

Received July 16, 2013; reviewed; accepted September 29, 2013

*obszary pogórniczne, deformacje wtórne,
niwelacja precyzyjna*

Tadeusz GŁOWACKI*, Wojciech MILCZAREK*

POWIERZCHNIOWE DEFORMACJE WTÓRNE DAWNYCH TERENÓW GÓRNICZYCH

Artykuł porusza problem deformacji wtórnych obserwowanych na powierzchni terenu w rejonie starych, nieistniejących zakładów górniczych rudy miedzi i węgla kamiennego. Autorzy omawiają proces kształtowania się deformacji w końcowym okresie działania zakładu górniczego i po jego zatrzymaniu, oraz po zaprzestaniu wszelkich prac zabezpieczających powierzchnię terenu przed wpływami działalności górniczej. Omówiono obniżenia powierzchni na przykładzie dwóch nieczynnych zakładów górniczych: „Konrad” w Iwinach wydobywającego rudę miedzi i „Thorez” w Wałbrzychu, starą kopalnię węgla kamiennego. W pierwszej części referatu omówiono krótką historię powstania starego zagłębia miedziowego i dolnośląskiego zagłębia węgla kamiennego. Następnie omówiono procesy powstawania deformacji na terenach górniczych. Prowadzenie ciągłych pomiarów geodezyjnych pozwala na monitorowanie zmian ukształtowania powierzchni terenu, w referacie wskazuje się źródła powstawania przemieszczeń pionowych po zaprzestaniu eksploatacji, zamknięciu zakładu górniczego i zatrzymaniu wszelkich prac zabezpieczających. Na obszarze Dolnego Śląska istnieje bardzo wiele pozostałości po nieczynnych kopalniach, powierzchniowe pomiary geodezyjne wykazują stałą aktywność terenów pogórnicznych i konieczność kontroli ukształtowania powierzchni terenu.

1. WSTĘP

Deformacją nazywamy zmiany geometryczne i zniekształcenie części górotworu lub jego wierzchniej warstwy – powierzchni terenu. Do opisanego przebiegu i wartości deformacji cząstek górotworu ulegających przemieszczeniom pod wpływem eksploatacji trzeba zmierzyć szereg wielkości geometrycznych (Szpetkowski, 1978)

* Politechnika Wroclawska, Instytut Górnictwa, Na Grobli 15, 50-421 Wrocław, Poland

W każdym przypadku naruszenia dotychczasowego stanu górotworu występują przemieszczenia opisywane dwoma składowymi: pionowymi – może być to osiadanie lub wypiętrzanie powierzchni terenu i poziomymi deformacjami i odkształceniami. Na podstawie wartości przemieszczeń wyznacza się wskaźniki deformacji, które umożliwiają przypisanie terenu do odpowiedniej kategorii, od której zależy m.in. forma przyszłego zagospodarowania powierzchni (Kaszowska 2007, Kołodziejczyk i in. 2008)

Proces powstawania obniżeń pod wpływem wybrania pewnej objętości górotworu jest stosunkowo dobrze opisany w literaturze. W wyniku eksploatacji prowadzonej na znacznej głębokości nad eksploatowanym terenem powstaje niecka obniżeniowa, inaczej nazywana niecką osiadania. Powierzchnia niecki jest większa niż powierzchnia rzutu wyeksploatowanej części pokładu. Jej zasięg wzrasta wraz z głębokością wydobycia. W miarę postępu eksploatacji granice niecki poszerzają się, zmienia się także jej głębokość aż do osiągnięcia pewnej wartości granicznej – wówczas mimo dalszego prowadzenia robót podziemnych można zaobserwować jedynie powiększanie się powierzchni niecki. Jeśli w danym czasie parametry niecki ulegają zmianie, nazywa się ją niecką dynamiczną. Uspokojenie się przemieszczeń po zakończeniu eksploatacji zwykle następuje po upływie kilku miesięcy lub lat od zakończenia prac górniczych (Chwastek, 1980).

Znane są metody mające na celu przewidywanie przyszłego kształtu i zasięgu powstającej niecki. Do najbardziej znanych należą teorie Budryka i Knothego oraz teoria Kochmańskiego czy Kowalczyka (Trojanowski, Szpetkowski, 1978).

Natomiast niewiele jest w polskiej literaturze informacji na temat dotyczących wyników obserwacji oraz metod prognozowania pionowych przemieszczeń terenu polegających na podnoszeniu się jego powierzchni na skutek zatapiania kopalni. Prawdopodobnie zjawisko to uchodziło do tej pory uwadze. Przyczynę mogła stanowić intensywna eksploatacja, kiedy znaczne obniżenia się terenu pod wpływem wybierania pokładu niwelowały znacznie mniejsze ruchy górotworu polegające na wypiętrzaniu terenu. Początkowo jedyne zaobserwowane przypadki były interpretowane jako błędy pomiaru lub stabilizacji punktów pomiarowych (Palczek, 2006).

Samo zjawisko wypiętrzania się gruntu pod wpływem zatapiania kopalni jest znane od czasu pionierskich badań właściwości mechanicznych gruntu wykonanych przez Terzghiego w 1925 r. Natomiast przyczyna tego zjawiska została ostatecznie ustalona w 1994 roku przez Goetza. Pierwsze badania nad tym zjawiskiem były prowadzone w Limburgu w Holandii i w Witten w Niemczech (Kaszowska 2007, Kołodziejczyk i in. 2008).

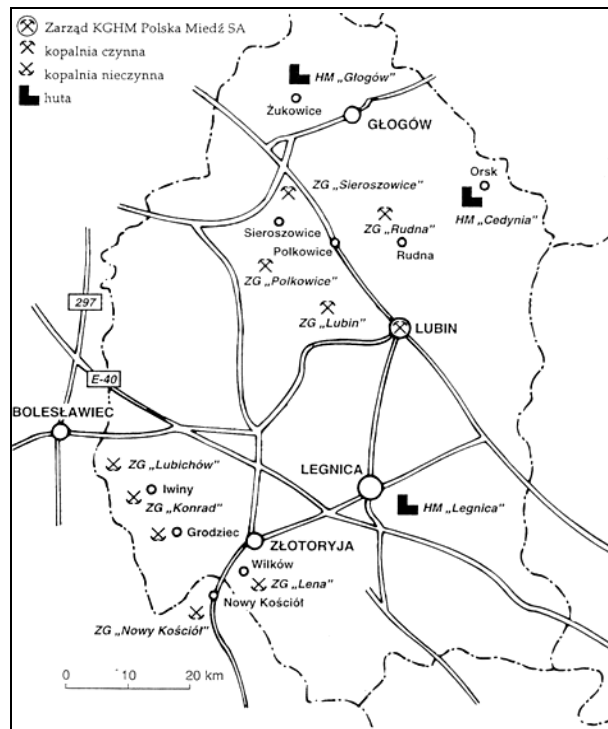
Proces wypiętrzania się terenu jest spowodowany zmianą wysokości zwierciadła wód podziemnych. Wzrost siły wyporu wody powoduje zmniejszenie ciśnienia nadkładu zalegającego nad wyrobiskiem, a to jest bezpośrednią przyczyną występowania wypiętrzeń terenu. Jednak wypiętrzenia te są stosunkowo niewielkie w porównaniu z poprzednimi obniżeniami terenu (Palczek, 2006).

2. LOKALIZACJA OBSZARÓW BADAŃ

2.1 KOPALNIA „KONRAD” W IWINACH

Prace geologiczno-rozpoznawcze na terenie niecki północno-sudeckiej rozpoczęły się w 1936r, gdy rejony te należały do Niemiec. Były one skupione na obszarze synkliny grodzieckiej oraz złotoryjskiej. W przypadku synkliny grodzieckiej, na terenie której znajdują ZG Konrad zaprojektowano wówczas 50 otworów wiertniczych, z czego odwiercono 40. Zachowała się dokumentacja dotycząca 33 z nich. Na ich podstawie stwierdzono, że znajduje się tam złożo rudy miedzi. Została opracowana stratygrafia i litologia regionu oraz opisano stosunki facjalno-paleogeograficzne i mineralizację występujących tam utworów (Mądrala, 2008)

Z powodu przygotowań do zbliżającej się II Wojny Światowej podjęto decyzję o eksploatacji udokumentowanych złóż (w kopalniach Konrad i Lubichów) pomimo trudnych warunków złożowych. W 1938 roku została utworzona firma BUHAG – Berg und Hütten Aktiengesellschaft (Górnictwo-Hutnicze Towarzystwo Akcyjne)

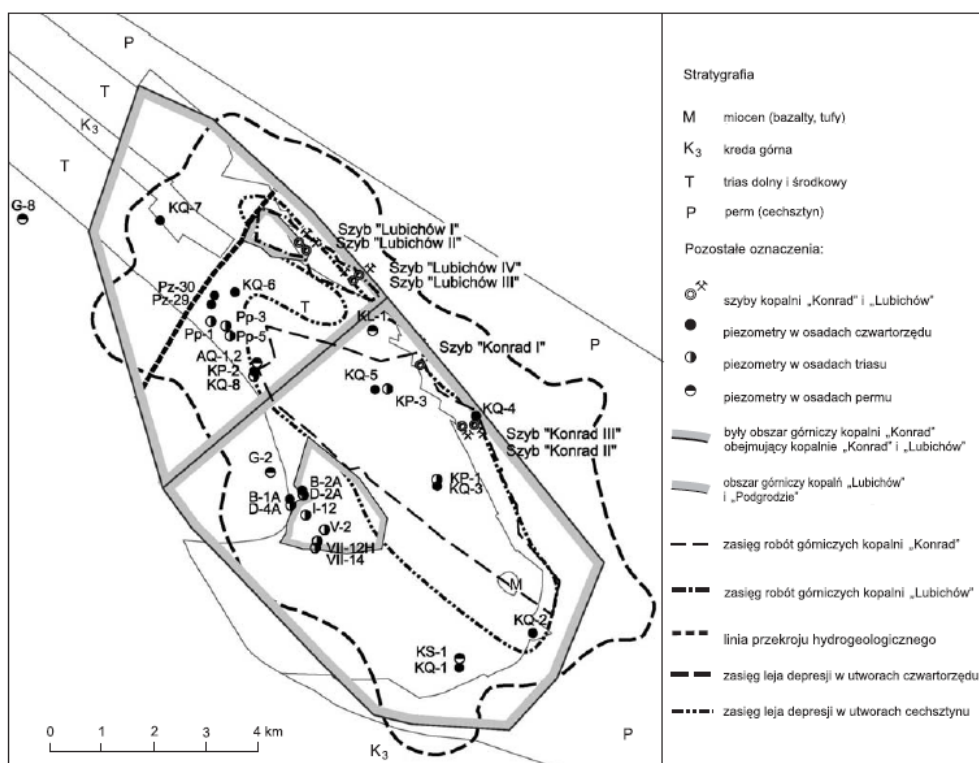


Rys. 1. Lokalizacja kopalni „Konrad” (Monografia, 1996)

Fig. 1. Location of „Konrad” mine (Monografia, 1996)

z siedzibą we Wrocławiu, która zarządzała tym przedsięwzięciem. W jej skład wchodziły: kopalnia K-I Iwiny (Mittlau-Grube), kopalnia K-II koło Olszanicy (Mühlberg-Grube bei Alzenau), kopalnia Lubichów (Liebichau-Grube) oraz późniejsze Zakłady Górnicze „Lena” (Hegewald-Grube bei Haasal) oraz wszelkie zakłady przerobcze i hutnicze bazujące na rudach miedzi z obu synklin (rys. 1) (Kronika Polskiej Miedzi 2010).

Jako pierwszy powstał szyb Konrad II (K-II). Miał on 212 m głębokości i dwa poziomy eksploatacji: 156 oraz 200 (po wojnie 140 m i 180 m). W 1944 roku dwukrotnie uległ awarii, w wyniku których został zatopiony do kwietnia 1952 r. Natomiast szyb Konrad I nie został ukończony przed końcem wojny. W ostatnim roku wojny osiągnął głębokość 133 m, a następnie w wyniku działań wojennych został zatopiony. Szyby Lubichów I i II (L-I i L-II) osiągnęły odpowiednio 115 i 134 m. W 1944 r. zostały połączone przekopem na poziomie 68 m, po czym również uległy zatopieniu (rys. 2).



Rys.2. Rozmieszczenie szybów kopalni „Lubichów” i „Konrad” wraz z mapą geologiczną odkrytą (Fischer i in., 2000)
 Fig. 2. Location of „Lubichów” and „Konrad” mining shaft on geological uncovered map (Fischer i in, 2000)

W 1950 r. powstały Zakłady Górnicze „Konrad”. Dwa lata później miały miejsce pierwsze prace nad odwodnieniem kopalni, zaś rok później ponownie rozpoczęto wydobycie rudy miedzi. Złoże udostępniono za pomocą szybów K-I i K-II oraz upadowymi w kopalni UG (Upadowa Grodziec) (Kaczmarek i in. 2008)

Do początku lat 60. udostępniono złoże w rejonie szybu K-II oraz złoże obszaru miedzi Lubichów. W tym czasie został też pogłębiony szyb K-I do poziomu 240m. Oraz wybudowano zakład przeróbczy o zdolności przeróbczej 1,8 mln ton. Do początku lat 70. zostało udostępnione złoże pomiędzy poziomami 240 a 550 m, a następnie do roku 1979 do poziomu 830 m.

W lutym 1987 r. podjęto decyzję o zlikwidowaniu kopalni. Pod koniec 1989 r. zakończono eksploatację rudy miedzi, następnie do roku 1993 podejmowano prace mające na celu przebranzowanie zakładu oraz kontynuowano wydobycie gipsu i anhydrytu, a także utrzymywano pompowanie wody. W 1994 r. połączono pozostałości po kopalniach „Konrad” i „Lena” w jedną jednostkę o nazwie Zakłady Górnicze „Konrad” (Paździora, 2008).

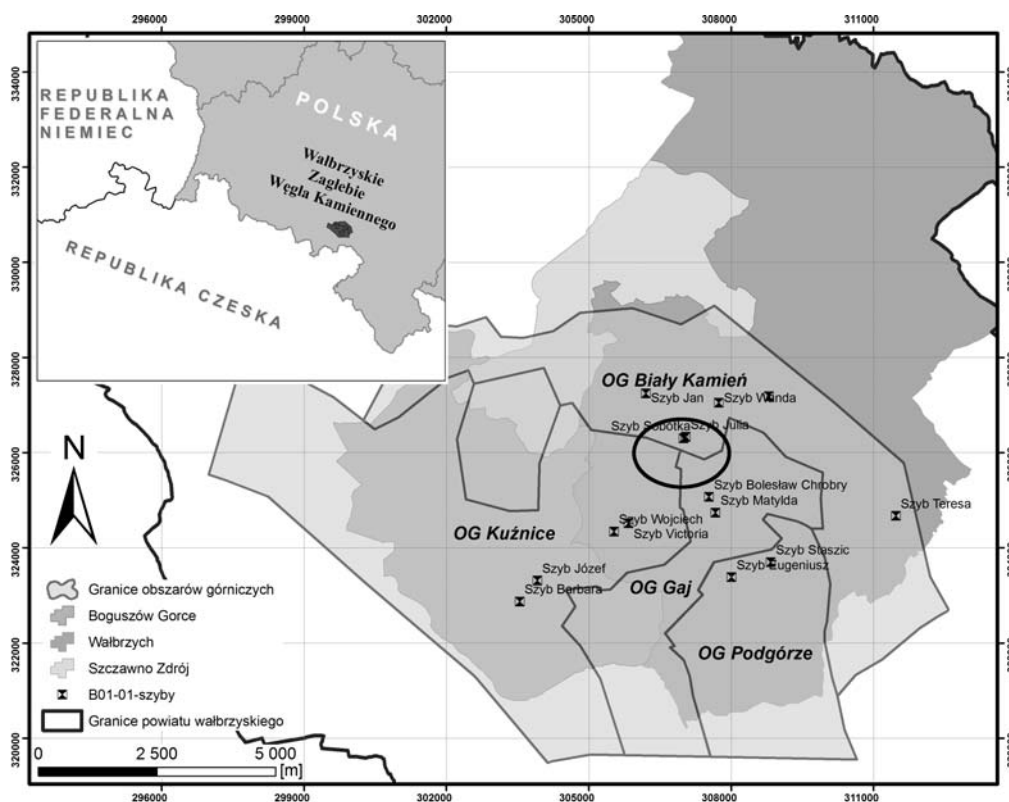
W okresie styczeń–marzec 2001 r. rozpoczęto likwidację kopalni „Konrad” przez zatapianie. Proces ten odbywał się w dwóch etapach, w pierwszym zostały wyłączone pompownie na poziomach 830 i 650, a w drugim 550 i 240. Po zakończeniu rozbiórki budynków nadszybi, szyby K-I i K-I zostały przystosowane do obserwowania zmian położenia zwierciadła wód. Na podstawie Rozporządzenia Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 14.04.1995 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych, w przypadku podjęcia decyzji o całkowitym zatopieniu kopalni, szyby K-I, K-II i K-III mają zostać zlikwidowane poprzez zasypanie. Powinno ono jednak zostać wykonane w taki sposób, by umożliwić dostęp do zatopionych wyrobisk poziomu 240 w razie gdyby w przyszłości korzystne stało się pozyskanie powstałych surowców, pobór wody lub wykorzystanie wyrobisk chodnikowych do innych celów.

Proces zatapiania złoża jest monitorowany za pomocą dwóch systemów. Pierwszy stanowią czujniki ciśnienia znajdujące się w wyrobiskach podziemnych na poziomie 830 i w szybie K-I na poziomie 550. Na drugi składają się czujniki ciśnienia zabudowane w otworach wiertniczych AQ-1 i AQ-2 wykonanych z powierzchni terenu. Oprócz tego w planach jest także wykonanie sieci piezometrycznej na powierzchni całego byłego terenu górniczego kopalni „Konrad”, co ma umożliwić obserwację poziomu zwierciadła wód podziemnych w triasowo-czwartorzędowym poziomie wodonośnym (Paździora, 2008).

Rzeczywiste tempo zatapiania okazało się być szybsze od prognozowanego przez CBPM Cuprum”. Czas zalania wyrobisk od poziomu 830 do 550 był aż o 1/3 szybszy od przewidywanego. Zakłada się, że ustabilizowane zwierciadło wód podziemnych będzie utrzymywać się na poziomie niższym od pierwotnego (Downarowicz i in. 2008)

2.2. KOPALNIA „THOREZ” W WAŁBRZYCHU

Wałbrzyskie Zagłębie Węglowe, obejmujące obszar miasta Wałbrzycha i okolic (województwo dolnośląskie), stanowiło do końca ubiegłego stulecia część, obok zagłębia noworudzkiego, Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego (rys. 3).



Rys.3. Lokalizacja obszaru badań, rejon filara ochronnego szybu Julia i Zakładu Koksowniczego nr 3, byłej KWK „Thorez” (Milczarek, 2011)

Fig. 3. Location of investigation, region of protection area of Julia well and Brazier Industrie Nr 3 (Milczarek, 2011)

Udokumentowane zapisy dotyczące funkcjonowania pierwszych kopalń węgla kamiennego w rejonie wsi Biały Kamień, obecnie dzielnicy Wałbrzycha, sięgają drugiej połowy XVI wieku (Piątek & Piątek, 2000). Przełomowym okresem w rozwoju górnictwa na obszarze WKWK były lata 1843–1880, w których Wałbrzych oraz Nowa Ruda uzyskały połączenie kolejowe z Wrocławiem, Jelenią Górą i Kłodzkiem. W latach 1853–1880 wydobywanie węgla kamiennego wzrosło prawie sześciokrotnie. Dalszy intensywny rozkwit zagłębia przypadł na okres po II wojnie światowej, na obszarze którego działania wojen nie wyrządziły znaczących szkód. Maksymalne

wydobyte osiągnięto w 1955 roku i wyniosło ono 3,25 mln ton. Przez następne 30 lat wydobyte węgla wynosiło od 2,35 do 2,70 mln ton (Piątek & Piątek, 2000). Okres schyłkowej eksploatacji rozpoczął się w 1980 roku. Charakteryzował się gwałtownym zmniejszeniem wydobywania o około 40% (Fischer i in., 2000). W 1950 roku w wyniku przemianowania kopalni „Biały Kamień” utworzona zostaje KWK „Thorez”.

Przebieg likwidacji KWK „Thorez” realizowany był wraz z likwidacją pozostałych dwóch kopalń wałbrzyskich (KWK „Wałbrzych” oraz KWK „Victoria”). Kopalnie jako trwale nierentowane decyzją ministra przemysłu postawione zostały w stan likwidacji z dniem 31.12.1990 roku. Do roku 1993 każda z kopalń likwidowana była niezależnie. Po tym okresie kopalnie połączono w jeden wielozakładowy podmiot: Wałbrzyskie Kopalnie Węgla Kamiennego (WKWK). Jednocześnie KWK „Thorez” przekształcona została w Zakład Górniczy „Julia” (Kmak i in., 2000). Likwidacja ZG „Julia”, która wchodziła w skład WKWK obejmowała likwidację podziemnej i powierzchniowej infrastruktury poszczególnych zakładów oraz jednoczesne wygaszanie wydobywania, restrukturyzację zatrudnienia oraz majątku zakładu, usuwanie szkód górniczych, rekultywację terenów poprzemysłowych, usuwanie problemów środowiskowych związanych z likwidacją kopalni. Z dniem 30.09.1996 zaprzestano wydobywania węgla kamiennego w ZG „Julia”.

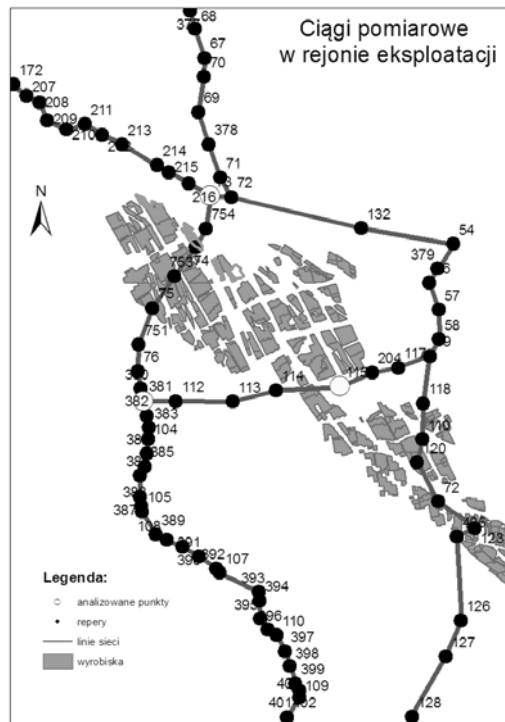
Koniec wydobywania węgla związany z zaprzestaniem odwadniania eksploatowanego górotworu. W okresie eksploatacji obszar kopalni należał do tzw. centra drenażu „Julia” oraz „Teresa-Pokój”. Pierwsze odwadniało (poprzez szyb Julia) pole centralne oraz część pola wschodniego KWK „Thorez”, a drugie odwadniało pozostałą część pola wschodniego (Fischer i in., 2000). Proces zatapiania kopalń wałbrzyskich rozpoczęto w 1994 roku (Fischer i in., 1996). Podczas tego procesu, ze względu na korzystne warunki geologiczne możliwym było zatapianie poszczególnych pól w sposób niezależny (niezależne zbiorniki). Zatapianie górotworu z obszaru ZG „Julia” realizowane było poprzez zbiornik „Julia”, który zatapiany był od poziomu -410 m (Fischer i in., 2000).

3. GEODEZYJNE POMIARY DEFORMACJI TERENU

3.1. KOPALNIA „KONRAD”

Dane wykorzystywane w opracowaniu pochodzą z pomiarów geodezyjnych wykonanych na terenie obszaru górniczego kopalni „Konrad”. Sieć 241 punktów kontrolnych (reperów), tworzy 26 linii pomiarowych, wyznaczających 11 punktów węzłowych. Łączna długość linii pomiarowych wynosi 220,75 km. Zasięg pomiarowy obejmuje obszar o powierzchni 300 km² stanowiący tereny eksploatacyjne kopalni „Konrad” oraz tereny przylegające znajdujące się na wschód od miejscowości Bolesławiec. Do analiz przemieszczeń pionowych wykorzystano pomiary z lat: 1967, 1973, 1974, 1979, 1988, 1994, 2004, 2005, 2006, 2007. Jednak nie w każdym roku

zmierzone wysokości wszystkich punktów. Szczegółowe położenie reperów w pobliżu byłej kopalni przedstawia szkic sieci niwelacyjnych w rejonie ZG „Konrad” (rys. 4).



Rys.4. Szkic lokalizacji linii pomiarowych w rejonie kopalni „Konrad”
Fig. 4. Draft of measure lines location.in mine „Konrad” area

3.1.1. ANALIZA DEFORMACJI

Analizę zmian wysokości powierzchniowych punktów terenowych przeprowadzono dla wszystkich punktów znajdujących się w rejonie eksploatacji kopalni, wszystkie analizowane punkty znajdują się na załączonym szkicu (rys. 4), w analizie ujęto 70 punktów. Do szczególnej oceny zmian wysokości wybrano trzy punkty: 73, 115 oraz 382. Punkt nr 73 na linii VIII to punkt węzłowy, zlokalizowany między dwoma terenami górniczymi: „Konrad” i „Lubichów”, wpływ na przemieszczenia punktu miała eksploatacja w dwóch kopalniach. Punkt 115 na linii XIII, zlokalizowany w centralnej części kopalni, nad wyrobiskami powstałymi w różnych latach eksploatacji i na różnych głębokościach, największe osiadania pomierzone zostały w latach 1967-1999. Ostatnim w analizie jest punkt 382 na linii XII, założony jako punkt uzupełniający w

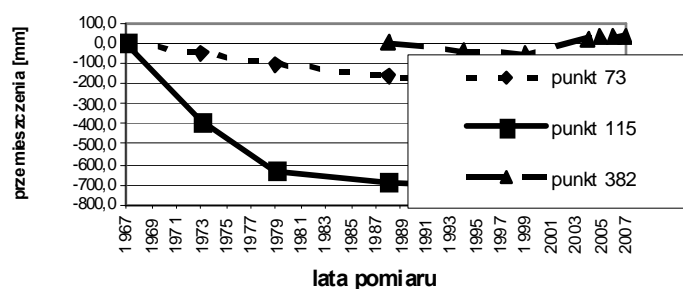
1988 roku, a mierzone w latach 1988–2007, na którym zaobserwowano największe wypiętrzenia zmierzone po roku 1997. W tabeli poniżej przedstawione zostały wysokości zmierzonych punktów oraz wartości różnic wysokości wyznaczonych w kolejnych cyklach pomiarowych.

Tab. 1. Pomierzone wysokości punktów i wyznaczone różnice wysokości
Tab.1. The results of point height measure and height difference calculated

Rok pomiaru	Punkt 73 Wysokość [m]	Różnica wysokości [mm]	Punkt 115 Wysokość [m]	Różnica wysokości [mm]	Punkt 382 Wysokość [m]	Różnica wysokości [mm]
1967	205,7862	0,0	252,4765	0,0	–	–
1973	205,7385	–47,7	252,0890	–387,5	–	–
1979	205,6832	–55,3	251,8456	–243,4	–	–
1988	205,6224	–60,8	251,7898	–55,8	215,9939	0,0
1994	205,6019	–20,5	251,7742	–15,6	215,9518	–42,1
1999	205,5945	–7,4	251,7669	–7,3	215,9411	–10,7
2004	205,6521	57,6	251,8168	49,9	216,0170	75,9
2005	205,6571	5,0	251,8211	4,3	216,0217	4,7
2006	205,6610	3,9	251,8303	9,2	216,0257	4,0
2007	205,6681	7,1	251,8362	5,9	216,0308	5,1

Największe sumaryczne osiadania osiąga punkt 115 w roku 1999, które wynosi –709,6 mm, największe sumaryczne wypiętrzenie osiąga punkt 382 +89,7 mm. Na wykresie (rys. 6) widać, że punkty niezależnie od lokalizacji przestrzennej w rejonie kopalni osiadają systematycznie do roku 1999, kolejna kompania pomiarowa w 2004 roku wykazała wypiętrzenia na wszystkich omawianych punktach.

Wykres przemieszczeń wybranych punktów pomiarowych



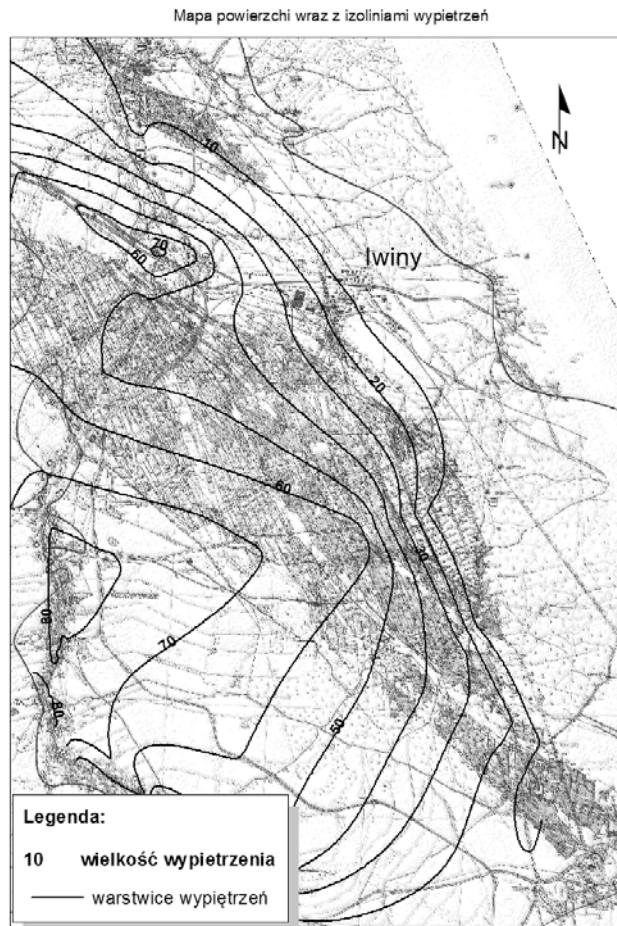
Rys. 6. Wykres przedstawiający zmiany położenia punktów w latach 1967–2007

Fig. 6. Graph of points deformation in years 1967–2007

W roku 1989 zaprzestano eksploatacji rudy miedzi, w 1994 zaprzestano wszelkich robót górniczych, a w roku 1999 zaprzestano wszelkich działań związanych z zabezpieczeniem wodnym kopalni. Obniżanie terenu można powiązać z faktem, że eksploatacja kopalni została zakończona w 1989 roku (przemieszczenia terenu mogą następować jeszcze wiele lat po jej zakończeniu). Gdyby nie fakt, że w 2001 roku rozpoczęto likwidację kopalni poprzez zatapianie, proces ten uległby już zakończeniu bądź następujące nadal obniżenia byłyby coraz mniejsze a teren dążyłby do osiągnięcia stanu ustalonego. Jednak od roku 2001 powierzchnia terenu zaczyna ulegać innym deformacjom – również przemieszczeniom pionowym, lecz o wartości dodatniej. Powstawanie wypiętrzeń w rejonach eksploatacji, można powiązać właśnie z zaprzestaniem odwadniania, co spowodowało zatopienie kopalni. Niestety nie jest możliwe precyzyjne określenie momentu powstania wypiętrzenia. Kolejny pomiar wykonany był dopiero w 2004 roku, czyli pięć lat po zakończeniu działalności i zamknięciu kopalni. Można przypuszczać, że już w 2001 roku powstały pierwsze wypiętrzenia, jednak nieznane są wartości, nikt w tym czasie nie przeprowadzał pomiarów wysokościowych. Dynamika tego procesu jest różna dla różnych punktów obserwacyjnych. Można zauważyć, że wypiętrzenia sięgają od 1% do ponad 100% pierwotnej wysokości terenu (np. punkt 382). Po roku 2004 wypiętrzanie nadal ma miejsce, jednak zachodzi zdecydowanie wolniej. Ponadto, jedynie w przypadku paru punktów miała miejsce sytuacja, że teren który uległ wypiętrzeniu po roku 1999 ponownie się obniżył. Można na tej podstawie wyciągnąć wniosek, że wypiętrzenie obejmuje mniejszy obszar niż zasięg deformacji wywołanych eksploatacją – czyli nie każdy punkt niecki który w przeciągu lat ulegał obniżeniu zacznie się podnosić pod wpływem zatapiania kopalni.

Kolejna ilustracja (rys. 6) przedstawia izoliny obniżeń zaobserwowanych w rejonie kopalni. Izoliny zostały naniesione na mapę powierzchni z zaznaczonymi parcelami eksploatacyjnymi.

Najmniejsze wypiętrzenia terenu górniczego występują we wschodniej części terenu górniczego, wzrastając stopniowo w kierunku zachodnim. Kierunek narastania wypiętrzeń jest zgodny z kierunkiem upadu złoża i jednocześnie z kierunkiem coraz głębszej eksploatacji, na coraz niższych poziomach eksploatacyjnych. Największe wypiętrzenia występują poza obszarem eksploatacji, jednak w zasięgu leża depresji wywołanego wcześniejszą eksploatacją. Można wobec powyższego wysnuć wniosek, że zatopienie kopalni, a co za tym idzie, odbudowa poziomów wodonośnych w utworach karbońskich i czwartorzędowych spowodowało pionowe przemieszczenia punktów pomiarowych na powierzchni.

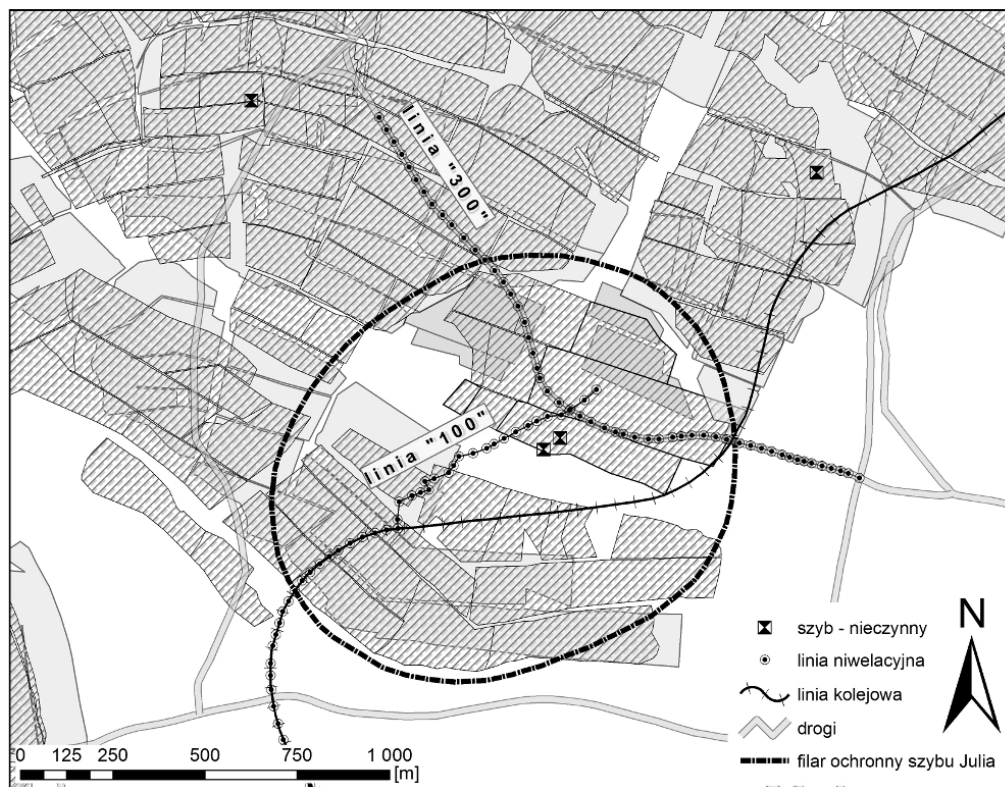


Rys. 6. Mapa końcowych wpiętrzeń terenu górniczego w roku 2007
Fig. 6. Map of final deformation in 2007

3.1.2. PRZEWIDYWANE PRZEMIESZENIA

Wyniki analizy są zgodne z powstałymi do tej pory badaniami na temat deformacji terenu pod wpływem eksploatacji górniczej. O ile w przyszłości nie nastąpią nieoczekiwane zmiany, teren ustabilizuje się. Liczba punktów obserwacyjnych, w których będzie następowało przemieszczenie o wartości dodatniej prawdopodobnie pozostanie na tym samym poziomie. Jednak wartość przemieszczeń będzie stopniowo malała, gdyż teren będzie dążył do stanu ustalonego. Na podstawie oceny prędkości procesu wpiętrzania, która będzie stopniowo maleć, można stwierdzić, że całkowite wpiętrzenie prawdopodobnie nie przekroczy 20% wcześniejszego obniżenia.

Poza powstawaniem deformacji ciągłych, istnieje ryzyko, że będą miały miejsce również deformacje nieciągłe. Na to zjawisko może wpływać fakt, że podczas trwania zatapiania kopalni zwykle odnotowuje się większą aktywności sejsmiczną górotworu. Według badań przeprowadzonych m.in. przez Flacha i Heicka w 1986 r. czy Rudolpha w 1997 r., liczba mikro-trzęsień zwykle zwiększa się podczas zatapiania wyrobisk i zatrzymuje się dopiero po zakończeniu tego procesu (Wolkersdorfer, 2008)



Rys. 7. Lokalizacja linii przebiegających przez filar ochronny szybu Julia i Zakładu Koksowniczego nr 3 w latach 2000–2008 (Milczarek, 2011)

Fig. 7. Location of measure lines in region of protection area of Julia well and Brazier Industrie No. 3 in years 2000–2008 (Milczarek, 2011)

3.2. KOPALNIA „THOREZ” W WAŁBRZYCHU

Pierwsze pomiary niwelacyjne przeprowadzone na obszarze KWK „Thorez” wykonano w roku 1979, zaś po zakończeniu eksploatacji węgla kamiennego w roku 2000 (Kłyż i in., 2000. Przestrzenny zasięg zrealizowanych pomiarów obejmował teren filaru ochronnego szybu Julia i Zakładu Koksowniczego nr 3. Pomiary wykonano na

liniach kontrolno-pomiarowych („100” oraz „300”) założonych i mierzonych cyklicznie od roku 1979 (rys 8) (Kłyż i in., 2000).

Kolejny cykl pomiarowy przeprowadzono w roku 2008. Z założenia cykl ten miał być kontynuacją pomiarów z roku 2000. W wyniku zniszczenia znacznej części punktów pomiarowych do oceny aktywności powierzchni terenu wykorzystano jedynie dane z 15 reperów.

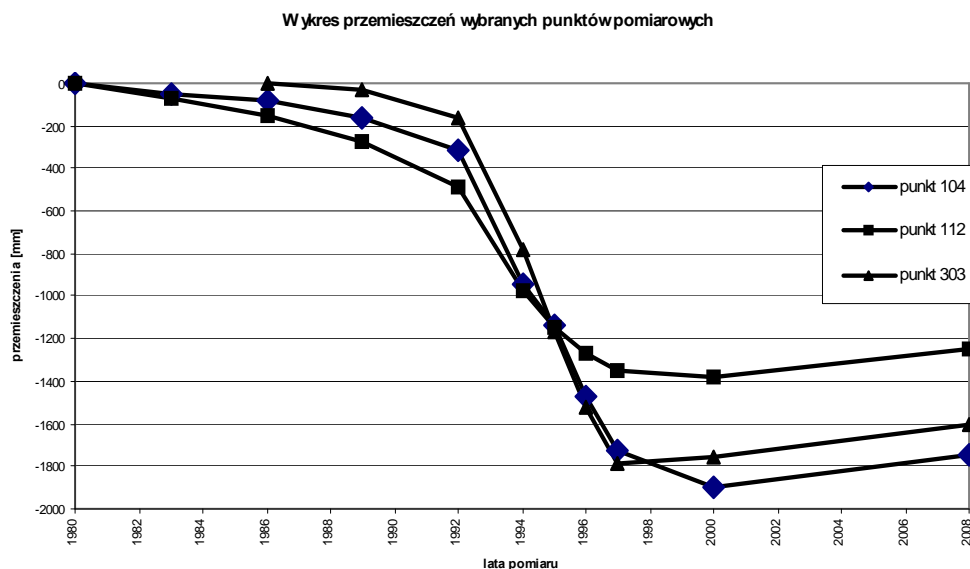
3.2.1. ANALIZA DEFORMACJI

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów w latach 2000-2008 stwierdzono, że na wszystkich analizowanych punktach pomiarowych zaobserwowane proces wypiętrzenia. Zrejestrowane wartości wypiętrzenia powierzchni terenu (rys. 7) oscylują w przedziale od + 93 mm (punkt 53) do +152 mm (punkt 611). Zaobserwowano również znacznie większe wypiętrzenie powierzchni terenu w rejonie punktu 113 (+408 mm), które może mieć związek z aktywności przebiegającego w sąsiedztwie XVII uskoku tektonicznego (rys. 11). Wszystkie zmierzone punkty w czasie aktywnej eksploatacji złóż węgla osiadały nawet do – 1894 mm. W tabeli 2 zestawiono pomiary z 11 cykli pomiarowych realizowanych w latach 1980-2008 dla trzech wybranych punktów charakterystycznych (112, 104 i 303).

Tab. 2. Pomierzone wysokości punktów i wyznaczone różnice wysokości
Tab. 2. The results of point height measure and height difference calculated

Rok pomiaru	Punkt 104 Wysokość [m]	Różnica wysokości [mm]	Punkt 112 Wysokość [m]	Różnica wysokości [mm]	Punkt 303 Wysokość [m]	Różnica wysokości [mm]
1980	443,914	0	446,464	0		
1983	443,868	-46	446,392	-72		
1986	443,830	-38	446,307	-85	444,512	0
1989	443,750	-80	446,194	-113	444,477	-35
1992	443,595	-155	445,975	-219	444,348	-129
1994	442,972	-623	445,490	-485	443,730	-618
1995	442,779	-193	445,320	-170	443,343	-387
1996	442,444	-335	445,191	-129	442,989	-354
1997	442,189	-255	445,115	-76	442,724	-265
2000	442,020	-169	445,080	-35	442,752	28
2008	442,168	148	445,218	138	442,903	151

Wyniki analizy przemieszczeń pionowych punktów charakterystycznych przedstawione zostały na rysunku poniżej (rys. 8). Wszystkie punkty osiadają do roku 1997, a następnie wypiętrzają się.



Rys. 8. Zmiany wysokości wybranych reperów w obszarze filaru ochronnego szybu Julia w okresie 1980-2008
Fig. 8. Graph of points deformation in years 1980-2008

3.2.2. PRZEWIDYWANE PRZEMIESZCZENIA

Obecnie prowadzone na obszarze wałbrzyskim badania obejmują oprócz wykonywanych obliczeń numerycznych, również cykliczne pomiary realizowane na specjalnie założonej sieci badawczej. Sieć składa się z 7 punktów GPS oraz ponad 12 km linii niwelacyjnych. Wstępne wyniki przeprowadzonych pomiarów w latach 2009-2010 (Milczarek, 2011) wskazują na ciągłą aktywność powierzchni górotworu. Przy czym istotnym jest fakt, że zaobserwowano zarówno lokalne obszary gdzie powierzchnia terenu obniża się jak i również obszary charakteryzujące się wypiętrzaniem.

Istotnym zagadaniem jest określenie dynamiki procesu wypiętrzania powierzchni w zależności od głównych czynników (tj.: dynamiki odbudowy poziomów wodonośnych oraz przestrzennego zasięgu prowadzonej w przeszłości eksploatacji). Tego typu badania mogą być realizowane w oparciu o obliczenia numeryczne wykonywane na uproszczonych modelach górotworu (Pottgens, 1985, Sroka, 2006). W przypadku rejonu wałbrzyskiego, wyniki mogą być weryfikowane z danymi uzyskanymi z opra-

cowań InSAR (z racji niewystarczającego zbioru danych geodezyjnych z okresu eksploatacyjnego).

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Stare Zagłębie Miedziowe, reprezentowane przez kopalnię „Konrad” w Iwinach, i Stare Zagłębie Węglowe na przykładzie kopalni „Thorez” w Wałbrzychu to dwa niezależne obszary górnicze. Wspólnym mianownikiem jest fakt, że kopalnie zostały już dawno wyłączone z eksploatacji, a zakłady górnicze zamknięte i wykreślone z rejestrów. Teren wokół dawnych kopalni ulega deformacji, a po wielu latach ujawniają się deformacje wtórne najczęściej w formie wypiętrzeń. Na terenie górniczym kopalni rudy miedzi wypiętrzenia osiągają wartości +90 mm i zauważane zostały po zlikwidowaniu kopalni i zaprzestaniu odpompowywania wód podziemnych z wyrobisk. W Wałbrzychu przemieszczenia pionowe osiągają +400 mm, jednak zauważone zostały dopiero po pewnym czasie od rozpoczęcia procesu zatapiania kopalni.

LITERATURA

- BLACHOWSKI J., CACOŃ S., MILCZAREK W., *Analysis of post-mining ground deformations caused by underground coal extraction in complicated geological conditions*. Acta Geodynamica et Geomaterialia, Vol. 6 No. 3 (155), Prague 2009, 351–357.
- CHWASTEK, J., *Miernictwo górnicze i ochrona terenów w górnictwie*, Wrocław 1980;
- DOWNAROWICZ, S., BECKER, R., *Problemy hydrogeologiczne budowy, eksploatacji i likwidacji kopalni rudy miedzi „Konrad”, Ekologiczne technologie wydobywania i wzbogacania rud*, Towarzystwo Konsultantów Polskich, Oddział Lubin, 2008.
- FISZER J., CZABAJ W., JERZ U., DAWICKI J., *Ocena oddziaływania na środowisko likwidacji wałbrzyskich kopalń węgla kamiennego*, Wrocław 2000.
- FISZER J., CYGAN J., SAWICKI J., CZERSKI K., WINNICKI A., KOMINOWSKI K., NOWAK M., TRENTOWSKI J., *Weryfikacja prognozy rekonstrukcji zwierciadła wód podziemnych i jej wpływu na powierzchnie terenu w obszarach górniczych kopalń wałbrzyskich w następstwie ich likwidacji*. Raport serii SPR 22, Politechnika Wroclawska, Instytut Górnictwa, 1996;
- KARCZMAREK W., ROŻEK R., *Historia poszukiwań i rozpoznania złóż rud miedzi w „Starym Zagłębiu Miedziowym”*, Dzieje górnictwa – element europejskiego dziedzictwa kultury, oficyna Wydawnicza Politechniki Wroclawskiej, Wrocław 2008;
- KASZOWSKA, O., *Wpływ podziemnej eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu*, http://www.gwsp.pl/cms_pliki/file_20070809103923.pdf
- KŁYŻ J., JEDRZEJEC E., KOWALSKI A., *Pierwsze doświadczenia z ochrony powierzchni. Osnowa geodezyjna kopalń do pomiarów deformacji*. 5.3. Charakterystyka osnowy geodezyjnej kopalń wałbrzyskich. pod redakcją A. Kowalskiego, Eksploatacja górnicza a ochrona powierzchni. Doświadczenia z wałbrzyskich kopalń, rozdział 5.3, s. 124–138. Główny Instytut Górnictwa, Katowice, 2000.
- KMAK K., PŁONKA A., WINNICKI A., *Górnictwo węgla kamiennego w latach 1945-1998*. pod redakcją: A. Kowalskiego, Eksploatacja górnicza a ochrona powierzchni. Doświadczenia z wałbrzyskich kopalń, rozdział 4.2, s. 73–93. Główny Instytut Górnictwa, Katowice, 2000.

- KOŁODZIEJCZYK, P., WESOŁOWSKI, M., *Teoretyczne ujęcie wtórnych ruchów górotworu spowodowanych zatapianiem likwidowanych wyrobisk górniczych*, http://www.min-pan.krakow.pl/Zaklady/pgedyn/warsztaty/pdf_08_.pdf;
- KRONIKA POLSKIEJ MIEDZI, Centrum Badawczo-Projektowe Miedzi CUPRUM Sp. z o.o. we Wrocławiu, 2008;
- MĄDRALA, M., *Wpływ zaprzestania odwodnienia ZG „Konrad” na chemizm wód podziemnych synkliny grodzieckiej w rejonie Iwin koło Bolesławca*, Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego 440: 101–110, 2010 r., http://www.pgi.gov.pl/images/stories/NW/Biuletyny_PIG/440/b440_madralla.pdf;
- MILCZAREK W., *Analiza zmian powierzchni górotworu po zakończonej eksploatacji górniczej w wybranym rejonie dawnego Wałbrzyskiego Zagłębia*. Politechnika Wrocławska, praca doktorska, Wrocław 2011;
- MONOGRAFIA KGHM Polska Miedź S.A., Lubin 1996;
- PALECZEK, W., *Analiza obniżen niecki w czasie na terenach podlegającym wpływom eksploatacji górniczej*, http://www.bud.pcz.czest.pl/pliki/zeszyty/13/paleczek_analiza.pdf;
- PALECZEK, W., *Wpływ robót górniczych na górotwór i powierzchnię terenu z uwzględnieniem przemieszczeń pionowych wskutek odwodnienia*, http://www.bud.pcz.czest.pl/pliki/zeszyty/14/b14_13.pdf.
- PAŹDZIORA, J., *Stare Zagłębie Miedziowe*, Towarzystwo Miłośników Bolesławca, Bolesławiec 2008;
- PIĄTEK Z., PIĄTEK E., *Górnictwo węgla kamiennego do 1945 roku*. pod redakcją: A. Kowalskiego, Eksploatacja górnicza a ochrona powierzchni. Doświadczenia z wałbrzyskich kopalń, rozdział 4.1, s. 49–72. Główny Instytut Górnictwa, Katowice, 2000.
- POTTGENS J.J.E., *Bodenhebung durch ansteigendes Grubenwasser*. 6. Internationaler Kongress für Markscheidewesen, s. 928–938, Harrogate, 1985.
- SROKA A., *Przytynek do prognostycznego obliczania ruchów pionowych powierzchni terenu spowodowanych wzrostem poziomu wód kopalnianych*. Materiały konferencyjne Szkoły Eksploatacji Podziemnej, s. 111–120, Wydawnictwo Górnicze, Kraków, 2006.
- TROJANOWSKI, K., *Prognozowanie wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu w świetle teorii zagranicznych i krajowych*, Poradnik Górnika, t.II, dział VIII;
- SZPETKOWSKI, S., *Pomiary deformacji na terenach górniczych*, Wydawnictwo „Śląsk”, Kraków 1978.
- WOJAS, M., *Przydatność danych geodezyjnych na terenach górniczych do celów projektowych*, <http://delibra.bg.polsl.pl/Content/535/M.+Wojtas-doktorska.pdf>
- WOLKERSDORFER, C., *Water Management At Abandoned Flooded Underground*, Berlin Heidelberg 2008;

SURFACE DEFORMATION OF THE SECONDARY FORMER MINING AREAS

The paper discusses the problem of secondary deformation observed on the surface of the land in the area of the old, non-existent copper and coal mines. The authors discuss the formation of the deformation in the final period of the mine, and after its arrest, after the close of any work of protecting the surface area of influence of mining activities. Discusses the reduction of the surface of the example of two disused mines: mining copper "Konrad" in Iwiny and "Thorez" in Walbrzych, an old coal mine. In the first part of the paper discusses a brief history of the creation of old copper basin and the Lower Silesian coal basin. It then discusses the formation of deformation processes in mining areas. Conducting continuous surveying allows you to monitor changes in the formation of land, in the paper indicate the source of the vertical displacements after ending of operation, the closure of the mine and stopped all work safety. In the area of Lower Silesia there are many remnants of disused mines, surface geodetic measurements show a constant activity in post-mining areas and the need to control the formation of the surface.