



## WYCIĄG Z RAPORTU SEJSMOLOGICZNEGO

za okres 01-12-2019 do 31-12-2019 roku

### Polska - zdarzenia sejsmiczne zarejestrowane w sieci PSG\_Sejs\_Net

W grudniu 2019 r. w systemie automatycznej detekcji wstrząsów i alertowania w sieci PSG\_Sejs\_Net zarejestrowano 26 zdarzeń sejsmicznych na obszarze terytorium Polski oraz w strefie przygranicznej (Tab. 1). Lokalizację epicentrow zarejestrowanych zdarzeń przedstawiono na załączniku nr 1 wraz z podstawowymi informacjami statystycznymi oraz listą tych zdarzeń, których magnituda  $M > 2.5$ . Większość ze zjawisk tj. 18, co stanowi 69,2% ogólnej liczby zdarzeń sejsmicznych zarejestrowanych przez system automatycznego alertowania, osiągnęło magnitudę poniżej poziomu odczuwalności przez człowieka, tj.  $M \leq 2.5$ . Próg ten przekroczyło 8 zdarzeń, co stanowi 30,8% ogólnej ich liczby.

Tab. 1. Statystyka wstrząsów sejsmicznych zarejestrowanych w sieci monitoringu PSG\_Sejs\_Net przez system automatycznego alertowania w grudniu 2019 r. na obszarze Polski oraz w strefie przygranicznej.

| Magnituda       |                  | Liczba zdarzeń | %            |
|-----------------|------------------|----------------|--------------|
| od              | do               |                |              |
| 1               | 2.5              | 18             | 69.2         |
| 2.5             | 3                | 3              | 11.5         |
| 3               | 3.5              | 3              | 11.5         |
| 3.5             | 4                | 2              | 7.7          |
| 4               | 4.5              | 0              | 0.0          |
| <b>M&gt;4.5</b> |                  | <b>0</b>       | <b>0.0</b>   |
| <b>Razem:</b>   |                  | <b>26</b>      | <b>100.0</b> |
| <b>w tym:</b>   | <b>M&lt;=2.5</b> | 18             | 69.2         |
|                 | <b>M&gt;2.5</b>  | 8              | 30.8         |
|                 | <b>M min:</b>    | 1.3            |              |
|                 | <b>M max:</b>    | 3.8            |              |

W tabeli (Tab. 2) zaprezentowano liczebność wstrząsów z podziałem na umowne regiony.

Tab. 2. Liczebność zjawisk sejsmicznych zarejestrowanych w systemie alertowania sieci PSG\_Sejs\_NET w podziale na umowne regiony w grudniu 2019 r.

| Lp   | Nazwa obszaru                             | Liczba zjawisk sejsmicznych |
|--|---|-----------------------------|
| 1  | Górnośląskie Zagłębie Węglowe (GZW)       | 18                          |
| 2  | Lubusko-Głogowski Okręg Miedziowy (LGOM)  | 0                           |
| 3  | Lubelskie Zagłębie Węglowe (KWK Bogdanka) | 0                           |
| 4  | KWB Bełchatów                             | 0                           |
| 5  | Strefa S-Ł (Skierniewice - Łowicz)        | 0                           |
| 6  | Podhale                                   | 1                           |
| 7  | Karpaty C & E i Przedgórze                | 1                           |
| 8  | Rejon Jarocina                            | 0                           |
| 9  | inne rejony (nieklas.)                    | 6                           |
| <b>Razem (od 01/12/2019 do 31/12/2019r.)</b> |   | <b>26</b>                   |

W grudniu najbardziej aktywnym sejsmicznie był region GZW, w którym system alertowania sieci PSG\_Sejs\_NET zidentyfikował 18 zjawisk sejsmicznych – były to zjawiska indukowane na skutek działalności górniczej.

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

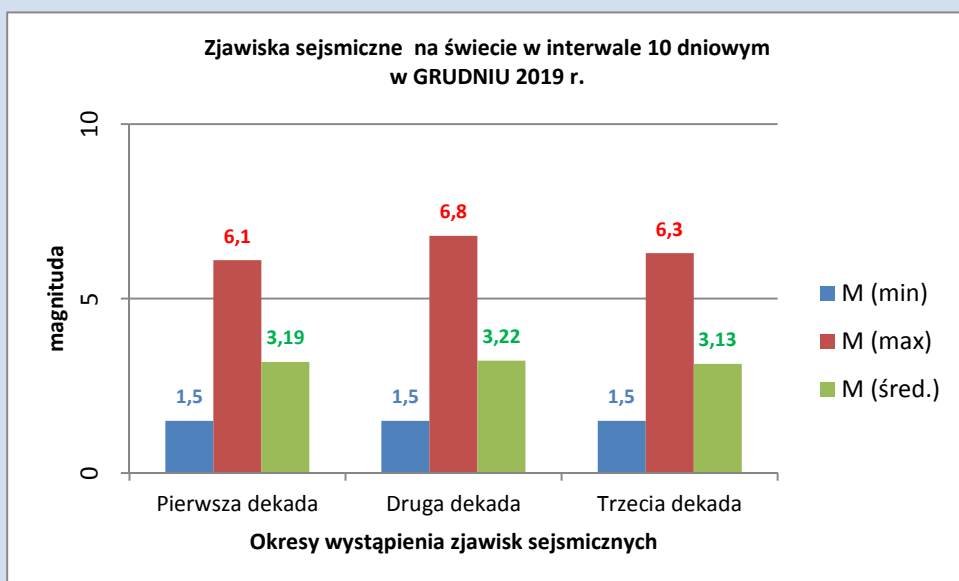
### ŚWIAT

W grudniu 2019 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) zarejestrowane zostały 5782 zdarzenia sejsmiczne o magnitudzie od  $M=1.5$  do  $M=6.8$ . Statystykę zdarzeń sejsmicznych na obszarze całej kuli ziemskiej w grudniu zaprezentowano w tabeli 3 i rys. 1 poniżej. Ponad 71% wstrząsów posiadało magnitudę powyżej progu odczuwalności ( $M>2.5$ ).

Tab. 3. Charakterystyka globalnej aktywności sejsmicznej na obszarze kuli ziemskiej w grudniu 2019 r. – dane statystyczne (na podst. danych z bazy EMSC).

| Magnituda     |                                | Liczba zdarzeń | %            |
|---------------|--------------------------------|----------------|--------------|
| od            | do                             |                |              |
| 1.0           | 2.5                            | 1673           | 28.9         |
| 2.5           | 3.5                            | 1999           | 34.5         |
| 3.5           | 4.5                            | 1642           | 28.4         |
| 4.5           | 5.5                            | 444            | 7.7          |
| 5.5           | 6.5                            | 31             | 0.5          |
| <b>6.5</b>    | <b>8</b>                       | <b>1</b>       | <b>0.0</b>   |
| <b>Razem:</b> |                                | <b>5790</b>    | <b>100.0</b> |
| <b>w tym:</b> | <b><math>M \leq 2.5</math></b> | 1673           | 28.9         |
|               | <b><math>M &gt; 2.5</math></b> | 4117           | 71.1         |
|               | <b>Min.</b>                    | 1.5            |              |
|               | <b>Maks.</b>                   | 6.8            |              |

W przypadku 12 zdarzeń - magnitudę wstrząsu oceniono w przedziale od 6.0 wzwyż. Wielkość magnitudy jednego z tych zdarzeń oceniony został na  $M=6.6$ .



Rys. 1. Charakterystyka globalnej aktywności sejsmicznej na obszarze kuli ziemskiej w grudniu 2019 r. – dane statystyczne w interwałach dekadowych (na podst. danych z bazy EMSC).

Najwięcej zjawisk sejsmicznych w układzie dziennym zarejestrowano w dwu okresach: w dniach 15 - 17 grudnia, w dniach 29 - 31 grudnia. Najwięcej zjawisk - 247 (w tym 136 powyżej progu odczuwalności –  $M > 2.5$ ) zarejestrowano w dniu 29 grudnia, co jest przekroczeniem o 32% w stosunku do średniej dziennej liczby zjawisk sejsmicznych na świecie. Najwięcej zjawisk sejsmicznych w grudniu miało miejsce: w regionie Puerto Rico (672 zjawisk – 11.6%) oraz w lądowej i morskiej części regionu Oaxaca w Meksyku (420 zjawisk = 7,3 %).


Wykaz zjawisk sejsmicznych, które zostały zarejestrowane w grudniu 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 2019 r. (na podst. danych z bazy EMSC).

| Lp. | Data       | Czas (UTC) | Szer. geogr. | Dł. geogr. | Depth | Mag. | Region Name                     |
|-----|------------|------------|--------------|------------|-------|------|---------------------------------|
| 1   | 2019-12-24 | 19:03:54   | 3.51         | -74.04     | 22    | 6    | COLOMBIA                        |
| 2   | 2019-12-24 | 16:43:32   | -26.99       | -63.35     | 559   | 6    | SANTIAGO DEL ESTERO, ARGENTINA  |
| 3   | 2019-12-23 | 20:56:24   | 50.52        | -129.75    | 15    | 6    | VANCOUVER ISLAND, CANADA REGION |
| 4   | 2019-12-23 | 19:49:43   | 50.56        | -129.93    | 12    | 6    | VANCOUVER ISLAND, CANADA REGION |
| 5   | 2019-12-04 | 20:10:03   | -19.02       | 169.59     | 260   | 6    | VANUATU                         |
| 6   | 2019-12-03 | 08:46:35   | -18.48       | -70.56     | 40    | 6    | OFFSHORE TARAPACA, CHILE        |
| 7   | 2019-12-02 | 05:01:55   | 51.31        | -178.15    | 30    | 6    | ANDREANOF ISLANDS, ALEUTIAN IS. |
| 8   | 2019-12-25 | 20:20:15   | -25.38       | -115.87    | 20    | 6.1  | SOUTHERN EAST PACIFIC RISE      |
| 9   | 2019-12-20 | 11:39:52   | 36.57        | 70.6       | 214   | 6.1  | HINDU KUSH REGION, AFGHANISTAN  |
| 10  | 2019-12-06 | 13:04:48   | -15.39       | -175.31    | 10    | 6.1  | TONGA                           |
| 11  | 2019-12-25 | 03:36:02   | 50.57        | -129.94    | 10    | 6.3  | VANCOUVER ISLAND, CANADA REGION |
| 12  | 2019-12-15 | 06:11:52   | 6.73         | 125.15     | 20    | 6.8  | MINDANAO, PHILIPPINES           |

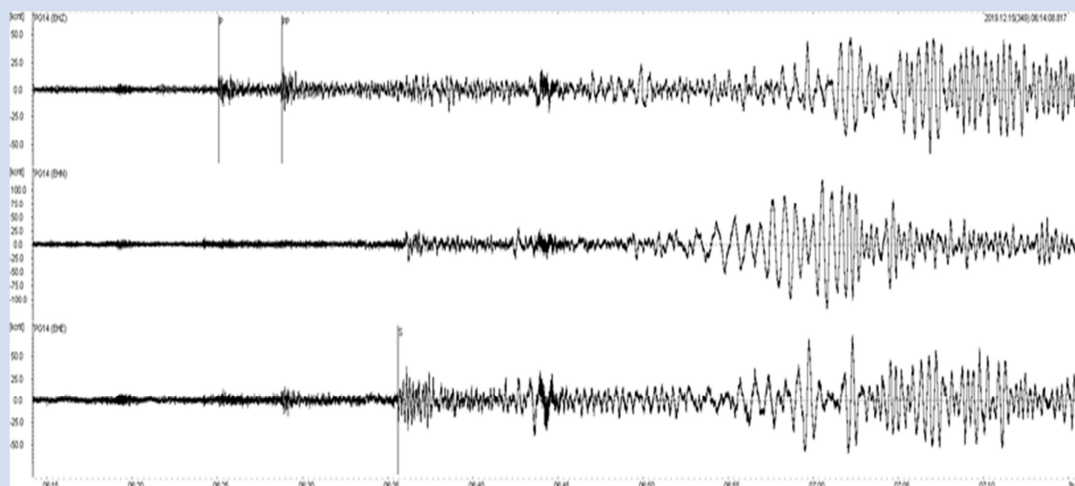
Najsilniejsze trzęsienie ziemi w grudniu zarejestrowano w dniu 15/12/2019 o godzinie 06:11:52 czasu UTC (czas lokalny 14:11:52) w regionie Mindanao na Filipinach. Magnitudę wstrząsu oceniono na wielkość  $M=6.8$ . Epicentrum wstrząsu zlokalizowane było ok. 176 km na E od miejscowości Manado w Indonezji i 64 km na SW od Davao (Filipiny), w miejscu określonym współrzędnymi geograficznymi:  $6^{\circ}73'N$ ,  $125^{\circ}15'E$ , hipocentrum znajdowało się na głębokości 20 km. Wstrząs był silnie odczuwalny. W miejscowości Digos odległej o ok. 21 km od epicentrum spowodował uszkodzenia budynków. Po wstrząsie głównym, wystąpiły liczne wstrząsy wtórne. Wg. relacji jednego ze świadków (na podstawie ankiet EMSC) wstrząsy wtórne były odczuwalne nieprzerwanie przez ponad 45 minut i dłużej, w odstępach co kilka sekund. Parametry tego zjawiska podano w tabeli 5.

Tab. 5. Parametry zjawiska sejsmicznego z dnia 2019-11-14 r., Morze Moluckie Indonezja (baza danych EMSC).

| Parametry trzęsienia ziemi wyznaczone przez EMSC |   |  |            |
|--|---|--|------------|
| Data (UTC)                                       | 15/12/2019  | Data lokalna   | 15/12/2019 |
| Czas (UTC)                                       | 06:11:52  | Czas lokalny   | 14:11:52   |
| Lokalizacja epicentrum                           | 6.73 <sup>0</sup> N   |  |            |
| Współrzędne (φ, λ)                               | 125.15 <sup>0</sup> E   |  |            |
| Głębokość  | 20 km   |  |            |
| Magnituda  | 6.8   |  |            |
| Region   | MINDANAO, PHILIPPINES   |  |            |
| Rejonizacja epicentrum                           | 64 km SW of Davao, Philippines / pop: 1,213,000 /<br>10 km SW of Dolo, Philippines / pop: 4,000 / |  |            |
| Inne ważne informacje.                           | nieznany poziom szkód materialnych w rejonie epicentralnym  |  |            |

Według Filipińskiego Instytutu Sejsmologii i Wulkanologii trzęsienie ziemi spowodowane było rozładowaniem naprężeń powstających w systemie uskoku zlokalizowanych w strefie konwergencji dwóch płyt litosfery: płyty sundajskiej oraz płyty filipińskiej. W części zachodniej płyta morza Filipińskiego ulega subdukcji w głąb płaszczka Ziemi i zanurza się pod płytę sundajską z prędkością ok. 100 mm/rok. Wstrząsy sejsmiczne w tym rejonie są częste, a niekiedy bardzo silne, także o magnitudach przekraczających wartość  $M=8$ .

Trzęsienie ziemi na Filipinach z dnia 15 grudnia 2019 r. zostało również zarejestrowane w sieci obserwacyjnej PSG\_Sejs\_NET. Na rys. 2 zaprezentowano fragment sejsmogramu z obrazem falowym zdarzenia z dnia 15/12/2019r., zarejestrowanego na stacji PG14 (HOLO) państwowej służby geologicznej, zainstalowanej w miejscowości Hołowno, odległej ponad 10.3 tys. km od ogniska trzęsienia Ziemi.



Rys. 2. Fragment sejsmogramu zarejestrowanego na stacji PSG w Hołownie w odległości 10,3 tys. km od ogniska trzęsienia ziemi z dnia 15/12/2019 r, godz. 06:11:52 UTC.

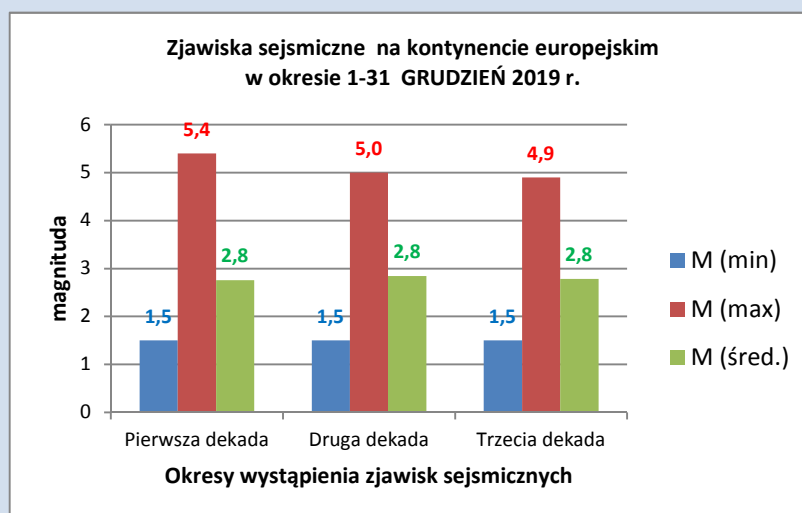
## KONTYNET EUROPEJSKI

Na obszarze kontynentu europejskiego i obszarach przyległych w grudniu 2019 roku w bazie danych EMSC zarejestrowano 1143 zdarzeń sejsmicznych o magnitudzie od 1.5 do 5.4. Charakterystykę europejskiej

aktywności sejsmicznej w grudniu przedstawiono w tabeli 6 i na rys. 3. Spośród 1149 zarejestrowanych zjawisk – 452 (39,3%) osiągnęło magnitudę poniżej poziomu odczuwalności przez człowieka tj.  $M \leq 2.5$ . Próg ten przekroczyło 697 zdarzeń, co stanowiło 60,7% ogólnej ich liczby.

Tab. 6. Statystyka wstrząsów sejsmicznych zarejestrowanych w bazie EMSC na obszarze Europy i obszarach przyległych w grudniu 2019 r.

| Magnituda  |              | Liczba zdarzeń | %            |
|------------|--------------|----------------|--------------|
| od         | do           |                |              |
| 1.0        | 2.5          | 452            | 39.3         |
| 2.5        | 3.5          | 575            | 50.0         |
| 3.5        | 4.5          | 100            | 8.7          |
| 4.5        | 5.5          | 22             | 1.9          |
| 5.5        | 6.5          | 0              | 0.0          |
| <b>6.5</b> | <b>8</b>     | <b>0</b>       | <b>0.0</b>   |
| Razem:     |              | <b>1149</b>    | <b>100.0</b> |
| w tym:     | $M \leq 2.5$ | 452            | 39.3         |
|            | $M > 2.5$    | 697            | 60.7         |
|            | Min.         | 1.5            |              |
|            | Maks.        | 5.4            |              |



Rys. 3. Charakterystyka aktywności sejsmicznej na kontynencie europejskim w grudniu 2019 r. – dane statystyczne w interwałach dekad (na podst. danych z bazy EMSC).

Najwięcej zjawisk sejsmicznych w grudniu miało miejsce u południowego i wschodniego wybrzeża Krety, w morskiej i lądowej części Albanii, oraz Turcji. U wybrzeży Krety miało miejsce 157 zdarzeń sejsmicznych, co stanowi ok 14% wszystkich zdarzeń w grudniu na kontynencie europejskim. W grudniu na kontynencie europejskim oraz obszarach przyległych zanotowano 3 zjawiska o magnitudzie równej /większej niż  $M \geq 5$ , co przedstawiono w tabeli 7.

Tab.7. Wykaz zjawisk sejsmicznych o magnitudzie  $M \geq 5.0$ , zarejestrowanych na obszarze europejskim w grudniu 2019 r. (na podst. danych z bazy EMSC).

| Lp. | Data       | Czas (UTC) | Szer. geogr. | Dł. geogr. | Depth | Mag. | Region Name     |
|-----|------------|------------|--------------|------------|-------|------|-----------------|
| 1   | 2019-12-20 | 06:11:49   | -30.41       | 59.62      | 10    | 5    | REYKJANES RIDGE |
| 2   | 2019-12-10 | 21:58:29   | 26.5         | 35.38      | 54    | 5.4  | CRETE, GREECE   |
| 3   | 2019-12-09 | 22:36:30   | -34.99       | 52.78      | 10    | 5.4  | REYKJANES RIDGE |

Dnia 10 grudnia 2019 r. o godzinie 21:58:28 czasu UTC miało miejsce podmorskie trzęsienie ziemi u wschodnich wybrzeży Krety. Ognisko wstrząsów zlokalizowane zostało na głębokości 56.5 km. Położenie epicentrum opisują współrzędne geograficzne: 35°50'N, 26°44'E. Magnitudę zjawiska wyznaczono na

M=5.4. Wstrząs był skutkiem rozładowania naprężeń powstałych w wyniku subdukcji płyty afrykańskiej pod egejską. Prędkość względna ruchu płyt litosfery w tym regionie wynosi około 34 mm/rok. Obszar ten jest często nawiedzany przez silne trzęsienia ziemi.

## Podsumowanie

Obszar świata w grudniu pod względem liczebności zarejestrowanych zjawisk charakteryzował się wysoką aktywnością sejsmiczną. Więcej zdarzeń sejsmicznych miało miejsce jedynie w lipcu 2019 r. Obszar Europy pod względem liczebności i siły zarejestrowanych zjawisk charakteryzował się w grudniu średnią aktywnością sejsmiczną. Natomiast obszar Polski cechował się najniższą aktywnością sejsmiczną w całym 2019 r.



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 01/12/2019 - 31/12/2019 r.