



WYCIĄG Z RAPORTU SEJSMOLOGICZNEGO

za okres 01-12-2020 do 31-12-2020 roku

Polska - zdarzenia sejsmiczne zarejestrowane w sieci PSG_Sejs_Net

W grudniu 2020 r. w systemie automatycznej detekcji wstrząsów i alertowania w sieci PSG_Sejs_Net zarejestrowano 44 zdarzenia sejsmiczne na obszarze terytorium Polski oraz w 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 zaprezentowano także w tabeli (Tab. 1).

Tab. 1. Statystyka wstrząsów sejsmicznych zarejestrowanych w sieci monitoringu PSG przez system automatycznego alertowania w grudniu 2020 r. na obszarze Polski oraz w strefie przygranicznej.

Magnituda		Liczba zdarzeń	%
od	do		
1	2.5	35	79.5
2.5	3	5	11.4
3	3.5	1	2.3
3.5	4	3	6.8
4	4.5	0	0.0
M > 4.5		0	0.0
Razem:		44	100.0
w tym:	M ≤ 2.5	35	79.5
	M > 2.5	9	20.5
	M_{min.}	1.2	
	M_{śr.}	2.3	
	M_{maks.}	3.8	

Większość ze zjawisk, tj. 35, co stanowi 79.5% ogólnej liczby zdarzeń sejsmicznych zarejestrowanych przez system automatycznego alertowania, osiągnęło magnitudę poniżej poziomu odczuwalności przez człowieka, tj. $M \leq 2.5$. Próg ten przekroczyło 9 zdarzeń, co stanowi 20.5% ogólnej ich liczby. W tabeli 2 zaprezentowano liczebność wstrząsów z podziałem na umowne regiony. W grudniu najbardziej aktywnym sejsmicznie był region Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, w którym system alertowania sieci PSG_Sejs_NET zidentyfikował 41 zjawisk sejsmicznych. Regiony, w których prowadzona jest intensywna eksploatacja górnictwa i występuje zagrożenie tzw. sejsmicznością indukowaną zaznaczono na załączniku 1.

Tab. 2. Liczebność zjawisk sejsmicznych zarejestrowanych w systemie alertowania sieci PSG_Sejs_NET w grudniu 2020 r. w podziale na umowne regiony.

Lp.	Nazwa obszaru	Liczba zjawisk sejsmicznych
1	Górnośląskie Zagłębie Węglowe (GZW)	34
2	Lubusko-Głogowski Okręg Miedziowy (LGOM)	1
3	Lubelskie Zagłębie Węglowe (KWK Bogdanka)	0

4	KWB Bełchatów	0
5	Strefa S-Ł (Skierniewice - łowicz)	0
6	Podhale	2
7	Karpaty C & E i Przedgórze	0
8	Rejon Jarocina	0
9	inne rejony	7
Razem		44

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

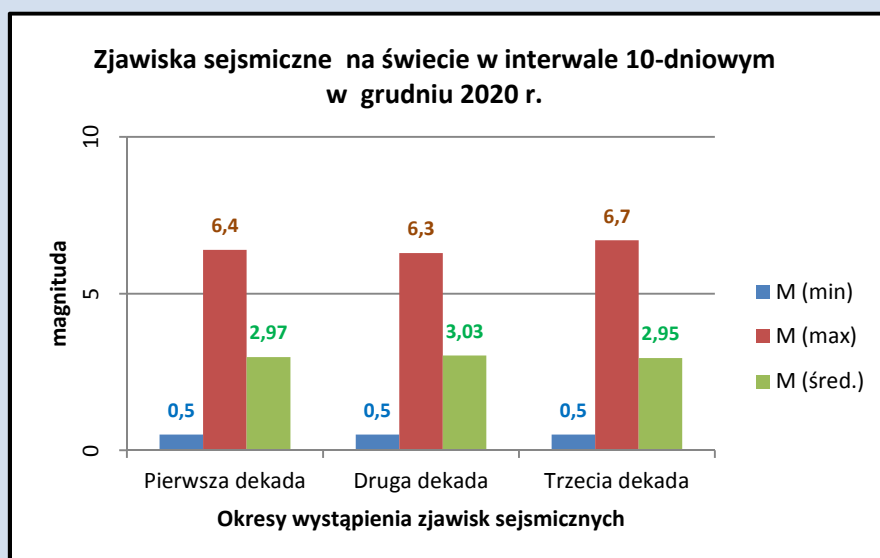
ŚWIAT

W grudniu 2020 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) zarejestrowane zostały 7 892 zdarzenia sejsmiczne o magnitudzie od $M=0.5$ do $M=6.7$. Statystykę zdarzeń sejsmicznych zaprezentowano w tabeli 3 i na rys. 1 poniżej. Spośród wszystkich zarejestrowanych wstrząsów, 64.2% osiągnęło magnitudę powyżej progu odczuwalności ($M>2.5$).

Tab. 3. Charakterystyka globalnej aktywności sejsmicznej na obszarze kuli ziemskiej w grudniu 2020 r. – dane statystyczne (na podst. danych z bazy EMSC).

Magnituda		Liczba zdarzeń	%
od	do		
0.0	2.5	2 822	35.8
2.5	3.5	2 758	34.9
3.5	4.5	1 847	23.4
4.5	5.5	437	5.5
5.5	6.5	27	0.3
6.5	8	1	0.0
Razem:		7 892	100.0
w tym:	$M \leq 2.5$	2 822	35.8
	$M > 2.5$	5 070	64.2
	$M_{min.}$	0.5	
	$M_{maks.}$	6.7	
	$M_{sr.}$	3.0	

W przypadku 11 zdarzeń magnitudę wstrząsu oceniono w przedziale od 6.0 wzwyż. Wielkość magnitudy najsilniejszego zdarzenia oszacowana została na $M=6.7$ (CHILE).



Rys. 1. Charakterystyka globalnej aktywności sejsmicznej na obszarze kuli ziemskiej w grudniu 2020 r. – dane statystyczne w interwałach dekadowych (na podst. danych z bazy EMSC).

W grupie zjawisk odczuwalnych w grudniu 2020 r. najwięcej zjawisk sejsmicznych w układzie dziennym zarejestrowano w dniach od 1 do 4 grudnia, 10 grudnia oraz w pomiędzy 24 a 31 grudnia. Najwięcej zjawisk, powyżej progu odczuwalności (205), zarejestrowano w dniu 25 grudnia, co stanowi blisko 1.25 krotny wzrost ilościowy w stosunku do średniej dobowej liczby zdarzeń. Największy udział w tej liczbie przypada na aktywność sejsmiczną w regionie sejsmicznym Puerto Rico (obszar Morza Karaibskiego) – 44 zjawiska.


W skali globalnej w regionalnym „rankingu” aktywności sejsmicznej, mierzonej liczbą zjawisk odczuwalnych ($M > 2.5$), najwięcej wstrząsów zarejestrowanych zostało w regionie Oaxaca w Meksyku (282) i na obszarze morskim w strefie szelfu kontynentalnego przyległym do regionu Oaxaca (179 zjawisk). Wykaz zjawisk sejsmicznych, które zostały zarejestrowane w grudniu br. na obszarze kuli ziemskiej, w których magnituda osiągnęła lub przekroczyła wartość 6.0 przedstawiono w tabeli 4.

Tab. 4. Wykaz zjawisk sejsmicznych o magnitudzie $M \geq 6.0$, zarejestrowanych na obszarze kuli ziemskiej w grudniu 2020 r. (na podst. danych z bazy EMSC).

Lp.	Data	Czas (UTC)	Szer. geogr.	Dł. geogr.	Głęb. hipocentrum [km]	Mag.	Nazwa regionu
1	14.12.2020	15:20:49	-21.81	-68.7	111	6	ANTOFAGASTA, CHILE
2	23.12.2020	18:11:47	6.21	133.59	10	6.1	PALAU REGION
3	15.12.2020	23:21:59	5.27	125.42	26	6.1	MINDANAO, PHILIPPINES
4	06.12.2020	16:47:42	-20.43	-69	100	6.1	TARAPACA, CHILE
5	10.12.2020	13:19:58	24.75	122.09	71	6.2	TAIWAN REGION
6	01.12.2020	20:52:57	-61.95	154.71	10	6.2	BALLENY ISLANDS REGION
7	24.12.2020	23:43:42	13.83	120.62	119	6.3	MINDORO, PHILIPPINES
8	20.12.2020	17:23:22	40.87	142.56	35	6.3	NEAR EAST COAST OF HONSHU, JAPAN
9	29.12.2020	11:19:54	45.46	16.31	10	6.4	CROATIA
10	01.12.2020	16:22:42	52.88	-168.36	40	6.4	FOX ISLANDS, ALEUTIAN ISLANDS
11	27.12.2020	21:39:15	-39.33	-74.92	10	6.7	OFF COAST OF LOS LAGOS, CHILE

Najsilniejsze w grudniu trzęsienie ziemi miało miejsce w dniu 27 grudnia 2020 r. o godz. 21:39:14 czasu UTC w rejonie Los Lagos (Chile). Wielkość obliczonej magnitudy wstrząsu wynosiła $M=6.7$ (EMSC). Źródło wstrząsów tego zjawiska znajdowało się na głębokości 10 km pod dnem morskim. Najważniejsze parametry tego zdarzenia zestawione zostały w tabeli 5 na podstawie danych EMSC i NEIC.

Tab. 5. Parametry zjawiska sejsmicznego z dnia 27/12/2020 r., godz. 21:39:14 (UTC), region: Los Lagos (Chile)

Parametry trzęsienia ziemi wyznaczone przez EMSC/NEIC.			
Data (UTC)	27/12/2020 r.	Data lokalna	27/12/2020 r.
Czas (UTC)	21:39:14.8; 21:39:14	Czas lokalny	18:39:14.8
Lokalizacja epicentrum (EMSC/NEIC)	39.33° S; 74.94° W 39.343°S; 74.990°W		
Współrzędne (ϕ , λ)			
Głębokość [km] (EMSC/NEIC)	10 / 10		
Magnituda	6.7/ 6.7		
Region	OFF COAST OF LOS LAGOS, CHILE		

Rejonizacja epicentrum	155 km na W od Valdivia, Chile /liczba ludności: 133tys./ 143 km na WNW od Corral, Chile /liczba ludności: 3,5tys./
Inne ważne informacje.	Podmorskie trzęsienie ziemi, obszar oddalony o ponad 150 km od większych skupisk ludzkich, brak informacji o lokalnych zniszczeniach i stratach

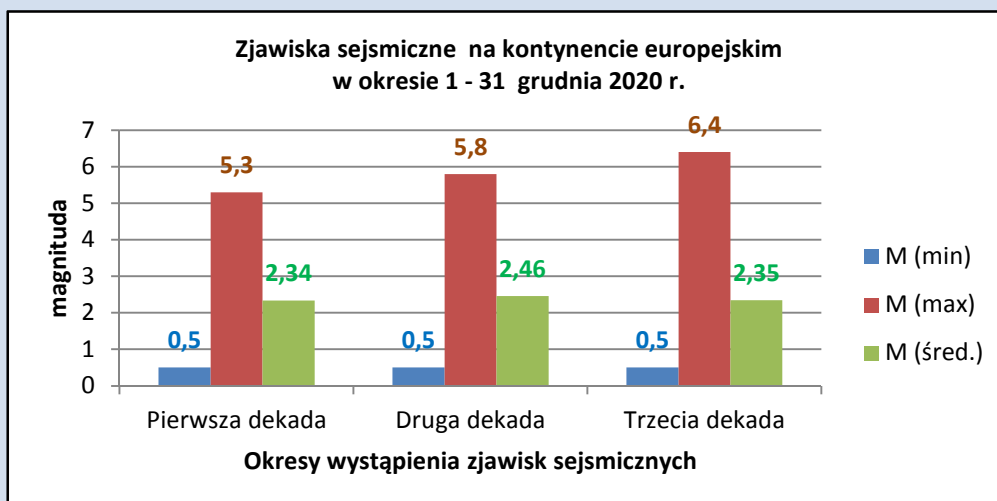
Region sejsmologiczny Los Lagos obejmuje obszar dna Oceanu Spokojnego na skłonie strefy szelfu kontynentalnego Ameryki Południowej w rejonie południowej części wybrzeża Chile. Przez obszar ten z północy na południe biegnie granica dwóch płyt tektonicznych: płyty Nazca na zachodzie i płyty południowoamerykańskiej na wschodzie. Granica między płytami jest granicą konwergentną, wzdłuż której przebiega proces subdukcji płyty Nazca pod płytę południowoamerykańską. Prędkość przemieszczania się płyty Nazca dochodzi do ok. 75 mm/rok. Strefa subdukcji rozciąga się wzdłuż niemal całego zachodniego wybrzeża Ameryki Południowej. Źródłem wstrząsów jest proces gwałtownego rozładowania się naprężeń na granicy płyt w strefie wzajemnej interakcji płyt. W ciągu zaledwie 2 lat zarejestrowanych zostało na tym obszarze 10 877 trzęsień ziemi, w tym 61 zjawisk o magnitudzie $M \geq 5$.

KONTYNET EUROPEJSKI

Na obszarze kontynentu europejskiego i na obszarach przyległych w grudniu 2020 roku w bazie danych EMSC zarejestrowano 1 831 zdarzeń sejsmicznych o magnitudzie od $M=0.5$ do $M=6.4$. Charakterystykę europejskiej aktywności sejsmicznej w grudniu przedstawiono w tabeli 6. Spośród wszystkich zarejestrowanych zjawisk – 1 169 (63.8%) osiągnęło magnitudę poniżej poziomu odczuwalności przez człowieka, tj. $M \leq 2.5$. Próg ten przekroczyły 662 zjawiska, co stanowiło 36.2% ogólnej ich liczby.

Tab. 6. Statystyka wstrząsów sejsmicznych zarejestrowanych w bazie EMSC na obszarze Europy i obszarach przyległych w grudniu 2020 r.

Magnituda		Liczba zdarzeń	%
od	do		
0.0	2.5	1169	63.8
2.5	3.5	540	29.5
3.5	4.5	95	5.2
4.5	5.5	25	1.4
5.5	6.5	2	0.1
6.5	8	0	0.0
Razem:		1831	100.0
w tym:	$M \leq 2.5$	1169	63.8
	$M > 2.5$	662	36.2
	M_{\min}	0.5	
	M_{\max}	6.4	
	$M_{\text{śr}}$	2.4	



Rys. 2. Charakterystyka aktywności sejsmicznej na kontynencie europejskim w grudniu 2020 r. – dane statystyczne w interwałach dekad (na podst. danych z bazy EMSC).


Z analizy zjawisk zarejestrowanych w bazie EMSC, ograniczonej do zdarzeń o magnitudzie $M > 2.5$ (zdarzenia powyżej progu odczuwalności), wynika, że w grudniu w obszarze europejskim najwięcej wstrząsów wystąpiło w regionie Krety (81), zachodniej Turcji (67) oraz w regionie Wysp Dodecanese (61). Z terytorium Polski w bazie EMSC w grudniu zanotowano 3 zjawiska, co stanowi mniej niż 0.5% ogólnej liczby odczuwalnych zjawisk w Europie. Dziennie najwięcej odczuwalnych trzęsień ziemi zarejestrowano w dniach: 29 i 30 grudnia. Za tą liczebnością oraz za podwyższoną wartością w kolejnym, ostatnim dniu miesiąca kryją się wstrząsy wtórne, jakie pojawiły się po trzęsieniu ziemi o magnitudzie $M = 6.4$, które nawiedziło Chorwację w dniu 29 grudnia 2020 r. W grudniu na kontynencie europejskim oraz obszarach przyległych zanotowano 9 zjawisk o magnitudzie $M \geq 5$. Listę tych zjawisk przedstawiono w tabeli 17.

Tab. 1. Wykaz zjawisk sejsmicznych o magnitudzie $M \geq 5.0$, zarejestrowanych na obszarze europejskim w grudniu 2020 r. (na podst. danych z bazy EMSC).

Lp.	Data	Czas (UTC)	Szer. geogr.	Dł. geogr.	Głęb. źródła	Mag.	Nazwa regionu
1	28.12.2020	06:49:56	16.28	45.42	10	5	CROATIA
2	22.12.2020	02:25:20	-3.35	78.57	10	5	GREENLAND SEA
3	03.12.2020	05:45:21	41.71	38	14	5	EASTERN TURKEY
4	31.12.2020	22:55:56	-24.34	36.85	30	5.1	AZORES ISLANDS REGION
5	28.12.2020	05:28:07	16.22	45.42	10	5.2	CROATIA
6	05.12.2020	12:44:40	31.81	36.03	98	5.3	WESTERN TURKEY
7	27.12.2020	06:37:32	39.21	38.49	2	5.5	EASTERN TURKEY
8	14.12.2020	19:35:58	0.62	72.32	10	5.8	NORWEGIAN SEA
9	29.12.2020	11:19:54	16.31	45.46	10	6.4	CROATIA

Najsilniejsze trzęsienie ziemi w grudniu na kontynencie europejskim miało miejsce w dniu 29 grudnia 2020 r. o godz. 11:19:54.6 czasu UTC na obszarze Chorwacji. Obszar epicentralny znajdował się w odległości 3 km na WSW od miejscowości Petrinja i w odległości 47 km na SE od Zagrzebia. Magnituda wstrząsów oceniona została na wielkość $M = 6.4$ (EMCS/USGS). Źródło wstrząsów położone było na głębokości 10 km. Najważniejsze parametry tego zdarzenia zestawione zostały w tabeli 8 na podstawie danych EMSC i NEIC.

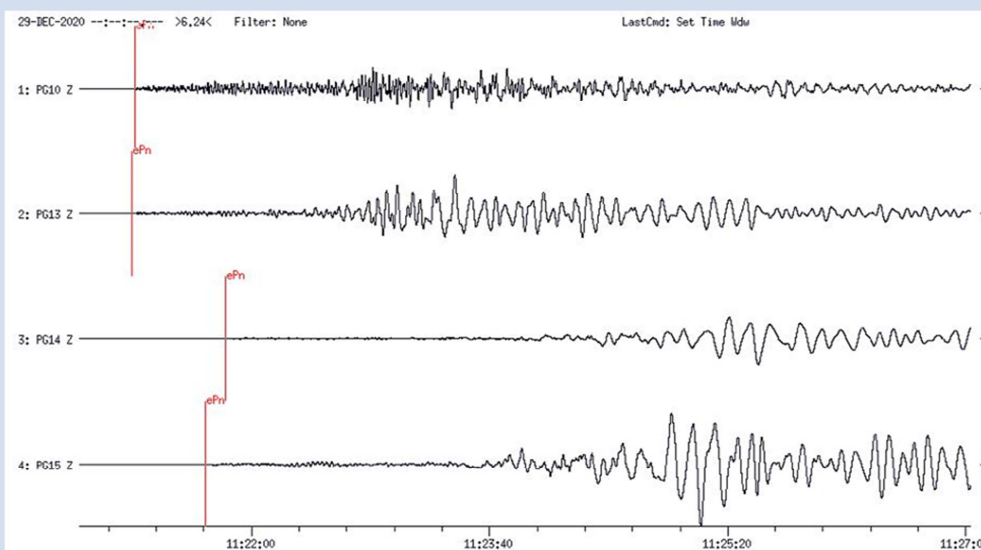
Tab.8. Parametry zjawiska sejsmicznego z dnia 29/12/2020 r., godz. 11:19:54.6 (UTC), region: Chorwacja (Croatia).

Parametry trzęsienia ziemi wyznaczone przez EMSC/NEIC.			
Data (UTC)	29/12/2020 r.	Data lokalna	29/12/2020 r.
Czas (UTC)	11:19:54.6	Czas lokalny	12:19:54.6
Lokalizacja epicentrum (EMSC/NEIC)	45.46 N ⁰ N; 16.31 ⁰ E 45.422°N; 16.255°E		
Współrzędne (φ, λ)			
Głębokość [km] (EMSC/NEIC)	10 / 10		
Magnituda	6.4 / 6.4		
Region	CHORWACJA		
Rejonizacja epicentrum	47 km na SE od Zagrzebia 5 km na WSW od Sisak 3 km na WSW od Petrinja, Chorwacja		
Inne ważne informacje.	Wiele budynków zostało zniszczonych. Agencje prasowe donoszą o 7 ofiarach śmiertelnej, 25 osób zostało rannych.		

Trzęsienie ziemi w Chorwacji miało charakter strukturalny, tektoniczny. Spowodowane było gwałtownym uwolnieniem energii nagromadzonej w wyniku działania długotrwałych naprężeń w przestrzeni lokalnych struktur geologicznych (najprawdopodobniej w strefie lokalnych uskoków). Wg. doniesień medialnych z miejsca zdarzenia, wg. informacji z godzin porannych z dnia 30/12/2020 r., w wyniku trzęsienia ziemi życie straciło 7 osób. Wiele osób zostało rannych, w znacznym stopniu zniszczona została miejscowość Petrinja położona w niewielkiej odległości od epicentrum. Zasięg odczuwalności tego zdarzenia był bardzo rozległy. Promień odczuwalności wstrząsów określony na podstawie relacji świadków/obserwatorów dochodził do kilkuset kilometrów od epicentrum. Zjawisko odczuwalne było nie tylko w krajach bezpośrednio sąsiadujących z Chorwacją ale również we Włoszech, Grecji, Austrii, a nawet w Niemczech.

Z punktu widzenia sejsmologicznego było to zjawisko klasyfikowane jako płytkie. Tego typu zjawiska są w stanie silnie oddziaływać na powierzchnię. Spośród wszystkich rodzajów fal sejsmicznych, które powstają w trakcie trzęsienia ziemi najbardziej niszczącymi są fale powierzchniowe.

Trzęsienie ziemi o magnitudzie $M=6.4$ z dnia 29/12/2020 r. rejestrowane było również w sieci PSG_Sejs_NET państwowej służby geologicznej. Na rys. 3 pokazano zapisy fali składowej pionowej.



Rys. 1. Obrazy falowe z zapisem rejestracji trzęsienia ziemi w regionie miasta Petrinja (Chorwacja) o magnitudzie $M=6.4$ z dnia 29/12/2020 r., godz. 11:19:54.6 (UTC) zarejestrowane przez stacje seismologiczne PSG w Błotnicy (PG10), na Suchorze (PG13) oraz szerokopasmowe w Hołownie (PG14) i w Dziwiu (PG15).

Podsumowanie

Obszar świata i obszar Europy w grudniu 2020 r. pod względem liczebności zarejestrowanych zjawisk charakteryzowały się wysoką aktywnością sejsmiczną. Natomiast obszar Polski cechował się średnią 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 01/12/2020 - 31/12/2020 r.