

Mirosław LASKOWSKI*, Zbigniew SAMOKAR*, Jerzy WRÓBEL*

***Wpływ zjawisk dynamicznych o charakterze regionalnym
na wyrobiska górnicze i powierzchnię terenu na przykładzie
tąpnięcia górotworu zaistniałego 19 marca 2013 r.
w polu G-3/4 O/ZG „Rudna”***

Streszczenie: W dniu 19 marca 2013 r. o godz. 22⁰⁹ kopalniana stacja geofizyki górniczej O/ZG „Rudna” zarejestrowała w polu G-3/4 bardzo silny wstrząs górotworu, którego energię w oparciu o analizę zapisu fali „P” określono na $1,6 \times 10^8$ J. Epicentrum tego wstrząsu zlokalizowano w rejonie skrzyżowania komory K-0 i chodnika W-314a, w bliskim sąsiedztwie uskoku „Rudna Główna”. Wstrząs został zarejestrowany również przez odległe stacje seismologiczne oraz spowodował rozległe skutki w wyrobiskach górniczych, w wyniku których 19 górników zostało uwięzionych w polu G-3/4. Po tym zdarzeniu Prezes WUG powołał Komisję do zbadania jego przyczyn i okoliczności oraz wypadku zbiorowego. Komisja uznała, że wstrząs ten miał charakter regionalny, a jego przyczyną było dynamiczne uaktywnienie się uskoku Rudnej Główny, związane z przemieszczeniem się warstw skalnych na dużej powierzchni płaszczyzny uskokowej. W artykule omówiono wpływ tego zjawiska na wyrobiska i powierzchnię terenu. Przedstawiono informację o zaistniałym tąpnięciu, przebiegu akcji ratowniczej oraz opis skutków w wyrobiskach górniczych i zabudowie powierzchniowej terenu.

Słowa kluczowe: wstrząs górotworu, tąpnięcie, drgania gruntu

***The impact of dynamic regional phenomena on underground workings
in mines and surface terrain subsidence, based on the example
of a rockburst which occurred 19 March 2013 in the operating field G-3/4
of the Rudna Mine***

Abstract: On 19 March 2013 at 22:09 local time the geophysical mining station in the Rudna Mine recorded in field a very strong tremor in field g-3/4. The energy of the tremor was calculated based on an analysis of the record of „P” wave record registering 1.6×10^8 J. The epicenter of the tremor was located in the area of the intersection

* KGHM Polska Miedź S.A. O/ZG „Rudna”, Polkowice

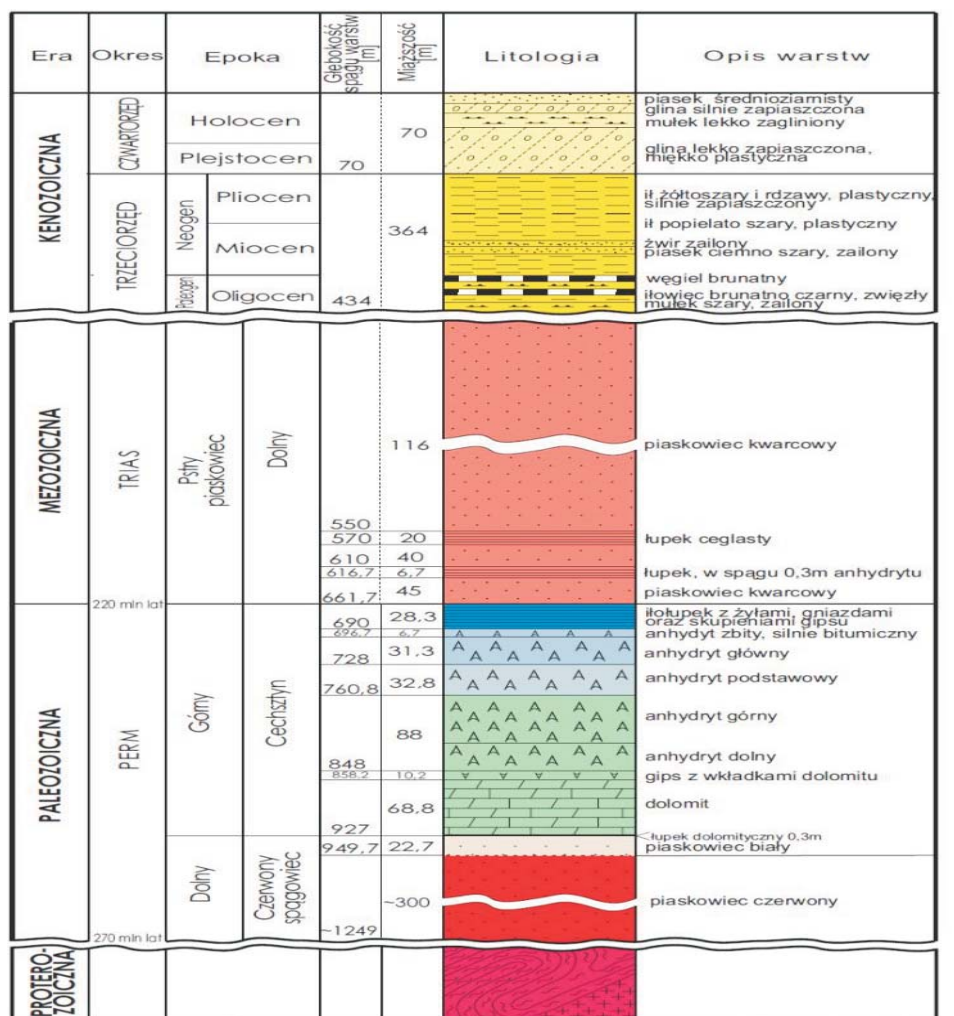
of chamber K-0 and gallery W-314a in close proximity to the „Rudna Main” fault. The tremor was also registered by distant seismic stations and caused widespread effects within the mine, as a result of which 19 miners were trapped in field G-3/4. After the incident, the president of the State Mining Authority appointed a commission to investigate the causes and circumstances of the accident. The commission concluded that the shock exhibited region specific characteristics, caused by the dynamic activation of the „Rudna Main” fault, associated with displacement of rock layers over a large fault plane area. The article details the example rockburst, and the subsequent rescue operation, and provides a description of the effects the incident had on the mining excavations and surface area.

Key words: tremor, rockburst, terrain surface vibration

Wprowadzenie

Pole G-3/4 usytuowane jest na głębokości 930 m, w południowo-zachodniej części kopalni „Rudna”, w skrzydle wyniesionym uskoku „Rudna Główna”. Strefa uskokuwa Rudnej Główny jest złożoną strefą dyslokacyjną o przebiegu NW-SE, ciągnącą się przez cały obszar górniczy ZG „Rudna” w jego południowo-zachodniej części. Główne przemieszczenie pionowe związane jest z zapadającą na NE powierzchnią o maksymalnym zrzucie do 30 m, która przyjmuje charakter kulisowy, związany z prawoskrętnym mechanizmem przesuwczym. W rejonie skrzydła wiszącego struktury przesuwcze doprowadziły lokalnie do ciągłych odkształceń skał w postaci fleksur, ze zwiększonymi upadami warstw czy lokalnych fałdów. W skrzydle zrzuconym uskokowi towarzyszą struktury kompensacyjne w postaci przesuwczych uskoków, zrębów i rowów tektonicznych, którym towarzyszą struktury schodkowe. Na wysokości pola G-3/4 oraz pochylni centralnych całkowite nachylenie głównej powierzchni dyslokacji pionowej wynosi 55° do 70° .

Eksploatację w tym polu prowadzono frontem zamykającym o długości około 700 m, przesuwającym się po rozciągłości w kierunku filara oporowego pochylni centralnych. Na prawym skrzydle bezpośrednie sąsiedztwo stanowią zroby pola G-3/3 (przyległe do uskoku „Rudna Główna”), natomiast na skrzydle lewym – zroby pola G-6/6. Złoże w tym rejonie, wykształcone w formie pseudopokładu o miąższości od 6,0 do 13 m, zaliczono do III stopnia zagrożenia tąpnięciami. Dolne ogniwo serii złożowej stanowią jasnoszare piaskowce czerwonego spągowca. Są to piaskowce kwarcowe, drobnoziarniste, o spoiwie ilastym i ilasto-węglanowym. Występująca powyżej seria węglanowa składa się z łupków i dolomitów dolnego cechsztynu. W stropie wyrobisk występują dolomity wapniste o wyraźnej podzielności płytowej. Miąższość serii węglanowej w rejonie pola waha się od 68,0 m do 90,0 m. Powyżej zalegają anhydryty o średniej miąższości 160,0 m. Spąg wyrobisk stanowią jasnoszare piaskowce czerwonego spągowca o spoiwie ilastym, przechodzące poniżej spągu partii okruszcowanej w piaskowce o barwie czerwonej. Miąższość jasnoszarych piaskowców waha się od 10,0 m do 30,0 m. Całkowita miąższość piaskowców czerwonego spągowca wynosi około 300 m. Profil stratygraficzno-litologiczny w rejonie pola G-3/4 przedstawiono na rysunku 1.



Wykonano w Dziale Geologicznym
O/Zakłady Górnicze "Kudna"

Rys. 1. Profil stratygraficzno-geologiczny w rejonie oddziału G-3

Fig. 1. Geological and stratigraphic profile in area G-3

1. Przebieg eksploatacji w oddziale G-3/4

Eksploatację w polu G-3/4 rozpoczęto w 2001r. w bezpośrednim sąsiedztwie uskoku „Biedrzychowa”. W pierwszej kolejności wykonano rozcinkę upodatniającą w części pola od zrobów pola G-6/6 do chodnika T-312a. Następnie przystąpiono do wykonywania rozcinki wzdłuż całej długości frontu. Po oddaleniu się frontu robót rozcinkowych na odległość około 150 m od strefy uskoku „Biedrzychowa”, przystąpiono do robót likwidacyjnych, pozostawiając fragment górotworu stabilizujący uskoku oraz strefę przejściową.

Na początku 2004 r., w związku ze zbliżaniem się frontu do wiązki usytuowanych ukośnie pochylni C-22–C-24, rozpoczęto wyprzedzające ich podsadzanie podsadzką hydrauliczną. Po osiągnięciu linią przodków prawego skrzydła wysokości wiązki pochylni przystąpiono do upodatnienia filarów wielkogabarytowych w wiązce i odtworzenia linii przodków na obu skrzydłach frontu. Dodatkowo rozpoczęto wyprzedzające wykonywanie upodatnionych dróg komunikacyjnych wzdłuż wiązki chodników W-312–T-312a. W lutym 2006 odtworzono linię frontu i wykonano rozcinkę calizny prawego skrzydła do wysokości pasa P-18a, natomiast na lewym skrzydle napotkano na znaczne trudności związane z utrzymaniem stateczności wyrobisk. Skutkowało to koniecznością odtwarzania lewego skrzydła pasami P-18a i P-19, a następnie pasami P-21 i P-22, przy jednoczesnym spowolnieniu postępu frontu prawego skrzydła. W marcu 2007 zlikwidowano przenośnik taśmowy w pochylni C-20 oraz przystąpiono do wyprzedzającego podsadzenia wiązki pochylni C-19–C-21. Po podsadzeniu wiązki pochylni C-19–C-21 rozszerzono zakres upodatnienia dróg komunikacyjnych wzdłuż wiązki chodników T-312a, W-312 i uruchomiono rozcinkę wzdłuż całego frontu eksploatacyjnego, którą zatrzymano po osiągnięciu pasa P-40. Dalszy postęp rozcinki uzależniono od likwidacji wysypu urobku zlokalizowanego w przecince 7 i wykonania wyprzedzającego upodatnienia dróg transportowych wzdłuż wiązki chodników T,W-312. Zatrzymana rozcinka na około półtora roku pozwoliła na zlikwidowanie wyciętych filarów technologicznych z wykorzystaniem istniejącej infrastruktury odstawy taśmowej. W styczniu 2011 r. po upodatnieniu filarów wielkogabarytowych w wiązce chodników W-312–T-312a do wysokości pasa P-61 oraz wykonaniu robót likwidacyjnych do wysokości pochylni C-19, uruchomiono postęp przodków na froncie pola G-3/4. W połowie tego roku, w związku ze zbliżeniem się prawego skrzydła frontu do wiązki pochylni C-10–C-12, wstrzymano postęp przodków do czasu wyprzedzającego podsadzenia tej wiązki wyrobisk. We wrześniu 2012 r. rozcinka calizny na lewym skrzydle osiągnęła wysokość pasa P-59. W tym czasie na prawym skrzydle frontu, po rozcięciu calizny resztkowej przed pochylnią C-12, wykonano rozcinkę filarów wielkogabarytowych w rejonie podsadzonych pochylni C-10–C-12. Podsadzono wstępnie wiązkę komór od K-1 do K-4 na wybiegu lewego skrzydła oraz udrożniono i przebudowano wyrobiska w rejonie przyległym do zrobów pola G-6/6, w którym uruchomiono roboty likwidacyjne. Caliznę oraz filary położone w sąsiedztwie strefy uskokuwej Rudna Główna wyłączono z ruchu jako bufor stabilizujący strefę zaburzeń tektonicznych. Przed wystąpieniem tąpnięcia w polu G-3/4 osiągnięto końcowy etap robót rozcinkowych upodatniając caliznę do wysokości wcześniej podsadzonej wiązki wyrobisk K-4–K-1.

2. Opis wydarzeń i przebieg akcji ratowniczej

2.1. Przebieg akcji ratowniczej

W dniu 19.03.2013 r. o godz. 22⁰⁹ kopalniana stacja geofizyki górniczej w polu G-3/4 zarejestrowała wstrząs górotworu, którego energię określono na $1,6 \times 10^8$ J. Energię tę wyznaczono na podstawie analizy zapisu fali „P”, zgodnie z metodologią od lat obowiązującą

w KGHM. Epicentrum wstrząsu zlokalizowano w rejonie skrzyżowania komory K-0 i chodnika W-314a. Po nieudanej próbie kontaktu z dozorem oddziału G-3, dyspozytor wezwał Górnice Pogotowie Ratownicze JRGH w Sobinie i podjął prowadzenie akcji ratowniczej, koncentrując się głównie na wycofaniu załogi z rejonu zagrożenia i określeniu liczby osób zagrożonych. Po dwunastu minutach do dyspozytorni przybył Dyrektor kopalni i objął obowiązki Kierownika Akcji Ratowniczej (KAR). W trakcie prowadzonych działań KAR polecił założyć bazę ratowniczą na kracie usytuowanej na skrzyżowaniu pochylni 3 z przecinką 38 i podjąć dwoma zastępami penetrację wyrobisk w dwóch kierunkach: jednym zastępem przez kratę w kierunku oddziału, drugim zastępem w kierunku kraty usytuowanej w przecince 235. Około godz. 22⁵⁰ pierwszy zastęp poinformował o odnalezieniu uszkodzonego operatora WO i przystąpieniu do jego uwalniania, natomiast zastęp drugi zgłosił brak możliwości przejazdu przez kratę w przecince 235 i otrzymał polecenie poszukiwania innej możliwości wejścia w pole G-3/4. Kilka minut później z podszycia szybu R-VI zgłosiło się trzech operatorów pracujących w rejonie pochylni 4. Po uzyskaniu od tych pracowników informacji o prawdopodobnej możliwości przedostania się do pola od strony szybu R-VI, KAR polecił przetransportować tych pracowników sprzętem O/ZG „Polkowice-Sierszowice” pod szyb P-I i wyjechać na powierzchnię. Między 23⁰⁰ i 1³⁰ akcja ratownicza miała następujący przebieg:

- ustalono, że w czasie wstrząsu w rejonie zagrożenia znajdowały się 42 osoby, wycofano 23 osoby, brakuje 19 osób (3 pracowników G-3, 10 pracowników C-3, 1 pracownik E-6, 5 pracowników A-1),
- wysłano dwa zmobilizowane zastępy na szyb P-I O/ZG „Polkowice-Sierszowice”, które po zjeździe na dół zostały przewiezione środkami transportu tej kopalni pod szyb R-VI,
- uwolniono i przewieziono pod szyb R-I operatora WO (o godz. 23¹⁹),
- ze względu na warunki przeniesiono bazę ze skrzyżowania pochylni 3 z przecinką 38 w rejon rozdzielni elektrycznej, zlokalizowanej w przecince 44 przy pochylni 1,
- w wyniku penetracji wyrobisk stwierdzono brak możliwości przejścia do pola G-3/4 od strony szybu R-I, kontynuowano przebieganie niedrożnych wyrobisk z wykorzystaniem ciężkiego sprzętu,
- podjęto decyzję o opuszczeniu na dół szybem P-I O/ZG „Polkowice-Sierszowice” trzech uzupełniających zastępów ratowników z JRGH, z jednoczesnym wycofaniem z akcji i powrotem do Sobina zastępów JRGH uczestniczących w akcji od strony Rudnej Głównej,
- podjęto decyzję o prowadzeniu akcji z dwóch stron, założono drugą bazę na skrzyżowaniu pochylni 1 z chodnikiem T-210 w rejonie podszycia R-VI, rozpoczęto penetrowanie upadłych centralnych w kierunku oddziału G-3,

Około godz. 1⁴⁵ pierwszy zastęp ratowników, poruszając się od szybu R-VI doszedł upadłą Up-1 do przecinki P-222. Od tego miejsca wszystkie drogi wejścia na oddział były zablokowane. Jedynie w chodniku T-311a od pochylni 5 w stronę oddziału stwierdzono mały prześwit, w którym wyczuwalny był ruch powietrza. Podjęto przebieganie tego wyrobiska ładowarką LKP, pozostawiona przez wycofujących się operatorów z C-3. O godz. 2⁰⁰ do akcji włączono trzy ładowarki z O/ZG „Polkowice-Sierszowice”, które również skierowano do przebiegania pochylni 5 oraz przecinki P-222 w stronę T-311a. Od godz. 3¹⁵, po zabezpieczeniu stropu drewnianymi stojakami, rozpoczęto ręczne przebieganie szcze-

liny w chodniku T-311a w kierunku oddziału G-3, przy jednoczesnym kontynuowaniu mechanicznego przebiegania pochylni 5 oraz przecinki P-222. Pół godziny później KAR podjął decyzję o wstrzymaniu robót strzałowych w rejonie RG oraz w polach XVI/1, XVII/1 i XX/1. Około godz. 4⁵⁰, przez częściowo przebraną szczelinę, w rejon oddziału G-3 wszedł zastęp ratowników. W tym czasie KAR polecił przewieźć na szyb P-I i opuścić na dół drugiego lekarza ratownika. Piętnaście minut później zastęp ratowników zgłosił odnalezienie 15 poszkodowanych górników, którzy mogą samodzielnie przedostać się przez szczelinę. Po ustaleniu danych personalnych pracownicy ci zostali przewiezieni pod szyb P-I. O godz. 5²⁰ KAR wydał polecenie przejścia przez szczelinę drugiego zastępu ratowników w celu penetracji wyrobisk oddziału G-3 i poszukiwania pozostałych górników. O godz. 5²⁷ ratownicy potwierdzili odnalezienie wszystkich 19 górników. Po wycofaniu wszystkich poszkodowanych i zastępów ratowników oraz zlikwidowaniu baz, KAR o godz. 6¹⁶ zakończył akcję ratowniczą.

2.2. Skutki w wyrobiskach górniczych

Pierwszą wizję wyrobisk górniczych w rejonie tąpnięcia przeprowadzono, przy współudziale przedstawicieli WUG oraz OUG we Wrocławiu, w dniu 21.03.2013 r. Z uwagi na brak możliwości wejścia w pole G-3/4 oraz niedrożność wiązki upadowych centralnych konieczny był zjazd komisji szybem R-I, w celu ocenienia rozmiarów skutków od strony prawego skrzydła pola G-3/4, a następnie zjazd szybem P-I O/ZG „Polkowice-Sieroszowice” w celu ocenienia wyrobisk od strony lewego skrzydła tego pola. Od strony szybu R-I stwierdzono następujące skutki:

- urobienie ociosów na głębokość około 0,5 m w chodnikach W-314b–d od pochylni 5 do wysokości KP-3,
- wypiętrzenie spągów na wysokość około 1,0 m w pochylni 4 w rejonie uskołu Rudnej Głównej.

Natomiast od strony szybu R-VI:

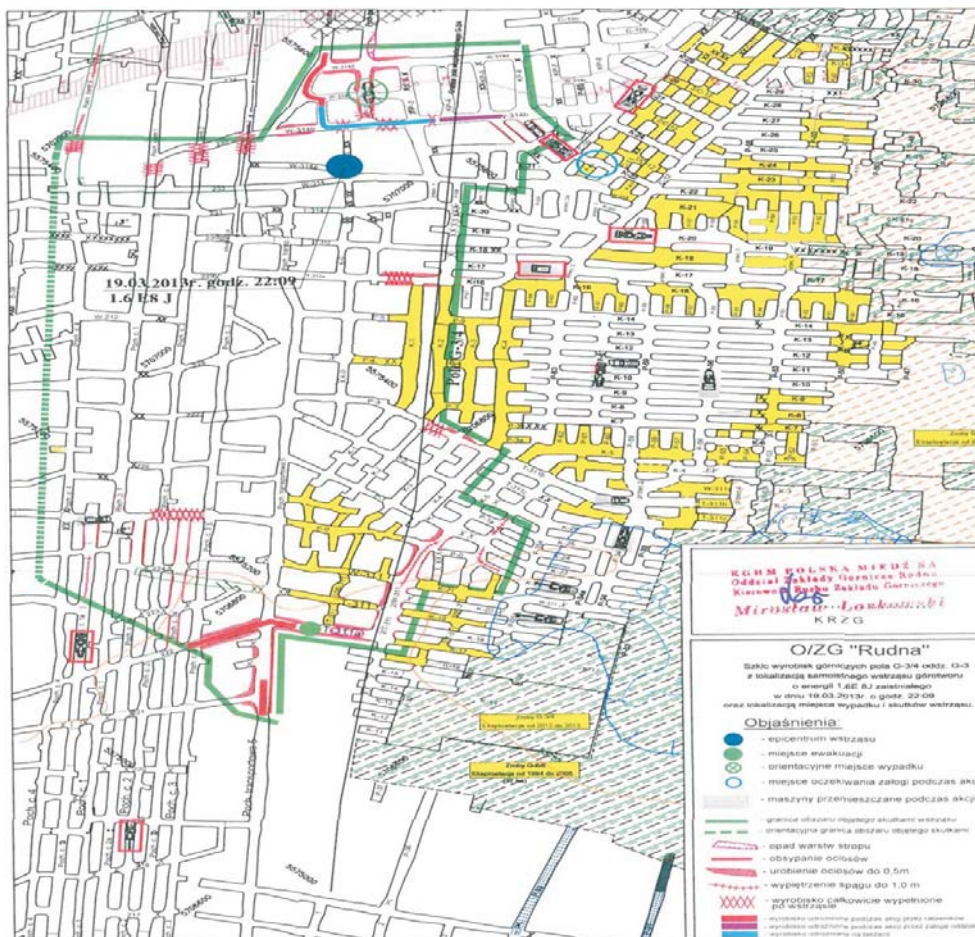
- obsypanie i urobienie ociosów na głębokość do 0,5 m w pochylni transportowej 5 od przecinki 221 do T-311a,
- urobienie ociosów na głębokość do 0,5 m w przecince 222 między pochylnią 3 i 5 oraz w chodniku T-311a od pochylni 5 do wysokości przecinki 1/T-311,
- obsypanie ociosów w pochylni 3a między przecinkami 222 i 225,
- obsypanie ociosów w pochylni 2a między przecinkami 224 i 225,
- obsypanie ociosów w pochylni 1a od pasa P-11 do przecinki 225,
- wypiętrzenie spągów na wysokość około 1,0 m w pochylni 1 między pasami P-11 i P-12.

Wobec braku możliwości bezpiecznego wejścia w pole G-3/4 przystąpiono do dalszego udrażniania wyrobisk dojściowych od strony prawego skrzydła pola i w dniu 25.03.2013 r. przeprowadzono oględziny wyrobisk filara oporowego pochylni centralnych 1–5 oraz pola G-3/4, stwierdzając następujące skutki:

- urobienie ociosów w komorze K-16 od wysokości K-2 w kierunku upadowych centralnych (z całkowitym wypełnieniem K-16 za K-1) oraz w chodniku T-311a między przecinkami 2/T311 i 1/T-311,

- obsypanie i urobienie prawego ociosu w chodniku T-311b od wysokości K-4 w kierunku upadowych centralnych (z całkowitym wypełnieniem chodnika T-311b za K-3) oraz w przecinie 2/W-311 od wysokości P-1 do chodnika T-311a,
- wypiętrzenie spągów na wysokość do 1,0 m w przecinie 2/W-311 od wysokości P-0 do chodnika W-311, w komorze K-6 między K-24 i K-25 oraz w komorze K-22 w rejonie skrzyżowania z K-6.

Skutki tąpnięcia wraz z lokalizacją pozostawionych w polu 13 maszyn oraz zakresem przebranych wyrobisk w trakcie prowadzonej akcji i w czasie pomiędzy 21 i 25 marca, przedstawiono na rysunku 2.

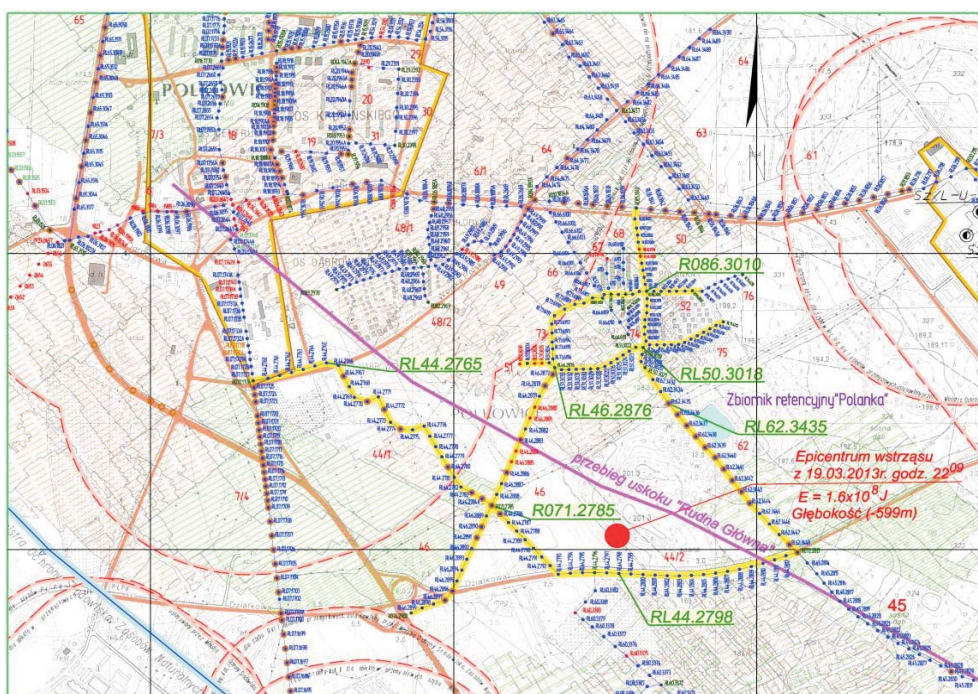


Rys. 2. Szkic wyrobisk górniczych pola G-3/4

Fig. 2. Draft of underground workings for the field G-3/4

2.3. Osiadanie powierzchni terenu nad oddziałem G-3

Dla określenia wpływu zaistniałego wstrząsu wysokoenergetycznego wykonano pomiary geodezyjne osiadania powierzchni terenu na liniach obserwacyjnych usytuowanych nad polem eksploatacyjnym G-3/4 oraz w jego otoczeniu. Dodatkowe pomiary niwelacyjne przeprowadzono wzdłuż linii zaznaczonych na rysunku 3 kolorem żółtym. Pomiary te wykazały znaczne przyrosty osiadania nad skrzydłem wyniesionym uskoku Rudna Główna oraz nad zrobami pola G-4/6. Największe wartości osiadania odnotowano w bliskim sąsiedztwie uskoku Rudna Główna, a ich przyrosty kształtowały się na poziomie dwukrotnie większym od dotychczasowych (linia pomiarowa R44/2 i R62) oraz pięciokrotnie większym na liniach R44/1 i R46. Wykresy osiadania powierzchni terenu wzdłuż linii R44/1, R44/2, R46 i R62 przedstawiono na rysunkach 4– 7.

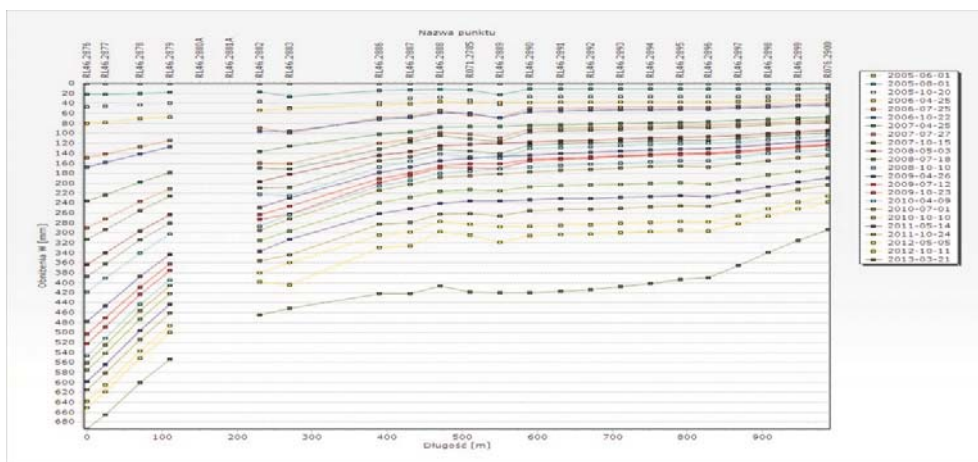


Rys. 3. Lokalizacja punktów geodezyjnych dla pomiaru osiadania powierzchni terenu

Fig. 3. Location of geodetic points for measurements of terrain subsidence

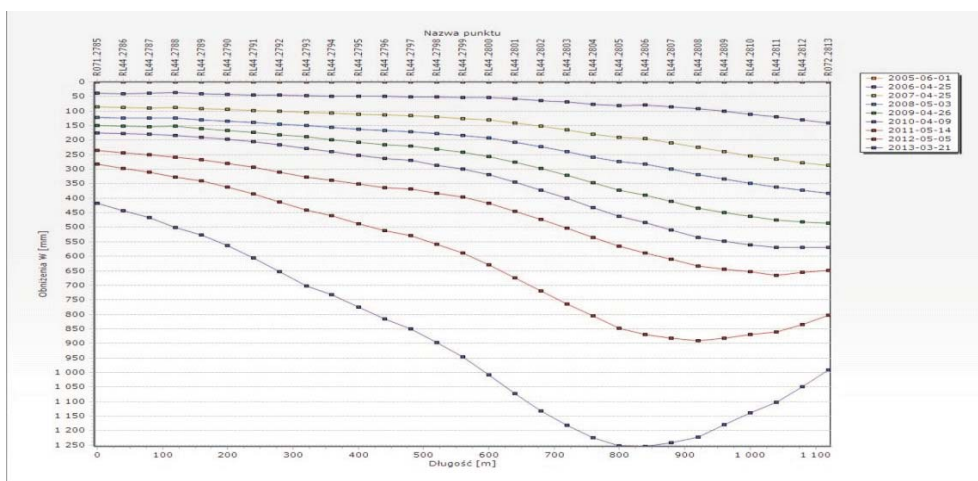
2.4. Skutki w zabudowie kubaturowej

Epicentrum wstrząsu zlokalizowane było w odległości około 600 m od najbliższej zabudowy osiedli domków jednorodzinnych Staszica i Polanka. Odległość od centrum miasta Polkowice wyniosła średnio 1500 m.



Rys. 4. Zmiany wartości wskaźników deformacji dla linii obserwacyjnej R46 w latach 2005–2013

Fig. 4. The deformation indicators' changes for the observation line R46 in years 2005–2013

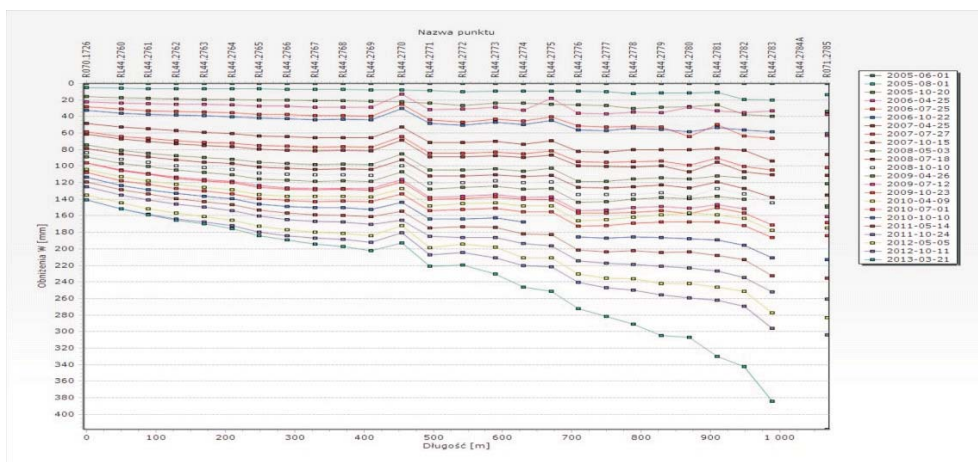


Rys. 5. Zmiany wartości wskaźników deformacji dla linii obserwacyjnej R44/2 w latach 2005–2013

Fig. 5. The deformation indicators' changes for the observation line R44/2 in years 2005–2013

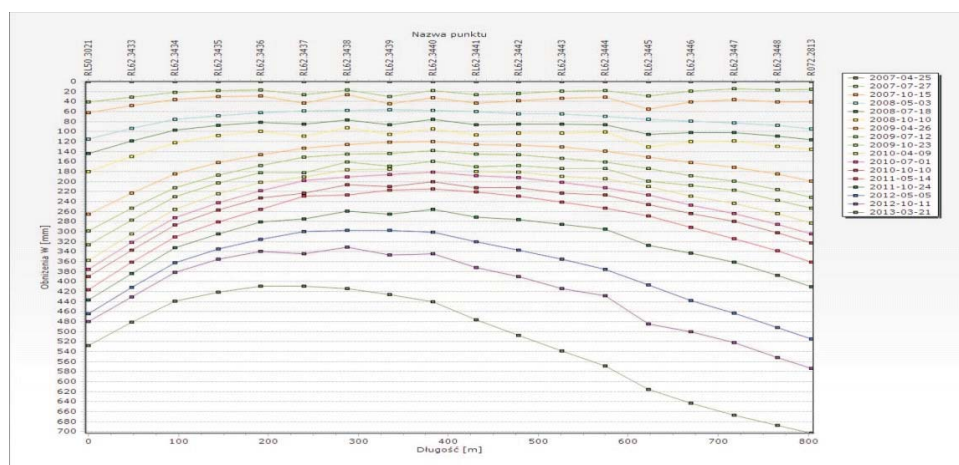
Ocena hipotetycznych skutków w zabudowie powierzchniowej miasta Polkowice została dokonana na podstawie rejestracji drgań gruntu na pięciu stanowiskach pomiarowych, w oparciu o skalę GSI-2004 oraz o zmodyfikowaną skalę GSI-2004/11. Parametr przyspieszenia drgań gruntu (PGA_{H10}) dla zmodyfikowanej skali GSI-2004/11 w dwóch przypadkach zaważyło o 1 stopień poziom intensywności sejsmicznej, w stosunku do poprzedniej skali GSI-2004. Dla parametru prędkości na wszystkich stanowiskach pomiarowych stopnie intensywności sejsmicznej były odczytane jednakowo dla obu skal.

Obrazem porównawczym dla hipotetycznego poziomu szkodliwości oddziaływania tego wstrząsu opartego na skali GSI-2004/11 są rzeczywiste skutki, jakie zostały zaobserwowane



Rys. 6. Zmiany wartości wskaźników deformacji dla linii obserwacyjnej R44/1 w latach 2005–2013

Fig. 6. The deformation indicators' changes for the observation line R44/1 in years 2005–2013

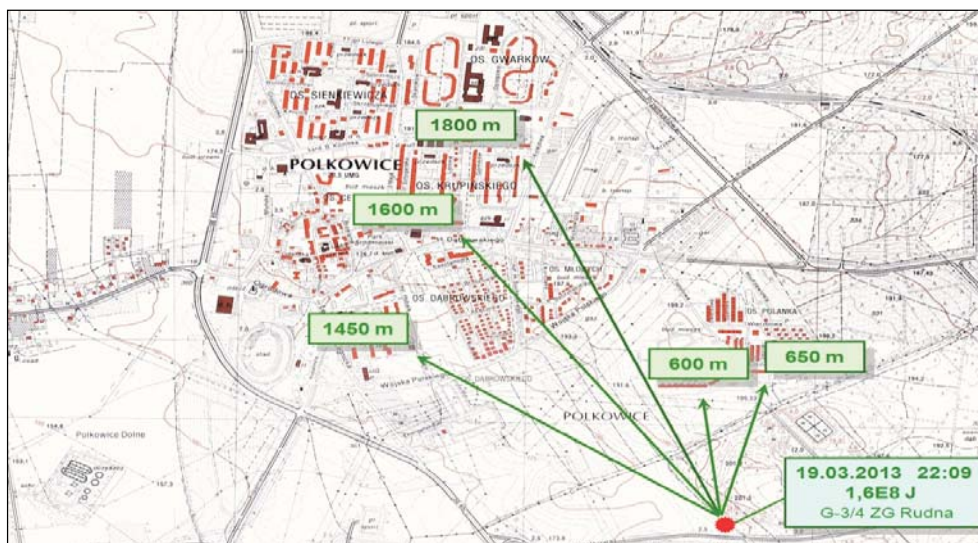


Rys. 7. Zmiany wartości wskaźników deformacji dla linii obserwacyjnej R62 w latach 2007–2013

Fig. 7. The deformation indicators' changes for the observation line R62 in years 2007–2013

w zabudowie powierzchniowej. Z uwagi na bliskość epicentrum tego wstrząsu od miasta Polkowice, analizą objęto zabudowę Polkowic. Całość zabudowy Polkowic podzielona jest na 7 rejonów plus odrębnie osiedla domków jednorodzinnych. Wykreślony zasięg II stopnia intensywności sejsmicznej oparty na rejestracji na stanowiskach pomiarowych objął praktycznie 2/3 zabudowy Polkowic. Poza zasięgiem II stopnia znalazła się zabudowa osiedli Gwarków (Rejon 3) i Sienkiewicza (Rejon 1).

Po tym wstrząsie z Polkowic napłynęły łącznie 134 zgłoszenia o uszkodzeniach w mieszkaniach i budynkach. Dość specyficzną sprawą była lokalizacja zgłoszonych uszkodzeń, których zdecydowana większość objęła rejon w dalszej odległości od epicentrum wstrząsu.



Rys. 8. Lokalizacja ogniska wstrząsu na powierzchni terenu

Fig. 8. The tremor foci location on the terrain surface

Rejestracje drgań na powierzchni										
Rejestracje drgań na stanowiskach pomiarowych ZG „Rudna” po wstrząsie o energii $E=1,6 \times 10^8$ J, z dnia 19.03.2013 o godz. 22.09 na polu G-3/4 o współrzędnych $X = 5707047$ $Y = 5575540$										
Lp.	Stanowisko	Re [m]	PGA_{H10} [mm/s ²]	PGV_{Hmax} [mm/s]	t_{Ha} [s]	t_{HV} [s]	Stopnie intensywności wg skali GSI-2004/11 A	Stopnie intensywności wg skali GSI-2004/11 V	Stopnie intensywności wg skali GSI-2004 A	Stopnie intensywności wg skali GSI-2004 V
1.	Polkowice ul. Sosnowa 14 – grunt (2R)	904	1150	39,0	3,7	5,1	III	II	II	II
2.	Polkowice ul. Akacyjowa 4 – grunt (1R)	1236	600	32,0	4,3	7,1	II	II	I	II
3.	Polkowice ul. Miedziana 9 (4R)	1538	700	29,0	7,8	8,9	II	II	II	II
4.	Polkowice ul. 3-go Maja 7 – grunt (3R)	1879	360	24,0	6,2	11,3	I	II	I	II
5.	Polkowice ul. Fiołkowa 7 (9R)	2484	390	19,0	7,6	10,0	I	I	I	I

Rys. 9. Stopnie intensywności według PGA_{H10} i PGV_{Hmax} dla skali GSI-2004 i GSI-2004/11 dla wstrząsu o energii $1,6 \times 10^8$ J

Fig. 9. The location of tremor (energy $1,6 \times 10^8$ J) registering devices on the surface with degrees of intensity

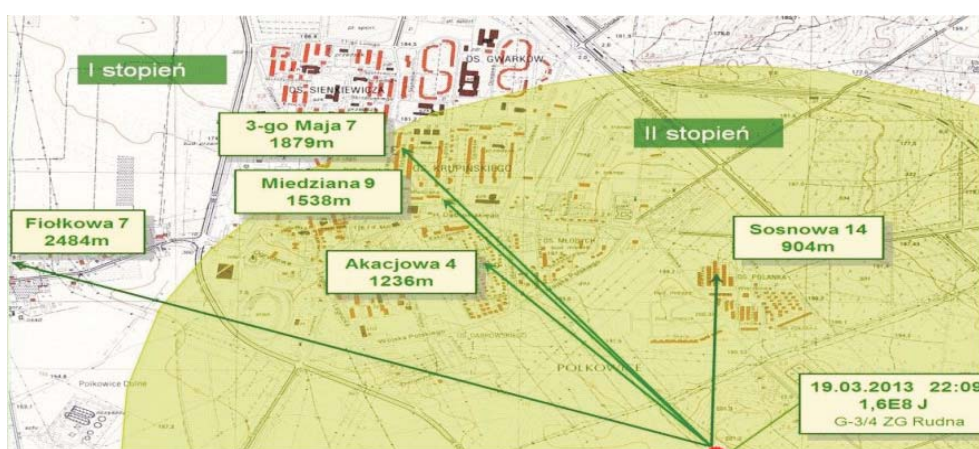
W najbliższej odległości od epicentrum wstrząsu znalazła się zabudowa osiedli domków jednorodzinnych Polanka i Staszica, gdzie zgłoszono tylko 14 przypadków uszkodzeń w stosunku do łącznej liczby 134 zgłoszeń. Obraz lokalizacji zgłoszonych uszkodzeń pokazany jest na rysunku 11.

Dokonane przeglądy 134 zgłoszonych uszkodzeń wykazały w 93 przypadkach bezpośredni związek z tym wstrząsem. Szczegółowy podział kwalifikacji zgłoszonych uszkodzeń przedstawiał się następująco:

- A – oddalono roszczenia w 41 przypadkach,

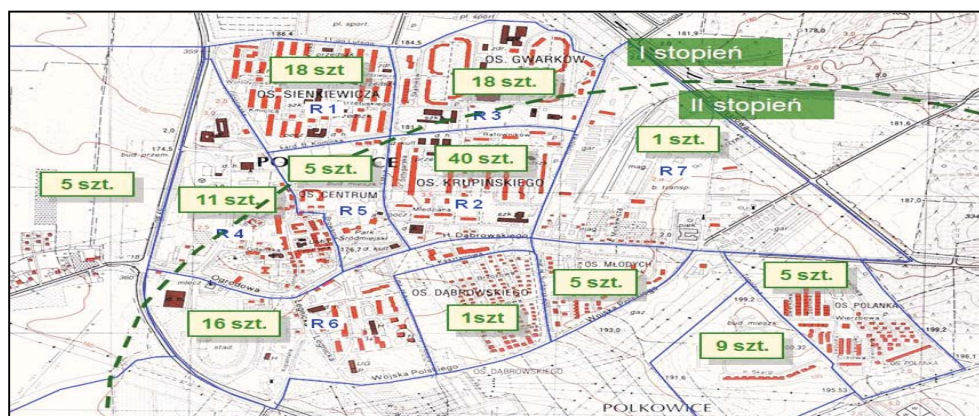
- B – uznano roszczenia i zawarto umowy na naprawę we własnym zakresie przez właścicieli w 83 przypadkach,
- C – uznano roszczenia, a naprawę przejęła na siebie kopalnia w 10 przypadkach.

Dość zmienną sprawą jest fakt, że w obszarze oddziaływania wstrząsu na poziomie II stopnia intensywności (w oparciu o rejestracje) zgłoszono łącznie 93 przypadki uszkodzeń, z tego uznano 58, tj. 62%. W zasięgu I stopnia intensywności sejsmicznej zgłoszono łącznie 41 uszkodzeń z czego uznano 35, tj. 85%. Na bazie zgłoszonych i uznanych za szkody górnicze uszkodzeń można stwierdzić, że zasięg II stopnia intensywności sejsmicznej winien być rozszerzony na zabudowę rejonów R1 i R3.



Rys. 10. Zasięg II-go stopnia intensywności drgań dla miasta Polkowice (wg skali GSI-2004/11 V) dla wstrząsu o energii $1,6 \times 10^8$ J

Fig. 10. Second degree of intensity of tremor spatial range for the Polkowice town (in GSI-2004/11 V scale) for tremor of energy $1,6 \times 10^8$ J



Rys. 11. Ilościowy wymiar zgłoszonych uszkodzeń z podziałem na rejony

Fig. 11. Quantitative assessment of reported damages with zones distribution

Ograniczenie zasięgu II stopnia w tym przypadku wynikało z braku stanowisk pomiarowych w rejonach R1 i R3 (osiedla Sienkiewicza i Gwarków). Ilościowy wymiar uznanych uszkodzeń w rejonach R1 i R3 może wskazywać na to, że zasięg II stopnia intensywności mógł być większy.

Istotnym elementem w pozytywnej kwalifikacji uszkodzeń do szkód górniczych był również fakt bardzo wysokiego poziomu odczuwalności tego wstrząsu i jego uciążliwości, co miało swój wymiar w odbiorze społecznym.

3. Przyczyny wstrząsu [2]

Zaistniały w dniu 19 marca 2013 r. wstrząs górotworu był analizowany przez Komisję powołaną przez Prezesa WUG w aspekcie jego przyczyn, wielkości, nietypowego przebiegu oraz rejonu objętego skutkami. W toku prac Komisji, po przeanalizowaniu pełnych sejsmogramów, zweryfikowano energię tego wstrząsu określając ją na $1,0 \times 10^9$ J. Uznano, że wstrząs ten miał charakter regionalny, a jego przyczyną było dynamiczne uaktywnienie się uskoku Rudnej Główniej, związane z przemieszczeniem się warstw skalnych na dużej powierzchni płaszczyzny uskokowej. Dodatkowo zjawisko to miało nietypowy przebieg z uwagi na:

- czas trwania wynoszący około 4,5 minuty,
- zasięg odczucia na powierzchni oraz zarejestrowanie wstrząsu przez odległe stacje sejsmologiczne,
- spadek naprężeń w ognisku wstrząsu wynoszący $1,12 \times 10^7$ Pa,
- duży promień ogniska sejsmicznego wynoszący około 200 m,
- znaczący zasięg skutków w wyrobiskach na obszarze około 75000 m²,
- obniżenie powierzchni terenu do około 0,14 m w rejonie uskoku Rudna Główna.

Do wystąpienia wstrząsu o tak dużej energii prawdopodobnie przyczyniły się następujące czynniki: wyeksploatowanie znacznych obszarów złoża w obu skrzydłach uskoku Rudna Główna, występowanie w stropie zasadniczym grubych warstw wapieni i anhydrytów, duża i zmienna miąższość złoża oraz głębokość prowadzonej eksploatacji.

Podsumowanie

Zaistniały w dniu 19 marca 2013 r. wysokoenergetyczny wstrząs górotworu miał charakter regionalny, a jego przyczyną było dynamiczne uaktywnienie się uskoku Rudnej Główniej, związane z przemieszczeniem się warstw skalnych na dużej powierzchni płaszczyzny uskokowej. Wstrząs ten spowodował rozległe skutki w wyrobiskach górniczych na obszarze około 75 000 m² oraz zwiększone przyrosty osiadania powierzchni terenu, głównie nad skrzydłem wyniesionym uskoku Rudna Główna oraz nad zrobami pola G-4/6. W zależności od odległości od epicentrum doszło do drgań powierzchni o intensywności sejsmicznej I i II stopnia według skali GSI-2004/11. W obszarze zasięgu II stopnia intensywności sejsmicznej według skali GSI-2004/11 powstające uszkodzenia w budynkach pokrywały się z opisem uszkodzeń w tym stopniu. Dość duża liczba zgłoszonych uszkodzeń budynków w I stopniu intensywności według skali GSI-2004/11 została uznana ze

względu na aspekt społeczny i duży poziom odczuwalności tego wstrząsu na powierzchni. Niezmienną pozostaje kwestia oddalenia roszczeń, które zostały udokumentowane jako bezzasadne.

Literatura

- [1] Materiały na posiedzenie Komisji ds. Zwalczania Zagrożeń Naturalnych w Podziemnych Zakładach Górniczych Wydobywających Rudy Miedzi, Polkowice kwiecień 2013, niepublikowane.
- [2] Sprawozdanie Komisji do zbadania przyczyn i okoliczności wstrząsu oraz wypadku zbiorowego, zaistniałych w dniu 19 marca 2013 r. w KGHM Polaka Miedź S.A. O/ZG „Rudna” w Polkowicach, powołanej Zarządzeniem Prezesa Wyższego Urzędu Górniczego z dnia 25 marca 2013 r., Katowice czerwiec 2013, niepublikowane.