



Program: **CENTRUM GEOZAGROŻEŃ**

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

Raport okolicznościowy

TRZĘSIENIA ZIEMI W EUROPIE I NA ŚWIECIE W OKRESIE 16-31/12/2021 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:



Ministerstwo
Klimatu i Środowiska



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 16/12 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 16/12 DO 31/12/2021 R. NA PODSTAWIE WYNIKÓW OBSERWACJI I BAZY DANYCH EUROPEJSKIEGO ŚRÓDZIEMNOMORSKIEGO CENTRUM SEISMOLOGICZNEGO (EMSC).....	6
III.	CHARAKTERYSTYKA AKTYWNOŚCI SEJSMICZNEJ NA OBSZARZE GÓRNOŚLĄSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO W OKRESIE OD 16/12 DO 31/12/2021 R. NA PODSTAWIE WYNIKÓW OBSERWACJI I BAZY DANYCH GÓRNOŚLĄSKIEJ REGIONALNEJ SIECI SEISMOLOGICZNEJ (GRSS).....	6
IV.	ŚWIAT / EUROPA – ZJAWISKA SEJSMICZNE NA OBSZARZE KULI ZIEMSKIEJ (GLOBALNE) I EUROPY ZAREJESTROWANE OD 16/12 DO 31/12/2021 R. NA PODSTAWIE DANYCH Z BAZY DANYCH EMSC	8
	1. GLOBALNA CHARAKTERYSTYKA AKTYWNOŚCI SEJSMICZNEJ.	8
	2. CHARAKTERYSTYKA AKTYWNOŚCI SEJSMICZNEJ NA KONTYNENCIE EUROPEJSKIM I OBSZARACH PRZYLEGLYCH.....	13

I. CHARAKTERYSTYKA AKTYWNOŚCI SEJSMICZNEJ NA OBSZARZE POLSKI W OKRESIE OD 16/12 DO 31/12/2021 R. NA PODSTAWIE WYNIKÓW CIĄGŁEGO MONITORINGU SEJSMICZNEGO W SIECI OBSERWACYJNEJ PAŃSTWOWEJ SŁUŻBY GEOLOGICZNEJ (PSG_SEJS_NET).

Monitoring geodynamiczny na terytorium Polski w zakresie obserwacji aktywności sejsmicznej realizowany jest przez państwową służbę geologiczną (PSG) za pomocą aktywnych stacji seismologicznych zintegrowanych w sieci obserwacyjnej PSG_Sejs_NET. W drugiej połowie grudnia 2021 r. w sieci funkcjonowały 42 stacje sejsmiczne 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.

W okresie od 16 do 31 grudnia 2021 r. w systemie automatycznej detekcji wstrząsów i powiadamiania sieci PSG_Sejs_NET zidentyfikowanych zostało **16 zdarzeń sejsmicznych**, których epicentra zlokalizowane były na terytorium Polski oraz w przylegającej strefie przygranicznej.

Pełny wykaz zdarzeń sejsmicznych zarejestrowanych w sieci PSG_Sejs_NET w II połowie grudnia 2021 r. zaprezentowany został w tabeli poniżej (**Tab. 1**). Informacje statystyczne w aspekcie oceny wielkości aktywności sejsmicznej w Polsce, zarejestrowanej w sieci PSG_Sejs_NET w II połowie grudnia br. zaprezentowano także w tekście raportu w formie tabelarycznej (**Tab. 2**).

Tab. 1. Wykaz zdarzeń sejsmicznych zarejestrowanych w systemie automatycznej detekcji i alertowania sieci PSG_Sejs_NET w II połowie grudnia 2021 r.

Lp	ID PSG	Data&Czas	ID	Szer. geogr.	Dł. geogr.	East [km]	North [km]	Mag.	Hip. Głęb. [km]	Region
1	7657	2021-12-17 13:00:58	igf2021yqlv	51.82	15.96	290.552	443.665	3	10	nieklas.
2	7661	2021-12-18 18:14:41	igf2021ysrr	50.12	18.84	488.565	250.319	2.6	10	GZW
3	7663	2021-12-19 19:12:19	igf2021yupc	50.23	18.90	492.870	262.539	2.4	10	GZW
4	7665	2021-12-20 20:06:11	igf2021ywmm	50.20	19.12	508.562	259.206	2.4	10	GZW
5	7667	2021-12-21 04:20:43	igf2021yxcr	50.16	19.16	511.425	254.765	2.4	10	GZW
6	7669	2021-12-21 19:46:49	igf2021yyhg	50.19	19.19	513.559	258.105	2.3	10	GZW
7	7673	2021-12-21 21:30:28	igf2021yykr	49.42	19.56	540.602	172.655	1.5	5	Podhale
8	7676	2021-12-22 08:34:40	igf2021yzgo	49.82	18.58	469.797	217.046	3	10	GZW
9	7678	2021-12-22 17:02:06	igf2021yzxh	51.27	17.71	410.036	378.936	2.7	10	nieklas.
10	7681	2021-12-23 19:43:18	igf2021zbyd	50.20	19.13	509.275	259.207	2	10	GZW
11	7685	2021-12-27 17:54:20	igf2021zjco	50.10	19.44	531.459	248.176	1.8	10	GZW
12	7687	2021-12-27 22:34:17	igf2021zjlu	50.20	19.10	507.135	259.204	2.2	10	GZW
13	7689	2021-12-27 23:23:37	igf2021zjnk	50.10	19.35	525.024	248.142	1.7	10	GZW
14	7691	2021-12-28 21:30:06	igf2021zlfe	50.13	19.26	518.578	251.451	1.9	10	GZW
15	7693	2021-12-30 17:26:46	igf2021zood	50.23	19.07	504.991	262.536	2.6	10	GZW
16	7695	2021-12-31 05:25:10	igf2021zplv	50.23	18.76	482.887	262.561	2.4	10	GZW
M<=2.5										
M>=2.5<3										
M>=3<3.5										

Tab. 2. Statystyka wstrząsów sejsmicznych zarejestrowanych na obszarze Polski oraz w strefie przygranicznej w II połowie grudnia 2021 r. w sieci monitoringu PSG przez system automatycznej detekcji i alertowania.

Magnituda		Liczba zdarzeń	%
od	do		
1	2.5	11	68.8
2.5	3	3	18.8
3	3.5	2	12.5
3.5	4	0	0.0
4	4.5	0	0.0
M>4.5		0	0.0
Razem:		16	100.0
w tym:	M<=2.5	11	68.8
	M>2.5	5	31.3
	M_{min.}	1.5	
	M_{sr.}	2.3	
	M_{maks.}	3.0	

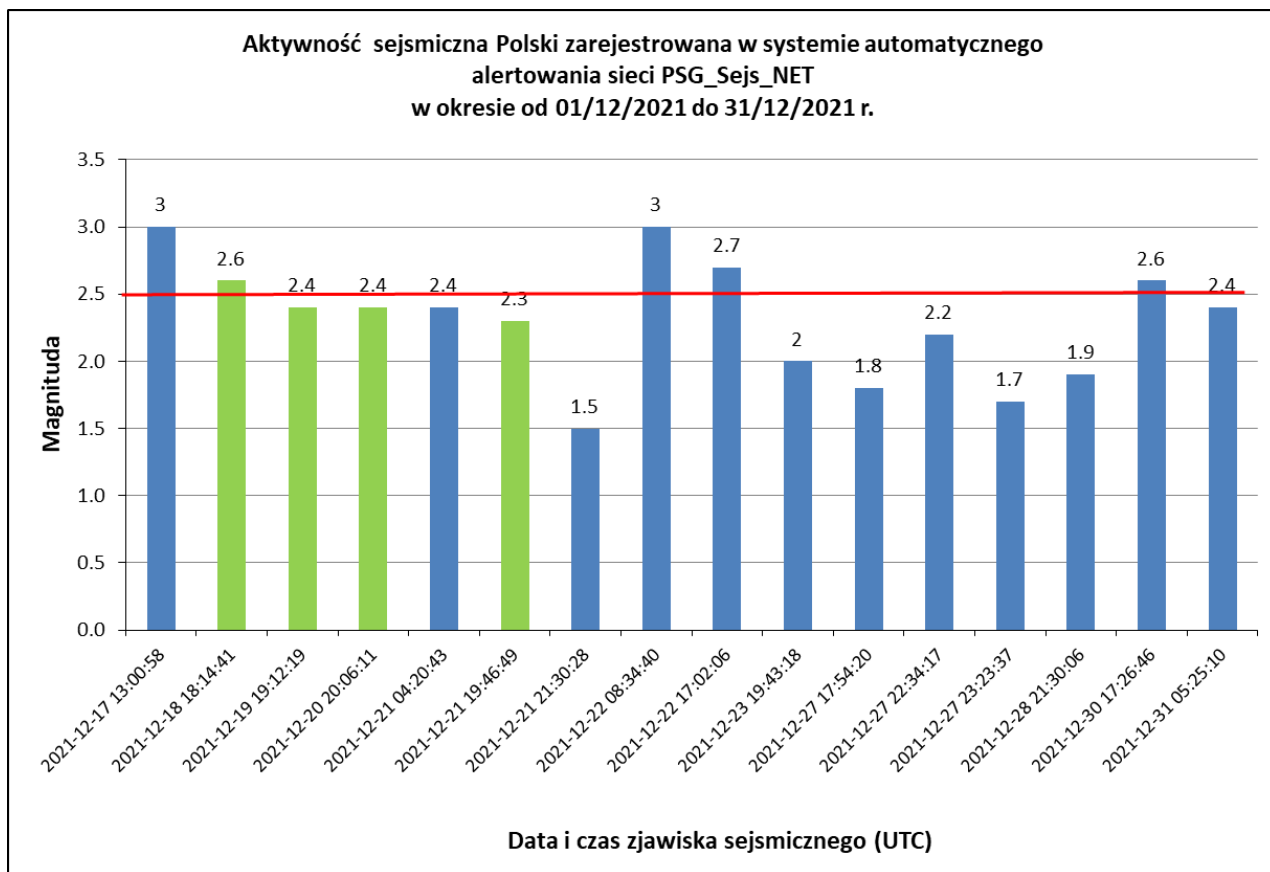
Większość z nich, tj. 11 zjawisk, co stanowi 68.8 % ogólnej liczby zdarzeń sejsmicznych zarejestrowanych przez system automatycznej detekcji i alertowania, miało magnitudę poniżej poziomu odczuwalności przez człowieka, tj. $M \leq 2.5$. Próg ten przekroczyło 5 zdarzeń, co stanowi 31.3 % ogólnej ich liczby.

W tabeli (**Tab. 3**) zaprezentowano liczebność wstrząsów z podziałem na umowne regiony. W II połowie grudnia 2021 r. najbardziej aktywnym sejsmicznie był region **GZW**, w którym system detekcji sieci PSG_Sejs_NET zidentyfikował 23 zjawiska sejsmiczne.

Tab. 3. 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	13
2	LGOM	
3	LZW (KWK Bogdanka)	
4	KWB Bełchatów	
5	Podhale	1
6	Karpaty C & E i Przedgórze	
7	Rejon Jarocina	
8	inne rejony (nieklas.)	2
Razem (od 16/12/2021 do 31/12/2021 r.)		16

Sekwencję zjawisk charakteryzującą aktywność sejsmiczną na obszarze Polski, która została zarejestrowana w okresie II połowy grudnia 2021 r. w systemie automatycznej detekcji i alertowania sieci PSG_Sejs_NET przedstawiono na wykresie poniżej (**rys. 1**).



Rys. 1. Aktywność sejsmiczna w Polsce w II połowie grudnia 2021 r. zarejestrowana przez system automatycznego alertowania sieci PSG_Sejs_Net (wypełnienia kolorem zielonym – zjawiska, które zarejestrowano w sieciach: PSG+GRSS, wypełnienia kolorem czerwonym – zjawiska, które zarejestrowano w sieciach: PSG+EMSC, wypełnienia kolorem pomarańczowym – zjawiska, które zarejestrowano w sieciach: PSG+EMSC+GRSS).

W drugiej połowie grudnia aktywność sejsmiczna była niska.

II. CHARAKTERYSTYKA AKTYWNOŚCI SEJSMICZNEJ NA OBSZARZE POLSKI W OKRESIE OD 16/12 DO 31/12/2021 R. NA PODSTAWIE WYNIKÓW OBSERWACJI I BAZY DANYCH EUROPEJSKIEGO ŚRÓDZIEMNOMORSKIEGO CENTRUM SEISMOLOGICZNEGO (EMSC).

W okresie od 16 do 31 grudnia 2021 r. w bazie danych Europejskiego, Śródziemnomorskiego Centrum Sejsmologii (stan na 2 stycznia 2022 r.) nie zarejestrowano zjawisk sejsmicznych z terytorium Polski.

III. CHARAKTERYSTYKA AKTYWNOŚCI SEJSMICZNEJ NA OBSZARZE GÓRNOŚLĄSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO W OKRESIE OD 16/12 DO 31/12/2021 R. NA PODSTAWIE WYNIKÓW OBSERWACJI I BAZY DANYCH GÓRNOŚLĄSKIEJ REGIONALNEJ SIECI SEISMOLOGICZNEJ (GRSS).

(opracowanie PSG wg. danych GRSS - <https://grss.gig.eu/mapa-wstrzasow/>)

W sieci GRSS w okresie od 16 do 31 grudnia 2021 r. wg stanu na 2 stycznia 2022 r. na godz. 10.00 UTC zarejestrowanych zostało 10 zdarzeń sejsmicznych o magnitudach od 2.2 do 3.0.

Wykaz zdarzeń zarejestrowanych w sieci obserwacyjnej GRSS przedstawiono w tabeli 4.

Tab. 4. Wykaz zdarzeń sejsmicznych zarejestrowanych na obszarze GZW w sieci GRSS w II połowie grudnia 2021 r. (na podst. danych GRSS, wg stanu na 2 stycznia 2022 r., kursywą w kolorze czerwonym zaznaczono błędnie określone czasy zjawisk).

Lp.	Data	Czas (lok.) [hh:mm:ss]	East [km]	North [km]	Lat. [deg]	Long. [deg]	Głęb. ogniska [km]	Mag. (lok.)	Lokalizacja
1	2021-12-16	<i>14:54:00.00</i>	525.499	255.003	19.3571	50.1617	-	2.2	Jaworzno- Balin Trzebinia
2*)	2021-12-18	<i>18:14:00.00</i>	482.392	257.372	18.7533	50.1833	-	2.5	KWK Budryk- Ornontowice
3*)	2021-12-19	<i>19:12:00.00</i>	487.532	266.694	18.8250	50.2673	-	2.2	KWK Bielszowice
4*)	2021-12-20	20:06:10.59	501.883	261.022	19.0264	50.2164	-	2.5	KWK Staszic Park
5	2021-12-20	20:06:46.15	501.933	260.978	19.0271	50.2160	-	2.6	KWK Staszic Park
6*)	2021-12-21	04:20:42.72	508.650	257.439	19.1212	50.1841	-	2.8	Wesoła- Krasowy
7*)	2021-12-21	19:46:47.98	501.933	260.967	19.0271	50.2159	-	2.4	KWK Staszic Park
8	2021-12-23	14:24:14.48	501.940	260.989	19.0272	50.2161	-	2.4	KWK Staszic Park
9	2021-12-28	14:54:46.98	525.154	247.898	19.3518	50.0978	-	2.2	Libiąż-Żarki
10	2021-12-28	19:13:39.32	501.833	260.922	19.0257	50.2155	-	3	KWK Staszic Park

*) Zdarzenia sejsmiczne zidentyfikowane w sieci PSG_Sejs_Net w systemie automatycznej detekcji i alertowania

Dane statystyczne wstrząsów z rejonu monitorowanego przez sieć GRSS zaprezentowano w tabeli 5.

Tab. 5. Charakterystyka aktywności sejsmicznej na obszarze objętym monitoringiem Górnośląskiej Regionalnej Sieci Sejsmologicznej w II połowie grudnia 2021 r. – dane statystyczne na podst. danych z bazy GRSS.

Magnituda		Liczba zdarzeń	%
od	do		
1	2.5	7	70.0
2.5	3	2	20.0
3	3.5	1	10.0
3.5	4	0	0.0
4	4.5	0	0.0
M>4.5		0	0.0
Razem:		10	100.0
w tym:	M<=2.5	7	70.0
	M>2.5	3	30.0
	M_{min.}	2.2	
	M_{śr.}	2.5	
	M_{maks.}	3	

IV. ŚWIAT / EUROPA – ZJAWISKA SEJSMICZNE NA OBSZARZE KULI ZIEMSKIEJ (GLOBALNE) I EUROPY ZAREJESTROWANE OD 16/12 DO 31/12/2021 R. NA PODSTAWIE DANYCH Z BAZY DANYCH EMSC.

1. GLOBALNA CHARAKTERYSTYKA AKTYWNOŚCI SEJSMICZNEJ.

W II połowie grudnia 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 2 stycznia 2022 r. (godz. 11:00 UTC) zarejestrowane zostały **4 318** zdarzenia sejsmiczne o magnitudzie od **M0.5** do **M7.3**, w tym **2 860** zjawisk, których magnituda była większa od **M2.5** (próg odczuwalności).

Statystykę zdarzeń sejsmicznych na obszarze całej kuli ziemskiej w II połowie grudnia 2021 r. zaprezentowano w **tabeli 6**. Spośród wszystkich zarejestrowanych wstrząsów 66,2% posiadało magnitudę powyżej progu odczuwalności ($M > 2.5$).

Tab. 6. Charakterystyka globalnej aktywności sejsmicznej na obszarze kuli ziemskiej w II połowie grudnia 2021 r. - dane statystyczne na podst. danych z bazy EMSC.

Magnituda		Liczba zdarzeń	%
od	do		
0.0	2.5	1 237	28.6
2.5	3.5	1 851	42.9
3.5	4.5	961	22.3
4.5	5.5	249	5.8
5.5	6.0	12	0.3
6.0	7.0	7	0.2
>=7		1	0.0
Razem:		4 318	100.0
w tym:	M<=2.5	1 458	33.8
	M>2.5	2 860	66.2
	M_{min.}	0.5	
	M_{maks.}	7.3	
	M_{gr.}	3.0	

W przypadku 8 zdarzeń magnitudę wstrząsu oceniono w przedziale od 6.0 wzwyż. Wielkość magnitudy najsilniejszego zdarzenia oszacowana została na **M7.3** (podmorskie zjawisko z 29 grudnia 2021 r., godz. 18:25:52 UTC) z epicentrum położonym w regionie sejsmicznym **KEPULAUAN BARAT DAYA, Indonezja**.

Średnia, dobowa aktywność sejsmiczna na świecie w II połowie grudnia 2021 r. mierzona ilością zarejestrowanych zjawisk sejsmicznych o magnitudzie powyżej progu odczuwalności ($M > 2.5$) wyniosła 270 zjawisk/doba. W ciągu 16 dni najmniejszą aktywnością charakteryzował się ostatni dzień grudnia br., kiedy to zarejestrowanych zostało jedynie 195 odczuwalnych zjawisk sejsmicznych. W grupie zjawisk odczuwalnych największą, globalną aktywność zaobserwowano w dniu 16 grudnia. W dniu tym zarejestrowanych zostało 245 zdarzeń, tj. o 37% więcej niż dwutygodniowa średnia dobowa liczebność zdarzeń w tym okresie.

Największy ilościowy udział w tej liczbie (w dniu 16 grudnia 2021 r.) przypada na aktywność sejsmiczną w regionach sejsmicznych: **Region Flores + Morze Flores** – 56 zjawisk, **Wyspy Kanaryjskie** – 19 zjawisk, **Wyspy Hawaje, USA** – 10 zjawisk (**tab. 7**).

Tab. 7. Najbardziej aktywne regiony seismologiczne na świecie 16 grudnia 2021 r. pod względem ilości zarejestrowanych, odczuwalnych zdarzeń sejsmicznych (oprac. PSG na podstawie danych EMSC).

Poz.	Region seismologiczny	Liczba zdarzeń sejsmicznych zarejestrowanych w dniu 16/12/2021 r. w bazie danych EMSC	Udział % w dobowej liczbie zarejestrowanych zdarzeń w dniu 16/12/2021 r.
1	FLORES SEA	41	22.9%
2	CANARY ISLANDS, SPAIN REGION	19	10.6%
3	FLORES REGION, INDONESIA	15	8.4%
4	HAWAII REGION, HAWAII	10	5.6%
5	ISLAND OF HAWAII, HAWAII	6	3.4%

W II połowie grudnia 2021 r. w skali globalnej zarejestrowano **2 860** zdarzeń o magnitudzie powyżej **M2.5**, w tym najwięcej wstrząsów zarejestrowanych zostało w Indonezji w regionie Morza Flores.


Wykaz najsilniejszych zjawisk sejsmicznych, które zostały zarejestrowane w II połowie grudnia 2021 r. na obszarze kuli ziemskiej, a których magnituda osiągnęła lub przekroczyła wartość **6.0** przedstawiono w **tabeli 8**.

Tab. 8. Wykaz zjawisk sejsmicznych o magnitudzie $M \geq 6.0$, zarejestrowanych na obszarze kuli ziemskiej w II połowie grudnia 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	16.12.2021	21:14:46	-60.11	-23.77	20	6	SOUTH SANDWICH ISLANDS REGION	1078026
2	18.12.2021	20:05:46	-47.11	33.51	20	6	PRINCE EDWARD ISLANDS REGION	1078693
3	19.12.2021	16:28:25	-16.31	178.46	20	6.2	FIJI	1078956
4	20.12.2021	03:39:34	-56.85	-24.10	5	6	SOUTH SANDWICH ISLANDS REGION	1079088
5	20.12.2021	20:10:21	40.33	-124.53	26	6.2	OFFSHORE NORTHERN CALIFORNIA	1079326
6	22.12.2021	23:22:57	18.78	-107.28	10	6	OFF COAST OF JALISCO, MEXICO	1080159
7	26.12.2021	15:42:56	-18.12	-179.35	628	6.1	FIJI REGION	1081331
8	29.12.2021	18:25:52	-7.53	127.57	170	7.3	KEPULAUAN BARAT DAYA, INDONESIA	1082273

Najsilniejsze zjawisko sejsmiczne o magnitudzie **M7.3**, w II połowie grudnia 2021 roku miało miejsce **29 grudnia 2021 r.** o godz. **18:25:52 UTC** (czas lokalny 30 grudnia 2021 r., godz. 03:25:52.4) w regionie seismologicznym **Kepulauan Barat Daya, Indonesia** (Wysp Barat Daya). Epicentrum tego zdarzenia zlokalizowane było ok. 248 km na NE od miejscowości Dili, Timor Wschodni (150 tys. mieszkańców) oraz 127 km na NNE od miejscowości Lospalos, Timor Wschodni (17 tys. mieszkańców). Źródło wstrząsów zlokalizowane było na głębokości **170 km** (wg. EMSC). Najważniejsze parametry tego zjawiska zaprezentowane zostały w **tab. 9** na podstawie danych EMSC i NEIC (National Earthquake Information Center – USGS), zaś lokalizację epicentrum tego trzęsienia pokazano na **rys. 2** w relacji do najbliższych regionalnych szczegółów geograficznych i politycznych.

Tab. 9. Parametry zjawiska sejsmicznego z 29 grudnia 2021 r., godz. 18:25:52.4 UTC, region: Kepulauan Barat Daya, Indonesia (Wyspy Barat Daya).

Parametry trzęsienia ziemi wyznaczone przez EMSC/NEIC.			
Data (UTC)	29/12/2021	Data lokalna	30/12/2021
Czas (UTC)	18:25:52.4 18:25:51	Czas lokalny	03:25:52.4
Lokalizacja epicentrum Współrzędne (ϕ , λ)	7.53°S; 127.57°W 7.592°S; 127.581°W		
Głębokość [km]	170 / 166.9		
Magnituda	7.3 / 7.3		
Region	KEPULAUAN BARAT DAYA, INDONESIA		
Rejonizacja epicentrum	248 km na NE od Dili, Timor Wschodni; populacja: 150 tys.; czas lokalny: 30/12/2021 r., godz. 03:25:52.4 127 km na NNE od Lospalos, Timor Wschodni; populacja: 17 tys.; czas lokalny: 30/12/2021 r., godz. 03:25:52.4		

Trzęsienie ziemi z 29 grudnia 2021 r. o magnitudzie **M7.3** miało miejsce na północ od Timoru Wschodniego na Morzu Banda. W miejscu tego trzęsienia Płyta Australijska subdukuje w kierunku północy Płytę Sundajską z prędkością około **76 mm/rok** (granice płyt tektonicznych pokazane bordowymi liniami na **rys. 2**). Wschodnia Indonezja i wyspy Morza Banda są miejscem częstych trzęsień ziemi o nasileniu umiarkowanym do dużego — w regionie w promieniu 250 km od trzęsienia ziemi z 29 grudnia 2021 r. doszło do 11 innych trzęsień ziemi o magnitudzie M7+ w ciągu ostatniego stulecia. Podobnie jak trzęsienie ziemi z 29 grudnia 2021 r., większość poprzednich trzęsień ziemi M7+, w tym ostatnie o magnitudzie M7.3 z 24 czerwca 2019 r., miały miejsce na głębokościach średnich lub głębokich. Żadne z tych trzęsień ziemi M7+ nie spowodowało znacznych szkód lub ofiar śmiertelnych (na podstawie USGS).

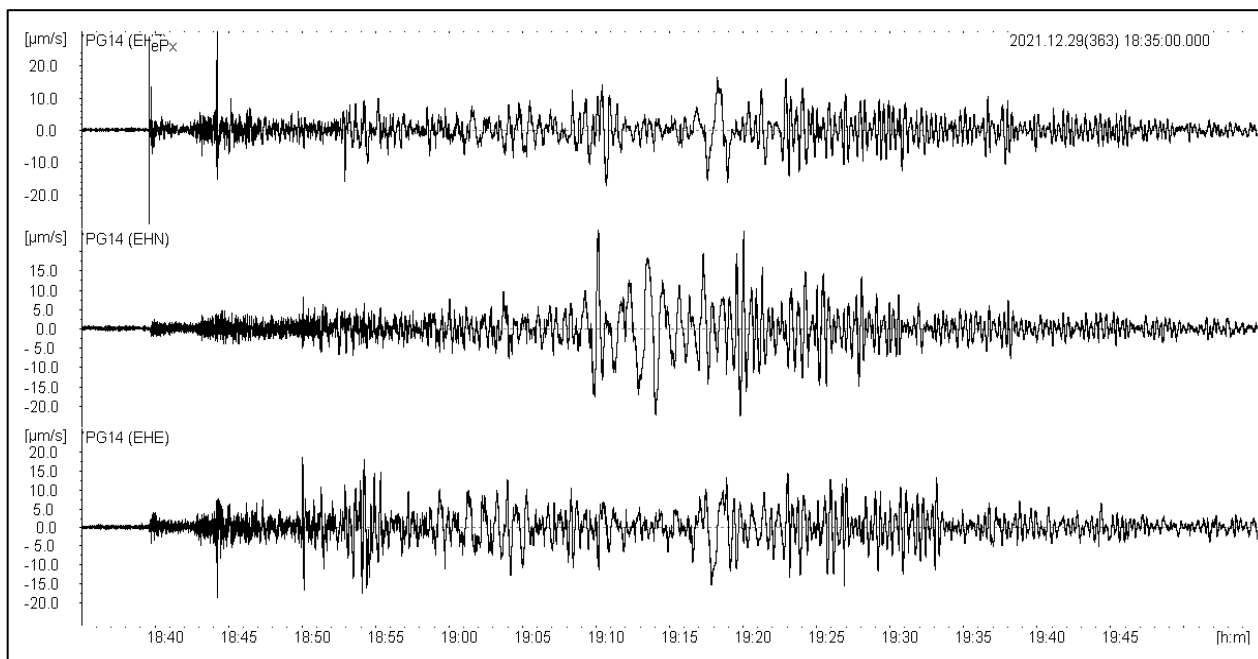


Rys. 2. Lokalizacja epicentrum trzęsienia ziemi o magnitudzie M7.3 (EMSC) z 29 grudnia 2021 r., godz. 18:25:52.4 UTC w regionie sejsmologicznym Wysp Barat Daya, Indonezja (oprac. PSG, mapa bazowa: CIA).

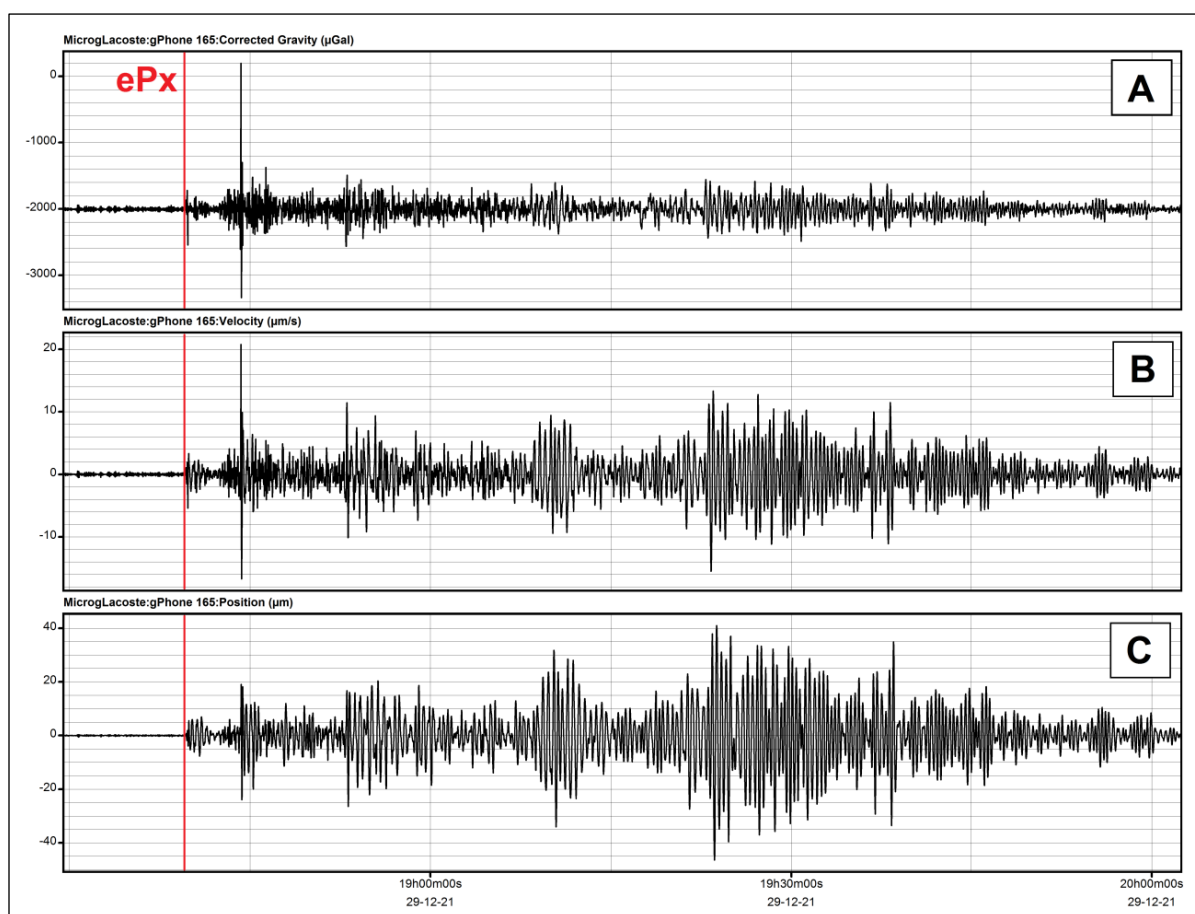
Po wstrząsie głównym o magnitudzie M7.3 w regionie sejsmologicznym Wysp Barat Daya nastąpiło kilka wstrząsów następczych. Wg danych z EMSC (stan na 30/12/2021 r., godz. 12:00 UTC) miało miejsce 7 wstrząsów o magnitudach w zakresie M4.3-M4.9.

Trzęsienie ziemi o magnitudzie M7.3 z 29 grudnia 2021 r., godz. 18:25:52.4 (UTC) w regionie Wysp Barat Daya, Indonezja zarejestrowane zostało również w sieci PSG_Sejs_NET państwowej służby geologicznej. Na **rys. 3** zaprezentowano zapisy falowe składowych **Z**, **N**, **E** wektora prędkości fal sejsmicznych zarejestrowane w laboratorium geodynamicznym PSG na stacji monitoringu sejsmicznego **PG14** (Hołowno, gm. Podedwórze, pow. parczewski). Odległość stacji PG14 od epicentrum wstrząsów wynosi ok. **11 650 km (104.8°)**. Pierwsze wstąpienia fal sejsmicznych (**P**) zarejestrowane zostały na stacji PG14 w dniu **29 grudnia 2021 r.** o godz. **18:39:38.4 UTC**, tj. po upływie **13 min 46 s** od momentu zdarzenia.

Trzęsienie ziemi o magnitudzie **M7.3** z 29 grudnia 2021 r., którego epicentrum było zlokalizowane w regionie Wysp Barat Daya, Indonezja odwzorowało się również w zapisie monitoringu składowej pionowej siły ciężkości w laboratorium geodynamicznym stacji PSG w Hołownie. Obraz falowy zjawiska, który został zarejestrowany grawimetrem pływowym **gPhoneX nr 165** zaprezentowano na **rys. 4** Zaprezentowane zostały 3 ścieżki z monitoringu pola grawitacyjnego zarejestrowane w trakcie przejścia przez punkt obserwacji fal sejsmicznych wygenerowanych w źródle trzęsienia ziemi o magnitudzie M7.3. 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. 3. Obraz falowy z zapisem rejestracji trzęsienia ziemi o magnitudzie $M7.3$ z epicentrum w regionie Wysp Barat Daya, Indonezja z 29 grudnia 2021 r., godz. 18:25:52.4 (UTC) zarejestrowane przez szerokopasmową stację sejsmologiczną PSG zlokalizowaną w laboratorium geodynamicznym w Hołownie (PG14). Na wykresie składowej zaznaczono pierwsze wstąpienie fali sejsmicznej P.



Rys. 4. 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 $M7.3$ z 29 grudnia 2021 r.

2. CHARAKTERYSTYKA AKTYWNOŚCI SEJSMICZNEJ NA KONTYNENCIE EUROPEJSKIM I OBSZARACH PRZYLEGLYCH.

Na obszarze kontynentu europejskiego i obszarach przyległych w II połowie grudnia 2021 roku w bazie danych EMSC zarejestrowano **1 009** zdarzeń sejsmicznych o magnitudzie od **0.5** do **M5.7**. Charakterystykę europejskiej aktywności sejsmicznej w II połowie grudnia 2021 r. przedstawiono w tabelach 10 i 11.

Spośród **1 009** zarejestrowanych zjawisk (wg stanu na dzień 2 stycznia 2022 r.) – **609** (60.4 %) miało magnitudę poniżej poziomu odczuwalności przez człowieka, tj. $M \leq 2.5$. Próg ten przekroczyło **400** zjawisk co stanowiło 39.6 % ogólnej ich liczby.

Tab. 10. Statystyka wstrząsów sejsmicznych zarejestrowanych w bazie EMSC na obszarze Europy i obszarach przyległych w II połowie grudnia 2021 r. – oprac. PSG.

Magnituda		Liczba zdarzeń	%
od	do		
0.0	2.5	538	53.3
2.5	3.5	380	37.7
3.5	4.5	77	7.6
4.5	5.5	13	1.3
5.5	6.5	1	0.1
≥ 6.5		0	0.0
Razem:		1009	100.0
w tym:	$M \leq 2.5$	609	60.4
	$M > 2.5$	400	39.6
	$M_{\min.}$	0.5	
	$M_{\max.}$	5.7	
	$M_{\text{sr.}}$	2.5	

Nieco bardziej szczegółową charakterystykę statystyczną, obejmującą wyłącznie zjawiska odczuwalne (magnituda $M > 2.5$) zaprezentowano w tabeli 11.

Tab. 11. Statystyka wstrząsów sejsmicznych o magnitudzie powyżej progu odczuwalności ($M > 2.5$) zarejestrowanych w bazie danych EMSC na obszarze Europy i obszarach przyległych w II połowie grudnia 2021 r. – oprac. PSG.

Magnituda		Liczba zdarzeń	%
od	do		
2.5	3.0	176	44.0
3.0	3.5	133	33.3
3.5	4.0	48	12.0
4.0	4.5	29	7.3
4.5	5.0	9	2.3
5.0	5.5	4	1.0
5.5	6.0	1	0.3
≥ 6.0		0	0.0
Razem:		400	100.0
w tym:	$M \leq 2.5$	0	0.0
	$M > 2.5$	400	100.0
	$M_{\min.}$	2.6	
	$M_{\max.}$	5.7	
	$M_{\text{sr.}}$	3.2	

Z analizy zjawisk zarejestrowanych w bazie EMSC, ograniczonej do zdarzeń o magnitudzie **M>2.5** (zdarzenia powyżej progu odczuwalności) wynika, że w II połowie grudnia 2021 r. w obszarze europejskim najwięcej wstrząsów wystąpiło w regionach:

- **ICELAND REGION** – Islandia (67 zjawisk – 16.76 %),
- **CRETE** – Kreta, Grecja (59 zjawisk – 14.75 %),
- **STRAIT OF GIBRALTAR** – Gibraltar (50 zjawisk – 12.50 %),
- **GREECE** – Grecja (kontynentalna) – (25 zjawisk – 6.25 %),
- **EASTERN TURKEY** – Turcja Wschodnia (16 zjawisk – 4.00 %).

Z obszaru obejmującego terytorium Polski (region sejsmiczny – POLAND) w bazie danych EMSC w II połowie grudnia 2021 r. nie zarejestrowano odczuwalnych zjawisk sejsmicznych.

Najwięcej dziennie odczuwalnych trzęsień ziemi (powyżej średniej miesięcznej równej 25 zjawisk/dobę) zarejestrowano w dniach: 22-27 i 29 grudnia.

Pod względem liczby zdarzeń najwyższą aktywność (**44 zjawiska**) zarejestrowano 22 grudnia, co stanowi 176 % średniej dobowej wartości aktywności sejsmicznej zaobserwowanej w II połowie grudnia 2021 r. Najniższa dobową aktywność sejsmiczną na kontynencie europejskim w II połowie grudnia 2021 r. (w odniesieniu do zjawisk odczuwalnych) miała miejsce 19 grudnia. Zarejestrowano wówczas jedynie 9 zjawisk powyżej progu odczuwalności, a więc ok. 36 % w stosunku do średniej dobowej.


W II połowie grudnia 2021 r., na kontynencie europejskim oraz obszarach przyległych zanotowano 5 zjawisk o magnitudzie $M \geq 5$. Podstawowe parametry najsilniejszych europejskich zjawisk przedstawiono w **tabeli 12**.

Tab. 12. Wykaz zjawisk sejsmicznych o magnitudzie $M \geq 5.0$, zarejestrowanych na obszarze europejskim w listopadzie 2021 r. (na podst. danych z bazy EMSC).

Lp.	Data	Czas UTC zjawiska	Dług. geogr.	Szer. geogr.	Głęb. hipocentrum [km]	Mag.	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

Najsilniejsze zjawisko sejsmiczne na obszarze europejskim o magnitudzie **M5.7**, w II połowie grudnia 2021 roku miało miejsce **29 grudnia 2021 r.** o godz. **05:08:09.9 UTC** (czas lokalny 29 grudnia 2021 r., godz. 07:08:09.9) w regionie sejsmologicznym **Kreta, Grecja**. Epicentrum tego zdarzenia zlokalizowane było 53 km na południe od miejscowości Irákleion, Grecja (137 tys. mieszkańców) oraz 21 km na południe od miejscowości Asímion, Grecja (1,2 tys. mieszkańców). Źródło wstrząsów zlokalizowane było na głębokości **68 km** (wg. EMSC). Najważniejsze parametry tego zjawiska zaprezentowane zostały w **tab. 13** na podstawie danych EMSC i NEIC (National Earthquake Information Center – USGS), zaś lokalizację epicentrum tego trzęsienia pokazano na **rys. 5**.

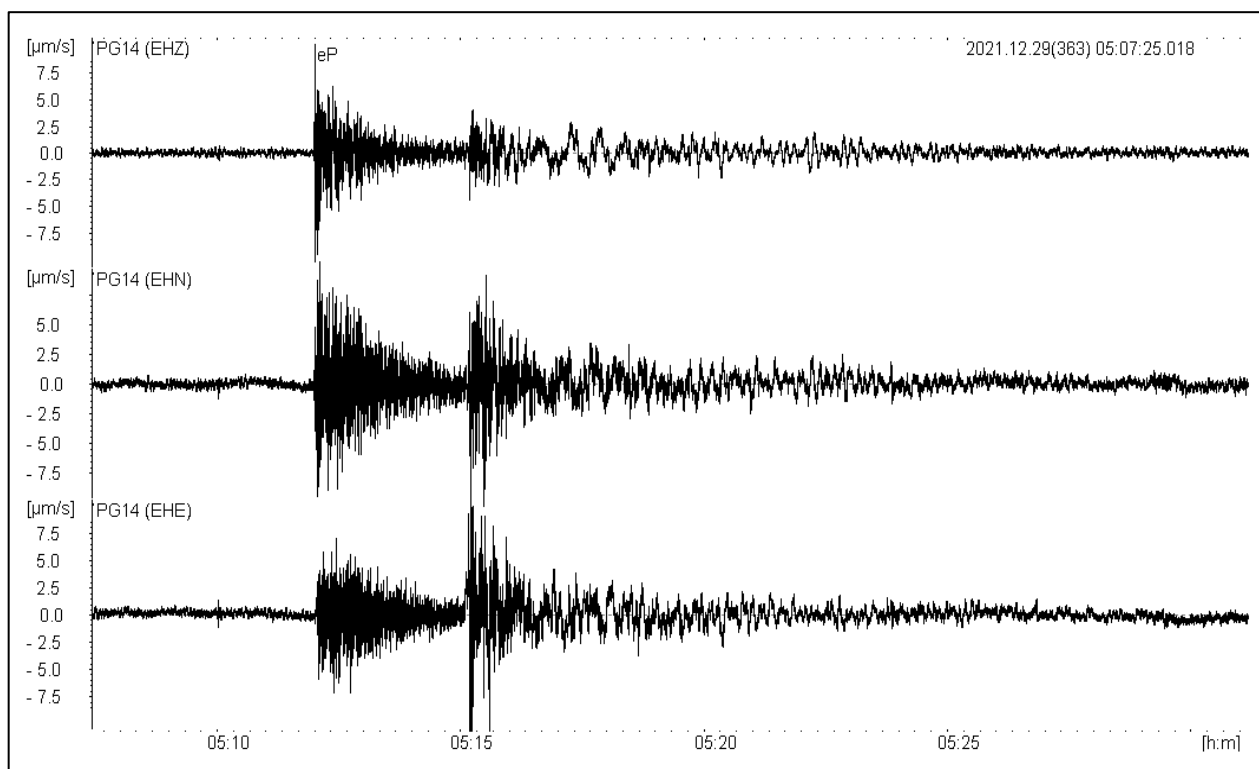
Tab. 13. Parametry zjawiska sejsmicznego z dnia 29/12/2021 r., godz. 05:08:09.9 UTC, region: CRETE, GREECE.

Parametry trzęsienia ziemi wyznaczone przez EMSC/NEIC.			
Data (UTC)	29/12/2021	Data lokalna	29/12/2021
Czas (UTC)	05:08:09.9 05:08:10	Czas lokalny	07:08:09.9
Lokalizacja epicentrum Współrzędne (ϕ , λ)	34.85°N; 25.09°E 34.867°N; 25.117°E		
Głębokość [km]	68 / 70.6		
Magnituda	5.7/5.7		
Region	Kreta, Grecja		
Rejonizacja epicentrum	53 km na S od Irakleion, Grecja; populacja: 137 tys.; czas lokalny: 29/12/2021 r., godz. 07:08:09.9 21 km na S od Asímion, Grecja; populacja: 1,2 tys.; czas lokalny: 29/12/2021 r., godz. 07:08:09.9		



Rys. 5. Lokalizacja epicentrum trzęsienia ziemi o magnitudzie M6.2 (EMSC) z 29 grudnia 2021 r., godz. 05:08:09.9 UTC w regionie sejsmologicznym Kreta, Grecja (oprac. PSG, mapa bazowa: <https://commons.wikimedia.org>).

Trzęsienie ziemi o magnitudzie M5.7 z 29 grudnia 2021 r., godz. 05:08:09.9 (UTC) w regionie Kreta, Grecja zarejestrowane zostało również w sieci PSG_Sejs_NET państwowej służby geologicznej. Na **rys. 6** zaprezentowano zapisy falowych składowych **Z**, **N**, **E** wektora prędkości fal sejsmicznych zarejestrowane w laboratorium geodynamicznym PSG na stacji monitoringu sejsmicznego **PG14** (Hołowno, gm. Podedwórze, pow. parczewski). Pierwsze wstąpienia fal sejsmicznych (**P**) zarejestrowane zostały na stacji PG14 w dniu **29 grudnia 2021 r.** o godz. **05:12:00.1 UTC**, tj. po upływie **3 min 50 s** od momentu zdarzenia.



Rys. 6. Obraz falowy z zapisem rejestracji trzęsienia ziemi o magnitudzie $M5.7$ z epicentrum w regionie Kreta, Grecja z 29 grudnia 2021 r., godz. 05:08:09.9 (UTC) zarejestrowane przez szerokopasmową stację seismologiczną PSG zlokalizowaną w laboratorium geodynamicznym w Hołownie (PG14). Na wykresie składowej zaznaczono pierwsze wstąpienie fali seismicznej P.

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

Opracowanie: Maja Kowalska, Zakład Kartografii Geologicznej