

JAČI POTRESI ($\geq VI^{\circ}$ MCS) U SR HRVATSKOJ

S 15 tablica u tekstu i kronikom potresa i 5 karata u prilogu

Za prikaz seizmičke aktivnosti u SR Hrvatskoj uzeti su u obzir jači potresi ($\geq VI^{\circ}$ MCS) iz perioda 361–1964 god. Pored toga što su ustanovljeni epicentri tih potresa, određen maksimalni intenzitet i čestina, računata je i energija tih potresa i iskorištena za prikaz seizmiciteta SR Hrvatske.

SADRŽAJ:

Uvod	139
A. Epicentri jačih potresa u SR Hrvatskoj	141
B. Intenzitet jačih potresa u SR Hrvatskoj	144
C. Čestina jačih potresa u SR Hrvatskoj	147
D. Energija jačih potresa u SR Hrvatskoj	152
E. Karta površina maksimalnog intenziteta potresa SR Hrvatske	153
Zaključak	156
Literatura	157
Prilog: Kronika jačih potresa u SR Hrvatskoj	159

UVOD

Veliki zagrebački potres od 9. 11. 1880. godine potakao je, da se pod okriljem Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti osnuje posebni odbor za proučavanje potresa i prikupljanje podataka o potresima u Hrvatskoj i Slavoniji. Kolika se važnost pridavala tom zadatku može se vidjeti po ličnostima, koje su ušle u sastav tog odbora. Taj odbor su sačinjavali: L. j. Vukotinić, član akademije i narodni zastupnik; dr G. Pilar, član akademije i sveučilišni profesor geologije; dr D. Zahradnik, član akademije i sveučilišni profesor matematike; dr G. Janeček, dopisni član akademije i sveučilišni profesor kemije; dr V. Dvořak, sveučilišni profesor fizike; I. Stožir, profesor fizike na muškoj realci; dr M. Kišpatić, profesor geologije na muškoj realci (kasnije sveučilišni profesor); J. Torbar, član akademije i ravnatelj kraljevske realke; Predsjednik odbora je bio J. Torbar. U siječnju 1883. uputio je taj odbor poziv svima prijateljima znanosti da ga obavijeste prema sastavljenim uputama o svakom potresu što ga osjete. Sabiranje podataka i redakciju preuzeo je M. Kišpatić. To su dakle bili prvi počeci razvoja seizmologije ne samo u Hrvatskoj, nego i u čitavoj našoj zemlji.

Aktivnost osnovanog odbora svela se nažalost samo na izdavanje »Uputa« za sakupljanje podataka o potresima, a sav ostali posao obavljao je sam Kišpatić. Sve do 1. 4. 1906., kada je nadležnost za sakupljanje podataka o potresima prešla na Meteorološki opservatorij u Zagrebu – današnji Geofizički zavod Prirodoslovno matematičkog fakulteta u Zagrebu, M. Kišpatić je vanrednom marljivošću sakupljao podatke o potresima ne samo u Hrvatskoj i Slavoniji, nego je to proširio i na područje Dalmacije, Bosne i Hercegovine. Pored 24 »Potresna izvješća« iz tog perioda, on je nastojao sakupiti sve podatke o potresima iz svih starijih kronika ili bilo kakvih zapisa. Tako, zahvaljujući Kišpatiću danas raspoložemo s makroseizmičkim podacima o potresima, koji datiraju čak od 4. stoljeća n. e. (Kišpatić, 1907.)

Ovakvo dugi niz podataka o potresima, koji se može ubrojiti među najstarije u svijetu potakao me na to, da bi se sređivanjem tog makroseizmičkog materijala moglo izvesti više korisnih zaključaka o seizmičkoj aktivnosti u Hrvatskoj. To tim više, što je period instrumentalnih podataka vrlo kratak i iznosi, tek nešto više od 50 godina. Priroda te pojave je međutim takva, da je za njeno proučavanje potreban što duži niz opažanja. Da bi taj niz zaista bio što duži, a podaci što pouzdaniji, odlučio sam uzeti u obzir samo jače potrese, odnosno potrese intenziteta $\geq VI^0$ Mercalli-Cancani-Siebergove skale (MCS). Naime, naprijed je već spomenuto, da je sistematsko sakupljanje podataka o potresima u Hrvatskoj počelo tek poslije velikog zagrebačkog potresa g. 1880., dok su podaci iz ranijeg perioda vadeni iz raznih kronika, zapisa, štampe i slično. Potresi u našim krajevima su relativno dosta često pojava i logično je, da su ljudi posvećivali pažnju samo onim jačima, tako da samo o njima i ima više podataka, dok se oni slabiji ne spominju, ili ako se o njima uopće govori, onda se samo napomene da ih je bilo više. S druge strane, kod potresa VI^0 FCS već se pojavljuju prva lakša oštećenja na građevinskim objektima i zato su ti potresi i potresi jačeg intenziteta interesantni za građevinarstvo. To međutim ne znači da su slabiji potresi manje važni za upoznavanje te prirodne pojave.

Kod pisanja ovog rada služio sam se uz spomenute radove Kišpatića. Godišnjim izvješćima zagrebačkog meteorološkog opservatorija za razdoblje od 1906. do 1908., izvješćima o potresima Geofizičkog zavoda u Zagrebu za razdoblje 1952-1964., Godišnjacima seizmološkog zavoda u Beogradu u redakciji J. Mihailovića za razdoblja 1924-1926. i 1937-1951. god., te podacima o potresima za područje Dalmacije (Christensen A. & Ziemendorf G., 1909). Ostali makroseizmički materijal iz perioda 1908-1952. god., koji mi je stajao na raspolaganju u Geofizičkom zavodu u Zagrebu, analizirao sam sâm.

Pregledavši sav taj makroseizmički materijal zaključio sam, da bi za pravilno interpretiranje tih podataka bilo korisno podijeliti ga na tri perioda s obzirom na njegovu pouzdanost i mogućnost uspoređivanja za čitavo područje SR Hrvatske.

Period od 1850-1964. god. Tek od 1850. god. pa dalje možemo smatrati da imamo podatke o svakom jačem potresu, koji se dogodio na području SR Hrvatske i da o njemu ima toliko podataka, da mu se može odrediti epicentar i maksimalni intenzitet. To znači, da su podaci o potresima iz tog perioda pouzdani i usporedivi za čitavo područje republike.

Period od 1500-1850. god. Za taj period je karakteristično, da su za neka područja, a naročito za veće gradove uz Jadransku obalu (Dubrovnik, Zadar, Rijeku i dr.) podaci dosta pouzdani i usporedivi, dok za većinu područja u unutrašnjosti republike ima vrlo malo podataka i dosta su nepouzdana. Razloga za to ima više. Obično se, naime opažaju samo jači potresi, a takvih je u tom periodu uz obalu Jadrana bilo više. Dovoljno je samo spomenuti katastrofalne potrese u Dubrovniku 1520. i 1667. godine. Još je nešto doprinijelo da iz tog područja imamo više podataka o potresima. To su bili veći i razvijeniji gradovi, u kojima se uvijek našao netko, koji je na ovaj ili onaj način zabilježio nešto o toj pojavi, a ti zapisi su ostali sačuvani u arhivima tih gradova.

Period od 360-1500. god. Iz ovog perioda imamo najmanje podataka o jačim potresima, jer iz tog perioda i inače ima vrlo malo pisanih dokumenata. No ipak neke podatke iz tog perioda možemo smatrati sasvim pouzdanima, a to znači da sigurno znamo, da su potresi oduvijek potresali naše krajeve, što potvrđuje činjenicu, da smo mi u seizmički aktivnom području Zemlje.

Nedavni jaki potresi: biokovski 1962. god., skopski 1963. god. i diljgorski 1964. god. ponovno su nas podsjetili na to. Oni su imali i za posljedica, da su donijeli novi privremeni propisi o gradnji na seizmički aktivnim područjima. Već sama činjenica, da se ti propisi ne mogu primjenjivati bez dobrog poznavanja seizmiciteta određenog područja, dovoljno jasno govori o potrebi proučavanja seizmiciteta naše zemlje. S druge strane ako znamo, da su mnoge evropske, pa i nama susjedne zemlje, daleko već odmakle na tom području (Both, 1956; Kàrník, 1958; Galanopoulos, 1963; Grigorova & Grigorov, 1964. i drugi), nameću nam se određene obaveze, kako bi se i mi mogli uključiti u ta istraživanja seizmiciteta Evrope, pa i čitave Zemlje.

Prvi iscrpni prikaz seizmičke aktivnosti Hrvatske i susjednih područja dao je M. Kišpatić (1891) na osnovu podataka sakupljenih do 1882. god. uvodeći pojam »potresne pukotine«, vežući tako epicentre potresa uz određena područja tj. uz pukotine u Zemljinoj kori nastale njenim stalnim neprestanim kretanjem.

A. Mohorovičić (1908) u uvodnom dijelu Godišnjeg izvješća za 1906. god. daje prikaz svih jačih potresa, čiji je promjer zatresene površine veći od 50 km za period od 1856-1906. god. Po njemu su epicentri potresa vezani uz planine, što je naročito izrazito u Slavoniji i sjeverozapadnoj Hrvatskoj.

J. Mihailović (1937) dijeli čitavu našu zemlju u 6 potresnih oblasti da bi kasnije pri proučavanju potresa u okolici Pakraca (1928) uveo pojmove: seizmogeni plasa i seizmogeni blok, koji su međusobno odijeljeni seizmogenim zonama, odnosno pukotinama u Zemljinoj kori. Godine 1950. pod njegovim je rukovodstvom izrađena Seizmološka karta Jugoslavije, u kojoj je dan raspored maksimalnog intenziteta potresa.

J. Mokrović (1946) dijeli našu zemlju, a posebno Hrvatsku u niz karakterističnih epicentralnih pojaseva.

M. Kasumović (1963) daje raspored epicentara potresa za područje srednjeg i južnog Jadrana, koji su instrumentalno određeni prema ISS-u (International Seismological Summary).

Svi ti radovi, izuzev Kišpatićevog, obrađuju samo pojedine karakteristike potresa. O nekim su date i detaljnije karakteristike potresa, ali za uža područja (Mokrović, 1950). No od Kišpatićevog rada do danas već je prošlo preko 80 godina, a i u međuvremenu se pojavilo mnogo metoda za određivanje seizmiciteta, među kojima i one, koje kvantitativno daju odnos seizmiciteta jednog područja prema drugom (M. Båth, 1956). Cilj mi je da u ovom radu, pored ostalih karakteristika potresa: epicentara, intenziteta i čestine, dadem kvantitativan prikaz seizmiciteta SR Hrvatske računajući ukupnu oslobođenu energiju jačih potresa za period pouzdanih podataka: 1850-1964. godine.

A. EPICENTRI JAČIH POTRESA U SR HRVATSKOJ

Jedan od osnovnih problema pri proučavanju potresa je ustanoviti njihove epicentre. Već sama činjenica, da se potresi općenito, pa prema tome i jači potresi ponavljaju nakon dužeg ili kraćeg perioda u određenim epicentrima ili epicentralnim zonama, govori dovoljno jasno, koliko je važno poznavati ta mjesta, kao izvore stalne opasnosti. Poznavajući dovoljno tačno žarišta najjačih potresa imamo mogućnosti da se uspješno zaštitimo od posljedica tih potresa. Jedna od tih mogućnosti je antisizmična gradnja na tom području, a druga je, da jednostavno na tom području ništa ne gradimo. S druge strane poznavanje rasporeda žarišta potresa doprinosi objašnjenju uzroka te prirodne pojave, jer ako danas već znamo, da su potresi posljedica tih neprestanih gibanja Zemljine kore, onda su oni, tamo gdje se pojavljuju, indikatori tih gibanja, a oslobođena energija potresa može biti jedna mjera intenziteta tih gibanja. Nadalje, raspored epicentara potresa ukazuje na mehanizam pokreta Zemljine kore u dotičnom području. Zato nije ni čudo, što je jedno od prvih pitanja u samom početku seizmologije uopće, a posebno kod nas, bilo, da se odrede epicentri potresa, a s tim i prvi pokušaji rajonizacije naših krajeva s obzirom na seizmičku aktivnost. Opći je utisak, bez obzira na raznolikost naziva ili definicija tih epicentralnih područja od već spomenutih autora (osim M. Kasumovića, 1963), da su u osnovi svih tih rajonizacija tektonске karakteristike naših područja: rasjedi, pukotine, lomovi i sl.

Ja sam pošao od toga, da ne pridijelim epicentar potresa nekoj planini, poznatoj pukotini, pojasi i slično, nego da ga što tačnije odredim iz raspoloživih makroseizmičkih podataka, a u najnovije vrijeme i instrumentalnih podataka, kao »tačku unutar pleistoseističkog područja (područja maksimalnog intenziteta). Tek nakon tako dobijenog rasporeda epicentara i ostalih karakteristika potresa maksimalnog intenziteta i čestine mogu se tražiti određene veze sa tektonikom dotičnog područja.

U priloženom kronološkom popisu jačih potresa uz ostale karakteristike potresa (maksimalni intenzitet u epicentru, polumjer perceptibiliteta i magnitudu) položaj epicentra je dan opisno zbog preglednosti, dok su uz svaki potres iz najnovijeg perioda

(1850–1964) dane i koordinate epicentara. Uz ovaj rad su priložene i dvije karte epicentara jačih potresa u SR Hrvatskoj za periode: 1850–1964. i 361–1964. god. s naznakom intenziteta najjačeg potresa u svakom epicentru. S obzirom, da su područja naše republike dosta gusto naseljena i da o većini potresa naročito poslije 1880. god. ima dovoljno podataka, mogli su se epicentri većine jačih potresa iz tog posljednjeg perioda (1850–1964) s prilično velikom tačnošću odrediti. Tome u prilog ide i činjenica, da se u ovako dugom vremenskom periodu u većem broju ustanovljenih epicentara dogodilo više jačih potresa, što je pružalo mogućnost provjeravanja, odnosno tačnijeg određivanja položaja tih epicentara. Ima međutim i nekoliko takvih slučajeva, kada je o jednom potresu bilo malo podataka (obično su to bili neki potresi VI^o MCS), ali se dogodio u području u kome je već sasvim sigurno utvrđen epicentar iz više ranijih jačih potresa, tako da je u tom slučaju taj potres pridijeljen tom već poznatom epicentru. Bilo je slučajeva i pomicanja (seobe, migracije) epicentara duž određenih, za pojedina područja karakterističnih smjerova, no ako su ta pomicanja bila neznatna nisu uzimana u obzir. Tako npr. vrlo se lako moglo razabrati za vrijeme nekih serija potresa u Zagrebačkoj gori, da se jedan put neki potres jače osjetio u Kašini, drugi put u Kraljevom vrhu, a treći put u Bistri. Ja sam se tu opredijelio na dva epicentra: jedan između Kašine i Kraljevog vrha, a drugi bliže Bistri. Sličan slučaj je u Dilj gori, u Biokovu i dr. U tablici 1. je dan broj epicentara odgovarajućeg maksimalnog intenziteta potresa za periode: 361–1964, 1500–1964. i 1850–1964. god. Iz nje se vidi, da je najveći broj epicentara jačih potresa (58) određen iz podataka najnovijeg perioda. U razdoblju od 1500–1850. moglo se ustanoviti još 11 novih epicentara, a iz perioda od g. 361–1500. još samo tri nova epicentra.

Tablica 1.

Razdoblje	Intenzitet potresa							Ukupno (broj epicentara)
	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
361–1964.	21	24	7	17	3	—	—	72
1500–1964.	21	24	7	16	1	—	—	69
1850–1964.	24	20	7	7	—	—	—	58

Iz prostornog rasporeda epicentara, čestine i maksimalnog intenziteta jačih potresa u pojedinim epicentrima za period od 1850–1964. mogu se izvesti ovi zaključci: Područje SR Hrvatske po geografskom obliku kao i mnogim drugim karakteristikama, tako i po seizmičkim može se podijeliti u dva dijela: unutrašnji dio i dio uz obalu Jadranskog mora. Granica između ova dva dijela bio bi prostor relativno slabe seizmičke aktivnosti od V. i M. Kapele do Karlovca i Zrinjske gore.

Za unutrašnji dio tj. sjevernu Hrvatsku i Slavoniju je karakteristično da su epicentri vezani uz planine. Ovo je činjenica, koja je već ranije primijećena. (A. Mohorovičić, 1908). Pođemo li od istoka, onda je tu najprije Dilj-gora s više epicentara jačih potresa. Uz Frušku goru su također vezani epicentri jačih potresa, samo su oni na području SR Srbije. Idući dalje prema zapadu ima se utisak (vidi kartu epicentara), kao da su epicentri jačih potresa poredani u dva kraka (smjera). Jedan se proteže od Dilj gore preko Požeške gore i Pšunja prema Moslavačkoj gori, a drugi se od Dilj gore preko Krndije, Papuka i Bilogore u luku spušta preko Kalnika i Ivančice prema Zagrebačkoj i Žumberačkoj gori. Spomenemo li još epicentre vezane uz Vukomeričke gorice i Zrinjsku goru, onda bi time obuhvatili sve epicentre u tom dijelu republike. Od tih 27 epicentara jačih potresa utvrđenih na osnovu podataka iz perioda 1850–1964. god. samo četiri možemo izdvojiti kao izvore dosta čestih i najjačih potresa. To su epicentri: 45,3^o N; 18,1^o E u Dilj-gori, 46,0^o N; 17,0^o E u Bilogori, 45,9^o N, 16,1^o E u Zagrebačkoj gori i 45,5^o N; 16,1^o E u Vukomeričkim goricama. Najaktivnije epicentralno područje u ovom dijelu republike je Zagrebačka gora. Od g. 1850–1964. tu je imalo izvor 27 potresa VI^o, 9 potresa VII^o, 1 potres VIII^o i 1 potres IX^o MCS. Ovaj posljednji, koji se dogodio 9. 11. 1880. god. je ujedno i najjači potres u unutrašnjem dijelu republike za taj period.

U čitavom ranijem periodu tj. od g. 361–1850. spominju se još 5 jačih potresa, čiji bi se epicentar mogao razlikovati od već spomenutih 27 epicentara utvrđenih na osnovu podataka iz perioda 1850–1964. To su potresi 1646. i 1700. god., oba s intenzitetom IX^o MCS u Karlovcu, zatim potres 8. 7. 1757. god. IX^o MCS u Bilogori (Virovitica). Žarište prvih potresa moglo bi biti negdje u Žumberačkoj gori ili na području SR Slovenije, a drugog u Bilogori. Zatim se tu još spominju potresi od 27. 6. 1757. u Ivanićgradu VII^o i 13. 10. 1775. u Bedekovčini s intenzitetom VIII^o MCS. Naime podaci za sve te potrese su vrlo oskudni, tako da je teško utvrditi potiču li iz novih epicentara ili iz već poznatih epicentara određenih po podacima najnovijeg perioda.

U dijelu republike duž obale Jadranskog mora od Istre do Dubrovnika utvrđen je iz podataka najnovijeg perioda (1850–1964) 31 epicentar. Epicentri su smješteni uz samu obalu mora, na nekim otocima, kao i najbližoj unutrašnjosti. Kako je to uglavnom predio planina, teško je reći da li je neko epicentralno područje vezano uz određenu planinu, kako se to lako moglo ustanoviti za epicentre u unutrašnjem dijelu republike. Sigurno je, a i iz najnovijih instrumentalnih podataka utvrđeno, da i na dnu Jadranskog mora ima više epicentara jačih potresa, ali se oni na osnovu makroseizmičkih podataka nisu mogli utvrditi. Za epicentre na otocima Krku, Hvaru i Korčuli bi se moglo posumnjati, da oni nisu pouzdano utvrđeni, jer bi mogli biti i negdje ispod mora dalje od otoka. No najčešće su ti jači potresi praćeni velikim brojem slabijih potresa iz istog epicentra, na osnovu kojih se dovoljno tačno mogao ustanoviti položaj epicentra. S druge strane ti su epicentri na otocima unutar arhipelaga, tako da je za svaki jači potres bilo moguće povući izoseiste odnosno odrediti pleistoističko područje. Pogledamo li samo epicentre s najjačim intenzitetima (VIII^o i IX^o MCS), onda ćemo vidjeti, da se oni grupiraju u određena uža područja.

Da sjevernom Jadranu su to dva epicentra: 45,4^o N; 14,4^o E sjeverno od Rijeke i epicentar 45,2^o N, 14,8^o E sjeverno od Senja). Najjači potres u tom području u periodu od 1850–1964. god. je bio 12. 3. 1916.

U donjem dijelu srednjeg Jadrana nešto više prema unutrašnjosti je nekoliko epicentara najjačih potresa. To su prvenstveno epicentri: 43,6^o N; 16,8^o E južni dio Sinjskog polja; 43,4^o N; 17,2^o E u Imotskom polju; 43,3^o N; 17,0^o E Biokovo, Makarska; 43,2^o N; 17,1^o E Biokovo, Podgora, te nešto sjevernije od tog epicentra: 43,9^o N; 16,2^o E južno od Knina i prema moru epicentar: 43,2^o N; 16,7^o E Jelsa, otok Hvar. Najjači potres u ovom području u najnovijem periodu je bio 29. 12. 1942. god. s epicentrom u Imotskom polju.

U južnom dijelu Jadrana su dva epicentralna područja najjačih potresa: jedno je kraj Stona, epicentar: 42,9^o N; 17,8^o E i drugo kraj Dubrovnika, epicentar: 42,6^o N; 18,2^o E. Najjači potres u ovom području je bio 14. 4. 1850. god. s epicentrom kraj Stona.

Za razliku od unutrašnjeg dijela republike (sjeverna Hrvatska i Slavonija) za područja uz obalu Jadranskog mora ima mnogo više podataka o potresima iz ranijeg perioda. Pored već određenih epicentara iz perioda 1850–1964. god. iz podataka o potresima od 361–1850. god. mogli su se manje ili više pouzdano utvrditi još ovi epicentri jačih potresa.

- 3. 7. 1626. jak potres s maksimalnim intenzitetom IX^o MCS u Puli;
- 1574. jak potres s maksimalnim intenzitetom IX^o, Lupoglav pod Utkom;
- 1776. i 1837. nekoliko jačih potresa s maksimalnim intenzitetom VII^o, u Bakru;
- 1505. jaki potres s maksimalnim intenzitetom X^o između planina Male Kapele i Ličke Plješevice;
- 361. katastrofalan potres s maksimalnim intenzitetom X^o na otoku Pagu;
- Više jačih potresa s maksimalnim intenzitetom IX^o MCS u Zadru;
- 7. 4. 1418. snažan potres u maksimalnim intenzitetom IX^o u području Vranskog jezera (tvrđava Vrana) kod Biograda n/m;
- 23. 1. 1496. jaki potres s maksimalnim intenzitetom IX^o u Trogiru;
- 22. 3. 1844. snažan potres maksimalnog intenziteta IX^o u području planine Mosor i više potresa maksimalnog intenziteta VI^o i VII^o s epicentrom na otoku Mljetu.

Ograničimo li se samo na podatke iz najnovijeg perioda (1850–1964) onda bi ovdje mogli istaći i neka veća područja, na kojima nije utvrđen niti jedan epicentar jačih potresa. U unutrašnjem dijelu republike to je veći dio istočne Slavonije, zatim ravni-

čarski dijelovi sjeverne Hrvatske i ostalog dijela Slavonije te dosta veliko područje između V. i M. Kapele sa zapadne strane pa sve tamo do Ozlja, Vukomeričkih gorica i Zrinjske gore s istočne strane, izuzevši područje oko Severina.

Za priobalni dio je karakteristično da ni jedan epicentar jačih potresa nije utvrđen na čitavom području Istre u najnovijem periodu, zatim ni na jednom od vanjskih otoka počevši od Cresa, Lošinja pa sve do Kornata uključivši tu i otoke Vis i Lastovo.

Treba imati na umu, da su utvrđeni epicentri najvećim dijelom na osnovu makroseizmičkih podataka, koji, kako se zna, podliježu subjektivnim ocjenama. Zbog toga i tačnost lokacije nije velika. No ipak s obzirom na već spomenute okolnosti (veliki broj podataka za jače potrese, ponavljanje jačih potresa u istom epicentru, dosta gusto naseljena područja u čitavoj republici, što pruža mogućnost realnije ocjene intenziteta efekata potresa na građevine) može se smatrati da je ta tačnost u prosjeku u granicama $\pm 10-15$ km za većinu jačih potresa. Općenito se može reći, da što je intenzitet potresa veći, to je i tačnost lokacije epicentra veća.

B. INTENZITET JAČIH POTRESA U SR HRVATSKOJ

Intenzitet potresa se određuje prema učincima potresa na površini Zemlje. Ima više skala za ocjenu intenziteta. U Evropi se još i danas najčešće upotrebljava Mercalli-Cancani-Siebergova skala (MCS skala). Tu skalu sam i ja koristio pri ocjeni intenziteta potresa, čiji epicentar je bio na području SR Hrvatske.

Ovdje bih naglasio, da sam intenzitete svih potresa sam ocjenjivao, bez obzira, da li je to ranije već netko drugi učinio. Time nisam htio reći da je intenzitet nekog potresa krivo ocijenjen, nego sam postupio tako zbog toga, da bi intenziteti svih potresa bili ocijenjeni istim kriterijem. Naime, obično prilikom ocjenjivanja intenziteta potresa iz makroseizmičkih podataka netko stalno precjenjuje, a netko pridjeljuje manje intenzitete istim učincima potresa. Prema tome, ako sam pogriješio, onda je to vjerovatno bilo stalno u istom smislu (istog predznaka), što neće uticati na međusobnu uporedivost podataka. Iznimno za jače potrese između 1924-1926. i 1937-1952. tj. za onaj dio makroseizmičkih podataka, koji je štampan u godišnjacima Beogradskog seizmološkog Zavoda, a za koji nisam imao podatke u arhivu Geofizičkog zavoda u Zagrebu, koristio sam ocjenu intenziteta potresa iz tih godišnjaka. Ti potresi su u kronološkom popisu (u prilogu) označeni zvjezdicom ispred ocjene intenziteta (npr. *VI^o).

U priloženom kronološkom popisu jačih potresa pored ostalih karakteristika data je i ocjena intenziteta svakog potresa.

1. Period 1850-1964. Ograničimo li se samo na taj period, za koji smo već rekli da su podaci pouzdani i uporedivi, onda se može vidjeti, da za to vrijeme nije bilo ni jednog jačeg potresa od IX^o s epicentrom u području SR Hrvatske. Ako se na pojavu potresa gleda sa strane šteta, koje oni nanose privredi i stanovništvu, onda možemo izdvojiti samo potrese VIII^o i IX^o, jer potresi VI^o i VII^o izazivaju relativno malena oštećenja na građevinskim objektima.

a) Unutrašnji dio republike:

Tablica 2.

Datum	Intenzitet I-XII	Epicentar
1880., 9. 11.	IX	Zagrebačka gora, Kašina, 45,9° N, 16,1° E
1906., 2. 1.	VIII	Zagrebačka gora, Kašina, 45,9° N, 16,1° E
1909., 8. 10.	IX	Vukomeričke gorice, Farkašić, Pokupsko, 45,5° N, 16,1 E
1938., 27. 3.	VIII	Bilogora, Đurđevac, 46,0° N, 17,0° E
1964., 13. 4.	VIII	Dilj-gora, 45,3° N, 18,1° E

U tablici 2. su izdvojeni samo oni najjači potresi intenziteta VIII^o i IX^o MCS. Ranije je već spomenuto, da je najjači potres u tom području Zagrebački potres 9. 11. 1880, a kako se vidi iz tablice 2, tih najjačih potresa u posljednjih 114 godina je bilo 5. Žarišta tih potresa su inače u seizmičkim najaktivnijim područjima ovog dijela republike. Cilj ovog rada nije da govori o posljedicama potresa, ali općenito se može reći, da oni nisu izazvali veći broj ljudskih žrtava (Zagrebački potres 2 mrtva, Dilj-gorski potres 1 mrtav), ali materijalne štete su bile ogromne. Samo šteta od potresa u Dilj-gori od 13. 4. 1964. koji je bio intenziteta VIII^o MCS, je procijenjena na preko 20 milijardi dinara.

b) Područje uz obalu Jadranskog mora

Tablica 3.

Datum	Intenzitet I-XII	Epicentar
1850., 14. 4.	IX	Ston, 42,9° N, 17,8° E
1850., 29. 4.	VIII	Ston, 42,9° N, 17,8° E
1869., u 5. mj.	VIII	Dubrovnik, 42,6° N, 18,2° E
1870., 1. 8.	VIII	Rijeka, Klana, 45,4° N, 14,4° E
1898., 2. 7.	IX	S-dio Sinjskog polja, 43,6° N, 16,8° E
1916., 12. 3.	IX	Bribir-Grižane, 45,2° N, 14,8° E
1925., 30. 5.	VIII	Knin, Orlić, 43,9° N, 16,2° E
1937., 20. 7.	VIII	Jelsa, otok Hvar, 43,2° N, 16,7° E
1942., 29. 12.	IX	Imotsko polje, 43,4° N, 17,2° E
1962., 7. 1.	VIII	Biokovo, Podgora, 43,2° N, 17,1° E
1962., 11. 1.	IX	Biokovo, Makarska, 43,3° N, 17,0° E

U ovoj tablici su izdvojeni svi najjači potresi (VIII^o i IX^o) s epicentrom na području dijela republike uz obalu Jadranskog mora. U posljednjih 114 godina je u tom dijelu bilo 10 takvih potresa. Najjači potres tog područja je potres 29. 12. 1942. god. s epicentrom u Imotskom polju. I ti potresi nisu izazvali veći broj ljudskih žrtava. (Imotski potres 26 mrtvih, Stonski potres 3 mrtva, Biokovski potres 2 mrtva), ali materijalne štete, koje su izazvali, su velike. Žarišta tih potresa su ujedno i seizmički najaktivnija područja u ovom dijelu republike.

2. Period 1500-1850. Prije bilo kakve analize podataka iz tog perioda napomenuo bih još jedamput slijedeće: Ima relativno vrlo malo podataka o slabim potresima, a to znači, da potresi nisu bili neobična pojava u našim krajevima, i da su zapisivani ili na neki drugi način ostavili tragove samo oni najjači. Dakle kao i za prethodni period izdvojiti će samo potrese VIII^o i IX^o MCS.

Kako se vidi iz tih podataka, ni u tom periodu nije bilo potresa intenziteta jačeg od IX^o. Ako se podsjetimo, da je u periodu od 1850-1964. u istom području bilo 5 takvih potresa, a za 350 godina ovog perioda samo 7, onda to izgleda malo nevjerovatno, i opravdano se može posumnjati, da iz tog perioda nisu ostali zabilježeni svi takvi potresi. I za ove potrese je također karakteristično, da nisu izazvali više ljudskih žrtava, nego samo velike materijalne štete.

a) Unutrašnji dio republike:

Tablica 4.

Datum	Intenzitet I-XII	Epicentar
1502., 26. 3.	IX	Zagrebačka gora
1645. } 1646. }	IX	Karlovac
1700.	IX	Karlovac
1699., 11. 2.	IX	Metlika
1757., 8. 7.	IX	Bilogora, Virovitica
1775., 13. 10.	VIII	Bedekovčina
1778., 8. 11.	IX	Koprivnica-Legrad

Tablica 5.

Datum	Intenzitet I-XII	Epicentar
1504., 7. 11.	IX	Dubrovnik
1505.,	X	Oko Kapele i Plješevice
1506., 6. 5.	IX	Okolica Dubrovnika
1520., 17. 5.	IX	Dubrovnik
1574.,	IX	Lupoglav pod Učkom
1614., 2. 3.	VIII	Zadar
1626., 3. 7.	IX	Pula
1634.,	VIII	Dubrovnik
1639.	VIII	Senj
1648.	IX	Dubrovnik
1667., 6. 4.	X	Dubrovnik
1717., 28. 7.	VIII	Zadar
1750., 17. 12.	VIII	Rijeka, Klana
1802., 4. 1.	IX	Rijeka, Grobnik
1844., 22. 3.	IX	Mosor, Gata

b) Dio uz obalu Jadranskog mora. Karakteristično je za ovo područje, da je u ovom periodu bilo nekoliko katastrofalnih potresa, koji se mogu ubrojiti među najjače potrese na Zemlji. Bilo je također više potresa VIII^o i jačih što se vidi iz slijedeće tablice:

Najjači potresi imali su žarište u blizini Dubrovnika. To su potresi iz 1520. i 1667. godine. Ovaj posljednji je skoro do temelja uništio čitav grad i pokopao preko 5000 ljudi. Isti potres je u Kotoru porušio preko polovinu kuća, a poginulo je preko 200 ljudi. I ostali dalmatinski gradovi: Ston, Cavtat, Gruda, Herceg Novi, kao i bliži gradovi u unutrašnjosti, također su mnogo stradali. Još je jedan potres ovdje ocijenjen intenzitetom X^o, a li su podaci o tom potresu vrlo nepouzdana.

3. Period 361–1500. To je period iz koga imamo najmanje podataka o potresima. No iako iz tih podataka ne možemo izvesti neke određene zaključke o seizmicitetu pojedinih područja, oni nam ipak sigurno potvrđuju činjenicu, da je u našim krajevima i davno prije bilo jakih potresa i da će ih i ubuduće vjerojatno još biti, jer se mi nalazimo u jednom od dva (Mediterransko-transazijski i Cirkumpacifički pojas) seizmički najaktivnija područja na Zemlji. I ovdje ćemo kao i u ostalim periodima izdvojiti samo potrese VIII^o i jače.

a) *Unutrašnji dio republike*: Iz ovog perioda nije sačuvan niti jedan podatak o jačim potresima na ovom području.

b) *Dio uz obalu Jadranskog mora*. Za ovo područje postoji nekoliko dosta pouzdanih podataka o najjačim potresima.

Tablica 6.

Datum	Intenzitet I–XII ^o	Epicentar
361.	X	Zaška na otoku Pagu
367., 23. 7.	VIII	Dubrovnik
567, 1000, 1097	?	Južna Hrvatska i Kranjska
1280., 5. 4.	VIII	Zadar
1300., 30. 11.	VIII	Zadar
1323.	IX	Vinodol i otoci
1343., 30. 6.	IX	Zadar
1418., 7. 4.	IX	Vransko jezero, Vrana
1481., 14. 2.	IX	Dubrovnik
1496., 23. 1.	IX	Trogir

Iz ovih podataka, iako su dosta nepotpuni i općeniti, može se ipak vjerovati da su neki od tih potresa bili zaista katastrofalni.

Na kraju bih još jedamput napomenuo, da su ocjene intenziteta većine jačih potresa iz perioda do 1850. godine prilično nepouzdana. Činjenica da sam ipak svakom jačem potresu iz tog perioda (osim njih nekoliko) pridijelio maksimalni intenzitet, ne znači drugo, nego pokušaj procjene približne jakosti tih potresa, da bi se na neki način mogli uspoređivati.

C. ČESTINA JAČIH POTRESA U SR HRVATSKOJ

Slijedeća važna karakteristika seizmičke aktivnosti nekog područja je čestina potresa određenog intenziteta. Na osnovu empiričkih podataka je utvrđeno, da postoji izvjesna zakonitost u odnosima između broja potresa određenog intenziteta. Obično je taj odnos dat u obliku:

$$\log N = a + b \cdot M,$$

gdje je N prosječna vrijednost čestine potresa određenog intenziteta u jednoj godini, M magnituda potresa (vidi slijedeće poglavlje), a i b konstante.

Magnituda potresa je mjera jakosti potresa, koja se određuje iz instrumentalnih podataka o potresu. Međutim, kako je vrlo mali period instrumentalnih podataka o

potresima, izvedene su relacije za magnitudu iz makroseizmičkih podataka, odnosno relacije koja povezuje magnitudu M i maksimalni intenzitet potresa I_0 . To je dalo mogućnost, da se pri ispitivanju karakteristika seizmičke aktivnosti pojedinih područja iskoristi i ogroman makroseizmički materijal o potresima.

Da izvedem jednadžbu čestine potresa određenog intenziteta za područje SR Hrvatske iskoristio sam jednu takvu relaciju, koju je dao A. G. Galanopoulos (1963) u obliku:

$$M = 1,38 \log I_0 r^3 - 1,63,$$

gdje je M magnituda, I_0 maksimalni intenzitet u epicentru, r polumjer perceptibiliteta (osjetljivosti).

Ovu jednadžbu sam uzeo jednostavno zato, jer ju je A. G. Galanopoulos izveo iz podataka o potresima u Grčkoj, a to je područje, koje je po seizmičkoj aktivnosti nama najbliže. Kako » r « najčešće nije poznato, uzima se neka srednja vrijednost za određeni maksimalni intenzitet I_0 . U tom slučaju svakoj vrijednosti I_0 odgovara jedna prosječna vrijednost M prema priloženoj tablici:

Tablica 7.

I_0	VI	VII	VIII	IX	X	XI
M	4 3/4	5 1/2	6 1/4	6 3/4	7 1/2	8

Iznosi za M dati u ovoj tablici su približno jednaki iznosima za M od ređenim iz formule:

$$M = 0,67 I_0 + 1,71 \log h - 1,4,$$

koju je dao V. Kárník (1960) uz pretpostavku da je $h = 18$ km, gdje je h dubina hipocentra.

Za taj račun ima smisla upotrijebiti samo podatke iz najnovijeg perioda (1850-1964). U tih 115 godina dogodilo se: 177 potresa VI^o, 62 potresa VII^o, 9 potresa VIII^o i 7 potresa IX^o. Dakle, kako već znamo, jačih potresa od IX^o MCS nije bilo. Iz tih podataka se metodom najmanjih kvadrata mogu odrediti konstante a i b u jednadžbi: $\log N = a + b \cdot M$. Za vrijednosti tih konstanti sam dobio:

$$a = 4,50 \quad b = -0,87$$

pa prema tome jednadžba čestina potresa određenog intenziteta za čitavo područje SR Hrvatske glasi:

$$\log N = 4,50 - 0,87 M$$

Iz te formule, poznavajući odnos između I_0 i M možemo računati $\log N$, odnosno N za ostale intenzitete $I_0 =$ II, III, IV, V i X, XI i XII^o MCS. Ti rezultati su prikazani u slijedećoj tablici:

Tablica 8.

I_0	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
M	2	2 3/4	3 1/2	4	4 3/4	5 1/2	6 1/4	6 3/4	7 1/2	8
$\log N$	2,86	2,11	1,46	1,02	0,19	-0,27	-1,10	-1,22	-2,02	-2,46
N	724,5	128,9	28,8	10,5	1,54	0,54	0,08	0,06	0,009	0,008

Drugim riječima to znači, da na primjer u 100 godina u području SR Hrvatske možemo očekivati u prosjeku 6 potresa IX^o, 8 potresa VIII^o, 54 potresa VII^o, 154 potresa VI^o, 1048 potresa V^o, 2884 potresa IV^o itd., ili npr. 1 potres X^o u 100 godina i jedan potres XI^o u 300 godina.

Nakon ovog općenitog prikaza o čestini potresa u SR Hrvatskoj, bilo bi interesantno pogledati detaljnije kako se potresi često javljaju u pojedinim užim epicentralnim područjima po već spomenutim periodima.

1. Period 1850-1964. Usopređivanje čestina potresa određenog intenziteta za čitavo područje SR Hrvatske ima smisla samo za taj period, jer smo već naprijed spomenuli, da smatramo, da su u tom periodu zabilježeni svi jači potresi, čiji je epicentar bio na području SR Hrvatske.

a) *Unutrašnji dio republike.* Za ovo područje je već naprijed spomenuto, kao osnovna karakteristika, da su epicentri potresa vezani uz pojedine planine. Zbog toga bi bilo interesantno vidjeti, kako su česti potresi određenog intenziteta u karakterističnim epicentralnim područjima. To je prikazano u slijedećoj tablici:

Tablica 9.

Područja	VI	VII	VIII	IX	Ukupno
Dilj-gora	9	6	1	—	16
Papuk i Krndija	1	1	—	—	2
Požeška gora i Pšunj	4	1	—	—	5
Moslavačka gora	1	—	—	—	1
Bilo-gora	4	3	1	—	8
Kalnik	5	—	—	—	5
Ivančica	6	—	—	—	6
Zagrebačka gora	27	9	1	1	38
Žumberačka gora	14	3	—	—	17
Vukomeričke gorice	17	2	—	1	20
Zrinjska gora	5	1	—	—	6
Severin	4	—	—	—	4
UKUPNO	97	26	3	2	128

Iz tablice 9 vidi se, da su najčešći jači potresi u Zagrebačkoj gori, zatim Vukomeričkim goricama i Dilj-gori, a te planine su ujedno žarišta i najjačih potresa. Interesantno je i to, da iako se u Bilo-gori dogodio jedan potres VIII^o, ima vrlo malo jačih

Tablica 10.

Područja	VI	VII	VIII	IX	Ukupno
Istra	—	—	—	—	—
Primorje s otocima	23	16	1	1	41
Lika	3	4	—	—	7
Područje oko Zadra i Knina	10	2	1	—	13
Sinjsko polje, Imotsko polje i Biokovo	21	6	1	3	31
Otoci Hvar i Korčula	11	3	1	—	15
Područje oko Stoma i Dubrovnika	12	5	2	1	20
Ukupno	80	36	6	5	127

potresa, odnosno samo četiri potresa VI^o i tri potresa VII^o MCS. Isto tako treba istaći epicentralno područje Žumberačke gore, u kome su relativno dosta česti jači potresi, ali ni jedan nije bio jači od VII^o MCS.

U svim ostalim epicentralnim područjima je čestina jačih potresa znatno manja. b) *Dio uz obalu Jadranskog mora.* I u ovom području se ističu neki krajevi s većom seizmičkom aktivnošću, a drugi opet s jako malenom, iako to nije tako izrazito kao u unutrašnjem dijelu republike. Teško je jedno područje od drugog odijeliti nekom oštrom granicom, ali se ipak pažljivom analizom mogu izdvojiti ova po izvjesnim osobinama karakteristična seizmička aktivna područja:

Iz tablice 10. se vidi, da su najčešći jači potresi u Primorju s otocima, ali po broju najjačih potresa intenziteta većeg od VII^o MCS tu se naročito ističe područje oko Sinjskog polja, Imotskog polja i Biokova, a odmah zatim područje oko Stona i Dubrovnika. Posebno interesatno je, da u području Istre u ovom periodu nije imao žarište ni jedan jači potres.

Usporedimo li čestine jačih potresa u unutrašnjem dijelu republike i dijelu uz obalu Jadranskog mora, što je prikazano u tablici 11. vidimo, da su u dijelu uz obalu Jadranskog mora znatno češći (skoro dvostruko) jači potresi intenziteta VII^o, VIII^o i IX^o MCS, a u unutrašnjem dijelu republike je bilo nešto više potresa VI^o:

Tablica 11.

Područja	VI	VII	VIII	IX	Ukupno
Unutrašnji dio republike	97	26	3	2	128
Dio republike uz obalu Jadranskog mora	80	36	6	5	127
Ukupno	177	62	6	7	255

2. Period 361–1850. Kada govorimo o čestinama potresa određenog intenziteta, nema mnogo smisla dijeliti podatke u tri perioda, jer je u onom periodu od 361–1500. vrlo malo podataka o potresima, i ne bi imalo nikakvog smisla na osnovu njih donositi neke zaključke. Zbog toga ću ovdje dati zajednički pregled čestina svih jačih potresa od kada se zna za njih tj. od 361. pa do 1850. godine.

a) *Unutrašnji dio republike.* I ovdje ćemo kao u prethodnom periodu pogledati čestinu jačih potresa po već spomenutim karakterističnim područjima.

Tablica 12.

Područja	VI	VII	VIII	IX	Ukupno
Dilj-gora	—	1	—	—	1
Papuk i Krndija	—	—	—	—	—
Požeška gora i Psunj	—	—	—	—	—
Moslavačka gora	—	1	—	—	1
Bilo-gora	2	1	—	2	5
Kalnik	—	—	—	—	—
Ivančica	1	1	1	—	3
Zagrebačka gora	5	1	—	1	7
Žumberačka gora	1	—	—	3	4
Vukomeričke gorice	—	—	—	—	—
Zrinjska gora	—	—	—	—	—
Severin	—	—	—	—	—
Ukupno	9	5	1	6	21

Odmah na prvi pogled iz tablice 12 se vidi, da u ovom dugom periodu ima jako malo podataka i najvjerojatnije je da vijesti o mnogim potresima u tome području nisu ostale sačuvane. Ovo se naročito odnosi na potrese VI^o i VII^o kojih je sigurno bilo znatno više.

b) Područje uz obalu Jadranskog mora

Tablica 13.

Područja	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ukupno
Istra	—	—	—	2	—	—	—	2
Primorje s otocima	1	4	2	2	—	—	—	9
Lika	—	—	—	—	1	—	—	1
Područje oko Zadra i Knina	7	7	4	2	1	—	—	21
Split, Trogir, Sinjsko polje, Imotsko polje i Biokovo	1	2	—	2	—	—	—	5
Otoci Hvar, Korčula i Mljet	—	2	—	—	—	—	—	2
Područje oko Stona i Dubrovnika	9	11	3	4	1	—	—	28
Ukupno	18	26	9	12	3	—	—	68

Kako se vidi i z tablice 13, iz ovog područja ima mnogo više podataka o jačim potresima. Naročito se ističu s velikim brojem jačih potresa područja oko Dubrovnika i Zadra.

Uporedimo li sada, rađi ilustracije, ukupan broj svih jačih potresa u spomenutim periodima za oba dijela republike, vidjet ćemo, da taj odnos očito govori, da mnogi jači potresi, koji su se dogodili prije 1850. nisu zabilježeni, a to znači da ti podaci ne mogu pouzdano poslužiti za ocjenu seizmičke aktivnosti u pojedinim područjima SR Hrvatske.

Tablica 14.

Period	Unutrašnji dio republike	Dio uz obalu Jadranskog mora
Period: 1850-1964.	128	127
Period: 361-1850.	21	68

Interesantno je pogledati i sekularnu varijaciju čestina jačih potresa za pojedina područja, što može biti izvjesna mjera njihove seizmičke aktivnosti. Uzmemo li periode od po 20 godina za razdoblje pouzdanih podataka od 1850-1964. godine za već spomenuta četiri seizmički najaktivnija područja: južna Dalmacija, sjeverno Primorje, sjeverozapadna Hrvatska i istočna Slavonija, dobit ćemo slijedeće podatke prikazane u tablici 15. Iz tablice se vidi da je najviše jačih potresa bilo u periodu između 1870. i 1910. god. u svim područjima, a to se naročito ističe, ako pogledamo čestine jačih potresa ukupno za čitavo područje unutrašnjeg dijela republike i dijela uz obalu Jadrana. Iz ovoga bi se moglo zaključiti, da postoji izvjesna veza između seizmičke

aktivnosti unutrašnjeg dijela republike i dijela uz obalu Jadrana, odnosno da je ta aktivnost posljedica promjena elastičnih napetosti u Zemljinoj kori na mnogo većem planu, nego što je veličina naše republike.

I na kraju još jedan zaključak na osnovu analize čestina jačih potresa: 60% od svih jačih potresa se pojavilo u hladnom dijelu godine, a 40% u toplom. No uzmemo li u odnos samo čestinu jačih potresa zimskih mjeseci: decembra, januara i februara, prema čestini u ljetnim mjesecima: junu, julu i augustu, onda one stoje u omjeru 2 : 1. Do istog rezultata je došao A. Mohorovičić (1906), analizirajući podatke o jačim potresima iz perioda 1856–1906. god.

Tablica 15.

Period	Istočna Hrvatska	Sjevero- zapadna Hrvatska	Unutrašnji dio republike	Sjeverni dio republike uz Jadran	Južni dio republike uz Jadran	Dio republike uz Jadran	Ukupno
1850–1869	3	10	13	4	14	18	31
1870–1889	7	29	36	14	3	17	53
1890–1909	5	30	35	20	21	41	76
1910–1929	—	19	19	15	2	17	36
1930–1949	5	9	14	5	16	21	35
1950–1964	4	7	11	3	10	13	24

D. ENERGIJA JAČIH POTRESA U SR HRVATSKOJ

Sigurno je da su epicentar, maksimalni intenzitet i čestina osnovne karakteristike potresa kao prirodne pojave, ali da bi se seizmička aktivnost pojedinih područja mogla kvantitativno upoređivati, potrebno je da se seizmicitet izrazi nekom veličinom jasnog fizikalnog značenja. U tom smislu je M. Båth (1952), prilikom proučavanja seizmiciteta Fenoskandije seizmicitet definirao kao totalnu energiju oslobođenu po jedinici površine i po jedinici vremena.

Energija potresa općenito je dana u novom obliku:

$$\log E = a + b \cdot M$$

gdje je E energija potresa, M magnituda potresa a i b konstante. Napred je već spomenuto, da je dato više relacija između magnitude i maksimalnog intenziteta, što drugim riječima znači, da na osnovu ovih podataka kojima ovdje raspoložemo možemo računati totalnu energiju oslobođenu na području SR Hrvatske u odgovarajućem periodu ili dalje to znači, da i na osnovu ovih makroseizmičkih podataka možemo kvantitativno upoređivati seizmicitet pojedinih područja.

Kao vezu između magnitude i maksimalnog intenziteta upotrijebio sam iz već na prijed spomenutih razloga jednadžbu A. G. Galanopoulosa (1963), a isto tako sam koristio i njegovu jednadžbu za računanje energije potresa:

$$\log E = 11,8 + 1,5 M$$

Da bih odredio seizmičku aktivnost pojedinih područja na osnovu oslobođene energije jačih potresa, upotrijebio sam samo podatke najnovijeg perioda (1850–1964). Čitav postupak sam sproveo na slijedeći način: Izračunao sam energiju oslobođenu od svih jačih potresa za svaki epicentar (za 62 epicentra) u jedinicama od po 10^{10} erga, što odgovara seizmičkoj energiji jednog potresa magnitude 4,8. Da bih mogao izvući

izoenergetske lini je, postupio sam tako, da sam čitavo područje SR Hrvatske podijelio u površine $0,5^\circ$ geografske širine $\times 0,5^\circ$ geografske dužine. Zatim sam sumirao svu oslobođenu energiju u tim odgovarajućim površinama i pridijelio ju jednom fiktivnom epicentru, koji je u središtu svake od tih površina. Nakon toga sam ponovno zbrojio svu energiju od po četiri susjedna fiktivna epicentra i podijelio sa četiri. Tako dobijen rezultat, koji predstavlja prosječnu vrijednost oslobođene seizmičke energije jačih potresa na površini $0,5^\circ \varphi \times 0,5^\circ \lambda$, je reduciran na period od 100 godina i ponovno pridijeljen novom fiktivnom epicentru, koji je sada u središtu prijašnja četiri fiktivna epicentra. Ovu podjelu na površine od po pola stupnja geografske širine i geografske dužine sam načinio tako, da se ovako dobijene tačke fiktivnih epicentara nalaze na sjecištu meridijana: $13,5^\circ$; $14,0^\circ$; $14,5^\circ$; $15,0^\circ$ itd. do $19,5^\circ$ i paralela: $42,0^\circ$; $42,5^\circ$; $43,0^\circ$ itd. do $47,0^\circ$. Na osnovu tog polja tačaka odgovarajućih vrijednosti oslobođene seizmičke energije sam linearnom interpolacijom izvukao izoenergetske linije.

Iz te karte (u prilogu) se vidi, da izoenergetske linije jasno izdvajaju četiri izrazito seizmički najaktivnija područja u SR Hrvatskoj.

1. Seizmički najaktivnije područje u SR Hrvatskoj je Južna Dalmacija od Splita i Sinjskog polja do Dubrovnika. Unutar tog prostora je površina maksimalnog seizmiciteta omeđena izoenergetskom linijom 600 potresa magnitude 4,8 na površini $\frac{1}{2}$ kvadratnog stupnja u 100 godina.

2. Drugo po redu seizmički najaktivnije područje je prostor oko Zagrebačke gore, sjeverozapadnog dijela Bilogore, Zrinjske gore i Vukomeričkih gorica. Unutar tog područja je površina maksimalnog seizmiciteta omeđena izoenergetskom linijom 400 potresa magnitude 4,8 na $\frac{1}{2}$ kvadratnog stupnja u 100 godina.

3. Treće po redu seizmički najaktivnije područje u SR Hrvatskoj je sjeverno Primorje od Rijeke do Senja. Unutar tog područja je prostor maksimalnog seizmiciteta omeđen izoenergetskom linijom 200 potresa magnitude 4,8 na $\frac{1}{2}$ kvadratnog stupnja u 100 godina.

4. Četvrto po redu seizmički najaktivnije područje je u istočnoj Slavoniji s centrom u Dilj-gori s površinom maksimalnog seizmiciteta omeđenom izoenergetskom linijom 50 potresa magnitude 4,8 na $\frac{1}{2}$ kvadratnog stupnja u 100 godina.

Između ovih seizmički najaktivnijih područja su predjeli s izrazito manjom seizmičkom aktivnošću.

Do ovih rezultata smo već zapravo došli prilikom razmatranja rasporeda epicentara, maksimalnog intenziteta i čestine jačih potresa, ali prednost ovog načina prikazivanja seizmičke aktivnosti je, što nam daje mogućnost kvantitativnog upoređivanja seizmiciteta pojedinih područja.

Shvatimo li potrese kao indikatore neprestanih gibanja u Zemljinoj kori, a ukupnu oslobođenu seizmičku energiju kao mjeru tih gibanja, onda nam karta izoenergetskih linija daje sliku intenziteta tektonske aktivnosti u SR Hrvatskoj.

E. KARTA POVRŠINA MAKSIMALNOG INTENZITETA POTRESA

Naprijed smo već vidjeli, da su epicentri jačih potresa, ma koliko da ih ima dosta u našoj republici, ipak vezani uz određena područja. Zatim smo vidjeli i to, da se jači potresi ponavljaju, i to najčešće iz istih epicentara. Prema tome stepen najjačeg potresa u određenom epicentru ujedno će značiti maksimalni intenzitet potresa na tom mjestu. Međutim jaki potresi se osjete na velikoj površini, a intenzitet im se smanjuje sa udaljenošću od epicentra. Spojimo li mjesta istog intenziteta linijama-izoseistama, ograničit ćemo površine maksimalnog intenziteta dotičnog potresa. Logično je da će najjači potres u jednom epicentru određivati maksimalni intenzitet potresa u okolici tog epicentra. Drugim riječima, izvučemo li izoseiste najjačih potresa svakog određenog epicentra, ograničit ćemo površine maksimalnog intenziteta potresa. Prema tome postupak je vrlo jednostavan uz uzet da raspoložemo s kartama izoseista najjačih potresa za svaki epicentar.

Prilikom praktičnog izvođenja tog zadatka postupak se još pojednostavljuje, jer nije potrebno crtati izoseiste najjačih potresa za svaki epicentar. Naime, sve se svodi na to, da nekoliko najjačih potresa diktira maksimalni intenzitet na čitavom području

republike jednostavno zbog toga, što su oni jačim intenzitetom zatresli površinu unaokolo svojih epicentara, nego najjači potresi u onim epicentrima, koji su blizu žarišta tih potresa. Karakterističan primjer za to je Diljgorski potres 13. 4. 1964. god. s maksimalnim intenzitetom VIII⁰ MCS u epicentru (45,3° N, 18,1° E). Taj potres je bio toliko jak, da on određuje površine maksimalnog intenziteta za čitavu istočnu Slavoniju i pored toga, što na području i same Dilj-gore, te Papuka, Pšunja, Požeške gore i Krndije imamo više epicentara, ali je intenzitet najjačih potresa u njima bio manji od intenziteta, kojim su ta područja zatresena potresom od 13. 4. 1964. godine.

I prilikom izrade karata maksimalnog intenziteta potresa podijelio sam podatke na već spomenute periode. U ovom slučaju se to pokazalo naročito nužno zbog toga, što se podaci najnovijeg period i podaci stariji od 1850. godine bitno razlikuju. Dok za najjače potrese, koji određuju maksimalni intenzitet potresa iz najnovijeg perioda, imamo više podataka, a time i mogućnost da za njih crtamo izoseiste, za najveći dio starijih potresa imamo podatak o potresu za samo jedno mjesto i to vrlo oskudno, a često puta i nepouzdana.

1. Period: 1850-1964. god. Radi preglednosti analize rezultata i u ovom ćemo poglavlju čitavo područje republike podijeliti u dva dijela, kao što je to već naprijed činjeno.

Unutrašnji dio republike. Površine maksimalnog intenziteta potresa ovog dijela republike, ako pođemo od istoka, određuju ovi potresi:¹

- Diljgorski potres od 13. 4. 1964.,	maks. inten.	VIII ⁰ MCS
- Potres od 15. 5. 1861.	" "	VII ⁰ "
- Potres od 7. 10. 1885.	" "	VI ⁰ "
- Potres od 31. 12. 1896.	" "	VI ⁰ "
- Potres od 11. 10. 1903.	" "	VII ⁰ "
- Bilogorski potres od 27. 3. 1938.	" "	VIII ⁰ "
- Potres od 20. 2. 1927.	" "	VII ⁰ "
- Zagrebački potres od 9. 11. 1880.	" "	IX ⁰ "
- Pokupski potres od 8. 10. 1909.	" "	IX ⁰ "

Dakle tih 9 potresa određuju površine maksimalnog intenziteta potresa za period 1850-1964. god. Unesu li se izoseiste tih potresa na kartu one će omeđivati površine maksimalnog intenziteta potresa tog dijela republike. Iz te karte se može zaključiti slijedeće:

- Skoro da nema područja, koje nije zatreseno potresom barem intenziteta VI⁰ MCS u ovom relativno kratkom periodu.

- S druge strane, ako gledamo samo onaj dio površine, koji je zatresen intenzitetom VIII⁰ i IX⁰ (jačih potresa nije ni bilo) tj. onim intenzitetima, kod kojih se već mogu očekivati veće štete na građevinskim objektima, onda su one relativno dosta malene. No činjenica, da su ti najjači intenziteti upravo na prostoru na kojem su smješteni veliki gradovi kao: Zagreb, Sl. Brod i drugi, pridaje im posebnu važnost prilikom primjene propisa za gradnju na seizmički aktivnim područjima.

Dio republike uz obalu Jadrana. U ovom dijelu republike površine maksimalnog intenziteta potresa, počevši od sjevera prema jugu, određuju ovi potresi:

- Potres od 1. 3. 1870.	maks. inten.	VIII ⁰ MCS
- Vinodolski potres od 12. 3. 1916.	" "	IX ⁰ "
- Potres od 28. 7. 1893.	" "	VII ⁰ "
- Potres od 2. 12. 1959.	" "	VII ⁰ "
- Potres od 8. 11. 1898.	" "	VII ⁰ "
- Kninski potres od 30. 5. 1925.	" "	VIII ⁰ "
- Potres od 14. 2. 1924.	" "	VI ⁰ "
- Sinjski potres od 2. 7. 1898.	" "	IX ⁰ "
- Imotski potres od 29. 12. 1942.	" "	IX ⁰ "
- Biokovski potres od 7. 1. 1962.	" "	VIII ⁰ "
- Biokovski potres od 11. 1. 1962.	" "	IX ⁰ "
- Hvarski potres od 14. 2. 1927.	" "	VIII ⁰ "
- Stonski potres od 14. 4. 1850.	" "	IX ⁰ "
- Dubrovački potres od 1. 5. 1869.	" "	VIII ⁰ "

¹ Vidi »Kroniku potresa« u dodatku.

Maksimalni intenzitet tog područja određuju izoseiste tih 14 potresa. Iz priložene karte se može vidjeti slijedeće:

- Iako neobično za ovo područje, ipak je činjenica, da u dijelu između Šibenika i Donjeg Lapca, te na nekim otocima sjeverno od Zadra, kao i u zapadnim dijelovima Istre, ima područja koja su zatrešena manjim intenzitetom od VI⁰ MCS.

- U tom dijelu republike ističu se dva veća područja zatrešena najjačim intenzitetima VIII⁰ i IX⁰ i to: Primorje i Južna Dalmacija od Splita do Dubrovnika.

Na kraju općenito možemo konstatirati i to, da su područja maksimalnih intenziteta upravo u predjelima, koja smo već naprijed spominjali kao seizmički najaktivnija, ili već obično poznatu činjenicu da tamo gdje su potresi česti, tamo su i najjači.

2. Period 361-1850. Ne bi imalo mnogo smisla dijeliti podatke o potresima tog perioda na dva dijela, kao što je to već naprijed činjeno, jer se pokazalo, da su oni uglavnom iste kvalitete i pouzdanosti. Naime, najveći dio vijesti o nekom potresu su samo za jedno mjesto, što praktički isključuje svaku mogućnost crtanja izoseista tih potresa. Te vijesti su obično i takve, da iz njih ne možemo ocijeniti pouzdanost ni intenzitet potresa. Što sam to ipak učinio, samo je zato, da bi ih nekako mogao međusobno upoređivati. Konkretno, ako sam npr. imao ovakvu vijest za jedan potres: ...Mnoge kuće srušene...«, onda sam tom potresu za dotično mjesto pridijelio IX⁰ MCS. Dalje, podaci ovakve vrste također isključuju svaku mogućnost određivanja epicentra tih potresa, jer ne mora značiti, da je epicentar upravo bio kraj onog mjesta za koje imamo samo taj podatak. Sve te činjenice su me navele, da podatke iz tog perioda treba posebno tretirati. Prije svega smatram, da bi bilo korisno navesti sve podatke o potresima iz tog perioda, koji bi mogli utjecati na određivanje površina maksimalnog intenziteta potresa. Kao i obično, promatrat ćemo te potrese posebno za svaki od već spomenuta dva dijela republike.

Unutrašnji dio republike. U tom dijelu republike je inače vrlo malo podataka o jačim potresima, a samo ih je 5 najjačih koji bi mogli utjecati da se slika površina maksimalnog intenziteta, koju smo dobili na osnovu podataka iz najnovijeg perioda, izmijeni. Evo podataka o tim potresima kronološkim redom:

- Potres iz 1645. i 1646. god.	maks. inten.	IX ⁰	MCS
- Potres od 11. 2. 1699.	" "	IX ⁰	"
- Potres od 8. 7. 1757.	" "	IX ⁰	"
- Potres od 13. 10. 1775.	" "	VIII ⁰	"
- Potres od 8. 11. 1778.	" "	IX ⁰	"

Ovih pet, odnosno šest potresa (u Karlovcu su bila dva) bi moglo utjecati na maksimalni intenzitet potresa u ovom dijelu republike, samo je pitanje, kako uvažiti efekte tih potresa, kada na osnovu raspoloživih podataka o njima nismo u stanju odrediti njihove izoseiste.

Dio republike uz obalu Jadrana. U tom području je u ovom periodu bilo više jakih potresa, koji bi mogli utjecati na mijenjanje slike površina maksimalnog intenziteta. Po kronološkom redu to su slijedeći potresi:

- Potres iz 361. god.	maks. inten.	X ⁰	MCS
- Potres iz 1323. god.	" "	IX ⁰	"
- Potres od 30. 6. 1343.	" "	IX ⁰	"
- Potres od 7. 4. 1418.	" "	IX ⁰	"
- Potres od 23. 1. 1496.	" "	X ⁰	"
- Potres iz 1505. god.	" "	IX ⁰	"
- Potres iz 1574. god.	" "	IX ⁰	"
- Potres od 3. 7. 1626.	" "	IX ⁰	"
- Dubrovački potres od 6. 4. 1667.	" "	X ⁰	"
- Potres od 22. 3. 1844.	" "	IX ⁰	"

Iz podataka o tim potresima, kako iz unutrašnjosti tako i u dijelu uz obalu Jadrana, može se vidjeti, da se samo za dva posljednja potresa tj. potres od 6. 4. 1667. i potres od 22. 3. 1844. godine mogu bar približno povući izoseiste, dok za ostale to nije moguće. Postavlja se pitanje, kako ipak uvažiti te podatke, ako se složimo s time da su oni tačni. Nema zapravo mnogo izbora. Ili uzeti da je epicentar tih potresa kraj

onog mjesta za koje imamo podatak, a maksimalni intenzitet upravo ona j koji se može zaključiti iz podatka za samo to mjesto, ili također uzeti da je epicentar samo to mjesto za koje imamo podatak, a izoseiste izračunati pretpostavivši jednu srednju dubinu potresa uz poznati maksimalni intenzitet u epicentru. U posljednjem slučaju izračunate izoseiste bi bile koncentrične kružnice oko epicentra. Budući da je ova karta osnova za gradnju na seizmički aktivnim područjima, prvo rješenje bi po mom mišljenju bilo ipak zgodnije s tim, da se na neki način u karti obilježe ti potresi odnosno ta mjesta. Iz teksta se već vidi koji su to potresi odnosno mjesta, a na karti su oni označeni na taj način, da se oko mjesta za koje se uzelo da je i epicentar, crtkano napravi manji krug i u sredinu tog kruga napiše maksimalni intenzitet tog potresa. Uvažimo li sada i te podatke i one iz najnovijeg perioda, tj. uzmemo li u obzir sve najjače potrese od kada se zna za njih pa do danas, dobit ćemo novu kartu površina maksimalnog intenziteta potresa za period 361–1964. godine (prvi podatak o potresu je iz 361. godine).

Na kraju bih još samo upozorio na izvjesna razilaženja u rasporedu površina maksimalnog intenziteta između ovih karata i Seizmološke karte Jugoslavije (J. Mihailović, 1950). Naime, redovna je pojava da je J. Mihailović precjenjivao intenzitete potresa i u tome su najveća razilaženja. Navest ću ovdje samo jedan primjer: od više autora je intenzitet potresa od 9. 11. 1880. u gradu Zagrebu ocijenjen najviše VIII^o MCS, dok mu on pridjeljuje intenzitet X^o MCS; dakle čak dva stepena razlike. Takvih primjera ima mnogo, a čak i takvih gdje su razilaženja i po tri stepena MCS skale. Zbog toga, a i zbog velikog broja grešaka, koje su se potkrale prilikom izrade te karte, kao i već sama činjenica, da se u proteklih 15 godina od njenog izlaska dogodilo više jačih potresa, koji su promijenili sliku rasporeda površine maksimalnog intenziteta, bilo bi neophodno pristupiti izradi nove karte, koja bi služila kao podloga primjene propisa o gradnji na seizmički aktivnim područjima.

ZAKLJUČAK

1. Analizirajući raspored epicentara jačih potresa, njihov intenzitet, čestinu, a naročito oslobođenu seizmičku energiju na osnovu pouzdanih i uporedivih podataka najnovijeg perioda: 1850–1964. god., mogla su se sa sigurnošću utvrditi ova četiri izrazita seizmički najaktivnija područja:

- Južna Dalmacija od Biokova, Sinjskog i Imotskog polja do Dubrovnika, te iznimno seizmički aktivan otok Hvar, za razliku od ostalih otoka u tom dijelu Jadrana, koji su relativno seizmički mirni,
- Sjeverno Primorje od Klane do Senja zajedno s otokom Krkom,
- Sjeverozapadna Hrvatska i to uže područje oko Zagrebačke gore sa sjeverozapadnim dijelom Vukomeričkih gorica i Bilogore,
- Istočna Slavonija u uskim područjem oko Dilj-gore.

Uporedimo li seizmicitet tih područja s prosječnom maksimalnom oslobođenom seizmičkom energijom na površini 0,5 kvadratnog stupnja reduciranu na period od 100 godina, dobit ćemo ovaj odnos: 600 : 400 : 200 : 50 puta. Shvatimo li potrese kao indikatore neprestanih gibanja u zemljinoj kori, a ukupnu oslobođenu seizmičku energiju kao mjeru tih gibanja, onda nam ovi rezultati daju sliku intenziteta tektonske aktivnosti u SR Hrvatskoj. Sigurno da će ta slika biti potpunija daljnjim istraživanjima mehanizma u žarištu potresa i njihovih dubina.

2. Interesantno je da su područja oko Zadra, a naročito Dubrovnika bila u ranijim periodima do 1850. god. znatno seizmički aktivnija.

3. Epicentri jačih potresa u unutrašnjem dijelu republike su vezani uz planine, a u dijelu uz obalu Jadrana su pretežno uz rub obale.

4. Najjači potres s epicentrom na području SR Hrvatske je Dubrovački potres od 6. 4. 1667. god. s maksimalnim intenzitetom X^o MCS. Još dva potresa su ocijenjena istim intenzitetom: potres iz 361. god. s epicentrom na otoku Pagu i potres iz 1505. god. s epicentrom između planine Kapele i Plješevice, ali su podaci o tim potresima nepouzdati.

5. Analizirajući sekularnu varijaciju čestina jačih potresa kao i sekularnu varijaciju oslobođene seizmičke energije ustanovljen je period pojačane seizmičke aktivnosti od 1870. do 1910. god. Također je ustanovljeno, da se jači potresi češće javljaju zimi, nego ljeti.

6. Iz priloženih karata rasporeda površina maksimalnog intenziteta potresa se vidi, da i pored toga što su jači potresi kod nas česti po maksimalnom intenzitetu oni su ipak rijetko jači od IX^o MCS. Nadalje se vidi da je površina republike prekrivena intenzitetom VIII^o i većim relativno malena, a to znači da savjesnom primjenom propisa o gradnji na seizmički aktivnim područjima možemo otkloniti neugodne posljedice te prirodne pojave.

Primljeno 10. 9. 1965.

Geofizički zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Zagreb, Grič 3.

LITERATURA

- Akademija nauk SSSR (1962): Atlas zemljotresenij v SSSR.
- Báth, M. (1956): Note on the Measure of Seismicity. Bull. Seism. Soc. Am. vol 46, No. 3, July 1956.
- Christensen, A. & Ziemendorf, G. (1909): Les tremblements de terre. 1905.
- Galánopoulos, A. G. (1963): On napping of Seismic Activity in Greece. Ann. Geofis., vol. XVI. N. 1. 1963.
- Gilić, A. (1923): Seizmička djelatnost u Hrvatskoj, Slavoniji i Međimurju 1922. god., Rad Geof. zav. u Zagrebu, vol. 1., br. 1.
- Grigorova, E. & Grigorov, B. (1964): Epicentrite i seizmičnite linii v Blgarija. Blg. Akad. Nauk., Sofija, 1964.
- Kárník, V. (1958): Neue Seismische Karten der Tschechoslowakei. Geof. Sbor. No. 88.
- Kasumović, M. (1963): Seizmička aktivnost srednjeg Jadrana i posljednji potresi u Makarskom primorju. Geološki vjes., sv. 16, Zagreb, 1963.
- Kišpatić, M. (1891): Potresi u Hrvatskoj. Zagreb, 1891.
— (1907): Potresno izvješće II-XXIV. 1884-1906. god.
- Lais, R. (1913): Catalogue général des tremblements de terre 1907. god.
- Mihailović, J. (1924): Bulletin seismique, 1924. Série B. Macrosismes, Beograd, 1925.
— (1925-1926): Annuaire séismique, Beograd, 1927.
— (1928): Pakračka trusna oblast. Radovi Seiz. Zav. Univ. u Beogradu.
— (1930): Naše najranije trusne katastrofe.
— (1937): Glavne trusne oblasti u Jugoslaviji, Glas. Srp. kralj. akad. 177.
— (1938-1953): Annuaire microséismique et macroséismique, 1937-1951. god.
— i suradn. (1950): Seizmološka karta Jugoslavije. Beograd.
- Mohorovičić, A. (1908-1910): Godišnja izvješća, Zagr. met. ops. za godine 1906-1909. Izd. Zagr. met. ops. Zagreb, 1910.
- Mokrović, J. (1946): Kako nastaju potresi. Knjižnica »Prirode«. Hrv. prir. druš. Zagreb.
— (1950): Potresi u Zagrebu, Rad Geof. zav. u Zagrebu; (II) 13.
- Torbar, J. (1882): Izvješće o Zagrebačkom potresu 9. XI. 1880., Djela Jugosl. akad. knj. 1.
- Wähner, F. (1883): Das Erdbeben von Agram am 9. XI. 1880., Wien 1883.

D. CVIJANOVIĆ:

STRONG EARTHQUAKES ($\geq VI^0$ MCS) IN CROATIA

Analysing the locations of epicentres of the more powerful earthquakes their intensity, the frequency and particularly the liberated seismic energy, based on reliable and comparable data from the most recent period, 1950-1964, it was possible to establish with certainty these four distinct, seismically most active, areas: - Southern Dalmatia from Biokovo, Sinj and Imotski plains to Dubrovnik, including the exceptionally active island of Hvar, deviating thus from the other islands in this part of the Adriatic, which are seismically relatively quiet; the northern coastal lands from Klana to Senj, including the island of Krk; North-western Croatia, particularly the narrower area around Zagreb Mountain, including the northwestern parts of the Vukomerić Hills and Bilogora; eastern Slavonia including the narrow area around Dilj mountain.

If the seismicity of these areas is compared to the average maximum liberated energy of an area of 0.5 square degree reduced to a period of 100 years, this relation will be obtained: 600 to 400 to 200 to 50×10 erg. Understanding the quakes as indicators of incessant movements in the Earth's crust and the total liberated energy as a measure for these movements, then these results are giving an image of the intensity of tectonic activity in Croatia. It is certain that this image will be more completed by further research of the mechanism in the focus of a quake and its depth.

It is interesting that the areas around Zadar, and especially around Dubrovnik, in the periods before 1850 were seismically considerably more active.

The epicentres of stronger quakes in the interior of Croatia are connected with mountains, and in the part along the Adriatic coast they are prevailing along the shore line.

The most powerful quake with the epicenter in the territory of Croatia was that in Dubrovnik on April 6, 1667, with the maximum intensity of X^0 MCS. Two more quakes is estimated, had the same intensity: the quake of 1361 with the epicenter on the Island of Pag and the quake of 1505 with the epicenter between Kapela and Plješćica Mountain, but the data for these two are unreliable.

Analysing the secular variation of the frequency of stronger quakes as well as the secular variation of the liberated seismic energy, a period of intensified seismic activity was established that stronger quakes occurred more frequently during winter than during summer.

From the enclosed maps of the location of the areas of maximum earthquake intensity it is seen, although stronger quakes are frequent here, they are, nevertheless seldom more powerful than IX^0 MCS and the territory of Croatia covered by the intensity of $VIII^0$ and more is relatively small, and this means that by scrupulously applying the temporary regulations for building in seismically active areas the undesirable consequences of this phenomenon can be avoided.

Received 10th September, 1965.

*Institute of Geophysics, Faculty of Science,
Zagreb, Grič 3.*

PRILOG (ANNEX)

KRONIKA JACIH POTRESA U SR HRVATSKOJ
 CHRONICLE OF THE STRONG EARTHQUAKES IN CROATIA
 (VI° - XII° MCS)

Ovaj kronološki popis jačih potresa s epicentrom na području SR Hrvatske sadrži sve potrese VI° MCS i jače od kada se zna za njih tj. od 361 do 1964 godine.

Prvi stupac: Datum; godina, dan, mjesec.

Drugi stupac: Epicentar potresa, koji je dan opisno, tj. kraj koga je mjesta, planine i sl. Za potrese najnovijeg perioda (1850-1964) uz opisni položaj epicentra date su i geografske koordinate epicentra.

Treći stupac: Intenzitet potresa u epicentru u stupnjecima MCS skale.

Četvrti stupac: Srednji polumjer perceptibiliteta r u km.

Peti stupac: Magnituda potresa izračunata iz odnosa M i I_0 .

Datum	Epicentar	Intenzitet I_0 VI-XII	Pol. perc. r u km. (Radius of perceptibility in kilometers)	Magnituda M
361.	Zaške, otok Pag	X		7 1/2
367. 23. VII	Dubrovnik	VIII		6 1/4
567.	Južna Hrvatska i Kranjska - mnogi jači potresi	!		
1000.				
1097				
1178. 15. IV	Zadar	VII		5 1/2
1280. 5. IV	Zadar	VIII		6 1/4
1300. 30. XI	Zadar	VIII		6 3/4
1323.	Vinodol i otoci	IX		6 3/4
1343. 30. VI	Zadar	IX		4 3/4
1387. 5. III	Zadar	VI		4 3/4
1390. 5. XII	Zadar	VI		5 1/2
1399. 6. XI	Zadar, više jačih potresa	VII		4 3/4
1407. 25. VI	Zadar	VI		6 3/4
1418. 7. IV	Vrana (tvrđava)	IX		5 1/2
1472.	Dubrovnik	VII		6 3/4
1481. 14. II	Dubrovnik	IX		6 3/4
1482. u II mj.	Dubrovnik, više jačih potresa	!		
1496. 23. I	Trogir	IX		6 3/4
1496. 28. XI	Dubrovnik	VII		5 1/2
1502. 26. III	Zagrebačka gora	IX		6 3/4
1504. 7. XI	Dubrovnik	IX		6 3/4
1505.	Oko Kaple i Plješivice	X		7 1/2
1516. 6. V	Okolica Dubrovnika	IX		6 3/4
1520. 17. V	Dubrovnik	IX		6 3/4
1530.	Više jačih potresa u Hrvatskoj	!		
1531.				
1534. 3. II	Dubrovnik	VI		4 3/4
1544. 6. III	Okolica Dubrovnika	VII		5 1/2
1544. 13. VII	Dubrovnik	VI		4 3/4
1564.	Više jačih potresa u Hrvatskoj	!		

Datum	Epicentar	Intenzitet I_0 VI-XII	Pol. perc. r u km. (Radius of perceptibility in kilometers)	Magnituda M
1574.	Lupoglav pod Učkom	IX		6 3/4
1614. 2. III	Zadar	VIII		6 1/4
1626. 3. VII	Pula	IX	300-350	6 3/4
1634.	Dubrovnik, više jačih potresa	VIII		6 1/4
1639.	Dubrovnik	VIII		6 1/4
1645.	Karlovac, više jačih potresa	IX		6 3/4
1646.				
1648.	Senj	VIII		6 1/4
1666.	Jak potres u Dalmaciji	!		
1667. 15. III	Zadar	VII		5 1/2
1667. 6. IV	Dubrovnik	X		7 1/2
1669. 1. IX	Sjeverna Hrvatska	VII		5 1/2
1669. 29. XII	Sjeverna Hrvatska	VII		5 1/2
1678.	Zagorje	VI		4 3/4
1697	Jači potresi od Ozlja do mora	!		
1699. 6. II	Zadar	VII		5 1/2
1699. 11. II	Metlika, Ozalj	IX		6 3/4
1700. 25. VIII	Karlovac	IX		6 3/4
1717. 28. VII	Zadar	VIII		6 1/4
1724. 3. X	Zadar	VII		5 1/2
1725. 10. V	Zadar	VII		5 1/2
1750. 28. XI	Rijeka	VII		5 1/2
1750. 17. XII	Rijeka	VIII		6 1/4
1753. 24. IV	Rijeka	VII		5 1/2
1756. 18. II	Zagrebačka gora	VI		4 3/4
1757. 27. VI	Ivanić-Kloštar	VII		5 1/2
1757. 7. VII	Virovitica	IX		6 3/4
1757. 11. VII	Bilo gora	VII		5 1/2
1769. 28. XI	Split, Mosor	VII		5 1/2
1775. 13. X	Bedekovčina	VIII		6 1/4
1776. 24. IV	Bakar	VII		5 1/2
1778. 8. XI	Koprivnica-Legrad	IX		6 3/4
1779. 10. III	Legrad	VI		4 3/4
1791. 25. XII	Dubrovnik	VI		4 3/4
1799. 24. XI	Zadar	VI		4 3/4
1802. 4. I	Rižeka, Grobnik	IX		6 3/4
1803.	Dubrovnik	VI		4 3/4
1810.	Ludbreg	VI		4 3/4
1812. 26. VII	Zagrebačka gora	VI		4 3/4
1813. 26. X	Đakovo, Dilj gora	VII		5 1/2
1823. 7. VIII	Dubrovnik, Ston	VII		5 1/2
1823. 23. VIII	Mljet	VII		5 1/2
1823. 3. IX	Mljet	VII		5 1/2
1827. 17. IV	Dubrovnik	VII		5 1/2
1827. 17. IV	Karlovac	VI		4 3/4
1828. 11. IV	Zadar	VI		4 3/4
1828. 11. IV	Zadar	VII		5 1/2
1830. 8. II	Zagrebačka gora	VI		4 3/4
1830. 17. II	Zagrebačka gora	VI		4 3/4
1834. 5. X	Split, Mosor	VI		4 3/4
1836. 12/13. XI	Radoboj, Zajezda	VII		5 1/2

Čvijanović: Potresi u Hrvatskoj

Datum	Epicentar	Intenzitet I_0 VI-XII	Pol. perc. r u km. (Radius of perceptibility in kilometers)	Magnituda M
1836. 18. XI	Radoboj, Zajezda	VI		4 3/4
1837. 3. III	Zadar	VI		4 3/4
1837. 22. IX	Zagrebačka gora	VII		5 1/2
1837. 9. VIII	Bakar	VI		4 3/4
1837. 10. VIII	Bakar, Kostrena	VII		5 1/2
1839. 3. IV	Zagrebačka gora	VI		4 3/4
1839. 2. X	Dubrovnik	VI		4 3/4
1843. u II mj.	Dubrovnik, više jačih potresa	VII		5 1/2
1843. u VIII mj.	Dubrovnik, Ston, više jačih potresa	!		
1843. u IX mj.				
1843. 14. IX	Dubrovnik, Ston	VII		5 1/2
1844. 7. II	Slano	VII	130-150	5 1/2
1844. 27. II	Dubrovnik	VII		5 1/2
1844. 2. III	Dubrovnik	VI		4 3/4
1844. 21. III	Zadar	VI		4 3/4
1844. 22. III	Mosor, Gata, Zvečanje	IX	300-350	6 3/4
1844. 24. III	Mosor, Gata, Zvečanje	VII		5 1/2
1845. 16. VIII	Dubrovnik	VI		4 3/4
1845. 5. XII	Dubrovnik	VII		5 1/2
1846. 8. VII	Kraj Dubrovnika	VI		4 3/4
1848. 2. VIII	Dubrovnik, Ston	VII		5 1/2
1848. 3. VIII	Dubrovnik, Ston	VII		5 1/2
<hr/>				
1850. 14. II	Ston; 42,9° N, 17,8° E	VI		4 3/4
1850. 14. IV	Ston; 42,9° N, 17,8° E	IX		6 3/4
1850. 19. IV	Ston; 42,9° N, 17,8° E	VI		4 3/4
1850. 23. IV	Ston; 42,9° N, 17,8° E	VII		5 1/2
1850. 29. IV	Ston; 42,9° N, 17,8° E	VIII		6 1/4
1850. 3. V	Ston; 42,9° N, 17,8° E	VI		4 3/4
1850. 17. VI	Ston; 42,9° N, 17,8° E	VII		5 1/2
1850. 19. VIII	Ston; 42,9° N, 17,8° E	VII		5 1/2
1853. 16. I	N-rub Žumberačke gore 45,8° N, 15,7° E	VII		4 3/4
1853. 24. V	Dubrovnik; 42,7° N, 18,2° E	VI		4 3/4
1853. 14. VI	S-rub Žumberačke gore Svetice; 45,7° N, 15,3° E	VI		4 3/4
1853. 18. XII	Dubrovnik; 42,7° N, 18,2° E	VII		5 1/2
1854. 22. XI	S-rub Žumberačke gore Svetice, 45,7° N, 15,3° E	VI		4 3/4
1856. 9. XI	S-rub Žumberačke gore Svetice, 45,7° N, 15,3° E	VI		4 3/4
1857. 20. XII	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VII		5 1/2
1857. 26. XII	Kraljevica; 45,3° N, 14,7° E	VI		4 3/4
1858. 22. I	Dilj gora, 45,3° N, 18,1° E	VI		4 3/4
1859. 16. VI	Dilj gora, 45,3° N, 18,1° E	VI		4 3/4
1859. 8. VII	Otok Hvar, 43,3° N, 16,4° E	VI		4 3/4
1861. 15. V	N. Gradiška, Ljupina; 45,2° N, 17,4° E	VII		5 1/2
1861. 18. XII	E-rub Zrinjske gore; 45,1° N, 16,4° E	VII		5 1/2
1862. 25. VII	Imotsko polje 43,4° N, 17,2° E	VI		4 3/4

Datum	Epicentar	Intenzitet I_n VI-XII	Pol. perc. r u km. (Radius of perceptibility in kilometers)	Magnituda M
1864. 12. I	Dubrovnik; 42,6° N, 18,2° E	VI		4 3/4
1865. 24. XII	S-rub Žumberačke gore, Svetice; 45,7° N, 15,3° E	VI		4 3/4
1866. 8. VIII	S-rub Žumberačke gore, Svetice 45,7° N, 15,3° E	VI		4 3/4
1866. 3. XII	Rijeka, Klana, više jačih potresa; 45,4° N, 14,4° E	VI		4 3/4
1867. 3. IV	S-rub Žumberačke gore, Svetice; 45,7° N, 15,3° E	VI		4 3/4
1868. 5. XII	Senj; 45,0° N, 15,0° E	VI		4 3/4
1869. 30. III	Senj; 45,0° N, 15,0° E	VI		4 3/4
1869. 1. V	Dubrovnik, više jačih potresa; 42,6° N, 18,2° E	VIII		6 1/4
1869. 5. XII	Kalnik; 46,1° N, 16,6° E	VI		4 3/4
1870. 3. I	Senj, 45,0° N, 15,0° E	VI		4 3/4
1870. 23. II	Rijeka, Klana; 45,4° N, 14,4° E	VII	80-90	5 1/2
1870. 1. III	Rijeka, Klana; 45,4° N, 14,4° E	VIII	200	6 1/4
1870. 10. V	Rijeka, Klana; 45,4° N, 14,4° E	VII		5 1/2
1870. 11. V	Rijeka, Klana; 45,4° N, 14,4° E	VI		4 3/4
1870. 6. VIII	Otok Hvar; 43,3° N, 16,4° E	VI		4 3/4
1871. 9. VIII	Vukomeričke gorice, Pisarovina; 45,6° N, 15,9° E	VI		4 3/4
1872. 22. III	Zadar, Benkovac; 44,1° N, 15,5° E	VII		5 1/2
1873. 19. IV	Senj; 45,0° N, 15,0° E	VI		4 3/4
1874. 18. III	S-rub Žumberačke gore, Svetice; 45,7° N, 15,3° E	VI		4 3/4
1876. 20. X	N-rub Zrinjske gore; 45,4° N, 16,3° E	VI		4 3/4
1876. 12. XII	Moslavačka gora; 45,7° N, 16,6° E	VI		4 3/4
1877. 30. III	Senj; 45,0° N, 15,0° E	VII		5 1/2
1878. 8/9. X	Severin; 45,4° N, 15,2° E	VI		4 3/4
1878. 23. IX	Senj; 45,0° N, 15,0° E	VII	60-70	5 1/2
1879. 21. VI	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VII		5 1/2
1879. 7. XII	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1880. 12. II	Severin; 45,4° N, 15,2° E	VI		4 3/4
1880. 14. II	Severin; 45,4° N, 15,2° E	VI		4 3/4
1880. 9. XI	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	IX	300	6 3/4
1880. 11. XI	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VII	100	5 1/2
1880. 16. XI	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1880. 21. XI	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1880. 25. XI	Zagrebačka gora, Bistra; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1880. 8. XII	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI	50	4 3/4
1880. 10. XII	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4

Čvijanović: Potresi u Hrvatskoj

Datum	Epicentar	Intenzitet I_0 VI-XII	Pol. perc. r u km. (Radius of perceptibility in kilometers)	Magnituda M
1880. 11. XII	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1880. 16. XII	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VII	100	5 1/2
1881. 19. I	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1881. 4. II	Rijeka, Klana; 45,4° N, 14,4° E	VII	150	5 1/2
1881. 25. II	Zagrebačka gora, Bistra; 45,9° N, 16,0° E	VI		4 3/4
1881. 4. III	Zagrebačka gora, Bistra; 45,9° N, 16,0° E	VI		4 3/4
1881. 23. V	Ston; 42,9° N, 17,8° E	VII		5 1/2
1882. 22. I	Severin; 45,4° N, 15,2° E	VI		4 3/4
1882. 26. V	Grižane, Bribir; 45,2° N, 14,8° E	VI		4 3/4
1882. 11. X	Zagrebačka gora, Bistra; 45,9° N, 16,0° E	VI		4 3/4
1883. 11. II	N-rub Zrinjske gore; 45,4°, 16,3° E	VI		4 3/4
1883. 15. XI	N-rub Dilj gore; 45,4° N, 18,1° E	VI		4 3/4
1883. 20. XII	Kalnik; 46,1° N, 16,6° E	VI		4 3/4
1884. 24. III	Dilj gora; 45,3° N, 18,1° E	VII	120-150	5 1/2
1884. 27. III	Dilj gora; 45,3° N, 18,1° E	VI	90	4 3/4
1885. 3. V	Senj; 45,0° N, 15,0° E	VI		4 3/4
1885. 7. X	SW-rub Psunja; 45,3° N, 17,2° E	VI		4 3/4
1886. 23. I	S-rub Žumberačke gore, Jaska; 45,7° N, 15,5° E	VI		4 3/4
1886. 22. II	S-rub Žumberačke gore, Jaska; 45,7° N, 15,5° E	VI		4 3/4
1886. 22. II	Dilj gora; 45,3° N, 18,1° E	VI		4 3/4
1886. 27. VI	Otok Korčula; 42,9° N, 16,9° E	VI	100	4 3/4
1887. 13. VIII	S-rub Žumberačke gore, Jaska; 45,7° N, 15,5° E	VI		4 3/4
1888. 30. III	N-rub Dilj gore; 45,4° N, 18,1° E	VII		5 1/2
1889. 22. II	Kraj Perušića; 44,6° N, 15,4° E	VII		5 1/2
1889. 4. III	Drežnica; 45,1° N, 15,2° E	VI		4 3/4
1889. 6. III	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1889. 27. IV	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1890. 30. III	N-rub Dilj gore; 45,4° N, 18,1° E	VI		4 3/4
1890. 7. VI	Biokovo, Makarska; 45,3° N 17,0° E	VI		4 3/4
1890. 18. VII	Novi; 45,1° N, 14,9° E	VI		4 3/4
1890. 30. VII	Novi; 45,1° N, 14,9° E	VI		4 3/4
1890. 13. IX	Novi; 45,1° N, 14,9° E	VII		5 1/2
1890. 26. XI	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1891. 17. II	N-rub Zrinjske gore; 45,4° N, 16,3° E	VI	50	4 3/4
1891. 3. V	Novi; 45,1° N, 14,9° E	VI		4 3/4
1893. 12. VI	Grižane, Bribir 45,2° N, 14,8° E	VII		5 1/2
1893. 20. VI	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VII		5 1/2

Datum	Epicentar	Intenzitet I_0 VI-XII	Pol. perc. r u km. (Radius of perceptibility in kilometers)	Magnituda M
1893. 26. VI	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1893. 28. VII	Kraj Kosinja; 44,7° N, 15,3° E	VII	130	5 1/2
1893. 11. X	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VII		5 1/2
1894. 15. II	E-rub Zrinjske gore; 45,1° N, 16,4° E	VI		4 3/4
1894. 19. VIII	S-rub Zumberačke gore, Svetice; 45,7° N, 15,3° E	VI		4 3/4
1894. 23. VIII	Drniš; 43,9° N, 16,3° E	VI		4 3/4
1895. 9. VIII	Brinje, Senj; 44,9° N, 15,1° E	VII	110	5 1/2
1896. 31. XII	Psunj, Pakrac; 45,4° N, 17,2° E	VI		4 3/4
1897. 13. IX	Otok Hvar; 43,3° N, 16,4° E	VI		4 3/4
1897. 14. IX	Biokovo, Makarska; 43,3° N, 17,0° E	VII		5 1/2
1897. 18. IX	Zadar, Benkovac; 44,1° N, 15,5° E	VI		4 3/4
1897. 18. X	Vukomeričke gorice, Pisarovina; 45,6° N, 15,9° E	VI		4 3/4
1897. 5. XI	Imotsko polje; 43,4° N, 17,2° E	VI		4 3/4
1897. 2. XII	Kraj Knina; 43,9° N, 16,2° E	VI		4 3/4
1898. 2. VII	S-dio Sinjskog polja; 43,6° N, 16,8° E	IX	250	6 3/4
1898. 8. VII	S-dio Sinjskog polja; 43,6° N, 16,8° E	VI		4 3/4
1898. 18. VII	S-dio Sinjskog polja; 43,6° N, 16,8° E	VI		4 3/4
1898. 23. VII	S-dio Sinjskog polja; 43,6° N, 16,8° E	VII		5 1/2
1898. 28. VII	S-dio Sinjskog polja; 43,6° N, 16,8° E	VII		5 1/2
1898. 3. VIII	S-dio Sinjskog polja; 43,6° N, 16,8° E	VII		5 1/2
1898. 18. X	N-dio Sinjskog polja; 43,8° N, 16,7° E	VI		4 3/4
1898. 8. XI	Zadar, Benkovac; 44,1° N, 15,5° E	VII		5 1/2
1898. 8. XII	N-dio Sinjskog polja; 43,8° N, 16,7° E	VI		4 3/4
1898. 10. XII	N-dio Sinjskog polja; 43,8° N, 16,7° E	VI		4 3/4
1898. 12. XII	N-dio Sinjskog polja; 43,8° N, 16,7° E	VI		4 3/4
1899. 28. II	Muč, Split; 43,7° N, 16,5° E	VI	70	5 1/2
1899. 15. V	N-dio Sinjskog polja; 43,8° N, 16,7° E	VII		5 1/2
1899. 26. VI	Otok Hvar; 43,3° N, 16,4° E	VII	150	5 1/2
1899. 2. IX	Zadar, Benkovac; 44,1° N, 15,5° E	VII		4 3/4
1899. 30. XII	Imotsko polje; 43,4° N, 17,2° E	VI		4 3/4
1900. 27. I	N-dio Sinjskog polja; 43,8° N, 16,7° E	VI		4 3/4
1900. 28. I	Banova Jaruga; 45,4° N, 16,9° E	VI		4 3/4
1900. 10. III	Otok Hvar; 43,3° N, 16,4° E	VI		4 3/4
1900. 20. III	Banova Jaruga; 45,4° N, 16,9° E	VI		4 3/4
1900. 14. IV	N-dio Sinjskog polja; 43,8° N, 16,7° E	VI		4 3/4
1901. 8. V	Vukomeričke gorice, Pisarovina; 45,6° N, 15,9° E	VI		4 3/4
1901. 17. XII	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VII	120	5 1/2
1902. 18. I	Novi; 45,1° N, 14,9° E	VI		4 3/4
1902. 24. X	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1902. 4. XI	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1903. 17. VIII	Vukomeričke gorice, Pisarovina; 45,6° N, 15,9° E	VI		4 3/4
1903. 11. X	Cabuna, Virovitica; 45,8° N, 17,5° E	VII	80	5 1/2

Cvijanović: Potresi u Hrvatskoj

Datum	Epicentar	Intenzitet I_0 VI-XII	Pol. perc. r u km. (Radius of perceptibility in kilometers)	Magnituda M
1904. 2. III	Vukomeričke gorice, Pisarovina; 45,6° N, 15,9° E	VI		4 3/4
1904. 10. III	Rijeka, Klana; 45,4° N, 14,4° E	VI		4 3/4
1904. 16. IX	Krasica, Rijeka; 45,4° N, 14,5° E	VI		4 3/4
1905. 1. II	Novi; 45,1° N, 14,9° E	VI		4 3/4
1905. 29. V	Ivančica, Zlatar; 46,1° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1905. 15. X	Kraj Perušića; 44,6° N, 15,4° E			
	Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VII		5 1/2
1905. 17. XII	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1905. 28. XII	Zagrebačka gora,	VI		4 3/4
1906. 1. I	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1906. 2. I	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VIII	200	6 1/4
1906. 2. I	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1906. 26. V	Vukomeričke gorice, Pisarovina; 45,6° N, 15,9° E	VI		4 3/4
1906. 4. III	Kraj Perušića; 44,6° N, 15,4° E	VI		4 3/4
1906. 4. III	Brinje, Senj; 44,9° N, 15,1° E	VII		5 1/2
1907. 29. X	Vukomeričke gorice, Pisarovina; 45,6° N, 15,9° E	VI		4 3/4
1908. 22. II	Zabor; 46,0° N, 15,9° E	VI		4 3/4
1908. 20. VII	NE-rub Papuka, Drenovac; 45,6° N, 17,8° E	VII		5 1/2
1908. 4. IX	Novi; 45,1° N, 14,9° E	VI		4 3/4
1909. 8. X	Vukomeričke gorice, Farkašić, Pokupsko; 45,5° N, 16,1° E	IX		6 3/4
1909. 10. X	Vukomeričke gorice, Farkašić, Pokupsko; 45,5° N, 16,1° E	VII		5 1/2
1909. 23. X	Vukomeričke gorice, Farkašić, Pokupsko; 45,5° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1909. 25. X	Vukomeričke gorice, Farkašić, Pokupsko; 45,5° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1909. 13. XII	Vukomeričke gorice, Farkašić, Pokupsko; 45,5° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1910. 24. XII	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1910. 29. I	Vukomeričke gorice, Farkašić, Pokupsko; 45,5° N, 16,1° E	VII		5 1/2
1910. 29. I	Vukomeričke gorice, Farkašić, Pokupsko; 45,5° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1910. 16. VI	Zabok; 46,0° N, 15,9° E	VI		4 3/4
1911. 18. X	Zagrebačka gora, Bistra; 45,9° N, 16,0° E	VI		4 3/4
1912. 19. IX	Legrad, Ludbreg; 46,3° N, 16,7° E	I		4 3/4
1913. 5. I	Vukomeričke gorice, Farkašić, Pokupsko; 45,5° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1913. 23. I	Vukomeričke gorice, Farkašić, Pokupsko; 45,5° N, 16,1° E	VI		4 3/4

Datum	Epicentar	Intenzitet I_0 VI-XII	Pol. perc. r u km. (Radius of perceptibility in kilometers)	Magnituda M
1913. 16. VII	Vukomeričke gorice, Farkašić, Pokupsko; 45,5° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1913. 31. VII	Vukomeričke gorice, Pisarovina; 45,6° N, 15,9° E	VI		4 3/4
1916. 12. II	Kalnik; 46,1° N, 16,6° E	VI		4 3/4
1916. 12. III	Grižane, Bribir; 45,2° N, 14,8° E	IX	280	6 3/4
1916. 14. VII	Brinje, Senj; 44,9° N, 15,1° E	VII		5 1/2
1916. 14. X	Crikvenica; 45,2° N, 14,7° E	VI		4 3/4
1917. 29. I	N-rub Žumberačke gore; 45,8° N, 15,6° E	VII	100	5 1/2
1917. 26. II	Brinje, Senj; 44,9° N, 15,1° E	VII	130	5 1/2
1917. 29. VI	Vukomeričke gorice, Farkašić, Pokupsko; 45,5° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1918. 3. XI	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1920. 30. VII	Baška, otok Krk; 45,0° N, 14,8° E	VII		5 1/2
1922. 22. II	E-rub Ivančice; 46,2° N, 16,4° E	VI	50	4 3/4
1922. 9. III	Kalnik; 46,1° N, 16,6° E	VI		4 3/4
1922. 9. III	Vukomeričke gorice, Farkašić, Pokupsko; 45,5° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1924. 13. I	Pakoštane; 43,8° N, 15,7° E	*VI		4 3/4
1924. 9. II	Pakoštane; 43,8° N, 15,7° E	*VI		4 3/4
1924. 13. II	Pakoštane; 43,8° N, 15,7° E	*VI		4 3/4
1924. 14. II	Pakoštane; 43,8° N, 15,7° E	VI		4 3/4
1924. 16. V	Pakoštane; 43,8° N, 15,7° E	*VI		4 3/4
1924. 30. V	Bišina; 43,5° N, 17,0° E	*VI		4 3/4
1924. 3. XII	Zagrebačka gora, Bistra; 45,9° N, 16,0° E	*VI		4 3/4
1925. 30. V	Kraj Knina; 43,9° N, 16,2° E	*VIII		6 1/4
1925. 5. IX	Grižane, Bribir; 45,2° N, 14,8° E	*VI		4 3/4
1925. 11. IX	Grižane, Bribir; 45,2° N, 14,8° E	*VI		4 3/4
1926. 1. I	Crikvenica; 45,2° N, 14,7° E	*VII		5 1/2
1926. 12. V	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	*VII		5 1/2
1926. 21. X	Senj; 45,0° N, 15,0° E	VI		4 3/4
1927. 14. II	Otok Hvar; 43,3° N, 16,4° E	VII		5 1/2
1927. 20. II	Legrad, Ludbreg; 46,3° N, 16,7° E	VII		5 1/2
1933. 23. V	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1933. 10. VI	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1933. 3. VIII	Zagrebačka gora, Kašina; 45,9° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1936. 1. XI	Zabok; 46,0° N, 15,9° E	VI		4 3/4
1937. 4. IV	Dilj gora; 45,3° N, 18,1° E	*VI		4 3/4
1937. 4. IV	Dilj gora; 45,3° N, 18,1° E	*VII		5 1/2
1937. 4. IV	Dilj gora; 45,3° N, 18,1° E	*VI		4 3/4
1937. 6. IV	Dilj gora; 45,3° N, 18,1° E	*VII		5 1/2
1937. 20. VII	Ielsa, otok Hvar; 43,2° N, 16,7° E	*VIII		6 1/4
1937. 18. VIII	Ielsa, otok Hvar; 43,2° N, 16,7° E	*VI		4 3/4
1937. 26. VIII	Ielsa, otok Hvar; 43,2° N, 16,7° E	*VI		4 3/4
1938. 26. III	Bilo gora, Đurđevac; 46,0° N, 17,0° E	*VI		4 3/4

Cvijanović: Potresi u Hrvatskoj

Datum	Epicentar	Intenzitet I_0 VI-XII	Pol. perc. r u km. (Radius of perceptibility in kilometers)	Magnituda M
1938. 27. III	Bilo gora, Đurđevac; 46,0° N, 17,0° E	VIII		6 1/4
1938. 27. III	Bilo gora, Đurđevac; 46,0° N, 17,0° E	VI		4 3/4
1938. 27. V	Jelsa, otok Hvar; 43,2° N, 16,7° E	VI		4 3/4
1939. 5. II	Omišalj, otok Krk; 45,2° N, 14,5° E	VI		4 3/4
1939. 6. II	Omišalj, otok Krk; 45,2° N, 14,5° E	VII	70	5 1/2
1939. 18. II	Omišalj, otok Krk; 45,2° N, 14,5° E	*VI		4 3/4
1939. 22. VIII	Slano; 42,8° N, 18,0° E	*VI		4 3/4
1939. 28. X	Dubrovnik; 42,6° N, 18,2° E	*VI		4 3/4
1940. 9. III	N-rub Žumberačke gore; 45,8° N 15,6° E	*VII		5 1/2
1940. 19. VII	Jelsa, otok Hvar; 43,2° N, 16,7° E	*VI		4 3/4
1940. 22. VII	Jelsa, otok Hvar; 43,2° N, 16,7° E	*VI		4 3/4
1940. 23. VII	Jelsa, otok Hvar; 43,2° N, 16,7° E	*VI		4 3/4
1940. 16. IX	S-rub Papuka; 45,5° N, 17,6° E	*VI		4 3/4
1941. 26. V	Dubrovnik; 42,6° N, 18,2° E	*VI		4 3/4
1942. 29. XII	Imotsko polje; 43,4° N, 17,2° E	IX	300	6 3/4
1942. 29. XII	Imotsko polje; 43,4° N, 17,2° E	VI		4 3/4
1943. 20. I	S-dio Sinjskog polja; 43,6° N, 16,8° E	VII		5 1/2
1946. 9. II	Slano; 42,8° N, 18,0° E	*VI		4 3/4
1946. 11. VII	Biokovo, Makarska; 43,3° N, 17,0° E	*VI		4 3/4
1949. 30. VI	Baška, otok Krk; 45,0° N, 14,8° E	VII		5 1/2
1949. I. XII	Biokovo, Makarska; 43,3° N, 17,0° E	VI	55	4 3/4
1949. 20. I	Baška, otok Krk; 45,0° N, 14,8° E	VII	140	5 1/2
1949. 14. III	S-rub Žumberačke gore, Jaska; 45,7° N, 15,5° E			4 3/4
1951. 13. VIII	E-rub Zriniske gore; 45,1° N, 16,4° E	VI		4 3/4
1952. 20. III	S-dio Sinjskog polja; 43,6° N, 16,8° E	VI		4 3/4
1953. 21. III	Dili gora; 45,3° N, 18,1° E	VII		5 1/2
1953. 18. IX	N-rub Žumberačke gore. 45,8° N. 15,6° E	*VI		4 3/4
1954. 7. V	Ivančica, Zlatar; 46,1° N, 16,1° E	VI		4 3/4
1954. 12. XII	Opuzen; 43,0° N, 17,6° E	VI		4 3/4
1955. 23. II	Slano; 42,8° N, 18,0° E	VI		4 3/4
1955. 13. VI	Dili gora, Nova Kapela; 45,2° N, 17,8° E	VII		5 1/2
1955. 19. VII	S-rub Žumberačke gore, Svetice; 45,7° N. 15,3°	VI		4 3/4
1955. 15. IX	Muč. Split; 43 7° N. 16 5° E	VI	60	4 3/4
1955. 19. IX	Kalnik; 46,1° N. 16,6° E	VI		4 3/4
1956. 15. VIII	Otok Hvar; 43,3° N. 16,4° E	VII		5 1/2
1959. 2. XII	Kraj Perušića; 44,6° N. 15,4° E	VII	160	5 1/2
1960. 18. XII	Drežnica; 45,1° N, 15,2° E	VII		5 1/2
1962. 7. I	Biokovo, Podgora; 43,2° N, 17,1° E	VIII	230	6 1/4
1962. 11. I	Biokovo, Makarska; 43,3° N, 17,0° E	IX	300	6 3/4
1962. 12. I	Biokovo, Makarska; 43,3° N, 17,0° E	VI		4 3/4
1962. 14. I	Opuzen; 43,0° N, 17,6° E	VI		4 3/4
1962. 21. I	Imotsko polje; 43,4° N, 17,2° E	VI		4 3/4
1963. 14. II	Zadar, Benkovac; 44,1° N, 15,5° E	VI		4 3/4
1964. 13. IV	Dilj gora; 45,3° N, 18,1° E	VIII	250	6 1/4
1964. 15. IV	Dilj gora; 45,3° N, 18,1° E	VI		4 3/4
1964. 25. V	Bilo gora, Đurđevac; 46,0° N, 17,0° E	VII		5 1/2
1964. 6. VI	Bilo gora, Đurđevac; 46,0° N, 17,0° E	VI		4 3/4

SR HRVATSKA



EPICENTRI JAČIH POTRESA
EPICENTRES OF STRONG EARTHQUAKES
PERIOD: 1850-1964.

MAKSIMALNI INTENZITET U EPICENTRU:

MAXIMUM INTENSITY IN EPICENTRES:

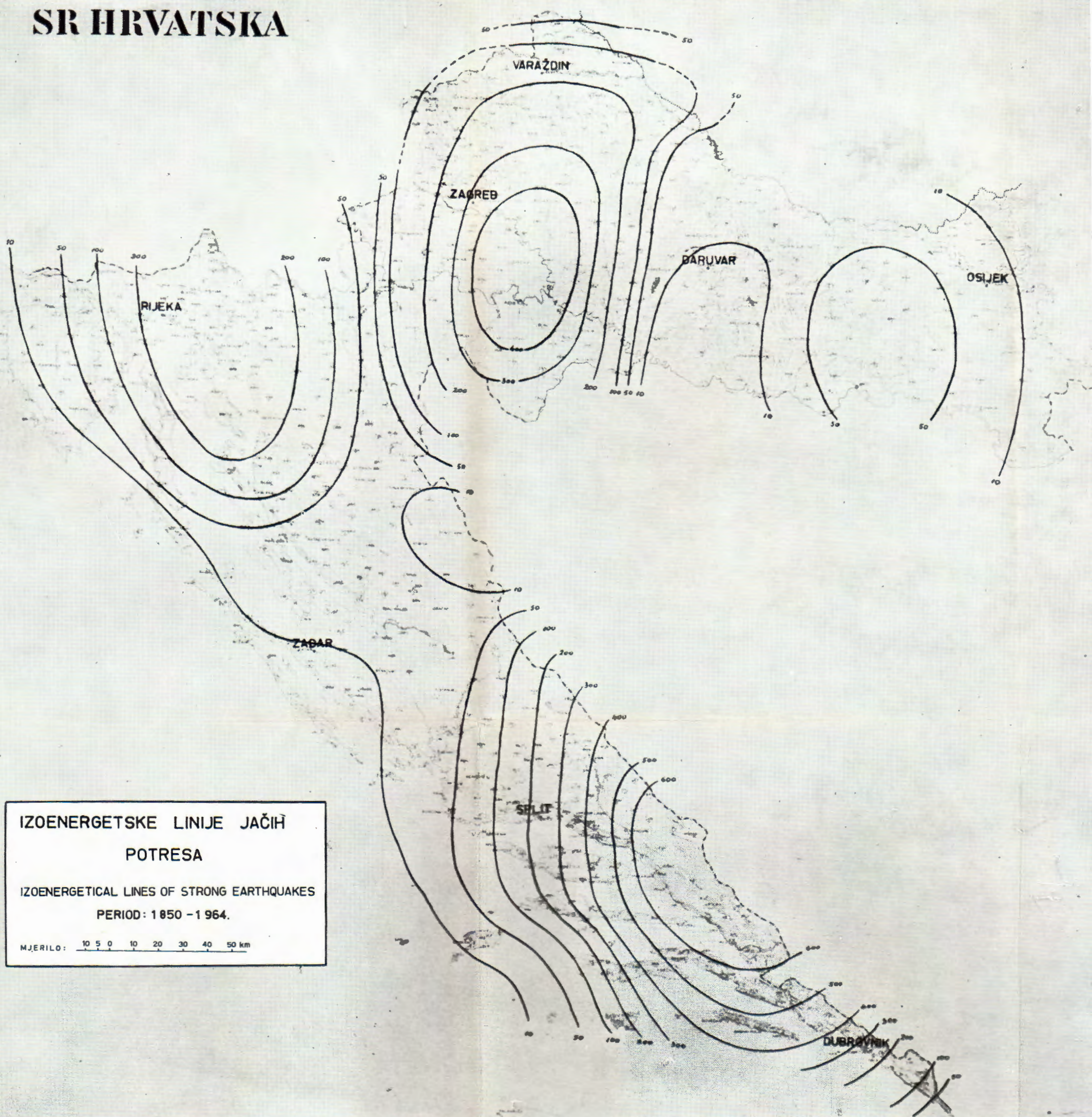
- VI
- VII
- ⊙ VIII
- ⊙ IX

MJERILO: 10 5 0 10 20 30 40 50 km

SR HRVATSKA



SR HRVATSKA



IZOENERGETSKE LINIJE JAČIH
POTRESA

IZOENERGETICAL LINES OF STRONG EARTHQUAKES
PERIOD: 1850 - 1964.

MJERILO: 10 5 0 10 20 30 40 50 km

SR HRVATSKA



**POVRŠINE MAKSIMALNOG INTENZITETA
POTRESA**
SURFACES OF MAXIMUM INTENSITY OF EARTHQUAKES
PERIOD: 1850 - 1964.

MJERILO: 10 5 0 10 20 30 40 50 km

SR HRVATSKA



POVRŠINE MAKSIMALNOG INTENZITETA

POTRESA

SURFACES MAXIMUM INTENSITY OF EARTHQUAKES

PERIOD: 1931 - 1964.

MJERILO: 10 5 0 10 20 30 40 50 km