

MARIJAN KASUMOVIC

SEIZMIČKA AKTIVNOST SREDNJEG JADRANA I POSLJEDNJI POTRESI U MAKARSKOM PRIMORJU

S 1 kartom u prilogu

Na temelju rezultata mikroseizmičkih analiza potresa iz razdoblja od 1916. do 1956. godine autor ocjenjuje seizmičku aktivnost srednjeg Jadrana i daje prostornu razdiobu epicentara potresa u cijelom tom području. S tim elementima tumači razorne učinke Makarskih potresa iz mjeseca siječnja 1962. godine i ukazuje na mogućnost pojave novih potresa u tom dijelu Jadrana.

I

Za potrese iz mjeseca siječnja 1962. godine, koji su zahvatili oba Ino područje srednjeg Jadrana između Splita i Dubrovnika, uzrokovali paniku među stanovništvom i znatne štete u Makarskoj i okolici, sa geofizičkog, specijalno seizmološkog, stanovišta možemo reći, da ne predstavljaju iznenađenje. Istočna obala Jadranskog mora, naročito njen srednji i južni dio, poznata je od davnine kao potresno područje i pripada – u pogledu seizmiciteta – Mediteranskom seizmičkom pojasu.

Utvrđeno je to već na temelju ovih historijskih podataka o snažnim potresima u tom području, koje iznosimo prema Gutenbergu (1932):

- 1237. god., u mjesecu ožujku potres je razorio Drač;
- 1418. god., potres je razorio tvrđavu Vranja u Dalmaciji;
- 1472. god., niz razornih potresa zahvatio je Gruž i okolici;
- 1520. god., potres je znatno oštetio Dubrovnik;
- 1648. god., od potresa je oštećena većina zgrada u Senju;
- 1667. god., 6. travnja potres je potpuno razorio Dubrovnik i uzrokovao znatne štete u području od Stona do Ulcinja. Pri tom potresu opažena je i pojava poznata pod imenom »tsunami« (progresivan val u moru pobuđen udarom potresa);
- 1822. do 1825. god., niz potresa s jakim detonacijama na otoku Mljetu;

- 1855. god., potres je uzrokovao teška oštećenja u području Skadarskog jezera;
- 1869. god., razoran potres u Draču;
- 1898. god., 2. lipnja razoran potres u Sinju i okolici;
- 1905. god., 1. lipnja snažan potres u području Skadarskog jezera.

Taj historijski materijal, premda je od ogromnog značenja i velike vrijednosti, ne daje a niti može dati pravu sliku o čestini tektonskih poremećaja u Zemljinoj kori tog područja, jer su to samo oni potresi koje su ljudi primijetili i koji su imali za posljedicu razaranje njihovih naselja i ostale nesreće s tim povezane, dakle ne uključuje sve potrese. Uzimajući u obzir samo naprijed spomenute katastrofe može se dobiti utisak, da je od jednog do drugog potresa u unutrašnjosti Zemlje vladao potpuni mir. Osim toga podaci se odnose samo na obalno područje, pa ne mogu poslužiti za određivanje seizmičke aktivnosti i dijela, kojeg pokriva more.

Radi dobivanja predodžbe o seizmicitetu šire okoline tj. cijelog srednjeg i jednog dijela južnog Jadrana, značaju Makarskih potresa s obzirom na uzroke razaranja koja su nanijeli i eventualnog uvida u mogućnost pojave novih potresa, prikazat ćemo prostornu i vremensku raspodjelu epicentara potresa na cijelom tom području u toku posljednjih 40 godina. To razdoblje nije slučajno odabrano. Krajem prošlog i početkom ovog stoljeća konstruirani su upotrebljivi seizmografi, formirala se je svjetska mreža seizmoloških opservatorija i organizirali centri za istraživanje potresa. Time je omogućena konstatacija gotovo svih potresa, lokacija njihovih epicentara, određivanje epicentralnih vremena i dubine hipocentara iz objektivnog (instrumentalnog) materijala opažanja. Uzimajući u obzir spomenuto razdoblje koristimo u ovom radu rezultate mikrosezimčkih analiza, čime je - za razliku od makroseizmičkih - omogućeno istražiti seizmičku aktivnost te cijele trusne oblasti.

Moramo primijetiti da iz istog a i ranijeg razdoblja postoji opširan makroseizmički materijal, no on se odnosi na uže obalno područje i unutrašnjost. Ovdje ga nećemo ponovno iznositi, jer je objavljen u seizmološkim izvještajima Beograda (Annuaire, 1923-1952) i Zagreba (Izvješće 1952-1960) i prikazan na Seizmološkoj karti Jugoslavije (1950) koja - kao i neke ranije karte - obuhvaća isključivo trusna područja na kopnu.

II

Definitivne lokacije epicentara svih potresa na Zemlji određuje Internacionalna unija za geodeziju i geofiziku. Pri tom se koriste prvenstveno mikrosezimčki podaci o potresima koje daju seizmološki opservatoriji cijelog svijeta. Rezultati se objavljuju u publikaciji International Seismological Summary, koju sada izdaje Kew Observatory u Richmondu. U slijedećem dajemo pregled potresa iz tog dijela Jadrana od 1916. do 1956. godine. Pozicije epicentara prikazat ćemo također na priloženoj karti izobata, koju je izdao Istituto Idrografico della Marina u Đenovi (1960), kako bi bila vidljiva konfiguracija dna epicen-

tralnih područja na pučini, jer sa seizmološkog a i geološkog aspekta obalna crta ne predstavlja granicu. Položaj epicentara na karti označen je brojevima.

Epicentri 11 potresa iz godina 1918, 1923, 1926. i 1927. nalaze se 26 nautičkih milja (Nm) jugozapadno od Dubrovnika; tačka (1). Neki od njih bili su veoma snažni, jer su za određivanje položaja epicentara korišteni – pored evropskih – podaci i veoma udaljenih seizmografskih stanica. Najjači je bio 14. II 1927, a zabilježili su ga seizmografi u Torontu i Viktoriji u Kanadi tj. na udaljenosti od oko 7000 km. Taj položaj jest u blizini mjesta, na kojem je izmjerena najveća dubina u Jadranskom moru (1222 m) tj. nalazi se na rubu južnojadranske pod-morske zavale.

Nešto južnije, 25 Nm. jugozapadno od Boke Kotorske jest epicentar snažnog potresa od 22. VIII 1939. god.; tačka (2) Registrirali su ga seizmografi i na veoma udaljenoj stanici Pulkovo.

Epicentri 8 potresa iz godina 1917, 1920. i 1923. nalaze se 75 Nm jugoistočno od Ankone; tačka (3). Potres od 29. V 1920. god. bio je osobito jak, te ga je zabilježila seizmografska stanica u Manili na Filipinima. Pozicija epicentara tih potresa veoma je blizu mjesta s najvećom dubinom u srednjem Jadranu (270 m).

Na poziciji 36 Nm jugozapadno od o. Palagruža jesu epicentri 4 potresa, koji su bili u godinama 1923, 1924. i 1930.; tačka (4).

Sjeverno od poluotoka Gargano jest epicentar vrlo jakog potresa, koji je zabilježen u La Pazu (Bolivija) a bio je 16. I 1951. god.; tačka (5). Podaci i te veoma udaljene stanice uzeti su u obzir kod određivanja geografskih koordinata epicentra.

Neposredno uz obalu kod Ankone jest epicentar niza potresa od 30. X i 1. XI 1930. god.; tačka (6).

Dne 15. VIII 1956. god. bio je snažan potres sa epicentrom između o. Visa i o. Sv. Andrija; tačka (7). Primijećen je od ljudi duž cijele Dalmacije i zapadne Bosne i Hercegovine.

Epicentri 8 potresa nalaze se kod rta Pelegrin (zapadni rt o. Hvara), koji su bili u godinama 1937, 1939, 1940, 1943, 1945. i 1949.; tačka (8).

U istočnom obalnom području tog dijela Jadrana bili su ovi potresi:

- 11 potresa sa epicentrom kod Skradina (ušće rijeke Krke) u godinama 1923, 1924, 1925, 1928, 1930. i 1945, tačka (9);
- 1 potres sa epicentrom kod rta Ploče 1941. god., tačka (10);
- 3 potresa južno od Splita sa epicentrom u Bračkom kanalu u godinama 1923. i 1930, tačka (11);
- 8 potresa sa epicentrom 25 km istočno od Makarske u godinama 1924, 1926, 1927. i 1928, tačka (12);
- 3 potresa sa epicentrom 25 km istočno od Makarske u godinama 1941, 1942. i 1946, tačka (13);
- 2 potresa sa epicentrom 15 km jugoistočno od Metkovića 1954. god., tačka (14);
- 3 potresa sa epicentrom u neposrednoj blizini mjesta Slano 1945. i 1946. godine, tačka (15);
- 1 potres sa epicentrom kod o. Lokruma 1941. godine, tačka (16).

Što se tiče zapadne obale tog dijela Jadrana, tamo nije bilo – osim spomenutih – još drugih potresa (barem u tom razdoblju), premda je Italija, osobito njen južni dio, poznata kao seizmički vrlo aktivna.

Iz izloženog materijala o potresima vidi se, da na uže obalno područje srednjeg Jadrana otpada 32 potresa, a na dio pokriven morem i neposrednu blizinu zapadne obale 35 potresa. U taj broj uključeni su potresi, koje su registrirali standardni instrumenti prve polovice ovog stoljeća tj. instrumenti sa mehaničkom registracijom. Korištenje osjetljivijih instrumenata dalo bi ih vjerojatno još više. No i već oko 70 potresa sa epicentrima grupiranim oko različitih položaja i koji su tokom posljednjih 40 godina vremenski raspodijeljeni na cijelo to razdoblje ukazuje, da se u Zemljinoj kori tog područja gotovo neprekidno odvijaju dinamički procesi tektonskog karaktera, o kojima treba voditi računa bilo da se radi o istraživanju i rješavanju geoloških problema ili pak o izvođenju gradnja na obali i u moru. Premda površinski efekti tih potresa na svu sreću nisu imali tragičnih posljedica, ipak srednji Jadran moramo ubrojiti među seizmički vrlo aktivna područja, što naravno ne znači da tu dolazi do čestih katastrofa.

III

I kod posljednjih potresa u Makarskoj došla je do izražaja ekspeditivnost svjetske seizmološke službe, specijalno seizmološke centrale u Strasbourgu a također i većine seizmoloških opservatorija Jugoslavije.

Već polovinom siječnja 1962. god. Bureau Central International de Séismologie u Strasbourgu daje u svom »Détermination préliminaire № 1« koordinate epicentra potresa od 7. i 11. I 1962. god., gdje za oba daje ove koordinate:

$$\begin{aligned}\varphi &= 43^{\circ} 15' \text{ N} \\ \lambda &= 17^{\circ} 07' \text{ E},\end{aligned}$$

što odgovara poziciji mjesta Podgore, tačka (17). Pri određivanju tog epicentra korišteni su podaci jugoslavenskih stanica Beograda, Ljubljane, Zagreba i Skoplja te još 18 stanica iz cijele Evrope.

Ista seizmološka centrala u svom »Détermination prélim. № 2« daje nešto izmijenjene koordinate epicentra potresa od 11. I 1962. god. i to:

$$\begin{aligned}\varphi &= 43^{\circ} 18' \text{ N} \\ \lambda &= 17^{\circ} 07' \text{ E},\end{aligned}$$

a to je pozicija Makarske, tačka (18). Pored naprijed spomenutih jugoslavenskih stanica, korišteni su za određivanje epicentra i podaci stanice Titograd te podaci još ovih 26 evropskih i afričkih stanica: Alžira, Almerie, Atene, Bratislave, Kartuje, Colmberga, Kopenhagena, Garchya, Helsinkia, Isole, Malage, Messine, Monaka, Nurmijervia, Pруhomicе, Rima, Roselenda, Sodankylä, Sofije, Strasbourga, Stuttgarta, Torose, Trsta, Tromsöa i Beča. Određivanje epicentra izvršeno je »par calculatrice électronique«.

Glavni i najjači udarac jest potres od 11. I u 06^h 05^m 02^s a slijedeći po intenzitetu je bio prvi potres od 7. I u 11^h 03^m 12^s po S. E. V.

Za potres od 21. I u 03^h 51^m 32^s po S. E. V. bilten br. 4 spomenute seizmološke centrale daje ove koordinate:

$$\begin{aligned}\varphi &= 43,3^{\circ} \text{ N} \\ \lambda &= 17,1^{\circ} \text{ E},\end{aligned}$$

a to je nešto istočnije od prethodnih (između Makarske i mjesta Župa) (tačka 19).

Uz ove potrese primijećen je još niz potresa manjeg intenziteta što nije neobično, jer je svaki jači potres popraćen serijom slabijih potresa. Zagrebački seizmografi zabilježili su u toku mjeseca siječnja ukupno 59 potresa iz tog područja, a prema podacima s terena bilo ih je znatno više.

I analiza makroseizmičkih podataka, koje je prikupio Geofizički zavod u Zagrebu pokazuje, da je pleistoseističko područje paralelno s obalom i proteže se od Makarske do Podgore. Intenzitet glavnog potresa ocijenjen je s veličinom 9 po Mercalli-Siebergovoj skali.

Što se tiče dubine hipocentara tih potresa oni se nalaze – prema preliminarnim analizama – u površinskom sloju tj. u dubini do 25 km. To se zaključuje iz upotrebljenih hodohrona kod određivanja pozicija epicentara. Da li će se u detaljnijim istraživanjima moći odrediti tačnije dubine, za sada još ne možemo ništa reći.

IV

Posljednji Makarski potresi bili su svakako snažni ali ne i katastrofalni. Položaji epicentara glavnih udara koje smo iznijeli pokazuju, da sva nesreća u vezi sa razaranjem i štetama koje su nanijeli potječe otuda, što su se baš u njihovim epicentrima našla nastanjena područja i golem masiv Biokova, s kojeg se je – potaknuto potresom – odronjavalo stijenje i time povećao razoran učinak te elementarne nepogode.

Iz pregleda seizmičke aktivnosti srednjeg Jadrana u posljednjih 40 godina vidimo, da je u tom području bilo nekoliko snažnih potresa, koji ali nisu počinili nikakovu veću štetu na ljudskim tvorevinama. Npr. potres od 15. VIII 1956. god. bio je snažniji od potresa dne 11. I 1962. god. kod Makarske, primijećen je od ljudi u Dalmaciji i susjednoj zapadnoj Bosni i Hercegovini, ali nije ostavio neugodnih posljedica, jer mu je epicentar bio na pučini tj. između o. Visa i Sv. Andrije. No taj pregled pokazuje, da se duž cijele Dalmacije potresi mogu očekivati, pa o tom treba voditi računa kod planiranja i izvođenja građevina, a za dobivanje realnog kriterija mogu poslužiti učinci posljednjih potresa u Makarskoj i okolici, koji se ne smiju zaboraviti.

Geofizički zavod
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta,
Zagreb, Grič 3

Primljeno 23. I. 1963.

LITERATURA

- Annuaire de l'Institut Séismologique de Beograd, god. 1924 do 1952, Beograd.
 Carta batimetrica del Mediterraneo centrale, Mare Adriatico; Istituto Idrografico della Marina, Genova, 1960.
 Gutenberg B., Handbuch d. Geophysik 4, Erdbeben, Berlin 1932.
 International Seismological Summary, University Observatory, Oxford; Kew Observatory, Richmond, Surrey, god. 1916 do 1954.
 Izvješće o potresima, Geofizički institut Zagreb, god. 1952 do 1960.
 Seizmološka karta Jugoslavije, Radovi Seizmološkog zavoda FNRJ u Beogradu, Beograd 1950.

M. KASUMOVIC

DIE ERDBEBENTÄTIGKEIT IN DER MITTLEREN ADRIA
UND DIE ERDBEBEN VON MAKARSKA

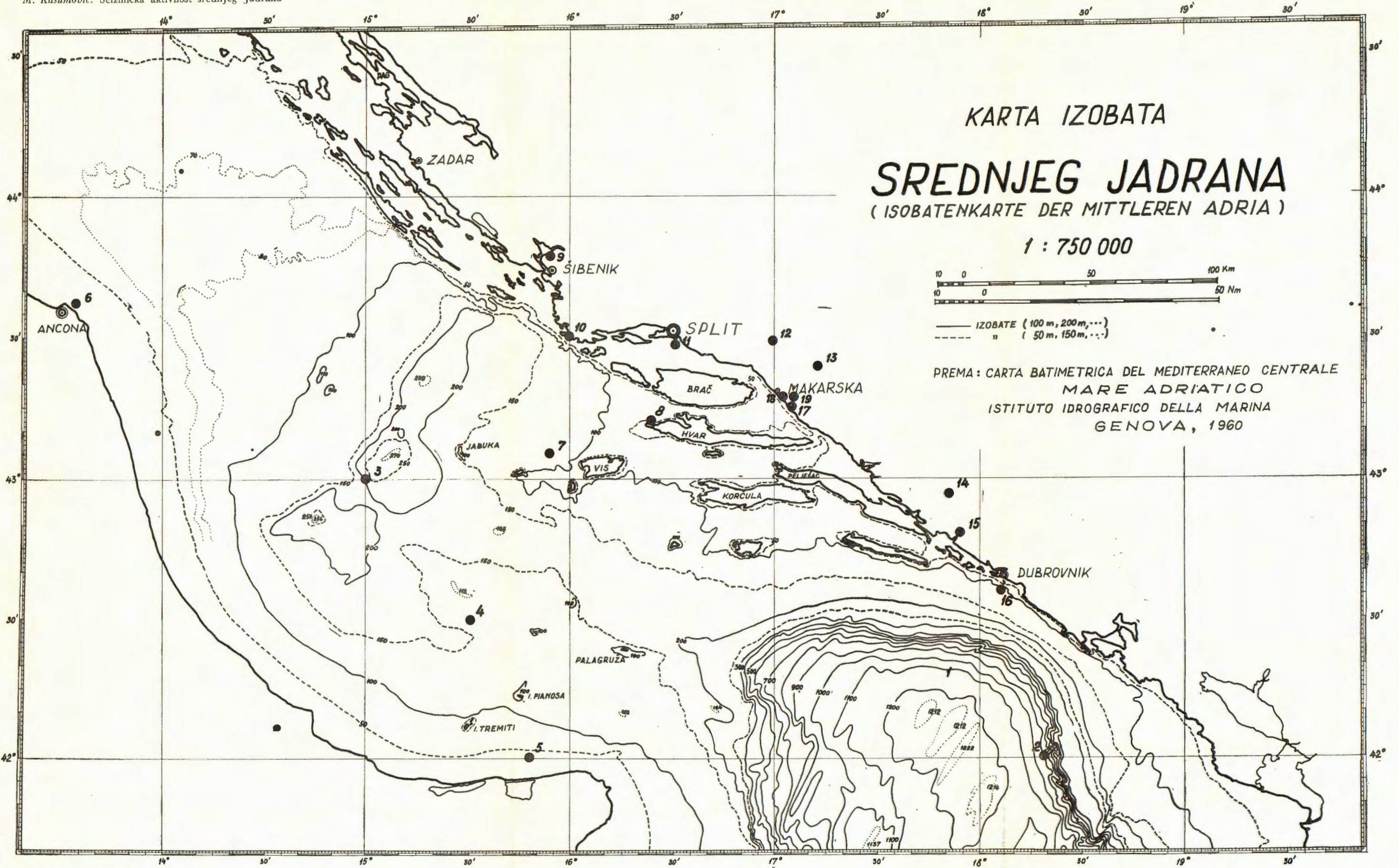
Die letzten Erdbeben, die im Januar 1962 in Makarska und den Nachbarorten viele Schäden anrichtet haben, bedeuten vom seismologischen Standpunkt aus betrachtet, keine Überraschung. Die Ostküste der Adria, besonders ihr mittlerer und südlicher Teil, ist von alters her als Schüttergebiet bekannt und gehört zur mediterranen seismischen Zone, was schon auf Grund der historischen Erdbebendaten, die wir in Kap. I nach B. Gutenberg (1932) angeben, festgestellt wurde. Es ist aber zu beachten, dass dieses, als auch das makroseismische Material aus den neueren Zeiten nicht alle Erdbeben umfasst, sondern nur jene, die von den Menschen verspürt wurden, so dass ihre Bebenherde grösstenteils auf das Küstengebiet begrenzt sind.

Um eine richtige Vorstellung von der Häufigkeit der Erdbeben und der Epizentrenlokation an der ganzen Mitteladria zu bekommen (einschliessend auch die Seebeben) benutzten wir in dieser Arbeit die Ergebnisse der mikroseismischen Analysen, die im »International Seismological Summary« (1916–1954) veröffentlicht wurden. Diese mikroseismischen Erdbebendaten sind in Kap. II ausführlich angegeben. Um auch die Seebebenepizentren mit der Konfiguration des Meeresbodens zu vergleichen, sind die Herdlagen in der beigefügten Isobatenkarte eingetragen.

Aus der Zahl der Erdbeben während des Zeitraums von rund 40 Jahren (32 Erdbeben im Küstengebiet und 35 auf dem Meere) ersieht man, dass dieses Gebiet seismisch sehr tätig ist. Die grössten Bodenerschütterungen, die die Zerstörungen verursachen können, sind aber nur auf die Herdpunkte beschränkt. Das sieht man deutlich aus den Epizentralkoordinaten der letzten Erdbeben von Makarska, die wir in Kap. III nach dem Bureau Central International de Séismologie angegeben haben, wo gerade die bevölkerten Gebiete von den Haupterdstössen umfasst worden waren.

*Geophysikalisches Institut,
 Naturwissenschaftlich-mathematische Fakultät,
 Zagreb, Grič 3*

Angenommen am 23. 1. 1963

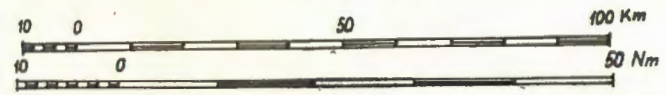


KARTA IZOBATA

SREDNJEG JADRANA

(IZOBATENKARTE DER MITTLEREN ADRIA)

1 : 750 000



— IZOBATE (100 m, 200 m, ...)
- - - " (50 m, 150 m, ...)

PREMA: CARTA BATIMETRICA DEL MEDITERRANEO CENTRALE
MARE ADRIATICO
ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA
GENOVA, 1960