`

Stanisław DUŻY, Wojciech PREIDL
Politechnika Śląska, Gliwice
Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Zarządzania Ochroną Powierzchni,

DEFORMACJE NIECIĄGŁE NA OBSZARZE KOPALNI ĆWICZEBNEJ „SZTYGARKA" W DĄBROWIE GÓRNICZEJ

Streszczenie. W artykule przedstawiono zaobserwowane nad istniejącymi wyrobiskami podziemnymi deformacje nieciągłe na powierzchni w obszarze Kopalni Ćwiczebnej „Sztygarka". Ponieważ na powierzchni w tym rejonie odbywa się ruch pieszych i częściowo kołowy, w tym również sprzętu ciężkiego, zaistniała konieczność podjęcia działań zmniejszających zagrożenia zawałem istniejących wyrobisk i powstawania zapadlisk. Opracowano prognozy stateczności wyrobisk, określono przyczyny oraz możliwości ewentualnego powstawania deformacji nieciągłych. Wyznaczono strefy ochronne, które powinny być wyłączone przede wszystkim z ruchu sprzętu ciężkiego i z zabudowy.

DISCONTINUOUS DEFORMATIONS ON THE AREA OF „SZTYGARKA" TRAINING MINE IN DĄBROWA GÓRNICZA

Summary. Observed discontinuous deformations on the surface, which are located over the existing underground headings, were presented. Due to the pedestrian and partially non-pedestrian traffic, including heavy machinery, there is a need to take actions that decrease the danger of cavings of existing headings and formation of discontinuous deformations. Prognosis of headings stability were elaborated, the causes and possibilities of discontinuous deformations emergence were defined. Protection zones, which should be excluded from heavy machinery traffic and building development, were designated.

1. Wprowadzenie

Kopalnia Ćwiczebna „Sztygarka" w Dąbrowie Górniczej jest oddziałem Muzeum Miejskiego w Dąbrowie Górniczej. Obecnie trwają prace nad zabezpieczeniem i udostępnieniem jej wyrobisk do celów turystycznych. Kopalnia przez wiele lat była miejscem praktyk zawodowych uczniów Państwowej Szkoły Górniczej i Hutniczej, a po zakończeniu II wojny światowej – uczniów Technikum Górniczego i studentów Wydziału Górniczego Politechniki Śląskiej. Budowa Kopalni Ćwiczebnej była prowadzona etapami:

- w latach 1927 – 1929 wybudowano sztolnię wejściową wraz z wyrobiskami towarzyszącymi. Są to najpłycej zlokalizowane wyrobiska, które częściowo wykonywane były metodą głębokich wykopów,
- w latach 1958 – 1961 wydrążono wyrobiska pochyłe (upadowa I – zwana też „kamienną" i upadowa II – „południowa"), oraz poziome wyrobisko łączące upadowe. Łączna długość nowo powstałych wyrobisk wynosiła około 100 m. Równolegle z drążeniem nowych wyrobisk prowadzono prace zabezpieczające wyrobiska na poziomie I.
- w latach 1965 – 1966 prowadzono prace górnicze polegające na dalszej rozbudowie sieci wyrobisk. W ramach tych robót wykonano między innymi chodniki przyścianowe oraz chodniki szkoleniowy i wodny. Łączna długość nowo powstałych wyrobisk wyniosła około 180 m.

W końcowym etapie budowy Kopalni Ćwiczebnej sumaryczna długość wyrobisk podziemnych wynosiła 330 m [3, 5].

W latach 1968 – 1985 Kopalnia Ćwiczebna była wyłączona z użytkowania. Dopiero po 17 latach przerwy, z chwilą uruchomienia działalności Filii Wydziału Górniczego Politechniki Śląskiej, wyrobiska Kopalni wykorzystywano do prowadzenia zajęć dydaktycznych głównie z zakresu mechanizacji górnictwa. W tym okresie nie prowadzono żadnych robót mających na celu modernizację czy też zabezpieczenie obudowy przedmiotowych wyrobisk. W 1994 r. Kopalnia Ćwiczebna została wyłączona z użytkowania jako obiekt szkolno – dydaktyczny. W przeciągu swojej 84-letniej historii, przez okres 43 lat wyrobiska Kopalni Ćwiczebnej nie były użytkowane, a z uwagi na duże zawodnienie górotworu, były także częściowo zalane przez wodę, co w znacznym stopniu wpłynęło na stan zachowania ich obudowy.

2. Analiza warunków geologiczno-górniczych w analizowanym rejonie

Górotwór w rejonie Kopalni Ćwiczebnej budują utwory czwartorzędowe i zalegające bezpośrednio pod nim warstwy karbońskie [3, 5].

Czwartorzęd – o niewielkiej miąższości 1 – 5 m, wykształcony jest w postaci utworów dyluwialno-aluwialnych typu glin i iłów pylastych oraz piaszczystych, przykrytych warstwą zwietrzeliny i gruntów nasypowych.

Karbon – na terenie Obszaru Górniczego KWK „Paryż” został rozpoznany do głębokości 1000 m i reprezentowany jest przez warstwy orzeskie, rudzkie, siodłowe, porębskie, jaklowieckie i górne pietrzkowickie.

Warstwy orzeskie – ograniczone są do dolnej części kompleksu. Litologicznie są to iłowce o zmiennym zapiaszczeniu, mułowce oraz drobno- i średnioziarniste piaskowce. W obrębie serii orzeskiej występują dość liczne pokłady węgla. W obrębie Kopalni Ćwiczebnej zidentyfikowano pokłady 358/1 i 358/2, o miąższości ok. 0,3 m. Wychodnie tych pokładów znajdują się na południe od Kopalni Ćwiczebnej.

Warstwy rudzkie – charakteryzują się dość znaczną węglonośnością. Występuje tu 15 pokładów węgla. Wychodnie pokładów rudzkich przebiegają na północny wschód od Kopalni Ćwiczebnej. Udokumentowano następujące pokłady: 401, 402, 404/1, 405/1, 405/3, 408, 409/1 i 409/2. W Kopalni Ćwiczebnej udostępniony jest pokład 401. Posiada on miąższość 0,8 m i zapada się w kierunku południowo-zachodnim pod kątem 10 – 15°. Pozostałe pokłady grupy rudzkiej zalegają nieco głębiej, do głębokości około 110 m.

Warstwy siodłowe – stanowią serię będącą w przeszłości przedmiotem intensywnej eksploatacji górniczej. Pod względem litologicznym stanowią serię ilasto – węglową z pokładem 510 (pokład Reden). W kierunku zachodnim występują pokłady 501, 504, 506, 510. W rejonie Kopalni Ćwiczebnej pokład 510 zalega na głębokości około 140 – 180 m i posiada miąższość ok. 16 m.

Warstwy porębskie – zbudowane są z iłowców, na ogół o dość znacznym zapiaszczeniu, oraz drobno- i średnioziarnistych piaskowców. Charakterystyczne ławice piaskowców występują w stropie pokładu 618 oraz między pokładami 620 i 621. W warstwach porębskich występują liczne, cienkie pokłady węgla, o miąższości rzadko przekraczającej 0,8 m.

Warstwy jaklowieckie – cechują się wykształceniem piaskowcowo-ilastym. W serii tej spotyka się nieliczne cienkie pokłady węgla, spośród których zidentyfikowano tylko pokład 705, zalegający w stropie serii.

Warstwy gruszowskie – stanowiły w latach 1875 – 1962 przedmiot dość intensywnej eksploatacji w pobliżu wychodni, głównie przez dawne kopalnie „Flora”, „Mars” i „Paryż”. Kompleks warstw gruszowskich charakteryzuje się wyraźną przewagą utworów iłowcowo-mułowcowych nad piaskowcami oraz obecnością licznych, cienkich pokładów węgla. Miąższość warstw gruszowskich waha się od około 400 m do 520 m.

Warstwy pietrzkowickie górne – są najstarszym ogniwem warstw brzeżnych. Rozpoznane zostały w kilku otworach wiertniczych. Pod względem litologicznym mają charakter piaskowcowy. Prowadzone badania geologiczne objęły tylko ich grubość do ok.

110 m, nie stwierdzając ich spągu. W warstwach tych występują dwa pokłady węgla o miąższości od 0,15 do 1,2 m.

Bezpośrednio pod obiektami Kopalni Ćwiczebnej prowadzona była dotychczas eksploatacja górnicza jedynie w pokładzie 510. Pokład 510, zalegający tu na głębokości 140 – 180 m, eksploatowany był systemem ścianowym na warstwy, z zastosowaniem podsadzki hydraulicznej. Eksploatacja prowadzona była z przerwami, w latach 1912 – 1954.

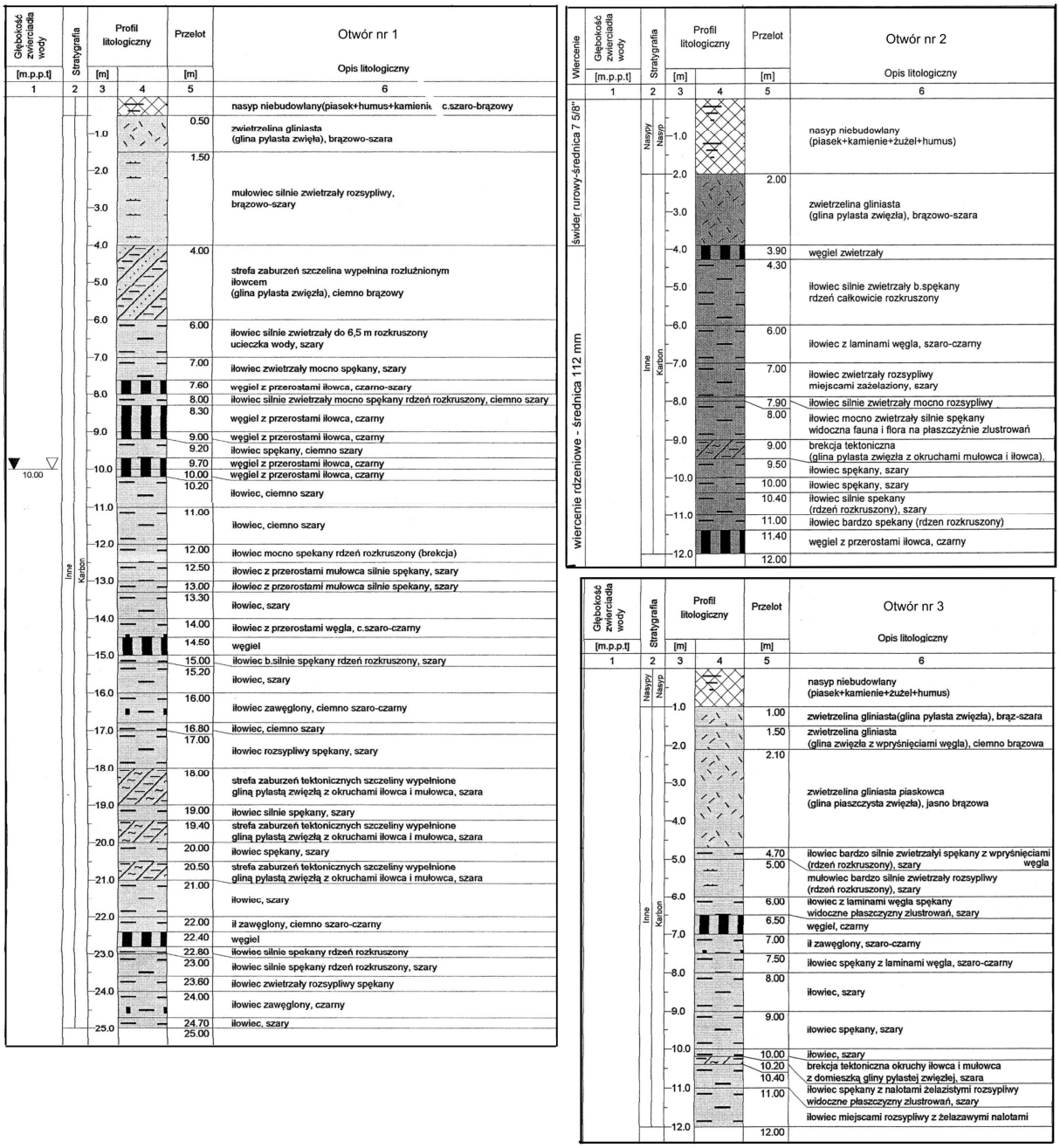
W pokładach grupy 400 eksploatacja górnicza prowadzona była w niewielkiej odległości na wschód od rejonu Kopalni Ćwiczebnej (w odległości około 100 – 300 m), w pokładzie 405/1 – w latach 1917 – 1923; w pokładzie 405/3 – w latach 1920 – 1923; w pokładzie 409/1 – w latach 1902 – 1923; w pokładzie 409/2 – w latach 1902 – 1923. Natomiast bezpośrednio w obszarze Kopalni Ćwiczebnej, z uwagi na występujące tu zasoby węgla kamiennego, prowadzono eksploatację górniczą w następujących pokładach: pokład, 409/2, o miąższości około 2,4 m – w latach 1990 – 1995; pokład 510, warstwa IV+V (miąższości około 6 m) – w latach 1992 – 1996; pokład 816, o miąższości 1,3 – 2,2 m – w latach 1990 – 1996. Eksploatacja była prowadzona systemem ścianowym, z zastosowaniem podsadzki hydraulicznej.

3. Analiza warunków geologiczno-inżynierskich

Oceny własności wytrzymałościowych i odkształceniowych skał budujących masyw w przedmiotowym rejonie dokonano na podstawie trzech otworów badawczych wykonanych z powierzchni, o następujących głębokościach:

- otwór nr 1 – do głębokości 25,0 m p.p.t.,
- otwór nr 2 – do głębokości 12 m p.p.t.,
- otwór nr 3 – do głębokości 12 m p.p.t.

Profile geologiczne przedmiotowych otworów przedstawiono na rys. 1, ich lokalizację na tle lokalizacji wyrobisk Kopalni Ćwiczebnej pokazano na rys. 2, a wyniki badań własności gruntów zestawiono w tablicach 1 i 2 [7].



Rys. 1. Profile litologiczne otworów 1, 2 i 3
Fig. 1. Lithological profiles of holes 1, 2 and 3

Oceny masywu skalnego dokonano po sprofilowaniu odcinków o długości 1 m, uwzględniając procentowy uzysk rdzenia, procentowy wskaźnik stopnia spękania Masywu skalnego RQD, a także stopień twardości. Ocena masywu skalnego wg Browna pozwoliła zaliczyć masyw do stopnia R1, jako bardzo słaby, o wytrzymałości na ściskanie 1 – 5 MPa. Na podstawie wskaźnika RQD, występujący w podłożu masyw zakwalifikowano jako bardzo słaby i słaby, sporadycznie średni.

Tablica 1

Parametry geotechniczne warstw czwartorzędowych ^{n}Qh [7]

Parametr	Wartości charakterystyczne	Wartości normowe
Ciężar objętościowy ρ [G/cm^3]	2,15	1,94
Spójność C_u [kPa]	40,00	36,00
Kąt tarcia wewnętrznego Φ[1^0]	22,00	19,80
Moduł pierwotnego odkształcenia E_o [kPa]	49 983	44 985
Moduł ściśliwości pierwotnej M_o [kPa]	65 767	59 190

Tablica 2

Parametry geomechaniczne warstwy gliny twardoplastycznej [7]

Parametr	Wartości charakterystyczne	Wartości normowe
Ciężar objętościowy ρ [G/cm^3]	2,10	1,89
Spójność C_u [kPa]	33,45	30,11
Kąt tarcia wewnętrznego Φ[1^0]	19,20	17,28
Moduł pierwotnego odkształcenia E_o [kPa]	31 87	28 690
Moduł ściśliwości pierwotnej M_o [kPa]	41 945	37 750

4. Deformacje powierzchni w obrębie powierzchni Kopalni Ćwiczebnej

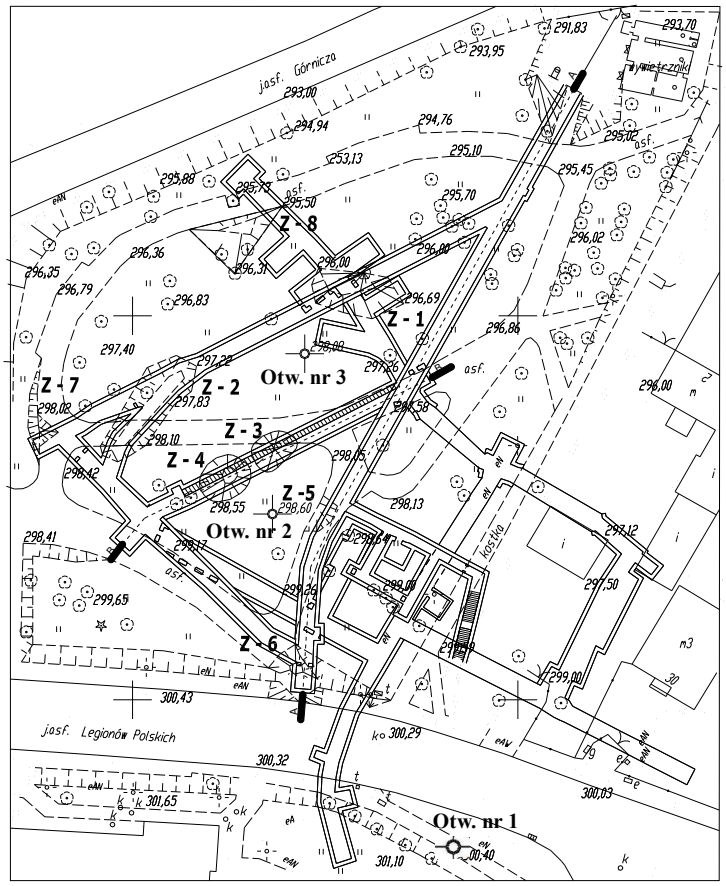
Podczas wizji lokalnej, przeprowadzonej w styczniu i marcu 2011 roku w obszarze Kopalni Ćwiczebnej „Sztygarka”, na powierzchni stwierdzono wystąpienie ośmiu zapadlisk o zmiennych powierzchni i głębokości. Zgrupowane są one bezpośrednio nad wyrobiskami podziemnymi Kopalni. Lokalizację zapadlisk oraz charakterystyczne przekroje pionowe przez strefy ich występowania przedstawiono na rys. 2 i 3, a na rys. 4 – 7 przedstawiono fotografie zapadlisk wykonane podczas przeprowadzonej wizji.

Zapadlisko Z-1, o powierzchni około 50 m^2, zlokalizowane jest w północnej części obszaru Kopalni, nad chodnikiem zachodnim na poz. 1. Głębokość zapadliska jest stosunkowo niewielka i w jego części centralnej wynosi około 0,3 m. Głębokość stropu chodnika wynosi około 4,8 m. Poniżej chodnika zachodniego, na poz. I, w odległości

pionowej około 6 m, zlokalizowany jest chodnik zachodni na poz. II i trzy komory. Wszystkie wyrobiska w tym rejonie posiadają obudowę betonową, zamkniętą płytą betonową.

Zapadlisko Z-2, o powierzchni 70 m^2, zlokalizowane jest w zachodniej części obszaru Kopalni. Kształt zapadliska jest wydłużony, o przebiegu NE-SW. Głębokość zapadliska jest niewielka i wynosi około 0,2 m. Zapadlisko zlokalizowane jest nad chodnikiem obejściowym. Odległość pionowa od dna zapadliska do stropu chodnika wynosi około 3,3 m. Obudowa chodnika obejściowego w rejonie wystąpienia zapadliska wykonana jest jako betonowa, sklepieniowa, zamknięta od spągu płytą betonową.

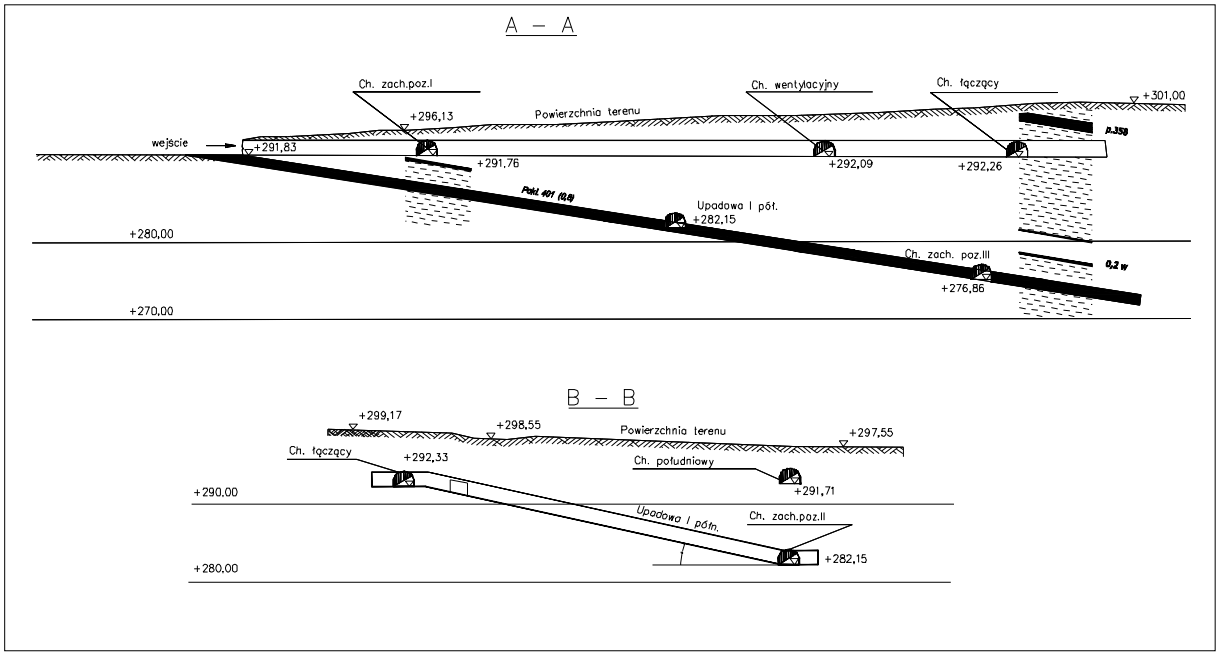
Zapadliska Z-3 i Z-4, o stosunkowo niewielkiej powierzchni (około 22 m^2 każde), zlokalizowane są w odległości około 8 m od siebie i posiadają kształt zbliżony do kołowego. Głębokość obu zapadlisk maksymalnie wynosi około 0,3 m. Zapadliska są zlokalizowane nad upadową I północną w jej środkowej części. Odległość pionowa od dna zapadlisk do stropu upadowej I północnej wynosi około 6 m. W upadowej I północnej w rejonie wystąpienia zapadliska, wykonana jest obudowa sklepieniowa, betonowa.



Rys. 2. Mapa sytuacyjno-wysokościowa powierzchni z naniesionymi wyrobiskami Kopalni Ćwiczebnej
Fig. 2. Surface map with the marked excavations of the Training Mines

Zapadlisko Z-5, o powierzchni 10,2 m^2 i maksymalnej głębokości ok. 0,2 m, posiada kształt leja i obejmuje częściowo chodnik w parku. Zapadlisko zlokalizowane jest bezpośrednio nad chodnikiem południowym, wykonanym w obudowie sklepieniowej, murowej. Poniżej chodnika południowego, w odległości pionowej około 14 metrów, zlokalizowane jest wyrobisko komory składowej na poziomie III.

Zapadlisko Z-6 zlokalizowane jest w południowej części obszaru kopalni, w rejonie przylegającym do ul. Legionów Polskich. Powierzchnia zapadliska wynosi 18,1 m^2, a maksymalna głębokość około 0,2 m. Poniżej tego zapadliska, w odległości pionowej około 6 m, zlokalizowane jest skrzyżowanie chodnika południowego z chodnikiem łączącym. Obudowa wyrobisk w tym rejonie jest sklepieniowa z betonu.



Rys. 3. Przekrój pionowy przez chodnik wejściowy A-A i przez upadową I północną B-B
Fig. 3. Vertical section through the entrance heading A-A the upadowa I north B-B

Zapadlisko Z-7, o powierzchni 13,3 m^2 i głębokości 0,3 m, zlokalizowane jest w zachodniej części obszaru Kopalni, w sąsiedztwie zapadliska Z-2. Poniżej zapadliska w odległości pionowej około 4 m, zlokalizowane są wnęka oraz skrzyżowanie chodnika zachodniego na poz. I z chodnikiem łączącym. Obudowa wyrobisk w przedmiotowym rejonie jest sklepieniowa, wykonana z betonu. Spąg wyrobisk zabezpieczony jest płytą betonową.

Zapadlisko Z-8, o powierzchni 43,7 m^2 i stosunkowo niewielkiej głębokości ok. (0,1 m), wystąpiło w północnej części obszaru Kopalni. Zlokalizowane jest nad wyrobiskami poziomu II. Odległość pionowa od dna zapadliska do stropu chodnika zachodniego na poziomie II wynosi około 8 m.

Rys. 4. Widok deformacji nieciągłej Z-2
Fig. 4. View of the Z-2 discontinuous deformation

Rys. 5. Zniszczona nawierzchnia asfaltowa alejki w obrębie zapadliska Z-2
Fig. 5. Damaged asphalt of the alley around the Z-2 discontinuous deformation

Rys. 6. Pochylone pnie drzew w obrębie deformacji nieciągłej Z-1
Fig. 6. Bent tree trunks around the Z-1 discontinuous deformation

Rys. 7. Zniszczona nawierzchnia asfaltowa alejki – deformacja nieciągła Z-5
Fig. 7. Damaged asphalt of the alley – Z-5 discontinuous deformation

5. Analiza przyczyn powstania deformacji nieciągłych w analizowanym obszarze

Powstanie deformacji nieciągłych na powierzchni może być spowodowane wieloma czynnikami, wśród których wyróżnia się [2, 6, 8]:

- czynniki antropogeniczne, tj. związane z działalnością człowieka obejmującą ziemne i podziemne roboty inżynierskie, a zwłaszcza roboty górnicze,
- czynniki naturalne, tj. wywołane siłami przyrody, takimi jak m.in. ruchy tektoniczne, ruchy osuwiskowe, zjawiska krasowe, procesy erozyjne itp.

Najczęściej wymienianymi przyczynami powstawania deformacji nieciągłych są:

- aktywacja pustek występujących w górotworze, np. niewłaściwie zlikwidowanych, płytko zalegających wyrobisk korytarzowych i komorowych lub szybów górniczych,
- eksploatacja złóż zalegających na małych głębokościach, szczególnie z zawałem stropu,
- zmiana warunków hydrogeologicznych i geotechnicznych, spowodowana np. sufozją mechaniczną, powodującą tworzenie się pustek w górotworze,
- reaktywacja płytko zalegających, starych zrobów pod wpływem np. odwadniania, dodatkowych obciążeń powierzchni – szczególnie dynamicznych, prowadzonych robót górniczych, zjawisk sejsmicznych itp.,
- pożary w resztkach pokładów zalegających na małej głębokości,
- intensywna, nierównomierna eksploatacja w rejonie uskoków,
- eksploatacja w rejonie wychodni pokładów.

W Kopalni Ćwiczebnej „Sztygarka" dotychczas nie prowadzono obserwacji przemieszczeń górotworu i powierzchni oraz konwergencji wyrobisk. Przeprowadzone w ramach pracy [7] badania wykazały postępujący proces destrukcji obudowy w postaci deformacji, spękań i zaciskania wyrobisk. Prawdopodobnie są one bezpośrednią przyczyną obniżeń powierzchni nad wyrobiskami, które w krytycznym przypadku ujawniły się w postaci deformacji nieciągłych. Jedną z przyczyn ich wystąpienia może być niekontrolowany dopływ wody do wyrobisk kopalni, powodujący proces sufozji. Potwierdzeniem tej hipotezy może być fakt wyłączenia w 1985 r. Kopalni z użytkowania, co spowodowało, że w latach 1997 – 2009 wyrobiska poziomu III były zalane wodą. Po odtopieniu tych wyrobisk stwierdzono zaleganie na spągu wyrobisk grubej warstwy mułów, które zostały naniesione do wyrobisk przez wody dopływające do wyrobisk. Wody opadowe, przenikające przez przepuszczalne warstwy nadkładu i silnie spękane skały stropu karbonu, powodowały wypłukiwanie materiału i przeniesienie ich do wyrobisk Kopalni. W ten sposób mogły powstać w gruntach strefy rozluzowania, sprzyjające tworzeniu się zapadlisk na powierzchni. Za takim wyjaśnieniem powstania deformacji nieciągłych przemawiają:

- lokalizacja obserwowanych deformacji nieciągłych na powierzchni, która pokrywa się z przebiegiem wyrobisk Kopalni Ćwiczebnej, zwłaszcza zlokalizowanych na pierwszym i drugim poziomie,
- brak zawału wyrobisk zlokalizowanych bezpośrednio pod zapadliskami,
- brak szczelności obudowy w przedmiotowych wyrobiskach podziemnych, sprzyjający swobodnemu przepływowi wody i drenażowi gruntu,

- przepuszczalność nadkładu i silnie rozwinięta sieć spękań w skałach karbońskich sprzyjające swobodnemu przepływowi wody i drenażowi gruntu,
- wykształcenie litologiczne masywu skalnego, sprzyjające swobodnemu przepływowi wody (brak warstw nieprzepuszczalnych),
- naturalne ukształtowanie powierzchni i zaleganie warstw górotworu, sprzyjające swobodnemu przepływowi wody.

6. Ocena zagrożenia powierzchni wystąpieniem deformacji nieciągłych

Rejon analizowanych wyrobisk zlokalizowany jest w centrum miasta, co powoduje, że problem ochrony powierzchni jest szczególnie ważny. Na analizowanym terenie może powstać deformacja nieciągła, w przypadku gdy spełnione będą jednocześnie dwa warunki:

- wystąpi zawał pustki w górotworze,
- w miejscu wystąpienia zawału spełnione będą warunki konieczne do powstania deformacji nieciągłej.

W analizowanym rejonie zawał pustki zlokalizowanej w górotworze może wystąpić w przypadku gdy wyrobisko Kopalni Ćwiczebnej utraci stateczność. Warunek utraty stateczności można zapisać w postaci [4]:

$$Z_0 = P_0 - q_0 \leq 0 \,, \tag{1}$$

gdzie:

Z_0 – zapas bezpieczeństwa,

P_0 – nośność obudowy,

q_0 – obciążenie obudowy.

Jako miarę bezpieczeństwa można przyjąć współczynnik niezawodności w postaci:

$$t = \frac{\overline{P}_0 - \overline{q}_0}{\sqrt{s_{P_0}^2 + s_{q_0}^2}} \,. \tag{2}$$

Wartość dystrybuanty współczynnika niezawodności *p(t)* oznacza prawdopodobieństwo bezpieczeństwa wyrobiska, natomiast wartość *[1-p(t)]* oznacza prawdopodobieństwo utraty stateczności [4, 5]. Prawdopodobieństwo wystąpienia zapadliska określono na podstawie relacji pomiędzy gabarytami analizowanych wyrobisk, głębokości ich lokalizacji oraz grubości warstw nadkładu [1, 2, 6, 8].

Biorąc powyższe pod uwagę, że deformacje nieciągłe mogą wystąpić wskutek wystąpienia wielu różnych, niezależnych od siebie warunków, prawdopodobieństwo ich wystąpienia można określić jako [4]:

$$p = 1 - \prod_{i=1}^{n} (1 - p_i) , \tag{3}$$

gdzie:

p_i – prawdopodobieństwo zaistnienia i-tego warunku,

n – liczba uwzględnianych warunków.

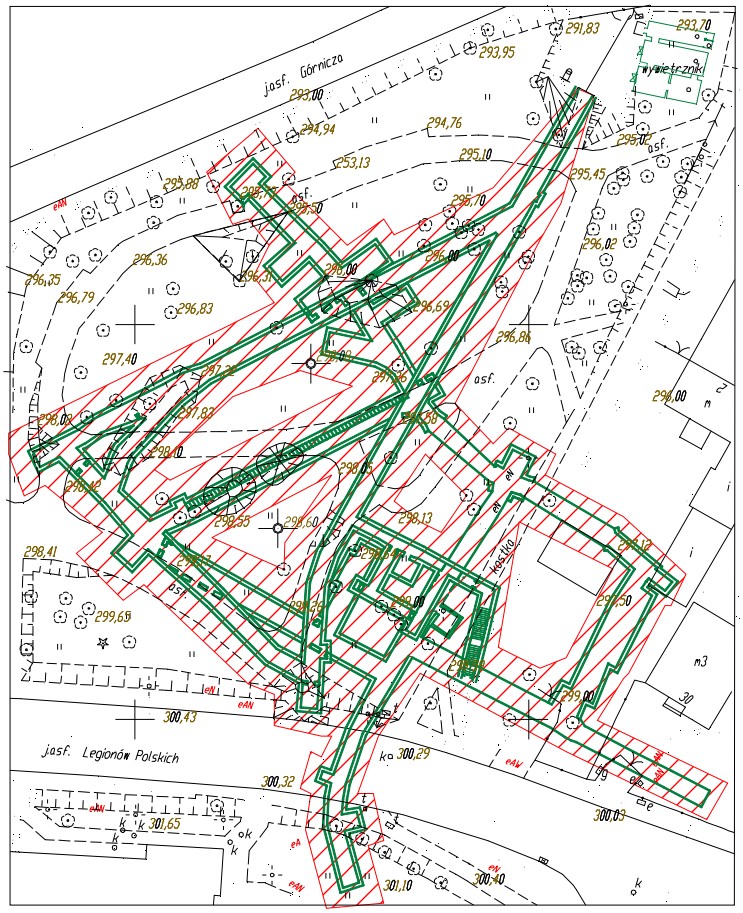
Wyniki przeprowadzonej analizy dla wyrobisk Kopalni Ćwiczebnej „Sztygarka" przedstawiono w tablicy 3.

Tablica 3

Prawdopodobieństwo wystąpienia deformacji nieciągłej z uwzględnieniem stanu technicznego wyrobisk

Nazwa wyrobiska	Rodzaj obudowy	p_{def}	$p\left(\frac{P_{śr} - q_c}{\sqrt{s_P^2 + s_q^2}}\right)$	P
Poziom I				
Chodnik wejściowy wraz z rozwidleniem	murowa	1,0	0,030	0,030
	betonowa		0,025	0,025
Chodnik zachodni poz. I	murowa	1,0	0,039	0,039
	betonowa		0,030	0,030
Chodnik łączący	betonowa	1,0	0,046	0,046
Chodnik południowy	murowa	1,0	0,076	0,076
	betonowa		0,050	0,050
Chodnik wentylacyjny wraz z zespołem komór warsztatowych	murowa	1,0	0,033	0,033
	betonowa		0,025	0,025
Poziom II i III				
Upadowa I północna	betonowa	0,92	0,030	0,028
Chodnik zachodni na poz. II	betonowa	0,95	0,035	0,033
Chodnik nadścianowy	betonowa	0,95	0,033	0,031
	stalowa		0,047	0,045
Ściana	betonowa	0,92	0,062	0,057
Upadowa II południowa	betonowa	0,9	0,044	0,039
	stalowa		0,052	0,047
Chodnik podścianowy	murowa	0,9	0,041	0,037
	betonowa		0,043	0,038
	stalowa		0,045	0,040
Chodnik zach.na poz. III	stalowa	0,9	0,115	0,103

Ocena zagrożenia powierzchni wystąpieniem deformacji nieciągłej obejmuje również lokalizację potencjalnych zapadlisk. Na rys. 8 przedstawiono wyznaczoną strefę zagrożenia wystąpieniem deformacji nieciągłych w przypadku utraty stateczności przez wyrobiska Kopalni Ćwiczebnej.



Rys. 8. Lokalizacja strefy zagrożenia deformacjami nieciągłymi w przypadku utraty stateczności przez wyrobiska Kopalni Ćwiczebnej
Fig. 8. Localization of danger zone of discontinuous deformations in the event of the Training Mine headings stability loss

7. Podsumowanie

Aktualnie Kopalnię Ćwiczebną tworzą wyrobiska podziemne o łącznej długości około 486 m. Wyrobiska te posiadają stosunkowo małe gabaryty przekroju poprzecznego, a głębokość ich zalegania wynosi od 0 do 25 m. Wyrobiska Kopalni Ćwiczebnej zabezpieczone są obudową monolityczną betonową, murową z cegły, stalową obudową odrzwiową lub stalową obudową odrzwiową obetonowaną.

Ze względu na to, że obudowy zostały wykonane na małej głębokości w skałach czwartorzędowych i zalegających bezpośrednio pod nimi utworach karbońskich o niskich parametrach wytrzymałościowych, narażone są na oddziaływanie wód opadowych, infiltrujących przez przepuszczalne warstwy nadkładu. Na powierzchni terenu, bezpośrednio nad przedmiotowymi wyrobiskami górniczymi, znajduje się niewielki skwer miejski, usytuowany na łagodnym stoku nachylonym w kierunku północno-wschodnim.

W ostatnim czasie można zaobserwować zdecydowanie postępujący proces degradacji obudowy tych wyrobisk, co wiąże się z zagrożeniem dla powierzchni. Między innymi zaobserwowano wystąpienie bezpośrednio nad wyrobiskami Kopalni zapadliska o niewielkich powierzchniach i stosunkowo małych głębokościach. Przyczyną tych zjawisk nie był zawał wyrobisk podziemnych. Prawdopodobną przyczyną powstania deformacji nieciągłych była sufozja mechaniczna.

Dopuszczenie do zawału przedmiotowych wyrobisk może spowodować wystąpienie dalszych deformacji o większej głębokości i rozległości. Przeprowadzona analiza wykazała, że aktualnie prawdopodobieństwo wystąpienia zawału wyrobisk jest małe i mieści się w granicach wartości akceptowalnych dla konstrukcji budowlanych w zakresie stanu granicznego nośności [4]. Istnienie pustek podziemnych w centrum miasta wymaga jednak stałej kontroli ich stanu technicznego oraz prowadzenia działań, mających na celu ich zabezpieczenie lub likwidację we właściwym czasie.

Należy zaznaczyć, że istnienie niezabezpieczonych i niemonitorowanych wyrobisk górniczych na obszarach zurbanizowanych (np. zabudowa miejska) może doprowadzić, z upływem czasu, do powstawania deformacji nieciągłych i zagrożenia dla budowli powierzchniowych.

BIBLIOGRAFIA

1. Chudek M, Arkuszewski J., Olaszowski W.: Deformacje nieciągłe w obszarach górniczych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Górnictwo, z. 610, Gliwice 1980.
2. Chudek M.: Mechanika górotworu z podstawami zarządzania ochroną środowiska w obszarach górniczych i pogórniczych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2010.
3. Chmura J.: Ocena stanu technicznego wyrobisk Kopalni Ćwiczebnej w Dąbrowie Górniczej w aspekcie zagrożenia powierzchni terenu. Kraków 2007 (praca niepublikowana).
4. Duży S.: Studium niezawodności konstrukcji obudowy i stateczności wyrobisk korytarzowych w kopalniach węgla kamiennego z uwzględnieniem niepewności informacji. Zeszyt Naukowy Politechniki Śląskiej, s. Górnictwo, z. 277, Gliwice 2007.

5. Duży S. i in.: Ocena stanu technicznego i stopnia bezpieczeństwa obudów górniczych w wyrobiskach Kopalni Ćwiczebnej (praca niepublikowana).
6. Goszcz A. i in.: Analiza metod i możliwości oceny oraz sposoby zwalczania zagrożenia powierzchni ze strony płytko zalegających pustek. Prace GIG, nr 763, Katowice 1991.
7. Dokumentacja geotechniczna określająca warunki podłoża w rejonie kopalni ćwiczebnej muzeum miejskiego „Sztygarka” w Dąbrowie Górniczej. „Geodruk” Laboratorium Geologiczno-Drogowe, Katowice (praca niepublikowana).
8. Strzałkowski P.: Zarys ochrony terenów górniczych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2010.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Wiesław Piwowarski.

Abstract

Process of changes in economy is connected with liquidation of many branches of industry traditional present in relevant region. This changes accompanying creation of centers gathering documents of region’s history such as museums, heritage parks, monuments and other. Exercise coal mine “Sztygarka” in Dąbrowa Górnicza is a classical example. It is reminder of, already pragmatically non existing, hard coal mining in “Zagłębie “ coal basin. This branch was dominant there for many years.

In this paper have shown discontinuous deformations which were observed above existing underground works on the ground surface on the area of exercise coal mine “Sztygarka” in Dąbrowa Górnicza. At this moment lasts activities going toward restitution of underground works for their adoption for tourist route purpose. Underground works of the mine were founded in the 20s of XX century and are located very shallow in the centre of the city at the depth of 4 to 20 m. Near their localization, on the ground surface, observed discontinuous deformations creation of craters shape, with the depth 0.4 m, which are connected with low thickness of overburden and its destruction. Because of this fact that on the ground surface, in the zone of deformations occurrence, runs pedestrian and partially wheel road traffic and exists hazard of heavy equipment traffic, came into being preventive activities which limits contingency of giving way and come into being craters on the ground surface. For this purpose have made the case study prognosis of works stability, further discontinuous deformations creation, as well as the protective zones, which should be excluded from wheel heavy traffic or buildings or any other heavy elements localization.