

Stefan CACOŃ, Jan BLACHOWSKI, Wojciech MILCZAREK

Politechnika Wroclawska, Wrocław

ANALIZA ZMIAN POWIERZCHNI NIEJEDNORODNEGO GÓROTWORU W WARUNKACH PODZIEMNEJ EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ

Streszczenie. W pracy podjęto próbę oceny wpływu eksploatacji węgla kamiennego na reakcję uskoków tektonicznych w niejednorodnym geologicznie górotworze. W przedmiotowych analizach wykorzystano rezultaty powtarzanych pomiarów wysokościowych w ciągach niwelacyjnych na fragmencie terenu górniczego kopalni Victoria i Thorez w dawnym Wałbrzyskim Zagłębiu Węglowym. Rezultaty te odniesiono do budowy geologiczno-tektonicznej górotworu oraz eksploatowanych złóż węgla kamiennego w czasie i przestrzeni. Wyniki tych prac stanowią fragment szerszych analiz związanych z zachowaniem się powierzchni górotworu w okresie rewitalizacji środowiska przyrody nieożywionej po wyeksploatowanych pokładach węgla kamiennego i ocenę przydatności terenów do nowego zagospodarowania.

ANALYSIS OF HETEROGENEOUS GROUND SURFACE BEHAVIOR DUE TO UNDERGROUND MINING

Summary. An attempt has been made to assess influence of underground coal mining on tectonic faults in geologically heterogeneous ground. Results of repeated measurements of leveling lines in a fragment of the "Thorez" and "Victoria" mining ground in Wałbrzych Coal Basin have been used in analyses. These were then connected, spatially and in time, to geological and tectonic structure, as well as exploited coal layers. The presented results constitute part of broader analyses concerning studies of ground surface behavior following the end of coal seams mining and assessment of former mining areas for redevelopment.

1. Wprowadzenie

Problem uaktywniania uskoków tektonicznych w czasie prowadzenia podziemnej eksploatacji złóż stanowi jeden z istotniejszych zagadnień w ocenie procesów bezpieczeństwa

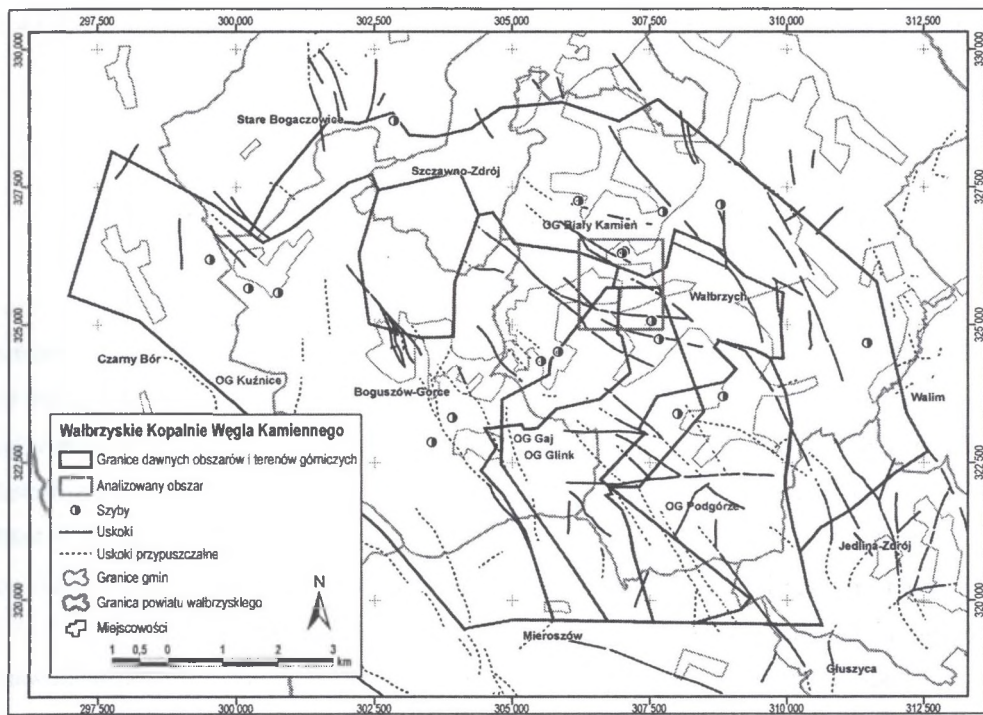
działalności górniczej. Z reguły prognozowanie zmian powierzchni terenu, pod wpływem eksploatacji podziemnej bazuje na teoriach zakładających jednorodność struktur geologicznych. Istniejące nieciągłości w górotworze powodowane uskokami tektonicznymi są często przyczyną nieprzewidzianych tąpnięć w przypadku ich naruszenia w czasie eksploatacji. Zachowanie się tych struktur w okresie poeksploatacyjnym stanowi problem, którego rozwiązaniem zainteresowane są instytucje planujące nowe zagospodarowanie terenów przemysłowych.

Dawne Wałbrzyskie Zagłębie Węgla Kamiennego (WZWK), które całkowicie zakończyło eksploatację górniczą, stanowi odpowiedni poligon do prowadzenia stosownych badań, mających na celu ocenę zachowania się górotworu w okresie jego rewitalizacji, ze szczególnym uwzględnieniem stref uskokowych.

W pracy podjęto próbę przeprowadzenia analizy wpływu eksploatacji podziemnej węgla kamiennego na reakcję uskoków tektonicznych. Analiza ta bazuje na rezultatach powtarzanych pomiarów wysokości reperów metodą niwelacji geometrycznej w ciągach przechodzących nad eksploatowanymi pokładami węgla. W opracowaniu przedstawiono część przedmiotowych badań na fragmencie obszaru górniczego WZWK, obejmującego teren kopalni Thorez oraz Victoria w okresie eksploatacji. Celem tych badań jest wskazanie lokalizacji newralgicznych rejonów dawnego obszaru górniczego, które mogą być zagrożone niewygasłymi jeszcze ruchami tektonicznymi. Pozyskane informacje stanowiąc będą podstawę do lokalizacji punktów sieci badawczej (GPS + niwelacja precyzyjna), na której prowadzone obserwacje pozwolą na wykrywanie ruchów powierzchni dawnego terenu górniczego w kilkanaście lat po zakończonej eksploatacji węgla kamiennego.

2. Ogólna charakterystyka budowy geologiczno-tektonicznej Wałbrzyskiego Zagłębia Węglowego

Obszar dawnych Wałbrzyskich Kopalń Węgla Kamiennego wynosił 93.68 km². Granice tego obszaru pokrywały się z granicami obszarów górniczych i obejmowały miasto Wałbrzych oraz tereny przyległe-gminy: Boguszów-Gorce, Czarny Bór, Jedlina Zdrój, Mioszów, Stare Bogaczowice, Szczawno Zdrój i Walim (rys. 1).



Rys. 1. Granice obszarów i terenów górnictwa z lokalizacją szybów dawnych Wałbrzyskich Kopalni Węgla Kamiennego na tle tektoniki

Fig. 1. Boundaries of mining grounds and location of mining shafts of the former WKWK against the background of tectonics

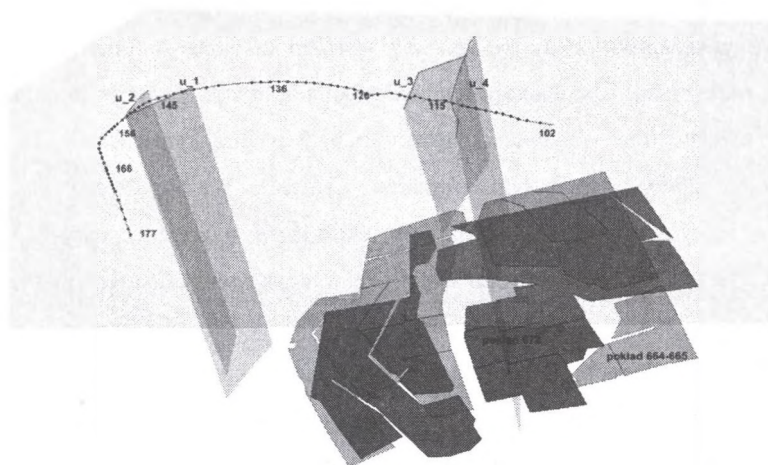
Złóża węgla kamiennego w tym zagłębiu powstały w wyniku gromadzenia się osadów w śródgórnym basenie sedymentacyjnym obecnej niecki wałbrzyskiej, która rozciąga się wzdłuż północno-wschodniego skrzydła depresji śródsudeckiej. Pokłady węgla związane są z utworami górnokarbońskimi, w których wyróżniono cztery kompleksy węglowe tzw. formacje: wałbrzyską, białokamienską, żaclerską i glinicką. Ogółem udokumentowano 80 pokładów węgla: 30 w warstwach wałbrzyskich, 2 w białokamienskich, 48 w żaclerskich (Kominowski, 2000). Na całym obszarze Zagłębia Wałbrzyskiego występują liczne dyslokacje, którym towarzyszą zaburzenia tektoniczne o zróżnicowanych kierunkach ich przebiegu. Na rys. 1 zlokalizowano uskoki tektoniczne na podstawie szczegółowych map geologicznych w skali 1:25000 (Bossowski i in. 1985,1990; Haydukiewicz i in. 1982 oraz Grocholski, 1971). Uskoki w niecce rozciągają się w kierunku NW – SE, ale ich układ zaburza m.in. intruzja Chełmca. Podstawowe jednostki strukturalne niecki to: antyklina Jabłowa oraz synkliny Gorców i Sobięcina rozdzielone intruzją (lakolit) Chełmca. Większą niecką złożową jest synklina Sobięcina o upadzie warstw do 30 stopni, a w sąsiedztwie

jednostki sowiogórskiej o upadzie do 60 stopni. Druga, mniejsza charakteryzuje się upadem warstw od 30 do 90 stopni (Kominowski, 2000).

3. Działalność górnicza WKWK w schyłkowym okresie eksploatacji

Po 1945 roku stosowano przedwojenne technologie wydobywania. Węgiel wybierano systemem ścianowym, przeważnie podłużnym, rzadziej poprzecznym, z obudową drewnianą. Wybraną przestrzeń likwidowano stosując podsadzkę pełną. Eksploatowano od kilku do kilkunastu pokładów jednocześnie. W latach 70. w kopalniach wałbrzyskich stosowano ścianowy podłużny system wybierania węgla z obudową stalowo-członową na zawał. W przypadku eksploatacji w filarach ochronnych dla pokładów o małym nachyleniu stosowano podsadzkę pneumatyczną pełną. Eksploatację ścianową podłużną z obudową drewnianą i podsadzką pełną suchą stosowano w pokładach silnie nachylonych.

Po podjęciu decyzji o likwidacji kopalń wałbrzyskich po roku 1990 eksploatowano jeszcze m.in. pokłady nr 664-665, 672 w kopalniach Thorez i Victoria (rys. 2). Po ostatecznym zakończeniu działalności górniczej w 1998 roku miała miejsce fizyczna likwidacja wyrobisk dołowych i infrastruktury technicznej na powierzchni. Z chwilą rozwiązania kopalnianych służb mierniczych nie prowadzono pomiarów geodezyjnych w filarach ochronnych kopalni.



Rys. 2. Przestrzenna lokalizacja eksploatowanych wyrobisk, linii „100” oraz uskoków tektonicznych
Fig. 2. Spatial distribution of mined coal parcels, levelling line “100” and tectonic faults

Pod koniec lat 90. XX wieku Kowalski z zespołem (2000) wykonali, stosując teorię Budryka – Knothego, prognozę obniżen terenu obliczonych dla okresu do 1996 r. na podstawie danych o: zgeneralizowanych konturach parcel eksploatacyjnych, głębokości i grubości parcel, systemie eksploatacji oraz współczynniku wyeksploatowania parceli. Dla okresu od 1946 do 1996 roku przewidywali największe osiadania w dzielnicach Wałbrzycha, do 8 m w Sobięcinie, do 6 m w Białym Kamieniu i Podgórzu oraz do 5 m w pozostałych.

W okresie powojennym geodezyjne pomiary deformacji prowadzono dla filarów ochronnych: szybu „Jan”, szybu „Julia” i Zakładu Koksowniczego nr 3, dzielnicy Nowe Miasto, kopalni Wałbrzych obejmujących szyby „Bolesław Chrobry”, „Eugeniusz”, „Staszic”, „Powietrzny”, zakłady koksownicze nr 2 i nr 4, wiadukty kolejowe i stację kolejową Wałbrzych Główny oraz śródmieście Wałbrzycha (Dudek i inni, 1989, Kowalski i inni, 2000).

W niniejszej pracy analizowano pomiary z lat 80. i 90. dla linii niwelacyjnej „100” w filarze ochronnym szybu „Julia”.

4. System geoinformacyjny dla WZWK

Źródłowe materiały geodezyjne (niwelacyjne) z lokalizacją reperów osnowy wysokościowej II klasy oraz rezultaty opracowania pomiarów prowadzonych w tych liniach ze zmianami wysokości reperów zaimportowano do systemu geoinformacyjnego dla WZWK.

Opracowany dla WZWK i rozbudowywany system geoinformacyjny gromadzi i integruje w cyfrowej bazie danych geograficznych, do tej pory rozproszone, archiwalne materiały górnicze, geologiczne, geodezyjne, zagospodarowania powierzchni i inne dla dawnych terenów górniczych WKWK.

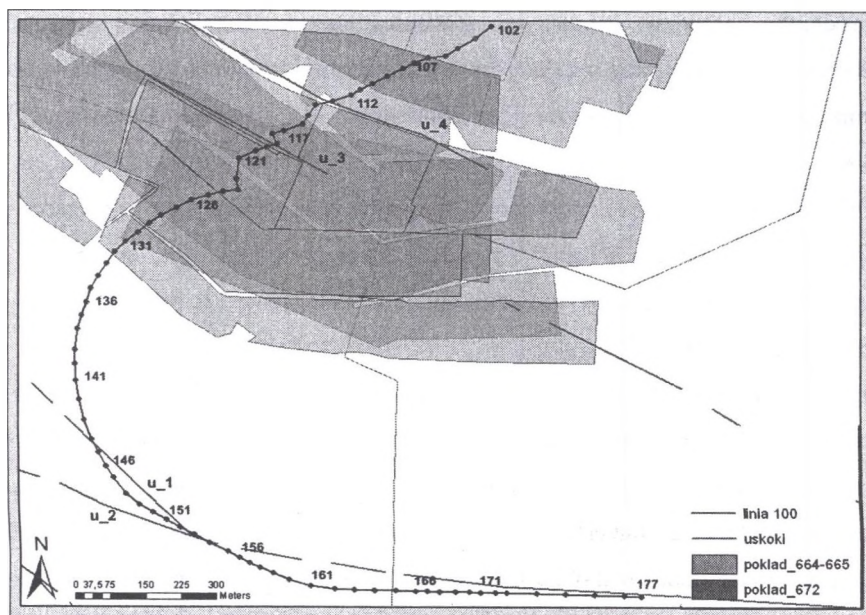
Sukcesywnie pozyskiwane i przetwarzane do postaci cyfrowej dane źródłowe są wykorzystywane w prowadzonych dla tego obszaru badaniach deformacji powierzchni górotworu pod koniec i po zakończeniu podziemnej eksploatacji węgla kamiennego. Rozproszone archiwalne materiały górnicze, geologiczne, geodezyjne, zagospodarowania powierzchni terenu i inne zostały zespolone w cyfrowej bazie danych. Stanowią dla obszaru WZWK rozbudowany system geoinformacyjny (Blachowski, 2006). System operuje w środowisku ArcGIS ESRI i pełni funkcję wspomagającą analizy i interpretacje rezultatów pomiarów geodezyjnych. Umożliwia korelację danych ilościowych (geodezyjnych)

z informacją przestrzenną, w tym: budową geologiczną, lokalizacją wyrobisk górniczych i eksploatowanych pokładów węgla. Zastosowanie funkcji analitycznych GIS w tym 3D (rys. 2) w analizach i modelowaniu przestrzennym wspomaga interpretację rezultatów tych obserwacji i ich wizualizację.

W niniejszej pracy wykorzystano część opracowanego systemu geoinformacyjnego w zasięgu wyrobisk podziemnych kopalni Thorez i Victori (rys. 2). Na rysunku pokazano przebieg wybranej linii niwelacyjnej „100”, na której powtarzane pomiary wysokościowe stanowią podstawę do przedmiotowych analiz.

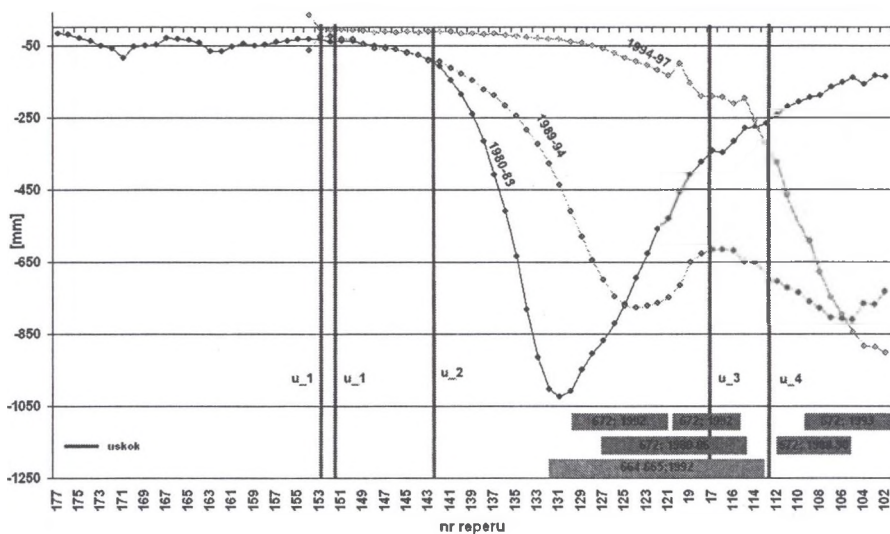
5. Analiza zmian wysokości reperów w relacji do procesu eksploatacji górniczej i stref uskokowych

Spośród wielu analizowanych linii niwelacyjnych do przykładowych analiz wybrano linię „100” (rys. 3), która nie odbiega pod względem rejestrowanych zmian od innych. Wyznaczone zmiany wysokości poszczególnych reperów zestawiono na rys. 4. Na rysunku zaznaczono uskoki tektoniczne oraz zasięg eksploatacji pokładów węgla kamiennego w pokładach 664-665 oraz 672.



Rys. 3. Usytuowanie linii niwelacyjnej „100” w odniesieniu do eksploatowanych pokładów i uskoczków tektonicznych

Fig. 3. Location of levelling line “100” in relation to mined coal parcels and tectonic faults

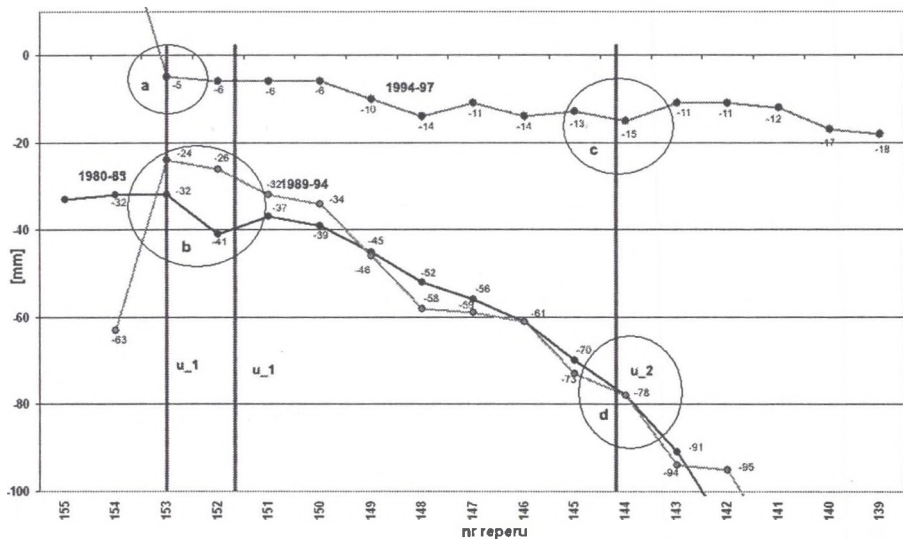


Rys. 4. Wykres zmian wysokości punktów na linii „100”

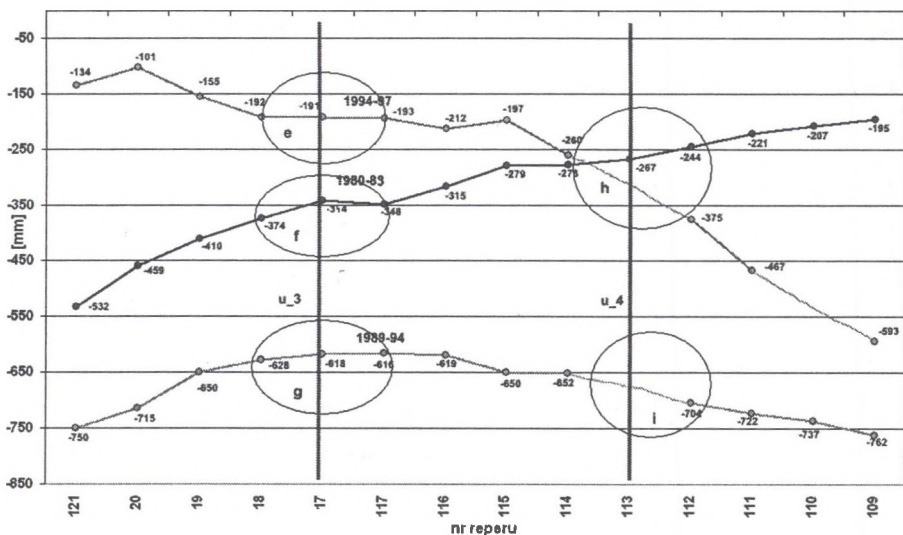
Fig. 4. Graph of height changes for points in levelling line “100”

Największe zmiany wysokości reperów zarejestrowano w okresie 1980-89 dochodzące do -1024 mm, kiedy eksploatowano pokład 672 w latach 1980-1988 i 1988-90. Niecka największych osiadań zawiera się między uskokami 2 i 3. Osiadania w okresie 1989-1994 związane są z eksploatacją pokładów 672 w okresie 1988-1990 oraz w latach 1992 i 1993, kiedy eksploatowano pokłady 664-665 i 672. W okresie 1994-97 największe osiadania zarejestrowano poza uskokiem 4. Zmiany te osiągają wielkości -903 mm i nie mają związku z eksploatacją na analizowanych pokładach. Przyczyny tych zmian analizowane będą z uwzględnieniem sąsiednich terenów górniczych, przy czym należy zauważyć, że w okresie tym rozpoczęto „wygaszanie” eksploatacji w całym Zagłębiu Wałbrzyskim.

W celu uchwycenia wpływu złożonej budowy geologiczno-tektonicznej na wielkość pionowych ruchów górotworu przeanalizowano pięć stref uskokowych przebiegających przez rozpatrywaną linię pomiarową. Graficznie zobrazowano to za pomocą wykresów poniżej. Dla analizy wpływu uskoków tektonicznych na rejestrowane przemieszczenia reperów powiększono fragmenty linii zmian na uskokuach 1, 2 w miejscach a, b, c, d (rys. 5) oraz na uskokuach 3, 4 w miejscach e, f, g, h, i (rys. 6).



Rys. 5. Zmiany wysokości (mm) punktów w sąsiedztwie uskoku 1, 2 i 3
Fig. 5. Height changes [in mm] of points near faults: 1, 2 and 3



Rys. 6. Zmiany wysokości (mm) punktów w sąsiedztwie uskoku 3 oraz 4
Fig. 6. Height changes [in mm] of points near faults 3 and 4

Na podstawie analitycznego i graficznego zapisu tych zmian można stwierdzić, że:

- linię niwelacyjną „100” uskoku „1” przecina dwukrotnie. W okresie 1980-89 zmiany wysokości dochodzą do 9 mm i wygaszane są w okresie 1989-1994 (4 mm) oraz w okresie 1994-1997 (1 mm),

- w rejonie uskoku „2” w latach 1980-1994 zmiany wysokości sąsiednich reperów osiągają 21 mm, by w okresie 1994-1997 wygaszania tych zmian osiągnąć wielkość 2-4 mm,
- w rejonie uskoku „3” zmiany wysokości w okresie 1980-1989 dochodzą do 27 mm, a w okresie 1989-1994 osiągają 12 mm, by w końcowym okresie eksploatacji 1994-1997 osiągnąć 2 mm,
- w rejonie uskoku „4” w okresie 1980-1989 zmiany wysokości dochodzą do 19 mm, a w okresie 1989-1994 osiągają 52 mm, by w końcowym okresie eksploatacji 1994-1997 osiągnąć 115 mm.

Z zestawionych danych wynika, że reakcja górotworu w rejonie uskoków tektonicznych potwierdza zmiany wysokości reperów. Wprawdzie są one niewielkie w odniesieniu do całkowitych osiadań, tym niemniej wskazują na potrzebę ich uwzględniania w ocenie zachowania się górotworu w okresie jego rewitalizacji.

6. Podsumowanie

Przeprowadzone analizy stanowią fragment prac obejmujących dawny obszar Wałbrzyskiego Zagłębia Węgla Kamiennego. Obszar ten od czasu zakończenia eksploatacji złóż węgla kamiennego podlega procesowi rewitalizacji oraz nowemu zagospodarowaniu terenu. Przykładem mogą być prace związane z rekultywacją i zagospodarowaniem hałd pogórnich (*Cacoń i in., 2000*).

Podjęte w pracy analizy wpływu eksploatacji podziemnej na relacje górotworu w strefach uskoków tektonicznych mają na celu stworzenie wyjściowej bazy danych ilościowych do śledzenia ich zachowania w kilkanaście lat po zakończeniu eksploatacji. O potrzebie takich badań świadczą sygnały o anormalnych, w tym nieciągłych, dalszych osiadaniach terenu w rejonach stref tektonicznych. Na właściwą i godną ocenę tego zjawiska oczekują inwestorzy nowych obiektów na tym terenie.

Przedmiotowe analizy przedstawione w niniejszej pracy obejmują jedną tylko linię niwelacyjną kilkakrotnie mierzoną w schyłkowym okresie eksploatacji, nie dają podstaw do wyciągnięcia uogólnionych wniosków, tym niemniej potwierdzają potrzebę kontynuowania tych badań. Zasadne jest nie tylko z badawczego punktu widzenia, powtórzenie pomiarów niwelacyjnych na wybranych liniach dawnego Wałbrzyskiego Zagłębia Węgla Kamiennego w dziesięć lat po zakończonej eksploatacji.

LITERATURA

1. Blachowski J., Cacoń S.: Monitoring of ground surface changes following the end of mining with satellite GPS technique, Mat. International Global Navigation Satellite Systems Society (IGNSS) Symposium, Surfers Paradise, Australia 2006.
2. Blachowski J.: System geoinformacyjny w badaniach deformacji powierzchni górotworu dawnych terenów górniczych Wałbrzycha. Projekt badawczy nr 332079. Raporty Politechniki Wrocławskiej, 2006.
3. Bossowski A., Czerski M.: Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów, arkusz Boguszów 1:25000, Warszawa 1985.
4. Bossowski A., Cerman Z., Grochowski A., Ignatowicz A.: Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów, arkusz Jedlina Zdrój 1:25000, Warszawa 1990.
5. Cacoń S., Blachowski J., Jabłoński M., Zając P., Miecznikowski Z., Bednarczyk Z., Grobelny G., Szarapo A.: Uwarunkowania rekultywacji i zagospodarowania hałd pogórnich w rejonie Wałbrzycha oraz koncepcje ich rekultywacji. Instytut Górnictwa Odkrywkowego Poltegor, Restrukturyzacja gospodarki w rejonie Wałbrzyskim i kierunki długookresowego rozwoju, Wrocław 2000.
6. Dudek A., Kiełbasiewicz W., Malinowski N.: Deformacje powierzchni terenu pod wpływem eksploatacji górniczej w filarze ochronnym szybu „Julia” kopalni Thorez i zakładu koksowniczego nr 3 w Wałbrzychu. Instytut Geotechniki Politechniki Wrocławskiej, Raport serii SPR nr 551, Wrocław 1989.
7. Grocholski A.: Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów, arkusz Miosroszów 1:25000, Warszawa 1971.
8. Haydukiewicz A., Olszewski S., Porębski S., Teisseyre A.: Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów, arkusz Wałbrzych, 1:25000, Warszawa 1982.
9. Kowalski A.: Zagrożenia powierzchni spowodowane dokonaną działalnością górnictwem i likwidacją kopalń, w Kowalski A.: Eksploatacja górnictwa a ochrona powierzchni. Doświadczenia z wałbrzyskich kopalń, Główny Instytut Górnictwa, Katowice 2000.
10. Kominowski K.: Geologia i hydrogeologia, w Kowalski A.: Eksploatacja górnictwa a ochrona powierzchni. Doświadczenia z wałbrzyskich kopalń, Główny Instytut Górnictwa, Katowice 2000.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Edward Popiołek