



WYCIĄG Z RAPORTU SEJSMOLOGICZNEGO

za okres 01-12-2021 do 31-12-2021 roku

Polska - zdarzenia sejsmiczne zarejestrowane w sieci PSG_Sejs_Net

W grudniu 2021 r. w systemie automatycznej detekcji wstrząsów i alertowania w sieci PSG_Sejs_Net zarejestrowanych zostało 46 zdarzeń sejsmicznych na 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 grudniu zaprezentowano w tabeli 1.

Tab. 1. Statystyka wstrząsów sejsmicznych zarejestrowanych na obszarze Polski oraz w strefie przygranicznej w grudniu 2021 r. w sieci monitoringu PSG_Sejs_Net przez system automatycznej detekcji i alertowania.

Magnituda		Liczba zdarzeń	%
od	do		
1	2.5	35	76.1
2.5	3	5	10.9
3	3.5	4	8.7
3.5	4	2	4.3
4	4.5	0	0.0
M > 4.5		0	0.0
Razem:		46	100.0
w tym:	M ≤ 2.5	35	76.1
	M > 2.5	11	23.9
	M_{min.}	1.1	
	M_{śr.}	2.3	
	M_{maks.}	3.9	

Większość zjawisk sejsmicznych tj. 35, co stanowi 76.1% ogólnej liczby zdarzeń sejsmicznych zarejestrowanych przez system automatycznej detekcji i alertowania, osiągnęło magnitudę poniżej poziomu odczuwalności przez człowieka, tj. $M \leq 2.5$. Próg ten przekroczyło 11 zdarzeń, co stanowi 23.9% ogólnej ich liczby.

W tabeli 2 zaprezentowano liczebność wstrząsów z podziałem na umowne regiony. W grudniu najbardziej aktywnym sejsmicznie był region Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW), w którym system detekcji sieci PSG_Sejs_NET zidentyfikował 36 zjawisk sejsmicznych.

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

Lp.	Nazwa obszaru	Liczba zjawisk sejsmicznych
1	Górnośląskie Zagłębie Węglowe (GZW)	36
2	Lubusko-Głogowski Okręg Miedziowy (LGOM)	2

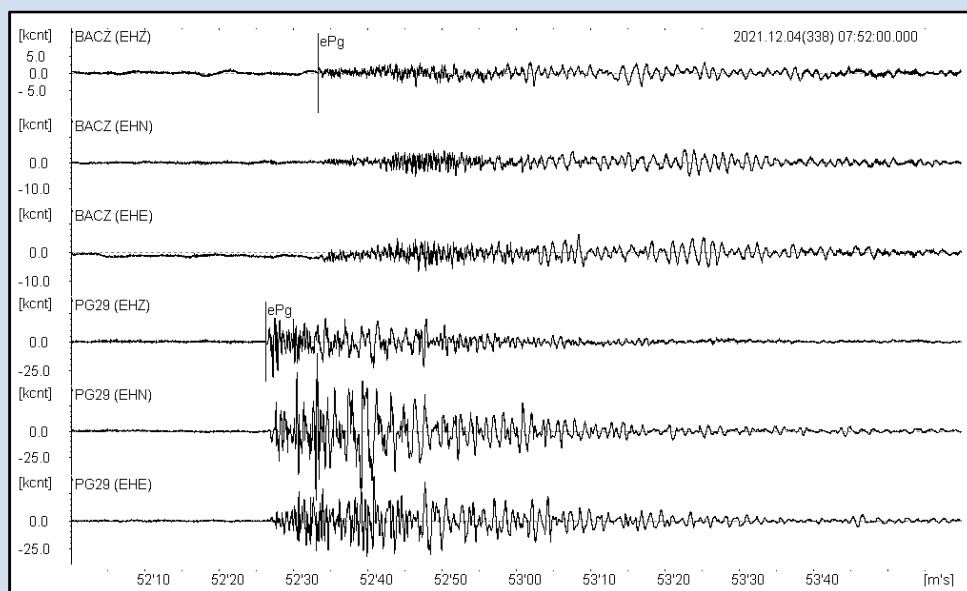
3	Lubelskie Zagłębie Węglowe (KWK Bogdanka)	0
4	KWB Bełchatów	0
5	Podhale	3
6	Karpaty C & E i Przedgórze	0
7	Rejon Jarocina	0
8	inne rejony (nieklas.)	5
Razem (od 01/12/2021 do 31/12/2021 r.)		46

W pierwszej połowie grudnia media informowały o dwóch zdarzeniach sejsmicznych na terenie Polski, które zostały zarejestrowane w sieciach sejsmologicznych. Pierwsze z nich miało miejsce na obszarze GZW w Kopalni Bielszowice w dniu 4 grudnia 2021 o godzinie 07:52:22.3 czasu UTC (08:52:22.3 czasu lokalnego) ok. 780 metrów pod ziemią. Parametry wstrząsu podano tabeli 3.

Tab. 3. Parametry zjawiska sejsmicznego z dnia 04/12/2021 r., godz. 07:52:22.3 czasu UTC, w obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW).

Parametry zjawiska sejsmicznego wyznaczone w sieciach: PSG_Sejs_NET oraz GRSS/EMSC			
Data (UTC)	04/12/2021 r.	Data lokalna	04/12/2021 r.
Czas (UTC)	07:52:22.371	Czas lokalny	08:52:22.371
Lokalizacja epicentrum (PSG_Sejs_NET/GRSS/EMSC) Współrzędne (ϕ , λ)	50.27°N; 18.82°E 50.2678°N; 18.8106°E 50.33°N; 18.79°E		
Głębokość [km] (Info KWK)	780 m		
Magnituda (PSG_Sejs_NET/GRSS/EMSC)	3.0/3.2/2.8		
Region	GZW (Górnośląskie Zagłębie Węglowe)		
Rejonizacja epicentrum	Rejon: KWK „Bielszowice”		
Inne ważne informacje	Pod ziemią uwięzionych zostało dwóch górników. Pierwszego z nich, przetransportowano na powierzchnię w nocy z 4 na 5 grudnia. Drugiego nie udało się uratować.		

Opisane zjawisko jest skutkiem rozładowania naprężeń powstałych w wyniku działalności górniczej.



Rys. 1. Fragmenty sejsmogramów z dnia 04/12/2021 r. zarejestrowane na stacjach PG29 (Zgoń) oraz BACZ (Baczyn) z zapisem zjawiska sejsmicznego z godz. 07:52:22.3 czasu UTC.

Drugie istotne zdarzenie sejsmiczne w Polsce miało miejsce w dniu 9 grudnia o godzinie 21:37:34 czasu UTC (22:37:34 czasu lokalnego) w Zakładach Górniczych Lubin w rejonie Lubusko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego (LGOM). Ognisko wstrząsów zlokalizowane zostało na głębokości ok. 10 km. Magnitudę zjawiska wyznaczono na $M=3.9$. Zjawisko to jest skutkiem rozładowania naprężeń powstałych w wyniku działalności górniczej.

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

ŚWIAT

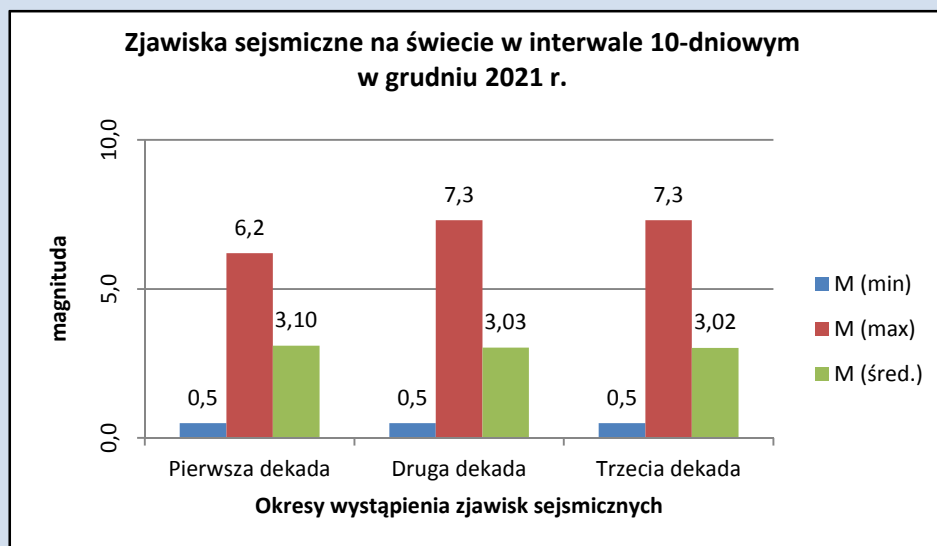
W grudniu 2021 roku w skali całego globu, w oparciu o analizy zapisu sejsmometrów z ponad 70 sieci służb i instytucji monitoringu sejsmologicznego na świecie, w bazie danych Europejskiego Śródziemnomorskiego Centrum Sejsmologicznego (EMSC) zarejestrowane zostały 9 033 zdarzenia sejsmiczne o magnitudzie od $M=0.5$ do $M=7.3$, w tym 6 234 zjawisk, których magnituda była większa od $M>2.5$ (próg odczuwalności). Statystykę zdarzeń sejsmicznych na obszarze całej kuli ziemskiej w grudniu zaprezentowano w tabeli 4 i na rys. 2. Spośród wszystkich zarejestrowanych wstrząsów 69% osiągnęło magnitudę powyżej progu odczuwalności ($M>2.5$).

Tab. 4. Charakterystyka globalnej aktywności sejsmicznej na obszarze kuli ziemskiej w grudniu 2021 r. - dane statystyczne na podst. danych z bazy EMSC.

Magnituda		Liczba zdarzeń	%
od	do		
0.0	2.5	2 253	24.9
2.5	3.5	4 137	45.8
3.5	4.5	2 023	22.4
4.5	5.5	567	6.3
5.5	6.0	39	0.4
6.0	7.0	12	0.1
>=7		2	0.0
Razem:		9 033	100.0

w tym:	M \leq 2.5	2 799	31.0
	M $>$ 2.5	6 234	69.0
	M _{min.}	0.5	
	M _{maks.}	7.3	
	M _{śr.}	3.0	

W przypadku 14 zdarzeń magnitudę wstrząsu oceniono w przedziale od 6.0 wzwyż. Wielkość magnitudy dwóch najsilniejszych zdarzeń z rejonu Indonezji oszacowana została na M=7.3 (pierwsze zjawisko z dnia 14/12/2021 z rejonu Morza Flores, drugie z dnia 29/12/2021 z rejonu Kepulauan Barat Daya - Indonezja).



Rys. 2. Charakterystyka globalnej aktywności sejsmicznej na obszarze kuli ziemskiej w grudniu 2021 r. – dane statystyczne w interwałach dekadowych (oprac. PSG na podst. danych z bazy EMSC).

W grupie zjawisk odczuwalnych w grudniu 2021 r. najwięcej zjawisk sejsmicznych w układzie dziennym zarejestrowano w dniach: 1 - 2, 8 - 9, 14 - 16, 18, 20 i 22, grudnia. Najmniej w dniu 31 grudnia, kiedy zarejestrowano jedynie 133 zjawiska sejsmiczne o magnitudzie powyżej progu odczuwalności. Najwięcej zjawisk, powyżej progu odczuwalności zarejestrowano w dniu 1 grudnia (389 zdarzeń), co stanowi o 94% wzrost ilościowy w stosunku do średniej dobowej liczby zdarzeń. W skali globalnej w grudniu w regionalnym rankingu aktywności sejsmicznej, mierzonej liczbą zjawisk odczuwalnych (M $>$ 2.5), najwięcej wstrząsów zarejestrowanych zostało w regionach: Wyspy Kanaryjskie, Hiszpania (554 zjawisk), Flores Sea, Indonezja (422 zjawiska), Zatoka Kalifornijska, USA (188 zjawisk), Oaxaca, Meksyk (179 zjawisk), Antofagasta, Chile (125 zjawisk), Guerrero, Meksyk (125 zjawisk).

Wykaz najsilniejszych zjawisk sejsmicznych, które zostały zarejestrowane w grudniu 2021 r. na obszarze kuli ziemskiej, a których magnituda osiągnęła lub przekroczyła wartość M $>$ 6.0 przedstawiono w tabeli 5.


Tab. 5. Wykaz zjawisk sejsmicznych o magnitudzie M \geq 6.0, zarejestrowanych na obszarze kuli ziemskiej w grudniu 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	2021-12-03	04:40:04	-28.63	-112.26	10	6.2	EASTER ISLAND REGION	1069934
2	2021-12-03	08:33:47	-60.36	-27.10	80	6	SOUTH SANDWICH ISLANDS REGION	1070065

3	2021-12-04	23:47:55	4.10	128.16	160	6	NORTH OF HALMAHERA, INDONESIA	1070736
4	2021-12-09	02:05:08	29.45	129.38	15	6	RYUKYU ISLANDS, JAPAN	1075094
5	2021-12-12	08:58:08	-60.73	153.85	10	6.5	WEST OF MACQUARIE ISLAND	1076128
6	2021-12-14	03:20:24	-7.64	122.25	12	7.3	FLORES SEA	1076720
7	2021-12-16	21:14:46	-60.11	-23.77	20	6	SOUTH SANDWICH ISLANDS REGION	1078026
8	2021-12-18	20:05:46	-47.11	33.51	20	6	PRINCE EDWARD ISLANDS REGION	1078693
9	2021-12-19	16:28:25	-16.31	178.46	20	6.2	FIJI	1078956
10	2021-12-20	03:39:34	-56.85	-24.09	10	6	SOUTH SANDWICH ISLANDS REGION	1079088
11	2021-12-20	20:10:21	40.33	-124.53	26	6.2	OFFSHORE NORTHERN CALIFORNIA	1079326
12	2021-12-22	23:22:57	18.78	-107.28	10	6	OFF COAST OF JALISCO, MEXICO	1080159
13	2021-12-26	15:42:56	-18.12	-179.35	628	6.1	FIJI REGION	1081331
14	2021-12-29	18:25:52	-7.53	127.57	170	7.3	KEPULAUAN BARAT DAYA, INDONESIA	1082273

Najsilniejsze zjawisko sejsmiczne miało miejsce w dniu 14 grudnia 2021 r. o godz. 03:20:24.3 czasu UTC (czas lokalny 11:20:24.3) w regionie sejsmologicznym Morza Flores. Było to bardzo silne trzęsienie ziemi o magnitudzie $M=7.3$, które jednocześnie zapoczątkowało w regionie całą serię wstrząsów wtórnych. Epicentrum tego zdarzenia zlokalizowane było ok. 277 km na ENE od Labuan Bajo oraz 109 km na północ od Maumere w Indonezji. Źródło wstrząsów zlokalizowane było na głębokości 12 km (wg. EMSC). Najważniejsze parametry tego zjawiska zaprezentowane zostały w tab. 6.

Tab.6. Parametry zjawiska sejsmicznego z dnia 14/12/2021 r., godz. 03:20:24.3 czasu UTC, region: Flores Sea.

Parametry trzęsienia ziemi wyznaczone przez EMSC/NEIC			
Data (UTC)	14/12/2021 r.	Data lokalna	14/12/2021 r.
Czas (UTC)	03:20:24.3 03:20:24	Czas lokalny	11:20:24.3
Lokalizacja epicentrum (EMSC/NEIC) Współrzędne (ϕ , λ)	7.64°S; 122.25°E 7.603°S; 122.200°E		
Głębokość [km] (EMSC/NEIC)	12 / 18.5		
Magnituda	7.3/7.3		
Region	FLORES SEA		
Rejonizacja epicentrum	277 km na ENE od Labuan Bajo, Indonezja / czas lokalny: 14/12/2021 r., godz. 11:20:24.3 109 km na N od Maumere, Indonezja / czas lokalny: 14/12/2021 r., godz. 11:20:24.3		

Wstrząs o magnitudzie $M=7.3$ był skutkiem rozładowania naprężeń powstałych w wyniku subdukcji płyty australijskiej pod płytę Sunda. Prędkość względna kolizji płyt w tym rejonie wynosi około 74 mm rocznie. Do dnia 16/12/2021 r. godz. 8:00 czasu UTC po wstrząsie głównym zidentyfikowanych zostało 259 wstrząsów wtórnych.

Drugie najsilniejsze zjawisko sejsmiczne w grudniu 2021 r. o magnitudzie $M=7.3$, miało miejsce w dniu 29 grudnia 2021 r. o godz. 18:25:52 czasu UTC (czas lokalny 30/12/2021 r., godz. 03:25:52.4) w regionie sejsmologicznym Kepulauan Barat Daya, Indonesia. Epicentrum tego zdarzenia zlokalizowane było ok. 248 km na NE od miejscowości Dili, Timor Wschodni oraz 127 km na NNE od miejscowości Lospalos, Timor

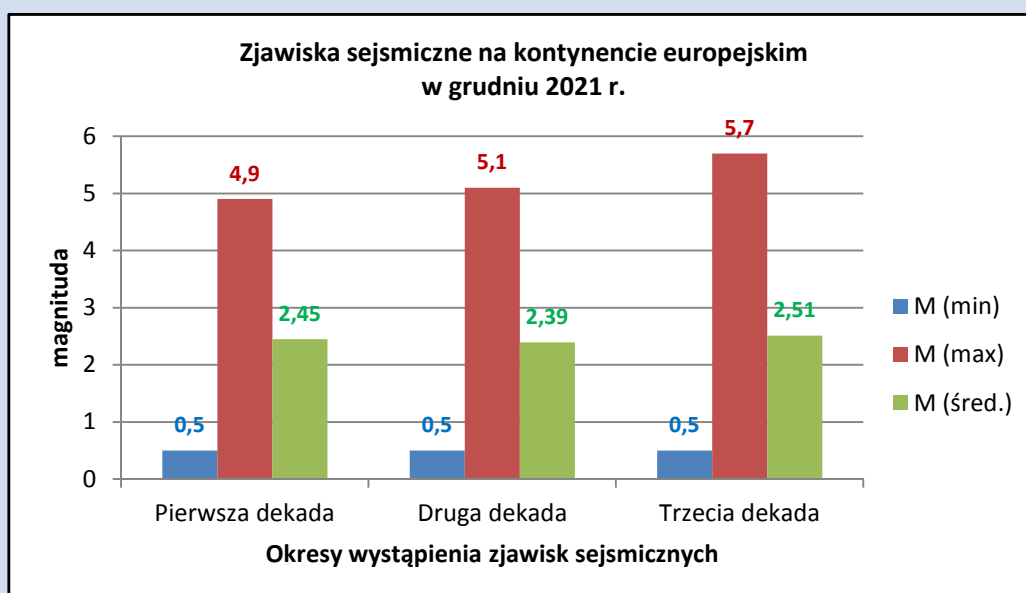
Wschodni. Źródło wstrząsów zlokalizowane było na głębokości 170 km (wg. EMSC). W miejscu tego trzęsienia płyta australijska subdukuje w kierunku północy pod płytę sundajską z prędkością około 76 mm/rok. Wschodnia Indonezja i wyspy Morza Banda są miejscem częstych trzęsień ziemi o nasileniu umiarkowanym do dużego.

KONTYNET EUROPEJSKI

Na obszarze kontynentu europejskiego i obszarach przyległych w grudniu 2021 roku w bazie danych EMSC zarejestrowano 1 774 zdarzenia sejsmiczne o magnitudzie od $M=0.5$ do $M=5.5$. Charakterystykę europejskiej aktywności sejsmicznej w grudniu przedstawiono w tabeli 7 i na rys. 3. Spośród zarejestrowanych zjawisk – 1 092 (61.6%) osiągnęło magnitudę poniżej poziomu odczuwalności przez człowieka, tj. $M \leq 2.5$. Próg ten przekroczyły 682 zjawiska, co stanowi 38.4% ogólnej ich liczby.

Tab. 7. Statystyka wstrząsów sejsmicznych zarejestrowanych w bazie EMSC na obszarze Europy i obszarach przyległych w grudniu 2021r. – oprac. PSG.

Magnituda		Liczba zdarzeń	%
od	do		
0.0	2.5	932	52.5
2.5	3.5	716	40.4
3.5	4.5	108	6.1
4.5	5.5	17	1.0
5.5	6.5	1	0.1
>=6.5		0	0.0
Razem:		1774	100.0
w tym:	$M \leq 2.5$	1092	61.6
	$M > 2.5$	682	38.4
	$M_{\min.}$	0.5	
	$M_{\max.}$	5.7	
	$M_{\text{śr.}}$	2.5	



Rys. 3. Charakterystyka aktywności sejsmicznej na kontynencie europejskim w grudniu 2021 r. – dane statystyczne w interwałach dekad (oprac. PSG 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 regionach: Kreta, Grecja (104 zjawiska), Gibraltaru (84 zjawiska), Islandii (67 zjawisk), Grecji kontynentalnej (44 zjawiska), Turcji Wschodniej (42 zjawiska), Wysp Dodekanezu, Turcja (38 zjawisk). Najwięcej dziennie odczuwalnych trzęsień ziemi zarejestrowano w dniach: 2 - 3, 5 - 6, 8 - 9, 13, 18, 21 - 27 i 29 grudnia. Pod względem liczby zdarzeń najwyższą aktywność (44 zjawiska) zarejestrowano w dniu 22 grudnia, co stanowi 200% średniej dobowej wartości aktywności sejsmicznej zaobserwowanej w grudniu 2021 r. Najniższa dobową aktywność sejsmiczną na kontynencie europejskim miała miejsce 19 grudnia. Zarejestrowano wówczas jedynie 9 zjawisk powyżej progu odczuwalności. W grudniu, na kontynencie europejskim oraz obszarach przyległych zanotowano 5 zjawisk o magnitudzie $M \geq 5$.

Tab. 8. Wykaz zjawisk sejsmicznych o magnitudzie $M \geq 5.0$, zarejestrowanych na obszarze europejskim w grudniu 2021 r. (na podst. danych z bazy EMSC).

Lp.	Data	Czas UTC zjawiska	Dług. geogr.	Szer. geogr.	Głęb. hipocentrum	Magnituda	Nazwa regionu
1	18.12.2021	05:16:38	23.08	36.02	60	5.1	SOUTHERN GREECE
2	26.12.2021	18:59:02	26.94	34.93	10	5.4	CRETE, GREECE
3	29.12.2021	05:08:09	25.09	34.85	68	5.7	CRETE, GREECE
4	29.12.2021	16:47:08	25.16	34.78	78	5.1	CRETE, GREECE
5	31.12.2021	00:58:32	-31.79	37.69	10	5	AZORES ISLANDS REGION

Najsilniejszym zjawiskiem na kontynencie europejskim było trzęsienie ziemi o magnitudzie $M = 5.7$, które wydarzyło się w dniu 29 grudnia 2021 r. o godz. 05:08:09.9 czasu UTC (czas lokalny 07:08:09.9) w regionie sejsmologicznym Kreta (Grecja). Epicentrum tego zdarzenia zlokalizowane było 53 km na południe od miejscowości Irákleion oraz 21 km na południe od miejscowości Asímion. Źródło wstrząsów zlokalizowane było na głębokości 68 km.

Tab.9. Parametry zjawiska sejsmicznego z dnia 29/12/2021 r., godz. 05:08:09.9 czasu UTC, region: CRETE, GREECE.

Parametry trzęsienia ziemi wyznaczone przez EMSC/NEIC			
Data (UTC)	29/12/2021 r.	Data lokalna	29/12/2021 r.
Czas (UTC)	05:08:09.9 05:08:10	Czas lokalny	07:08:09.9
Lokalizacja epicentrum (EMSC/NEIC) Współrzędne (ϕ , λ)	34.85°N; 25.09°E 34.867°N; 25.117°E		
Głębokość [km] (EMSC/NEIC)	68 / 70.6		
Magnituda	5.7/5.7		
Region	CRETE, GREECE		
Rejonizacja epicentrum	53 km na S od Irákleion, Grecja / czas lokalny: 29/12/2021 r., godz. 07:08:09.9 21 km na S od Asímion, Grecja / czas lokalny: 29/12/2021 r., godz. 07:08:09.9		

Podsumowanie

Obszar świata w grudniu 2021 r. pod względem liczebności zarejestrowanych zjawisk charakteryzował się po raz kolejny bardzo wysoką aktywnością sejsmiczną. Natomiast obszar Europy charakteryzował aktywnością sejsmiczną. Polska w tym samym okresie cechowała 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 01/12/2021 - 31/12/2021 r.