



WYCIĄG Z RAPORTU SEJSMOLOGICZNEGO

za okres 01-09-2021 do 30-09-2021 roku

Polska - zdarzenia sejsmiczne zarejestrowane w sieci PSG_Sejs_Net

We wrześniu 2021 r. w systemie automatycznej detekcji wstrząsów i alertowania w sieci PSG_Sejs_Net zarejestrowane zostały 44 zdarzenia sejsmiczne na obszarze 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 zaprezentowano w tabeli 1.

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

Magnituda		Liczba zdarzeń	%
od	do		
1	2.5	34	77.3
2.5	3	7	15.9
3	3.5	3	6.8
3.5	4	0	0.0
4	4.5	0	0.0
M > 4.5		0	0.0
Razem:		44	100.0
w tym:	M ≤ 2.5	34	77.3
	M > 2.5	10	22.7
	M_{min.}	1.2	
	M_{śr.}	2.2	
	M_{maks.}	3.1	

Większość zjawisk tj. 34 zjawiska, co stanowi 77.3 % 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 10 zdarzeń, co stanowi 22.7 % ogólnej ich liczby. W tabeli 2 zaprezentowano liczebność wstrząsów z podziałem na umowne regiony.

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

Lp.	Nazwa obszaru	Liczba zjawisk sejsmicznych
1	Górnośląskie Zagłębie Węglowe (GZW)	31
2	Lubusko-Głogowski Okręg Miedziowy (LGOM)	0
3	Lubelskie Zagłębie Węglowe (KWK Bogdanka)	0
4	KWB Bełchatów	0
5	Podhale	3
6	Karpaty C & E i Przedgórze	4

7	Rejon Jarocina	0
8	inne rejony (nieklas.)	6
Razem (od 01/09/2021 do 30/09/2021 r.)		44

We wrześniu najbardziej aktywnym sejsmicznie był region Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, w którym system detekcji sieci PSG_Sejs_Net zidentyfikował 31 zjawisk sejsmicznych o charakterze indukowanym wywołanym intensywną działalnością górnictwem.

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

ŚWIAT

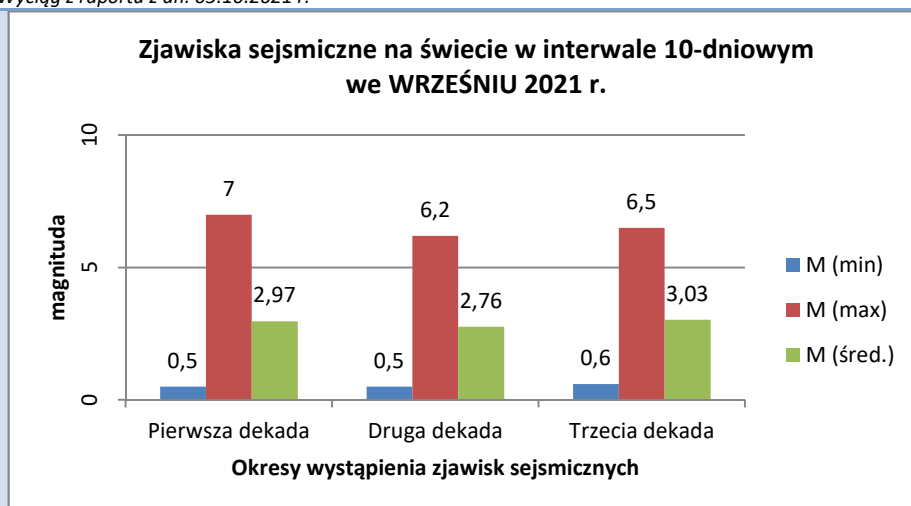
We wrześniu 2021 roku w skali całego globu, w oparciu o analizy zapisu sejsmometrów z ponad 70 sieci służb i instytucji monitoringu sejsmologicznego na świecie, w bazie danych Europejskiego Śródziemnomorskiego Centrum Sejsmologicznego (EMSC) zarejestrowane zostały 8 752 zdarzenia sejsmiczne o magnitudzie od $M=0.5$ do $M=7.0$, w tym 5 129 zjawisk, których magnituda była większa od $M>2.5$ (próg odczuwalności).

Statystykę zdarzeń sejsmicznych na obszarze całej kuli ziemskiej we wrześniu zaprezentowano w tabeli 3 i na rys. 1 poniżej. Spośród wszystkich zarejestrowanych wstrząsów 58,6% osiągnęło magnitudę powyżej progu odczuwalności ($M>2.5$).

Tab. 3. Charakterystyka globalnej aktywności sejsmicznej na obszarze kuli ziemskiej we wrześniu 2021 r. - dane statystyczne na podst. danych z bazy EMSC.

Magnituda		Liczba zdarzeń	%
od	do		
0.0	2.5	3 139	35.9
2.5	3.5	3 392	38.8
3.5	4.5	1 675	19.1
4.5	5.5	510	5.8
5.5	6.0	28	0.3
6.0	7.0	7	0.1
>=7		1	0.0
Razem:		8 752	100.0
w tym:	$M \leq 2.5$	3 623	41.4
	$M > 2.5$	5 129	58.6
	$M_{\min.}$	0.5	
	$M_{\max.}$	7	
	$M_{\text{śr.}}$	2.9	

W przypadku 8 zdarzeń magnitudę wstrząsu oceniono w przedziale od $M=6.0$ wzwyż. Wielkość magnitudy najsilniejszego zdarzenia oszacowana została na $M=7.0$ (zjawisko z dnia 08.09.2021 r.) z epicentrum położonym w regionie Guerrero w Meksyku.



Rys. 1. Charakterystyka globalnej aktywności sejsmicznej na obszarze kuli ziemskiej we wrześniu 2021 r. – dane statystyczne w interwałach dekadowych (oprac. PSG na podst. danych z bazy EMSC).

W grupie zjawisk odczuwalnych we wrześniu 2021 r. najwięcej zjawisk sejsmicznych w układzie dziennym zarejestrowano w dniach: 13 - 14, 16, 19, 21 - 24, 27 - 29 września. Najwięcej zjawisk, powyżej progu odczuwalności zarejestrowano w dniu 28 września (226 zdarzeń), co stanowi o 32,2% wzrost ilościowy w stosunku do średniej dobowej ilości zdarzeń. Najmniej w dniu 1 września, kiedy zarejestrowano jedynie 125 zjawisk sejsmicznych o magnitudzie powyżej progu odczuwalności ($M > 2.5$).

W skali globalnej we wrześniu w regionalnym „rankingu” aktywności sejsmicznej, mierzonej liczbą zjawisk odczuwalnych ($M > 2.5$), najwięcej wstrząsów zarejestrowanych zostało w regionach: Kreta – Grecja (197 zjawisk), Wysp Kanaryjskich - Hiszpania (197 zjawisk), Guerrero – Meksyk (165 zjawiska), Nikaragui (138 zjawiska), Oaxaca - Meksyk (136 zjawisk).


Wykaz najsilniejszych zjawisk sejsmicznych, które zostały zarejestrowane we wrześniu na obszarze kuli ziemskiej, a 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 we wrześniu 2021 r. (oprac. PSG na podst. danych z bazy EMSC).

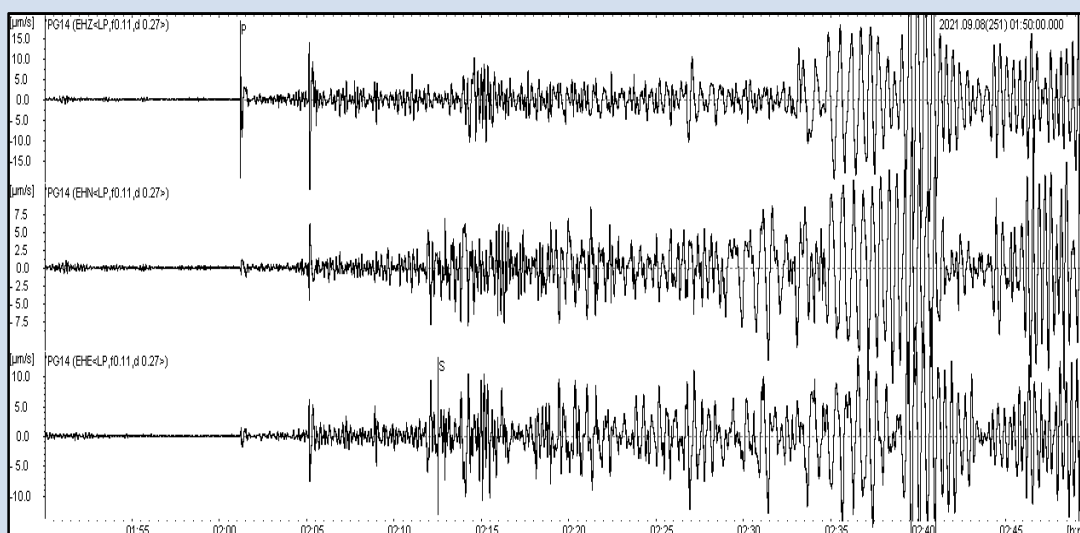
Lp.	Data	Czas (UTC)	Szer. geogr.	Dł. geogr.	Głęb. hipocentrum [km]	Mag.	Nazwa regionu	ID EQ (EMSC)
1	2021-09-08	01:47:46	16.98	-99.77	10	7	GUERRERO, MEXICO	1032981
2	2021-09-13	05:18:11	-23.91	-66.97	171	6.2	JUJUY, ARGENTINA	1034973
3	2021-09-20	20:25:23	46.38	152.43	9	6	KURIL ISLANDS	1038217
4	2021-09-21	13:14:32	-36.79	-73.96	17	6.4	OFFSHORE BIO-BIO, CHILE	1039168
5	2021-09-22	09:57:08	12.16	-87.78	35	6.5	NEAR COAST OF NICARAGUA	1039473
6	2021-09-24	11:52:29	51.26	-179.06	24	6.1	ANDREANOF ISLANDS, ALEUTIAN IS.	1040259
7	2021-09-27	06:17:22	35.11	25.22	10	6	CRETE, GREECE	1041084
8	2021-09-29	08:37:05	38.93	135.38	362	6.1	SEA OF JAPAN	1042101

Najsilniejsze we wrześniu trzęsienie ziemi na świecie miało miejsce w dniu 8 września 2021 r. o godz. 01:47:46 czasu UTC (czas lokalny 07/09/2021 godz. 20:47:46.3) w regionie Guerrero w Meksyku. Magnituda wstrząsów oceniona została na wielkość $M=7$. Obszar epicentralny zjawiska zlokalizowany był ok. 21 km na NE od miasta Acapulco. Źródło wstrząsów położone było na głębokości 10 km (wg. EMSC). Najważniejsze parametry tego zjawiska zaprezentowane zostały w tabeli 5.

Tab. 5. Parametry zjawiska sejsmicznego z dnia 08/09/2021 r., godz. 01:47:46.3 UTC, region: GUERRERO - Meksyk.

Parametry trzęsienia ziemi wyznaczone przez EMSC/NEIC.			
Data (UTC)	08/09/2021 r.	Data lokalna	07/09/2021 r.
Czas (UTC)	01:47:46.3 12:29:08	Czas lokalny	20:47:46.3
Lokalizacja epicentrum (EMSC/NEIC)	16.98°N; 99.77°W 16.982°N; 99.773°W		
Współrzędne (ϕ , λ)			
Głębokość [km] (EMSC/NEIC)	10 / 20		
Magnituda (EMSC/NEIC)	7.0/7.0		
Region	GUERRERO - Meksyk		
Rejonizacja epicentrum	21 km na NE od Acapulco de Juárez, Mexico / populacja: 673000 / czas lokalny: 07/09/2021, godz. 20:47:46.3 14 km na SSW od Xaltianguis, Mexico / pop: 6,900 / czas lokalny: 07/09/2021, godz. 20:47:46.3		
Inne ważne informacje.	1 osoba poniosła śmierć w mieście Coyuca de Benitez na zachód od Acapulco., duże zniszczenia w infrastrukturze		

Trzęsienie ziemi o magnitudzie $M=7.0$ z dnia 08/09/2021 r., zostało również zarejestrowane w sieci w sieci PSG_Sejs_NET państwowej służby geologicznej (rys. 2). Odległość stacji PG14 od epicentrum wstrząsów wynosi ok. 10 600 km (95.5°), natomiast od stacji PG15 ok. 10 300 km (93°). Pierwsze wstąpienia fal sejsmicznych zarejestrowane zostały na stacji PG14 o godz. 02:01:11 czasu UTC, tj. po upływie 13 min 24.8 s od momentu zdarzenia, natomiast na stacji PG15 o godz. 02:01:00.4 czasu UTC, tj. po upływie 13 min 14.1 s.



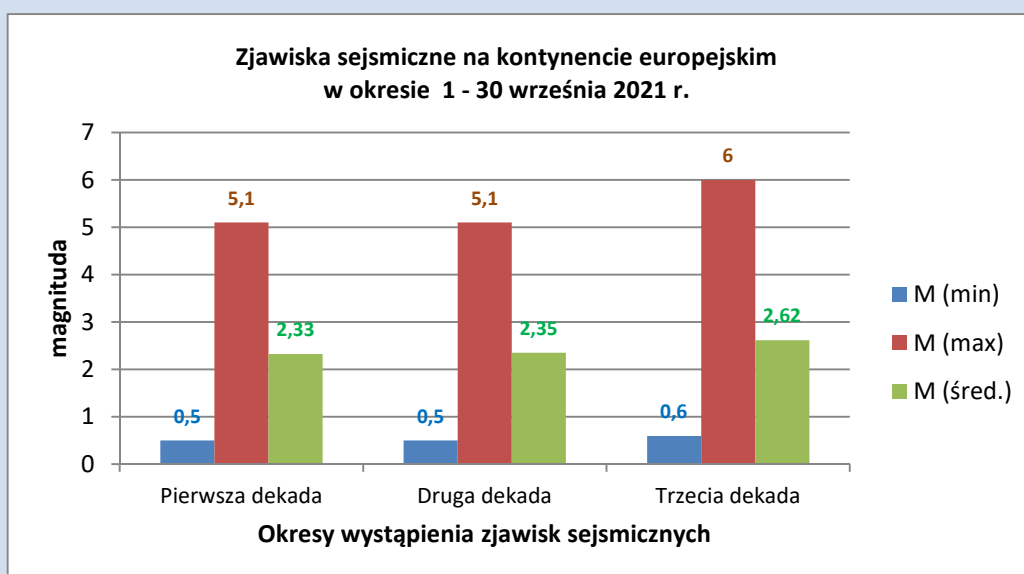
Rys. 2. Fragment obrazu falowego zarejestrowany w dniu 08/09/2021 r. na stacji PG14 monitoringu aktywności sejsmicznej w laboratorium geodynamicznym PSG w Hołownie (gm. Podedworze, pow. parczewski) z zapisem trzęsienia ziemi o magnitudzie $M=7$ w dniu 08/09/2021r., godz. 01:47:46.3 UTC z epicentrum w regionie Guerrero (Meksyk).

KONTYNET EUROPEJSKI

Na obszarze kontynentu europejskiego i obszarach przyległych we wrześniu 2021 r. w bazie danych EMSC zarejestrowano 2 168 zdarzeń sejsmicznych o magnitudzie od $M=0.5$ do $M=6.0$. Charakterystykę europejskiej aktywności sejsmicznej we wrześniu przedstawiono w tabeli 6. Spośród 2 168 zarejestrowanych zjawisk, 1 382 (63.7%) miało magnitudę poniżej poziomu odczuwalności przez człowieka, tj. $M \leq 2.5$. Próg ten przekroczyło 786 zjawisk, co stanowiło 36.3% ogólnej ich liczby.

Tab. 6. Statystyka wstrząsów sejsmicznych zarejestrowanych w bazie EMSC na obszarze Europy i obszarach przyległych we wrześniu 2021r. – oprac. PSG.

Magnituda		Liczba zdarzeń	%
od	do		
0.0	2.5	1185	54.7
2.5	3.5	836	38.6
3.5	4.5	123	5.7
4.5	5.5	23	1.1
5.5	6.5	1	0.0
>=6.5		0	0.0
Razem:		2168	100.0
w tym:	$M \leq 2.5$	1382	63.7
	$M > 2.5$	786	36.3
	$M_{\min.}$	0.5	
	$M_{\max.}$	6	
	$M_{\text{śr.}}$	2.4	



Rys. 1. Charakterystyka aktywności sejsmicznej na kontynencie europejskim we wrześniu 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 we wrześniu w obszarze europejskim najwięcej wstrząsów wystąpiło w regionach: Kreta - Grecja (209 zjawisk), Grecji kontynentalnej (102 zjawiska), Wysp Dodecanese – Turcja (89 zjawisk), Gibraltaru (59 zjawiska), Turcji Zachodniej (28 zjawisk), Turcji Wschodniej (25 zjawisk). Dziennie najwięcej odczuwalnych trzęsień ziemi zarejestrowano w dniach: 2 - 3, 6, 14, 24, 27 - 30 września. Pod względem liczby zdarzeń najwyższą aktywność (100 zjawisk!) zarejestrowano w dniu 27 września, co stanowi 382% średniej dobowej wartości aktywności sejsmicznej zaobserwowanej we

wrześniu 2021 r. Najniższa dobowa aktywność sejsmiczna na kontynencie europejskim we miała miejsce w dniu 20 września . Zarejestrowano wówczas jedynie po 8 zjawisk powyżej progu odczuwalności. We wrześniu na kontynencie europejskim oraz obszarach przyległych zanotowano 5 zjawisk o magnitudzie $M \geq 5$. Podstawowe parametry najsilniejszych europejskich zjawisk przedstawiono w tabeli 7.

Tab. 7. Wykaz zjawisk sejsmicznych o magnitudzie $M \geq 5.0$, zarejestrowanych na obszarze europejskim we wrześniu 2021 r. (na podst. danych z bazy EMSC).

Lp.	Data	Czas UTC zjawiska	Dług. geogr.	Szer. geogr.	Głęb. hipocentrum	Magnituda	Nazwa regionu
1	2021-09-06	17:31:22	33.30	86.08	10	5.1	NORTH OF SVALBARD
2	2021-09-13	04:02:32	58.93	37.22	10	5.1	NORTHEASTERN IRAN
3	2021-09-27	06:17:22	25.22	35.11	10	6	CRETE, GREECE
4	2021-09-28	04:48:09	25.19	35.11	10	5.3	CRETE, GREECE

Najsilniejsze o magnitudzie $M=6.0$, w najbardziej aktywnym sejsmicznie europejskim regionie - w rejonie Wyspy Kreta w Grecji - miało miejsce w dniu 27 września 2021 r. o godz. 06:17:22.2 czasu UTC (czas lokalny godz. 09:17:22.2). Epicentrum tego zdarzenia zlokalizowane zostało ok. 25 km na SSE od Irákleion oraz 15 km na SSE od Ano Arhanes. Źródło wstrząsów zlokalizowane było na głębokości 10 km (wg. EMSC).

Przyczyną trzęsienia ziemi w tym dniu, podobnie jak większości zjawisk sejsmicznych obserwowanych w regionie Morza Śródziemnego, są ruchy płyt litosfery. Gwałtowne rozładowywanie się naprężeń powstających na granicach płyt w wyniku tarcia płyty o płytę powodują przerwanie ciągłości skał, powstawanie uskoków oraz względne przemieszczanie się kompleksów skalnych. Zjawisku temu towarzyszy uwalnianie się olbrzymiej ilości energii, zaś konsekwencją są trzęsienia ziemi.

Z geologicznego punktu widzenia Kreta położona jest w strefie konwergencji przebiegającej w basenie Morza Śródziemnego na granicy płyty afrykańskiej i płyty euroazjatyckiej. Wypadkowa naporu płyty afrykańskiej i euroazjatyckiej skierowana jest ku północy. Względne przemieszczenia pomiędzy płytami wynoszą od 4 do 10 mm rocznie. Granica pomiędzy płytami jest bardzo złożona. Wyznaczają ją liczne uskoki na kontakcie mniejszych obszarowo bloków skalnych (mikropłyt) oraz uskoki regionalne. Kreta położona jest w obrębie mikropłyty egejskiej i stanowi wypiętrzenie dawnego, podwodnego łańcucha górskiego ponad powierzchnię wód Morza Śródziemnego. Mikropłyta egejska nie jest stabilna i znajduje się w ciągłym ruchu wykorzystując liczne strefy uskokowe znajdujące się na granicy płyty. Szczególne znaczenie mają uskoki zlokalizowane pod dnem morskim na południu i zachodzie od wybrzeża Krety. System tych uskoków tworzy łukowato wygiętą strefę subdukcji rozciągającą się na południu i zachodzie wyspy. Jest on strefą stanowiącą źródło częstych zjawisk sejsmicznych obserwowanych w otoczeniu Krety.

Podsumowanie

We wrześniu 2021 r. obszar świata pod względem liczebności zarejestrowanych zjawisk charakteryzował się wysoką aktywnością sejsmiczną, natomiast obszar Europy charakteryzował zbliżoną do średniej w 2021 r. aktywnością sejsmiczną. Obszar Polski pod względem liczby zidentyfikowanych zdarzeń sejsmicznych zarejestrowanych w sieci PSG_SEJS_NET cechował się aktywnością sejsmiczną poniżej średniej.



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 01/09/2021 - 30/09/2021 r.