



Program: **CENTRUM GEOZAGROŻEŃ**

Projekt: **MONITORING GEODYNAMICZNY POLSKI – ETAP III (MGP III)**

## Raport okolicznościowy

**TRZĘSIENIA ZIEMI W EUROPIE I NA ŚWIECIE W OKRESIE 01/01 DO 31/12/2021 R.**

**Opracowany na podstawie analizy i interpretacji danych z sieci sejsmologicznych:**

**PSG\_SEJS\_NET** (sieć monitoringu aktywności sejsmicznej państwowej służby geologicznej)

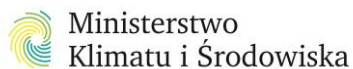
**EMSC** (European-Mediterranean Seismological Centre)

**NEIC** (USGS National Earthquake Information Centre)

**ISC** (International Seismological Centre)

Projekt: **MGP III**

realizowany na zamówienie:



Sfinansowano ze środków  
Narodowego Funduszu  
Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej

Warszawa 02 STYCZNIA 2022 r.

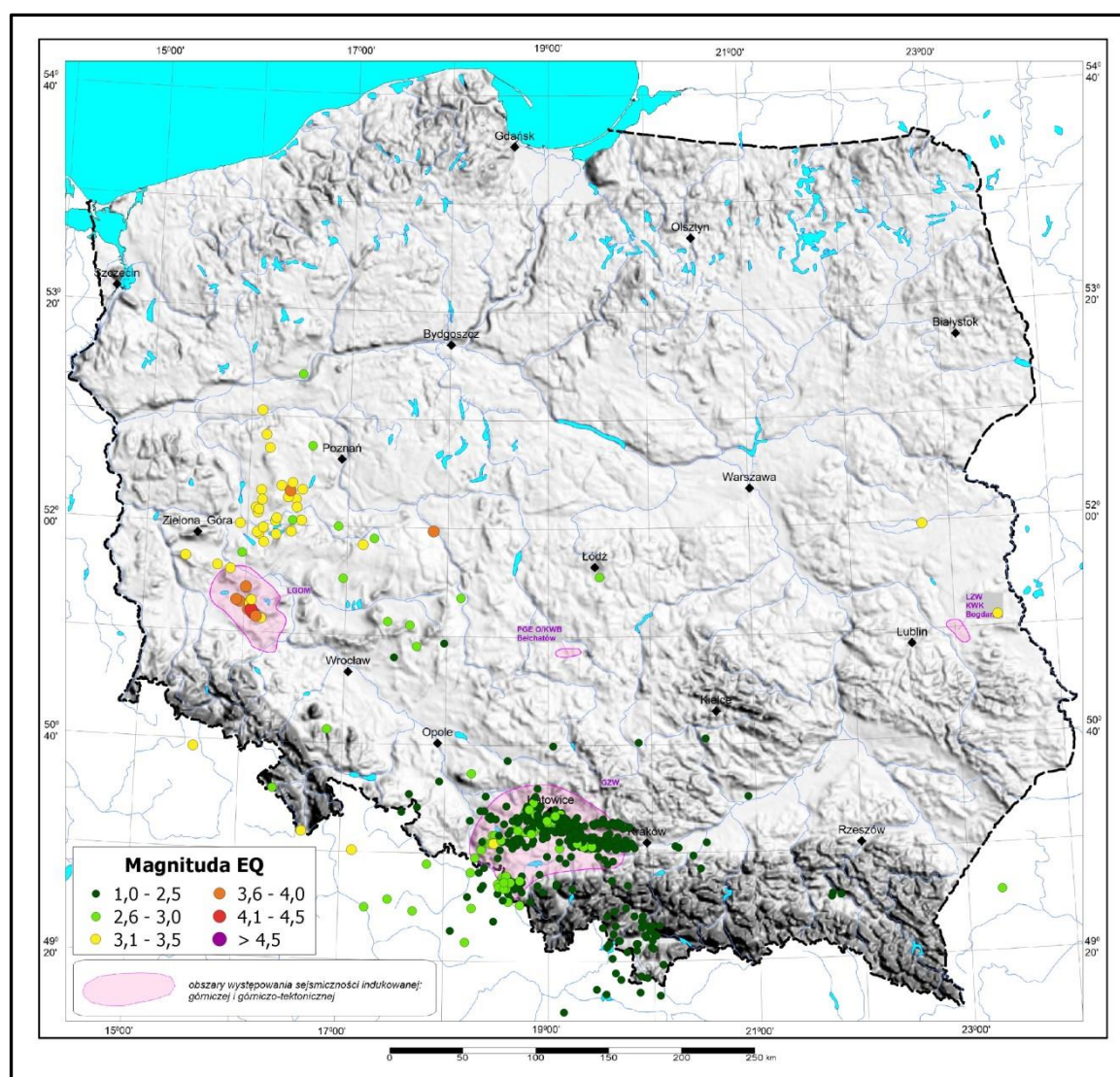
## SPIS TREŚCI:

I.	CHARAKTERYSTYKA AKTYWNOŚCI SEJSMICZNEJ NA OBSZARZE POLSKI W OKRESIE OD 01/01 DO 31/12/2021 R. NA PODSTAWIE WYNIKÓW CIĄGŁEGO MONITORINGU SEJSMICZNEGO W SIECI OBSERWACYJNEJ PAŃSTWOWEJ SŁUŻBY GEOLOGICZNEJ (PSG_SEJS_NET). .....	3
II.	CHARAKTERYSTYKA AKTYWNOŚCI SEJSMICZNEJ NA OBSZARZE POLSKI W OKRESIE OD 01/01 DO 31/12/2021 R. NA PODSTAWIE WYNIKÓW OBSERWACJI I BAZY DANYCH EUROPEJSKIEGO ŚRÓDZIEMNOMORSKIEGO CENTRUM SEISMOLOGICZNEGO (EMSC). .....	8
III.	ŚWIAT / EUROPA – ZJAWISKA SEJSMICZNE NA OBSZARZE KULI ZIEMSKIEJ (GLOBALNE) I EUROPY ZAREJESTROWANE OD 01/01 DO 31/12/2021 R. NA PODSTAWIE DANYCH Z BAZY DANYCH EMSC.....	11
1.	GLOBALNA CHARAKTERYSTYKA AKTYWNOŚCI SEJSMICZNEJ.....	11
2.	CHARAKTERYSTYKA AKTYWNOŚCI SEJSMICZNEJ NA KONTYNENCIE EUROPEJSKIM I OBSZARACH PRZYLEGŁYCH.....	14

## I. CHARAKTERYSTYKA AKTYWNOŚCI SEISMICZNEJ NA OBSZARZE POLSKI W OKRESIE OD 01/01 DO 31/12/2021 R. NA PODSTAWIE WYNIKÓW CIĄGŁEGO MONITORINGU SEISMICZNEGO W SIECI OBSERWACYJNEJ PAŃSTWOWEJ SŁUŻBY GEOLOGICZNEJ (PSG\_SEJS\_NET).

Monitoring geodynamiczny na terytorium Polski w zakresie obserwacji aktywności seismicznej jest realizowany przez państwową służbę geologiczną (PSG) za pomocą aktywnych stacji seismologicznych zintegrowanych w sieci obserwacyjnej **PSG\_Sejs\_NET**. W 2021 r. w sieci funkcjonowały 42 stacje seismiczne (stan na 31 grudnia 2021 r.) zainstalowane na obszarze całego kraju, w tym 22 stacje PSG i 20 stacji IGF PAN, włączonych do sieci PSG na podstawie umowy kooperacyjnej pomiędzy PIG-PIB i IGF PAN.

Lokalizacja zdarzeń seismicznych zarejestrowanych w sieci **PSG\_Sejs\_NET** w 2021 r. zaprezentowana została na **rys. 1**. Informacje statystyczne w aspekcie oceny wielkości aktywności seismicznej w Polsce, zarejestrowanej w sieci **PSG\_Sejs\_NET** w 2021 r. zaprezentowano w tekście raportu w formie tabelarycznej (**tab. 1**).



**Rys. 1.** Lokalizacja wstrząsów seismicznych zarejestrowanych w systemie automatycznego alertowania sieci **PSG\_Sejs\_NET** w okresie od 1 stycznia do 31 grudnia 2021 r. na terytorium Polski oraz w przylegającej strefie przygranicznej.

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

Magnituda		Liczba zdarzeń	%
od	do		
1.0	2.5	461	75.5
2.6	3.0	100	16.4
3.1	3.5	41	6.7
3.6	4.0	7	1.1
4.1	4.5	2	0.3
<b>M&gt;4.5</b>		<b>0</b>	<b>0.0</b>
<b>Razem:</b>		<b>611</b>	<b>100.0</b>
<b>w tym:</b>	<b>M&lt;=2.5</b>	<b>461</b>	<b>75.5</b>
	<b>M&gt;2.5</b>	<b>150</b>	<b>24.5</b>
	<b>M<sub>min.</sub></b>	<b>1.0</b>	
	<b>M<sub>maks.</sub></b>	<b>4.2</b>	

W okresie od 1 stycznia do 31 grudnia 2021 r. w systemie automatycznej detekcji wstrząsów i powiadamiania sieci PSG\_Sejs\_NET zidentyfikowanych zostało **611 zdarzeń sejsmicznych**, których epicentra zlokalizowane były na terytorium Polski oraz w przylegającej strefie przygranicznej.

Większość z nich, tj. 461 zjawisk, co stanowi 75.5 % ogólnej liczby zdarzeń sejsmicznych zarejestrowanych przez system automatycznej detekcji i alertowania, miało magnitudę poniżej poziomu odczuwalności przez człowieka, tj.  $M \leq 2.5$ . Próg ten przekroczyło 150 zdarzeń, co stanowi 24.5 % ogólnej ich liczby.

W tabeli (**tab. 2**) zaprezentowano liczebność wstrząsów z podziałem na umowne regiony. W 2021 r. najbardziej aktywnym sejsmicznie był region **GZW**, w którym system detekcji sieci PSG\_Sejs\_NET zidentyfikował 455 zjawiska sejsmiczne. W rejonie Podhala zarejestrowano 34 zjawiska. Kilkanaście wstrząsów (12 zdarzeń) pochodziło z obszaru LGOM. W przypadku 10 zjawisk epicentrum zlokalizowane były na obszarze centralnej i wschodniej części łuku Karpat oraz na Przedgórzu. Kilka wstrząsów miało miejsce w rejonie Jarocina (3 zjawiska), a dodatkowo 1 wstrząs w rejonie LZW (KWK Bogdanka). Pozostałych 96 zarejestrowanych zdarzeń miało epicentra rozrzucone na obszarach nieklasyfikowanych, poza rejonami zdefiniowanymi w **tabeli 2**.

**Tab. 2.** Liczebność zjawisk sejsmicznych zarejestrowanych w systemie alertowania sieci PSG\_Sejs\_NET w II połowie grudnia 2021 r. w podziale na umowne regiony.

Lp.	Nazwa obszaru	Liczba zjawisk sejsmicznych
1	GZW	455
2	LGOM	12
3	LZW (KWK Bogdanka)	1
4	KWB Bełchatów	0
5	Podhale	34
6	Karpaty C & E i Przedgórze	10
7	Rejon Jarocina	3
8	inne rejony (nieklas.)	96
<b>Razem (od 01/01/2019 do 31/12/2021 r.)</b>		<b>611</b>

16 i 17 października 2021 r. w sieci PSG\_SEJS\_NET zarejestrowane zostały dwa wstrząsy sejsmiczne w obrębie Legnicko Głogowskiego Okręgu Miedziowego. Wyznaczone parametry wstrząsów

podane zostały w **tab. 5** i **tab. 6** poniżej. Zjawiska te należały do najsilniejszych zjawisk, jakie wydarzyły się w Polsce w roku 2021.

**Tab. 3.** Parametry zjawiska sejsmicznego z 16 października 2021 r., 04:01:45 UTC (06:01:45 czasu lokalnego), rejon LGOM.

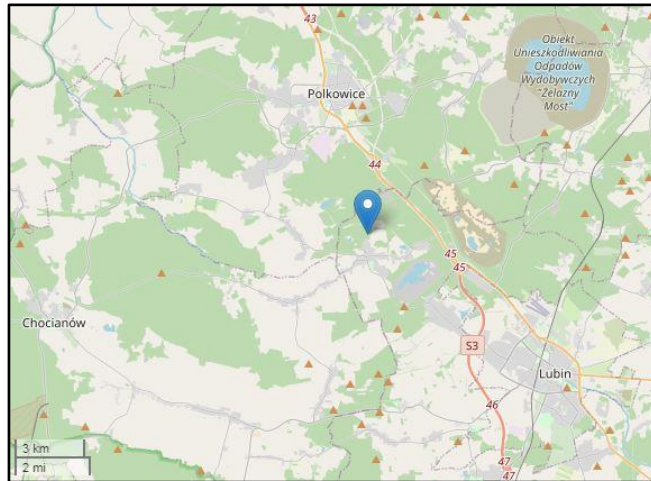
Parametry wstrząsu sejsmicznego wyznaczone przez PSG_SEJS_NET/EMSC			
Data (UTC):	<b>16/10/2021 r.</b>	Data lokalna:	<b>16/10/2021 r.</b>
Czas (UTC):	<b>04:01:45</b>	Czas lokalny:	<b>06:01:45</b>
Lokalizacja epicentrum współrzędne ( $\phi$ , $\lambda$ ): (PSG_SEJS_NET /EMSC)	<b>51.45<sup>0</sup> N, 16.09<sup>0</sup> E</b> <b>51.45<sup>0</sup> N, 16.09<sup>0</sup> E</b>		
Głębokość źródła: (PSG_Sejs_Net/EMSC)	<b>10 km/10 km</b>		
Magnituda: (PSG_SEJS_NET/EMSC)	<b>4.2/4.2</b>		
Region:	<b>Legnicko Głogowski Okręg Miedziowy.</b>		
Informacje dodatkowe:	<i>Z informacji prasowych wynika, że w wyniku wstrząsu nikt nie został poszkodowany (KGHM)</i>		

**Tab. 4.** Parametry zjawiska sejsmicznego z 17 października 2021 r., o godzinie 12:20:55 UTC (14:20:55 czasu lokalnego) w sieci PSG\_Sejs\_Net., rejon LGOM.

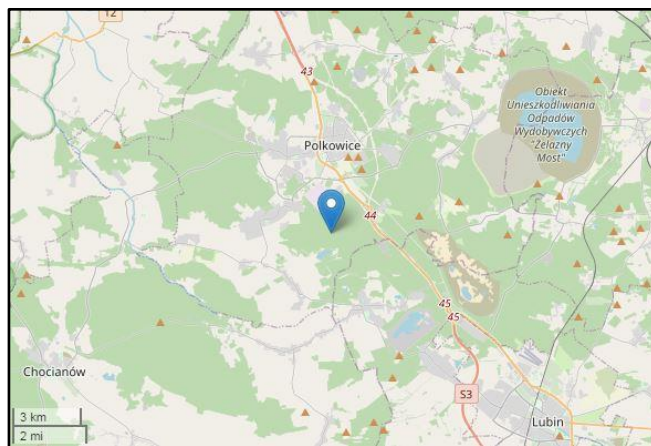
Parametry wstrząsu sejsmicznego wyznaczone przez PSG_SEJS_NET/EMSC			
Data (UTC):	<b>17/10/2021 r.</b>	Data lokalna:	<b>17/10/2021 r.</b>
Czas (UTC):	<b>12:20:54.987</b>	Czas lokalny:	<b>14:20:54.987</b>
Lokalizacja epicentrum współrzędne ( $\phi$ , $\lambda$ ): (PSG_SEJS_NET /EMSC)	<b>51.47<sup>0</sup> N, 16.07<sup>0</sup> E</b> <b>51.47<sup>0</sup> N, 16.07<sup>0</sup> E</b>		
Głębokość źródła: (PSG_Sejs_Net/EMSC)	<b>10 km/10 km</b>		
Magnituda: (PSG_SEJS_NET/EMSC)	<b>4.2/4.3</b>		
Region:	<b>Legnicko Głogowski Okręg Miedziowy.</b>		
Informacje dodatkowe:	<i>Z informacji prasowych wynika, że w wyniku wstrząsu nikt nie został poszkodowany (KGHM)</i>		

Wstrząsy sejsmiczne o magnitudzie M4.2, które zostały zanotowane 16 i 17 października 2021 r. w rejonie LGOM można w polskich warunkach zakwalifikować jako zdarzenia silne. Przyczyną wstrząsów były zjawiska rozładowania się naprężeń w górotworze powstających w wyniku naruszania równowagi statycznej ośrodka geologicznego na skutek aktywnej działalności górniczej (tzw. wstrząsy indukowane). Obszar LGOM jest rejonem Polski, w którym obserwuje się wysoką aktywność sejsmiczną, indukowaną podziemną eksploatacją górniczą. Zazwyczaj rejestrowane tu zjawiska cechują się niskimi wartościami magnitudy. Sporadycznie zdarzają się zjawiska silne, które bywają przyczyną strat i zniszczeń materialnych w kopalniach oraz na powierzchni terenu, a nawet (bardzo rzadko) poszkodowani zostają także ludzie.

Lokalizację epicentrum zjawiska z 16 października pokazano na **rys. 2**, a zjawiska z 17 października na **rys. 3**.

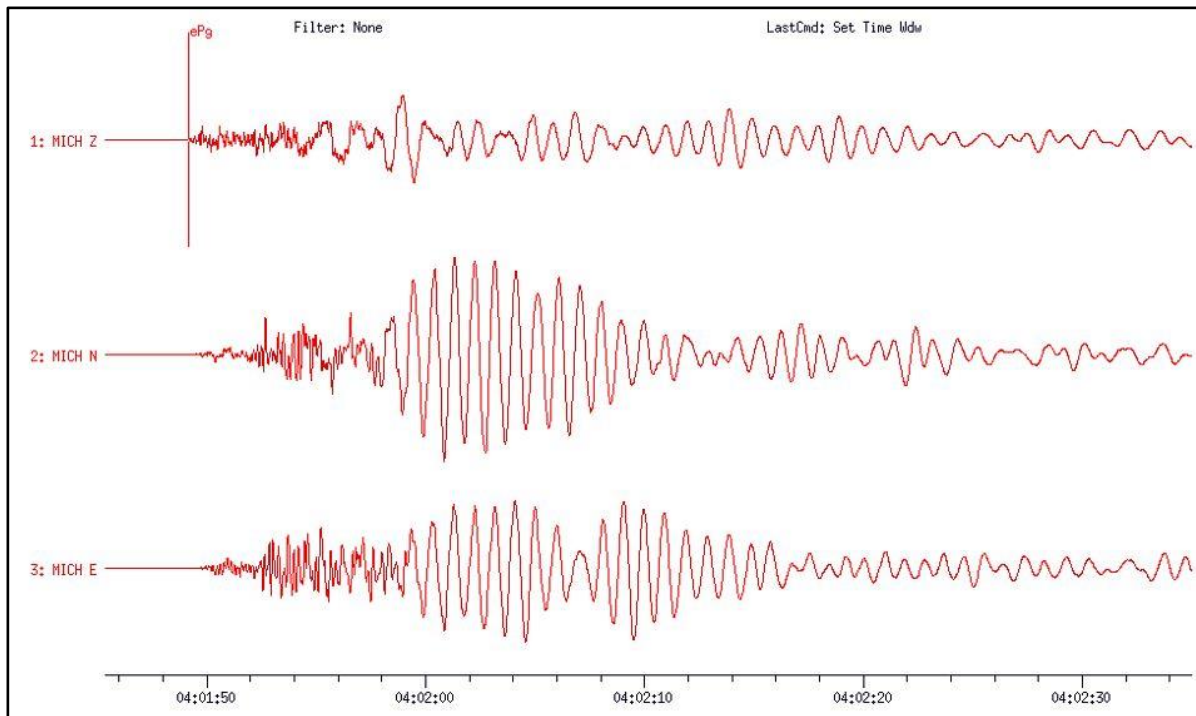


**Rys. 2.** Mapa lokalizacji epicentrum wstrząsu sejsmicznego z terenu Polski z rejonu LGOM z 16 października 2021 r., godz. 04:01:45 UTC zarejestrowanego w bazie PSG\_Sejs\_Net na stacji MICH (Michałów) - mapa bazowa: OpenStreetMap.org.

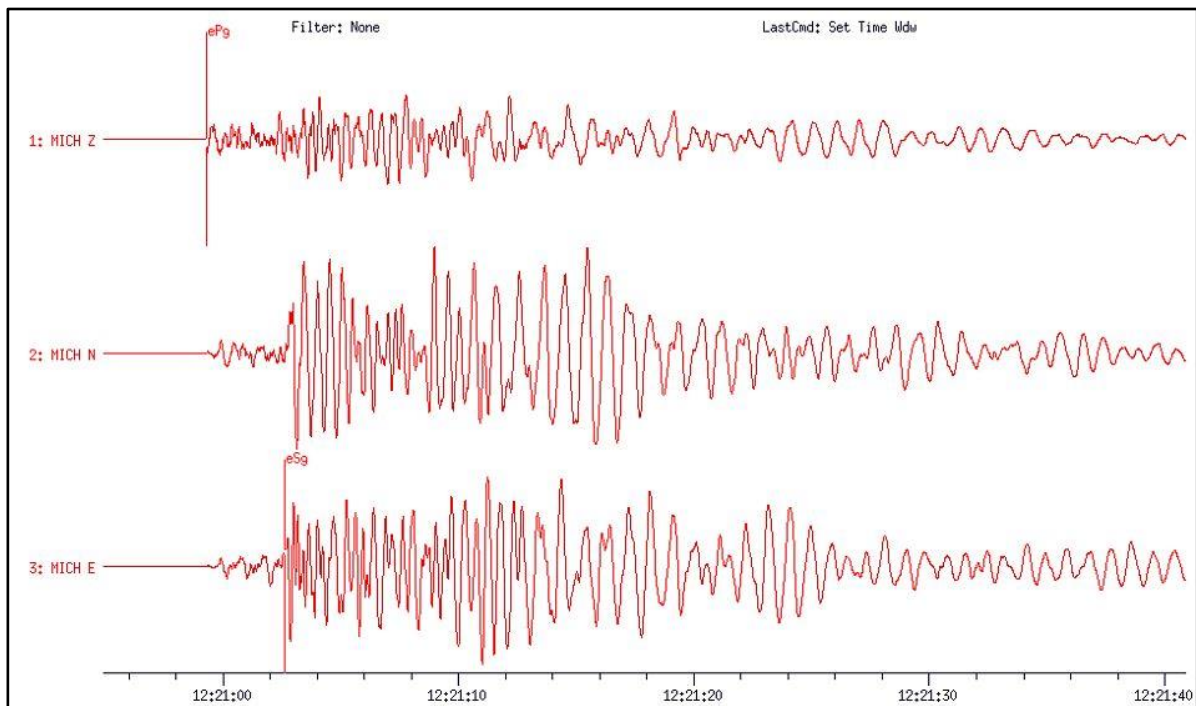


**Rys. 3.** Mapa lokalizacji epicentrum wstrząsu sejsmicznego z terenu Polski z rejonu LGOM z 17 października 2021 r., godz. 12:20:55 UTC zarejestrowanego w bazie PSG\_Sejs\_Net na stacji MICH (Michałów) - mapa bazowa: OpenStreetMap.org.

Na **rys. 4** i **rys. 5** zaprezentowano obrazy falowe obu zjawisk zarejestrowane na stacji **MICH** monitoringu sejsmicznego PSG, zainstalowanej na południe od obszaru Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego w Michałowie w gm. Chocianów w powiecie polkowickim. Odległość epicentralna obu zjawisk od wspomnianej stacji monitoringu aktywności sejsmicznej PSG wynosi około 14 km.



**Rys. 4.** Fragment obrazu falowego (składowe **Z, N, E**) z 16 października 2021 r. zarejestrowany na stacji **MICH** monitoringu aktywności sejsmicznej PSG w Michałowie z zapisem zjawiska sejsmicznego o magnitudzie **M4.2** z 16 października 2021 r., godz. 04:01:45 UTC z epicentrum zlokalizowanym w rejonie Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego (LGOM).



**Rys. 5.** Fragment obrazu falowego (składowe **Z, N, E**) z 17 października 2021 r. zarejestrowany na stacji **MICH** monitoringu aktywności sejsmicznej PSG w Michałowie z zapisem zjawiska sejsmicznego o magnitudzie **M4.2** z 17 października 2021 r., godz. 12:20:55 UTC z epicentrum zlokalizowanym w rejonie Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego (LGOM).

## II. CHARAKTERYSTYKA AKTYWNOŚCI SEJSMICZNEJ NA OBSZARZE POLSKI W OKRESIE OD 01/01 DO 31/12/2021 R. NA PODSTAWIE WYNIKÓW OBSERWACJI I BAZY DANYCH EUROPEJSKIEGO ŚRÓDZIEMNOMORSKIEGO CENTRUM SEISMOLOGICZNEGO (EMSC).

W okresie od 1 stycznia do 31 grudnia 2021 r. w bazie danych Europejskiego, Śródziemnomorskiego Centrum Sejsmologii (stan na dzień 02/01/2022 r.) zarejestrowano **47** zjawisk sejsmicznych, które miały miejsce na terytorium Polski. Parametry zarejestrowanych zdarzeń przedstawiono w **tabeli 5**. Lokalizacja wszystkich zjawiska została zaprezentowana na **rys. 6**.

**Tab. 5.** Zjawiska sejsmiczne na obszarze Polski w 2021 r. zarejestrowane w sieci EMSC (wyciąg z bazy danych EMSC).

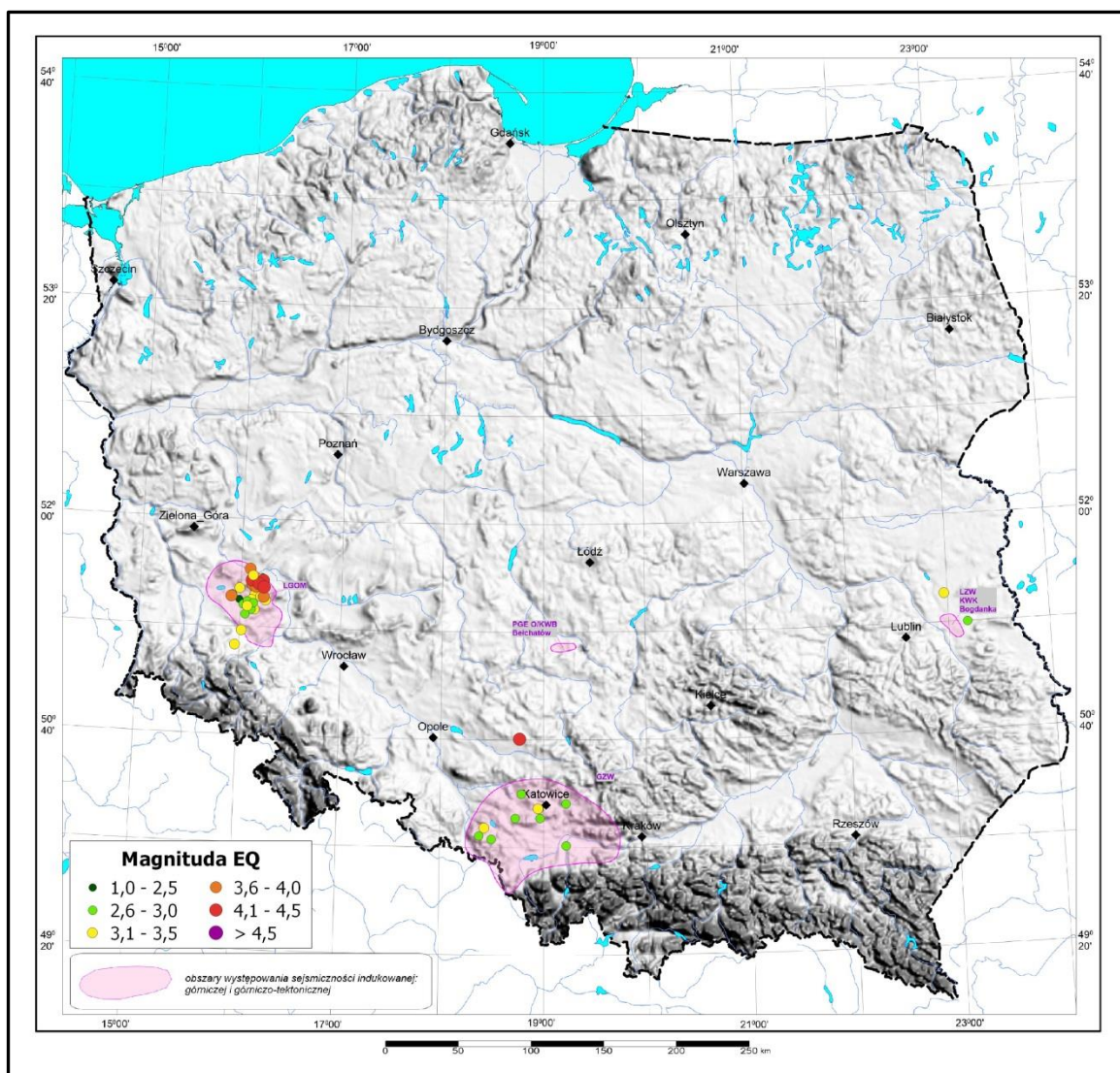
Lp.	Data	Czas (UTC)	Szer. geogr.	Dł. geogr.	Głęb. hip. [m]	Mag.	Eqid (EMSC)	Region PL
1*)	06/01/2021	05:02:25	16.14	51.58	1	3.8	936264	LGOM
2**)	11/01/2021	21:39:50	18.77	50.67	10	4.4	938019	nieklas.
3*)	20/01/2021	20:20:36	16.2	51.63	1	3.2	940594	LGOM
4*)	21/01/2021	05:10:40	16.25	51.53	10	3.6	940703	LGOM
5**)	25/02/2021	05:20:59	16.23	51.58	1	4.1	952480	LGOM
6**)	03/02/2021	17:40:21	16.12	51.65	10	3.5	945435	LGOM
7*)	06/03/2021	16:43:24	51.31	16.02	10	3.1	956279	LGOM
8	11/03/2021	06:59:02	51.62	16.11	10	4.1	958195	LGOM
9*)	11/03/2021	17:09:43	50.27	19.22	5	2.9	958403	GZW
10*)	16/03/2021	04:55:53	51.46	16.07	1	3.1	961248	LGOM
11*)	17/03/2021	02:44:46	51.22	15.96	1	3.4	960339	LGOM
12*)	25/03/2021	20:03:08	51.48	16.13	2	3	963333	LGOM
13**)	07/04/2021	15:44:07	51.41	16.05	1	2.8	968037	LGOM
14**)	19/04/2021	22:26:24	51.49	16.07	1	3	972621	LGOM
15**)	28/04/2021	23:34:41	51.69	16.09	1	3.9	977137	LGOM
16*)	05/05/2021	07:44:12	18.38	50.07	8	3	980083	GZW
17*)	05/05/2021	17:34:57	16.2	51.52	1	3.3	980245	LGOM
18	12/05/2021	14:42:22	16.15	51.58	10	3.9	983688	LGOM
19*)	26/05/2021	17:11:47	15.97	51.6	1	3.6	989273	LGOM
20*)	31/05/2021	03:19:20	18.73	50.14	5	2.9	990993	GZW
21*)	13/06/2021	02:00:15	16.11	51.5	2	3.4	997189	LGOM
22	15/06/2021	08:06:34	16.11	51.44	1	3	999220	LGOM
23*)	16/06/2021	13:22:10	16.13	51.62	10	4	999305	LGOM
24*)	24/06/2021	01:27:12	19.22	50.01	1	2.8	1002346	GZW
25*)	24/06/2021	03:58:46	16.19	51.59	2	3.6	1002350	LGOM
26**)	17/07/2021	15:57:28	15.91	51.52	10	3.7	1010568	LGOM
27	26/08/2021	06:24:18	16.18	51.6	10	3.6	1028399	LGOM
28*)	13/09/2021	00:15:25	51.47	16.03	1	2.9	1034824	LGOM
29*)	14/09/2021	17:10:43	50.24	18.95	5	3.4	1035698	GZW
30*)	28/09/2021	23:34:14	50.18	18.97	5	2.9	1041912	GZW
31*)	02/10/2021	23:16:01	22.97	51.51	8	3.2	1043423	LZW
32*)	16/10/2021	04:01:44	16.18	51.6	1	4.3	1048900	LGOM
33*)	17/10/2021	12:20:54	16.22	51.62	10	4.2	1049422	LGOM
34*)	19/10/2021	04:09:23	16.11	51.62	0	2.6	1051059	LGOM
35	21/10/2021	16:07:25	16.12	51.65	1	2.6	1051492	LGOM
36	30/10/2021	18:04:19	23.19	51.33	10	2.9	1055967	LZW
37*)	31/10/2021	01:13:06	16.14	51.44	1	3.4	1056057	LGOM
38	04/11/2021	05:50:07	51.61	16.2	10	3.8	1057991	LGOM
39	07/11/2021	14:08:17	51.53	16.14	2	3.1	1059454	LGOM
40	16/11/2021	04:56:24	51.64	16.21	2	2.5	1062958	LGOM
41	04/12/2021	04:53:33	51.5	15.99	2	2.5	1070490	LGOM



42*)	04/12/2021	07:52:20	50.33	18.79	1	2.8	1070524	GZW
43**)	05/12/2021	17:47:52	51.53	15.92	2	3	1071037	LGOM
44*)	06/12/2021	18:46:42	50.24	18.96	8	2.8	1071419	GZW
45	08/12/2021	19:43:53	50.12	18.43	2	3.3	1074986	GZW
46**)	09/12/2021	21:37:33	16.23	51.49	2	4	1075377	LGOM
47	11/12/2021	02:40:32	18.5	50.05	2	3	1075746	GZW

\*) Zdarzenia zarejestrowane w sieci PSG\_Sejs\_Net.

\*\*\*) Zdarzenia zarejestrowane w sieci PSG\_Sejs\_Net (brak zgodności wyznaczenia lokalizacji epicentrum z automatycznym systemem alertowania sieci PSG\_Sejs\_Net).



**Rys. 6.** Lokalizacja wstrząsów sejsmicznych zarejestrowanych w sieci EMSC w okresie od 1 stycznia do 31 grudnia 2021 r. na terytorium Polski.

Obszar epicentralny tych zdarzeń zlokalizowany był w rejonie LGOM (34 zjawiska) i GZW (10 zjawisk) oraz LZW (2 zjawiska). 1 zarejestrowane zdarzenie posiadało epicentrum na obszarze nieklasyfikowanym, poza rejonami zdefiniowanymi w tabeli 6.

**Tab. 6.** Liczebność zjawisk sejsmicznych zarejestrowanych w sieci EMSC w 2021 r. w podziale na umowne regiony.

Lp.	Nazwa obszaru	Liczba zjawisk sejsmicznych
1	GZW	10
2	LGOM	34
3	LZW (KWK Bogdanka)	2
4	KWB Bełchatów	0
5	Podhale	0
6	Karpaty C & E i Przedgórze	0
7	Rejon Jarocina	0
8	inne rejony (nieklas.)	1
<b>Razem (od 01/01/2021 do 31/12/2021 r.)</b>		<b>47</b>


### III. ŚWIAT / EUROPA – ZJAWISKA SEJSMICZNE NA OBSZARZE KULI ZIEMSKIEJ (GLOBALNE) I EUROPY ZAREJESTROWANE OD 01/01 DO 31/12/2021 R. NA PODSTAWIE DANYCH Z BAZY DANYCH EMSC.

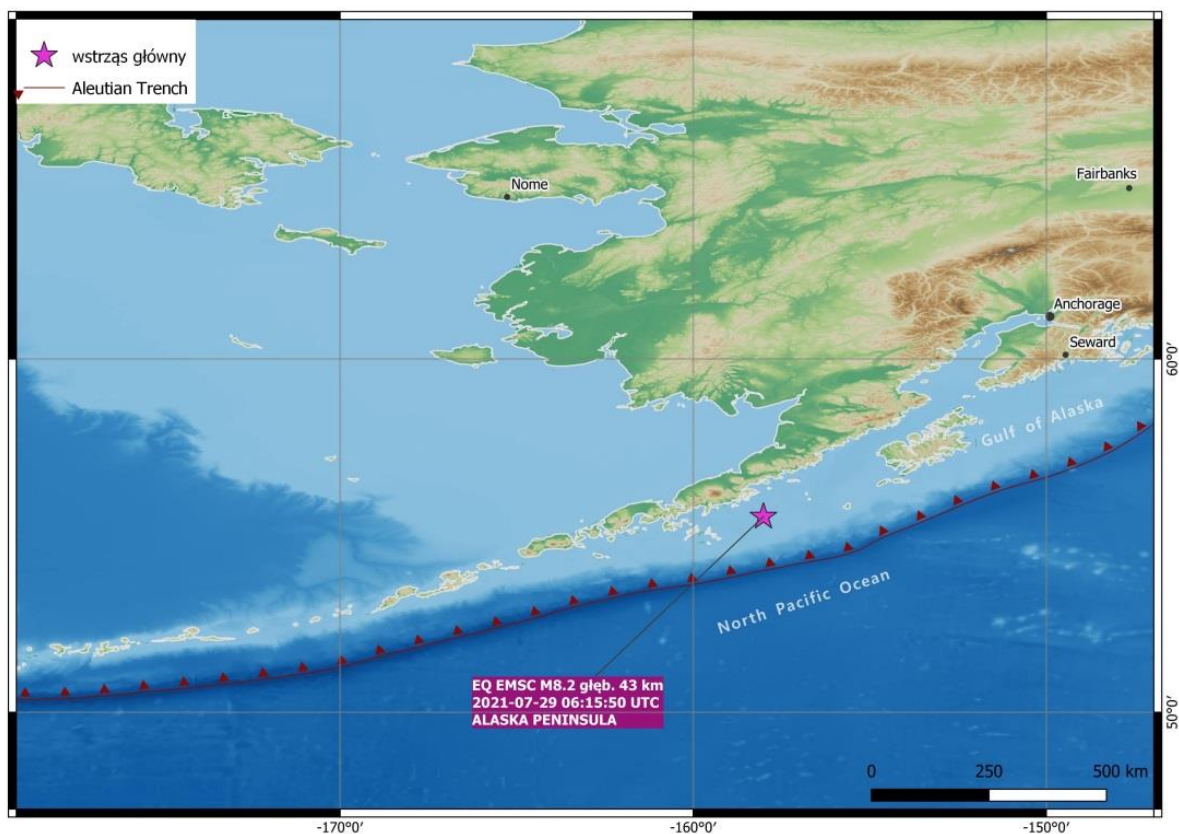
#### 1. GLOBALNA CHARAKTERYSTYKA AKTYWNOŚCI SEJSMICZNEJ.

W 2021 r. 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) na dzień 02.01.2022 r. (godz. 11:00 UTC) zarejestrowanych zostało **100 694** zdarzeń sejsmicznych o magnitudzie od **M0.5** do **M8.2**, w tym **67 892** zjawisk, których magnituda była większa od **M2.5** (próg odczuwalności).

Najsilniejsze trzęsienie ziemi na świecie w roku 2021 miało miejsce w **29 lipca 2021 r.** o godz. **06:15:50.5 UTC** (czas lokalny 28/07/2021 r., godz. 22:15:5) w morskiej części w pobliżu Półwyspu Alaska. Było to bardzo silne trzęsienie ziemi o magnitudzie **M8.2**. Epicentrum tego zdarzenia zlokalizowane było ok. 788 km na SSW od Anchorage – Stany Zjednoczone (populacja 298 tys.) oraz 159 km na ENE od Sand Point - Stany Zjednoczone (populacja 1 tys.). Źródło wstrząsów zlokalizowane było na głębokości **43 km** (wg. EMSC). Najważniejsze parametry tego zjawiska zaprezentowane zostały w **tabeli 7** na podstawie danych EMSC i NEIC, zaś lokalizację epicentrum tego trzęsienia pokazano na **rys. 7** w relacji do najbliższych regionalnych szczegółów geograficznych i politycznych.

**Tab. 7.** Parametry zjawiska sejsmicznego z 29 lipca 2021 r., godz. 06:15:50.5 UTC, region: półwysep Alaska.

Parametry trzęsienia ziemi wyznaczone przez EMSC/NEIC.			
Data (UTC)	29/07/2021 r.	Data lokalna	28/07/2021 r.
Czas (UTC)	06:15:50.5 06:15:47	Czas lokalny	22:15:50
Lokalizacja epicentrum Współrzędne ( $\phi$ , $\lambda$ )	55.54°N; 158.01°W 55.325°N; 157.841°W		
Głębokość [km]	43 / 32.2		
Magnituda	8.2/8.2		
Region	ALASKA PENINSULA		
Rejonizacja epicentrum	788 km na SSW od Anchorage, Stany Zjednoczone / populacja: 298 tys. / czas lokalny: 28/07/2021 r., 22:15:50.5 159 km na ENE od Sand Point, Stany Zjednoczone / populacja: 1 tys. / czas lokalny: 28/07/2021 r., 22:15:50.5		
Inne ważne informacje.	-		

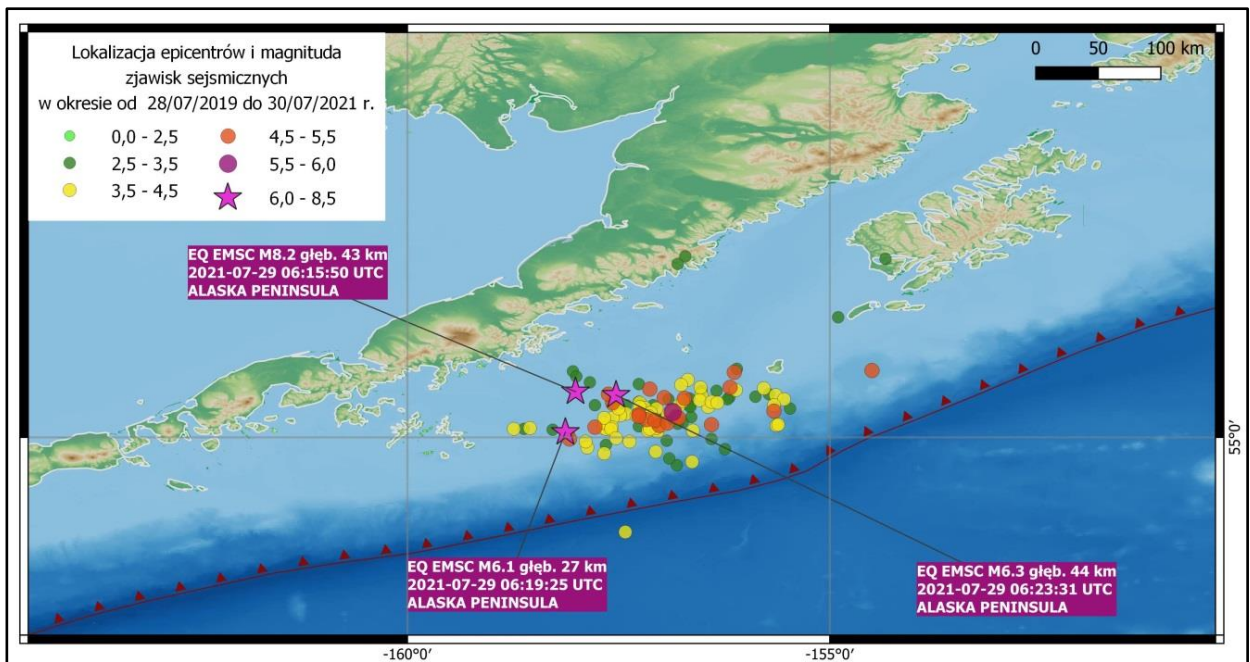


Rys. 7. Lokalizacja epicentrum trzęsienia ziemi o magnitudzie M8.2 z 29 lipca 2021 r., godz. 06:15:50.5 UTC w regionie półwyspu Alaska (oprac. PSG, mapa bazowa OSM).

Statystyka zdarzeń sejsmicznych w okresie 28-30/07/2021 r. została podsumowana w **tabeli 8** oraz przedstawiona na mapie (**rys. 8**). W tym okresie zarejestrowano **123** wtórne zdarzenia sejsmiczne o magnitudzie  $M \geq 2.5$ , w tym **3** zjawiska o magnitudzie  $M > 6.0$  (wliczając wstrząs główny). Lista zjawisk o magnitudzie  $M 6.0+$  wraz z ich parametrami została przedstawiona w **tabeli 9**.

Tab. 8. Statystyka zdarzeń sejsmicznych o magnitudzie  $M \geq 2.5$  zarejestrowanych w dniach 28-30 lipca 2021 r. w regionie półwyspu Alaska – dane EMSC.

Magnituda		Liczba zdarzeń	%
od	do		
0	2.5	0	0.0
2.5	3.5	43	35.0
3.5	4.5	56	45.5
4.5	5.5	20	16.3
5.5	6.0	1	0.8
<b>6.0</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>2.4</b>
<b>Razem:</b>		<b>123</b>	<b>100.00</b>
<b>w tym:</b>	$M \leq 2.5$	0	0.0
	$M > 2.5$	123	100.0
	$M_{\min.}$	2.7	<b>wstrząs główny</b>
	$M_{\max.}$	<b>8.2</b>	
$M_{\text{śr.}}$	4.0		



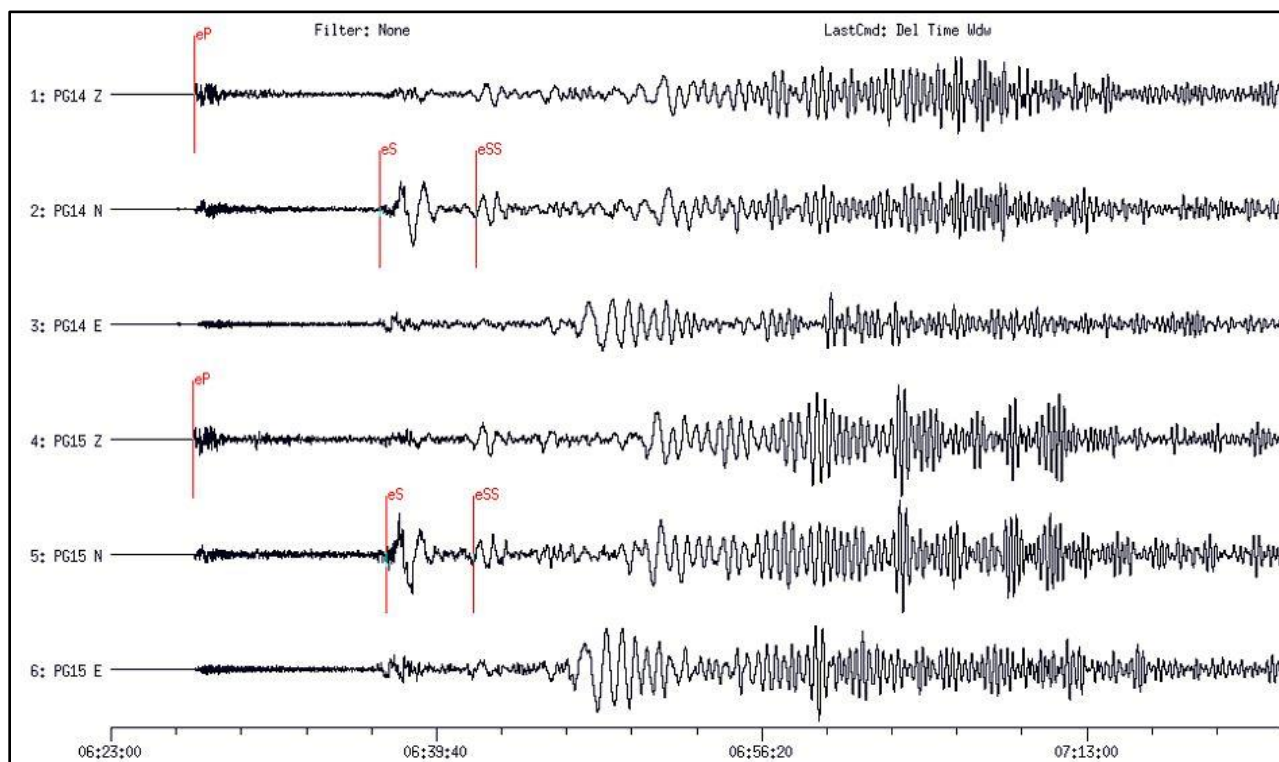
**Rys. 8.** Lokalizacja epicentrum trzęsienia ziemi o magnitudzie M8.2 (wstrząs główny z 29 lipca 2021 r. godz. 06:15:50.5 UTC) w regionie półwyspu Alaska oraz epicentrow wstrząsów o magnitudzie  $M \geq 2.5$ , zarejestrowanych przed oraz po wstrząsie głównym w okresie 28-30 lipca 2021 r. (oprac. PSG, dane EMSC, mapa bazowa OSM).

**Tab. 9.** Lista wtórnych wstrząsów sejsmicznych o magnitudzie  $M > 6.0$  (wraz z parametrami), które wystąpiły w okresie 28-30 lipca 2021 r. w regionie Półwyspu Alaska. Wstrząs główny został wyróżniony czerwonym kolorem.

Lp.	Data i czas zjawiska (UTC0)	Szer. geogr. [°]	Dł. geogr. [°]	Głęb. hipocentrum [km]	Magnituda
1	2021-07-29 06:15:50	55.54	-158.01	43	8.2
2	2021-07-29 06:19:25	55.06	-158.13	27	6.1
3	2021-07-29 06:23:31	55.50	-157.53	44	6.3

Trzęsienie ziemi o magnitudzie **M8.2 z 29 lipca 2021 r., godz. 06:15:50.5 (UTC)** rejestrowane było również w sieci PSG\_Sejs\_NET państwowej służby geologicznej. Na **rys. 9** pokazano zapisy falowe składowych **Z, N, E** wektora prędkości fal sejsmicznych zarejestrowane na stacjach PG14 (Hołowno, gm. Podedwórze, pow. parczewski) i PG15 (Dziwie, gm. Przedecz, pow. kolski) monitoringu sejsmicznego w laboratoriach geodynamicznych PSG.

Odległość stacji **PG14** od epicentrum wstrząsów wynosi ok. **8 120 km (73°)**, natomiast od stacji **PG15** ok. **8 040 km (72°)**. Pierwsze wstąpienia fal sejsmicznych zarejestrowane zostały na stacji PG14 o godz. **06:27:15.6 UTC**, tj. po upływie **11 min 25.1 s** od momentu zdarzenia, natomiast na stacji PG15 o godz. **06:27:12.2 UTC**, tj. po upływie **11 min 21.7 s**.




**Rys. 9.** Obraz falowy z zapisem rejestracji trzęsienia ziemi o magnitudzie **M8.2** z epicentrum w regionie półwyspu Alaska z 29 lipca 2021 r., godz. 06:15:50.5 (UTC) zarejestrowane przez szerokopasmowe stacje seismologiczne PSG zlokalizowane w laboratoriach geodynamicznych: w Hołowni (PG14) oraz w Dziwiu (PG15). Czerwonym kolorem zaznaczone zostały pierwsze wstąpienia fal podłużnych (P) i poprzecznych (S).

## 2. CHARAKTERYSTYKA AKTYWNOŚCI SEJSMICZNEJ NA KONTYNENCIE EUROPEJSKIM I OBSZARACH PRZYŁĘGŁYCH.

Na obszarze kontynentu europejskiego i obszarach przyległych w roku 2021 w bazie danych EMSC zarejestrowano **24 195** zdarzeń sejsmicznych o magnitudzie od **0.5** do **M6.4**. Spośród **24 195** zarejestrowanych zjawisk (wg stanu na dzień 02.01/12/2022 r.) – **15 221** (62.9 %) miało magnitudę poniżej poziomu odczuwalności przez człowieka, tj.  $M \leq 2.5$ . Próg ten przekroczyło 8974 zjawisk, co stanowiło 37.1 % ogólnej ich liczby.

W roku 2021 najsilniejsze zjawisko sejsmiczne (**M6.4**) na obszarze Europy miało miejsce w dniu **12/10/2021 r.** o godz. **09:24:04 UTC** (czas lokalny 12/10/2021 r., godz. 12:24:04.8) w rejonie wyspy Kreta. Epicentrum tego zdarzenia zlokalizowane było ok. 24 km na SE od Sitia (populacja 8,7 tys.) oraz 107 km na E od Irákleion, Grecja (populacja: 137 tys.). Źródło wstrząsów zlokalizowane było na głębokości **20 km** (wg. EMSC). Najważniejsze parametry tego zjawiska zaprezentowane zostały w **tabeli 10**, zaś lokalizację epicentrum tego trzęsienia pokazano na **rys. 10**.

**Tab. 10.** Parametry zjawiska sejsmicznego z dnia 12/10/2021 r. o godz. 09:24:04 UTC , region: Kreta, Grecja.

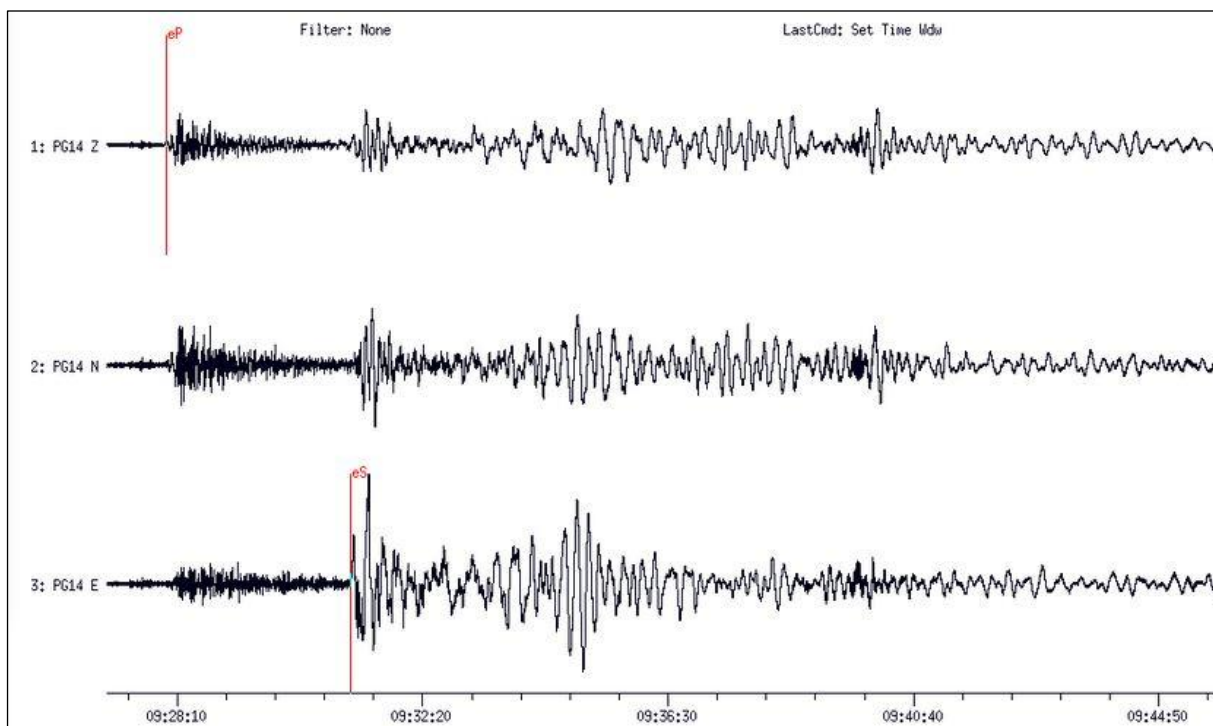
Parametry trzęsienia ziemi wyznaczone przez <b>EMSC/NEIC.</b>			
Data (UTC)	<b>12/10/2021 r.</b>	Data lokalna	<b>12/10/2021 r.</b>
Czas (UTC)	<b>09:24:04</b> <b>09:24:03</b>	Czas lokalny	<b>12:24:04</b>
Lokalizacja epicentrum Współrzędne ( $\phi$ , $\lambda$ )	<b>35.04°N; 26,27°E</b> <b>35.193°N; 26.256°E</b>		
Głębokość [km]	<b>20/ 10</b>		
Magnituda	<b>6.4/6,4</b>		
Region	<b>CRETE, GREECE</b>		
Rejonizacja epicentrum wg. EMSC	107 km na E Irákleion, Grecja / populacja: 137 tys. / czas lokalny: 12/10/2021 r., 12:24:04.8 24 km na SE of Sitia, Grecja / populacja: 8,7 tys. / czas lokalny: 12/10/2021 r., 12:24:04.8		
Inne ważne informacje.	-		



**Rys. 10.** Lokalizacja epicentrum trzęsienia ziemi o magnitudzie M6.4 z 12 października 2021 r., godz. 09:24:04.8 UTC w regionie Kreta, Grecja (oprac. PSG, dane: EMSC, mapa bazowa: <https://commons.wikimedia.org>).

Trzęsienie ziemi o magnitudzie M6.4 z 12 października 2021 r., godz. 09:24:04.8 (UTC) rejestrowane było również w sieci PSG\_Sejs\_NET państwowej służby geologicznej. Na **rys. 11** pokazano zapisy falowe składowych **Z**, **N**, **E** wektora prędkości fal sejsmicznych zarejestrowane na stacji **PG14** (Hołowno, gm. Podędwórze, pow. parczewski) monitoringu sejsmicznego w laboratorium

geodynamicznym PSG. Odległość stacji PG14 od epicentrum wstrząsów wynosi ok. **1860 km (16.7°)**. Pierwsze wstąpienia fal sejsmicznych (P) zarejestrowane zostały na stacji PG14 o godz. **09:27:58.4 UTC**, tj. po upływie **3 min 53.6 s** od momentu zdarzenia.

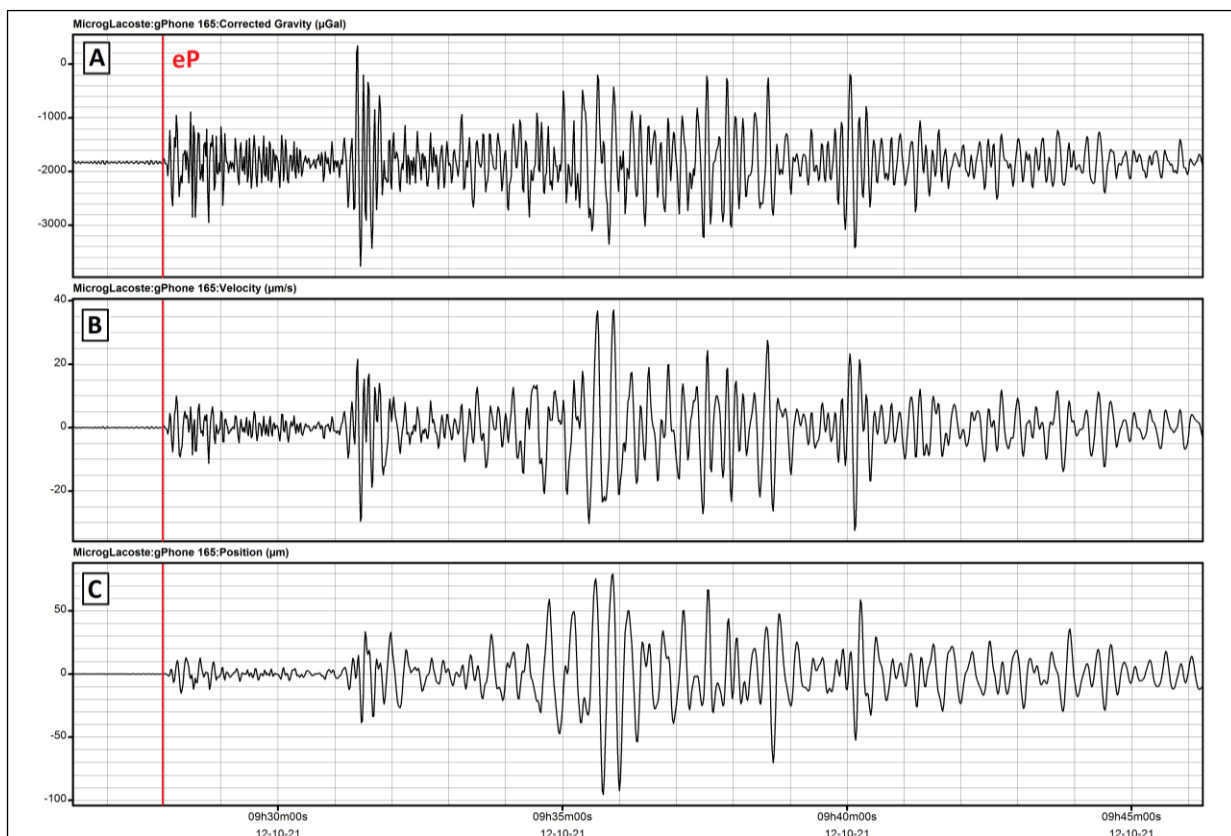


**Rys. 11.** Obraz falowy z zapisem rejestracji trzęsienia ziemi o magnitudzie **M6.4** z epicentrum w regionie wyspy Kreta, Grecja z 12 października 2021 r., godz. 09:24:04.8 (UTC) zarejestrowany przez szerokopasmową stację seismologiczną PSG zlokalizowaną w laboratorium geodynamicznym: w Hołowni (PG14). Czerwonym kolorem zaznaczone zostały wstąpienia fal P i S.

Trzęsienie ziemi o magnitudzie **M6.4** z 12 października 2021 r., którego epicentrum było zlokalizowane w regionie wyspy Kreta, Grecja odzworowało się również w zapisie monitoringu składowej pionowej siły ciężkości w laboratorium geodynamicznym stacji PSG w Hołowni. Obraz falowy zjawiska, który został zarejestrowany grawimetrem pływowym **gPhoneX nr 165** zaprezentowano na **rys. 12**.

Na **rys. 12** zaprezentowane zostały 3 ścieżki z monitoringu pola grawitacyjnego zarejestrowane w trakcie przejścia przez punkt obserwacji fal sejsmicznych wygenerowanych w źródle trzęsienia ziemi z epicentrum zlokalizowanym w regionie wyspy Kreta, Grecja. Pierwsza ścieżka (**wykres A**) pokazuje zmiany przyspieszenia pionowej składowej pola siły ciężkości, druga (**wykres B**) zmiany składowej pionowej prędkości gruntu, zaś ścieżka trzecia (**wykres C**) zmiany położenia (amplituda składowej pionowej) drgań podłoża w punkcie obserwacji.





**Rys. 12.** Fragment zapisu z monitoringu grawimetrycznego pola siły ciężkości na stacji PSG PG14 w Hołownie (gm. Podedwórze, pow. parczewski) zarejestrowany w trakcie przejścia przez punkt obserwacji grawimetrycznych fal sejsmicznych wygenerowanych w ognisku trzęsienia ziemi o magnitudzie M6.4 z 12 października 2021 r., godz. 09:24:04.8 (UTC). Czerwonym kolorem zaznaczone zostało pierwsze wstąpienie fali P.

**Raport przygotował zespół z Centrum Geozagrożeń: Tomasz Czerwiński, Kamila Karkowska, Mirosław Musiatewicz i Przemysław Kowalski**