

Sejsmiczność indukowana działalnością górniczą

Sejsmiczność indukowana jest efektem działalności technologicznej człowieka i należy do grupy zjawisk nazywanych antropogennymi. Jej przejawem są zjawiska dynamiczne w postaci wstrząsów i drgań powierzchni ziemi. Typowym przykładem jest tutaj sejsmiczność powstająca w wyniku prowadzonej działalności górniczej, która zaburza naturalny stan równowagi w ośrodku skalnym wywołując wspomniane wstrząsy i drgania. Nie ulega wątpliwości, że występowanie sejsmiczności indukowanej może stanowić poważny problem, szczególnie dla mieszkańców terenów gdzie prowadzona jest działalność górnicza. Wyraźnie pokazały to ostatnie zdarzenia zaistniałe w obszarze górniczym ZG Janina.

Zakres intensywności wstrząsów górniczych jest bardzo szeroki, od bardzo słabych wstrząsów nieodczuwalnych przez człowieka i rejestrowanych wyłącznie przez specjalistyczną aparaturę pomiarową do silnych zjawisk sejsmicznych, określanych jako słabe trzęsieni ziemi. Te najsilniejsze mogą w określonych sytuacjach powodować uszkodzenia w obiektach budowlanych, sporadycznie w infrastrukturze technicznej, ale także powodować dyskomfort mieszkańców.

W Polsce wstrząsy indukowane eksploatacją górniczą występują na obszarze eksploatacji węgla w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym (GZW), w obszarze Legnickiego – Głogowskiego Zagłębia Miedziowego (LGOM) oraz w rejonie odkrywkowej kopalni węgla brunatnego „Bełchatów”. Obszar GZW jest jednym z najbardziej aktywnych sejsmicznie rejonów górniczych w świecie, przede wszystkim ze względu na swoją budowę geologiczną oraz prowadzoną od wielu dziesiątek lat eksploatację licznych pokładów węgla kamiennego na stosunkowo niewielkim obszarze. Większość występujących wstrząsów jest związana bezpośrednio z prowadzoną eksploatacją, natomiast najsilniejsze zjawiska mają związek ze strefami uskokowymi i określane są jako wstrząsy tektoniczne czy też regionalne. Strefy uskokowe są miejscami niestabilności ośrodka skalnego, które pod wpływem działalności górniczej mogą się uaktywniać, co związane jest z wyzwaniem dużych ilości energii sejsmicznej.

Najstarsze informacje o katastrofach górniczych spowodowanych wstrząsami sejsmicznymi na Górnym Śląsku można znaleźć w literaturze niemieckiej z początków XX wieku, a pierwsza stacja sejsmologiczna rejestrująca te zjawiska została założona w 1929 roku w Raciborzu. Poziom tej sejsmiczności znacząco wzrósł w latach 70-tych i dalszych, kiedy niezwykle szybko wzrastał poziom wydobywania węgla kamiennego. Wiązało się to także z podejmowaniem eksploatacji na coraz większych głębokościach. W kopalniach rud miedzi w LGOM sejsmiczność pojawia się później i narasta również w miarę wzrostu wydobywania rudy. Wstrząsy tutaj osiągają wyższe wartości energetyczne, co związane jest występowaniem wyraźnie bardziej wytrzymałych skał stropowych w postaci anhydrytów i dolomitów.

Z kolei kopalnia węgla brunatnego „Bełchatów” stanowi światowy ewenement pod względem występującej tutaj sejsmiczności indukowanej prowadzoną eksploatacją pokładu węgla brunatnego. Genezy występującej sejsmiczności należy upatrywać w budowie geologicznej złoża, w postaci rowu tektonicznego, lokalnych stref uskokowych i wysadu solnego. Najsilniejszy wstrząs sejsmiczny związany z prowadzoną działalnością górniczą miał miejsce w 1980 roku właśnie w kopalni „Bełchatów”, a jego magnituda wynosiła 4,6 w skali Richtera. Powstał on na uskoku w strefie filara utworzonego pomiędzy wykopem a zwałowiskiem zdejmowanego nadkładu.

Systematyczna obserwacja sejsmiczności górniczej w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym prowadzona jest przez Główny Instytut Górnictwa już od lat 50-tych ubiegłego wieku. W latach 1948÷1950 nastąpiła budowa stacji sejsmologicznych w Bytomiu i w Zabrze. Były one wyposażone w sejsmografy mechaniczne Mainki z rejestracją na

zaczernionym papierze. Niestety taka rejestracja z sejsmogramów nie pozwalała na uzyskanie dokładnej lokalizacji ich ognisk. W latach 1950÷1973 sieć obserwacyjna powiększała się i wprowadzono jakościowo wyraźnie lepszą optyczną rejestrację sejsmogramów. Na początku lat 70-tych działało 5 stacji sejsmologicznych z tą rejestracją. Należy także zauważyć, że badania nad sejsmicznością górniczą podjął w tych latach także Instytut Geofizyki PAN, instalując sieć pomiarową w Kopalni „Miechowice”. W kolejnych latach ma miejsce dynamiczny rozwój badań w obszarze sejsmiczności GZW dzięki zakupowi nowoczesnych systemów rejestrujących angielskiej produkcji Racal-Thermionic T-8100 z zapisem analogowym na taśmach magnetycznych. W 1974 roku została uruchomiona Górnośląska Regionalna Sieć Sejsmologiczna (GRSS) oraz powstały sieci kopalniane w kilku najbardziej zagrożonych tąpnięciami kopalniach GZW. W dalszych latach wraz z dostępem do nowych osiągnięć elektroniki i informatyki rozwijane były nowe urządzenia pomiarowe. Aktualnie są to aparaty z zapisem cyfrowym wyposażone w specjalistyczne oprogramowanie służące przetwarzaniu i interpretacji sejsmogramów. Dotyczy to zarówno sieci regionalnej jak i sieci kopalnianych. *Obecnie nie ma dnia, aby nasze stacje pomiarowe pracujące w Górnośląskiej Regionalnej Sieci Sejsmologicznej nie odnotowały wstrząsu. GIG monitoruje wstrząsy górnicze z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi informatycznych i dysponuje kompletną bazą danych od 1977 roku. Od tego roku do dzisiaj w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym zostało zarejestrowanych 55 tys. wstrząsów o magnitudzie większej lub równej 1,7 w skali Richtera* - mówi prof. Krystyna Stec kierująca GRSS w Głównym Instytucie Górnictwa.

Na podstawie danych rejestrowanych przez sejsmografy zainstalowane na obszarze GZW (w kopalniach i nie tylko) opracowywany jest bank danych zawierający podstawowe parametry charakteryzujące każdy wstrząs o energii sejsmicznej $E \geq 10^5$ J, takie jak: data i czas wystąpienia zjawiska, energia sejsmiczna, magnituda, nazwa kopalni, współrzędne epicentrum ogniska. Dane z tego banku wykorzystywane są do badań związanych z szeroko pojętą analizą stanu zagrożenia tąpnięciami w kopalniach oraz oceną dynamicznych oddziaływań drgań wywoływanych wstrząsami na powierzchniowe środowisko naturalne w GZW. Badania te stanowią podstawę do opracowania nowych metod interpretacyjnych, mających na celu oceny i poprawę prognozy zagrożenia tąpnięciami w kopalniach oraz zagrożenia sejsmicznego dla środowiska na powierzchni ziemi. Na podstawie danych zawartych w banku GRSS sporządzane są też liczne opinie sejsmologiczne.

Najsilniejsze wstrząsy z ostatnich 20 lat w GZW skatalogowane w bazie danych GIG to :

1992r. (kopalnia Czeczott) : energia sejsmiczna $E= 2 \cdot 10^9$ J

1993r. (kopalnia Miechowice): energia sejsmiczna $E= 2 \cdot 10^9$ J

1993r. (kopalnia Halemba) : energia sejsmiczna $E= 1 \cdot 10^9$ J

2007r. (kopalnia Bobrek) : energia sejsmiczna $E= 1 \cdot 10^9$ J

2010r. (kopalnia Piast): energia sejsmiczna $E= 3 \cdot 10^9$ J

W skali Richtera magnituda tych wstrząsów wyniosła od 3.8 do 4.0.

Aktualnie w GZW występuje rocznie około 1500 wstrząsów słabszych, o energii sejsmicznej $E \geq 10^5$ J. Przykładowo, w 2014 roku było ich 1765 wstrząsów i był to wyraźny ich wzrost o ponad 300 zjawisk w stosunku do poprzedniego 2013 roku. Największa ilość wstrząsów miała miejsce w kopalniach Piast i ZG Sobieski odpowiednio 382 i 306, a następnie w kopalni Halemba 229 zjawisk oraz w kopalni Ziemowit 148 wstrząsów. W kopalni Wujek ruch Śląsk wystąpiły 122 wstrząsy.

W latach 60-tych, 70-tych i 80-tych ubiegłego wieku takich wstrząsów występowało znacznie więcej od 2000 do 3000 rocznie. Mniejsza liczba wstrząsów to na pewno efekt mniejszego wydobycia węgla i bardziej racjonalnej gospodarki złożami oraz skuteczniejszej profilaktyki górniczej – mówi prof. Grzegorz Mutke kierownik Zakładu Geologii i Geofizyki

GIG. Najwięcej wstrząsów górniczych rejestrowanych jest w obszarze uskoku Kłodnickiego rozciągającego się od Katowic w kierunku Zabrze aż po Knurów, ponadto w rejonie niecki bytomskiej (obszar Bytomia), w obszarze kopalń rybnickich (rejon Wodzisławia Śląskiego, Rydułtów) oraz w obszarze kopalń nadwiślańskich, gdzie miały miejsce ostatnio zarejestrowane bardzo silne wstrząsy z września i października 2015r.

Obecnie rejestracja wstrząsów przez GRSS prowadzona jest w oparciu o dwa niezależne systemy obserwacyjne: aparatura SOS (System Obserwacji Sejsmologicznej) oraz GeoSig i obejmuje w sumie 20 stanowisk. Sieć GRSS GIG jest siecią nadrzędną w stosunku do sieci kopalnianych i stanowi cenne źródło informacji dla przemysłu górniczego w aspekcie bezpieczeństwa pracy oraz dla administracji lokalnych o poziomie zagrożenia sejsmicznego i jego trendach. Wszystkie informacje na temat sejsmiczności GZW dostępne są na stronie internetowej sieci: www.grss.gig.eu

Regularnie prowadzone badania sejsmiczności indukowanej działalnością górnictwem pozwoliły, między innymi, na opracowanie Górniczej Skali Intensywności Sejsmicznej. Jest to skala empiryczna oparta na powiązaniu danych sejsmometrycznych zarejestrowanych przez sieć powierzchniowych stanowisk pomiarowych, z odczuciami drgań przez ludzi i ewentualnymi uszkodzeniami, jakie zaistniały w obiektach budowlanych po określonych wstrząsach. *Innowacyjnym rozwiązaniem metodologicznym w tej skali jest dwuparametrowa ocena stopnia intensywności drgań oparta na parametrze przyspieszenia lub prędkości drgań oraz na znormalizowanym parametrze czasu ich trwania. Powstały w ten sposób dwa rodzaje tej skali – przyspieszeniowa GSI-A i prędkościowa GSI-V. Wspomniana korelacja pozwoliła na wydzielenie pięciu stopni intensywności drgań oraz na przypisanie im określonych symptomów odczuwania drgań przez ludzi oraz potencjalnych uszkodzeń w obiektach budowlanych* - mówi prof. Józef Dubiński będący współtwórcą tej skali. Skala opisuje więc efekty oddziaływania wstrząsów na powierzchnię, obiekty budowlane, infrastrukturę techniczną oraz na ludzi. W przypadku wstrząsów indukowanych eksploatacją górnictwem pozwala ocenić potencjalne skutki bieżącej oraz projektowanej eksploatacji na powierzchnię.

Główny Instytut Górnictwa jest członkiem konsorcjum ważnego i prestiżowego projektu pn: „**Cyfrowa przestrzeń badawcza sejsmiczności indukowanej dla celów EPOS**”. EPOS (European Plate Observing System) to największy europejski projekt w zakresie infrastruktury badawczej służącej naukom o Ziemi, który obejmuje sieci sejsmologiczne, geodezyjne, obserwacje satelitarne, laboratoria in-situ. Opracowana w ramach projektu zaawansowana platforma cyfrowa, służyć będzie gromadzeniu i interpretacji danych pomiarowych zebranych, między innymi w kopalniach węgla kamiennego i rud miedzi, a także podczas eksploatacji wód geotermalnych czy gazu z łupków. Dzięki temu polski przemysł górniczy i inne sektory gospodarcze oraz administracja publiczna będą mogły korzystać z bogatej bazy danych związanych z sejsmicznością indukowaną, dostępnych online, a więc uzyskają możliwość szybkiego dotarcia do informacji o zagrożeniach związanych z różnymi rodzajami występującej sejsmiczności antropogenicznej.