



WYCIĄG Z RAPORTU SEJSMOLOGICZNEGO

za okres 01-03-2021 do 31-03-2021 roku

Polska - zdarzenia sejsmiczne zarejestrowane w sieci PSG_Sejs_Net

W marcu 2021 r. w systemie automatycznej detekcji wstrząsów i alertowania w sieci PSG_Sejs_Net zostało zarejestrowane 54 zdarzenia sejsmiczne na obszarze terytorium Polski oraz w przylegającej strefie przygranicznej. Lokalizację epicentrow zarejestrowanych zdarzeń przedstawiono na załączniku nr 1 wraz z podstawowymi informacjami statystycznymi oraz listą tych zdarzeń, których magnituda $M > 2.5$. Informacje statystyczne w aspekcie oceny aktywności sejsmicznej w Polsce, zarejestrowanej w sieci PSG_Sejs_NET w marcu br. zaprezentowano także tabeli 1.

Tab. 1. Statystyka wstrząsów sejsmicznych zarejestrowanych na obszarze Polski oraz w strefie przygranicznej w marcu 2021 r. w sieci monitoringu PSG_Sejs_Net przez system automatycznego wykrywania i alertowania.

Magnituda		Liczba zdarzeń	%
od	do		
1	2.5	38	70.4
2.5	3	11	20.4
3	3.5	5	9.3
3.5	4	0	0.0
4	4.5	0	0.0
M>4.5		0	0.0
Razem:		54	100.0
w tym:	M<=2.5	38	70.4
	M>2.5	16	29.6
	M _{min.}	1.1	
	M _{sr.}	2.3	
	M _{maks.}	3.5	

Większość zjawisk sejsmicznych tj. 38, co stanowi 70.4%, osiągnęło magnitudę poniżej poziomu odczuwalności przez człowieka, tj. $M \leq 2.5$. Próg ten przekroczyło 16 zdarzeń, co stanowi 29.6% ogólnej ich liczby.

W tabeli 2 zaprezentowano liczebność wstrząsów z podziałem na umowne regiony. W marcu najbardziej aktywnym sejsmicznie regionem w Polsce był region Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW), w którym system PSG_Sejs_NET zidentyfikował 41 zjawisk sejsmicznych. Regiony, w których prowadzona jest intensywna eksploatacja górnictwa charakteryzują się tzw. sejsmicznością indukowaną.

Tab. 2. Liczebność zjawisk sejsmicznych zarejestrowanych w systemie alertowania sieci PSG_Sejs_NET w marcu 2021 r. w podziale na umowne regiony.

Lp	Nazwa obszaru	Liczba zjawisk sejsmicznych
1	Górnośląskie Zagłębie Węglowe (GZW)	40

2	Lubusko-Głogowski Okręg Miedziowy (LGOM)	2
3	Lubelskie Zagłębie Węglowe (KWK Bogdanka)	0
4	KWB Bełchatów	0
5	Strefa S-Ł (Skierniewice - Łowicz)	2
6	Podhale	1
7	Rejon Jarocina	0
8	inne rejony (nieklas.)	9
Razem (od 01/03/2021 do 31/03/2021 r.)		54

Aktywność sejsmiczna w skali globalnej i europejskiej (na podst. danych EMCS)

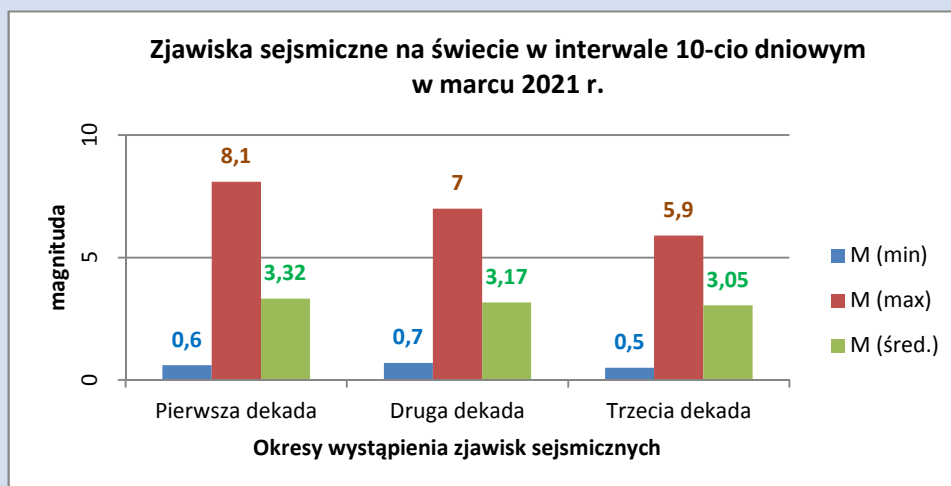
ŚWIAT

W marcu 2021 roku w skali całego globu, w oparciu o analizy zapisu sejsmometrów z ponad 70 sieci służb i instytucji monitoringu sejsmologicznego na świecie, w bazie danych Europejskiego Śródziemnomorskiego Centrum Sejsmologicznego (EMSC) zarejestrowanych zostało 8 449 zdarzeń sejsmicznych o magnitudzie od $M=0.5$ do $M=8.1$, w tym 6 087 zjawisk, których magnituda była większa od $M>2.5$ (próg odczuwalności). Statystykę zdarzeń sejsmicznych na obszarze całej kuli ziemskiej w marcu zaprezentowano w tabeli 3 i na rys. 1 poniżej. Spośród wszystkich zarejestrowanych wstrząsów 72.8% osiągnęło magnitudę powyżej progu odczuwalności ($M>2.5$).

Tab. 3. Charakterystyka globalnej aktywności sejsmicznej na obszarze kuli ziemskiej w marcu 2021 r. - dane statystyczne na podst. danych z bazy EMSC.

Magnituda		Liczba zdarzeń	%
od	do		
0.0	2.5	2 362	28.0
2.5	3.5	2 794	33.1
3.5	4.5	2 387	28.3
4.5	5.5	826	9.8
5.5	6.5	75	0.9
6.5	8	5	0.1
Razem:		8 449	100.0
w tym:	$M \leq 2.5$	2 362	28.0
	$M > 2.5$	6 087	72.0
	$M_{\min.}$	0.5	
	$M_{\max.}$	8.1	
	$M_{\text{śr.}}$	3.2	

W przypadku 19 zdarzeń magnitudę wstrząsu oceniono w przedziale od 6.0 i więcej. Wielkość magnitudy najsilniejszego zdarzenia oszacowana została na $M=8.1$ (zjawisko z dnia 04/03/2021 z epicentrum położonym w regionie Wysp Kermadec, Nowa Zelandia).



Rys. 1. Charakterystyka globalnej aktywności sejsmicznej na obszarze kuli ziemskiej w marcu 2021 r. – dane statystyczne w interwałach dekadowych (na podst. danych z bazy EMSC).

W grupie zjawisk odczuwalnych w marcu 2021 r. najwięcej zjawisk sejsmicznych w układzie dziennym zarejestrowano w dniach od 3 do 9 marca i w dniach od 12 do 14 marca oraz 20 marca. W skali globalnej w regionalnym „rankingu” aktywności sejsmicznej mierzonej liczebnością zjawisk odczuwalnych ($M > 2.5$), najwięcej wstrząsów zarejestrowanych zostało w rejonie Nowej Zelandii (738 zjawisk), Grecji (520 zjawisk), Meksyku (283 zjawiska) i Islandii (180 zjawisk – 2.96 %). Wykaz najsilniejszych zjawisk sejsmicznych, które zostały zarejestrowane w marcu na obszarze kuli ziemskiej, a których magnituda osiągnęła lub przekroczyła wartość $M \geq 6.0$ przedstawiono w tabeli 4.

Tab. 4. Wykaz zjawisk sejsmicznych o magnitudzie $M \geq 6.0$, zarejestrowanych na obszarze kuli ziemskiej w marcu 2021 r. (oprac. PSG na podst. danych z bazy EMSC).

Lp.	Data	Czas (UTC)	Szer. geogr.	Dł. geogr.	Głęb. hipocentrum [km]	Mag.	Nazwa regionu	ID EQ (EMSC)
1	2021-03-03	10:16:08	39.76	22.21	8	6.3	GREECE	954327
2	2021-03-04	13:27:35	-37.52	179.44	16	7.3	OFF E. COAST OF N. ISLAND, N.Z.	954885
3	2021-03-04	16:53:10	-14.38	167.38	169	6.1	VANUATU	955001
4	2021-03-04	17:41:25	-29.60	-177.80	49	7.4	KERMADEC ISLANDS, NEW ZEALAND	955024
5	2021-03-04	19:28:35	-29.54	-177.28	25	8.1	KERMADEC ISLANDS, NEW ZEALAND	955088
6	2021-03-04	20:25:07	-28.41	-176.87	10	6.1	KERMADEC ISLANDS REGION	955136
7	2021-03-04	23:12:57	-28.52	-176.70	10	6.2	KERMADEC ISLANDS REGION	955258
8	2021-03-05	14:24:50	-29.02	-176.30	10	6.2	KERMADEC ISLANDS REGION	955676
9	2021-03-06	00:16:21	-37.56	179.58	10	6.3	OFF E. COAST OF N. ISLAND, N.Z.	955884
10	2021-03-06	07:16:29	-28.45	-176.90	10	6.1	KERMADEC ISLANDS REGION	956071
11	2021-03-06	10:34:48	-28.23	-177.75	10	6.1	KERMADEC ISLANDS REGION	956136
12	2021-03-06	12:05:22	-28.28	-177.82	10	6.2	KERMADEC ISLANDS REGION	956166
13	2021-03-06	13:12:05	-28.25	-177.68	10	6.1	KERMADEC ISLANDS REGION	956191
14	2021-03-13	14:04:59	-29.86	-177.55	20	6	KERMADEC ISLANDS, NEW ZEALAND	959070
15	2021-03-14	12:05:14	-59.75	-29.46	20	6	SOUTH SANDWICH ISLANDS REGION	959427
16	2021-03-16	18:38:23	54.80	163.13	20	6.6	OFF EAST COAST OF KAMCHATKA	960222
17	2021-03-18	00:04:06	36.92	5.21	10	6	NORTHERN ALGERIA	960655
18	2021-03-20	05:19:31	-59.65	150.21	10	6.1	WEST OF MACQUARIE ISLAND	961440
19	2021-03-20	09:09:44	38.56	141.51	40	7	NEAR EAST COAST OF HONSHU, JAPAN	961496

Jedno z najsilniejszych w marcu trzęsień ziemi miało miejsce w dniu 4 marca o godz. 19:28:35 czasu UTC (czas lokalny 08:28:35.6 w dniu 05/03/2021 r.) w regionie wysp Kermadec - Nowa Zelandia. Było to bardzo silne podmorskie trzęsienie ziemi o magnitudzie $M=8.1$. Zdarzenie to poprzedzone zostało również bardzo

silnym zjawiskiem sejsmicznym o magnitudzie $M=7.4$, które wyprzedziło wstrząsy główne o ok. 1 godz. 40 min. Epicentrum wstrząsów głównych zlokalizowane było pod dnem Oceanu Spokojnego, ok. 957 km na S od miejscowości Nuku'alofai i ok. 952 km na S od Vaini, położonych na wyspie Tonga. Źródło wstrząsów zlokalizowane było na głębokości ok. 25 km w obszarze północno-zachodniego zbocza rowu oceanicznego Kermadec. Z punktu widzenia tektoniki płyt litosfery to zjawisko było skutkiem rozładowania naprężeń powstających w strefie kontaktu płyty pacyficznej z płytą australijską. Linia graniczna pomiędzy tymi płytami litosfery przebiega z południowego zachodu na północny wschód wzdłuż rozciągłości głębokich rowów oceanicznych znajdujących się w dnie Pacyfiku. Linia kontaktu pomiędzy płytą pacyficzną i płytą australijską wyznacza południowo – wschodnią granicę strefy subdukcji, w której płyta pacyficzna wsuwa się ze wschodu na zachód pod płytę australijską z prędkością dochodzącą do 60 – 68 mm/rok. Poczynając od północnych wybrzeży Nowej Zelandii aż po Rów Tonga rozciągłość tej strefy subdukcji dochodzi do 2 500 km.

Mimo bardzo dużej siły wstrząsów ($M=8.1$), z uwagi na znaczną odległość epicentrum od rejonów zamieszkałych wstrząsy te nie stanowiły bezpośredniego zagrożenia. Jednak z uwagi na płytką (ok. 25 km głębokości) lokalizację źródła wstrząsów oraz wielkość powierzchni na jakiej zjawisko wystąpiło, zachodziła uzasadniona obawa pojawienia się wtórnego zagrożenia w postaci zjawiska fal tsunami. Z tego względu służby obserwacyjne amerykańskiej agencji National Oceanic and Atmospheric Administration wydały ostrzeżenie dla wybrzeży Oceanu Spokojnego o zagrożeniu wystąpieniem takiego zjawiska.

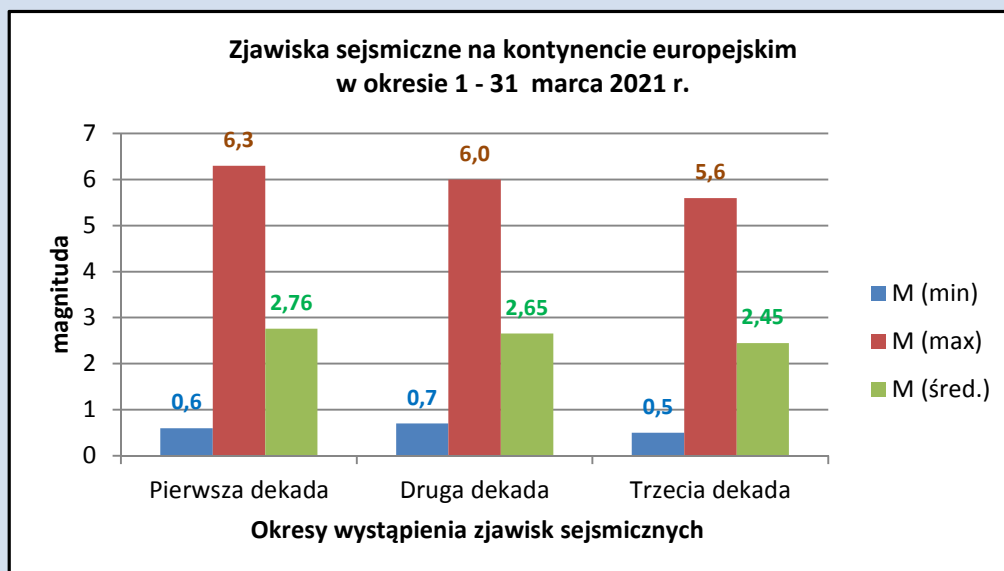
Region wysp Kermadec zaliczany jest do najbardziej aktywnych sejsmicznie rejonów na kuli ziemskiej.

KONTYNET EUROPEJSKI

Na obszarze kontynentu europejskiego i obszarach przyległych w marcu 2021 roku w bazie danych EMSC zarejestrowano 2 352 zdarzenia sejsmiczne o magnitudzie od $M=0.5$ do $M=6.3$. Charakterystykę europejskiej aktywności sejsmicznej w marcu przedstawiono w tabeli 5 i na rys. 2. Spośród zarejestrowanych zjawisk – 1 112 (47.3%) osiągnęło magnitudę poniżej poziomu odczuwalności przez człowieka, tj. $M \leq 2.5$. Próg ten przekroczyły 1 240 zjawiska, co stanowiło 52.7% ogólnej ich liczby.

Tab. 5. Statystyka wstrząsów sejsmicznych zarejestrowanych w bazie EMSC na obszarze Europy i obszarach przyległych w marcu 2021r.

Magnituda		Liczba zdarzeń	%
od	do		
0.0	2.5	1112	47.3
2.5	3.5	990	42.1
3.5	4.5	213	9.1
4.5	5.5	31	1.3
5.5	6.5	6	0.3
6.5	8	0	0.0
Razem:		2352	100.0
w tym:	$M \leq 2.5$	1112	47.3
	$M > 2.5$	1240	52.7
	$M_{\min.}$	0.5	
	$M_{\max.}$	6.3	
	$M_{\text{śr.}}$	2.6	



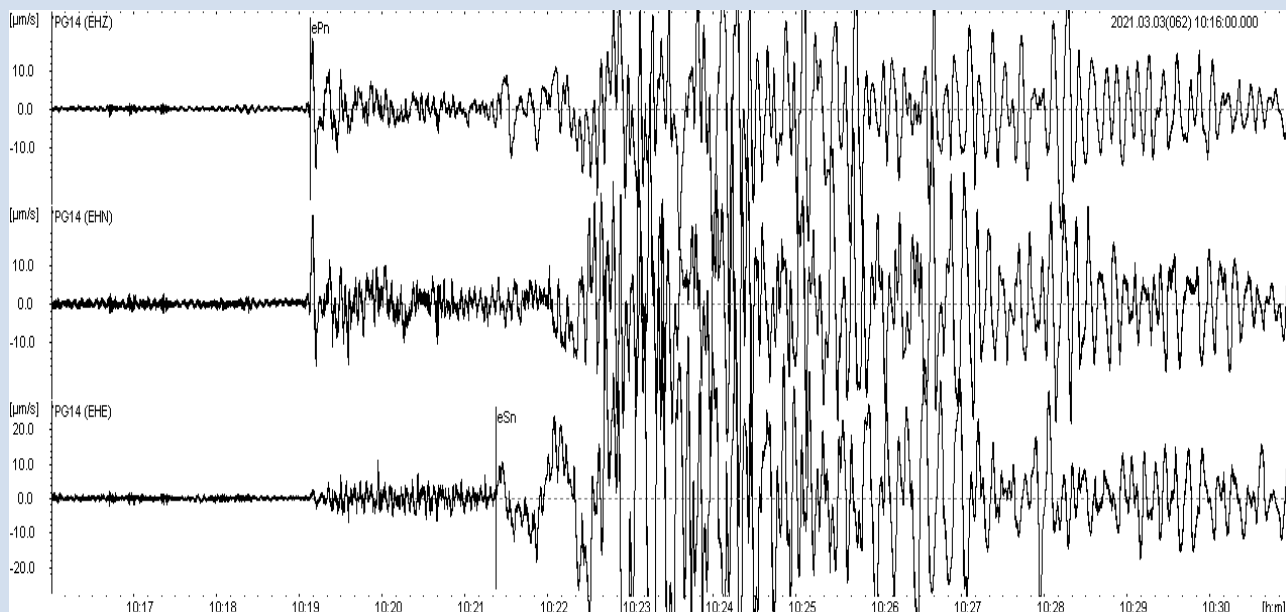
Rys. 2. Charakterystyka aktywności sejsmicznej na kontynencie europejskim w marcu 2021 r. – dane statystyczne w interwałach dekad (na podst. danych z bazy EMSC).

Z analizy zjawisk zarejestrowanych w bazie EMSC, ograniczonej do zdarzeń o magnitudzie $M > 2.5$ wynika, że w marcu w obszarze europejskim najwięcej wstrząsów wystąpiło w regionie Grecji (520 zjawisk), Islandii (180 zjawisk) i Morza Adriatyckiego (74 zjawiska). Dziennie najwięcej odczuwalnych trzęsień ziemi zarejestrowano w dniach pomiędzy 3 a 7 marca, w dniach pomiędzy 10 a 14 marca oraz w dniach 27 i 28 marca. Pod względem dobowej liczby zdarzeń najwyższą aktywność (146 zjawisk) zarejestrowano w dniu 3 marca 26 marca.

Pod względem liczby zdarzeń sejsmicznych region sejsmiczny GREECE (Grecja) zdecydowanie wyróżniał się świecie. Wydarzyło się tam 520 zjawisk sejsmicznych, co stanowi ponad 40% odczuwalnych europejskich zjawisk. W Grecji w dniu 03 marca 2021 r. o godz. 10:16:08.3 czasu UTC (czas lokalny 12:16:08.3) miało miejsce najsilniejsze europejskie zjawisko sejsmiczne o magnitudzie $M=6.3$. Wydarzyło się w północnej części regionu Tesalia (Grecja Środkowa). Epicentrum tego zdarzenia zlokalizowane było ok. 20 km na północny zachód od miejscowości Larisa. Źródło wstrząsów zlokalizowane było na głębokości 8 km (wg. EMSC). Zjawisko było odczuwalne na terytorium całej Grecji kontynentalnej oraz w krajach sąsiednich. W obszarze epicentralnym trzęsienie ziemi odczuwalne było jako silne lub bardzo silne. W dziesięciostopniowej skali intensywności wg. Mercallego intensywność wstrząsów w rejonie epicentrum osiągnęła wielkość VII. Energia wyzwolona na głębokości 8 – 10 km pod powierzchnią ziemi w ognisku tego zjawiska spowodowała liczne zniszczenia i uszkodzenia infrastruktury oraz budynków w najbliższych miejscowościach, w tym także uszkodzenia nawierzchni dróg oraz spowodowała naruszenia konstrukcji mostów. Wstrząsom towarzyszyły zjawiska wtórne w postaci lokalnych, niewielkich obszarów upłynnienia gruntów, powstanie nowych lub uaktywnienie starych osuwisk oraz obrywów gruntu, a także szczelin na powierzchni ziemi. Skutkiem tego trzęsienia ziemi były również poziome i pionowe, trwałe przemieszczenia powierzchni dochodzące lokalnie do kilku cm. Epicentrum i hipocentrum omawianego zjawiska sejsmicznego zlokalizowane było na przedłużeniu znanego, czynnego uskoku Larisy o rozciągłości WNW, który biegnie z południowego wschodu na północny zachód przez środek Równiny Tesalskiej.

Trzęsienie ziemi o magnitudzie $M=6.3$ z dnia 03/03/2021 r. rejestrowane było również w sieci PSG_Sejs_NET państwowej służby geologicznej. Na rys. 3 pokazano zapisy falowe składowych Z, N, E

wektora prędkości fal sejsmicznych zarejestrowane na stacji PG14 monitoringu sejsmicznego w laboratorium geodynamicznym PSG w Hołownie w gm. Podedwórze w pow. parczewskim. Odległość stacji PG14 od epicentrum wstrząsów wynosi ok. 1300 km. Pierwsze wstąpienia fal sejsmicznych zarejestrowane zostały na stacji o godz. 10:19:07.746 (czasu UTC), tj. po upływie 2 min 59.4 s od momentu zdarzenia.



Rys. 3. Obraz falowy z zapisem rejestracji trzęsienia ziemi o magnitudzie $M=6.3$ z epicentrum w regionie Tesalii (Grecja) z dnia 03/03/2021 r., godz. 10:16:08.3 (czas UTC) zarejestrowane przez szerokopasmową stację sejsmologiczną PSG zlokalizowaną w laboratorium geodynamicznym w Hołownie (PG14), w gm. Podedwórze w pow. parczewskim.

Podsumowanie

Obszar świata pod względem liczebności zarejestrowanych zjawisk charakteryzował się w marcu 2021 r. wysoką aktywnością sejsmiczną, natomiast obszar Europy bardzo wysoką aktywnością sejsmiczną. Obszar Polski cechował się wysoką aktywnością sejsmiczną.



Raport został opracowany przez zespół wykonawców PIG-PIB z Centrum Geozagrożeń w ramach projektu pt. Monitoring geodynamiczny Polski finansowanego przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Załącznik nr 1 – Lokalizacja wstrząsów sejsmicznych zarejestrowanych w sieci PSG_Sejs_Net na obszarze Polski w okresie 01/03/2021 - 31/03/2021 r.