kontinenata koji ga okružuju. Tako je istovremeno, ovo i oblast najveće vulkanske i tektonske aktivnosti, koja se naziva i Vatreni pojas Pacifika. Ovoj oblasti pripadaju istočni delovi Azije, zajedno sa ostrvskim nizovima i zapadni delovi Južne i Severne Amerike. To su oblasti najdubljih okeanskih potolina na jednoj, i vosokih mlađih venčanih planina na drugoj strani.

#### 2. *Mediteranska oblast*

Zahvata Sredozemnomorsku oblast, područje Alpsko-himalajskih mlađih venčanih planina. Na ovu oblast se nadovezuje i središja zona basena Atlanskog okeana. Mediteranskoj trusnoj oblasti pripadaju južni delovi Evrope i severni delovi Afrike, Mala Azija, Kavkaska oblast i područje severne i južne podgorine Himalaja. Na ovu oblast nadovezuje se i pojas koji zahvata istočnu Afriku.

Zemlja se nalazi u stanju neprekidnog podrhtavanja jer seizmološki aparati registruju čak deset potresa na svaki sat.

#### 3.1 Najveći i najrazorniji zemljotresi u svetu

Najveći i najpoznatiji potresi u poslednjim vekovima (tabela 3) bili su u Lisabonu (1755), Kalabriji (1783), Kaliforniji (1906), Mesini (1906), Kini (1920), Tokiju (1923), Bugarskoj (1928), Indiji (1935), Čileu (1939), Grčkoj (1954), Cunami u Indijskom okeanu (2004) i u Japanu (2011).

Poslednji zemljotres velikih razmara proračen razornim cunamijem, koji je izazvao katastrofalne posledice, koje još uvek nisu u potpunosti sumirane, dogodio se u Japanu 11. marta 2011. godine.

„Prema najnovijim podacima japanske policije, broj poginulih u razornom zemljotresu i cunamiju, koji su 11. marta pogodili severoistok i istok Japana, dostigao je 11.362, a nestalih 16.290. Jačina zemljotresa iznosila je 9,0 stepeni Rihterove skale i on je pokrenuo ogromni cunami talas koji je opustošio istočnu obalu ostrva Honšu i sravnio sa zemljom čitave gradove“, javila je japanska agencija Kjodo.<sup>1</sup>

Ovaj zemljotres izazvao je ozbiljna oštećenja na nuklearnoj elektrani Fukušima, koja se nalazi na obali ostrva Honšu. Usled ovoga došlo je do oštećenja na više reaktora u ovoj nuklearnoj elektrani, oslobađanja radioaktivnog otpada u okean, kao i radioaktivnog zračenja u atmosferu, čime je ovaj zemljotres postao velika pretnja ne samo za Japan, već i za ceo svet.

<sup>1</sup> Izvor: <http://www.vesti.rs/Vesti/Novi-bilans-U-katastrofi-u-Japanu-poginulo-11-362-ljudi-2.html>

Tabela 3: Zemljotresi koji su izazvali najveće katastrofe

(Izvor: [www.znanje.org/i25/05iv02/05i0210/najveci%i%najjaci%zemljotresi%svijetu](http://www.znanje.org/i25/05iv02/05i0210/najveci%i%najjaci%zemljotresi%svijetu))

Datum	Lokacija	Jačina	Broj žrtava
23. januar 1556.	Kina, Šansi	8	830 000
26. decembar 2004.	Sumatra	9	283 106
27. juli 1976.	Kina	7.5	255 000
9. avgust 1138.	Sirija	nepoznata	230 000
22. maj 1927.	Kina	7.9	200 000
22. decembar 856.	Iran	nepoznata	200.000
16. decembar 1920.	Kina	8,6	200.000
23. mart 893.	Iran	nepoznata	150.000
1. septembar 1923.	Japan	7,9	143.000
5. oktobar 1948.	Turkemistan	7,3	110.000
28. decembar 1908.	Italija, Mesina	7,2	70.000–100.000
septembar 1290.	Kina	nepoznata	100.000
novembar 1667.	Kavkazija	nepoznata	80.000
18. novembar 1727.	Iran	nepoznata	77.000
1.novembar 1755.	Portugalija, Lisabon	8,7	70.000
28. decembar 1932.	Kina	7,6	70.000
31. maj 1970.	Peru	7,9	66.000
1268. godine	Turska	nepoznata	60.000
11. januar 1693.	Italija, Sicilija	nepoznata	60.000
30. maj 1935.	Pakistan	7,5	30.000–60.000
4. februar 1783.	Italija, Kalabrija	nepoznata	50.000
20. jun 1990.	Iran	7,7	50.000
11. mart 2011.	Japan	9	11.500 (16.300 nestalih) podaci nisu konačni

Zemljotres koji se 2004. godine dogodio u Indijskom oceanu odneo je oko 230 000 života. U naučnim krugovima, ovaj zemljotres poznat je pod imenom Sumatra-Andaman, a epicentar se nalazio ispod površine okeana (slika 7). Katastrofa se odigrala 26. decembra 2004. godine, zapadno od Sumatre. Isprva ocenjen sa 9.0 stepeni po Rihteru, kasnije je procenjeno da je jačina potresa bila između 9.1 i 9.3 stepeni.

## Istorijska učestalost i prostorna raspodela zemljotresa na teritoriji jugoistočne Evrope i Mediterana



Slika 7: Epicentar zemljotresa na Sumatri

(Izvor: [www.google.com/imgres?imgurl=bp.blogspot.comDearthquake%2Bsumatra](http://www.google.com/imgres?imgurl=bp.blogspot.comDearthquake%2Bsumatra))

Zemljotres je pokrenuo seriju razornih cunamija, koji su pustošili duž obale Indonezije i drugih delova Indijskog okeana. Cunamiji su odneli više od 230 000 života, najviše u priobalnim mestima, gde su stradali meštani ali i turisti (slika 8). Ovaj zemljotres koji je pokrenuo cunami imao je toliku snagu da je čitavu planetu pomerio, terajući je na vibracije. Tog 26. decembra 2004. godine čitava Zemljina kora pomerila se za više od jednog centimetra.



Slika 8: Posledice cunamija u Sumatri

(Izvor: [www.google.com/imgres?imgurl=www.sheppardsoftware.com/images//Dearthquake%2Bsumatra%](http://www.google.com/imgres?imgurl=www.sheppardsoftware.com/images//Dearthquake%2Bsumatra%))

Najsnažniji registrovani zemljotres u svetu dogodio se 22. maja 1960. godine u Čileu, sa magnitudom od 9.5 jedinica Rihterove skale. Ovaj katastrofalni zemljotres prouzrokovao je smrt više od 2000 ljudi, 3000 ljudi je povređeno, dok je 200 000 njih ostalo bez doma, a materijalna šteta je iznosila 550 miliona dolara. Drugi jači zemljotresi koji su se dogodili u periodu od 1900. godine do danas prikazani su u tabeli 4, dok su na slici 9 prikazani epicentri zemljotresa u periodu od 1960. do 2000. godine.

Tabela 4: Najjači zemljotresi od 1900. godine do danas

(Izvor: [www.znanje.org/i25/05iv02/05i0210/najveci%i%njaci%zemljotresi%svijetu](http://www.znanje.org/i25/05iv02/05i0210/najveci%i%njaci%zemljotresi%svijetu))

Datum	Lokacija	Jačina (po Rihteru)
22. maj 1960.	Čile	9.5
28. mart 1964.	Aljaska	9.2
09. mart 1957.	Aljaska	9.1
26. decembar 2004.	Sumatra	9.0
04. novembar 1952.	Kamčatka	9.0
31. januar 1906.	Ekvador	8.8
28. mart 2005.	Severna Sumatra, Indonezija	8.7
4. februar 1965.	Aljaska	8.7
11. novembar 1922.	Čile-Argentina (na granici)	8.7
13. oktobar 1963.	Kurilska ostrva	8.6
15. avgust 1950.	Tibet	8.6
16. decembar 1920.	Kina	8.6
3. februar 1923.	Kamčatka	8.5
26. jun 1917.	Tonga	8.5



Slika 9: Epicentri zemljotresa u periodu od 1960. do 2000. godine

(Izvor: <http://www.google.com/imgres?imgurl=http://web.ics.purdue.edu>)

#### 4. TRUSNE KARAKTERISTIKE JUGOISTOČNE EVROPE I MEDITERANA

**Mediteran** označava područje, koje se prostire oko Sredozemnog mora, samo Sredozemno more i sva njegova ostrva. Zemlje koje se nalaze u ovom području zovu se mediteranske zemlje. Neke od ovih zemalja leže direktno na Mediteranu, neke izlaze tek delimično na njegovu obalu, dok neke opet nemaju nikakvog fizičkog dodira sa morem, ali mu istorijsko - kulturološki ipak pripadaju.

Istorijski svet poznaje nekoliko tipova i kriterijuma razgraničavanja zemalja mediteranskog područja. Uglavnom je reč o geografskim, istorijskim, kulturnim, političkim, mentalnim, ali i klimatskim kriterijumima. Jedan od najstarijih kriterijuma, kojima se označava područje Mediterana je rasprostranjenost masline, o čemu u svom glasovitom "Mediteranskom brevijaru" piše i Predrag Matvejević, bosanskohercegovački slavista i humanista. Ova definicija uglavnom se poklapa sa klimatskim kriterijumima, pri čemu se područje Mediterana izjednačuje sa područjem rasprostranjenosti same mediteranske klime. Kako stablo masline s jedne strane ipak ne raste svugde (na primer u planinskim područjima Bosne i visoke Hercegovine), s druge pak strane ova područja leže itekako u samoj blizini Mediterana, stručnjaci se slažu da Mediteran obuhvata time i područja Bosne i Hercegovine (ili barem ona koja se nalaze bliže moru), mada po nekim svojim odlikama nisu klasična područja Mediterana. Istovremeno stručnjaci su saglasni da neka geografska područja, koja klimatski i pripadaju možda Mediteranu i njegovoj klimi, geografski ipak odstupaju od klasičnih definicija mediteranskog područja, jer su prostorno veoma udaljeni od njega. To se prvenstveno odnosi na područja oko Crnog mora, pa visoravan Zagros u Iranu.

Mediteran se pruža na području smeštenom između  $30^{\circ}$  i  $46^{\circ}$  severne širine,  $9^{\circ}$  zapadne i  $38^{\circ}$  istočne dužine. Najsevernija tačka Mediterana je podnožje Alpa u italijanskoj regiji Veneto, najzapadnija tačka je Rt Roca u blizini Lisabona. Na istoku i jugu prelazi prema Sirijskoj pustinji, odnosno Sahari, koje označavaju prirodne granice, pri čemu je granica na jugu proizvoljna, jer pustinjska klima (na primer u blizini El Alameina i na severu na Sinaju) dolazi u neposrednu blizinu obale.

Područje Mediterana prostire se na tri kontinenta i obuhvata Evropu, Afriku i Aziju (slika 10). U Evropi su sledeće zemlje s mediteranskim karakterom: Portugal, Španija, Francuska, Italija, Slovenija, Hrvatska, Bosna i Hercegovina, Crna Gora, Albanija, Grčka i Turska, mini-države: Andora, Monako, San Marino i Vatikan, kao i ostrvske države Malta i Kipar. U azijskom dielu Mediterana smeštene su (osim Turske) još i: Sirija, Libanon, Izrael, Palestina i Jordan. U Africi mediteranskom pojasu pripadaju severni delovi zemalja: Egipat, Libija, Tunis, Alžir i Maroko.



Slika 10: Mediteran (Izvor: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Mediterranean\\_Relief.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Mediterranean_Relief.jpg))

**Jugoistočna Evropa** je geografska celina na jugoistoku evropskog kontinenta, a obuhvata skoro celo područje Balkanskog poluostrva, deo Panonske nizije, Vlašku niziju i delove Karpata, a neki autori u ovu regiju ubrajaju i Malu Aziju. *Jugoistočna Evropa* je termin novijeg datuma i javlja se kao neutralna geopolitička odrednica, nakon Hladnog rata i rata u bivšoj Jugoslaviji, koji je danas zamenio naziv Balkan, zbog negativnog prizvuka.

Područje Jugoistočne Evrope čine sledeće države:

- Albanija,
- Bosna i Hercegovina,
- Bugarska,
- Crna Gora,
- Hrvatska,
- Grčka,
- Kosovo,
- Makedonija,
- Moldavija,
- Rumunija,
- Srbija i
- Turska.

## Istorijska učestalost i prostorna raspodela zemljotresa na teritoriji jugoistočne Evrope i Mediterana

U geografskom pogledu područje jugoistočne Evrope je ograničeno sa zapada Jadranskim i Jonskim morem, sa juga i jugoistoka Sredozemnim i Egejskim morem i sa istoka Mramornim i Crnim morem, uključujući moreuze Bosfor i Dardaneli. Prema severu granica nije jasno određena te obuhvata deltu Dunava, Karpate i Panonsku niziju, a završava se Istarskim poluostrvom (slika 11). U pogledu reljefa, područje Jugoistočne Evrope je uglavnom planinsko, ispresecano mnogobrojnim dolinama reka, kotlinama i kraškim poljima.



Slika 11: Jugoistočna Evropa

(Izvor:[http://bs.wikipedia.org/w/index.php?title=Datoteka:Balkan\\_topo\\_en.jpg&filetimestamp=p=20060414173418](http://bs.wikipedia.org/w/index.php?title=Datoteka:Balkan_topo_en.jpg&filetimestamp=p=20060414173418))

Balkansko poluostrvo ima najkomplikovanije tektonske osobine u Evropi. Seizmička aktivnost dovodi do uzastopnih razornih zemljotresa u tom regionu, koji sa zemljom sravnjavaju čitava sela i dovode do gubitka mnogih života. Prva istorijska dokumentacija u vezi sa zemljotresima na Balkanu datira iz 6. veka p.n.e. Tokom godina su jako oštećeni ili u nekim slučajevima čak i potpuno uništeni mnogi gradovi i mesta. U regionu se u proseku desi 6,3 potresa svake godine. Samo tokom prošlog veka zabeleženo je preko 80 razornih zemljotresa.

Balkan je pod uticajem velikih ploča litosfere u Evroaziji i Africi, kao i manjih segmenata poput Arabijske ploče i Jadranske mikro - ploče. Brojna tektonska pomeranja na samom kopnu doprinose akumulaciji pritiska, koji s vremena na vreme proizvodi značajnu seizmičku aktivnost.

Balkansko poluostrvo predstavlja oblast koja ima bogatu trusnu aktivnost. U prošlosti u sastav Balkanskog poluostrva ulazila je Jugoslavija koja je u tektonskom smislu bila veoma atraktivna lokacija.

Jugoslavija se nalazila u području mediteranske trusne oblasti. Njenu teritoriju su ispunjavale mlađe venačne planine alpskih lukova koji okružuju staru Rodopsku masu. U svim tektonskim celinama vršena su intezivna kretanja koja su se ispoljavala kao tangencijalni i radikalni pokreti u stenovitim masama. Potresi u Jugoslaviji su uglavnom bili tektonskog porekla prilikom čega su bili vezani za razlomne strukture.

Na osnovu čestine potresa i njihove snage, sledeće trusne oblasti su bile aktuelne: Cavská potolina, oblast Dinarida, oblast Alpa, Karpatsko-balkanska oblast, Rodopska i oblast Šare i Pinda.

Seizmički najaktivnije oblasti su bile na području Jadranskog primorja, zapadne i severne Makedonije, Šumadije u predelu Rudnika i Pomoravlja. Najmirnija oblast je bila Karpatsko - balkanska u kojoj su se javljali samo manji potresi.

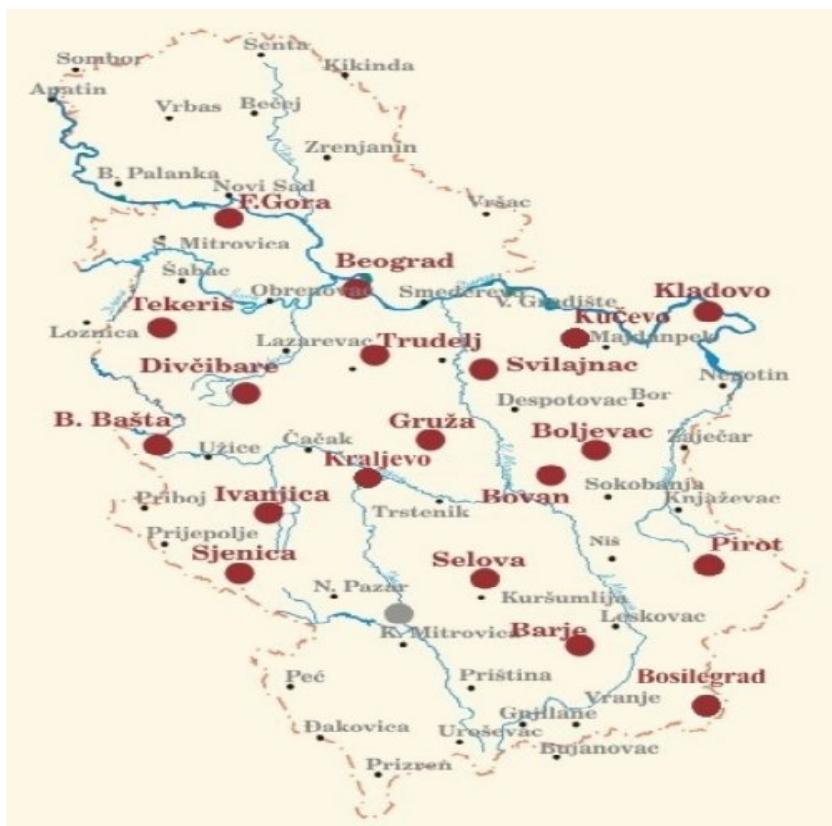
Prema MCS-skali na 41% površine bivše Jugoslavije mogli su se javiti potresi od 7 stepeni jačine, na 29% potresi koji su mogli imati jačinu od 8 stepeni i 10% jačine od 9 stepeni (Petrović i Miljković, 1988).

## 4.1 Istorijat seismologije u Srbiji

Prvi korak u razvoju seismologije u Srbiji učinjen je posle rušilačkog zemljotresa 7. aprila 1893. godine sa epicentrom kod Svilajnca. Geološki zavod Velike škole u Beogradu je tada na inicijativu akademika Jovana Žujovića, upravnika, i profesora Svetolika Radovanovića započeo prikupljanje podataka o zemljotresima. Ova prva organizacija seismološke službe funkcionalisala je samo nekoliko godina. Filozofski fakultet Univerziteta u Beogradu je 1906. godine doneo odluku o izgradnji objekta Seismološkog zavoda na Tašmajdanu čime je započeto sistematsko proučavanje zemljotresa na teritoriji Srbije. Posle mnogih promena statusa, tokom stogodišnjeg rada, koje su nepovoljno uticale na njegov rad, Zavod je konačno 1995. godine Zakonom o republičkom seismološkom zavodu postao posebna organizacija koja obavlja poslove od interesa za Republiku.

Prvi seismografi instalirani su 1909. godine, a u junu 1910. godine na instrumentima je registrovan prvi zemljotres. U toku Prvog svetskog rata sav inventar Zavoda je uništen, a instrumenti polomljeni i pokvareni. Posle opravke instrumenata, Zavod je ponovo počeo da radi 1921. godine. Mehanički instrumenti tipa Vihert, koje je Zavod dobio 1929. godine na ime ratne reparacije, postali su osnova instrumentalnog registrovanja zemljotresa sve do 1980. godine. Nabavka prenosnih seismografa, posle Kopaoničkog zemljotresa, je bila prvi korak u modernizaciji seismološke službe.

U periodu 1991-2005. godina u Zavodu je ostvareno tehničko unapređenje postojećih analognih seismoloških stanica u sisteme za digitalnu automatsku akviziciju seizmičkih signala. Broj seismoloških stanica se povećao na 10 i sa 5 je ostvaren telefonski prenos podataka u centralnu stanicu u Beogradu (slika 12).



Slika 12: Seismološke stanice u Srbiji

(Izvor: <http://www.seismo.gov.rs/Seismogrami.htm>)

Posle zemljotresa kod Mionice na Divčibarama je izgrađen objekat druge stalne seismološke stanice u Srbiji iz Fonda za obnovu Kolubarskog regiona. Stanica je opremljena seismološkom opremom visokog kvaliteta, uz povoljne uslove niskog ambijentalnog šuma, pa su registracije sa stanicu Divčibare najčešće korišćeni podaci sa Balkana u okviru virtualne evropske seismološke mreže.

U 2005. godini ostvaren je značajan napredak u radu realizacijom projekta donacije Slovačke vlade preko Fonda Beograd-Bratislava. U okviru projekta izvršena je modernizacija seismoloških stanica Beograd, Svilajnac, Divčibare, Sjenica, Gruža, Đerdap, Niš, Barje i Bajina Bašta čiji se podaci kontinualno prikupljaju. U Beogradu je instaliran centralni akvizicioni sistem i na njemu je uspostavljeno automatsko prikupljanje podataka i lociranje zemljotresa. Seismogrami i automatski locirani zemljotresi publikuju se na internetu. Dalji razvoj seismološke mreže Srbije je usmeren ka povećanju broja stanica sa neprekidnim prenosom podataka u realnom vremenu u centralnu stanicu u Beogradu i nabavci savremenih širokopojasnih senzora.

## **4.2 Trusne oblasti u Srbiji**

Zemljotresi su sa svojim stravičnim posledicama još od pamтивeka izazivali iskonski strah kod ljudi i životinja. Stihija prirode je rušila ljudske domove koji nisu bili tako izgrađeni da mogu da im odole, počev od pećina koje predstavljaju prvo prirodno sklonište čoveka pa sve do današnjih kuća.

Srbija nije prostor visoke seizmičke aktivnosti, ali se u njoj dešavaju zemljotresi čija magnituda dostiže 5,8 jedinica Rihterove skale. Po svojoj energiji ovi zemljotresi mogu biti i rušilački. Srbija se nalazi u seizmički aktivnom području, u rubnom delu tzv. Sredozemno transazijske seizmičke zone, preciznije Mediteranski pojaz. Zahvaljujući položaju, koji se nalazi na samoj ivici ploče, zemljotresi u Srbiji po seismoložima ne mogu biti jači od 6,2 do 6,3 po Rihteru.

Trusne oblasti u Srbiji su: Kopaonička, Rudnička, Krupanjska, Maljenska, Lazarevačka, Svilajnačka, Golubačka, Uroševačko - Gnjilanska, Vranjska i Kraljevačka.

Ovi zemljotresi svojim položajem markiraju najznačajnije žarišne zone u prostoru Srbije. Glavne udare je pratila kopaonička žarišna zona. U njoj su se izrazito jaki naknadni udari dešavali i pet godina posle glavnog udara.

Najšire prihvaćena pretpostavka o genezi zemljotresa u regionu Srbije je da su njihova žarišta vezana za dubinske razlome kao stare oslabljene zone ili pak da njihov uzrok leži u nejednakoj brzini savremenih diferencijalnih vertikalnih kretanja.

Najjačih pet zemljotresa koji su se dogodili u 20. i 21. veku na teritoriji Srbije su:

- Uroševac 1921. godine, jačina 5,7 jedinica po Rihterovoj skali
- Lazarevac 1922. godine, jačine 6,1 jedinica po Rihterovoj skali
- Rudnik 1927. godine, jačine 6,0 jedinica po Rihterovoj skali
- Kopaonik 1980. godine, jačine 5,8 jedinica po Rihterovoj skali
- Mionica 1998. godine, jačine 5,7 jedinica po Rihterovoj skali
- Kraljevo 2010. godine, jačina 5,4 jedinica po Rihterovoj skali

Epicentar zemljotresa na području Mionice bio je u nekoliko sela te opštine i opštine Ljig, planinskim vencem od Suvobora do Maljena. Tada je samo na području mioničke opštine, prema podacima raznih komisija za popis štete, oštećeno oko 12000 objekata u 6500 domaćinstava, a njihova obnova ni do danas nije završena.

Epicentralno područje centralnog Kopaonika nalazi se u zoni čija su naseljena mesta ugrožena sa 8 stepeni MCS skale, prema karti seizmičke regionalizacije Srbije.

Zemljotres 18. maja 1980. godine je taj prognozni intezitet seizmičke opasnosti potvrdio kao realan. Na osnovu prvih kataloga Seizmičkog zavoda može se zaključiti da je od 1900. do 1980. godine konstantno registrovana slaba do umerena seizmička aktivnost na području Kopaonika. Za ranije vremenske periode nema podataka, jer je područje bilo relativno slabo naseljeno i bez objekata čija bi oštećenja bila zabeležena.

U morfološkom pogledu, područje Kopaonika predstavlja visokoplaninsku i planinsku oblast sa vrlo oštrom izdeljenim reljefom. Glavni pravac pružanja Kopaoničkog planinskog masiva je sever-jug.

Epicentralno područje lociranih zemljotresa nalazi se, u regionalno geotektonskom pogledu, unutar bloka Kopaonika, u seizmičkoj zoni centralne Srbije. Blok Kopaonika predstavlja južni blok od tri izdvojena (sremski, jadarski, kopaonički) u okviru geotektonske jedinice eksterne Vardarske zone.

Od početka 2009-te godine pa do 11-og februara na području Kopaonika locirano je 32 zemljotresa. Magnitude ovih zemljotresa kretale su se u rasponu od 0.9 do 2.8 jedinica Rihterove skale. U periodu od 9-11 februara instrumentalno je registrovan 21 zemljotres. Zemljotresi sa ovakvim intenzitetima nisu mogli da izazovu materijalne štete.

Zemljotresi na centralnom području planine Kopaonik su locirani na granici kopaoničkog bloka sa centralnom Vardarskom zonom, u oblasti tektonske dislokacije, koja se prostire pravcem istočno od Prištine i Trepče - centralni Kopaonik - Kraljevo. Lokacije epicentara su orijentisane u pravcu I-Z, na centralnom delu Kopaonika koji grade velike mase vulkanskih stena, čiji kontakti sa susednim stenama su skoro isključivo tektonski. Osim velikih masa, manja ofiolitska tela, posebno uz istočni obod bloka, pokazuju vrlo složene tektonske odnose sa svim tvorevinama oblasti.

Poslednji jači zemljotres u Kopaoničkoj zoni registrovan je 10.04.1998. i imao je magnitudu 4.5 jedinica Rihterove skale.

S obzirom da je očekivani zemljotres maksimalne jačine za ovo područje registrovan pre samo 29 godina, u njemu se ne očekuje ponavljanje ovakvog zemljotresa ali su mogući slabiji zemljotresi magnituda do 4.5 jedinica Rihterove skale.

## 4.3 Zemljotres u Kraljevu 2010. godine

### 4.3.1 Seizmološke karakteristike epicentralnog područja Kraljeva

U pogledu neotektonskog sklopa, čitav prostor centralne Srbije pripada velikoj neostruktурној celini, odnosno oblasti alpske mezozojsko-kenozojske tektonske kompresije. Prostori peribasenskog okruženja, južno od Panonskog basena, u neotektonskom periodu su bila izložena orogenom kolapsu. U okviru ovog prostranog prostora, u pojedinim fazama neotektonske etape, dominirala su relativna spuštanja, koja su ili nastavljena ili su u različitim vremenskim intervalima transformisana u izdizanja. Jedna od dominantnih depresionih struktura u centralnim delovima teritorije Srbije, na području eksternih Dinarida, je tercijarni zapadnomoravski rov. Na severoistoku i severozapadu, zapadnomoravski rov okružuju brojne manje depresione strukture, koje su u paleografskom smislu verovatno njegovi sastavni delovi (gružanski rov, takovski basen, mali rov Bumbarevo Brdo - Toponica). Ove depresione strukture su okružene sa nekoliko blokova: Borač, Kotlenik, Gledičke planine, Rudnik i drugi manji.

Tercijarna geološka ispuna zapadnomoravske depresije pokriva staru osnovu sa mozaičnom strukturom. U depresiji su nataloženi mladi tercijarni sedimenti, dok njen centralni, najviše potonuli deo ispunjavaju najmlađe aluvijalne tvorevine.

#### **4.3.2 Seizmička aktivnost u regionu Kraljeva tokom i neposredno nakon zemljotresa 03.11.2010.**

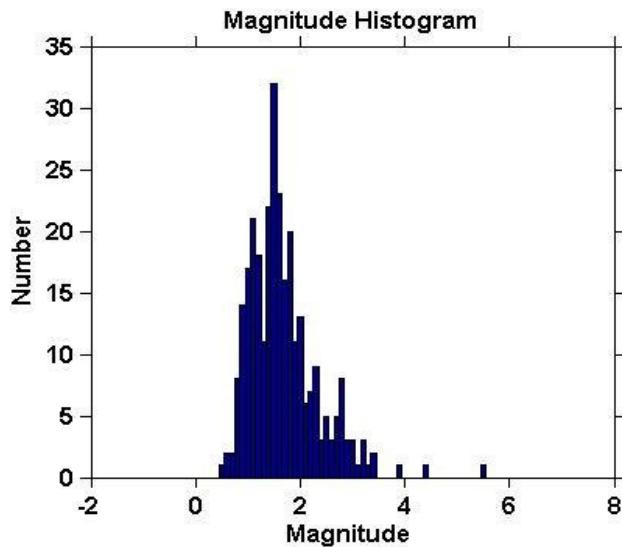
Glavni zemljotres se dogodio 03.11.2010. godine u 01 čas i 56 minuta. Njegova jačina je iznosila 5.4 stepeni Rihterove skale. Vreme početka događanja zemljotresa u ognjištu je 00:56:54.76 GMT, a ognjište se nalazilo na dubini od 13 km. Koordinate epicentra su : latituda 43.762 N i longituda 20.713 E, a epicentar je lociran na 121 km južno od Beograda, odnosno 4 km severno od Kraljeva.<sup>2</sup>

Na osnovu ovih i instrumentalnih podataka, epicentar je u ataru sela Sirča, na rasedu preliminarne dužine od 8 km.

##### *Naknadni zemljotresi*

Nakon glavnog udara registrovana je serija naknadnih udara u ovom području. Magnitude ovih zemljotresa su bile u rasponu od 1.0 do 4.4 jedinice Rihterove skale. Zemljotresi čije su magnitude iznosile dve jedinice Rihterove skale i niže su samo instrumentalno registrovani i nisu moglo biti čulno osećeni. U periodu do 13 časova 09.11.2010. registrovano je 258 zemljotresa.

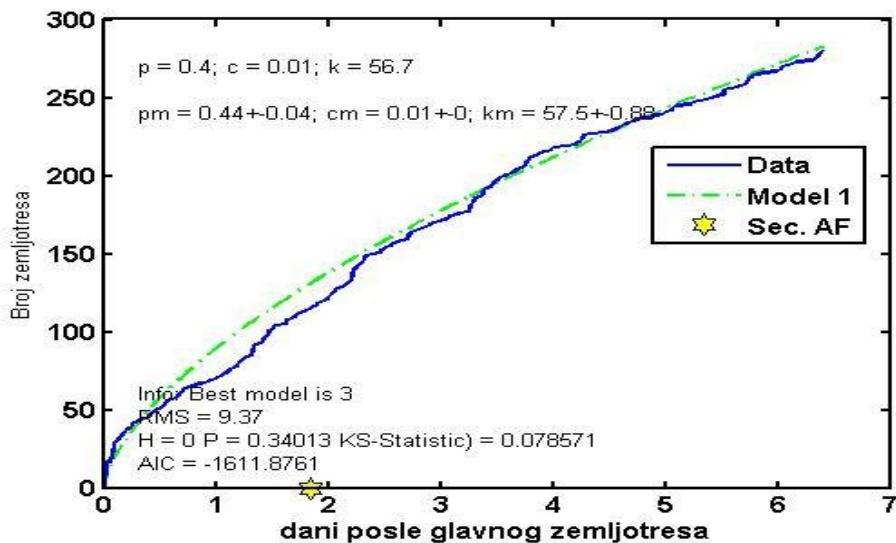
Na histogramu je prikazana raspodela magnituda naknadnih zemljotresa (slika 13).



Slika 13: Raspodela magnituda naknadnih zemljotresa (Izvor: [www.seismo.gov.rs](http://www.seismo.gov.rs))

<sup>2</sup> Izvor: <http://earthquake.usgs.gov>

Broj naknadnih udara predstavljen na slici pokazuje saglasnost sa Omorijevim zakonom razvoja seizmičke aktivnosti u epicentralnoj zoni posle jakog zemljotresa. Prvog dana posle glavnog zemljotresa u epicentralnoj oblasti seizmička aktivnost se smanjila što je rezultiralo pojmom do sada najjačeg naknadnog udara koji je označen žutom zvezdicom na slici 14.



Slika 14: Seizmička aktivnost prvog dana nakon zemljotresa (Izvor: [www.seismo.gov.rs](http://www.seismo.gov.rs))

#### 4.3.3 Definisanje makroseizmičkog intenziteta

U cilju definisanja makroseizmičkog intenziteta, tri ekipe Republičkog seismološkog zavoda su odmah nakon zemljotresa upućene u epicentralno područje. U šestodnevnom obilaska terena šireg područja zahvaćenog zemljotresom prikupljeni su podaci o:

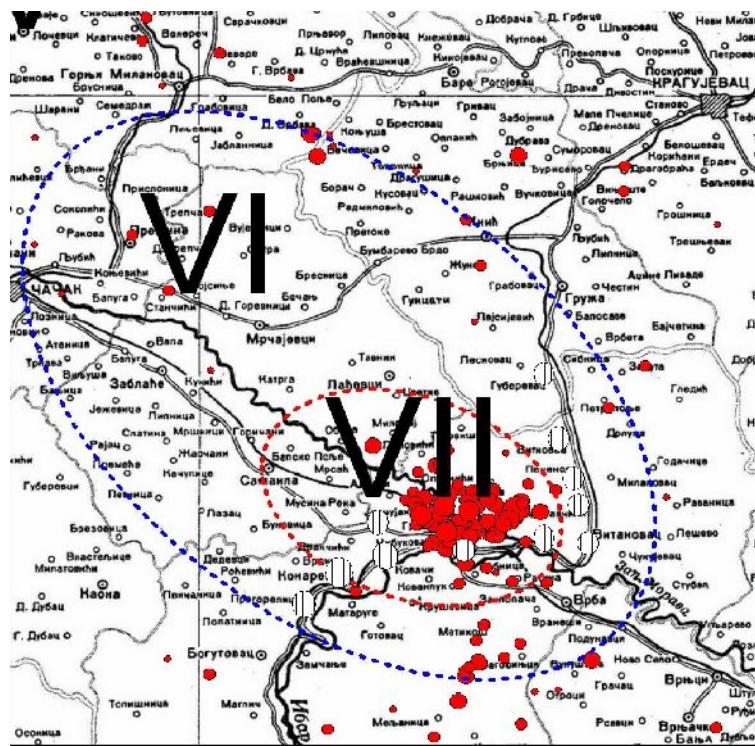
- dejству na ljude i njihovog ponašanja
- efekata na predmetima i prirodi
- oštećenjima na zgradama

Na zgradama je uočeno prisustvo oštećenja stepena 4 na malom broju klase A kao i u nekoliko slučajeva na zgradama klase B. Oštećenja stepena 3 uočena su većini zgrada klase A i na manjem broju klase B. Oštećenja stepena 2 uočena su na većini zgrada klase B.

Određivanje uticaja lokalnog tla na povećanje intenzitea nije bio predmet istraživanja. Za takva saznanja bilo bi potrebno izvršiti dodatna istraživanja. Nakon preliminarno obrađenih podataka utvrđeni su sledeći makroseizmički intenziteti po skali MSK - 64 i prikazani na slici 15.

Maksimalna oštećenja u zoni 7 stepena su: Potpuno rušenje dimnjaka i propadanje u objekat, rušenje pregradnih zidova i zjapeće pukotine u nosećim zidovima, potpuna rušenja zgrada u slučajevima objekata bez protivtrusne zaštite.

Maksimalna oštećenja u zoni 6 stepena su: Delimično rušenje dimnjaka, pucanje pregradnih zidova, pojava pukotina u nosećim zidovima.



Slika 15: Karta užeg područja zahvćenog zemljotresom od 03.11.2010.

(Izvor: [www.seismo.gov.rs](http://www.seismo.gov.rs))

#### 4.3.4 Registrovana maksimalna horizontalna ubrzanja

U tabeli 5 su prikazani podaci o registrovanim maksimalnim ubrzanjima zemljotresa od 03.11.2010. sa epicentrom u regionu Kraljeva.

Tabela 5: Maksimalna ubrzanja zemljotresa (Izvor: [www.seismo.gov.rs](http://www.seismo.gov.rs))

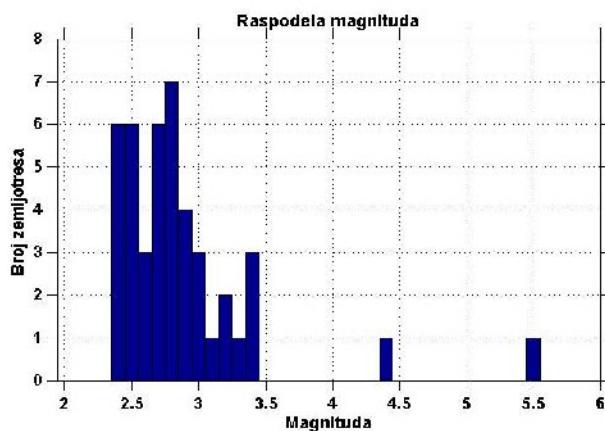
Lokacija	Kod stanice	Latituda	Longituda	Korigovano ubrzanje (cm/s <sup>2</sup> )
Barje	BARA 5	42.8165	21.8153	2,30
Lazići	LAZA	43.9646	19.4105	5.91
Čačak	CACA	43.906	20.3567	161.12
Ćelije	CELA	43.4188	21.1963	4.97
Gruža	GRUA	43.8886	20.7153	59.98
Jagodina	JAGA	43.9710	21.2600	9.68
Novi Pazar	PAZA	43.1573	20.5456	7.52
Rudnik	RUDA	44.1050	20.4833	23.39
Skupština	SKUA	44.8093	20.4715	15.39
Laznica	ZAGA	44.2409	21.8068	10.50
Valjevo	VALA	44.2726	19.8831	25.00
Svilajnac	SVIA	44.2655	21.2152	42.00
Šabac	SABA	44.7581	19.6919	7.00
Niš	NISA	43.4040	21.9740	4.57
Radojinja	RADA	43.5205	19.7424	13.10
Vrutci	VRUA	43.8494	19.7101	4.70
Zaječar	ZAJA	43.8126	22.2330	2.00
Rovni Banatski Dvor	ROVA BDVA	42.2401	19.7501	4.00 2.80

#### 4.3.5 Seizmička aktivnost u regionu Kraljeva od glavnog zemljotresa do 18. novembra 2010. godine

U periodu posle glavnog zemljotresa u Kraljevačkoj žarišnoj zoni do 9 časova 18. novembra registrovano je ukupno 330 zemljotresa magnituda većih od 1, od toga 44 zemljotresa magnitudo  $M \geq 2.4$ . Zemljotresi magnitudo 2.4 jedinica Rihterove skale su oni koje u epicentralnoj zoni, u radijusu od 13 km mogu da osete pojedinci sa intenzitetom od III stepena MSK - 64 skale, a u radijusu od 5 km i sa intenzitetom IV stepena.

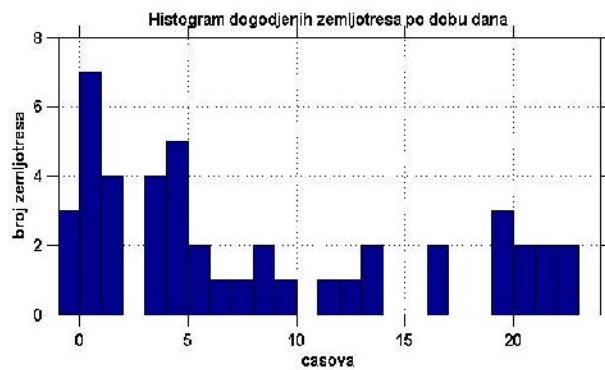
Epicentri naknadnih zemljotresa se nalaze u radijusu od 8 km oko Kraljeva. Najveća gustina epicentara je u zoni severno od Kraljeva na prostoru od Sirče do Zapadne Morave, u zoni aktivnog raseda. Gustina epicentara nije ravnomerna po čitavoj zoni i odražava trenutno stanje oslobođene seizmičke energije.

Najveći broj osećenih zemljotresa dogodio se u centralnom delu zone dok je u severozapadnom delu zone znatno manji broj dogođenih naknadnih zemljotresa. Magnitude naknadnih zemljotresa i njihov broj odražavaju zakonomernost u oslobađanju ostatka akumulirane seizmičke energije. Na osnovu dogođenih magnituda zemljotresa u Kraljevačkoj trusnoj oblasti najzastupljenije su bile magnitude od 2.4 do 3 jedinica Rihterove skale. Uočljiv je mali broj registrovanih zemljotresa sa magnitudama većim od 3.5 a manjim od 5 jedinica (Slika 16).



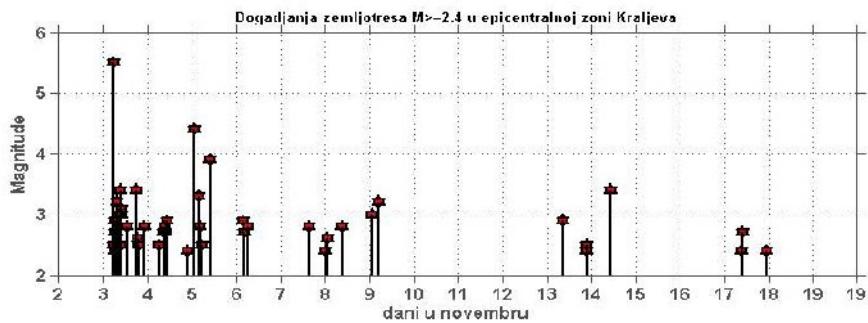
Slika 16: Magnitude naknadnih zemljotresa (Izvor: [www.seismo.gov.rs](http://www.seismo.gov.rs))

Distribucija zemljotresa po vremenu događanja u toku dana, pokazuje da se najveći broj zemljotresa dogodio od 23 do 5 časova ujutro, što je u najvećoj meri odraz vremena događanja glavnog udara koji je bio 01:56 po lokalnom vremenu. Na slici 17 dogođenih zemljotresa po dobu dana vreme je prikazano kao UTC odnosno lokalno vreme je za 1 sat veće.



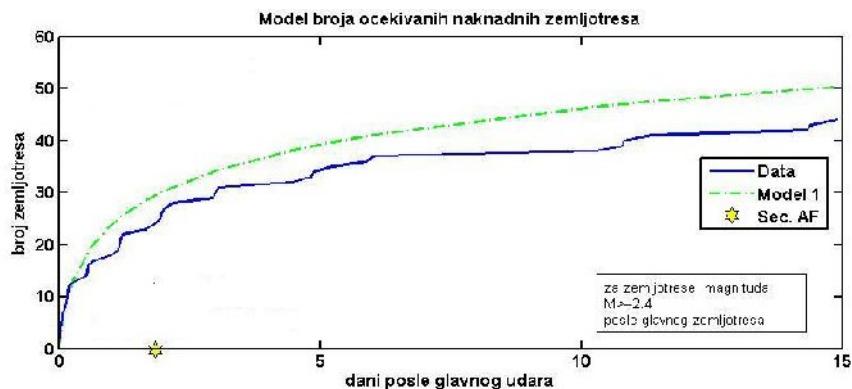
Slika 17: Dogođeni zemljotresi po dobu dana (Izvor: [www.seizmo.gov.rs](http://www.seizmo.gov.rs))

Najveći broj, kako je i očekivano, zemljotresa magnituda većih od 2.4 dogodio se neposredno posle glavnog udara. Poslednji zemljotres magnitudo veće od 3 jedinice dogodio se pre 4 dana tj. 14.novembra. Sa grafikona vremenskog toga događanja zemljotresa uočljivo je da su se relativno jači naknadni zemljotresi javljali posle perioda zatišja (slika 18).



Slika 18: Zemljotresi magnituda većih od 2.4 jedinica (Izvor: [www.seizmo.gov.rs](http://www.seizmo.gov.rs))

Teoretski broj zemljotresa koji se očekuje u epicentralnoj zoni naknadnih zemljotresa za Kraljevački zemljotres pokazuje manji broj dogođenih zemljotresa magnitudo veće od 2.4 jedinica od teoretskog za period 15 dana posle glavnog zemljotresa (slika 19). Broj zemljotresa ovih magnituda koji su po modelu još trebali da se dogode je 7.



Slika 19: Očekivani broj naknadnih zemljotresa (Izvor: [www.seizmo.gov.rs](http://www.seizmo.gov.rs))

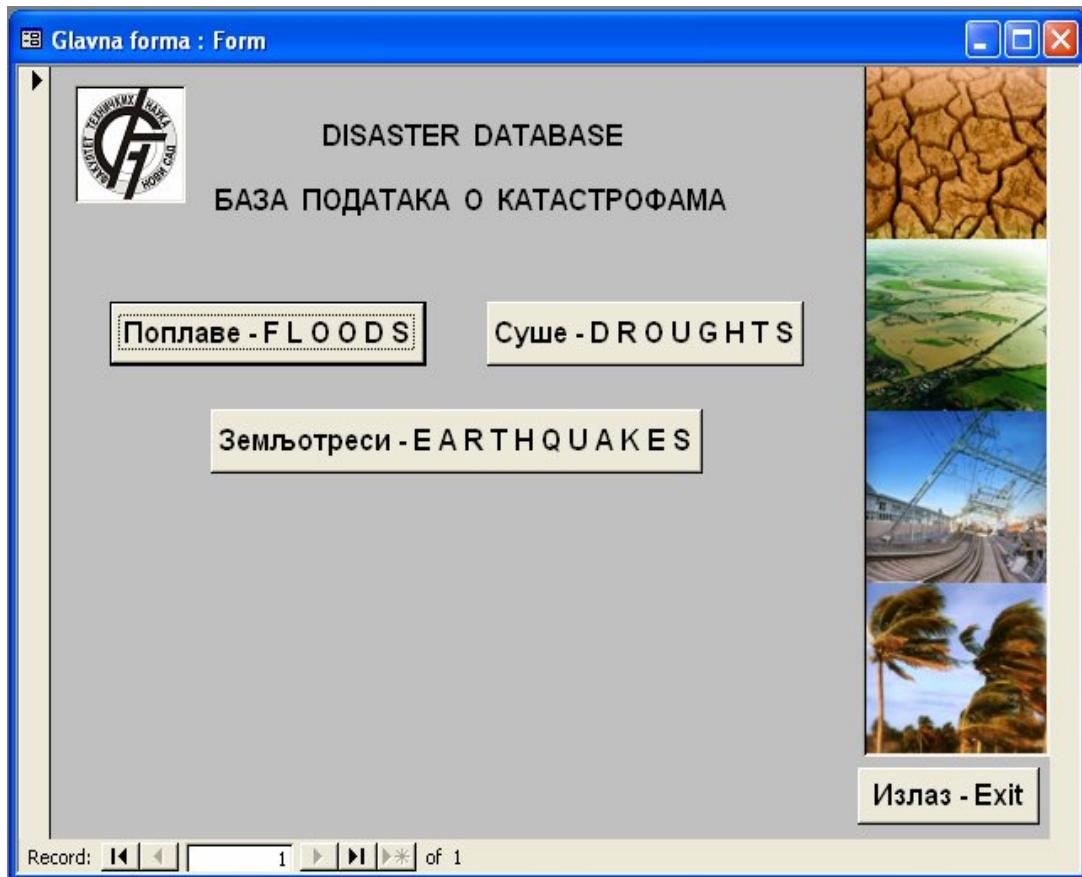
Od nedostajućeg broja zemljotresa čije događanje bi po modelu predstavljalo regularno oslobađanje seizmičke energije, dešavanjem proporcionalnog broja zemljotresa magnitudavećih i manjih od 3 jedinice, je 1 do 2 zemljotresa sa magnitudama većim od 3.

Period smirivanje tla posle zemljotresa zavisi od magnitudo glavnog zemljotresa i od dubine njegovog izvora. Dubina hipocentra od 12 km za glavni udar govori u prilog brzom opadanju nivoa seizmičke aktivnosti ali sa srazmernim brojem naknadnih udara po veličini magnitudo. Zastoj u seizmičkoj aktivnosti povećava verovatnoću događanja naknadnih udara većih, u konkretnom slučaju većih od 3, na račun zemljotresa manjih magnituda tj. do 2.4.

## 5. KREIRANJE BAZE PODATAKA O KATASTROFAMA

Baza podataka za katastrofe je značajan elemenat cilusa upravljanja akcidentalnim rizicima. Država Srbija i region jugoistočne Evrope su u prošlosti bili pogodjeni različitim prirodnim katastrofama. Vođenje evidencije o prirodnim katastrofama, njihovim uticajima i posledicama nam pruža podatke koji su potrebni da bi se kreirali efektivni sistemi ranog upozoravanja i procene rizika koji će nam pomoći za umanjenje efekta prirodnih katastrofa na zajednice. Baza podataka o katastrofama može biti podrška sistemima ranog upozoravanja. Prikupljanjem podataka i njihovom analizom sagledavamo tokove date katastrofe kao i njen uticaj na stanovništvo. Istorijska baza podataka o katastrofama nam može pomoći u identifikovanju ranjivosti, praćenju rizika i u donošenju boljih mera prevencije i pripremljenosti na katastrofu.

Glavni meni kreirane baze podataka se sastoji iz dela za unos podataka o zemljotresima, dela za unos podataka o poplavama i dela za unos podataka o sušama. Izgled glavne strane dat je na Slici 20.



Slika 20: Glavna strana kreirane baze podataka sa delom za unos podataka o zemljotresima, delom za unos podataka o poplavama i delom za unos podataka o sušama

## 5.1 Osnovni podaci

Baza podataka za zemljotrese je kreirana na sledeći način. Ona sadrži tri dela podataka koji opisuju dati zemljotres. Prvi deo se odnosi na *osnovne podatke o zemljotresu* (slika 21), u koje spadaju:

- Katastrofa (Disaster)
- Šifra (Code disaster)
- Vrsta zemljotresa (Earthquake type)
- Država (Country)
- Region (Region)
- Područje (Area)
- Mesto (Place)
- Datum (Date)
- Vreme zemljotresa (Earthquake time)
- Intenzitet zemljotresa (Earthquake intensity)
- Magnituda zemljotresa (Earthquake magnitude)

Os\_p\_zemljotresi : Form

Основни подаци		Basic data	
ЗЕМЉОТРЕСИ		EARTHQUAKES	
Катастрофа - Disaster	<input type="text"/>	Шифра - Code disaster	<input type="text"/> 0
Врста земљотresa - Earthquake type	<input type="text"/>	Држава - Country	<input type="text"/>
Регион - Region	<input type="text"/>	Подручје - Area	<input type="text"/>
Место - Place	<input type="text"/>	Датум - Date	<input type="text"/>
Време земљотresa - Earthquake time	<input type="text"/>	Интензитет земљотresa - Earthquake intensity	<input type="text"/>
Магнитуда земљотresa - Earthquake magnitude	<input type="text"/>		

Погођене области - Affected areas

Пљопривреда - Agriculture

Електроенергетика - Power and Energy

Комуникације - Communications

Индустрија - Industries

  
степени Меркалијеве скале  
единице Рихтерове скале





Record: 31 of 31

Slika 21: Baza podataka za zemljotrese, deo se osnovnim podacima o zemljotresu.

## 5.2 Pogođene oblasti

Drugi deo se odnosi na *pogođene oblasti* (slika 22), koje su nam date u formi izbora (yes/no) tj. čekiranja sledećih pogođenih oblasti :

- Poljoprivreda (Agriculture)
- Elektroenergetika (Power and Energy)
- Komunikacije (Communications)
- Industrija (Industries)
- Saobraćaj (Traffic)
- Zdravstvo (Health)
- Obrazovanje (Education)
- Vodosнabdevanje (Water supply)
- i drugo (Other)

Pored ponuđenih pogođenih oblasti dato nam je i polje u kojem možemo da opišemo datu katastrofu (Event description).

Os\_p\_zemljotresi : Form

Основни подаци Basic data  
ЗЕМЉОТРЕСИ ЕАРТХ Куаке

Погођене области - Affected areas

Пољопривреда - Agriculture   
Електроенергетика - Power and Energy   
Комуникације - Communications   
Индустрија - Industries   
Саобраћај - Traffic   
Здравство - Health   
Образовање - Education   
Водоснабдевање - Water supply   
Друго - Other

Опис догађаја - Event description

Наји Додати Сачувати Обриши Штампай Интернет Ексел Ворд Изваз - Exit  
Record: 1 of 31

Slika 22: Izgled drugog dela baze podataka koji se odnosi na pogođene oblasti.

### 5.3 Posledice

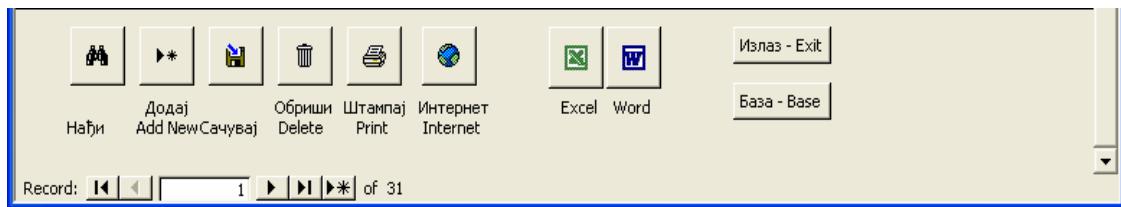
Treći deo baze podataka nam predstavljaju *posledice* (slika 23) koje je izazvao zemljotres u koje spadaju sledeća polja za popunjavanje:

- Погинули (Deaths)
- Погођени (Affected)
- Повређени (Injured)
- Евакuisани (Evacuated)
- Оштећени стамбени објекти (Damaged houses)
- уништени стамбени објекти (Destroyed houses)
- Оштећени јавни објекти (Damaged public facilities)
- уништени јавни објекти (Destroyed public facilities)
- Погођена површина у km<sup>2</sup> (Affected area)
- Укупна штета (Total damage)

Slika 23: Izgled trećeg dela baze podataka koji se odnosi na posledice koje je izazvao zemljotres.

Meni za upravljanje bazom (slika 24) sadrži sledeće ikonice:

- Nađi (Search)
- Dodaj (Add New)
- Sačuvaj (Save)
- Obriši (Delete)
- Štampanje (Print)
- Internet (Internet)
- Ikonica za pristup Microsoft Excel and Word
- Ikonice za izlaz iz baze podataka za datu katastrofu i vraćanje na glavnu stranu.



Slika 24: Izgled menija za upravljanje bazom podataka.

The form has two sections: 'Основни подаци' (Basic data) and 'Погођене области' (Affected areas). The 'Основни подаци' section contains the following data:

ЗЕМЉОТРЕСИ	ЕАРТХУАКЕ
Катастрофа - Disaster	zemljotres
Шифра - Code disaster	1
Врста земљотреса - Earthquake type	prirodni
Држава - Country	Crna Gora
Регион - Region	primorje
Подручје - Area	
Место - Place	Petrovac
Датум - Date	20.08.1966.
Време земљотреса - Earthquake time	12:05 h
Интензитет земљотреса - Earthquake intensity	VII
Магнитуда земљотреса - Earthquake magnitude	

The 'Погођене области' section lists affected areas with checkboxes:

Погођене области - Affected areas	
Пљопривреда - Agriculture	<input type="checkbox"/>
Електроенергетика - Power and Energy	<input type="checkbox"/>
Комуникације - Communications	<input checked="" type="checkbox"/>
Индустрија - Industries	<input type="checkbox"/>

Below the form is a menu bar identical to the one in Slika 24, and a record navigation toolbar at the bottom.

Slika 25: Primer unošenja podataka o zemljotresu u bazu podataka, osnovni podaci i deo sa pogodjenim oblastima.

## Istorijska učestalost i prostorna raspodela zemljotresa na teritoriji jugoistočne Evrope i Mediterana

**Os\_p\_zemljotresi : Form**

Основни подаци		Basic data	
ЗЕМЉОТРЕСИ		ЕАРТНКУАКЕ	
Здравство - Health	<input checked="" type="checkbox"/>	Образовање - Education	<input checked="" type="checkbox"/>
Водоснабдевање - Water supply	<input checked="" type="checkbox"/>	Друго - Other	<input type="text"/>
Опис догађаја - Event description		Veliki zemljotres koji je zahvatio Skoplje 26. jula 1963. imao je katastrofalan posledice. U ovom potresu živut je izgublilo oko 1000 ljudi, oko 3000 je bilo povređenih, a između 120000 i 200000 je ostalo bez vlastitog doma. Ovaj potres je oštetio 80% grada. Potres je imao jačinu od 6,1 magnitudo, trajao je oko 20 sekundi i osjetio se duž doline reke Vardar.	
Последице - Consequences			
Погинули - Deaths	<input type="text"/> 1070	Погођени - Affected	<input type="text"/>
Повређени - Injured	<input type="text"/> 3000	Евакусани - Evacuated	<input type="text"/>
Оштетени стамбени објекти - Damaged houses	<input type="text"/> 10000	Уничтешти стамбени објекти - Destroyed houses	<input type="text"/> 7000
<input type="button"/> Напи <input type="button"/> Додај <input type="button"/> Обриши <input type="button"/> Штампај <input type="button"/> Интернет		<input type="button"/> Извл - Exit <input type="button"/> ваза - Base <input type="button"/> Excel <input type="button"/> Word	
Редни: <input type="button"/> <input type="button"/> 27 <input type="button"/> <input type="button"/> <input type="button"/> * of 30			

Slika 26: Primer unošenja podataka o zemljotresu u bazu podataka, deo sa pogodjenim oblastima i posledice.

**Основни подаци**

**ЗЕМЉОТРЕСИ**

**Basic data**

**ЕАРТНКУАКЕ**

Катастрофа - Disaster	zemljotres
Шифре - Code disaster	27
Врста земљотреса - Earthquake type	природни
Држава - Country	Македонија
Регион - Region	
Партија - Area	
Место - Place	Скопље
Датум - Date	26.07.1963.
Време земљотреса - Earthquake time	05:17 h
Интензитет земљотреса - Earthquake intensity	
Магнитуда земљотреса - Earthquake magnitude	6

стапка: Мерилесов скале  
јединица: Richterovе скале

**Погођене области - Affected areas**

Потрошарство - Agriculture	<input checked="" type="checkbox"/>
Енергетичарство - Power and Energy	<input type="checkbox"/>
Комуникације - Communications	<input checked="" type="checkbox"/>
Индустрија - Industries	<input type="checkbox"/>
Саобраћај - Traffic	<input type="checkbox"/>
Здравство - Health	<input checked="" type="checkbox"/>
Образовање - Education	<input checked="" type="checkbox"/>
Водоснабдевање - Water supply	<input checked="" type="checkbox"/>
Друго - Other	<input type="text"/>

**Опис догађаја - Event description**

Veliki zemljotres koji je zahvatio Skoplje 26. jula 1963. imao je katastrofalan posledice. U ovom potresu život je izgublilo oko 1000 ljudi, oko 3000 je bilo povređenih, a između 120000 i 200000 je ostalo bez vlastitog doma. Ovaj potres je oštetio 80% grada. Potres je imao jačinu od 6,1 magnitudo, trajao je oko 20 sekundi i osjetio se duž doline reke Vardar.

**Последице - Consequences**

Погинули - Deaths	<input type="text"/> 1070
Погођени - Affected	<input type="text"/>

Slika 27: Izgled forme za štampanje željenih podataka

## 6. ZAKLJUČAK

Ljudi nastoje da prouče zemljotrese, ne da im se suprotstave, već da koliko - toliko ublaže njihove posledice, spreče žrtve i štete. Pitanje koje se često postavlja je pitanje predviđanja zemljotresa. Koliko god da čovek teži da na to pitanje da adekvatan odgovor, da kroz utvrđivanje zakonitosti u pulsiranjima zemljine kore i tektonskih kretanja dođe do nekih pravilnosti, redovnosti u pojavi trusova, ostaće nemoćan da utvrdi ne samo sekunde, već i dan nastupa zemljotresa.

Ovom problematikom danas se u svetu bavi hiljade naučnika, ali još uvek, dosadašnji uspeh je skroman i sporadičan, međutim, uliva nadu da će se uskoro definisati pouzdan metod za sigurno predviđanje pojave jakih zemljotresa. Zemljotres nije kratkotrajan, svaki jači zemljotres izaziva seriju naknadnih potresa razne jačine, koji se održavaju kraće vreme, a nekada i godinama, zatim dok se razvija jedna trusna perioda ostali miruju.

Na osnovu prikazane retrospektive trusnih oblasti na teritoriji bivše Jugoslavije može se ustanoviti da je najveći broj truseva vezan za primorske krajeve ali ne zaostaju ni krajevi u unutrašnjosti. Katastrofalni zemljotresi su u nekoliko navrata ostavili značajan pečat u istoriji seizmologije bivše Jugoslavije, kako po broju žrtava tako i po materijalnim štetama. Zahvaljujući ekspanziji građevine kao i napredka tehnologije, povećane su mogućnosti za smanjenje katastrofa usled zemljotresa, prvenstveno u vidu ljudskih žrtava.

U radu je prikazana baza podataka koja je kreirana radi lakšeg istraživanja učestalosti, prostorne raspodele i analize uticaja zemljotresa i ostalih katastrofa na teritoriji Jugoistočne Evrope i Mediterana. Prikupljanjem i proučavanjem podataka o određenim katastrofama i njihovom analizom u velikoj meri poboljšavamo prevenciju i pripremljenost na katastrofu. Ovi podaci doprinose pri kreiranju sistema ranog upozorenja i procene rizika koji će nam pomoći za umanjenje efekta prirodnih katastrofa na zajednice.

## **7. PREPORUKE ZA DALJI RAD**

U radu su sakupljeni podaci o većim zemljotresima na teritoriji bivše Jugoslavije u periodu od 1966. godine pa sve do danas koji su zatim zabeleženi u bazi podataka. Sakupljeno je dosta podataka o mestu, vremenu i datumu delovanja zemljotresa, njegovoj jačini, a zatim i o šteti koju je dati zemljotres izazvao. Ali neki podaci nedostaju, pa bi zato dalje istraživanje trebalo usmeriti u cilju potpunog popunjavanja kreirane baze podataka.

Prvo je potrebno izvršiti analizu postojećih podataka i videti koji nam podaci nedostaju, a zatim pristupiti istraživanju istih. Najveći deo prikupljenih podataka je preuzet sa internet stranice Republičkog seismološkog zavoda, tako da bi se u slučaju daljeg prikupljanja podataka trebalo usmeriti ka pomenutoj instituciji. Nastavak istraživanja bi mogao hronološki obuhvatiti odvijanje zemljotresa u Kraljevu i prikupljanje podataka o tipovima stambenih objekata na teritoriji Kraljeva kao i načinjene štete nakon zemljotresa.

## **8. LITERATURA**

1. Kingston J., Lambert D. 1982. Velike svetske katastrofe i krize. Narodna knjiga, Beograd.
2. Marković J., 1980. Geografske posledice seizmičke aktivnosti Jugoslavije. Beograd.
3. Petrović D, Manojlović P. 2003. Geomorfologija. Beograd.

## **9. WEB IZVORI**

1. <http://www.wikipedia.org>
2. <http://www.seismo.gov.rs>
3. <http://www.vesti.rs>
4. <http://www.dw-world.de>
5. <http://www.mondo.rs>
6. <http://www.blic.rs>
7. <http://earthquake.usgs.gov>
8. <http://www.rts.rs>