

Marek POZZI, Edward CEMPIEL, Aleksandra CZAJKOWSKA
Politechnika Śląska, Gliwice

PROFILAKTYKA PRZECIWPOWODZIOWA W ZLEWNI BIERAWKI NA TERENIE GÓRNICZYM KWK „SZCZYGŁOWICE”

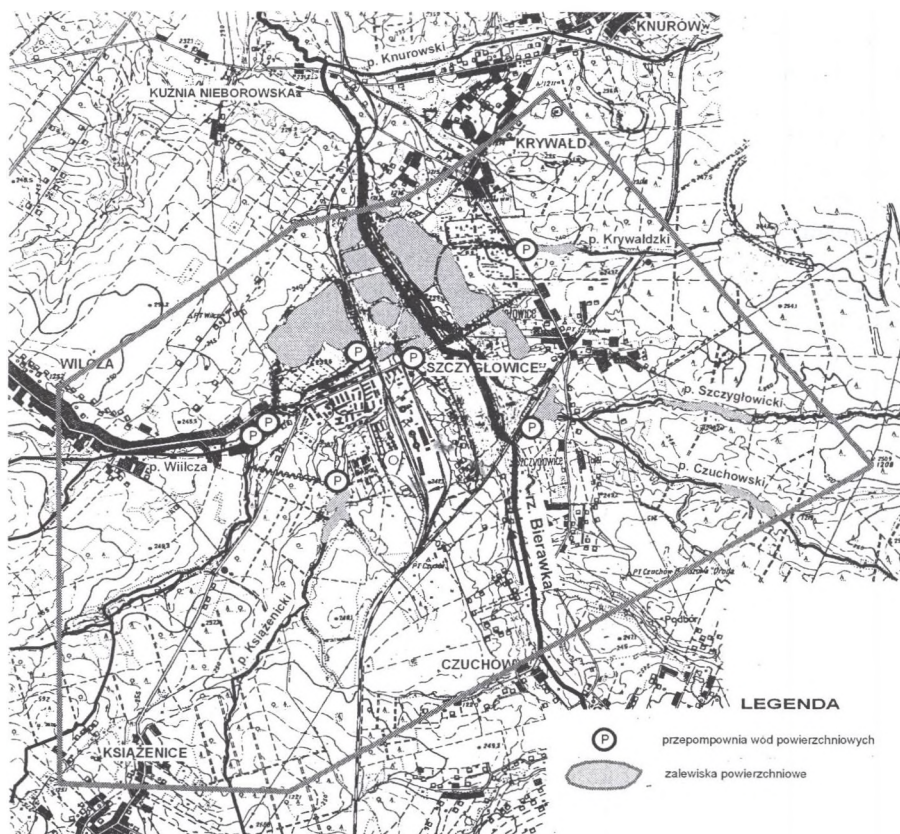
Streszczenie. Przedstawiono wpływ działalności górnictwa podziemnego i tworzących się poeksploatacyjnych niecek osiadania na warunki krążenia wód powierzchniowych i podziemnych. Zmiany stosunków wodnych w obszarze górniczym KWK „Szczygłowice”, gdzie wody powierzchniowe i gruntowe są odizolowane od wyrobisk górniczych warstwami nieprzepuszczalnymi, zaznaczają się przede wszystkim powstawaniem terenów podtopionych w wyniku zmiany spływu wód oraz zmniejszenia głębokości zalegania wód gruntowych. Oceniono zmiany ukształtowania powierzchni terenu i związane z nimi przekształcenia stosunków wodnych w zlewni rzeki Bierawki pod wpływem dokonanych i planowanych robót górniczych. Przeprowadzono analizę hydrologiczno-hydrauliczną zlewni Bierawki oraz przedstawiono koncepcję zabezpieczenia przeciwpowodziowego terenu górniczego KWK „Szczygłowice”.

FLOOD PREVENTION IN THE CATCHMENT OF THE BIERAWKA RIVER WITHIN THE SZCZYGŁOWICE MINING AREA

Summary. The influence of underground mining and mining subsidence on surface and underground waters circulation is presented in the paper. Changes of hydrological regime within the Szczygłowice mining area, where both surface and underground waters are isolated from the mining workings by the impermeable layers, are characterized mainly by flooded areas appearance. It is a result of changes in water flow direction and shallowing of the water table. The changes in the terrain morphology due to former and planned mining activities, and its influence on the water conditions transformation within the Bierawka river catchment are assessed. The concept of flood protection plan within the Szczygłowice mining area is presented on the background of hydrologic-hydraulic analysis of the Bierawka river catchment.

1. Charakterystyka obszaru górniczego KWK „Szczygłowice”

Obszar górniczy KWK „Szczygłowice”, o powierzchni 21,3 km², jest położony w zachodniej części Górnosląskiego Zagłębia Węglowego. Powierzchnia obszaru górniczego zajęta jest przez pola uprawne, łąki, lasy, zabudowania mieszkalne, urządzenia komunalne i obiekty przemysłowe. Obszar górniczy kopalni jest w całości położony w zasięgu zlewni rzeki Bierawki – prawobrzeżnego dopływu Odry, która przepływa przez jego środkową część z południa na północ. Na odcinku od 39,6-47,0 km koryto rzeki przebiega przez tereny objęte szkodami górniczymi spowodowanymi eksploatacją pokładów węgla.



Rys. 1. Mapa hydrograficzna obszaru górniczego KWK „Szczygłowice”
Fig. 1. Hydrographic map of mining area „Szczygłowice”

Przez znaczną część obszaru górniczego KWK „Szczygłowice” Bierawka przepływa w obwałowaniach, ponad powierzchnią terenu. Jej prawobrzeżnymi dopływami na obszarze górniczym kopalni są: Potok Krywałdzki, Potok Szczygłowicki z Rowem Czuchowskim i Potok Jordanek. Dopływami lewobrzeżnymi są: Potok Książenicki i Potok Wilcza.

2. Obniżenia terenu związane z eksploatacją dokonaną i projektowaną

Kopalnia „Szczygłowice” prowadzi roboty eksploatacyjne od roku 1960, które objęły ponad 30 pokładów węgla kamiennego. Podstawowym systemem eksploatacji stosowanym w kopalni jest system ścianowy na zawał. W wyniku oddziaływania robót górniczych na górotwór doszło do znacznych osiadań powierzchni terenu, których skutkiem jest między innymi postępujące zawodnienie terenu. Wpływami dokonanej eksploatacji górniczej objęte zostały dotychczas tereny o powierzchni 18,1 km², co stanowi około 85% obszaru górniczego kopalni.

Najgłębsza niecka obniżeniowa, o głębokości przekraczającej 16,0 m, powstała w centralnej części obszaru górniczego, w dzielnicy Szczygłowice, na prawym zawału Bierawki. Dzielnicę Krywałd oraz północno-wschodnią część obszaru górniczego objęła niecka obniżeniowa o głębokości około 13 m. W części wschodniej i południowo-wschodniej obszaru dotychczasowa eksploatacja górnicza spowodowała osiadania terenu do około 12 m. W części zachodniej obszaru górniczego oraz na terenie miasta i gminy Czerwionka - Leszczyny maksymalne osiadania wynoszą 8 m, a na terenie gminy Pilchowice przy granicy z miastem Knurów dochodzą do 10 m. Osiadania powierzchni terenu w części południowej są najmniejsze i dochodzą do około 2-4 m. Poszczególne niecki obniżeniowe rozdzielone są wąskimi strefami o mniejszych osiadaniach, wynoszących 1-2 m. Poza zasięgiem obniżzeń poeksploatacyjnych znajduje się tylko niewielka część terenu w południowo-zachodniej części obszaru górniczego, obejmująca rejon Książnic oraz chroniony filarem ochronnym teren Zakładu Głównego.

Eksploatacja górnicza planowana do roku 2020 będzie skoncentrowana głównie w istniejących rejonach wydobywania, zatem przestrzenny rozkład osiadań terenu, zasadniczo

nie ulegnie istotnej zmianie w stosunku do osiadań dotychczasowych, z tym że wartość osiadań w epicentrach niecek wzrośnie w granicach od 5,0 do 7,0 m (rys. 2).

Eksploracja górnicza planowana w okresie docelowym, do zakończenia eksploatacji węgla, spowoduje wystąpienie osiadań terenu o wartości od 3,0 do 12,0 m, które będą się koncentrowały w przedstawionych wcześniej rejonach niecek obniżeniowych (rys. 2). W celu zminimalizowania negatywnych oddziaływań na środowisko w całym okresie dotychczasowej działalności kopalni prowadzone były różnorodne działania w zakresie regulacji stosunków wodnych na powierzchni i ograniczenia zawodnień terenu. Z uwagi na dalsze planowane roboty eksploatacyjne i prognozowane dość znaczne pogłębienie istniejących niecek osiadania niezbędne stało się wypracowanie takiej koncepcji wykonania robót regulacyjnych w korycie rzeki Bierawki, które umożliwiłyby grawitacyjne odprowadzanie wód z terenu osiadań górniczych wywołanych eksploatacją złoża, nie tylko w ujęciu doraźnym, lecz docelowym, tj. po zakończeniu eksploatacji przez kopalnię.

3. Warunki grawitacyjnego spływu wód rzeki Bierawki i jej dopływów w świetle prognozowanych osiadań

Oceny zmian spływu wód rzeki Bierawki, przy uwzględnieniu prognozowanych osiadań, dokonano na podstawie obliczeń hydrologicznych, przeprowadzonych dla Bierawki i jej dopływów: Potoku Szczygłowieckiego i Potoku Knurowskiego. Obliczono: przepływ średni roczny, przepływ absolutnie najniższy, przepływ średni niski, przepływ normalny, wielką wodę katastrofalną (za pomocą wzorów Iszkowskiego) oraz przepływy maksymalne o prawdopodobieństwie pojawiania się 1%, 10% i 50% [4, 11]. Wyznaczono również stany wody w korycie rzeki Bierawki z uwzględnieniem przepustów drogowych i kolejowych w linii cieką na odcinku w km 29,5-45,0. Obliczenia położenia zwierciadła wody w rzece dla przepływów charakterystycznych przeprowadzono dla aktualnego stanu ukształtowania dna w linii koryta rzeki oraz dla profilu dna koryta zmienionego pod wpływem osiadań prognozowanych do roku 2020 i osiadań docelowych [6].

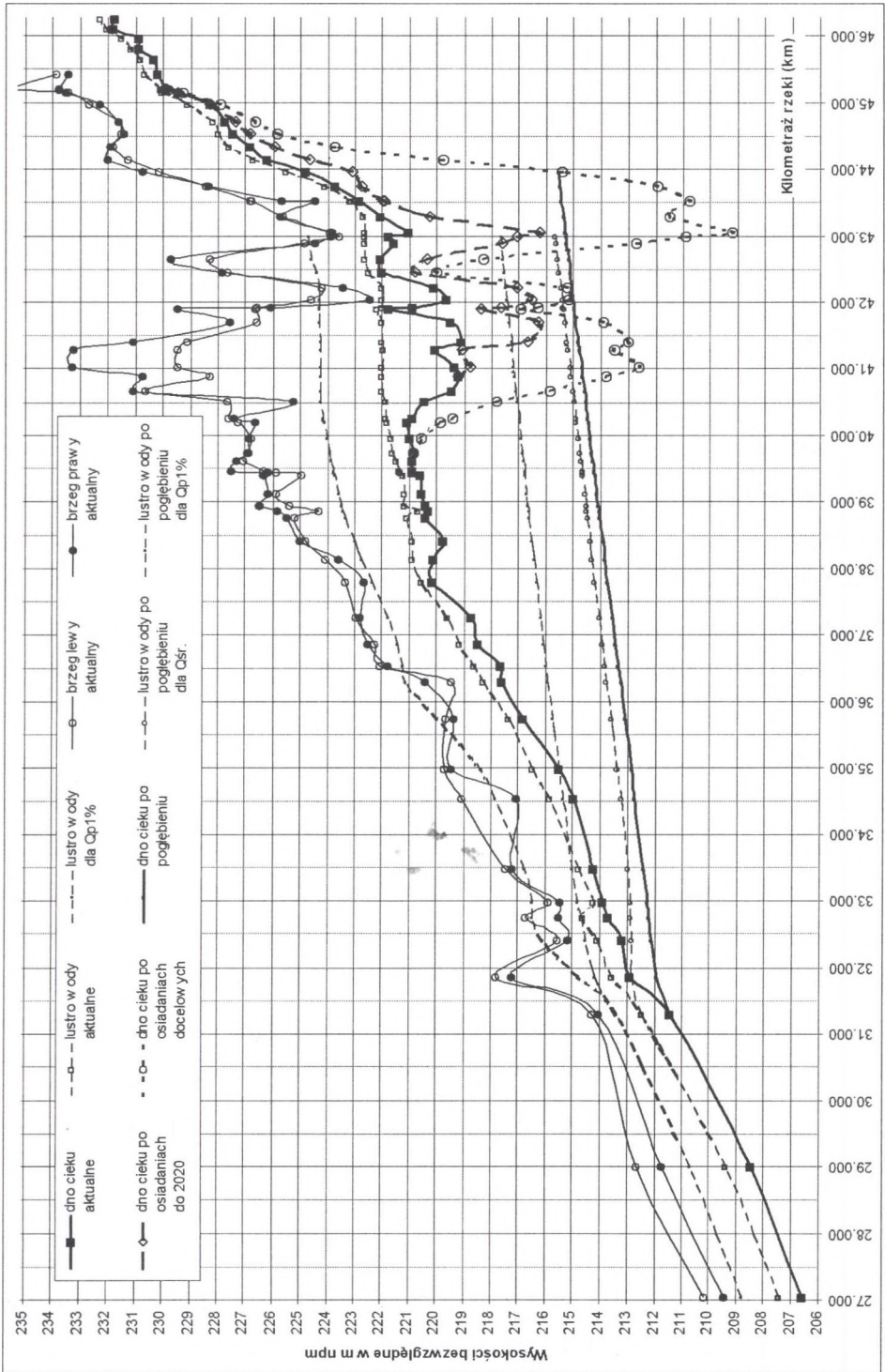
W profilu podłużnym linii koryta rzeki Bierawki w km 40,0 utworzył się próg na granicy północnej niecki osiadania wywołanej dokonaną eksploatacją, w miejscu którego rzędna dna

koryta Bierawki wynosi około 221 m n.p.m. (rys. 2). W rejonie progu następuje piętrzenie wody do rzędnej około 221,7 m n.p.m. przy stanach średnich oraz do rzędnych: ok. 222,9 m n.p.m., ok. 223,5 m n.p.m. i ok. 224,0 m n.p.m. przy przepływach o prawdopodobieństwie wystąpienia odpowiednio: $p=50\%$, 10% i 1% . W tych warunkach powstały również utrudnienia grawitacyjnego spływu wód w korytach potoków będących dopływami Bierawki, co spowodowane jest także obwałowaniem koryta Bierawki w granicach utworzonej niecki osiadania. Obecnie Potok Krywałdzki i Potok Wilcza mają ujście do zalewisk utworzonych w dolinie rzeki Bierawki.

Osiadania terenu przewidywane do roku 2020 i w okresie docelowym pogłębią deformacje w profilu podłużnym Bierawki ujawnione dotychczas pod wpływem eksploatacji dokonanej i spowodują dalsze zaburzenia przepływu wód w zlewni oraz znaczne powiększenie terenów podtopionych. Największe konsekwencje dla przepływu wód powierzchniowych związane będą z obniżeniami koryta rzeki Bierawki, które osiągną wartości od około 7,0 do 10,0 m. Doprowadzić to może do trwałego zawodnienia terenu na powierzchni ponad 3 km² i ich degradacji, co wiąże się z naruszeniem warunków koncesji na eksploatację węgla w O.G. „Szczygłowice”, jak również obowiązujących planów zagospodarowania przestrzennego.

Zasięg degradacji terenu obejmujący obecnie północną część terenu górniczego „Szczygłowice”, które do chwili obecnej spowodowały w szczególności powstanie zalewisk w bezpośrednim sąsiedztwie rzeki Bierawki, w stanie docelowym rozszerzy się w kierunku zachodnim na tereny wsi Wilcza, wschodnim w sąsiedztwo granic filara ochronnego dla szybów V i VI oraz południowym do granic filara ochronnego szybu IV oraz zabudowy dzielnicy Czuchów i miasta i gminy Czerwionka-Leszczyń. Niecki obniżeniowe na dopływach Bierawki będą przyczyną rozszerzania się terenów zalewiskowych w dolinach cieków, przede wszystkim na Potoku Krywałdzkim i Potoku Szczygłowickim.

Rozległe tereny obszaru górniczego są zagrożone wyłączeniem spod upraw rolnych i leśnych. W granicach zawodnień gruntów będą znajdowały się również istotne elementy zagospodarowania powierzchni: budynki mieszkalne i gospodarcze, nasypy i urządzenia szlaku kolejowego linii nr 159 relacji Leszczyń-Zabrze-Makoszowy, droga wojewódzka i drogi powiatowe, wodociągi i gazociągi oraz wały rzeki Bierawki i tereny zurbanizowane gminy Czerwionka-Leszczyń.



Rys. 2. Profil podłużny rzeki Bierawki (km 27,0–46,0)
 Fig. 2. Profil of the Bierawka river (km 27,0–46,0)

Niektóre zalewiska bezodpływowe, jakie powstały w terenach depresyjnych w zasięgu niecek osiadania, są obecnie sztucznie odwadniane za pomocą przepompowni, pozwalających na obniżenie zwierciadła wody w zalewisku w stosunku do stanu, jaki wynika z grawitacyjnego przepływu wody przez próg utworzony na krawędzi niecki osiadania. Sztuczne utrzymanie zwierciadła wody w zalewisku na niskim poziomie umożliwia znaczne ograniczenie powierzchni zalewiska, a tym samym zmniejszenie powierzchni zawodnień w obszarze górniczym.

Obecnie w obszarze górniczym kopalni funkcjonuje 6 przepompowni. W terenach depresyjnych obejmujących doliny cieków zlokalizowane są cztery przepompownie na Potokach: Krywałdzkim, Szczygłowickim, Wilcza i Książenickim. Dwie przepompownie odwadniają obszary bezodpływowe w dolinie Bierawki (na północ od Zakładu Głównego) i spełniają równocześnie funkcję ujęć wody przemysłowej. Wobec prognozowanych osiadań i rozszerzenia się terenów zalewiskowych wymagana byłaby rozbudowa istniejącego systemu przepompowni. Jest to technicznie możliwe, ale docelowo (po zlikwidowaniu kopalni) ze względu na ponoszone koszty i ryzyko powodziowe niemożliwe do zaakceptowania.

4. Koncepcja pogłębienia koryta rzeki Bierawki

Dotychczasowa profilaktyka w zakresie ochrony przed zawodnieniem terenu górniczego KWK „Szczygłowice” polegała na zapewnieniu grawitacyjnego odpływu wód z terenu górniczego poprzez wieloetapowe odcinkowe pogłębienie rzeki Bierawki i jej dopływów oraz zabudowę przepompowni i zasypywaniu terenów depresyjnych, których odwodnienie sposobem grawitacyjnym było niemożliwe.

Oceniając skuteczność dotychczasowych rozwiązań prewencyjnych, polegających głównie na pompowaniu wód z powstałych zalewisk, należy stwierdzić, że nie są one dostosowane do prognozowanych zagrożeń. Dla planowanej eksploatacji górniczej w świetle prognozowanych osiadań istotnym zagadnieniem dla ochrony terenu górniczego przed zawodnieniem jest przede wszystkim zapewnienie grawitacyjnego odpływu wód w korycie rzeki Bierawki oraz z tworzących się niecek obniżeniowych.

Na podstawie przeprowadzonej analizy hydrologiczno-hydraulicznej rzeki Bierawki stwierdzono, że istnieje możliwość grawitacyjnego odprowadzenia wód rzeki z terenu górniczego KWK „Szczygłowice” i tym samym przeciwdziałania zagrożeniom wynikającym z prognozowanych osiadań górniczych przy przyjęciu koncepcji pogłębienia koryta rzeki (rys. 2) [6, 7]. Ustalono, że optymalny spadek w dnie koryta regulacyjnego powinien wynieść $i_{opt}=0,30\%$. Dla przyjętego spadku $i_{opt}=0,30\%$ dna koryta regulacyjnego ustalono wymagany zasięg (długość odcinka regulacji) projektowanych robót ziemnych dla wykonania przebudowy i regulacji rzeki. Robotami tymi objęty zostanie odcinek rzeki: od km 31+454 - km 42+804; odcinek zaczyna się w rejonie mostu w Leboszowicach i kończy w rejonie niecki osiadań prognozowanej z przepustem kolejowym. Jest to zasadniczy odcinek regulacyjny, którego długość wynosi 9350 m. Ponadto dla uzyskania swobodnego przepływu wód w obszarze prognozowanych osiadań wymagane będzie wykonanie robót regulacyjnych w odcinkach pomiędzy tworzącymi się nieckami:

- od km 41,771 do km 42,138, o długości 367 m

oraz

- od km 42,174 do km 42,784, o długości 607 m.

Kształt przekroju koryta dostosowano do wielkości przepływów średniorocznych, które mieszczą się w dolnej, umocnionej faszyną części koryta regulacyjnego. Natomiast wody powodziowe mieszczą się w przekroju koryta do wysokości $h=2\text{m}$, tj. do poziomu usytuowania pierwszej półki. Na odcinku pogłębianym wielkość przekroju koryta umożliwia przejście wód o prawdopodobieństwie wystąpienia $p=0,3\%$, co praktycznie eliminuje możliwość wystąpienia wód z koryta regulacyjnego.

Pogłębienie koryta Bierawki spowoduje ścięcie progu w linii cieku utworzonego na granicy niecki osiadania (w km 40,0) i wyeliminowanie w ten sposób bariery na drodze spływu, która powoduje piętrzenie wód płynących z obszaru niecki osiadania. W wyniku robót pogłębiających w rejonie progu dno koryta zostanie obniżone z obecnej rzędnej około 221 m n.p.m. do rzędnej około 214,4 m n.p.m., czyli o około 6,6 m. Pogłębione dno koryta Bierawki wyznaczy nowy poziom drenażu wód w obszarze zlewni objętej wpływami robót górniczych na terenie górniczym KWK „Szczygłowice”, a także KWK „Knurów”, umożliwiając przywrócenie funkcji rzeki jako odbiornika wód spływających grawitacyjnie ze zlewni.

Wielkość pogłębiania koryta i jego harmonogram muszą być skoordynowane z rozwojem przewidywanych obniżen dla robót eksploatacyjnych projektowanych do roku 2020 i docelowo.

Skoordynowanie robót regulacyjnych z postępującymi osiadaniami terenu zapobiegnie powstaniu podtopień i degradacji terenu w zlewni rzeki oraz docelowo pozwoli na likwidację przepompowni wód czasowo odwadniających niecki górnicze.

5. Wnioski końcowe

1. Działalność wydobywcza prowadzona od czterdziestu pięciu lat przez KWK „Szczygłowice” spowodowała znaczne przeobrażenia powierzchni terenu, wynikające z ujawniających się szkód górniczych w formie obniżen i odkształcen poeksploatacyjnych. Największe osiadan objęły centralną i północno-wschodnią część obszaru górniczego, gdzie ich wartości przekroczyły 10-16 m. Pociąga to za sobą niekorzystne zmiany stosunków wodnych, polegające na powstaniu zalewisk i podtopień oraz zaburzenia grawitacyjnego odpływu wód powierzchniowych z tworzących się niecek obniżeniowych.
2. Z uwagi na dalsze, planowane do 2020 roku roboty eksploatacyjne, istniejące niecki osiadan ulegną znacznemu pogłębieniu. Teren w dolinie rzeki Bierawki docelowo ulegnie obniżeniu o około 10 m w osi koryta ciek. Spowoduje to pogłębienie istniejących zalewisk oraz powiększenie się terenów zagrożonych trwałym zawodnieniem, zaburzenia spływu grawitacyjnego wód, a także zagrożenia dla istniejącej infrastruktury na powierzchni.
3. W celu przeciwdziałania negatywnym wpływom planowanych robót eksploatacyjnych w okresie do roku 2020 i docelowym i zapewnienia możliwości grawitacyjnego odprowadzenia wód rzeki Bierawki i jej dopływów z niecki osiadań górniczych przedstawiono koncepcję regulacji i pogłębienia koryta Bierawki od km 31,454 do km 42,804. Proponowane rozwiązanie zapewni nie tylko grawitacyjny odpływ wód powierzchniowych z obszaru górniczego KWK „Szczygłowice”, ale również z terenów znajdujących się poniżej tego obszaru, a podlegających wpływom działalności górniczej prowadzonej przez KWK „Knurów”, a ponadto zapobiegnie degradacji terenu w zlewni

i pozwoli na likwidację przepompowni wód czasowo odwadniających niecki górnicze. Jest to także bardzo istotne z punktu widzenia uregulowania stosunków wodnych na przysłym terenie pogórnym.

BIBLIOGRAFIA

1. Adamczyk B.: Projekt techniczny naprawy szkody w korycie rzeki Bierawki w km 37+690 – 41+837. Kompania Węglowa S.A. KWK „Szczygłowice”, Knurów 2005.
2. Adamczyk B.: Koncepcja techniczno – ekonomiczna przebudowy koryta rzeki Bierawki w km 41+800 – 42+800. Kompania Węglowa S.A. KWK „Szczygłowice”, Knurów 2005.
3. Dąbkowski L., Skibiński J., Żbikowski A.: Hydrauliczne podstawy projektów wodnomelioracyjnych. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1982.
4. Lambor J.: Hydrologia inżynierska. Wyd. Arkady, Warszawa 1971.
5. Pozzi M., Cempiel E.: Zabezpieczenie przeciwpowodziowe terenu Przyszowic w warunkach oddziaływania eksploatacji górniczej. Zesz. Nauk. Pol. Śl., s. Górniczo z. 256, Gliwice 2003.
6. Pozzi M., Cempiel E., Czajkowska A.: Koncepcja uregulowania stosunków wodnych w zlewni rzeki Bierawki w rejonie przepustu kolejowego w świetle prognozowanych osiadań powierzchni terenu do roku 2020 i po tym okresie (docelowo). Politechnika Śląska, Instytut Geologii Stosowanej, Gliwice 2006.
7. Praca zbiorowa: Koncepcja programowo-przestrzenna ochrony terenu górniczego przed zawodnieniem wskutek eksploatacji górniczej KWK „Szczygłowice” w Knurowie – sposób grawitacyjny. Firma „ABS–OCHRONA ŚRODOWISKA” Spółka z o.o. Katowice, 2006.
8. Rogoż M.: Hydrogeologia kopalniana z podstawami hydrogeologii ogólnej. Wyd. Głównego Instytutu Górniczo, Katowice 2004.
9. Sztelak J., Cempiel E.: Skutki na powierzchni terenu wynikające ze zmiany układów hydrogeologicznych i hydrograficznych w rejonach górniczych. II Konferencja „Postęp Naukowy i Techniczny w Geologii Górniczej Węgla Kamiennego”. Zesz. Nauk. Pol. Śląskiej, s. Górniczo, z. 172. Gliwice 1988.
10. Wycisło K.: Zapobieganie szkodom hydrogeologicznym [w]: Ochrona powierzchni przed szkodami górniczymi. Wyd. Śląsk, Katowice 1980.
11. Zasady obliczania maksymalnych rocznych przepływów rzek polskich o określonym prawdopodobieństwie pojawiania się. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Seria: Instrukcje i podręczniki, Warszawa 1991.

Recenzent: Doc. Ing. Arnošt Grmela, CSc., prof. ATH