



Metoda oceny zagrożenia zawodnieniem terenów górniczych i pogórnich

Method of assessment of the flooding threat in mining and post-mining areas

Dr inż. Dariusz Ignacy*)

Treść: Artykuł zawiera zwięzły opis algorytmu metody oceniania sztucznie osuszanych terenów górniczych i pogórnich ze względu na zagrożenie zawodnieniami w warunkach naturalnych przepływów wód powierzchniowych i podziemnych. Przy opisie metody zdefiniowano szereg elementów hydromorfologicznych środowiska terenów górniczych, w tym 5 typów potencjalnych zbiorników na terenach górniczych, a także nowe elementy odniesienia dla badania zawodnień na mapach. Na koniec zaproponowano kategoryzowanie terenów górniczych w oparciu o zagrożenie zawodnieniami.

Abstract: This paper presents a brief description of an algorithm for an assessment method of artificially drained mining and post-mining areas due to threat of flooding in conditions of natural flow of surface water and groundwater. The description of the method includes a number of defined hydromorphological elements of the mining areas environment, including 5 types of potential reservoirs in the mining areas as well as new elements of reference for the study of flooding on maps. Finally, the paper presents proposals for categorization of mining areas based on threat of flooding.

Słowa kluczowe:

teren górniczy, teren pogórnich, zagrożenie zawodnieniem, zbiornik, kategoryzacja terenów górniczych

Key words:

mining area, post-mining area, threat of flooding, reservoir, mining areas categorization

1. Wprowadzenie

Najbardziej deterministycznym czynnikiem charakteryzującym przekształcenia terenów górniczych są zawodnienia. Na ogół powodują one nieodwracalną degradację powierzchni i konieczność częściowej (okresowe zawodnienia) lub całkowitej (trwałe zawodnienia) zmiany kierunków jej zagospodarowania.

Powszechne w górnictwie podziemnym stosowanie wymuszonych przerzutów wód powierzchniowych i podziemnych, zapewniających czasową ochronę zagospodarowania powierzchni terenów górniczych i/lub możliwość eksploatacji górniczej kopaliny, jest przyczyną braku ujawnienia i bieżącego naprawiania przez przedsiębiorców górniczych całokształtu szkód górniczych, w szczególności szkód w środowisku wodnym.

Stosowane metody ochrony środowiska terenów górniczych przed zawodnieniami w jednakowy sposób traktują swobodne i wymuszone przepływy wód powierzchniowych. Tym samym stosowane dotychczas metody oceny zawodnienia terenów górniczych zasadniczo nie ujmują całokształtu zaistniałych szkód wodnych w środowisku.

Autorowi artykułu nie są znane polskie przepisy prawne, które dyskredytowałyby sztuczne sposoby ochrony środowiska realizowane z wykorzystaniem wymuszonych przepływów wód. Występowanie w terenach górniczych drenażu górniczego i/lub przerzutów wód powierzchniowych, według obowiązującego porządku prawnego jest jednoznaczne z do-

puszczeniem sztucznie utrzymywanego i stąd niezmiennego przeznaczenia nieruchomości. Tym samym zamierzone przywrócenie naturalnych przepływów wód powierzchniowych może powodować zawodnienia terenów górniczych, czyli nieść zmianę przeznaczenia nieruchomości.

Ze względu na potrzebę zrównoważonego rozwoju zagospodarowania terenów górniczych, na każdym etapie prowadzenia eksploatacji górniczej kopalni pożądane jest dokonywanie ocen stanu środowiska w zakresie wystąpienia szkód wodnych, ewentualnych ich skutków i możliwości zapobiegania im.

Wpływ budowy geologicznej i tektoniki na kształtowanie się warunków hydrogeologicznych w terenach górniczych kopalni i na zawodnienie ich powierzchni opisywano w licznych pracach naukowych. Najważniejsze, zdaniem autora, to m.in. opracowania: Bukowskiego (1995, 2006, 2010), Ignacego (2010, 2015), Pazdro (1983), Rogoża (2004), Rogoża i in. (1995), Rogoża i Posyłek (2000), Rogoża i Rylko (1970), Rózkowskiego (red. 2004), Sikorskiej-Maykowskiej (red., 2001), Staszewskiego (1992, 1996), Szelaka i in. (1986, 1988), Wilka (1958, 2003), Wycisły (Borecki i in. 1980).

Opisy wpływów eksploatacji górniczej znajdują się w licznych opracowaniach z zakresu ochrony terenów górniczych: Białka (2003, 2009), Knotheo (1951, 1984), Kowalskiego (2007, 2015), Kwiatka (1997), Ostrowskiego (2006) Popiołka (2009) Popiołka i Ostrowskiego (1981).

Zasadniczym celem, który przyświecał autorowi przy opracowaniu metody było dążenie, w oparciu o dotychczasowy stan wiedzy, do uzyskania znamion mierzalności stanu zagrożenia zawodnieniem (wskazanie powierzchni i prawdopodobieństwa) sztucznie osuszanych terenów górniczych

*) Główny Instytut Górnictwa, Katowice

i pogórnich oraz opracowanie algorytmu postępowania służącego dokonywaniu tych ocen.

Na podstawie badań zawodnień terenu górniczego „Szczygłowice” zaproponowano uniwersalny sposób oceny zagrożenia zawodnieniem wszystkich terenów górniczych, nie tylko kopalń węgla w GZW, ale także innych kopalin o podobnym przebiegu deformacji powierzchni, powstających w wyniku eksploatacji górniczej. Teren górniczy „Szczygłowice” stał się obszarem referencyjnym dla scharakteryzowania proponowanej metody badawczej.

2 Algorytm postępowania w hydromorfologiczno-kartograficznej metodzie oceny stanu zagrożenia zawodnieniem terenów górniczych i pogórnich

Inżynierskimi podstawami wszelkiej działalności w zakresie budownictwa wodnego i inżynierii środowiska są dane hydrologiczne. W związku z powyższym właśnie dane hydrologiczne, a w szczególności charakterystyczne stany wód, stały się przyczyną i podstawą zdefiniowania tzw. hydromorfologicznych elementów środowiska wodnego terenów górniczych. Podstawowym czynnikiem brany pod uwagę przy ich definiowaniu jest naturalny, grawitacyjny przepływ wód.

Przez elementy hydromorfologiczne środowiska terenów górniczych autor rozumie elementy środowiska, opisujące ich związki z wodami w przypadkach występowania i/lub przywrócenia na terenach górniczych grawitacyjnych przepływów wód. Należą do nich elementy środowiska znane z literatury fachowej oraz zdefiniowane przez autora metody (Ignacy 2015). Do najważniejszych zaliczono w szczególności: wododziały głównych cieków odwadniających teren górniczy, wody powierzchniowe, podtopienia terenu górniczego, głębokości pierwszego poziomu wodonośnego, urządzenia wodne (rowy, sztuczne koryta, nasypy i obwałowania cieków, śluzy, zastawki, przepompownie wód), baza naturalnego odpływu wód, normalny i warunkowy hydrometryczne punkty odniesienia, wysokości położenia powierzchni terenu górniczego, niecka bezodpływowa oraz cztery stany (zasięgi) możliwego zawodnienia sztucznie osuszanych nieck morfologicznych: zalewisko, granica sztucznego odwodnienia terenu, granica ekstremalnego powodziowego stanu wód, oraz granica potencjalnego zalewu.

W nawiązaniu do Jankowskiej i Lisiewicza (1998) proponowana metoda oceny zagrożenia zawodnieniem terenu górniczego to kartograficzna metoda badania, analizowania i modelowania dokonanych i prognozowanych zmian stanu elementów hydromorfologicznych środowiska terenu górniczego za pomocą odpowiednio sporządzonych specjalnych map, tzw. hydromorfologicznych, odzwierciedlających zasięg tych elementów względem układów odniesienia.

Metodę przedstawiono w poniższym algorytmie postępowania. Składa się ona z następujących kroków, wykonywanych w opisanej kolejności:

2.1. Pozyskanie dokumentu kartograficznego do analiz zawodnieniowych

Podstawowym celem pozyskania lub bezpośrednio tworzenia dokumentu kartograficznego do prowadzenia analiz zawodnienia terenu jest możliwe najlepsze odwzorowanie rzeźby terenu. Działanie to pozwala w jednoznaczny sposób określić warunki i występujące kierunki spływu wód powierzchniowych. Z punktu widzenia skali dokumentu mapowego, za ważne uważa się pozyskanie dokumentu w skali nie mniejszej niż 1:10000, na którym odwzorowano rzeźbę terenu z zasadniczym cięciem warstwicowym wynoszącym

minimum 1,0 m. Data zdjęcia geodezyjnego terenu dla potrzeb tworzenia mapy (data nalotów) jest odniesieniem czasowym dla badanego za pomocą tej mapy stanu środowiska (rys. 1).

Na obecnym etapie rozwoju technologicznego geodezji najlepszym dokumentem służącym do analiz (stanu aktualnego) jest numeryczny model terenu będący podstawą tworzenia mapy sytuacyjno-wysokościowej powierzchni. W przypadkach szczególnych na podstawie aktualnej mapy rzeźby terenu możliwe jest opracowanie przez mierniczych górniczych mapy prognozowanej rzeźby terenu, która może być przedmiotem oceny.

2.2. Wykonanie hydromorfologicznej analizy powierzchni terenu

Przedmiotem analizy wykonywanej w oparciu o mapę jest w pierwszej kolejności ustalenie charakteru przepływów wód, w tym występowania naturalnych i/lub wymuszonych przepływów wód powierzchniowych. Polega ona na identyfikacji na mapie odwzorowującej dany stan powierzchni, odcinków cieków o możliwej utracie lub występowaniu ciągłości strugi wody, analizie spadków lustra wody cieków powierzchniowych (na podstawie warstwic przeciętych linią cieku) i poziomów lustra wody zalewisk (na podstawie warstwic sąsiadujących z ich brzegiem). Wymienione elementy w ścisły sposób dokumentują odpowiednio: warunki dla naturalnego, swobodnego przepływu wód lub występowanie odwodnień (w tym m.in. towarzyszących im przeciwsпадków cieków), spowodowanych drenażem górniczym i/lub przerzutami wód, czyli tzw. wymuszone przepływy wód.

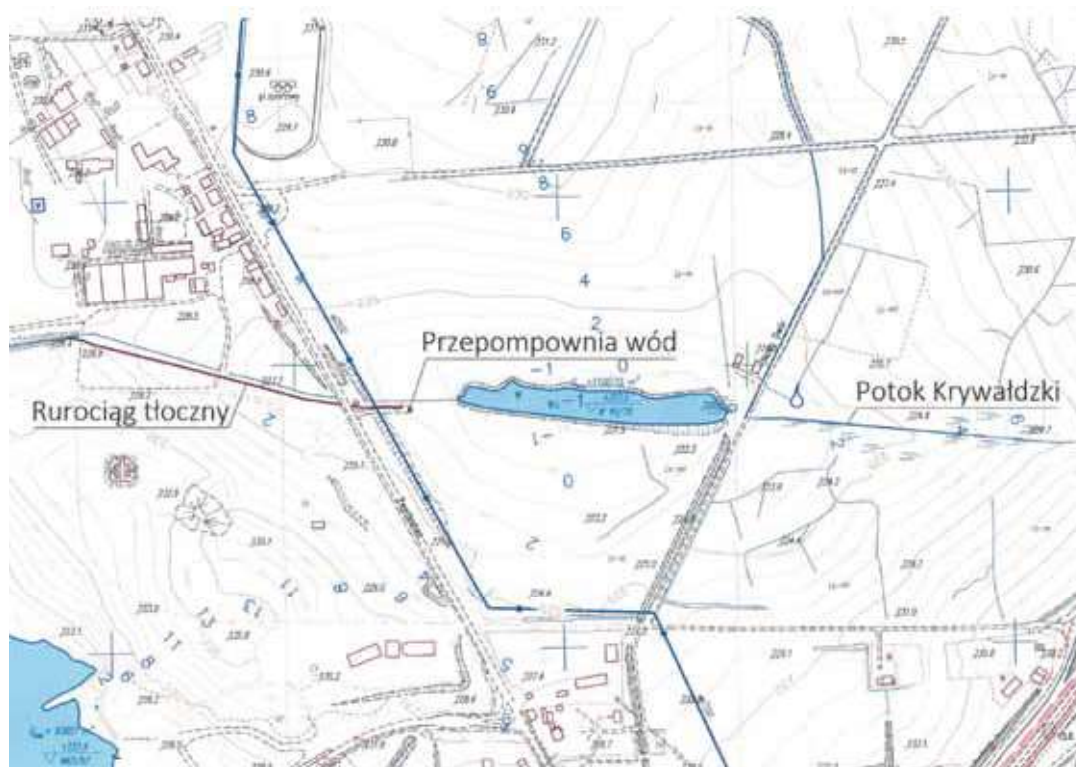
2.3. Identyfikacja granic sztucznego odwodnienia terenu i nieck bezodpływowych

Analiza sieci hydrograficznej na tle warstwic oraz identyfikacja skartowanych urządzeń wodnych w postaci wałów przeciwpowodziowych, śluz, zastawek, obiektów przepompowni i rurociągów tłocznych powinna pozwolić ustalić lokalizację dna, brzegów oraz punktów przelewowych potencjalnych zbiorników. Wyznaczenie punktów przelewowych potencjalnych zbiorników wymaga pomiaru niwelacyjnego linii strukturalnych w sąsiedztwie punktów przelewowych potencjalnych zbiorników w terenie lub odpowiedniej analizy zasięgu poziomicy terenowych na numerycznym modelu terenu (stosując cięcie warstwicowe z krokiem np. 0,1m) (rys. 2, rys. 3).

Pierwszym z typów zbiorników wyznaczanych na mapie służącej do analiz jest granica sztucznego odwodnienia terenu. Stanowi ją zasięg możliwego zawodnienia sztucznie osuszanej niecki morfologicznej, w której występuje duże prawdopodobieństwo możliwego trwałego zawodnienia do poziomu przelewowego, charakterystycznego dla morfologii jej czaszy (rys. 4). Ten typ zbiornika występuje zasadniczo w górotworze hydrogeologicznie zakrytym (rys. 5).

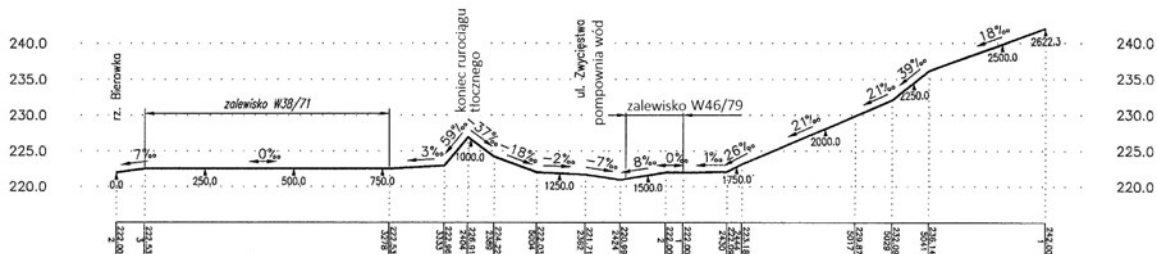
W przypadkach prawdopodobnego występowania odpływu podziemnego z niecki morfologicznej, następnym działaniem jest identyfikacja warunków hydrogeologicznych związanych z istnieniem drenażu wód powierzchniowych. Taka identyfikacja polega na ocenie hydrogeologicznej górotworu w obrębie terenu górniczego (niecki morfologicznej), ocenie warunków filtracji i infiltracji wód w głąb górotworu.

Ze względu na powszechne stosowanie w terenach górniczych wymuszonych przepływów wód zredefiniowano pojęcie niecki bezodpływowej, przez którą rozumie się typ zagłębienia morfologicznego, charakteryzującego się prawdopodobieństwem powstania wewnątrz jego granic okresowego zbiornika wodnego, którego istnienie i zmienność zasięgu w warunkach naturalnych wynika wyłącznie z ich zmienności



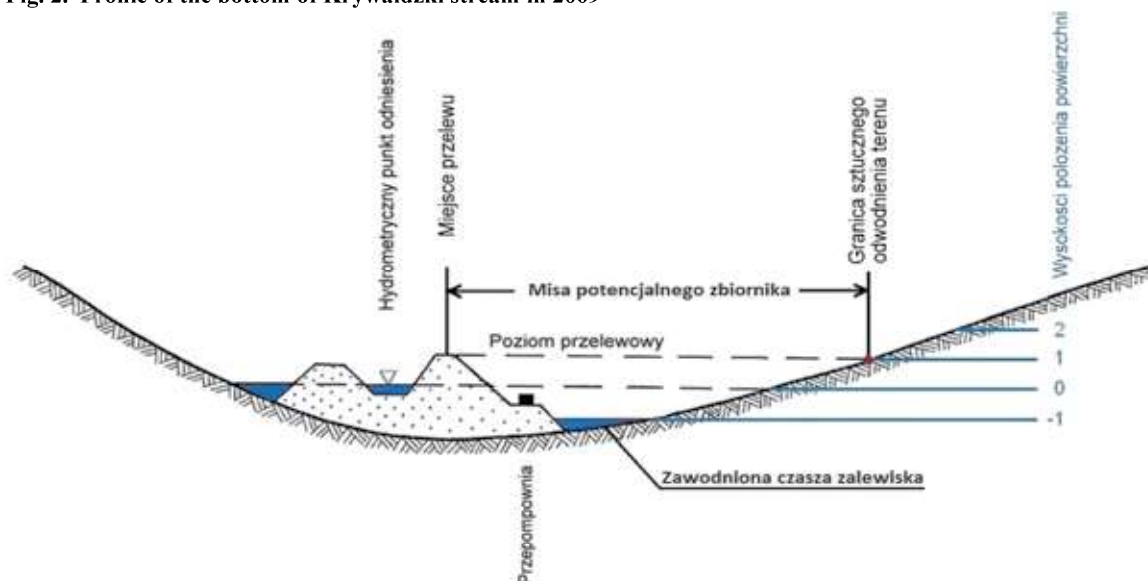
Rys. 1. Mapa sytuacyjno-wysokościowa powierzchni terenu górniczego „Szczygłowice” ilustrująca sztuczne przepływy wód potoku Rywałdzkiego

Fig. 1. Topographic map of the surface of „Szczygłowice” mining area illustrating artificial water flows of Krywałdzki stream



Rys. 2. Profil dna potoku Krywałdzkiego w 2009 r.

Fig. 2. Profile of the bottom of Krywałdzki stream in 2009



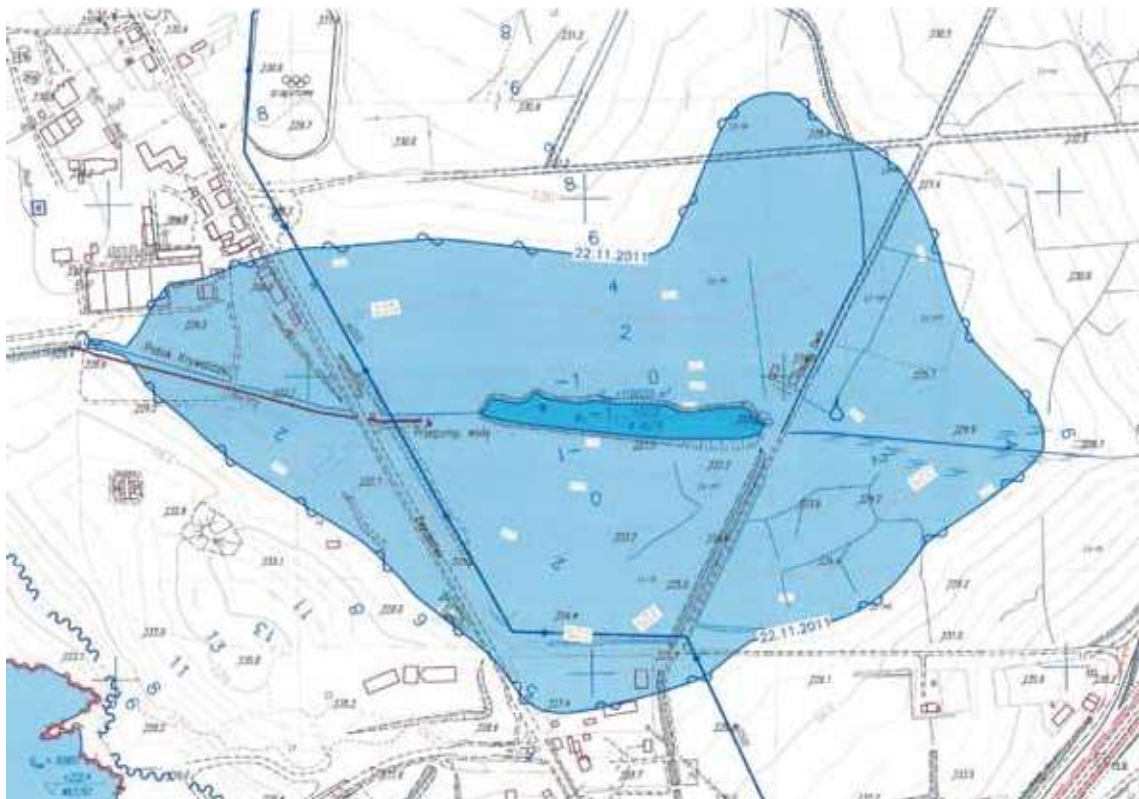
Rys. 3. Schemat stanów napełnienia potencjalnych zbiorników na powierzchni terenów górniczych

Fig. 3. Diagram presenting filling levels of potential reservoirs on the surface of mining areas



Rys. 4. Granica sztucznego odwodnienia terenu w zlewni potoku Krywałdzkiego

Fig. 4. Boundary of artificial drainage of water catchment area of Krywałdzki stream



Rys. 5. Zawodnienie potencjalnego zbiornika objętego granicą sztucznego odwodnienia terenu

Fig. 5. Water content of potential reservoir covered within the boundary of artificial drainage

(grawitacyjnych przepływów i stanów wód oraz warunków atmosferycznych, wodno-gruntowych itp.).

Należy rozróżnić w nieckach bezodpływowych często występujące trwale zbiorniki wodne (tzw. podziemowe,

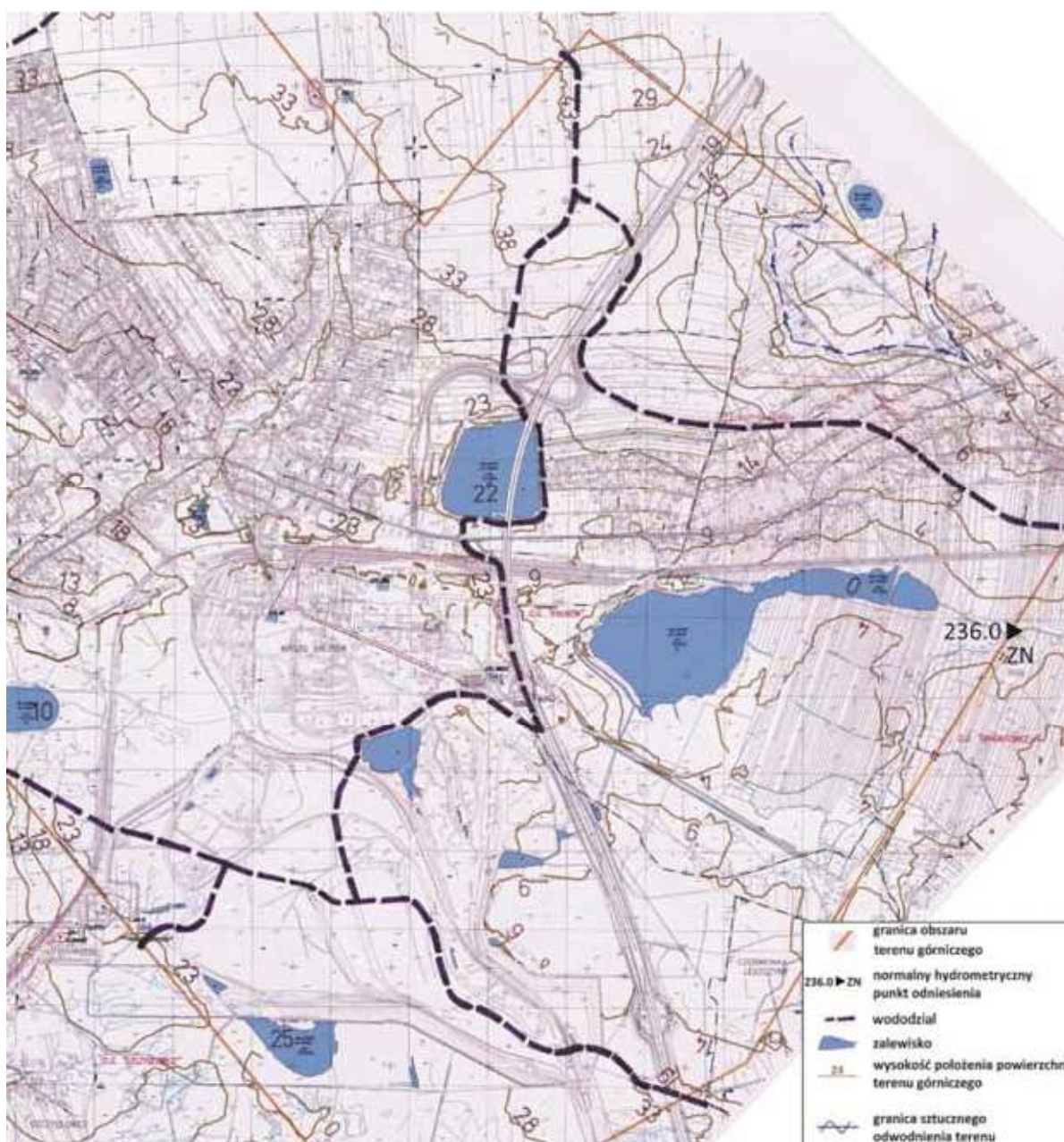
które wiążą się z hydroizolacyjnością skał tworzących mię tych zbiorników) od okresowych zawodnień niejednokrotnie całej powierzchni ich czas.

Na podstawie definicji nieckami bezodpływowymi nie są sztucznie odwadniane zagłębienia morfologiczne, w których brak i/lub ograniczenie zawodnień wynika wyłącznie z występujących przerzutów wód za pomocą przepompowni i/lub drenażu górniczego. Tym samym większość tzw. niecek bezodpływowych, nazywanych tak według obowiązującej nomenklatury, powinna być uznana jako potencjalne zbiorniki objęte granicami sztucznego odwodnienia terenu.

Według autora metody właściwym jest przyjmowanie najbardziej niekorzystnych warunków możliwego zawodnienia terenów górniczych. W przypadkach słabego rozpoznania geologicznego skał tworzących czasę niecki morfologicznej (w warunkach występowania wymuszonych przepływów wód) właściwym jest zaliczenie jej jako potencjalnego zbiornika objętego granicą sztucznego odwodnienia terenu, a nie jako niecki bezodpływowej.

2.4. Identyfikacja głównych cieków odwadniających teren górniczy oraz zasięgu ich zlewni

Zgodnie z dotychczasową praktyką w ocenie zawodnień terenów górniczych, powinna być stosowana analiza zlewniowa. Dla jej uporządkowania wprowadzono definicję tzw. głównego cieku odwadniającego teren górniczy, tj. każdego cieku wodnego, który odprowadzając grawitacyjnie wody z terenu górniczego, przecina granicę terenu górniczego. Tym samym zlewnia głównego cieku odwadniającego teren górniczy obejmuje zlewnie tych wszystkich cieków powierzchniowych, których wody łączą się lub będą w przyszłości łączyć się (na podstawie rzeźby terenu dla rozpatrywanego stanu), w przypadkach występowania lub po przywróceniu na powierzchni terenu górniczego grawitacyjnych przepływów wód (rys. 6).



Rys. 6. Fragment terenu górniczego „Knurów” z wieloma odrębnymi częściami zlewni głównych cieków odwadniających teren górniczy

Fig. 6. Section of the mining area „Knurów” with many separate parts of the catchment area of the main watercourses draining the mining area

Wyjaśnienia wymaga wskazywanie głównych cieków odwadniających teren górniczy w przypadku występowania lub stosowania od wieloletnich wymuszonych sposobów odwadniania terenów górniczych. Wówczas w pierwszej kolejności zachodzi potrzeba wyznaczenia granic sztucznego odwodnienia terenu i/lub ewentualnie niecek bezodpływowych. Zadanie wyznaczenia tych elementów służy wskazaniu miejsca odpływu wód z rejonu potencjalnych zbiorników, a jednocześnie wskazaniu kierunku odpływu wód i koryta cieku lub obniżenia morfologicznego (żlebu), którym wody mogą grawitacyjnie odpływać. Jeżeli tak wyznaczony potencjalny strumień wody przecnie granicę terenu górniczego, to stanowi on, w myśl definicji, główny ciek odwadniający teren górniczy. W przypadku szczególnym może nim być skanalizowane koryto cieku (strumień podziemny wód).

Po wyznaczeniu na mapie terenu górniczego granic zlewni głównych cieków odwadniających teren górniczy, wewnątrz tych zlewni jest prowadzone odrębnie badanie stanów i zmian środowiska za pomocą wyróżnionych elementów środowiska, względem przyjętych układów odniesienia.

2.5. Wyznaczenie normalnego lub warunkowego hydrometrycznego punktu odniesienia

Dla badania zagrożenia zawodnieniem terenów górniczych i pogórnich proponuje się wyróżnianie normalnego lub warunkowego hydrometrycznego punktu odniesienia, tj. charakterystycznego punktu przecięcia głównego cieku odwadniającego teren górniczy z granicą terenu górniczego od strony odpływu wód.

W przypadku normalnego hydrometrycznego punktu odniesienia za wysokość tego punktu proponuje się przyjmować wysokość średniego stanu wód (dla wybranego przekroju czasowego – okresu obserwacji) po zaokrągleniu tej wartości do liczby, odpowiadającej wysokości warstwy na zastosowanej do analiz mapie. Hydrometryczny punkt odniesienia dla odrębnych zlewni, tzw. głównych cieków odwadniających teren górniczy, będzie stanowił układ odniesienia dla kartowanych na mapie elementów środowiska (powierzchni terenu górniczego) leżących w analizowanej zlewni takiego cieku (rys. 7).

Wynikające ze specyfiki terenów górniczych zmiany wysokości hydrometrycznego punktu odniesienia nie są istotne z punktu widzenia celu badań, jakim jest ocena możliwości odwodnienia powierzchni zlewni w terenie górniczym z wykorzystaniem metod górniczych. Uzasadnieniem powyższego jest fakt, że przyjęta dla danego okresu obserwacji wysokość hydrometrycznego punktu odniesienia pozwala na ocenę związanej z tym okresem możliwości odwodnienia. Zmiana wysokości hydrometrycznego punktu odniesienia, a w szczególności jego górnicze obniżenie, decyduje o zwiększeniu pewności (możliwości) odwodnienia punktów, leżących wewnątrz analizowanej zlewni, powyżej hydrometrycznego punktu odniesienia (o wysokościach wyższych od wysokości hydrometrycznego punktu odniesienia). W związku z powyższym hydrometryczne punkty odniesienia mają kluczowe znaczenie dla oceny stanu zagrożenia zawodnieniem i zdaniem autora powinny być stosowane jako standardowe układy odniesienia na mapach hydromorfologicznych terenów górniczych, zwłaszcza tam, gdzie występują sztuczne przepływy wód powierzchniowych (przepompownie i/lub drenaż górniczy).

Proponuje się zastosowanie następującego oznaczenia na mapach powierzchni, służących do oceny zagrożenia zawodnieniem terenów górniczych (tab. 1).

Drugim rodzajem hydrometrycznego punktu odniesienia, jednakże stosowanym warunkowo po prawnym uzgodnieniu odpowiednich dokumentacji technicznych, jest tzw. warunkowy hydrometryczny punkt odniesienia. Sytuacyjna

Tabela 1. Propozycja oznaczenia na mapie hydromorfologicznej terenu górniczego normalnego hydrometrycznego punktu odniesienia

Table 1. Proposed markings on the hydromorphological map of the mining area of normal hydrometric reference point

| | |
|-----------------------------|--|
| 222,0 ► ZN | środek strzałki oznacza lokalizację punktu, a jej kierunek – kierunek odpływu wód; 222,0 – rzędna normalnego hydrometrycznego punktu odniesienia w m npm; ZN – zero normalne |
|-----------------------------|--|

lokalizacja warunkowego hydrometrycznego punktu odniesienia jest analogiczna do normalnego hydrometrycznego punktu odniesienia. Jego rzędnią wysokościową jest przyjęta z odpowiedniej dokumentacji technicznej, projektowana w tym miejscu wysokość średniego stanu wody, po obniżeniu w wyniku robót hydrotechnicznych (rys. 2.7) i/lub wpływów eksploatacji górniczej sąsiedniego złoża kopaliny, zaokrąglona w górę do wartości odpowiadającej wysokości warstwy na zastosowanej do oceny zagrożenia zawodnieniem mapie terenu górniczego. Za uniwersalną uważa się zasadę stosowania warunkowego hydrometrycznego punktu odniesienia w prawnie ustalonym czasie obowiązywania (ważności) decyzji zatwierdzającej dokumentację, stanowiącą podstawę przyjmowania odpowiedniej wysokości warunkowego hydrometrycznego punktu odniesienia.

2.6. Identyfikacja granicy potencjalnego zalewu

Granica potencjalnego zalewu to zasięg możliwego zawodnienia sztucznie osuszanej niecki morfologicznej, odpowiadający napełnieniu jej wodą do wysokości hydrometrycznego punktu odniesienia, charakterystycznego dla jej lokalizacji.

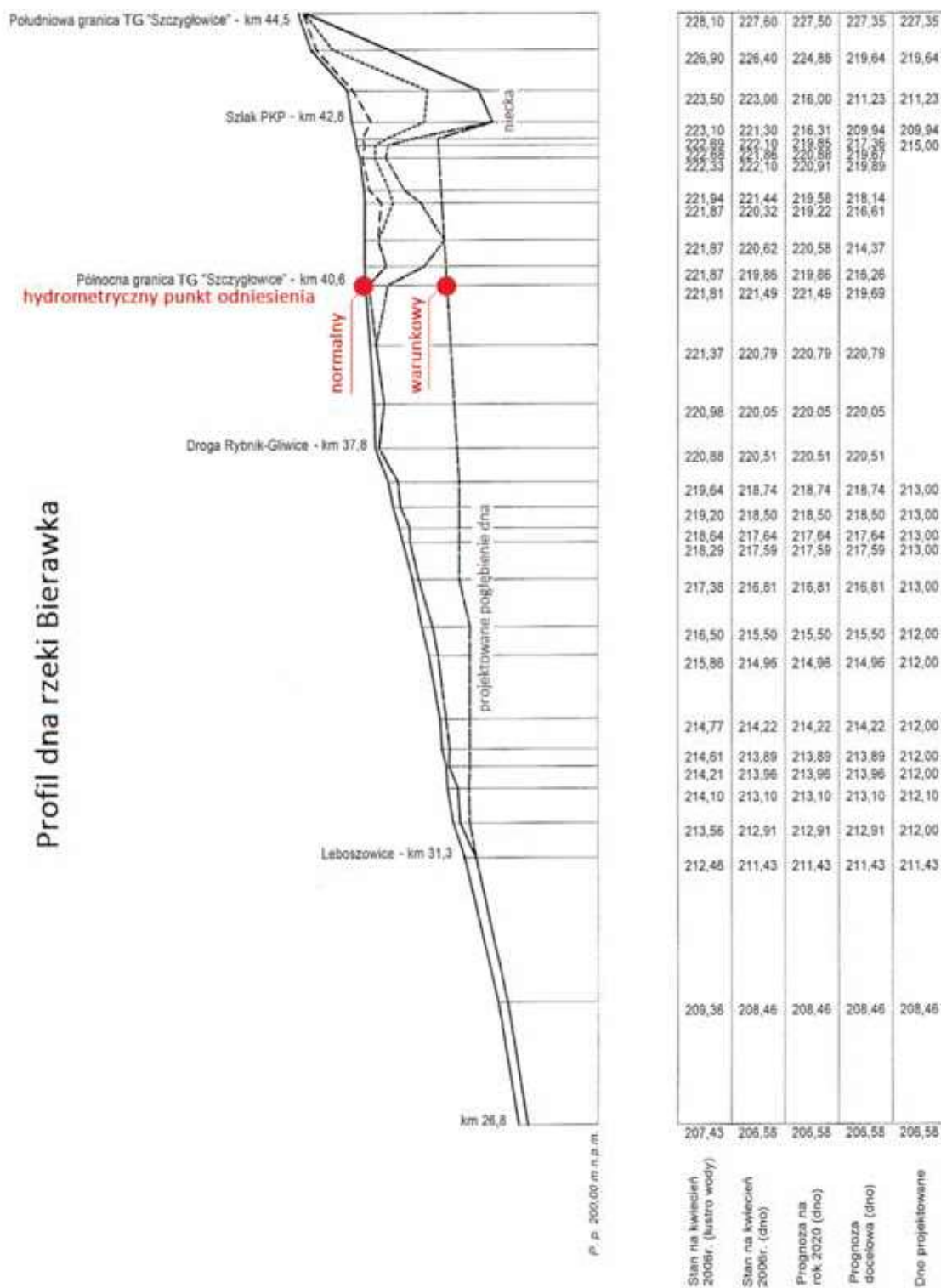
Po naniesieniu hydrometrycznych punktów odniesienia w poszczególnych częściach zlewni głównych cieków odwadniających teren górniczy, należy na mapie hydromorfologicznej wkreślić odpowiadające im wszystkie granice potencjalnego zalewu (warstwy terenowe odpowiadające wysokości hydrometrycznego punktu odniesienia) (rys. 8).

Potencjalnym zbiornikiem objętym granicami potencjalnego zalewu przypisuje się najwyższe zagrożenie zawodnieniem, tożsame z pewnością trwałego zawodnienia w przypadku występowania (przywrócenia) grawitacyjnych przepływów wód (rys. 9).

2.7. Identyfikacja granicy ekstremalnego powodziowego stanu wód

Występowanie powodziowych przepływów wód głównych cieków odwadniających teren górniczy powoduje konieczność dokumentowania na mapie hydromorfologicznej ich stanów (poziomów) w miejscach odpływu wód z terenu górniczego. Można tego dokonać, jeżeli istnieją podstawy do odtworzenia po latach historycznej wysokości kulminacyjnej fali powodziowej. W przypadkach szczególnych, tj. braku danych archiwalnych o powodziach oraz możliwej istotnej zmianie warunków hydrologicznych po ostatniej, zinwentaryzowanej powodzi, dopuszcza się wyznaczenie przedmiotowego elementu za pomocą ekspertyzy hydrologicznej.

Przez granicę ekstremalnego powodziowego stanu wód rozumie się zasięg możliwego zawodnienia sztucznie osuszanej niecki morfologicznej, nie mniejszy niż opisany granicą potencjalnego zalewu i odpowiadający napełnieniu



Rys. 7. Proponowany sposób wyznaczania normalnego i warunkowego hydrometrycznego punktu odniesienia
Fig. 7. Proposed method of determining normal and conditional hydrometric reference point

jej wodą do poziomu najwyższego stanu wód głównego cieką odwadniającego teren górniczy w miejscu odpływu wód z terenu górniczego.

Znalezienie i wyznaczenie wysokości ekstremalnej wody powodziowej (kulminacji) staje się podstawą wkreślenia na mapie hydromorfologicznej terenu górniczego poziomic odpowiadającej tej rzędnej. Zasadą jest przyjmowanie najgorszego możliwego scenariusza zawodnienia poprzez ozna-

czenie na mapie odpowiednim znakiem wszystkich warstw o tej rzędnej (tworzących również odrębne zbiorniki) w zlewni właściwego, głównego cieką odwadniającego teren górniczy. Wyznaczają one granicę ekstremalnego powodziowego stanu wód (rys. 10).

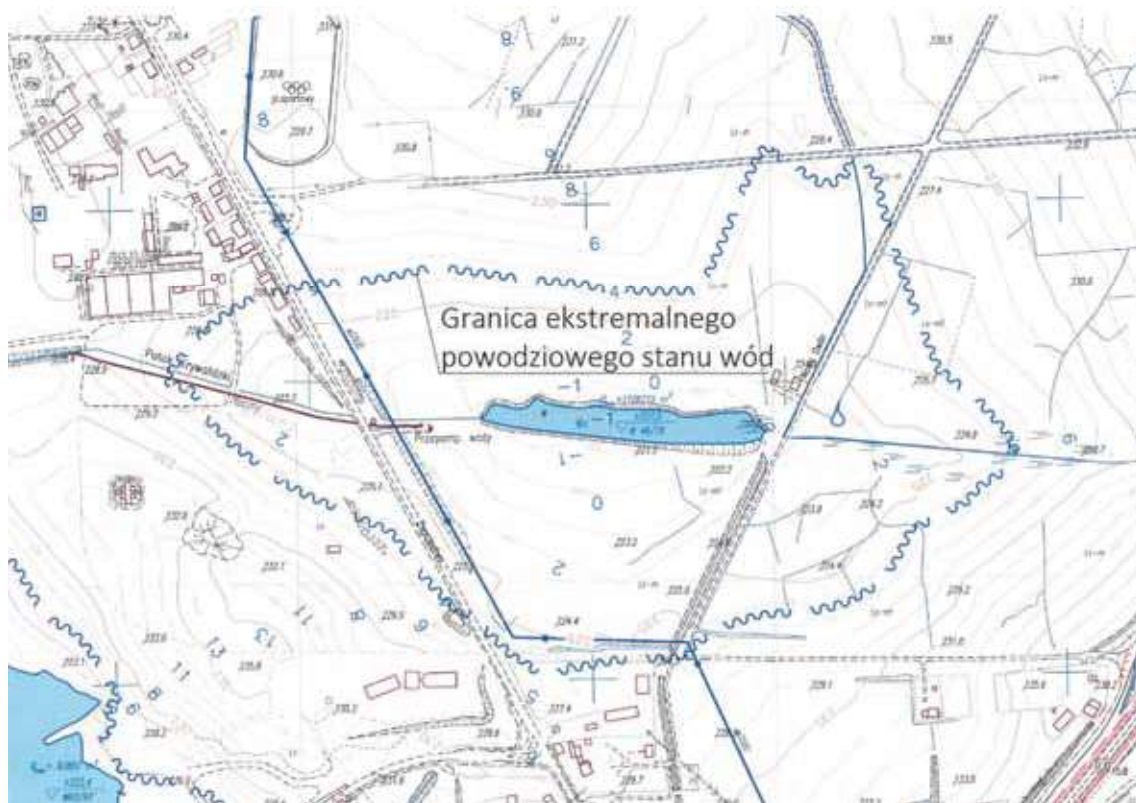
Potencjalnym zbiornikom objętym granicami ekstremalnego powodziowego stanu wód przypisuje się niskie prawdopodobieństwo (okresowego) zawodnienia (rys. 11).



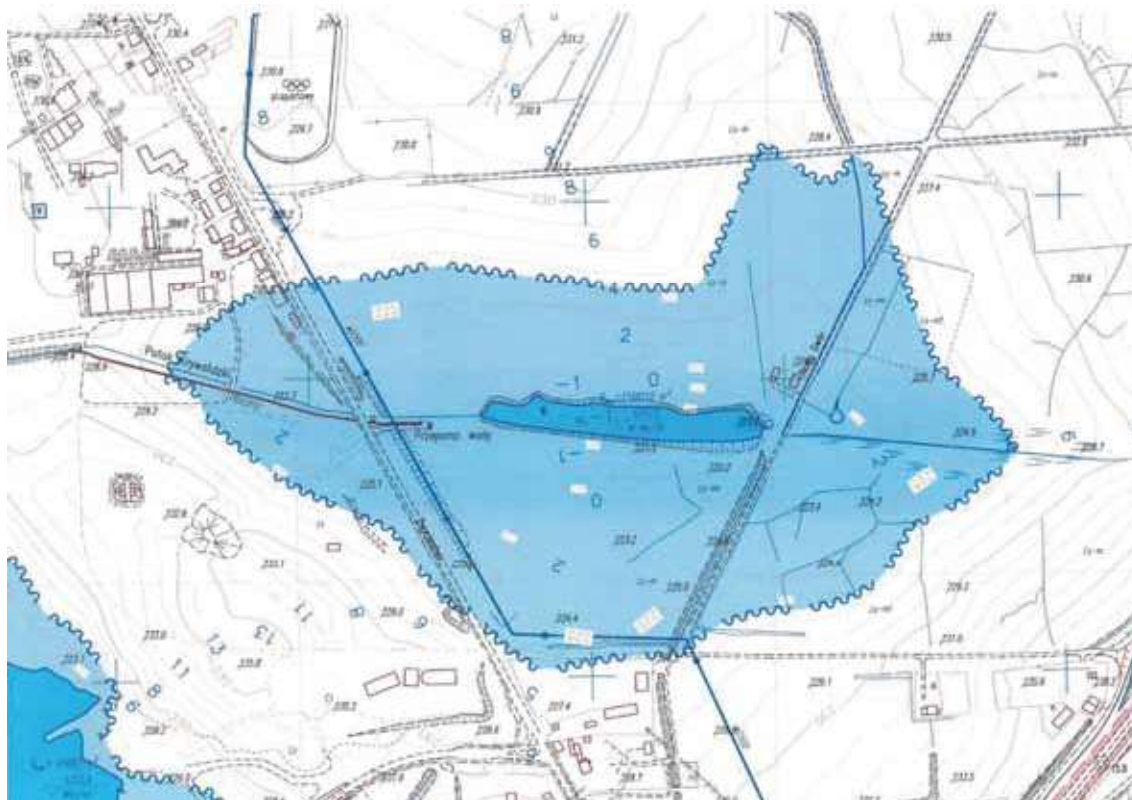
Rys. 8. Granice potencjalnego zalewu w zlewni potoku Krywałdzkiego
 Fig. 8. Boundaries of potential backwater in the catchment area of Krywałdzki stream



Rys. 9. Zawodnienie dna niecek morfologicznych obejmujących granice potencjalnego zalewu
 Fig. 9. Water content of the bottom of morphological troughs within the boundaries of potential backwater



Rys. 10. Granice ekstremalnego powodziowego stanu wód w zlewni potoku Krywałdzkiego
Fig. 10. Boundaries of the extreme flood water level in the catchment area of Krywałdzki stream



Rys. 11. Zawodnienie potencjalnych zbiorników objętych granicami ekstremalnego powodziowego stanu wód w zlewni potoku Krywałdzkiego
Fig. 11. Water content of potential reservoirs within the boundaries of extreme flood water level in the catchment area of Krywałdzki stream

2.8. Odzworowanie rzeźby terenów górniczych za pomocą wysokości położenia powierzchni

Odzworowane na podkładzie mapowym wysokości położenia powierzchni nad hydrometrycznym punktem odniesienia (normalnym lub warunkowym), pozwalają stworzyć prosty kartograficzny model powierzchni terenu górniczego. Występowanie dodatnich wysokości położenia powierzchni terenu górniczego wskazuje na możliwość jej grawitacyjnego odwodnienia (spływu wód po ewentualnych robotach hydrotechnicznych do hydrometrycznego punktu odniesienia i/lub granicy potencjalnego zalewu). Ujemne wysokości położenia powierzchni wskazują pośrednio minimalne głębokości potencjalnego zalewu (zbiornika) w rejonach występowania podziemnego odpływu (drenażu) i/lub przerzutów wód powierzchniowych (rys. 2.3). Zaproponowane wysokości położenia powierzchni terenu górniczego zdecydowanie lepiej opisują możliwość grawitacyjnego odwodnienia powierzchni terenu górniczego niż stosowane dotychczas bezwzględne wysokości powierzchni ponad poziomem morza (rys. 12).

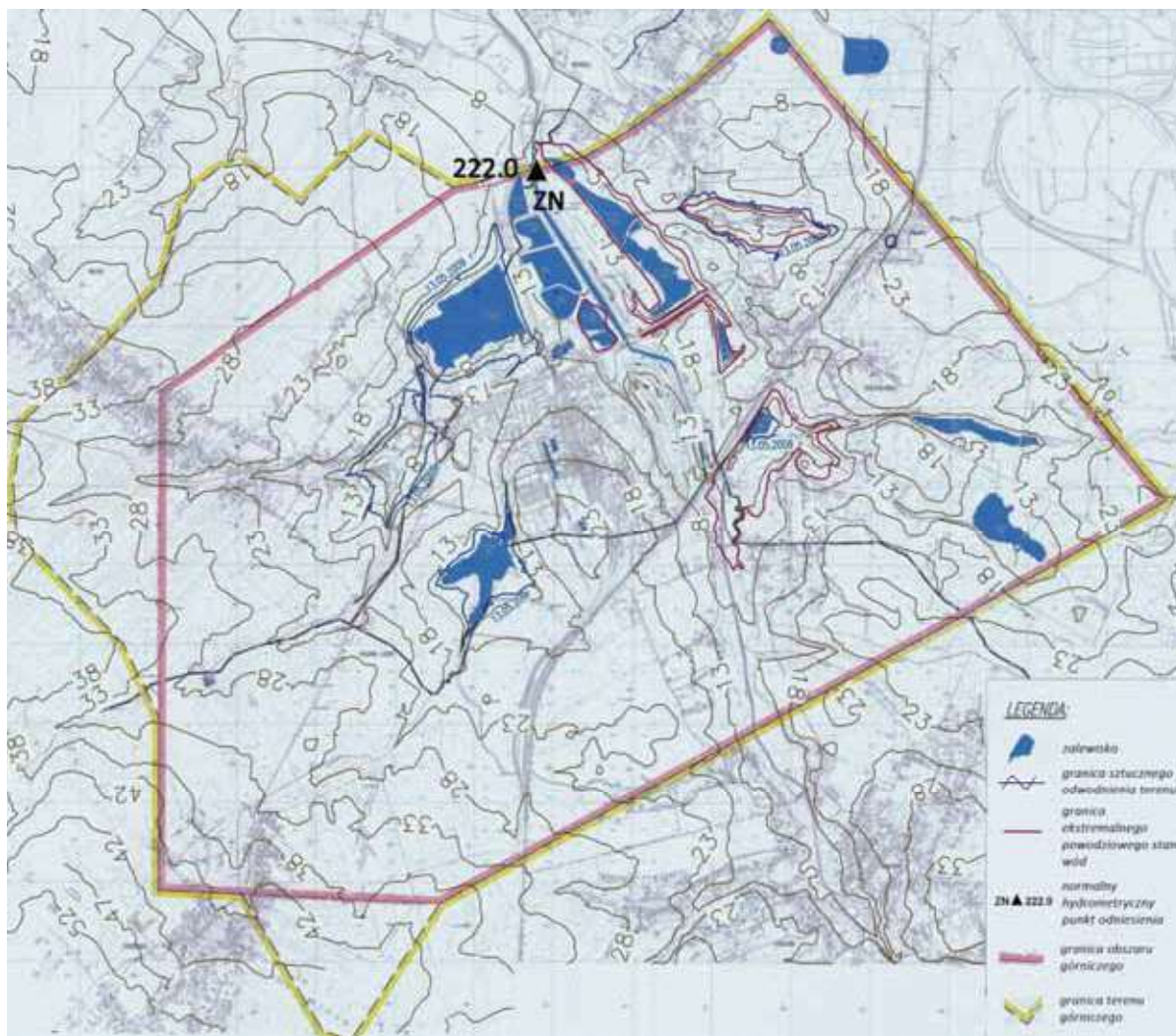
2.9. Kategoryzowanie terenu górniczego w oparciu o hydromorfologiczne elementy środowiska

Mierzalność parametrów oceny zagrożenia zawodnieniem terenów górniczych, uzyskana poprzez wyznaczenie

zaproponowanych elementów hydromorfologicznych terenu górniczego, pozwoliła skategoryzować sztucznie osuszone tereny górnicze ze względu na zagrożenie zawodnieniem, tj. w oparciu o prognozowanie przebiegu procesów przywracania swobodnych przepływów wód (inaczej niż w Instrukcji Nr 12 GIG z 2000 r.).

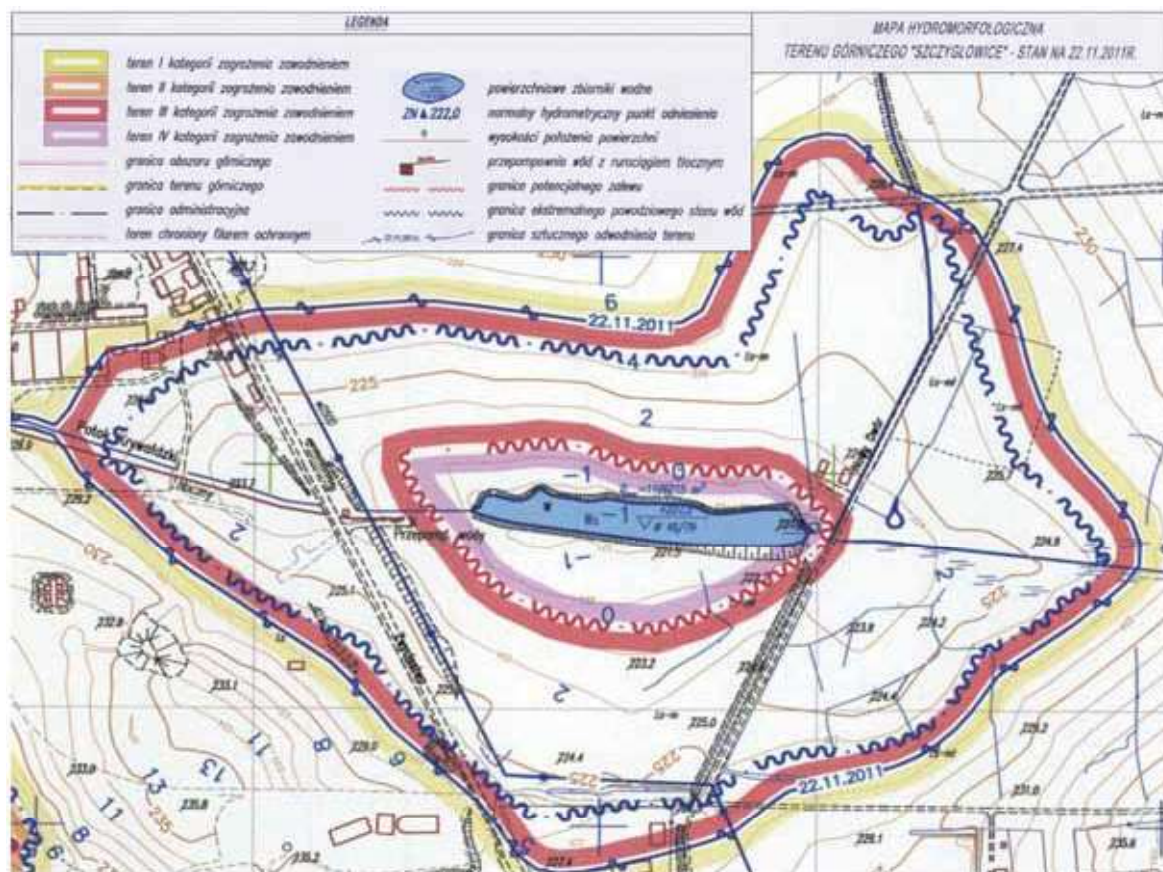
Prawdopodobieństwo zawodnienia potencjalnych zbiorników na terenach górniczych (przy występowaniu lub po przywróceniu naturalnych, grawitacyjnych przepływów wód) stało się parametrem (podstawą stopniowania zagrożenia) zaproponowanego nowego sposobu kategoryzowania terenów górniczych. Prowadzonej w zaproponowany sposób kwalifikacji zawsze powinien podlegać cały teren górniczy. Zinventaryzowane hydromorfologiczne elementy środowiska na mapie hydromorfologicznej stają się najczęściej granicami zmian kategorii terenu górniczego (rys. 13). Powyższy sposób analizy może z powodzeniem być zastosowany w kreowaniu kierunków zagospodarowania przestrzennego terenów górniczych, w tym również w zagospodarowaniu złóż kopalni, oraz planowaniu likwidacji kopalni.

Do terenów górniczych I kategorii zagrożenia zawodnieniem proponuje się zaliczyć tereny górnicze, w których występują lub mogą wystąpić zmiany stosunków wodnych, dla których brak jest podstaw do zaliczenia ich do wyższych niż I kategoria zagrożenia zawodnieniem.



Rys. 12. Wysokości położenia powierzchni terenu górniczego „Szczygłowice” – stan na 2009 r.

Fig. 12. Relative surface elevation of „Szczygłowice” mining area – as of 2009



Rys. 13. Skategoryzowanie fragmentu terenu górniczego „Szczygłowice” w rejonie zlewni potoku Krywałdzkiego – stan na 2011 r.

Fig. 13. Categorizing the section of „Szczygłowice” mining area in the catchment area of Krywałdzki stream – as of 2011

Do terenów górniczych II kategorii zagrożenia zawodnieniem proponuje się zaliczyć tereny górnicze, które są lub będą objęte granicami ekstremalnego powodziowego stanu wód i/lub nieckami bezodpływowymi z wyłączeniem z nich powierzchni zaliczonych do wyższych niż II kategoria zagrożenia zawodnieniem. Tereny te charakteryzują się niskim prawdopodobieństwem wystąpienia (okresowego) zawodnienia.

Do terenów górniczych III kategorii zagrożenia zawodnieniem proponuje się zaliczyć tereny górnicze, które są lub będą objęte granicami sztucznego odwodnienia terenu, z wyłączeniem z nich powierzchni zaliczonych do IV kategorii zagrożenia zawodnieniem oraz dodatkowo części zalewisk, charakteryzujące się zinwentaryzowanymi, dodatnimi wysokościami położenia ich dna. Tereny te charakteryzują się dużym prawdopodobieństwem występowania (trwałego) zawodnienia.

Do terenów górniczych IV kategorii zagrożenia zawodnieniem proponuje się zaliczyć tereny górnicze, które są lub będą objęte granicami potencjalnego zalewu i/lub podtopieniami i/lub zalewiskami, z wyłączeniem z nich powierzchni zalewisk zaliczonych do III kategorii zagrożenia zawodnieniem. Tereny te są zawodnione i/lub podtopione i/lub ulegną w przyszłości trwałemu zawodnieniu i/lub podtopieniu po przywróceniu na nich naturalnych, grawitacyjnych przepływów wód.

3. Wnioski końcowe

- Powszechne w górnictwie podziemnym stosowanie wymuszonych przerzutów wód powierzchniowych

i podziemnych zapewnia czasową ochronę zagospodarowania powierzchni terenów górniczych i jest przyczyną braku ujawniania się całokształtu szkód w środowisku wodnym, jak również braku bieżącego naprawienia przez przedsiębiorców górniczych tych szkód.

- Za ważny aspekt stosowania sztucznych przepływów wód powierzchniowych na terenach górniczych należy uznać problem finansowania przez Skarb Państwa kosztów utrzymania wymuszonych systemów pompowych po likwidacji zakładów górniczych, przedsiębiorców górniczych i braku ich następców prawnych. Nabiera to jeszcze większego znaczenia w przypadkach, kiedy powierzchnie sztucznie odwadniane mogą być obszarem duże i duża jest ilość wód koniecznych do stałego przepompowywania.
- Podczas opracowania metody dokonano przeglądu i wykorzystano pojęcia znane w hydrogeologii, hydrologii, geodezji, inżynierii środowiska i górnictwie. Nowością proponowanej metody jest zdefiniowanie i zaproponowanie do stosowania nowych, oraz zredefiniowanie znanych elementów środowiska terenów górniczych, takich jak baza naturalnego odpływu wód z terenu górniczego oraz pięć rodzajów potencjalnych zbiorników na terenach górniczych: niecki bezodpływowej, zalewiska, granicy sztucznego odwodnienia terenu, granicy ekstremalnego powodziowego stanu wód oraz granicy potencjalnego zalewu.
- Zgodnie z dotychczasową praktyką w ocenie zawodnienia terenów górniczych, powinna być stosowana analiza zlewniowa. Dla jej uporządkowania zaproponowano i wprowadzono definicję tzw. głównego cieku odwadniającego teren górniczy, tj. każdego cieku wodnego, który,

odprowadzając grawitacyjnie wody z terenu górniczego, przecina granicę terenu górniczego. Wewnątrz odrębnych zlewni głównych cieków odwadniających teren górniczy zaproponowano badanie stanów i zmian środowiska za pomocą wyróżnionych elementów środowiska względem przyjętych układów odniesienia.

- Za ważny i nowy element opisywanej metody uważa się wprowadzenie specjalnych, kartograficznych elementów odniesienia dla powierzchni terenu górniczego, tzw. normalnego hydrometrycznego punktu odniesienia i warunkowego hydrometrycznego punktu odniesienia. Hydrometryczne punkty odniesienia mogą być lokalnymi układami odniesienia dla badania różnych elementów środowiska terenów górniczych na mapach. Mają one szczególnie istotne znaczenie i zdaniem autora powinny być stosowane jako standardowe elementy odniesienia na mapach hydromorfologicznych terenów górniczych, zwłaszcza tam, gdzie występują sztuczne przepływy wód powierzchniowych (przepompownie i/lub drenaż górniczy).
- Za ważny sposób analizy morfologii terenu i warunków spływu wód autor uznaje zaproponowane tzw. wysokości położenia powierzchni terenu górniczego nad hydrometrycznym punktem odniesienia (normalnym lub warunkowym), jako kryterium, które lepiej opisuje możliwość grawitacyjnego odwodnienia powierzchni terenu górniczego niż stosowane dotychczas bezwzględne wysokości powierzchni ponad poziomem morza. Odwzorowane na podkładzie mapowym wysokości położenia powierzchni pozwalają stworzyć prosty kartograficzny model powierzchni terenu górniczego. Występowanie dodatnich wysokości położenia powierzchni terenu górniczego wskazuje na możliwość jej grawitacyjnego odwodnienia (gwarancji spływu wód do granicy potencjalnego zalewu po ewentualnym wykonaniu robót hydrotechnicznych). Ujemne wysokości położenia powierzchni wskazują minimalne (po ewentualnym wykonaniu robót hydrotechnicznych) głębokości potencjalnego zalewu w rejonach występowania podziemnego odpływu (drenażu) i/lub przerzutów wód powierzchniowych.
- Podstawą oceny zagrożenia zawodnieniem terenów górniczych jest zaproponowany nowy sposób kategoryzowania sztucznie osuszanych terenów górniczych za pomocą zdefiniowanych w metodzie elementów środowiska. Przypisano im odpowiednie prawdopodobieństwo występowania zawodnienia po przywróceniu naturalnych grawitacyjnych przepływów wód.
- Zaproponowane w metodzie hydromorfologiczne elementy środowiska terenów górniczych pozwalają na wprowadzenie nowej jakości w zarządzaniu zawodnieniem terenów górniczych. Niektóre z nich, w szczególności baza naturalnego odpływu wód z terenu górniczego, normalny hydrometryczny punkt odniesienia i związana z nim granica potencjalnego zalewu oraz granica ekstremalnego powodziowego stanu wód, w myśl normy ISO 14001 (2004), mogą stać się tzw. znaczącymi aspektami środowiskowymi w polityce środowiskowej prowadzonej przez przedsiębiorców górniczych, władze administracji i organy nadzoru górniczego.
- Jednym z podstawowych zastosowań proponowanej metodyki jest procedura klasyfikowania zasobów kopalni do przemysłowych, uwzględniająca grawitacyjną możliwość odwodnienia terenu górniczego. Metodyka ta polega na bezwarunkowej kwalifikacji do przemysłowych tych partii zasobów kopalni, których eksploatacja górnicza spowoduje obniżenia punktów powierzchni terenu górniczego nieprzekraczające ich wysokości położenia powierzchni,

pomniejszych o niezbędny dla możliwości odwodnienia spad cieku.

Literatura

- BIAŁEK J. 2003 - Algorytmy i programy komputerowe do prognozowania deformacji terenu górniczego, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- BIAŁEK J. 2009 - Uwagi na temat metodyki oceny wpływu eksploatacji górniczej na obiekty terenu górniczego; Materiały konferencyjne z X dni miernictwa górniczego i ochrony terenów górniczych, Kraków.
- BORECKI M. i in., 1980 - Ochrona powierzchni przed szkodami górniczymi, Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice.
- BUKOWSKI P. 1995 - Możliwości wystąpienia niekorzystnych zmian warunków wodnych na powierzchni terenu wskutek likwidacji odwodnienia kopalni; Prace naukowe GIG, seria konferencje nr 3. Konferencja naukowo-techniczna pt.: „Ochrona powierzchni i obiektów budowlanych przed szkodami górniczymi”, Katowice.
- BUKOWSKI P. 2006 - Zawodnienie powierzchni terenu spowodowane działalnością górniczą prowadzoną w GZW w okresie od rozwoju górnictwa lat 70. i 80. XX wieku do okresu restrukturyzacji kopalni; „Przeгляд Górniczy” nr 5.
- BUKOWSKI P. 2010 - Prognozowanie zagrożenia wodnego związanego z zatapianiem wyrobisk górniczych kopalń węgla kamiennego. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa – Studia – Rozprawy - Monografie, Nr 882, Katowice.
- Główny Instytut Górnictwa, 2000 - Zasady oceny możliwości prowadzenia podziemnej eksploatacji górniczej z uwagi na ochronę obiektów budowlanych, Seria: Instrukcje, nr 12; Wyd. GIG, Katowice.
- IGNACY D. 2010 - Górnicza mapa sytuacyjno-wysokościowa powierzchni podstawą oceny zagrożenia bezpieczeństwa użytkowania obiektów budowlanych na terenach górniczych; Materiały z III konferencji naukowo-szkoleniowej; Prace naukowe GIG; Kwartalnik 4/1/2010, Katowice.
- IGNACY D. 2015 - Metoda oceny zagrożenia zawodnieniem terenów górniczych – Praca doktorska GIG, Katowice.
- JANKOWSKA M., LISIEWICZ S. 1998 - Kartograficzne i geodezyjne metody badania zmian środowiska; Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu, Poznań.
- KNOTHE S. 1951 - Wpływ podziemnej eksploatacji na powierzchnię z punktu widzenia zabezpieczenia położonych na niej obiektów; Praca doktorska AGH, Kraków.
- KNOTHE S. 1984 - Prognozowanie wpływów eksploatacji górniczej; Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice.
- KOWALSKI A. 2007 - Nieustalone górnicze deformacje powierzchni w aspekcie dokładności prognoz. Prace naukowe GIG nr 871, Katowice.
- KOWALSKI A. 2015 - Deformacje powierzchni w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym, Wyd. GIG, Katowice.
- KWIATEK J. i inni 1997 - Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych; Wydawnictwo Głównego Instytutu Górnictwa, Katowice.
- OSTROWSKI J. 2006 - Deformacje powierzchni a zagrożenia uszkodzeniami budynków na terenach górniczych w ujęciu probabilistycznym; Rozprawy, Monografie nr 160, Uczelniane Wydawnictwa Naukowe Dydaktyczne AGH, Kraków.
- PAZDRO Z. 1983 - Hydrogeologia ogólna; Wyd. Geologiczne, Warszawa.
- POPIOLEK E. 2009 - Ochrona terenów górniczych; Wydawnictwa AGH, Kraków.
- POPIOLEK E., OSTROWSKI J. 1981 - Próba ustalenia głównych przyczyn rozbieżności prognozowanych i obserwowanych poeksploatacyjnych wskaźników deformacji; „Ochrona Terenów Górniczych” nr 58.
- ROGOŹ M. 2004 - Hydrogeologia kopalniana z podstawami hydrogeologii ogólnej; Wyd. Głównego Instytutu Górnictwa, Katowice.
- ROGOŹ M., POSYŁEK E. 2000 - Problemy hydrogeologiczne w polskich kopalniach węgla kamiennego, Wyd. Głównego Instytutu Górnictwa, Katowice.
- ROGOŹ M., RYLKO L. 1970 - Hydrogeologiczne szkody górnicze i ich powstawanie, „Przeгляд Górniczy” nr 7-8.

- ROGOŹ M., BUKOWSKI P., GÓRKA G., POSYŁEK E., SOLIK-HELIA SZ E., STASZEWSKI B. 1995 - Wpływ likwidacji kopalni na warunki wodne w górotworze i na powierzchni. Prace GIG, Komunikat nr 805, Katowice.
- SIKORSKA-MAYKOWSKA M. (red.) 2001 - Waloryzacja środowiska przyrodniczego i identyfikacja jego zagrożeń na terenie województwa śląskiego; Wyd. Państwowego Instytutu Geologicznego i Urzędu Marszałkowskiego Województwa Śląskiego, Warszawa.
- STASZEWSKI B. 1992 - Zmiany położenia zwierciadła wód gruntowych w zlewni objętej poeksploatacyjnymi ciągłymi deformacjami powierzchni. Praca doktorska GIG, Katowice.
- STASZEWSKI B. 1996 - Przewidywane zmiany warunków wodnych na powierzchni terenów górniczych likwidowanych kopalń po wyłączeniu systemów ich odwadniania; Materiały VI Konferencji: Problemy geologii w ekologii i górnictwie podziemnym; Prace Naukowe GIG, Seria Konferencje nr 13, Katowice.
- SZTELA K J., CEMPIEL E. 1988 - Skutki na powierzchni terenu wynikające ze zmiany układów hydrogeologicznych i hydrograficznych w rejonach górniczych; Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej nr 960, Seria: Górnictwo (z. 172), Gliwice.
- SZTELA K J., KAPUŚCIŃSKI T., SZCZEPAŃSKI W., CEMPIEL E. 1986 - Ujęcie wód kopalnianych dla celów przemysłowych i pitnych w aspekcie ochrony powierzchni terenu w północno-wschodniej części Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego, Materiały z konferencji nt.: Postęp naukowy i techniczny w geologii górniczej węgla kamiennego; Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej Nr 900, S. Górnictwo, z. 149.
- WILK Z. 1958 - Niektóre zagadnienia związane z wpływem robót górniczych na stosunki wodne; „Przeгляд Górnicy” nr 2.
- WILK Z. (red.) 2003 - Hydrogeologia polskich złóż kopalni i problemy wodne górnictwa, t. 1., Uczelniane Wydawnictwa Naukowo Dydaktyczne AGH, Kraków.

Artykuł wpłynął do redakcji – październik 2016
Artykuł zaakceptowano do druku 15.12.2016

***Zwiększajmy prenumeratę
najstarszego – czołowego miesięcznika
Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Górnictwa!***

Liczba zamawianych egzemplarzy określa zaangażowanie jednostki
gospodarczej w procesie podnoszenia kwalifikacji swoich kadr!

Zapraszamy do publikacji artykułów w wersji angielskojęzycznej