

SURSE SEISMICE ÎN ZONA MĂRII NEGRE

Diaconescu M., Malița Z.¹

¹INFP, București – Măgurele, Str. Al. Atomistilor, cod postal 769232, CP. MG-2
diac@infp.ro

Abstract. Pe baza adâncimii focarelor seismelor, la care s-au adăugat pozițiile epicentrelor și zonele de falii active, au fost delimitate principalele surse seismice din zona Mării Negre. Acestea sunt următoarele: Dobrogea de Nord (S₁), Sursa central și sud dobrogeană (S₂), Shabla (S₃), Istanbul (S₄), Falia Nord - Anatoliană (S₅), Georgia (S₆), Novorossjsk (S₇), Crimeea (S₈), West Black Sea Fault (S₉), Mid Black Sea ridge (S₁₀). Pe baza datelor seimotectonice și geologice (lungimea faliilor, geomorfologie etc), considerând practicile internaționale și recomandările IAEA fiecare sursă a fost caracterizată prin magnitudinea maximă și magnitudinea maximă posibilă. Frecvențele relative ale adâncimilor focale au fost calculate pe baza raportului număr de cutremure/perioada (ani)/interval de adâncime. Analizând sursele seismice menționate, reiese că mecanismul seismo-tectonic este foarte dinamic în jurul bazinului Mării Negre. Cel puțin o parte a seismelor generate poate produce șocuri suficient de puternice pentru a declanșa valuri de tip tsunami.

Cuvinte cheie: sursă seismică, magnitudine, epicentru, West Black Sea Fault

Introducere

Pentru a delimita în spațiu sursele seismice din zona Mării Negre, au fost luate în considerare o serie de elemente definitorii, precum: adâncimea focarelor seismice, care permite separarea categoriilor majore de cutremure intermediare subcrustale (60-200 km) și crustale (adâncimi < 60 de km), dezvoltarea epicentrelor în zonele orogenice sau în regiunile platformice cu zone active din punct de vedere tectonic (sisteme de falii), zonele de falii active tectonic de-a lungul cărora sunt distribuite epicentre și cutremurele cu magnitudini > 2 pe scara Richter, pe diverse intervale de timp specificate pentru fiecare zonă seismogenă.

Zonele seismogene din Bulgaria, Ucraina și Georgia sunt mai puțin documentate, deoarece informațiile publicate sunt limitate și incomplete.

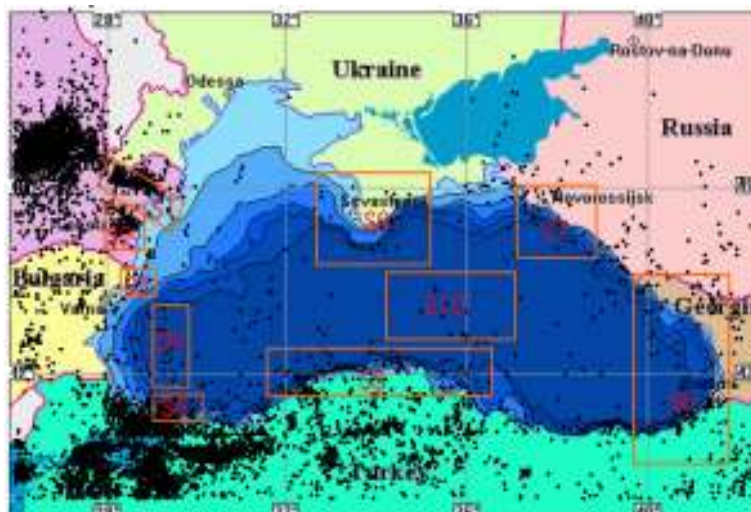
În acord cu distribuția spațială a epicentrelor cutremurelor normale și întremiere, dar și cu harta zonelor tectonic active, au fost identificate mai multe surse seismice: Dobrogea de Nord (S₁), sursa central și sud dobrogeană (S₂), Shabla (S₃), Istanbul (S₄), Falia Nord Anataoliana (S₅), Georgia (S₆), Novorossjsk (S₇), Crimeea (S₈), West Black Sea Fault (S₉), respectiv Mid Black Sea ridge (S₁₀).

Fiecare sursă seismică identificată (Fig. 1) a fost caracterizată din punct de vedere al potențialului seismic pe baza *magnitudinii maxime observate* și a *magnitudinii maxime posibile*. Frecvențele relative ale adâncimilor focale au fost calculate pe baza raportului *număr de cutremure/perioada (ani)/interval de adâncime*.

Sursele de informare utilizate pentru constituirea cataloagelor de cutremure, pentru fiecare sursă seismică definită, au fost: Earthquake Catalogue for Central and Southeastern Europe 342 BC - 1990 AD. , European Commission, Report No. ETNU CT 93 - 0087, Earthquake Catalogue ANSS-Advanced National Seismic Sistem-USA, Earthquake Catalogue NEIC-National Earthquake Information center World Data Center for

Seismology Denever-USA, Earthquake Catalogue EMSC-Europeana-Mediterranean Seismological Center, Romplus catalogue Ro Net digital data, Hypo/Hypoplus prom., Catalog ISC.

Fig.1 Localizarea surselor seismice si distributia epicentrelor cutremurelor cu magnitudini mai mari sau egale cu 2 (Okay et al., 1994)



Caracterizarea surselor seismice din zona Mării Negre

Magnitudinea maximă posibilă a surselor seismice menționate anterior a fost făcută pe baza datelor seimotectonice și geologice (lungimea faliilor, posibile apariții la suprafață, geomorfologie, etc.), considerând practicile internaționale și recomandările IAEA ori aplicând metoda magnitudini maxime observate ori intensitatea maximă observată.

Caracteristicile principale ale surselor, precum și localizarea acestora în jurul bazinului Mării Negre sunt prezentate în Fig. 1 și 2, respectiv în Tabelul 1:

Tabel 1. Valori ale magnitudinilor surselor seismice din zona Mării Negre

Sursa	Magnitudine maximă observată (Mw)	Magnitudine maximă posibilă (Mwp)
Nord Dobrogea	5.1	5.4
Sursa seismică central - sudică dobrogeană	4.2	4.5
Shabla (Sursa seismică Sud Dobrogea)	7.1	7.2
Istanbul	5.0	5.4
Falia Nord Anataoliana	6.1	6.2
Georgia	5.8	6.0
Novorossjsk	5.5	5.9
Crimeea	6.5	6.7

West Black Sea Fault	4.1	4.3
Mid Black Sea ridge	4.6	4.9



Fig. 2 Distribuția cutremurelor cu magnitudini mai mari sau egale cu 5



Fig. 3 Distribuția cutremurelor cu magnitudini mai mari sau egale cu 6.5

Frecvența relativă a adâncimilor focale a fost pusă în evidență prin raportarea numărului de cutremure la o anumită perioadă (calculată în ani), pe intervale de adâncime.

Coordonatele colțurilor poligoanelor utilizate pentru definirea surselor seismice sunt prezentate în Tabelul 2.

Tabel 2. Coordonatele colțurilor poligoanelor surselor seismice definite

No.	Sursa seismică	Coordonatele colțurilor	
		Lat ⁰ N	Long ⁰ E
1	Nord Dobrogea (Falia Galați -	44.659	28.594
		46.000	27.156

	Tulcea)	44.500	29.600
		44.000	29.100
2	Sud Dobrogea (Sabla)	43.356	28.031
		43.722	28.313
		43.710	28.900
		43.278	28.734
3	Centrul și sudul Dobrogei	43.883	27.407
		44.784	27.407
		43.883	28.663
		44.784	28.663
4	Istanbul	41.200	29.000
		41.550	29.113
		41.417	29.950
		41.195	29.965
5	Falia Nord Anataoliana	41.400	31.700
		42.500	31.730
		42.440	36.450
		41.450	36.450
6	Georgia	42.580	40.080
		43.400	39.800
		43.000	42.000
		42.550	42.000
7	Novorossjsk	44.000	36.750
		45.400	36.750
		45.240	38.580
		43.800	38.580
8	Crimeea	44.000	33.750
		44.600	32.750
		45.200	33.800
		44.000	33.800
9	West Black Sea fault	41.800	28.750
		43.220	28.800
		43.220	29.510
		41.800	29.510
10	Mid Black Sea ridge	42.500	34.000
		43.500	34.000
		43.500	37.000
		42.50	37.000

Sursa seismică Nord Dobrogeană (Falia Galați-Tulcea) - S₁

În aria nord dobrogeana, distribuția epicentrelor cutremurelor nu este în mod evident asociată cu linia structurală (falia) Galați –Tulcea -Sf. Gheorghe. Unele epicentre sunt localizate sub zona centrală a Orogenului Nord Dobrogean (Fig. 6.1.1.a). Distribuția lor subliniază mai degrabă un drifting care confirmă teoriile recente privind structura generală a acestei unități tectonice.

O altă caracteristică importantă este extinderea către nord-vest a activității seismice, corespunzătoare Depresiunii Bârlad, de-a lungul faliei Peceneaga-Camena, care formează o zonă de forfecare cu tectonică activă.

Astfel, zona tectonic activă este dezvoltată mai ales la nord-vest de aria Brăila-Galați, pe o lățime considerabilă, care poate atinge 40 de km, paralel cu râul Siret (în această zonă fiind identificate câteva falii cu sărituri variabile). Acestea pot fi raportate la doua sisteme majore: sistemul extinderii faliei crustale Peceneaga – Camena către nord-vest, și un al

doilea sistem al faliei crustale Sf, Gheorghe. Identificarea sistemului complex de falii a fost posibilă după studierea a numeroase secțiuni seismice, care pune în evidență dezvoltarea acestora din adâncime către suprafață.

Corelația dintre poziția faliilor și distribuția epicentrelor subliniază o zonă tectonic activă care se dezvoltă imediat la sud de falia Troțușului.

Seismicitatea zonei este moderată $M_w = 5.5$ și se grupează în interiorul limitelor structurale marcate de Falia Galați-Tulcea-Sf.Gheorghe, Depresiunea Bârlad și Falia Peceneaga - Camena.

Catalogul de cutremure pentru sursa seismică Nord Dobrogea conține un număr de 321 de cutremure normale (crustale), care au apărut în perioada 1832-2006. Cel mai puternic cutremur care s-a produs în această zonă la data de 6.03.1844 a avut o magnitudine de $M_w = 5.5$, iar cel mai puternic cutremur înregistrat instrumental la data de 13.11.1981, magnitudinea sa fiind de $M_w = 5.1$.

Aplicând practica incrementului maximului magnitudinii observate ($M_w = 5.5$), s-a obținut valoarea magnitudinii maxim posibilă de $M_s = 5.9$, cu o eroare de ± 0.1 .

Activitatea seismică pentru sursa seismică Dobrogea de Nord a fost de 91 evenimente/116 ani, cu o medie anuală de 0.78 evenimente/an, cu o adâncime focală medie de 14 km.

Sursa seismică central și sud dobrogeană - S₂

Sursa seismică "cutremure locale" cuprinde toate evenimentele seismice documentate care au apărut în perioada 543 - 2006. Cutremurele din această zonă sunt asociate faliilor Capidava - Ovidiu și Horia - Pantelimonul de Sus, precum și faliilor transversale ce încadrează orașul Medgidia.

Magnitudinea maximă observată, pentru perioada 1872-2006, a fost $M_w = 4.7$ (06.06.1906). Aplicând metoda incrementului magnitudinii maxim observate, valoarea magnitudinii posibile este considerată a fi $M_w = 5.0$, cu o eroare estimată de ± 0.2 .

Pentru zona „cutremurelor locale” magnitudinea minimă a fost considerată $m_0 = 3$ (M_w)

Activitatea seismică cunoscută indică 30 evenimente/134 ani, adică 0.223 evenimente/an.

Adâncimea focală medie este de 12 km, cu mențiunea că 13 cutremure (68.42%) au adâncimi focale în intervalul 10-34 km.

Sursa seismică Sud Dobrogea-Shabla - S₃

Zona seismică Shabla, dezvoltată pe teritoriul Bulgariei, din punct de vedere tectonic aparține marginii sudice a Platformei Moesice. În zona Sabla-Cap Caliacra au fost localizate o serie de falii normale, cu o direcție de dezvoltare NE-SW, de-a lungul cărora sunt distribuite epicentrele unor cutremure crustale normale. Această zonă tectonic activă reprezintă marginea nord-estică a terminației unor falii crustale majore care se dezvoltă paralel cu țărmul Mării Negre, cu o direcție NE-SW, și care intra pe continent în zona Burgas. Faliile din zona Shabla au dezvoltare limitată, sectorul activ având o lungime de 20-25 de km.

Distribuția epicentrelor marchează asocierea cu liniile structurale existente în zona Shabla, care sunt caracterizate de un maxim foarte puternic de 7.2 (31.03.1901).

Magnitudinea maximă observată în zona Shabla a fost de 7.2. Faliile din zonă având o dezvoltare limitată și sectorul activ fiind de doar 20-25 km, maximul magnitudinii posibile nu poate excede maximul magnitudinii observate, cu o eroare de ± 0.1 .

Pentru zona Sud Dobrogea (Shabla) magnitudinea minimă a fost considerată $m_0 = 3$ (M_w), activitatea seismică determinată fiind de 10 evenimente/116 ani, adică 0.086 evenimente/an.

Adâncimea focală medie în zonă este de 14 km.

Sursa Istanbul - S₄

Distribuția epicentrelor ce caracterizează sursa Istanbul marchează liniile structurale cunoscute, care sunt caracterizate de un maxim observat de 5.0 (7.12.2000).

Magnitudinea maxim observată în zona Istanbul a fost de 5. Faliile din zona Istanbul au o dezvoltare amplă, sectoarele active fiind de ordinul sutelor de km, maximul magnitudinii posibile putând excede maximul magnitudinii observate. Aplicând practica incrementului magnitudinii maxim observate, valoarea maximă este considerată a fi 5.4, cu o eroare de ± 0.2 .

Pentru zona Istanbul magnitudinea minimă a fost considerată $m_0 = 3$ (M_w), activitatea seismică fiind de 11 evenimente/27 ani, adică 0.407 evenimente/an

Adâncimea focală medie a seismelor produse în zonă este de 14 km, pentru perioada 1977-2004.

Sursa Falia Nord Anataoliana - S₅

Sursa seismică cunoscută sub numele de Falia Nord Anatoliană prezintă o activitate tectonică deosebit de activă, în perioada 1954-2006 producându-se 16 cutremure crustale cu adâncimea mai mică de 60 km.

Distribuția epicentrelor marchează asocierea cu liniile structurale existente în zonă, cu o magnitudine maximă observată de 6.1 (19.08.1954).

Faliile din zonă având o dezvoltare amplă, maximul magnitudinii posibile poate excede maximul magnitudinii observate cu o eroare de ± 0.5

Activitatea seismică a fost de ordinul 203 evenimente/52 ani, adică 3.9038 evenimente/an.

Adâncimea focală medie a seismelor cunoscute a fost de 14 km.

Sursa Georgia - S₆

Sursa seismică Georgia este caracterizată de distribuția epicentrelor a 27 cutremure crustale ($h < 60$ km) aparute în perioada 1958-2006.

Distribuția epicentrelor marchează asocierea cu liniile structurale existente în zona Georgia, care sunt caracterizate de un puternic maxim observat de 5,8 (16.07.1963).

Magnitudinea maximă observată în zonă a fost de 5.8. Aplicând metoda incrementului magnitudinii maxime observate, valoarea magnitudinii posibile este considerată a fi $M_w = 6.0$ cu o eroare estimată de ± 0.2 .

Magnitudinea minimă a fost considerată $m_0 = 3$ (M_w), activitatea seismică fiind de 27 evenimente/48 ani, ceea ce conduce la un număr de 0.5625 evenimente/an.

Adâncimea focală medie a seismelor produse în zonă a fost de 10 km.

Sursa Novorossijsk - S₇

Sursa seismică Novorossijsk este caracterizată de distribuția unui număr de 44 de epicentre ale unor cutremure crustale ($h < 60$ km) apărute în perioada 1900-2006.

Distribuția epicentrelor marchează asocierea cu liniile structurale existente în zona Novorossijsk, care sunt caracterizate de un maxim observat de 5.5 (12.07.1966).

Magnitudinea maximă observată în zona Novorossijsk a fost de 5.5. Aplicând metoda incrementului magnitudinii maxim observate, valoarea magnitudinii posibile este considerată a fi $M_w = 5.9$ cu o eroare estimată de ± 0.2

Magnitudinea minimă a fost considerată $m_0 = 3$ (M_w), activitatea seismică cunoscută fiind de 47 evenimente/41 ani, adică 1.1463 evenimente/an.

Datele din catalogul I.S.C. furnizează o informație legată de existența unui cutremur cu magnitudinea de 3.7, produs la adâncimea de 71.1 km.

Sursa Crimeea - S₈

În zona seismică Crimeea au fost înregistrate 16 cutremure crustale ($h < 60$ km) produse în perioada 1927-2006.

Distribuția epicentrelor marchează asocierea cu liniile structurale existente, caracterizate de un maxim foarte puternic, de 6.5.

Valoarea magnitudinii posibile în zonă este de $M_w = 6.7$, cu o eroare estimată de ± 0.2 . Magnitudinea minimă a fost considerată $m_0 = 3$ (M_w), activitatea seismică fiind de 25 evenimente/79 ani (0.316 evenimente/an).

Sursa West Black Sea Fault - S₉

Geometria sursei seismice West Black Sea Fault (WBS Fault) este definită de distribuția epicentrelor a 16 cutremure crustale ($h < 60$ km) apărute în perioada 1970-2006.

Aceasta marchează asocierea cu liniile structurale existente în zona West Black Sea Fault. Magnitudinea maximă observată în zona West Black Sea Fault a fost de 4.1. Aplicând metoda incrementului magnitudinii maxim observate, valoarea magnitudinii posibile este considerată a fi $M_w = 4.3$ cu o eroare estimată de ± 0.2 . Magnitudinea minimă a fost considerată $m_0 = 3$ (M_w), în timp ce activitatea seismică s-a cifrat la 24 evenimente/36 ani (0.667 evenimente/an). Adâncimea focală medie în zonă este de 14 km.

Sursa Mid Black Sea Ridge - S₁₀

În zona seismică intitulată Mid Black Sea Ridge s-au produs în perioada 1970-2006, 16 cutremure crustale ($h < 60$ km). Activitatea seismică este caracterizată de un maxim observat de 4.6 (04.03.2001).

Magnitudinea maximă observată în zona Mid Black Sea Ridge a fost de 4.6, valoarea magnitudinii posibile fiind de $M_w = 4.9$, cu o eroare estimată de ± 0.3 .

Magnitudinea minimă a fost considerată $m_0 = 3$ (M_w), iar activitatea seismică cifrată la 16 evenimente/36 ani, adică 0.044 evenimente/an.

Concluzii preliminare

În acord cu distribuția spațială a epicentrelor cutremurelor normale și întremiere, dar și cu harta zonelor tectonic active, în jurul bazinului Mării Negre au fost identificate și localizate mai multe surse seismice: Dobrogea de Nord (S_1), sursa central și sud dobrogeană (S_2), Shabla (S_3), Istanbul (S_4), Falia Nord Anataoliana (S_5), Georgia (S_6), Novorossjsk (S_7), Crimeea (S_8), West Black Sea Fault (S_9), Mid Black Sea Ridge (S_{10}).

Magnitudinea maximă posibilă a surselor seismice astfel definite a fost făcută pe baza datelor seismotectonice și geologice (lungimea faliilor, posibile apariții la scara de afloriment, aspecte geomorfologice ale reliefului etc.), considerând practicile internaționale și recomandările IAEA ori aplicând metoda magnitudinii maxime observate, ori intensitatea maximă înregistrată.

Sursele delimitate sunt caracterizate de geometrii specifice, generate de evenimentele crustale care s-au produs în perioade de timp mai lungi (ex. *Sursa seismică central și sud dobrogeană*) sau mai scurte (ex. *Mid Black Sea Ridge*), activitatea seismică fiind marcată de maxime care au variat între 4.1 (*West Black Sea Fault*) și 7.2 (*Shabla*).

Activitatea seismică produsă în zonele delimitate, și caracterizate anterior, a fost apreciată și după numărul de evenimente seismice majore produse în timp. S-a putut constata că cele mai numeroase evenimente au fost produse de sursa *Falia Nord-Anatoliană* (3.903 evenimente/an), iar cele mai puține în zona *West Black Sea Ridge* (0.044 evenimente/an).

Toate sursele seismice menționate arată că mecanismul seismo-tectonic este foarte dinamic în jurul bazinului Mării Negre, putând genera șocuri suficient de puternice pentru a declanșa evenimente de tip tsunami.

SURSE BIBLIOGRAFICE

European Commission, Report No. ETNU CT 93 - 0087, Brussels
Earthquake Catalogue ANSS-Advanced National Seismic System-USA
Earthquake Catalogue NEIC-National Earthquake Information center World Data Center
for Seismology Denver-USA
Earthquake Catalogue EMSC-European-Mediterranean Seismological Center
Romplus catalogue Ro Net digital data, Hypo/Hypoplus prom.
Catalog ISC