

Metodyka oceny zagrożeń ze strony
wytrobisk górniczych mających
połączenie z powierzchnią,
usytuowanych na terenach
zlikwidowanych podziemnych zakładów
górnich

SPIS TREŚCI

1	WPROWADZENIE.....	3
2	KWERENDA ARCHIWÓW MAP GÓRNICZYCH	4
2.1	Wyniki kwerendy archiwów i przeglądu literatury	4
2.2	Liczba wyrobisk mających połączenie z powierzchnią.....	9
2.2.1	Według Raportów WUG	9
2.2.2	Według przeglądu literatury.....	11
3	ANALIZA DOŚWIADCZEŃ EUROPEJSKIEGO I POLSKIEGO GÓRNICTWA Z ZAKRESU ZAGROŻEŃ ZE STRONY ZLIKWIDOWANYCH WYROBISK MAJĄCYCH POŁĄCZENIE Z POWIERZCHNIĄ	17
4	METODYKA LOKALIZACJI WYROBISK GÓRNICZYCH	18
5	OPRACOWANIE ZASAD INWENTARYZACJI WYROBISK GÓRNICZYCH	20
6	OPRACOWANIE ZASAD TWORZENIA BAZY DANYCH O WYROBISKACH MAJĄCYCH POŁĄCZENIE Z POWIERZCHNIĄ	25
7	METODYKA BADAŃ TERENÓW WOKÓŁ WYROBISK MAJĄCYCH POŁĄCZENIE Z POWIERZCHNIĄ METODAMI NIENISZCZĄCYMI	27
7.1	Kartowanie geologiczne	27
7.2	Badania geofizyczne	28
7.2.1	Grawimetria	29
7.2.2	Georadar (GPR).....	33
7.2.3	Metody elektrooporowe (PE, VES, PEM)	35
7.2.4	Metoda konduktometryczna (EM).....	36
7.2.5	Metoda geotermiczna.....	38
8	METODYKA OCENY ZAGROŻEŃ ZE STRONY WYROBISK	38
9	METODYKA KLASYFIKACJI RYZYKA ZAGROŻENIA POWIERZCHNI OD ZLIKWIDOWANYCH WYROBISK.....	40
10	WYKONANIE SZACUNKOWEGO KOSZTORYSU REALIZACJI OCENY ZAGROŻEŃ W SPOSÓB WSKAZANY PRZEZ METODYKĘ..... Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.	

1 WPROWADZENIE

Projekt wykonano na podstawie umowy z Wyższym Urzędem Górniczym z dnia 8.03.2011r. znak WUG 44/2011 i dofinansowany przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Szczegółowy zakres oraz sposób realizacji przedmiotu umowy określony został w SIWZ o znakach BDG /02/2011/PN oraz w ofercie na realizację projektu z 14.02.2011r.

Istotą projektu jest opracowanie metodyki oceny stopnia zagrożenia powierzchni wystąpieniem zapadlisk ze strony wyrobisk górniczych mających z nią połączenie, uwzględniając łącznie najważniejsze czynniki mające wpływ na ich powstanie oraz działań prewencyjnych w dostosowaniu do oceny ryzyka. Powstawanie zapadlisk powierzchni może powodować w niektórych przypadkach zagrożenie dla bezpieczeństwa użytkowania powierzchni.

W Polsce problem zagrożeń ze strony wyrobisk górniczych mających połączenie z powierzchnią dotychczas nie jest kompleksowo rozwiązany, uwzględniając łącznie najważniejsze czynniki, jakie mogą spowodować wyrobiska mające połączenie z powierzchnią, głównie z zakresie oceny zagrożenia i prewencji. Są rozwiązania cząstkowe i lokalne.

Badania dotyczące oceny zagrożeń powierzchni jest znany dla kopalń w Zagłębiu Ruhry jak górnictwa w Alzacji i Lotaryngii. Jednak metodyka ta nie może być wprost przeniesiona do Zagłębia Górnośląskiego, z uwagi na odmiennosc warunków geologicznych i górniczych.

Metodyka badań polegała na wykorzystaniu już zgromadzonych danych o wyrobiskach górniczych mających połączenie z powierzchnią w zlikwidowanych zakładach górniczych aby uzyskać materiał reprezentatywny do oceny skali problemu. Następnie określono podstawowe parametry opisujące warunki geologiczne oraz wyrobiska górnicze i ich zgromadzenie w utworzonej bazie danych. Podstawowym dokumentem określającym zagrożenie dla wyrobiska będzie karta oceny parametrycznej i klasyfikacja zagrożenia w skali czterostopniowej. Skutki spowodowane wystąpieniem zapadliska (szkoda), czyli ryzyko zostało ocenione również w skali czterostopniowej, w zależności od rozmiarów szkody i kosztów jej likwidacji.

Efektem finalnym projektu są dwa wariantowe szacunkowe kosztorysy realizacji projektu dla zlikwidowanych podziemnych kopalń w Polsce, pierwszy do wykonania na bazie istniejącej dokumentacji mierniczo-geologicznej, oraz drugi który uwzględnia wizje w terenie, badania geodezyjne, geofizyczne, sondowanie dynamiczne i wiercenia badawcze. Przewiduje się wykonanie pracy w ramach pierwszego kosztorysu dla czterech etapów, obejmujących: Zagłębie Dąbrowskie, pozostałe kopalnie GZW, kopalnie węgla kamiennego w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym i kopalnie rud metali kolorowych. Następnie dla wytypowanych szybów w ramach drugiego kosztorysu będzie można badania terenowe i weryfikację klasyfikacji wykonanej według pierwszego kosztorysu. Finałem będzie likwidacja wyrobisk stwarzających potencjalnie największe zagrożenia.

2 KWERENDA ARCHIWÓW MAP GÓRNICZYCH

2.1 Wyniki kwerendy archiwów i przeglądu literatury

Likwidacja starych płytkich podziemnych kopalń węgla kamiennego jest prowadzona sukcesywnie. Według niektórych źródeł (Borowy 1997) pierwsze kopalnie w GZW likwidowano już z końcem XIX wieku, na przykład część kopalni „Waterloo”, która później była w części kopalnią „Eminencja” („Gottwald”), a końcowej fazie „Katowice-Kleofas”, dlatego część materiałów źródłowych uległa rozproszeniu i może być już niedostępna. Nie bez znaczenia na zachowanie się dokumentacji mierniczo – geologicznej zlikwidowanych kopalń miały uwarunkowania historyczne, rozbiory Polski, dwie wojny światowe, a także podział GZW na część polską i niemiecką. W końcowej fazie prowadzony proces restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego, co związane było z podziałem kopalń na części i tworzenie nowych jednostek organizacyjnych, a także przeprowadzki archiwów kopalń łączonych lub likwidowanych

Drugim powodem rozproszenia dokumentacji mierniczo – geologicznej likwidowanych kopalń, było brak jednolitych ustaleń o miejscu, zakresie i sposobie przechowywania dokumentacji, które dopiero pojawiły się po wprowadzeniu Prawa geologicznego i górniczego z 1994r. (p.g.g., 1994) i Rozporządzenia Ministra Gospodarki (2002). Dlatego dokumentację mierniczo-geologiczną likwidowanych kopalń przekazywano uznaniowo do różnych archiwów i muzeów. Jest rozproszona w wielu instytucjach.

Archiwum Dokumentacji Mierniczo-Geologicznej Wyższego Urzędu Górniczego w Katowicach powstało w 1999r., a także akcyjne przekazywanie dokumentacji w początkowym okresie funkcjonowania nowego p.g.g. ADM-G WUG.

Kwerenda archiwów map górniczych obejmowała wybrane archiwa, muzea i Działy Mierniczo – Geologiczne czynnych kopalń. Ponadto do oceny skali zagrożeń ze strony wyrobisk górniczych mających połączenie z powierzchnią wykorzystano prace specjalistów zajmujących się górnictwem kartografikami i dokumentami likwidowanych kopalń, np.: (Kałuża 1981), (Greiner 1997), (Bańduch 2006), (Botor 2005), (Piniecki, Botor, Mosór 2009), (Maciaszek 2010), (Czaja 2011).

Istotną bazą danych o problemie likwidacji wyrobisk mających połączenia z powierzchnią są sporządzane przez Wyższy Urząd Górniczy w Katowicach raporty *w sprawie zagrożeń związanych płytką eksploatacją i z likwidacją szybów*. Są to kolejno raporty: nr OSG/8/1998, OSG/9/2005, OSG /6/2006, OSG/8/2009.

Z pracy (Maciaszek 2010, str. 57) która analizowała archiwa map górniczych wynika, że mapy górnicze mogą znajdować się 23 (sic!) instytucjach. Mając jednak na uwadze temat badań, największy zakres danych źródłowych o wyrobiskach górniczych mających połączenie z powierzchnią, usytuowanych na terenach zlikwidowanych podziemnych zakładach górniczych, mogą znajdować się w (kolejność ustalona przez GIG):

1. Archiwum Dokumentacji Mierniczo-Geologicznej Wyższego Urzędu Górniczego w Katowicach.
2. Działy Mierniczo-Geologiczne Kopalń w obrębie których są zlikwidowane kopalnie.
3. Archiwa Państwowe we Katowicach, we Wrocławiu i inne miastach wojewódzkich w których prowadzono działalność górnictwa.
4. Archiwum Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie i jego oddziały.
5. Muzeum Górnictwa Węglowego w Zabrze.
6. Muzeum Miejskie „Sztęgarka” w Dąbrowie Górniczej.
7. Archiwum ZGH Orzeł – Biały w Bytomiu.
8. Muzeum Techniki w Wałbrzychu
9. Muzeum Śląskie w Katowicach i muzea do których przekazywano dokumentacje mapową.
10. System Informacji MICARIS (Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska).
11. Archiwa prywatnych posiadaczy, najczęściej byłych pracowników kopalń, bądź lokalnych historyków, których część jest publikowana w opracowaniach monograficznych.

Z przeglądu stanu archiwów kartografii górniczej (Maciaszek 2010) wynika, że jedynie archiwa i niektóre muzea posiadają systemy katalogowania archiwalnych map górniczych. W większości instytucji występują opóźnienia z katalogowaniem map i innych dokumentów górniczych. W wielu przypadkach zbiory archiwalne map górniczych są nieuporządkowane, niekiedy z pominięciem podstawowych reguł archiwizacji. Dlatego utworzono system MICARIS, który jest jedynie źródłem o metadanych o mapach górniczych, zwłaszcza małoskalowych (powyżej 1:25 000).

Ad.1. Działalność ADM-G WUG wynika z mocy Prawa geologicznego i górniczego (p.g.g., 1994) i Rozporządzenia Ministra Gospodarki (2002), jego obowiązkiem jest gromadzenie, archiwizowanie dokumentacji mierniczo-geologicznej zlikwidowanych zakładów górniczych oraz udostępnianie ich na zasadach i w sposób określony wymienionymi wyżej przepisami. Gromadzenie i archiwizowanie dokumentacji prowadzi się zgodnie z wymogami określonymi w przepisach ustawy o narodowym zasobie archiwalnym i archiwach (Ustawa 1983). Archiwum dla potrzeb zainteresowanych udostępnia przechowywany zasób archiwalny (Botor 2005).

W zakresie działalności archiwistycznej Wyższy Urząd Górniczy współpracuje ściśle z Archiwum Państwowym Katowicach, korzystając z doradztwa w zakresie specjalistycznych problemów dotyczących zabezpieczenia dokumentów (Piniecki, Botor, Mosór 2009).

Przejmowanie dokumentacji mierniczo – geologicznej zlikwidowanych zakładów górniczych poprzedzane jest badaniem jej stanu, prawidłowości uporządkowania oraz kompletności. Większość przekazywanej dokumentacji oprócz dokumentacji fizycznej (papierowej) ma postać numeryczną, jako pliki komputerowe (obrazy rastrowe skanowanych dokumentów), tworzona jest baza obrazów rastrowych, uzupełniając bazę obrazów o dokumenty pozyskane w postaci papierowej. Łącznie jest tworzony komputerowy system informacji o terenie po zakończonej działalności górniczej.

W skład systemu wchodzi aplikacje tworzone na bazie programu AutoCAD dla poszczególnych terenów górniczych zlikwidowanych kopalń. W aplikacjach tych oprócz sytuacji na powierzchni odwzorowana jest dokonana eksploatacja i inne dane geologiczno-górnicze. Do końca 2010r. dokonano przejęcia 83 dokumentacji mierniczo-geologicznych z zlikwidowanych podziemnych zakładów górniczych, w tym 36 z kopalń węgla kamiennego. Ponadto znajdują się dokumentacje z kopalń: barytu (3), fosforytów (1), pirytu (1), cynku i ołowiu (5), miedzi (1), żelaza (15), soli kamiennej (1), węgla

brunatnego (12) i rud uranu (8). Jakość dokumentacji dotycząca likwidacji w wyrobiskach górniczych mających połączenie z powierzchnią, jest zróżnicowana i opracowana według różnych schematów.

Z punktu widzenia tematu – tworzenia baz danych dla wyrobisk górniczych mających połączenie z powierzchnią- oprócz map górniczych, zasadnicze znaczenie mają następujące dokumentacje:

- A. Plan ruchu likwidowanego zakładu górniczego, z którego należy uwzględnić (Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 19 czerwca 2002r.):
 - Zabezpieczenie wyrobisk górniczych udostępniających złoża z powierzchni, przy czym dane o wyrobiskach opracowane według wzoru nr 2A.
 - Określenie kategorii przydatności terenu do zabudowy po zakończeniu działalności górniczej.
- B. Dokumentacje płytkiego kopalnictwa oraz ocena stanu zagrożenia powierzchni ze strony płytkiego kopalnictwa (do 80 lub 100 m) wraz z inwentaryzacją dokonanej eksploatacji górniczej od początku istnienia kopalni.

Przykładowo dane o wyrobiskach górniczych mających połączenie z powierzchnią z rejonu kopalni „Paryż” według opracowania A. Goszcza (Goszcz i Zespół, 1997) wynika, że:

- w 1945r. obszar górniczy kopalni „Paryż” wynosił 44 km² i obejmował miasta Dąbrowa Górnicza i Będzin.
- przed 1945r. w obrębie kopalni „Paryż” było 29 kopalń, w których istniało 846 wyrobisk mających połączenie z powierzchnią, w tym głównie biedaszyby, których było aż 804,
- po ustanowieniu nowego OG „Będzin” dla kopalni „Generał Zawadzki” (później ponownie „Paryż”) powierzchnia obszaru górniczego wynosiła już tylko 26 km², wyłączono dawne kopalnictwo z rejonu Gołonoga i Zagórza, gdzie eksploatację zakończono przed 1945r.

Wykaz zlikwidowanych szybów w obrębie OG „Będzin” jest następujący:

- W ramach likwidacji kopalni – 8 szybów
- W okresie powojennym – 12 szybów i upadowych
- Przed 1945r., o głębokości >40 m – 22 szyby i upadowe.

We wnioskach pracy stwierdzono, że liczba wyrobisk mogących mieć istotne znaczenie z uwagi na zagrożenia dla zagospodarowania powierzchni wynosi 42, przy czym w 6 wyrobiskach wykonane zabezpieczenia zostały uszkodzone: szyb Albert (16), szyb wentylacyjny kopalni „Flora” (34), upadowa Będzin (41), szyb Franciszek (36), upadowa

od pokładu 409 kopalni „Reden” (40), szyb Wiesława (37). W nawiasach podano numery inwentarzowe. Ponadto wątpliwości budzi sposób likwidacji szybów kopalni „Flora”: „Jan II”, „Mariusz” i „szyb A”.

Ad 2. Działy Mierniczo-Geologiczne kopalń w obrębie których są zlikwidowane rejon-y – ruchy kopalń (wcześniej samodzielne kopalnie).

W ramach kwerendy dokonano przeglądu archiwum kopalń „Kazimierz-Juliusz” i „Halemba-Wirek”, „Pokój” i „Sobieski”

Przykładowo w archiwum kopalni „Kazimierz-Juliusz” znajduje się Mapa sytuacyjno-wysokościowa z zaznaczeniem płytkiej eksploatacji w skali 1:10 000 na której naniesione są wyrobiska mające kontakt z powierzchnią. Jest udokumentowanych:

- 11 szybów,
- 13 szybków,
- 15 upadowych.

Na kopalni „Halemba-Wirek” w ramach okresowych przeglądów zlikwidowanych wyrobisk mających kontakt z powierzchnią jest kontrolowanych:

- w rejonie kopalni „Halemba”
- 18 w rejonie Świętochłowic,
- 37 w rejonie dawnej kopalni „Prezydent”.

W Kopalni „Pokój” Ruch I (macierzysty) jest 138 wyrobisk, a w obrębie zlikwidowanego Ruch II (dawna kopalnia „Wawel”- 118 wyrobisk. większości wyrobisk (szybów i sztolni) brak danych o czasie, sposobie likwidacji i stanie zabezpieczenia oraz użytkowniku terenu. Część wyrobisk była objęta badania geofizycznymi.

Kopalnia „Sobieski” (dawniej kopalnia „Jaworzno” zlikwidowanych jest 112 szybów i szybków o głębokości od 4m do 255,8m. Ostatnia likwidacja w 1989r. Upadowych 11, ostatnia zlikwidowana w 1972r.

Ad.3. Archiwa Państwowe w Katowicach.

W Wojewódzkim Archiwum Państwowym w Katowicach zgromadzone są zbiory kartograficzne sprzed 1945r., które w 1979r. przekazał Wyższy Urząd Górniczy (Bańduch 2006). Jest to zbiór około 15 tysięcy arkuszy map, które pochodziły z:

- ze zbiorów *Oberbergamt zu Breslau*, lata 1769-1945
- z polskich, przedwojennych Wyższych Urzędów Górniczych w Katowicach do 1939r. i Warszawie, 1922-1939r.,
- sprzed I wojny światowej, zgromadzone przez Starostwo Górnicze w Krakowie, sprzed 1918r.,

- rosyjskiego Zarządu Zachodniego Okręgu Górniczego w Dąbrowie Górniczej, sprzed 1915r.

Ad4. Muzeum Miejskie „Szytarka” w Dąbrowie Górniczej

Mapy archiwalne nie posiadają katalogu. Najstarsze mapy pochodzą z okresu 1846, 1882, 1886 i 1891r. Są to mapy obrazujące eksploatację: węgla kamiennego (231), węgla brunatnego (12 map) galmanu (1 mapa), rud cynku i ołowiu (1 mapa). W Muzeum zdeponowane zostały zbiory z Działu Mierniczo-Geologicznego kopalni „Paryż” po jej likwidacji. Niestety zbiór dokumentacji mierniczo-geologicznej nie jest uporządkowany.

2.2 Liczba wyrobisk mających połączenie z powierzchnią

2.2.1 Według Raportów WUG

O liczbie wyrobisk mających połączenie z powierzchnią świadczą także kolejne Raporty Wyższego Urzędu Górniczego oraz przegląd literatury.

Raport z rozpoznania płytkich eksploatacji w obszarach górniczych kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego - OSG 8/1998

Według Raportu nr OSG/8/1998 w obszarach górniczych czynnych kopalń GZW nadzorowanych przez Okręgowe Urzędy Górnicze w obszarach których prowadzono płytką eksploatację górniczą (do 100m) wyrobiska mające kontakt z powierzchnią obejmuje 32 kopalnie, na łączną liczbę 42 kopalń gdzie prowadzono płytką eksploatację górniczą węgla kamiennego i/lub rud cynku i ołowiu (w inwentaryzacji nie były już uwzględniane kopalnie „Barbara-Chorzów”, którą zlikwidowano w 1993r. i kopalnie „Paryż” oraz „Saturn” zlikwidowane w 1995r.).

Synteza i wnioski raportu OSG/8/1998 są następujące:

1. Powierzchnia płytkiej eksploatacji węgla kamiennego i rud cynku i ołowiu w analizowanych i czynnych w GZW do 1998r. 42 kopalniach węgla kamiennego wynosiła około 152,1 km², w tym 26,4 km² powierzchnia płytkiego kopalnictwa rud cynku i ołowiu. Łącznie płytkie zroby stanowiły około 13% powierzchni obszarów górniczych kopalń węgla kamiennego. Łącznie w obrębie obszarów górniczych w obrębie płytkiej eksploatacji górniczej węgla kamiennego oraz rud cynku i ołowiu było zlikwidowanych 3004 szyby i 137 upadowych.
2. W zlikwidowanych w całości w 11(12) kopalniach („Porąbka-Klimontów”, „Niwka – Modrzejów”, „Siemianowice”, „Sosnowiec”, „Siersza”, „Jan-Kanty”, „Katowice-Kleofas”, „Jowisz” (ZG „Wojkowice”), „Powstańców Śląskich”, „Grodziec” i „Dębieńsko”) na

powierzchni 132km² płytkiej eksploatacji węgla kamiennego oraz rud cynku i ołowiu znajduje się 1135 zlikwidowanych szybów i 66 upadowych.

Raport w sprawie zlikwidowanych szybów w zakładach górniczych węgla kamiennego GZW po 1990r. - **OSG 8/2009**

Raport obejmuje analizę 64 kopalń węgla które eksploatowały na przestrzeni lat od 1985-1990 do 2009r., przeprowadzono go głównie na podstawie rozpoznania w działach mierniczo – geologicznych w działach energo – mechanicznych oraz w działach gospodarki mieniem kontrolowanych zakładów górniczych. Syntetyczne wyniki raportu zlikwidowanych połączeń wyrobisk kopalń węgla kamiennego na terenie GZW po 1990 r. i od początku eksploatacji na połowę 2009r. zestawiono w rozbiciu na podmioty wydobywające obecnie węgiel kamienny w poniższym zestawieniu w tablicy 2.1.

Z tablicy 2.1. wynika, że:

1. Na terenach pogórniczych zlikwidowanych kopalń według stanu na 2009r. wszystkich zlikwidowanych w GZW jest 887 szybów, 53 otwory wielkośrednicowe i 142 upadowe. Łącznie 1092 wyrobiska. W okresie czasu od 1990r. do 2009r. zlikwidowano 131 szyby, 7 upadowych i 1 otwór wielkośrednicowy. Ponadto, na terenach pogórniczych 8 szybów wykorzystywanych jest jako pompownie głębinowe, 15 jako pompownie stacjonarne, 4 jako szyby ujściowe wody, jeden jako piezometr oraz 4 jako zbiorniki retencyjno-dozujące. Zlikwidowane szyby na terenach pogórniczych (po 1990r) mają głębokości od 80m (szyb Ludmiła na kopalni „Niwka-Modrzejów”) do 1143m (szyb I kopalni „Morcinek”).
2. Wszystkich zlikwidowanych wyrobisk w czynnych i zlikwidowanych kopalniach węgla kamiennego wyrobisk mających połączenie z powierzchnią w GZW jest: 1964 szybów, 56 otworów wielkośrednicowych i 192 upadowe.

Tablica 2.1. Wyniki raportu zlikwidowanych wyrobisk kopalń węgla kamiennego na terenie GZW po 1990 r. i od początku eksploatacji (OSG 8/2009)

Przedział czasowy	1990-2009			Od początku eksploatacji		
Zakłady Górnicze	szyby	otwory wielkośrednicowe	upadowe	szyby	otwory wielkośrednicowe	upadowe
Zlikwidowane zakłady górnicze	131	1	7	887	53	142
KW S.A.	77			588	3	12
JSW S.A.	11			16		
KHW S.A.	8			322		14
PKW S.A.	6			130		11
Kazimierz Juliusz sp. z o.o.	2			21		13

RAZEM	235	1	7	1964	56	192
--------------	------------	----------	----------	-------------	-----------	------------

2.2.2 Według przeglądu literatury

Według Piotra Czaj artykuł pt. *Polskie doświadczenia w likwidacji szybów. Część 1. Likwidacja kopalń i szybów górniczych w Polsce – skala i rodzaj problemu.* (Czaja 2011) zlikwidowane wyrobisk mających połączenia z powierzchnią po 1991r. jest:

- 297 szybów w kopalniach całkowicie zlikwidowanych, w tym 68 szybów w kopalniach w Nowej Rudzie i Wałbrzychu, dalszych 24 szybów zamieniono na pompownie (jeden szyb „Pokój” w Wałbrzychu).
- 44 szyby w kopalniach węgla kamiennego częściowo zlikwidowanych.
- 41 szybów w kopalniach rud metali kolorowych.

Tablica 2.2. Wykaz szybów i wyrobisk mających połączenie z powierzchnią w granicach Katowic z wyróżnieniem ich głębokości i wykonanej obudowy

Kopalnia	Liczba szybów lub wyrobisk pochyłych mających połączenie z powierzchnią					Źródło
	$H \leq 40\text{m}$		$H > 40\text{m}$		Razem	
	w obudowie	Brak danych	w obudowie	Brak danych		
Pole Rezerwowe „Siemianowice”, wcześniej kopalnie („Hohenlohe” i „Georg”)					43	Informacja prywatna (M. Płaczek)
„Kleofas”		158*	5		158* 5	Borowy 1997, Czaja 2011
„Gottwald” (dawniej „Eminencja” i kop. „Waterloo”)		13	6	4	23	Kowalski i Zespół, 2010
„Katowice”		40	9 6		55	Kopalnia, Czaja 2011
„Murcki”		74	1		75	Kopalnia, Czaja 2011
„Wieczorek”		20			20	Kopalnia
„Wujek”		5		2	7	Kopalnia
„Staszic”		3	1		4	Kopalnia, Czaja 2011
„Wesoła”		3		3	6	Kopalnia

* - w tym 146 wyrobisk o głębokości do 20 m, przy czym w połowie mniejszej od 10 m, występujących głównie w pierwszych nadaniach „Charlotte” i „Viktor”, obrębie dzielnicy Załęska Hałda w Katowicach

Według badań prowadzonych przez A. Kowalskiego. i Zespół, 2010. *Wpływ eksploatacji węgla kamiennego na zagospodarowanie powierzchni miasta Katowice.* Dokumentacja działalności statutowej Głównego Instytutu Górnictwa. Symbol pracy 11020400-130 (praca nie publikowana), a także kwerendy archiwów czynnych kopalń węgla kamiennego, a także publikacji R. Borowego (Borowy 1997), w tablicy 2.2 przedstawiono wyniki identyfikacji wyrobisk mających połączenie z powierzchnią dla

poszczególnych kopalń w obrębie współczesnych granic miasta Katowice. Natomiast w tablicy 2.3 przedstawiono dostępne dane o likwidacji szybów z pierwszej likwidowanej kopalni w Katowicach „Waterloo”, która później w części obszaru należała do kopalni „Eminencja” (później „Gottwald”). W komentarzu do przedstawionych danych należy, zaznaczyć że pochodzą z różnych źródeł, o różnej wiarygodności.

Aktualnie (2011r.) w terenie nie ma śladów po wymienionych szybach w tablicy 2.3. Dla celów badawczych wyznaczono na podstawie współrzędnych przy zastosowaniu GPS lokalizację trzech najgłębszych szybów „Blücher”, „Gneisenau” i „Bülöv”, Współrzędne szybów określono na podstawie map pokładowych i powierzchni kopalni „Gottwald” w skali 1:1000. Próba wyznaczenia szybów na podstawie map małoskalowych 1:10 000 była nieudana, różnice dochodziły do 20 m dokumentując je na fotografiach (archiwum GIG-BB).

Tablica 2.3. Wykaz szybów zlikwidowanej kopalni „Waterloo” (Borowy 1997)

Lp.	Nazwa szybu	Głębokość, m	Dane o położeniu	Rok budowy - likwidacji	Rodzaj obudowy	Przeznaczenie	X, m	Y, m	Uwagi i sposób likwidacji
1	Znalezny	11,99	brak danych	1838 - 1843	brak danych	wydobywczy	-	-	brak danych
2	Förder (Wydobywczy)	12,54	zaznaczony na mapie	1839 (1860)	brak danych	wydobywczy	500677,985	268778,990	
3	Alter Versuchs (Stary szyb)	9,92	Brak na mapie	Brak danych	brak danych	badawczy	-	-	brak wiarygodnych danych
4	Emil	10,45	zaznaczony na mapie	1842 1858	brak danych	badawczy wydobywczy	500520,383	268467,189	
5	Versuchs (Badawczy)	20,56	zaznaczony na mapie	Brak danych	brak danych	wydobywczy odwadnianie	500579,560	268601,607	
6	Emanuel	30,82	zaznaczony na mapie	Brak danych	brak danych	wydobywczy odwadnianie	500516,397	268639,047	
7	Wetter Schacht (Powietrzny)	14,37	zaznaczony na mapie	Brak danych	brak danych		500610,529	268569,383	
8	Maschinen	33,70 49,64	zaznaczony na mapie	1843- po 1859	brak danych	odwadnianie	500525,902	268857,247	
9	Carl		zaznaczony na mapie	1852	brak danych	brak danych	500612,675	268707,177	
10	Mathilde	16,22	zaznaczony na mapie	1854	brak danych	wydobywczy	500596,118	268538,387	
11	Noth	13,60	zaznaczony na mapie	Brak danych	brak danych	wydobywczy	500655,601	268672,805	
12	Minna	32,83	zaznaczony na mapie	1854	brak danych	brak danych	500607,156	268831,775	
13	Wetter	49,24	zaznaczony na mapie	Brak danych	brak danych	wentylacyjny	501124,420	267953,750	rejon ul. Józefowskiej
14	Wetter I	28,12	zaznaczony na mapie	1860	brak danych	wentylacyjny	500815,134	267815,840	rejon ul. Słonecznej
15	Wetter II	50,58	zaznaczony na mapie	1875	brak danych	wentylacyjny	500702,502	267744,897	rejon ul. Słonecznej
16	Wetter III	58,92	zaznaczony na mapie	1876	brak danych	wentylacyjny	500755,088	267848,136	rejon ul. Słonecznej
17	Blücher	101,90	zaznaczony na mapie, zidentyfikowany	1859	Murowa 3,5x1,7	odwadnianie wydobywczy	501086,915	267772,910	Szyb na cmentarzu, niewidoczny
18	Gneisenau	146,43	zaznaczony na mapie, zidentyfikowany	1877 1906	Murowa 4,2x2,0	odwadnianie wydobywczy	501094,207	267691,881	przy ulicy Słonecznej, widoczne warpie szybu
19	Bülöv	182,5	zaznaczony na mapie, zidentyfikowany	1878	Murowa Ø 4,76	wydobywczy jazda ludzi odwadnianie	501307,951	267353,551	zasypanie szybu w 1906r., niewidoczny

Według analizy niezinwentaryzowanych materiałów archiwalnych znajdujących się zarówno w Głównym Instytucie Górnictwa i Wyższym Urzędzie Górniczym (dane z 1996r.) ustalono, że:

1. W KWK Nowa Ruda było 236 nieczynnych wyrobisk mających połączenie z powierzchnią (wloty, sztolnie i szyby), a w WKWK (Victoria, Thorez i Wałbrzych) 636 nieczynnych wyrobisk mających połączenie z powierzchnią. Stan przed likwidacją kopalń (pismo dyrektora OUG w Wałbrzychu 25.07.1996r.). W rozbiciu na poszczególne rodzaje wyrobisk było: 753 szyby i szybiki, 114 sztolni i upadowych oraz 15 dukli, odwiertów – razem 882 wyrobiska.
2. W kopalni Barytu były dwa nieczynne połączenia, w innych kopalniach, „Bolko” - 1 połączenie, a w kopalni anhydrytu w Nowym Łądzie 7-połączeń powierzchnią. Należy nadmienić, że po 1996r. zlikwidowano 68 szybów jeden zamieniono na pompownie, czyli w kopalniach węgla kamiennego w rejonie Wałbrzycha i Nowej Rudy zostało zlikwidowanych 950 wyrobisk mających połączenie z powierzchnią, w znakomitej większości są to płytkie wyrobiska które likwidowano przed 1945r. Dla większości wyrobisk nie jest znany sposób i czas likwidacji

W Zakładach Górniczo –Hutniczych „Orzeł Biały” – na podstawie map archiwalnych zinwentaryzowano 514 szybów i szybików, które zostały zlikwidowane przed 1945r. Opracowanie pt. „Ocena zakresu i skuteczności robót likwidacyjnych podziemnych wyrobisk górniczych Zakładów Górniczo-Hutniczych „Orzeł –Biały” w aspekcie ochrony powierzchni”. Wykonawca Zakład Projektowania i Realizacji Budownictwa „BUPRO” w Katowicach, luty 1992r. Udokumentowane zlikwidowane szyby po 1945r. obejmują w mieście Piekary 18 wyrobisk (16 szybów ($H=56,8-106,9m$) i 2 upadowe, a w Bytomiu 12 szybów ($H= 81,4-108,5m$)

W ZG-H „Bolesław” w obrębie kopalni „Bolesław” zlikwidowano 95 wyrobisk o głębokości od 3 do 64,0m z XVI w. –XIX w. w znakomitej większości zlokalizowanych na terenach rolnych i zlikwidowanych przez zasypanie. W kopalnia „Olkusz-Pomorzany” zlikwidowano 70 wyrobisk o głębokości od 3 do 35,2m z –XIX w. również w znakomitej większości zlokalizowanych na terenach rolnych przez zasypanie.

Łącznie w obszarze górniczym ZGH „Orzeł Biały” zlikwidowano 544 wyrobiska, a w KGH „Bolesław” 165 wyrobisk, razem 709 wyrobisk mających połączenie z powierzchnią. W statystyki podanej przez Czaję (2011) w kopalniach rud metali kolorowych po 1990r. zlikwidowano 41 szybów.

Podsumowanie

1. Dotychczas nie ma jednego rejestru zlikwidowanych szybów, poszczególne raporty i statystyki cytowane w literaturze różnią się. Podstawową przyczyną różnic jest czas sporządzania raportów oraz podział na szyby znajdujące się w obrębie płytkiej eksploatacji górniczej oraz podziały na szyby i upadowe oraz wielkośrednicowe otwory wiertnicze.
2. Dokumentacje mierniczo-geologiczne zlikwidowanych kopalń są rozproszone, brak jest informacji o miejscu jej przechowywania. Najlepiej zachowana i przydatna do opracowania tematu jest dokumentacja z A DM-G WUG i czynnych kopalń węgla kamiennego lub innej kopaliny.
3. Na podstawie przeprowadzonej kwerendy archiwów i literatury można podać, że w zlikwidowanych kopalniach GZW wyrobisk mających połączenie z powierzchnią jest 1093 (wg raportu WUG OSG/8/2009 – 1082 wyrobiska). Zlikwidowane szyby na terenach pogórnich mają głębokości od kilku metrów na kopalniach „Paryż”, „Niwka-Modrzejów”, „Jan-Kanty” do 1143m (szyb I) kopalni „Morcinek”. W tym, po 1990r. zlikwidowano około 140 wyrobisk (wg raportu WUG OSG/8/2009 – 139 wyrobisk). które zostały udokumentowane. Najwięcej zlikwidowanych wyrobisk znajduje się w Zagłębiu Dąbrowskim, 556 wyrobisk (bez kopalni „Kazimierz-Juliusz”), a w okresie 1990-2009 -53 wyrobiska. Podana statystyka nie obejmuje płytkich szybików w obrębie płytkiej historycznej eksploatacji górniczej poza obszarami górniczymi kopalń, zwłaszcza na północy i wschodzie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (rejon Tarnowskich Gór, Strzyżowic i Strzemieszyc), a także Załęskiej Hałdy (początki kopalń „Kleofas” i „Wujek”). Wykaz zlikwidowanych szybów zamieszczono w tablicy 4.
4. W Wałbrzychu i Nowa Rudzie jest zlikwidowanych 882 wyrobiska przed 1990r. i 68 po 1990r., razem 950 wyrobisk.
5. Łącznie w obszarze górniczym ZGH „Orzeł Biały” zlikwidowano 544 wyrobiska, a w KGH „Bolesław” 165 wyrobisk, razem 709 wyrobisk mających połączenie z powierzchnią. W kopalniach rud metali kolorowych po 1990r. zlikwidowano 41 szybów.

6. Na czynnych obszarach górniczych kopalń węgla kamiennego GZW od początku zlikwidowano: 1077 szybów, 3 otwory wielkośrednicowe oraz 50 upadowych, razem 1130 wyrobisk, w tym po 1990r. zlikwidowano 104 szyby.

Tablica 2.4. Wykaz zlikwidowanych wyrobisk kopalń węgla kamiennego na terenie GZW według przeprowadzonej kwerendy archiwów

L.p.	Kopalnia	do 1996 r.	1990-2009	1996-2009	od początku do 2009
1	Paryż	35	8	1	36
2	Grodziec	17	5	5	22
3	Sosnowiec	151	5	4	155
4	Porąbka-Klimontów	88	4	4	92
5	Niwka-Modrzejów	204	11	11	215
6	Saturn	28	14	4	32
7	Jowisz (ZG Wojkowice)	-	4	4	4
8	Siemianowice (ZG Rozalia)	180	16	8	188
9	Barbara Chorzów	17	-	-	17
10	Katowice-Kleofas	71	11	11	82
11	Gliwice	-	4	4	4
12	Pstrowski (ZG Jadwiga)	34	7	1	35
13	Powstańców Śląskich	2	7	7	9
14	Szombierki	-	3	3	3
15	Jan Kanty	152	5	5	157
16	Dębieńsko	2	3	3	5
17	Żory	-	2	2	2
18	Morcinek	-	4	4	4
19	1 Maja	-	7	7	7
20	Siersza	5	14	19	24
		986	134	107	1093

Literatura

- Adamczyk A., 2001: *Kopalnia „Szczęście Beaty” (Beatensglück) w Niewiadomiu*. Materiały konferencyjne SITG Oddział w Rybniku, str.395-108.
- Adamczyk A., Markewka E. 2010: *Kopalnia „Hoym-Ignacy” w okresie okupacji niemieckiej i pierwszych latach powojennych – okres 1939-1945*. Materiały konferencyjne SITG Oddział w Rybniku, str. 95-104.
- Album Kopalnia Węgla Kamiennego „Murcki” 1657-2003, 2003. Wydano z inicjatywy dyrektora kopalni.

4. Bańduch R., 2006: *Mapy górnicze ze zbiorów Wyższego Urzędu Górniczego we Wrocławiu*. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej Nr 117. Studia i materiały Nr 32. Wrocław.
5. Bielecki S.: *120 lat górniczej eksploatacji kopalni węgla kamiennego Sosnowiec*. 1876-1996. Archiwum autora.
6. Bielecki S., 2001: *KWK „Paryż” w Dąbrowie Górniczej (1785-1995)*. Wydawnictwo Centralny Zakład Odwadniania Kopalń BSRK. Czeladź.
7. Blachowski J., 2008: System Informacji Geograficznej Wałbrzyskich Kopalń Węgla Kamiennego podstawą zwiększenia efektywności i wiarygodności badań deformacji terenów pogórniczych. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej. Studia i materiały nr 23
8. Borowy R., 1997: *Wczoraj – dziś – jutro kopalni „Katowice-Kleofas”*. Historia węglem pisana. Katowice.
9. Botor E., 2005: Archiwizacja i udostępnienie dokumentacji mierniczo-geologicznej zlikwidowanych zakładów górniczych. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie. Miesięcznik WUG. Nr 4
10. Ciepiela B., 2003. *Najstarsze i ostatnie kopalnie węgla kamiennego w Zagłębiu Dąbrowskim*. Wydawnictwo Progres. Sosnowiec.
11. Czaja P., 2011. *Polskie doświadczenia w likwidacji szybów*. Część 1. Likwidacja kopalń i szybów górniczych w Polsce – skala i rodzaj problemu. *Widomości Górnicze* 2.str. 107-116
12. Goszcz A. i Zespół: Inwentaryzacja szybów górniczych mających połączenie z powierzchnią terenu na obszarze KWK „Paryż” oraz ocena zagrożenia jakie wyrobiska te mogą stwarzać dla powierzchni wraz z koncepcją ich zabezpieczeń. Przedsiębiorstwo Gemes sp. z o.o. 1997. (Archiwum Dokumentacji Mierniczo-Geologicznej WUG)
13. Greiner P., 1997: *Kartografia górnicza na Śląsku od XVI do pierwszej połowy XIX wieku. Zarys historyczny, katalog map, bibliografia*. Wrocław.
14. Jaros J., 1965: *Historia górnictwa węglowego w Zagłębiu Górnośląskim do 1914*. Wrocław – Warszawa - Kraków. Zakłady Narodowe im. Ossolińskich. Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk.
15. Jaros J., 1969: *Historia górnictwa węglowego w Zagłębiu Górnośląskim w latach 1914-1945*. Katowice - Kraków. PWN Oddział w Krakowie.
16. Jaros J.: 1984. *Słownik historyczny kopalń węgla kamiennego na ziemiach polskich*. Wyd. II poprawione i zaktualizowane. Śląski Instytut Naukowy. Katowice.
17. Kałuża A., 1981: *Stan źródeł archiwalnych w Wojewódzkim Archiwum Państwowym w Katowicach do problemu bezpiecznej pracy w górnictwie*. „Znaczenie materiałów archiwalnych dla bezpiecznego prowadzenia robót górniczych. Prace Komitetu Geodezji PAN i Komisji Górnictwa SITG. Wyd. Śląsk.
18. Kowalski A i Zespół, 2000: Eksploatacja górnicza a ochrona powierzchni. Doświadczenia w Wałbrzyskich kopalniach. Główny Instytut Górnictwa.
19. Kowalski A., 2011: *Początki podziemnego górnictwa węgla kamiennego w Katowicach na mapach górniczych*. Artykuł przygotowany do druku. Archiwum autora.
20. Maciaszek J., 2010: *System informacji o archiwalnych mapach i polach górniczych na potrzeby zagospodarowania przestrzennego*. Rozprawy Monografie. Wydawnictwa AGH. Kraków.
21. Piniecki T., Botor E., Mosór W. 2009: *Dziesięć lat działalności Archiwum Dokumentacji Mierniczo-Geologicznej w Wyższym Urzędzie Górniczym*. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie. Miesięcznik WUG. Nr 5.
22. Rybak A., 2002: *Państwowe górnictwo galmanu na terenie Dąbrowy Górniczej w XIX wieku*. Wydawnictwo Muzeum Miejskie „Sztęgarka”. Dąbrowa Górnicza.
23. Ustawa o narodowym zasobie archiwalnym i archiwach z dnia 14 lipca 1983r, (Dz. U. Nr 92., poz. 819, z późn. zm.).
24. Ustawa z dnia 4 lutego 1994r. – Prawo geologiczne i górnicze. (Dz. U. Nr 27, poz. 96, z późn. zm.).
25. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 19 czerwca 2002r. w sprawie dokumentacji mierniczo-geologicznej. (Dz. U. Nr 92, poz.819).

3 ANALIZA DOŚWIADCZEŃ EUROPEJSKIEGO I POLSKIEGO GÓRNICTWA Z ZAKRESU ZAGROŻEŃ ZE STRONY ZLIKWIDOWANYCH WYROBISK MAJĄCYCH POŁĄCZENIE Z POWIERZCHNIĄ

Ocena stanu zagrożenia powierzchni na podstawie doświadczeń RAG Aktiengesellschaft w Niemczech, według artykułu autorstwa M. Drobniewskiego i K. Telengi¹.

Na podstawie zachowanych zapisów historycznych eksploatacja górnicza na obszarze Zagłębia Ruhry należącym do RAG Aktiengesellschaft prowadzona jest od XIII w. Na obszarze około 350 km² w rejonie wychodni pokładów znajdują się zroby płytkiej eksploatacji podziemnej, na którym istniało około 750 kopalń i niedużych zakładów górniczych.

Jednym z podstawowych zadań korporacji jest zapewnienie bezpieczeństwa i minimalizacja zagrożenia wystąpienia deformacji nieciągłych związanych z płytką eksploatacją górniczą oraz z wyrobiskami mających połączenie z powierzchnią. Na podstawie obserwacji i doświadczeń została opracowana metoda, która umożliwia ocenę stanu zagrożenia poprzez określenie prawdopodobieństwa wystąpienia szkody w rejonie szybów (szybików). W metodzie uwzględnia się współrzędne wyrobisk pionowych, błąd ich położenia, jak i również wyznacza się strefę ochronną oraz uwzględnienia się dodatkowe parametry, które definiują, jakie obszary zostaną zabezpieczone w pierwszej kolejności. Metoda ta obejmuje:

- identyfikację niezbadanych w terenie szybów na podstawie map górniczych i innych materiałów,
- określenie prawdopodobieństwa wystąpienia szkody przy uwzględnieniu pięciu parametrów (stopnia zawodnienia, stanu zabezpieczenia szybu, stanu zagrożenia gazowego, rodzaju obudowy i średnicy szybu),
- określenie wielkości potencjalnej szkody przy uwzględnieniu trzech parametrów (stan zagospodarowania powierzchni, głębokość szybu, głębokość zalegania stropu skał zwieszłych).

¹ - M. DROBNIEWSKI, K. TELENGA: *Prewentywne opracowanie zagrożenia i ryzyka zapadliskowego związanego z płytką eksploatacją na terenach górniczych należących do RAG*. Konferencja XI Dni Miernictwa Górniczego i Ochrony Terenów Górniczych, Hucisko 2011

Dla każdego rozpatrywanego przypadku określa się kolejność wykonania zabezpieczeń dla poszczególnych szybów na podstawie metody punktowej. Każdemu z 8 parametrów o zdefiniowanej wadze zamieszczonych w tablicy nr 2.2. przydziela się odpowiednią ilość punktów zawartych w tablicy nr 3.1., które odpowiadają prawdopodobieństwu wystąpienia szkody. Wyrobiska górnicze dla których sumaryczna liczba punktów w przedziale 25-100 jest największa zabezpieczane są jako pierwsze.

Tablica 3.1. Ocena prawdopodobieństwa i wymiaru szkody

Ocena	Prawdopodobieństwo wystąpienia szkody	Wymiar szkody
4 punkty	bardzo prawdopodobne	bardzo wysoki
3 punkty	prawdopodobne	wysoki
2 punkty	mało prawdopodobne	mały
1 punkt	nie prawdopodobne	nieznaczny

Tablica 3.2. Parametry prawdopodobieństwa powstania szkody i ich ważność

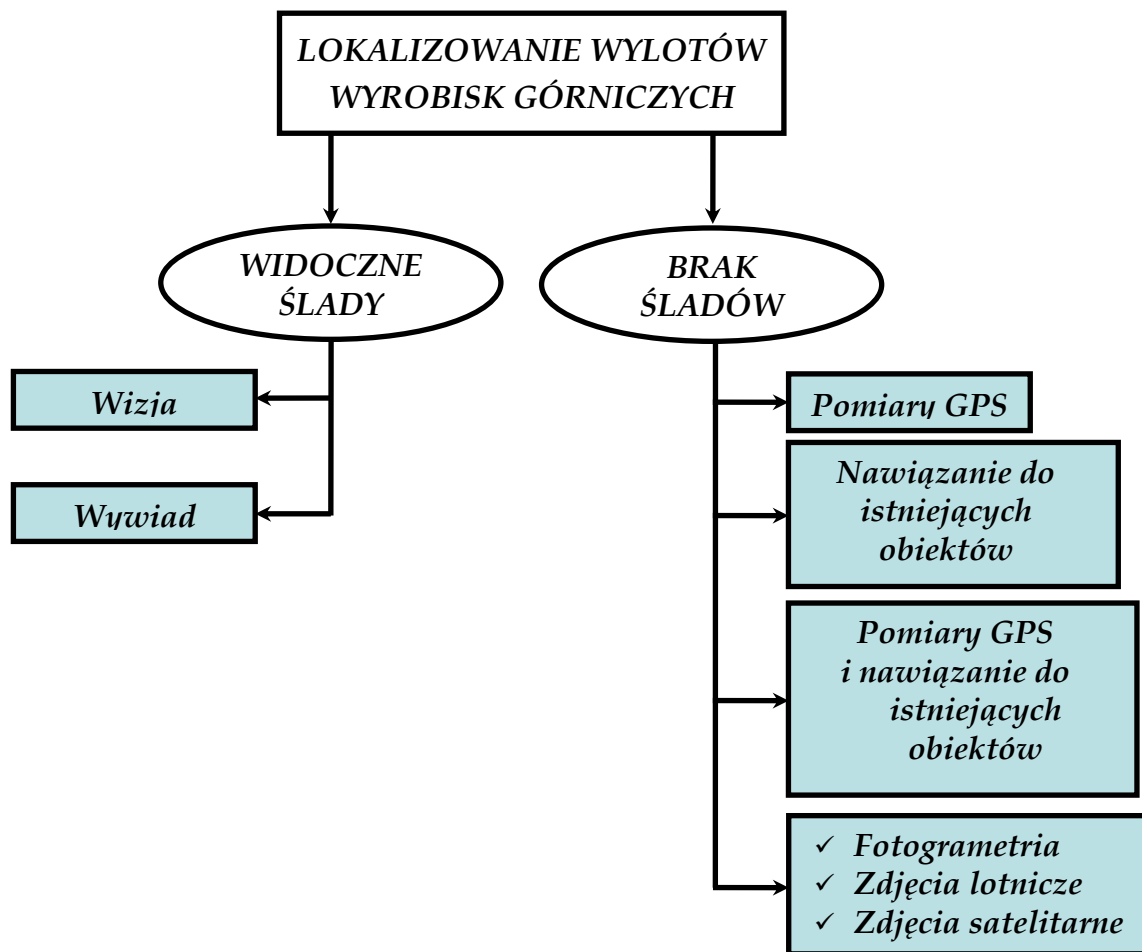
Parametr	Ważność
dostęp wody (stopień zawodnienia)	5
obecny stan zabezpieczenia	4
odgazowanie	3
rodzaj obudowy szybu	2
średnica/przekrój szybu	1
rodzaj wykorzystania powierzchni	5
głębokość szybu	3
głębokość zalegania stropu skał zwieszłych	2
Suma	25

4 METODYKA LOKALIZACJI WYROBISK GÓRNICZYCH

Wyrobiskami górniczymi stwarzającymi szczególnie duże zagrożenie są wyrobiska mające połączenie z powierzchnią. Są nimi szyby, pochylnie (upadowe) oraz sztolnie, które wykonywano w celu odwadniania wyrobisk.

Po niektórych wyrobiskach tego typu pozostały na powierzchni widoczne ślady. Najczęściej jest tak w przypadku szybów. Jednak zdecydowana większość

zlikwidowanych szybów, pochylni i sztolni nie jest możliwa do lokalizacji bez prowadzenia dodatkowych pomiarów geodezyjnych (rys. 4.1).



Rys. 4.1. Metody lokalizowania wylotów wyrobisk górniczych na powierzchni terenu

Lokalizację wykonuje się w oparciu o współrzędne odczytane z map pokładowych lub ze starych map powierzchni. Do metod geodezyjnych, które mogą znaleźć zastosowanie w odszukiwaniu wylotów wyrobisk górniczych należą: pomiary GPS, nawiązanie do istniejących obiektów oraz ich połączenie. W szczególnych przypadkach przydatne jest analizowanie zdjęć wykonanych z samolotów lub satelitarnych. Można więc uznać, że przydatne są metody fotogrametryczne.

Przykładem zastosowania metod geodezyjnych jest zlokalizowanie szybów kopalni „Waterloo” w Katowicach. Po odczytaniu z map pokładowych ich współrzędnych odnaleziono poszukiwany punkt przy zastosowaniu GPS (fot. 4.1). Dodatkowo wykonano domiary do zachowanych budynków kopalni.

Po wyznaczeniu w terenie punktu o współrzędnych, które odczytano z mapy można wykonać badania geofizyczne lub wiercenia. Pozwalają one nie tylko na uściślenie położenia wyrobisk, ale i na rozpoznanie sposobu likwidacji.



Fot. 4.1. Miejsce po zlikwidowanym szybie Gneisenau przy ul Słonecznej, w głębi budynek byłej dyrekcji kopalni (fot. P. Gruchlik)

5 OPRACOWANIE ZASAD INWENTARYZACJI WYROBISK GÓRNICZYCH

Podczas procesu likwidacji wyrobisk mających połączenie z powierzchnią sporządza się dokumentację likwidacji, która obejmuje część podstawową i ruchową. Stanowi ona podstawowy dokument ewidencyjny wyrobisk górniczych, który może być wykorzystany m. in. w planie przestrzennego zagospodarowania terenu w celu oceny stanu zagrożenia powierzchni wystąpienia deformacji nieciągłych i określenia stopnia

ryzyka wystąpienia zagrożenia gazowego, pożarowego i wodnego. Część podstawowa dokumentacji zawiera wniosek o likwidację oraz projekt techniczny likwidacji szybu, szybika lub upadowej. Natomiast część ruchowa obejmuje opis technologii likwidacji oraz dokumenty ruchowo-ewidencyjne takie jak:

- książka ewidencji nieczynnych i zlikwidowanych szybów (szybików) lub upadowych,
- książka likwidacji wyrobisk górniczych,
- protokół likwidacji wyrobisk górniczych.

Ze względu na objętość wspomnianej dokumentacji zaleca się na jej podstawie sporządzenie karty informacyjnej, która będzie zawierała najważniejsze dane o charakterystyce, lokalizacji, okresie funkcjonowania i sposobie likwidacji wyrobiska mającego połączenie z powierzchnią. Uzupełnienie karty informacyjnej powinny stanowić załączniki i fragmenty dokumentacji podstawowej i ruchowo-ewidencyjnej likwidacji wyrobisk górniczych, które zawierają bardziej szczegółowe informacje odnośnie stanu i sposobu ich likwidacji. Do karty informacyjnej należy dołączyć protokół likwidacji, który zawiera dane osobowe przedstawicieli zakładu górniczego i firmy wykonawczej, datę rozpoczęcia i zakończenia likwidacji, raport zgodności wykonania usługi w odniesieniu do dokumentacji stanowiących podstawę przystąpienia do likwidacji wyrobiska, uwagi zlecniodawcy i wykonawcy oraz wykaz dokumentów na podstawie, których przeprowadzono likwidację wyrobiska, tj.:

- wniosek o likwidację zatwierdzony przez Wyższy Urząd Górniczy,
- projekt techniczny z podaniem nazwy firmy sporządzającej i instytucji zatwierdzającej dokument wraz z podaniem terminu wykonania i zatwierdzenia projektu,
- projekt zastosowanej technologii robót sporządzoną przez firmę/instytucję/zespół/specjalistę,
- książka likwidacji szybu.

Dane które powinny być uwzględnione w karcie informacyjnej dla szybów (szybików) i upadowych (sztolni) zestawiono kolejno w tablicach 5.1. i 5.2. Natomiast jej uzupełnieniem powinny stanowić następujące załączniki:

- mapa pogładowa w skali z uwzględnieniem obszarów górniczych i nieczynnych wyrobisk górniczych,

- wycinki map z wyrobiskami górniczymi mającymi bezpośrednie połączenie z szybem (szybikiem) i upadową (sztolnią),
- wycinki map pokładów bilansowych położonych w sąsiedztwie szybu (szybika), upadowej (sztolni),
- wycinki mapy powierzchni z naniesionymi obiektami, sieciami komunikacyjnymi i uzbrojenia terenu (gazowymi, wodnymi, kanalizacyjnymi, sanitarnymi i energetycznymi itp.) w rejonie wyrobiska górniczego,
- przekrój poprzeczny wyrobiska górniczego,
- przekrój pionowy wyrobiska górniczego z wrysowanymi wlotami i urządzeniami stanowiącymi wyposażenie,
- profil geologiczny z naniesionymi horyzontami wodnymi i gazowymi.

Dla zdecydowanej większości szybów zlikwidowanych przed 1990 rokiem nie sporządzano opracowań takich jak projekt techniczny i dokumentację powykonawczą. Z tego względu jedynymi informacjami dotyczącymi rodzaju i własności materiału użytego do zasypu są adnotacje na mapach górniczych (powierzchni lub pokładowych). Zawierają one informacje o organie (MG, WUG), który zatwierdził decyzję o likwidacji wyrobiska, z powołaniem się na sygnaturę pisma i datę oraz sporadycznie ogólne dane o materiale zastosowanym do wypełnienia przestrzeni w wyrobisku (np. kamień odpadowy – Haldex). Adnotacje tego typu znajdują się na mapach górniczych po 1960 roku. Z map archiwalnych trudno odszukać tego typu informacje, a nawet dane podstawowe, które informują, czy dany szyb został zlikwidowany i w jakim okresie. Z tego względu przy wypełnianiu danych w karcie informacyjnej starych szybów, dla których nie zachowały się żadne informacje o sposobie i warunkach likwidacji, należy wykorzystać dane pochodzące z szybów sąsiednich, zlokalizowanych w obrębie najbliższej parceli.

6 OPRACOWANIE ZASAD TWORZENIA BAZY DANYCH O WYROBISKACH MAJĄCYCH POŁĄCZENIE Z POWIERZCHNIĄ

Docelowa baza danych o wyrobiskach górniczych mających połączenie z powierzchnią powinna funkcjonować jako relacyjna baza danych. Do modelowania struktury bazy danych służy model związków-encji. Składa się on z diagramu związków-encji (ang. ERD: entity-relationship diagram) oraz opisu diagramu.

Zaproponowany projekt bazy danych spełnia następujące funkcje:

- dzieli informacje na tabele tematyczne i redukuje dane nadmiarowe,
- udostępnia informacje potrzebne do prawidłowego wprowadzania danych do tabel,
- pomaga utrzymywać i zapewniać dokładność oraz integralność informacji,
- uwzględnia potrzeby w zakresie przetwarzania danych i raportowania.

Utworzywszy wymagane tabele, pola i relacje, należy wprowadzić dane przykładowe i wprowadzić je do tabel, a następnie wykonać przy ich użyciu próbne operacje: tworzenie kwerend, dodawanie nowych rekordów i tak dalej. Dzięki temu można zlokalizować potencjalne problemy — może się na przykład okazać, że trzeba dodać kolumnę, o której wstawieniu zapomniano w fazie projektowania, lub że istnieje tabela, którą należy rozdzielić na dwie tabele, aby usunąć zduplikowane dane.

Część danych stanowiących załączniki to zeskanowane materiały źródłowe będące elementem kart ewidencyjnych wyrobisk.

Należy sprawdzić, czy baza danych umożliwia uzyskiwanie potrzebnych odpowiedzi. Należy utworzyć robocze wersje formularzy i raportów oraz sprawdzić, czy przedstawiają one oczekiwane dane. Warto też poszukać zbędnych duplikacji danych, a gdy zostaną znalezione, zmienić projekt tak, aby je wyeliminować.

Zaproponowano następującą strukturę bazy.

Tabela 6.1. Zakłady górnicze

Nazwa pola	Opis	Typ danych
ID_ZG	Klucz główny: identyfikator ZG	Autonumerowanie
Nazwa ZG		Tekst
Data powstania	Od kiedy obowiązuje aktualny OG	Data
Typ	0: nieczynny	Liczba, bajt

	1: czynny	
Data likwidacji	Data zakończenia eksploatacji	Data

Tabela 6.2. Wyrobiska

Nazwa pola	Opis	Typ danych
ID_SZYB	Klucz główny: identyfikator szybu	Autonumerowanie
ID_ZG	<i>Klucz obcy:</i> identyfikator ZG	Liczba całkowita
Nazwa szybu		Tekst
Data uruchomienia		Data
Data likwidacji		Data
X_SG	Współrzędna X, układ SG	Liczba dziesiętna
Y_SG	Współrzędna Y, układ SG	Liczba dziesiętna
X_2000/6	Współrzędna X, układ 2000/6	Liczba dziesiętna
Y_2000/6	Współrzędna Y, układ 2000/6	Liczba dziesiętna
Z _a	Pierwotna rzędna terenu [m npm]	Liczba dziesiętna
Z _p	Aktualna rzędna terenu [m npm]	Liczba dziesiętna
Głębokość, m		Liczba dziesiętna
Mięszczość utworów czwartorzędowych, m		Liczba dziesiętna
Zawodnienie nadkładu		Tekst
Przeznaczenie	zjazdowy, wydobywczy, wentylacyjny	Tekst
Kształt tarczy szybowej		Tekst
Wymiary tarczy szybowej		Tekst
Ilość i rodzaj przedziałów		Tekst
Rodzaj obudowy		Tekst
Grubość obudowy		Tekst
Położenie poziomów i ich przeznaczenie		Tekst
Dodatkowe wloty		Tekst
Sposób likwidacji		Tekst
Wypełnienie szybu		Tekst
Badania geofizyczne		Tekst
Badania geologiczne		Tekst
Poziom obciążeń dynamicznych	max. amplituda poziomej prędkości drgań gruntu	Liczba dziesiętna
Koncentracja gazów ziemnych		Tekst
Kwalifikacja zagrożenia	0= nie stwarza; 1=stwarza	Liczba, <i>bajt</i>
Informacje dodatkowe o szybie		Załącznik
Mapa powierzchni		Załącznik
Profil geologiczny szybu		Załącznik
Plan (mapa) podszybia		Załącznik
Przekrój tarczy szybowej		Załącznik
Schemat konstrukcji szybu		Załącznik

Protokół likwidacji szybu		Załącznik
Data ostatniej kontroli		Data
Uwagi		Tekst

7 METODYKA BADAŃ TERENÓW WOKÓŁ WYROBISK MAJĄCYCH POŁĄCZENIE Z POWIERZCHNIĄ METODAMI NIENISZCZĄCYMI

Podstawowymi nieniszczącymi metodami rozpoznania warunków w rejonie opuszczonych szybów będą:

- Kartowanie geologiczne,
- Badania geofizyczne.

Badania geofizyczne wykonywane będą powierzchniowymi metodami pomiarowymi w siatkach punktów lub linii pomiarowych o dużej gęstości (szczegółowe zdjęcia geofizyczne).

7.1 Kartowanie geologiczne

Kartowanie geologiczne powierzchniowe przekształceń górniczych przeprowadza się w celu ustalenia aktualnego stanu:

- a) morfologii terenu: zasięgów niecek obniżeniowych, występowania progów, zapadlisk, szczelin, hałd i osadników oraz innych górniczych przekształceń terenu,
- b) warunków hydrograficznych: aktualne położenie zwierciadła wody, kierunki przepływu i zasięgi wód powierzchniowych, obszary istniejących podtopień i ich relacje względem rejonu analizowanego szybu.

Zakres prace kartograficznych powinien obejmować, m.in:

- prace geodezyjne i fotogrametryczne,
- weryfikację i aktualizację danych kartograficznych o zagospodarowaniu powierzchni
- lokalizowanie, opis, rysunek lub zdjęcie fotograficzne powierzchniowych punktów dokumentacyjnych — odsłonięcia, wysięki wód itp.,
- wyznaczanie granic geologicznych (w nawiązaniu do szczegółowej fotointerpretacji stereogramów lub ortofotomapy),
- pomiary biegu i upadu warstw oraz kierunków spękań,
- lokalizowanie, opis, rysunek lub zdjęcie fotograficzne form geomorfologicznych z uwzględnieniem zaburzeń powierzchni terenu,

- lokalizowanie, opis i wykonanie szkiców form geodynamicznych (leje i zapadliska, szczeliny i progi terenowe, kras, osuwiska, osiadanie zapadowe w lessach, sufozja, erozja, abrazja itp.)
- profilowanie wyrobisk

Wiercenia i sondowania geologiczne należy wykonywać w przypadkach niejednoznaczności w interpretacji wyników geofizycznych pomiarów powierzchniowych. Ich celem jest weryfikacja interpretacji danych geofizycznych, dokładne określenie rodzaju i stanu zasypu oraz jego zawodnienia.

7.2 Badania geofizyczne

Badania geofizyczne w rejonach opuszczonych szybów wykonuje się w celu:

- ustalenie położenia szybu w przypadkach w których nie można go prawidłowo zlokalizować kartowaniem geologicznym i namiarem geodezyjnym,
- ustalenia rodzaju i stanu medium wypełniającego rurę szybową a w szczególności pustek pod pokrywą szybu lub w materiale zasypowym,
- rozpoznania zakresu przekształcenia środowiska geologicznego w rejonie szybu a w szczególności ustalenia czy istnieją pustki za obudową,
- ustalenia rodzaju obudowy w przypadkach gdy brak jest o niej danych w dokumentacji geologiczno-górnicej.

Zaleca się aby podstawową metodą badań było zdjęcie grawimetryczne (GR) uzupełnione zdjęciem georadarowym (GPR). Inne metody geofizyczne należy stosować w przypadkach gdy rozpoznanie tymi metodami nie daje jednoznacznych wyników względnie brak jest możliwości wykonania pomiarów tymi metodami.

Alternatywne inne metody to:

- profilowania i sondowania elektrooporowe (PE, WPE, VES),
- konduktometria (PEM),
- geotermika (GT),
- sejsmika (S).

Wymagania odnośnie rodzaju i zakresu badań terenowych a w szczególności dotyczące ilości punktów lub linii profilowych oraz powierzchni obszaru przyszybowego należy ustalać w dowiązaniu do kategorii zagrożenia wg. tab. 7.1.

Tablica 7.1. Zakres wymaganych prac terenowych w zależności od kategorii zagrożenia

Kategoria	Stopień zagrożenia	Wizja terenowa	Badanie geofizyczne	Otwór badawczy	Sondowanie dynamiczne
I	Brak	tak	-	-	-
II	Mały	tak	Tak	-	-
III	Średni	tak	Tak	tak	Tak
IV	Duży	tak	Tak	tak	Tak

7.2.1 Grawimetria

Metoda grawimetryczna wykorzystuje zmienność natężenia siły ciężkości δg (pola grawitacyjnego ziemi), w zależności od jej budowy. Znamienność ta polega na tym, iż każda niejednorodność w rozkładzie gęstości ośrodka skalnego, zwana ogólnie ciałem zaburzającym, generuje swoje własne pole grawitacyjne. Tym samym rozkład wartości siły ciężkości uzależniony jest w pierwszej kolejności od różnicy gęstości objętościowych skał budujących tę niejednorodność oraz otoczenie. Rozkład ten jest również funkcją rozmiarów, kształtu i głębokości występowania ciała zaburzającego. Zastosowanie tej metody poszukiwawczej daje szczególnie pozytywne rezultaty w wykrywaniu pustek występujących w górotworze na większych głębokościach (20-60m) z powodu znacznego kontrastu gęstościowego. Badania mikrogravimetryczne (wykonywane w szczegółowej siatce pomiarowej) umożliwiają również prognozowanie ekspansji pustek ku powierzchni terenu i dzięki temu badanie zagrożeń powierzchni. Zróżnicowanie gęstościowe mające związek z istnieniem pustek poeksploatacyjnych w decydujący sposób wpływa na mierzony obraz anomalii grawimetrycznych. Powierzchniowy rozkład tych anomalii jest odzwierciedleniem przestrzennych zmian strukturalnych w podłożu. Zmiany te indukowane skutkami działalności górniczej na badanym terenie objawiają się jako lokalne ubytki mas. Pomiary grawimetryczne w odpowiednio zaprojektowanej siatce pomiarowej umożliwiają skuteczne wykrycie tych ubytków jeszcze przed pojawieniem się ich skutków na powierzchni.

W aspekcie oceny zagrożenia ze strony wyrobisk mających połączenie z powierzchnią zadaniem pomiarów mikrogravimetrycznych jest detekcja i okonturowanie rejonów owego ubytku mas w obrębie warstw podłoża. Tak więc wiodącym parametrem diagnostycznym są ujemne mikroanomalie siły ciężkości generowane obecnością pustek podziemnych i stref rozluźnień górotworu oraz ocena stopnia zlikwidowania starych szybów górniczych.

Terenowe obserwacje mikrogravimetryczne na badanym obszarze wykonane powinny być w półszczegółowej i szczegółowej regularnej siatce punktów pomiarowych

w zależności od grubości nadkładu oraz stopnia zagrożenia terenu deformacjami. W zależności od tych kryteriów przyjąć można następujące trzy rodzaje gęstości siatek punktów grawimetrycznych:

- siatka 10 x 10 m – zastosowana w rejonach o prognozowanym dużym zagrożeniu deformacjami, w których grubość nadkładu gruntu jest większa od 5 m. W przypadku nadkładu utworów luźnych o grubości powyżej 7,5 m dopuszcza się zastosowanie siatki 15 x 15 m,
- siatka 5 x 5 m – zastosowana w rejonach o prognozowanym bardzo dużym zagrożeniu deformacjami, w których grubość nadkładu gruntu jest mniejsza od 5 m,
- siatka 2.5 x 2.5 m lub 2 x 2 m – zastosowana w rejonach występowania szybów o nieudokumentowanej likwidacji oraz w rejonach o prognozowanym dużym i bardzo dużym zagrożeniu.

W miejscach znanych lokalizacji wyrobisk mających połączenie z powierzchnią celem optymalizacji ilości punktów pomiarowych w dostosowaniu do warunków pomiarowych proponuje się następującą metodykę badań:

- W promieniu 25 m od osi wyrobiska wytyczona zostać powinna siatka punktów w odległościach wzajemnych 5 m.
- Wewnątrz obszaru z siatką 5x5 m w promieniu 10 m od osi szybu wytyczona zostać powinna siatka punktów w odległościach wzajemnych 2,5 m (lub 2x2 m).
- Ilość punktów pomiarowych nad każdym z wyrobisk powinna wynosić co najmniej 121.

Pomiary grawimetryczne zaleca się wykonywać za pomocą grawimetrów zapewniających dokładność pomiaru rzędu 0,01 mGala. Takim grawimetrami są grawimetry Seri CG produkowane przez kanadyjską firmę Scintrex. Przykładowo - grawimetr CG-5 to zautomatyzowany instrument, oparty na mikroprocesorze. Instrument ten charakteryzuje się bardzo małym, a zarazem liniowym dryftem. Zainstalowane w grawimetrze CG-5 oprogramowanie umożliwia wyliczenie i uwzględnienie w trakcie wykonywania odczytów poprawki na pływy ziemskie (luni-solarnej). Przyrząd ten umożliwia pomiary z dokładnością i powtarzalnością wyników do $\pm 0,001$ mGala. Odczyty w przyrządzie w sposób ciągły uzyskuje się z uśrednienia serii pomiarów w jednosekundowych próbkach. Wyniki, bezpośrednio w jednostkach

mGal, prezentowane są na wyświetlaczu ciekłokrystalicznym. Dane pomiarowe zapisywane są w pamięci stałej przyrządu. W celu dalszego przetwarzania przesyłane są na komputer PC.

Obserwacje grawimetryczne w rejonie badań należy wykonywać metodą punktów pośrednich. Ciągi pomiarowe dowiązuje się do lokalnego punktu bazowego, któremu wcześniej określa się wartość przyspieszenia siły ciężkości. Pomiary wypełniające przeprowadza się metodą punktów pośrednich wg schematu: baza, 1,2,3,...,n, baza gdzie: baza – punkt bazowy a 1,2,3,...,n - punkty rozproszone. Dowiązania ciągów pomiarowych pozwolą wyeliminować krótkookresowe dryfty zera instrumentu pomiarowego. Średnio i długookresowe zmiany miejsca zera grawimetru, spowodowane głównie składową pionową siłą lunisolarnych, eliminowane są w czasie pomiarów. Zainstalowane w grawimetrze CG-5 oprogramowanie umożliwia wyliczenie, zgodnie z algorytmem Longmana, i uwzględnienie w trakcie wykonywania odczytów poprawek na pływy ziemskie. Poprawki te mogą osiągać wartość $\pm 0,04$ mGal/h, a w ciągu dnia mogą zmieniać się nawet o $\pm 0,3$ mGal.

W celu określenia dokładności pomiarów na co najmniej 20% stanowiskach obserwacje grawimetryczne zaleca się wykonać dwukrotnie. Na podstawie wartości uzyskanych z pomiarów powtórzonych oblicza się średni błąd kwadratowy pojedynczego pomiaru.

Po zakończeniu pomiarów terenowych w ramach prac obliczeniowych wylicza się względne wartości siły ciężkości dla wszystkich wypełniających punktów pomiarowych. Obliczenia wykonuje się w oparciu o przyjętą w punkcie podstawowym (bazowym) lokalną wartość siły ciężkości. Otrzymane względne wartości g dla wszystkich stanowisk pomiarowych posłużą do obliczenia wartości anomalii siły ciężkości w redukcji Bouguera, które stanowią podstawowy wynik badań mikrograwimetrycznych. Wartości anomalii siły ciężkości w redukcji Bouguera oblicza się stosując wzór:

$$\delta g = g + (0,3086 - 0,04187 \cdot \sigma) \cdot H - \gamma_0$$

- gdzie:
- g - pomierzona wartość siły ciężkości [mGal],
 - H - wysokość n.p.m. punktu pomiarowego [m] w systemie bałtyckim,
 - σ - gęstość warstwy redukowanej [$10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$], w dokumentowanych badaniach przyjęta została wartość $\sigma = 2,0 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$,

- $0,3086 \cdot H$ - poprawka wolnopoietrzna Faye'a [mGal] (eliminująca wpływ wysokości położenia punktu pomiarowego względem poziomu odniesienia),
- $0,04187 \cdot \sigma \cdot H$ - poprawka Bouguera [mGal] (eliminująca składową pionową siły przyciągania kompleksu skalnego ograniczonego płaszczyznami poziomymi przechodzącymi przez punkt pomiarowy i poziom odniesienia),
- γ_0 - normalna wartość siły ciężkości [mGal], w dokumentowanych badaniach grawimetrycznych przyjęto lokalne pole normalne, którego względne wartości wzrastają w kierunku północnym o 0,0008 mGal ($\pm 0,008 \mu\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$).

Wyniki tychże badań obrazują mapy rozkładu anomalii siły ciężkości w redukcji Bouguera w rejonach objętym pomiarami. Uwidocznione na mapach anomalie można wiązać z obecnością pustek lub stref rozluźnień bądź stref silnie szczelinowatych skał w obrębie podłoża.

Dalszym krokiem w identyfikacji położenia podziemnych wyrobisk pogórnich może być zaawansowana analiza danych pomiarowych, którą stanowi obliczenie anomalii rezydualnych (resztkowych) a więc wydzielenie lokalnych stref zaburzeń z regionalnego pola siły ciężkości. Wykonuje się go w ramach interpretacji jakościowej danych grawimetrycznych na drodze transformacji anomalii siły ciężkości w redukcji Bouguera. Najczęściej stosuje się tu metodę średnich opracowaną przez W.F. Griffina. Z pomierzonego pola siły ciężkości wydzielane są anomalie resztkowe i regionalne, zgodnie z zasadą:

$$\delta g = \delta g_R + \delta g_r$$

gdzie: g_R - pole regionalne,
 g_r - anomalie resztkowe.

Czynność tą wykonuje się dla różnych wartości promienia diagramu z metody Griffina: np.: $r = 5, 10, 20\text{m}$. W ten sposób uzyskuje się rozkład anomalii regionalnych i mapę anomalii rezydualnych dla określonego poziomu zalegania ciał zaburzających.

Mapy anomalii w redukcji Bouguera oraz mapy anomalii resztkowych stanowią podstawę interpretacji badań grawimetrycznych również w aspekcie zagrożeń powierzchni ze strony niezlikwidowanych wyrobisk górniczych mających połączenie z powierzchnią.

7.2.2 Georadar (GPR)

Metoda GPR wykorzystuje zjawisko propagacji fal radiowych o dużej częstotliwości dla odwzorowania zmienności własności elektrycznych ośrodków materialnych w tym i geologicznych. W szczególności wykorzystywane są zjawiska odbicia i załamania fal na powierzchniach granicznych warstw i obiektów antropogenicznych zalegających w ich obrębie, różniących się wartościami stałej dielektrycznej ε i przewodności elektrycznej σ . Metoda ta ze względu na dużą rozdzielczość poziomą i pionową pozwala na uzyskanie obrazu pustek poeksploatacyjnych co pozwala wnioskować o ich położeniu i wymiarach.

W wariacie refleksyjnym metody radarowej impulsy elektromagnetyczne emitowane z anteny nadawczej przesuwanej po gruncie, przenikają do ośrodka geologicznego i po odbiciu od granic fizycznych powracają do anteny nadawczej w czasie t , który jest parametrem zależnym od sumarycznej drogi przebiegu i prędkości rozchodzenia się fal w ośrodku.

Prędkość propagacji fal radarowych w ośrodkach materialnych zależy jest od wielu ich cech fizykomechanicznych. Generalnie wykazuje ona silną zależność od wilgotności i porowatości. Wynika to z faktu, że woda i powietrze stanowią dla fal elektromagnetycznych dwie graniczne fazy wyznaczające przedział zmienności prędkości propagacji fali w ośrodkach materialnych ($V_r = 0,33 - 3 \cdot 10^5 \frac{\text{km}}{\text{s}}$). Rzeczywiste wartości prędkości propagacji fal w gruntach oraz skałach zmieniają się w obrębie tego przedziału. Co za tym idzie jeżeli poszukiwane wyrobisko górnicze wypełnione jest powietrzem lub wodą metoda radarowa może dawać szczególnie dobre rezultaty w identyfikacji pustek.

Nie wnikając szczegółowo w teorię zjawiska propagacji fal elektromagnetycznych w ośrodkach materialnych podstawowe związki fizyczne wykorzystywane w metodzie radarowej wykorzystywane w praktyce, można zapisać następująco:

$$\begin{aligned} \text{Prędkość propagacji} \quad V &= \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r}} \\ \text{Odległość do granicy refleksyjnej} \quad S &= \frac{V \times t}{2} \end{aligned}$$

Warunkiem odbicia sygnału od granicy pomiędzy warstwami jest różnica wartości stałej dielektrycznej ε . Może się więc zdarzyć iż dwie kolejne warstwy geotechniczne będą miały podobne wartości stałej dielektrycznej (np. sucha gleba – piasek suchy).

W takim przypadku pomimo dobrej rozdzielczości anten parametry geometryczne warstw nie zostaną określone. Granice fizyczne w obrębie ośrodków geologicznych czy geotechnicznych, na których występuje znaczny kontrast własności elektrycznych (np. skała – pustka) generują na rejestracjach radarowych grupy silnych energetycznie refleksów wielokrotnych grupy potrójnych pasm (faz refleksów) położone nad sobą. Wynika to z faktu, że w procesie rozchodzenia się fal elektromagnetycznych w ośrodkach materialnych zachodzą nie tylko zjawiska odbicia (optyka geometryczna) a również zjawiska interferencji i dyfrakcji (optyka falowa).

W pewnych przypadkach współwystępowanie powyższych zjawisk jest korzystne dla zdolności prospekcyjnych metody (obiekty liniowe ułożone pionowo w stosunku do quasi poziomych granic w ośrodkach), gdyż eliminują możliwość popełnienia błędu lokalizacji w procesie interpretacji sekcji radarowych. W wielu innych przypadkach jednak zjawiska te w znacznym stopniu ograniczają informatywność oraz możliwości interpretacyjne zdjęć georadarowych.

Obiekty liniowe, których obrys powierzchni przekroju ma kształt sferyczny, generują na sekcjach radarowych charakterystyczne refleksy hiperboliczne. Obiektami tego typu są rury, kable, kanały instalacji infrastruktury podziemnej czy pustki o przekroju sferycznym. Pozwala to na identyfikację ich położenia w ośrodkach niejednorodnych oraz oznaczenie prędkości rozchodzenia się w nich fal radarowych. Obiekty liniowe o przekrojach prostokątnych i kwadratowych generują charakterystyczne odbicia od powierzchni bocznych oraz płaskich. Wynika to z charakterystyki przestrzennej sygnałów radarowych emitowanych z anteny (90 % pola elektromagnetycznego rozchodzi się w stożku o kącie rozwarcia 90 stopni). Wielkość stożka widzenia zależy od konstrukcji anten. Dla większości anten nie jest ona jednak mniejsza od 75°.

Na rozdzielczość rejestracji radarowych duży wpływ ma częstotliwość anten, wielkość okien czasowych zastosowanych w pomiarach oraz zróżnicowanie wielkości współczynników odbicia poszczególnych granic refleksyjnych w danym ośrodku geologicznym. Z powyższych powodów często zdarza się, że obrazy georadarowe ośrodka materialnego zarejestrowane różnymi antenami w różnych oknach czasowych nie wykazują dużego podobieństwa (różne częstotliwości anten oraz rozdzielczość).

Zasięg głębokościowy penetracji impulsów radarowych zależy od tzw. częstotliwości nośnej i czułości anteny oraz własności tłumiących ośrodka materialnego.

Przez zasięg określa się odległość do granicy w ośrodku będącej reflektorem, przy której możliwe jest zarejestrowanie fali odbitej od tej granicy.

Na terenach zagrożonych obecnością zlikwidowanych bądź niezlikwidowanych wyrobisk górniczych zalecane jest wykonanie pomiarów georadarowych w półszczegółowej oraz szczegółowej siatce profili GPR w celu kontroli stanu struktury górotworu w przedziale głębokości od 0-ok. 20m.

Pomiary georadarowe wykonać należy w obszarze badań w siatce regularnej profili o oczku 10m w rejonach małego i średniego zagrożenia oraz 5m w miejscach dużego i 2m bardzo dużego zagrożenia. Siatka badawcza powinna być wytyczona do odległości 25m od środka wyrobiska (kwadrat 50x50m). Ponieważ rozdzielczość pionowa zdjęć radarowych jest zależna od częstotliwości użytych anten pomiary w miejscach zagrożeń wykonane powinny być dwoma różnymi antenami. Proponowane częstotliwości anten to 120 i 400 MHz. Pierwsza z anten zapewni głębokość obrazowania rzędu 10 – 20 m (dla mniejszej rozdzielczości pionowej). Druga odpowiednio głębokość 3 – 5 m (dla dużej rozdzielczości pionowej).

7.2.3 Metody elektrooporowe (PE, VES, PEM)

Metoda elektrooporowa wykorzystuje zróżnicowanie własności elektrycznych zaburzonych czynnikami antropogenicznymi (eksploatacją górniczą) lub geologicznymi (np. zjawiskami krasowymi) warstw skalnych do lokalizacji rejonów zaburzeń. Jest powszechnie stosowana do detekcji i lokalizacji pustek o zróżnicowanej genezie oraz oceny zagrożenia powierzchni deformacjami nieciągłymi. Parametrem diagnostycznym jest zmienność sumarycznego, elektrycznego oporu właściwego w badanym ośrodku. Występowanie w odwodnionym ośrodku skalnym pustek oraz stref rozluźnień i spękań generuje w zbiorze danych pomiarowych dodatnie anomalie wartości oporności elektrycznej. Występowanie w zawodnionym ośrodku skalnym pustek oraz stref rozluźnień i spękań generuje w zbiorze danych pomiarowych ujemne anomalie wartości oporności elektrycznej.

Pomiary elektrooporowe w celu lokalizacji wyrobiska mającego bezpośredni kontakt z powierzchnią należy wykonywać w wariantach profilowań wielopoziomowych, obejmujących poziomy, gdzie najprawdopodobniej można spodziewać się utrzymywania pustek w górotworze tj. na granicy utworów w których występuje złoż i nadkładu (np. granica karbon – czwartorzęd, karbon – trzeciorzęd)

i na poziomie odpowiadającym stropowi poziomych wyrobisk odchodzących od szybu. Minimalny zakres pomiarów to dwa poziomy głębokościowe (odpowiadające dwóm różnym rozstawom elektrod obwodu prądowego AB).

Pomiary metodą profilowania wielopoziomowego (WPE, tomografia elektrooporowa) w większości wypadków można wykonać z zastosowaniem układu Schlumberger'a lub metodą gradientu środkowego z punktem środkowym układu, odpowiadającym prawdopodobnemu, wyznaczonemu z danych archiwalnych położeniu szybu.

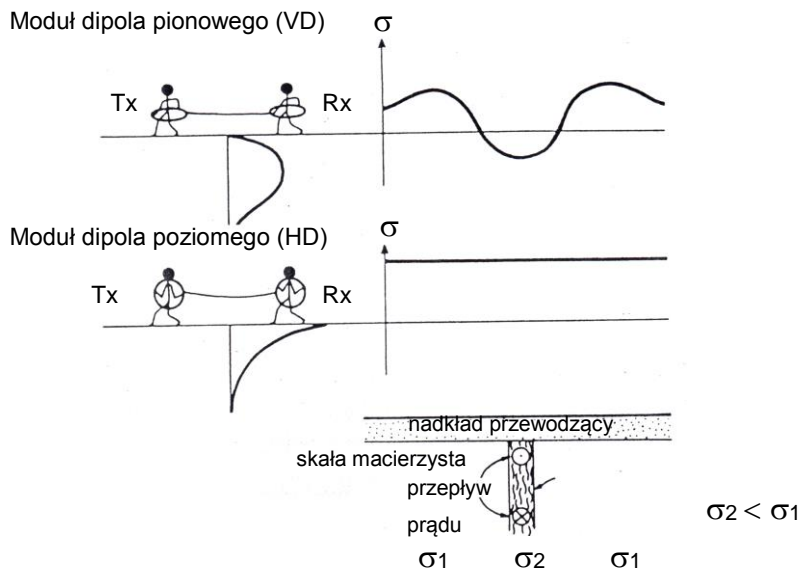
Alternatywną do metod profilowań jest metoda sondowań elektrooporowych (VES). Pomiary w tej metodzie wykonywane są ze zmiennym położeniem elektrod obwodu prądowego AB. W wyniku pomiaru uzyskuje się krzywą charakteryzującą zmienność przewodności elektrycznej warstw geologicznych w funkcji rozstawu elektrod AB, będącego analogiem głębokości. Dane z pomiarów metodą sondowań wykonanych w siatce punktów wokół szybu pozwalają na ocenę lokalizacji szybu, jego wypełnienia oraz zawodnienia.

7.2.4 Metoda konduktometryczna (EM)

Metoda konduktometryczna wykorzystuje indukcyjny sposób wytworzenia pola elektrycznego w ośrodku gruntowym. Poprzez przepływ prądu o określonej częstotliwości przez cewkę nadawczą w ośrodek geologiczny emitowany jest sygnał elektromagnetyczny (pole pierwotne). Pole to powoduje wytworzenie w podłożu, na strukturach przewodzących, wtórnych pól elektromagnetycznych o amplitudzie i przesunięciu fazowym związanym z ich własnościami elektrycznymi. W cewce odbiorczej mierzone jest pole będące wypadkową pola pierwotnego i powstałych pól wtórnych. Charakterystyka pola wypadkowego, w odniesieniu do pola pierwotnego, jest podstawą oceny badanego podłoża.

W metodzie konduktometrycznej pomiary mogą być wykonywane w sposób ciągły wzdłuż profilu (pomiar z zadaniem w czasie próbkowaniem sygnału) lub w punkcie w dowolnej siatce pomiarowej. Uzyskiwane w trakcie pomiaru odczyty przewodności elektrycznej ośrodka są wykreślone dla środka układu. Zasięg penetracji aparatury w przeciętnych warunkach zmienia się od kilku do kilkudziesięciu metrów pod poziomem terenu. Zależy to od charakterystyki wykorzystywanej aparatury tj. częstotliwości emitowanego sygnału, wielkości anten nadawczej i odbiorczej, odległości

między cewkami nadawczą i odbiorczą oraz orientacją dipola anten względem powierzchni ziemi. Konduktometr może pracować w układzie dipola pionowego VD (cewki poziomo) i poziomego HD (cewki pionowo) dając znaczące różnice odpowiedzi na różnych głębokościach, co pokazuje rys. 7.1.



Rys. 7.1. Odpowiedź dla metody przewodności gruntu (przewodność pozorna, σ_a) ponadprzewodzącą dawką. Zasięg głębokości zmienia się z orientacją cewek. (wg McNeill, 1997)

Kiedy używa się dipola pionowego VD (cewki w pozycji poziomej) urządzenie jest bardziej czułe na występowanie stromo zapadających, relatywnie słabo przewodzących struktur. Struktury takie powodują anomalie z maksymalną amplitudą bezpośrednio ponad nimi. Nachylenie takiej struktury powoduje w obrazie danych odbicie asymetryczne anomalii profilu, ale nie jest to wyraźne dla kątów upadu powyżej 50° . Natomiast przy zastosowaniu dipola poziomego HD (cewki w pozycji pionowej) urządzenie nie jest czułe na takie struktury, ale daje dość dokładny pomiar przewodności w ich otoczeniu.

Z uwagi na wysoką czułość na zewnętrzne pola zakłócające zaleca się stosowanie metody konduktometrycznej jedynie w przypadku lokalizacji wyrobiska w terenie nieuzbrojonym, tj. gdzie najbliższe obiekty budowlane i techniczne położone są w odległości nie mniejszej niż 40 – 50m. Poszukiwania wyrobisk metodą konduktometryczną wydaje się najlepsze w przypadku lokalizacji niezainwentaryzowanych na mapach górniczych i topograficznych wyrobisk typu biedaszybów, szybików itp. zlokalizowanych na nieużytkach, w lasach i parkach. Metoda pozwala na szybkie przebadanie dużego obszaru.

7.2.5 Metoda geotermiczna

Rozkład temperatury w glebie lub przypowierzchniowej warstwie gruntów może być wskaźnikiem położenia rury szybowej w ośrodku geologicznym. Powodem tego są różnice przewodności temperaturowej odmiennych litologicznie gruntów. W glebie uwidacznia się różnica temperatury wywołana różnicami w przewodzeniu promieniowania słonecznego. W głębszych partiach ośrodka uwidacznia się różnica w ziemskim strumieniu cieplnym. Z tego względu do oceny lokalizacji opuszczonych szybów nadają się dane zarówno z pomiarów temperatury w płytkich otworach wiertniczych jak i pomiarów kamerą termowizyjną zarówno lądowych jak i satelitarnych.

8 METODYKA OCENY ZAGROŻEŃ ZE STRONY WYROBISK

Ocenę zagrożenia przeprowadzi się dla wszystkich wyrobisk udostępniających uwidocznionych w dokumentacji mierniczo-geologicznej kopalń, mapach kartografii ogólnej i górniczej (mapy przeglądowe wydane przez Urząd Górniczy we Wrocławiu – Erzkarte, Flotzkarte) i innych dostępnych mapach archiwalnych. Ponieważ zagrożenie powierzchni zależne jest od wielu różnych czynników wprowadzi się ich parametryzację. Każdemu parametrowi będzie przypisana określona ilość punktów.

Tablica 8.1. Karta oceny parametrycznej szybu

Lp.	Parametr	Zakres punktów	Liczba punktów	Data oceny	Liczba punktów	Data weryfikacji
1	Lokalizacja	0-5				
2	Wymiar poziomy (średnica, przekątna)	0-2				
3	Głębokość	1-3				
4	Grubość luźnego nadkładu	0-3				
5	Zawodnienie nadkładu	0-5				
6	Zawodnienie szybu w trakcie likwidacji	0-5				
7	Badanie geofizyczne	0-2				
8	Badanie geologiczne	0-2				
9	Poziom obciążeń dynamicznych	0-2				
10	Obudowa	1-5				
11	Wypełnienie szybu	0-5				
12	Rodzaj materiału wypełniającego	1-5				
13	Ilość płytkich wyrobisk poziomych mających połączenie z szybem	0-5				
14	Koncentracja gazów ziemnych	0-1				

	większa od dopuszczalnej				
15	Udokumentowanie likwidacji	0-4			
16	Kontrola zasypu	0-3			
17	Zagospodarowanie powierzchni	1-8			
Suma		4- 65			

Podstawowym dokumentem informacyjnym o szybie będzie **karta informacyjna szybu** (tab. 5.1 i 5.2.) z danymi aktualnymi w dniu jej sporządzenia.

Na podstawie danych zawartych w karcie informacyjnej sporządzona zostanie ocena intensywności zagrożenia powierzchni ze strony szybu na **karcie oceny parametrycznej szybu (tab. 8.1)**. Obie karty będą mogły podlegać aktualizacji wraz ze zmianą wartości poszczególnych parametrów.

Intensywność zagrożenia powierzchni będzie opisana sumą punktów z poszczególnych parametrów. Maksymalna ilość punktów **wyniesie 65**.

Przydzielając liczbę punktów dla poszczególnych parametrów należy się kierować następującymi czynnikami:

Lokalizacja – znana, przybliżona, nieznana,

Wymiar poziomy- mały, średni, duży (>4 m),

Głębokość – mała, średnia, duża (>100 m),

Grubość luźnego nadkładu - mała, średnia, duża (>30 m),

Zawodnienie nadkładu – brak, małe, duże

Zawodnienie szybu w trakcie likwidacji – dopływ mały, średni, duży (>1,5 m³/min),

Badanie geofizyczne- wykonane lub niewykonane, jednoznaczne – niejednoznaczne,

Badanie geologiczne – wykonane – niewykonane, jednoznaczne - niejednoznaczne,

Poziom obciążeń dynamicznych – wyrażony maksymalną amplitudą poziomej prędkości drgań gruntu w przedziale częstotliwości 1-10 Hz, nieistotny (PPV<10 mm/s), mały (PPV 11-20), średni (PPV 21-50), duży (PPV>51 mm/s),

Obudowa szybu – brak, drewniana, ceglana, betonitowa, betonowa

Wypełnienie szybu – szyb jest zasypany całkowicie, częściowo lub wcale,

Rodzaj materiału wypełniającego szyb – kruszywa, popioły i żużle, grunty mineralne, inne,

Ilość płytkich wyrobisk poziomych w łączności z szybem – brak, pojedyncze, liczne,

Koncentracja gazów ziemnych większa od dopuszczalnej – w przypadku gdy jeden z gazów CO, CO₂, CH₄, H₂S przekracza wartość dopuszczalną należy przyznać maksymalną liczbę punktów,

Udokumentowanie likwidacji – liczbę punktów uzależnić od informacji o technologii i warunkach likwidacji,

Kontrola zasypu – uzależnić ilość punktów od udokumentowanej informacji o zachowaniu się zasypu w szybie,

Zagospodarowanie powierzchni – uzależnić liczbę punktów biorąc pod uwagę następujące użytkowania powierzchni: leśne, rolne, rekreacyjne, drogi dojazdowe i parkingi, obiekty budowlane, budowle komunikacyjne, autostrady, drogi szybkiego ruchu, drogi krajowe, szlaki kolejowe krajowe i regionalne.

Wprowadza się cztery kategorie zagrożenia powierzchni ze strony wyrobiska szybowego zależne od sumarycznej ilości punktów według tablicy 8.2.

Tablica 8.2 Klasyfikacja zagrożenia powierzchni ze strony szybu

Kategoria	Suma punktów	Stopień zagrożenia	Prawdopodobieństwo
I	< 10	Brak	0,001 - 0,01
II	11 - 20	Mały	0,01 - 0,1
III	21-35	Średni	0,1 - 0,5
IV	>35	Duży	0,5 - 1

Każdej z kategorii przypisano prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia. Jako najniższą wartość prawdopodobieństwa (w kategorii I) przyjęto się wartość określającą najwyższe prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia zapadliskowego określoną z analizy zbioru zapadlisk, które wystąpiły na terenach płytkiej eksploatacji węgla w GZW tj. $p = 1 \cdot 10^{-3}$.

9 METODYKA KLASYFIKACJI RYZYKA ZAGROŻENIA POWIERZCHNI OD ZLIKWIDOWANYCH WYROBISK

Ocena ryzyka wystąpienia zapadlisk w rejonie połączenia wyrobisk z powierzchnią jest problemem złożonym. Ryzyko definiowane jest jako iloczyn prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia i potencjalnych jego skutków. Z kolei skutki można opisywać w kategoriach bezpieczeństwa lub szkód materialnych (ekonomicznych)

W klasyfikowaniu ryzyka zagrożenia powierzchni ze strony szybów proponuje się przyjęcie charakterystyki potencjalnych szkód według schematu przedstawionego w tabeli 9.1.

Tablica 9.1. Skutki szkody spowodowane zawaleniem się szybu

Rozmiar szkody	Opis	Koszt naprawy szkody
Katastrofa	Uszkodzenie linii kolejowej lub drogowej, obiektu budowlanego, wypadek zbiorowy (ofiary śmiertelne)	>10 mln zł
Wypadek	Uszkodzenie linii kolejowej lub drogowej, obiektu budowlanego, wypadek indywidualny lub zbiorowy bez ofiar,	1- 10 mln zł
Szkoda budowlana	Uszkodzenie linii kolejowej lub drogowej, obiektu budowlanego,	0.1 – 1 mln
Szkoda gruntowa	Lej zapadliskowy wymagający rekultywacji, utrata wartości nieruchomości	< 0.1 mln

Na koszty naprawy szkody składać się będą wszystkie wydatki poniesione w związku z wystąpieniem zdarzenia zapadliskowego takie jak koszty ekspertyz, badań, prac ratunkowych, projektów i prac dotyczących likwidacji szkody a także roszczeń finansowych rodzin ofiar w przypadkach wystąpienia szkód o rozmiarze katastrofy lub wypadku i właścicieli uszkodzonych obiektów budowlanych oraz nieruchomości.