

Justyna MORMAN, Mariusz CZOP

AGH Akademia Górniczo – Hutnicza, Kraków
Wydział Geofizyki, Geologii i Ochrony Środowiska

Antropogeniczne przeobrażenia reżimu hydrogeologicznego rzeki Sztola w południowej części rejonu olkuskiego

Słowa kluczowe

Drenaż górniczy, rzeka Sztola, zmiana reżimu hydrologicznego, rejon olkuski

Streszczenie

Południowa część rejonu olkuskiego, charakteryzuje się znacznym stopniem przeobrażenia naturalnych warunków hydrogeologicznych. Zmiana ta jest wywołana oddziaływaniem systemów odwadniania podziemnej kopalni rud cynku i ołowiu „Olkusz-Pomorzany” i odkrywkowej kopalni piasku „Szczakowa”. Bezpośrednim drenażem objęte są węglanowe osady triasu, odwadniane chodnikami wodnymi w kopalni podziemnej oraz piaski czwartorzędowe drenowane na wielką skalę przez system rowów i kanałów w kopalni odkrywkowej.

Ważnym wskaźnikiem, stopnia zaburzenia naturalnych stosunków wodnych na tym obszarze jest rzeka Sztola. Począwszy od lat 70. XX wieku wody w rzece pochodzą głównie z odwadniania podziemnych wyrobisk górniczych kopalni „Olkusz-Pomorzany”. Dodatkowo w wyniku drenażu kopalni piasku „Szczakowa” przekształciła się ona z rzeki drenującej na zasilającą.

W pracy przedstawiono wyniki pomiarów przepływu wody w rzece Sztola, wykonane w połowie 2011 r. przy pomocy młynka hydrometrycznego i obliczone metodą Harlachera. Wykonane badania zestawione z wynikami archiwalnych pomiarów z połowy lat 70. XX wieku potwierdzają sztucznie wymuszony, zasilający charakter rzeki Sztola.

1. Wstęp

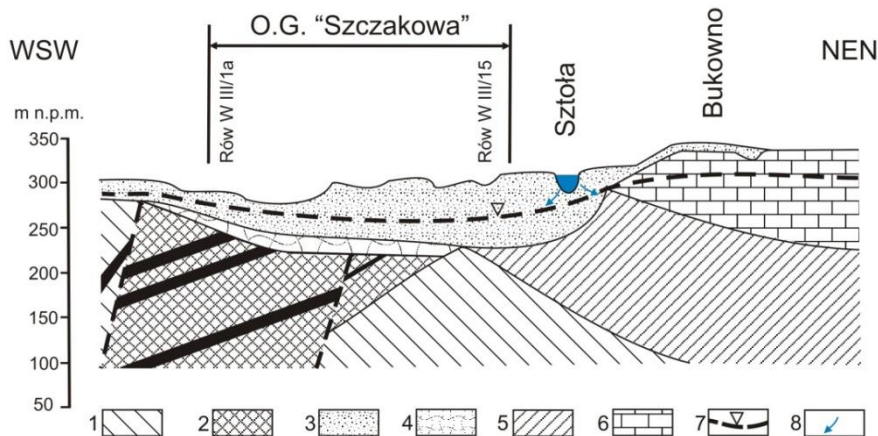
Rzeka Sztola przepływa przez województwo małopolskie i śląskie. Stanowi lewobrzeżny dopływ Białej Przemszy. Rzeka ma swoje źródła u podnóża wzniesienia Kozłowa Góra na terenie Wyżyny Olkuskiej. W górnym odcinku, na długości ok. 2,8 km, rzeka płynie w głębokiej dolinie w kierunku północno-zachodnim. Obszar ten należy do Parku Krajobrazowego Dolinki Krakowskiej.

Początkowy odcinek rzeki jest zasilany przez trzy naturalne źródła, lecz zazwyczaj jest pozbawiony wody w związku z objęciem tego obszaru przez lej depresji kopalni cynku i ołowiu „Olkusz-Pomorzany”. Niewielki przepływ rzeki w górnym jej biegu gwałtownie zwiększa się w miejscowości Bukowno w wyniku dopływu wód z rzeki Baby. Rzeką Baba jest w całości zasilana wodami odprowadzanymi z kopalni „Olkusz-Pomorzany”. Wody kopalniane zrzucane do Baby a za jej pośrednictwem do Sztoły, charakteryzują się bardzo dobrą lub dobrą jakością. Wody te pochodzą bowiem z części systemu odwadniania kopalni „Olkusz-Pomorzany” przejmującego dopływ „czystych” wód podziemnych. W odróżnieniu, strumień wód zanieczyszczonych substancjami lignosulfonianowymi dopływający do kopalni „Olkusz-Pomorzany” jest zrzucany za pośrednictwem rzeki Biała do rzeki Białej Przemyskiej.

Sztoła uchodzi do Białej Przemyskiej w Sławkowie (Ryszka). Tuż przed jej ujściem znajduje się obecnie nieczynne już ujęcie wody.

2. Szkic warunków geologicznych i hydrogeologicznych w obrębie zlewni rzeki Sztoły

W profilu geologicznym rzeki stwierdzono utwory od dolnego kambru do holocenu. W tym rejonie wyróżnione zostały dwa piętra strukturalne. Starsze utwory dewonu i kambru zostały sfałdowane o kierunku WNW – ESE. Powyżej niezgodnie zalega młodsze piętro reprezentowane przez utwory permu, triasu i jury. Młodsze piętro ma charakter platformy o położeniu poziomym lub z niewielkim nachyleniem. Całość została pocięta licznymi uskokami tworząc przy tym struktury rowów i zębów (Wilk, 2003).



Rys. 2.1. Schematyczny przekrój hydrogeologiczny (Haładus i in. 2007)

Legenda: 1 – słaboprzepuszczalne utwory karbońskie (łupki), 2 – przepuszczalne utwory karbońskie (piaskowce), 3 – bardzo dobrze przepuszczalne piaski czwartorzędowe; 4 – słaboprzepuszczalne utwory czwartorzędowe; 5 – słaboprzepuszczalne utwory permskie; 6 – dobrze przepuszczalne utwory triasowe, 7 – położenie zwierciadła wody w czwartorzędowo – triasowym piętrze wodonośnym, 8 – wody infiltrujące z koryta z rzeki Sztoła

Fig. 2.1. Schematic hydrogeological cross-section (Haładus et al. 2007)

Legend: 1 – impermeable Carboniferous deposits (schists), 2 – permeable Carboniferous deposits (sandstones), 3 – highly permeable Quaternary sands, 4 – low-permeable Quaternary deposits; 5 – low-permeable Permian deposits (molasses), 6 – permeable Triassic deposits (carbonates), 7 – groundwater table in Quaternary-Triassic aquifer, 8 – water infiltration from Sztoła river

Na omawianym obszarze stwierdzono cztery piętra wodonośne: czwartorzędowe, jurajskie, triasowe i paleozoiczne (rys.2.1).

Piętro czwartorzędowe odgrywa kluczową rolę w obrębie zlewni Sztoły. Miąższość osadów czwartorzędowych jest bardzo zmienna. Największą miąższość, przekraczającą 70 m, stwierdzono w osi pradoliny Przemszy. Z względu na pojemność i przewodność hydrauliczną osady czwartorzędu są głównym piętrzem wodonośnym. Piętro zasilane jest przez infiltrację opadów atmosferycznych oraz przez wody infiltrujące z rzeki Sztoły (Haładus, Kulma 2004).

Rzeka Sztoła stanowi główny element hydrogeologiczny południowej części rejonu olkuskiego. W podłożu koryta rzeki Sztoły występują bardzo dobrze przepuszczalne piaski czwartorzędowe Pradoliny Przemszy. Przeważają tu osady frakcji korytovej, piaski grubo i średnioziarniste, rzadziej żwiry lub żwiry piaszczyste. W skład żwirów wchodzi tylko materiał lokalny. Współczynnik filtracji tych utworów oznaczony został za pomocą próbnych pompowań otworów studziennych oraz badań polowych na wodoprzepuszczalność w szybkach (metoda Girińskiego). Wartości współczynnika filtracji mieszczą się w przedziale od $7,0 \times 10^{-5}$ m/s do $5,4 \times 10^{-3}$ m/s (6,1 – 466,6 m/d) (Haładus, Kulma 2004).

W południowej i południowo – zachodniej części rejonu olkuskiego stwierdzono istnienie bezpośredniej więzi hydraulicznej triasowego i czwartorzędowego piętra wodonośnego, gdzie węglanowe utwory triasu odsłaniają się na powierzchni terenu lub występują bezpośrednio pod utworami czwartorzędu. W skutek antropogenicznego drenażu piętra triasowego w tym rejonie, czwartorzędowe piętro wodonośne zostało prawie w całości osuszone (Haładus, Kulma 2004). Doszło do zmiany kierunku krążenia wód podziemnych, które zaczęły spływać w stronę wspomnianych stref kontaktu. W warunkach reżimu naturalnego drenaż czwartorzędowego piętra wodonośnego odbywał się głównie przez cieki powierzchniowe a mniejsze znaczenie miał pobór wody za pośrednictwem studni gospodarczych i komunalnych. W tym czasie spływ wód podziemnych w utworach czwartorzędowych odbywał w kierunku głównych cieków drenujących: Baby, Witeradówki, Sztoły i Przemszy (Wilk, 2003).

Jurajskie piętro wodonośne w górnej części budują skaliste i płytowe wapienie górnej jury (malm), tworzące główny zbiornik wód podziemnych GZWP nr 326 Częstochowa Wschód. Dolną część piętra tworzą piaskowce i zlepieńce jury środkowej (dogger). Przepływ w wapieniach skalistych odbywa się przez szczeliny oraz kanały krasowe. Średnia wartość współczynnika filtracji wapieni jurajskich na tym obszarze wynosi $1,6 \times 10^{-5}$ m/s (Haładus, Kulma 2004).

Triasowe piętro wodonośne składa się z skał węglanowych dolnego i środkowego triasu. W szczególności bardzo wysoką wodoprzepuszczalność mają dolomity diploporowe i kruszczośne. Są to skały spękane i skrasowiałe, dodatkowo z istotnym udziałem przestrzeni porowej. Szczególnie dużą porowatością charakteryzują się ziarniste odmiany dolomitów (Wilk, Motyka, 1980). Wapienie warstw gogolińskich przewodzą wodę dzięki obecności szczelin, fug między ławicowych i systemów kawern. Występujące w nich cienkie przeławiczenia ilaste lub ilasto – margliste utrudniają przepływ wód podziemnych. Dolomity retu są, podobnie jak dolomity diploporowe i kruszczośne (wapień muszlowy), porowate, spękane i również w nich spotyka się kawerny. Miąższość osadów triasowego piętra wodonośnego uzależniona jest od tektoniki i zaawansowania procesów erozyjnych. W rowach tektonicznych węglanowe utwory trzeciorzędowe zalegają najgłębiej a w zrębach – najpłycej. Największe miąższości, rzędu 120 – 150 m, triasowe utwory wodonośne osiągają w rowie Bolesławia. Miąższość węglanowych osadów zmniejsza się o kilku metrów w południowej części doliny Przemszy. Erozyjna granica

zasięgu występowania węglanowych utworów triasowych przebiega przez południową i południowo – zachodnią część obszaru olkuskiego.

Triasowe piętro wodonośne na obszarze wychodni zasilane jest bezpośrednio przez infiltrację opadów atmosferycznych. Zasilanie ma charakter pośredni w miejscu gdzie utwory triasowe przykryte są serią piasków czwartorzędowych. Drenaż tych utworów spowodowany jest działalnością systemu odwadniania kopalni cynku i ołowiu „Olkuś-Pomorzany”, który przejmuje wody z utworów triasowych w ilości 250 – 350 m³/min..

Karbońskie piętro wodonośne rozpoznano dostatecznie dobrze w południowej części obszaru kopalni piasku „Szczakowa”. Utwory górnego karbonu wykształcone są w postaci serii piaskowców drobno- i średnioziarnistych, przeważnie słabo związanych i silnie spękanych. Utwory te pozostają w kontakcie hydraulicznym z czwartorzędowym piętrzem wodonośnym lub znacznie rzadziej są od nich izolowane warstwami glinu i łupków. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych w partii przystropowej wynosi $3,9 \times 10^{-4}$ m/s i z głębokości maleje do $5,7 \times 10^{-7}$ m/s.

Zasilanie karbońskiego piętra wodonośnego odbywa się na wychodniach serii piaskowcowych przez wody infiltrujące z utworów czwartorzędowych. Drenaż spowodowany jest przez wyrobiska górnicze zlikwidowanej kopalni Siersza (znajdującej się obecnie na etapie bardzo powolnego zatapiania) oraz przez studnie ujęcia „Lechy”. Lej depresji spowodowany jego eksploatacją rozwija się w kierunku Pola Siersza, powodując obniżenie zwierciadła wody również w piętrze czwartorzędowym (Haładus i in. 2007).

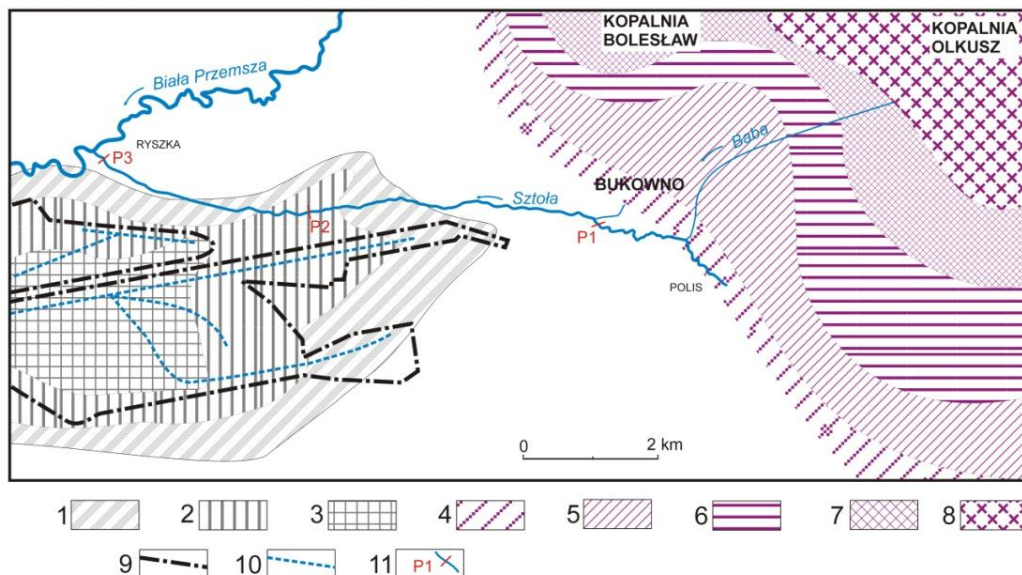
3. Oddziaływanie kopalń olkuskich na stosunki wodne w dolinie Sztoły

Proces oddziaływania na wody podziemne w rejonie olkuskim datuje się na około XVI wiek, kiedy po wydrążeniu sztolni Ponikowskiej i Pileckiej sięgnięto po partie złoża zalegające poniżej zwierciadła wód podziemnych.

Kolejnym etapem rozwoju drenażu górniczego w rejonie olkuskim był początek XIX w. kiedy to w kopalni Ulisses (i równolegle w kopalni Józef) rozpoczęto eksploatację podziemną. Kopalnia „Ulisses”, następnie „Bolesław” przeżywała w okresie swojego istnienia liczne okresy zatapiania i odtapiania, zależne od koniunktury ekonomicznej. Ostatecznie kopalnia została odtopiona w latach 40. XX wieku. Skutkiem odtopienia i odwadniania kopalni „Bolesław” były zaniki i ubytki wód w studniach gospodarskich w Bolesławiu, Starczynowie i Ujkowie, a także zanik rozległych niegdyś bagnisk u zbiegu miejscowości Wodąca i Bukowno.

Ustalenie zasięgu leja depresji dla początkowego okresu istnienia kopalni Bolesław jest utrudnione z powodu braku materiałów dokumentacyjnych. Prawdopodobnie lej depresji miał kształt zbliżony do elipsy. Dłuższa oś leja miała przebieg N-S i długość 4,5 km.

Po uruchomieniu kolejnej kopalni „Olkuś”, pod koniec lat 50. XX wieku, w miarę rozwoju sieci wyrobisk podziemnych, zaczął się tworzyć kolejny lej depresyjny, a równocześnie, na skutek zmniejszenia zasilania z kierunku wschodniego, poszerzał się lej wokół kopalni Bolesław. Konsekwencją tego było obniżenie zwierciadła wody w utworach triasu tam gdzie miało ono pierwotny charakter swobodny (na obszarach nie przykrytych kajprem) oraz przejście zwierciadła naporowego w swobodne w rejonach, gdzie taka izolacja istniała. Wtedy to na długości około 8 km zanikła rzeka Baba, stanowiąca prawy dopływ rzeki Sztoły (Wilk, 2003).



Rys. 3.1. Mapa izolinii depresji wytworzonej pod wpływem odwadniania piaskowni (1-3) wg stanu na rok 1973 (Motyka, Witczak 1975), oraz odwadnianiem kopalń Bolesław i Olkusz (4-8) wg stanu z 1974 (Wilk 2003)

Legenda: Piętro czwartorzędowe: 1 – obszar zwierciadła obniżonego o 1 – 1,5 m, 2 – obszar zwierciadła obniżonego o 5 – 10 m, 3 – obniżenie zwierciadła powyżej 10 m. Piętro triasowe: 4 – zwierciadło wody obniżone o mniej niż 10 m, 5 – obniżenie zwierciadła o 10 m, 6 – obniżenie zwierciadła o 20 m, 7 – obniżenie zwierciadła o 30 m, 8 – obniżenie zwierciadła o więcej niż 40 m. 9 – zarys wyrobiska kopalni piasku, 10 – kanały odwadniające, 11 – punkty pomiaru przepływu na rzece (2011 r.)

Fig. 3.1. Map of the groundwater table depression isolines –induced by dewatering of sand pits (1-3) according to the state of 1973 (Motyka, Witczak, 1975), and dewatering of mines Olkusz and Bolesław (4-8) according to the state of 1974 (Wilk 2003)

Legend: Quaternary aquifer: 1 - groundwater table lowering at range of 1 - 1.5 m, 2 - groundwater table lowering at range of 5 - 10 m, 3 - groundwater table lowering at range of above 10 meters. Triassic aquifer: 4 - groundwater table lowering at range of less than 10 m, 5 - groundwater table lowering at 10 m, 6 - groundwater table lowering at 20 m, 7 - groundwater table lowering at 30 m, 8 - groundwater table lowering at more than 40 m, 9 – mining area of sands pit, 10 - drainage channels, 11 - points of the river flow measurements

Pobór wód przez pracujące kopalnie „Olkusz” i „Bolesław” nie naruszał jednak w sposób drastyczny naturalnego przepływu wód podziemnych. Duże zmiany w drenażu wodonośnego piętra triasowego spowodowane były uruchomieniem kopalni „Pomorzany” w połowie lat 70. XX wieku. W rezultacie powstał lej depresyjny wspólny dla trzech kopalń. Jego rozwój był bardzo szybki, a zwłaszcza w kierunku północnym i północno – wschodnim. W latach 1974 - 1986 południową granicę leja depresji stanowiła rzeka Sztola (rys. 3.1) (Wilk, 2003). W tamtym czasie rzeka zmieniła charakter z cieklu drenującego na infiltrujący. Przyczyną takiego stanu rzeczy było odwodnienie przez kopalnie utworów triasowych oraz pozostających z nimi w bezpośrednim kontakcie piasków czwartorzędowych. W szczególności problem ten dotyczył obszaru Pradoliny Przemyskiej, przebiegającej przez centralną część rejonu olkuskiego

od Klucz do Bukowna. W obrębie południowej części wspomnianej pradoliny znajduje się koryto rzeki Sztoły.

Infiltrujący charakter rzeki Sztoły utrzymuje się obecnie w warunkach likwidacji kopalni „Bolesław” (częściowo zatopionej) oraz ciągłego odwadniania kopalni „Olkusz-Pomorzany”. Jednocześnie rzeka jest w ciągły sposób zasilana przez zrzut wód kopalnianych z odwadniania kopalni „Olkusz-Pomorzany”. Wody odprowadzane do wspomnianej rzeki charakteryzują się bardzo dobrą lub dobrą jakością stąd mogą być wykorzystywane w różny sposób, w tym do celów pitnych.

4. Oddziaływanie kopalni piasku Szczakowa na stosunki wodne w dolinie Sztoły

Sztoła płynie w odległości kilkuset metrów na północ i południe od wyrobisk piasku podsadzkowego kopalni piasku „Szczakowa” w Jaworznie. Zakład ten jest jednym z największych w Polsce, w którym eksploatuje się złoża piasków czwartorzędowych (Haładus i in. 2007).

W kopalni piasku „Szczakowa” eksploatacja górnicza prowadzona jest metodą odkrywkową z grawitacyjnym odprowadzaniem wód dopływających do wyrobiska. W obrębie pasków czwartorzędowych na całym obszarze działalności górnicznej występuje swobodne zwierciadło wody podziemnej. W wyniku prac odwadniających główny przepływ wód podziemnych w czwartorzędowym piętrze wodonośnym odbywa się z północnego – wschodu, wschodu i południowego – wschodu w kierunku południowo – zachodnim, zachodnim i północno – zachodnim do rowów i kanałów stanowiących system odwadniania KP Szczakowa (Haładus i in. 2007). W okresie do połowy lat 90. XX wieku eksploatacja przesuwała się na wschód a rowy odwadniające postępowyły za frontem robót i wcinły się w wodonośne utwory pietra czwartorzędowego.

Przesuwanie się frontu eksploatacji ku wchodowi powodowało zagłębianie się rowów odwadniających na 15 m od początkowego naturalnego zwierciadła wody w piętrze czwartorzędowym. W następstwie tych działań Sztoła zanikła na odcinku Podpolis – ujście Kanału Południowego. Przepływ na tym odcinku, przed wpływem odwadniania kopalni Szczakowa, był rzędu kilku m³/min. Obecnie rzeka Sztoła prowadzi wody pompowane z kopalni Olkusz – Pomorzany i zrzucane za pomocą Kanału Południowego (Baby) (Haładus i in. 2007).

Badania wykonane w 1972 r. przez Motykę i Witczaka stanowiły próbę określenia zasięgu drenażu górniczego na rzekę Sztołę. W celu określenia charakteru rzeki oraz jej wpływu na kształtowanie się stosunków wodnych w jej dolinie odwiercono wówczas otwory piezometryczne i wykonano w nich pomiary położenia zwierciadła wód podziemnych. Dodatkowo przeprowadzone zostały pomiary hydrometryczne i badania współczynników filtracji piasków czwartorzędowych.

Z pomiarów hydrometrycznych wynikało, że rzeka w górnym odcinku ma charakter drenujący natomiast w dolnym odcinku intensywnie zasila warstwę wodonośną. Stwierdzono, że na odcinku Podpolis – Ryszka, rzeka Sztoła traciła wody w ilości ok. 50 m³/min (Motyka, Witczak 1975).

Wykonane badania na oznaczanie współczynnika filtracji osadów z dna rzeki wskazały na silny stopień ich kolmatacji, występujący pomimo braku widocznej makroskopowo warstwy szlamu na dnie. Kolmatacja dna umożliwia znaczne obniżenie zwierciadła wód gruntowych pod rzeką. Potwierdziły to wiercenia w korycie Sztoły ok. 3 km od jej ujścia do Białej Przemysy,

gdzie zwierciadło wód czwartorzędowych było położone 10 m niżej w stosunku do poziomu dna rzeki. Rzeka Sztoła i na tym odcinku miała charakter zasilający lecz woda w jej korycie nie ma kontaktu ze zwierciadłem wód podziemnych w połączonych piętrach czwartorzędowym i triasowym. W takich warunkach w latach 70. XX wieku lej depresji kopalni piasku „Szczakowa” propagował się w kierunku północnym pod rzeką Sztołą i obejmował swym zasięgiem strefę wychodni skał triasowych w rejonie Bukowna (Motyka, Witczak 1975).

Warunki zasilania i drenażu doliny Sztoły, nie zmieniły się w sposób znaczący w okresie ostatnich 40 lat, pomimo częściowej likwidacji kopalni „Bolesław” i zmian położenia frontów eksploatacyjnych w kopalni piasku „Szczakowa”. W celu sprawdzenia aktualnego stanu przeobrażenia warunków hydrologicznych w dolinie rzeki Sztoły autorzy niniejszej publikacji wykonali badania wielkości jej przepływu.

5. Pomiary wielkości przepływu w rzece Sztole

W czerwcu 2011 r. ponownie wykonano pomiary hydrometryczne w trzech przekrojach rozmieszczonych wzdłuż rzeki za dopływem Kanału Południowego (cieku Baba). Pomiary wykonano za pomocą młynka OTT C20.

Obliczenia wielkości przepływu w rzece Sztole wykonane zostały z wykorzystaniem metody Harlachera (5.2). Rozwiązanie przedstawionego równania jest możliwe poprzez planimetrywanie pola lub podział pola na pionowe pasy (obszary) i sumowanie ich pól. Opcjonalnie można w tym celu zastosować programy graficzne posiadające funkcję obliczania powierzchni pól zamkniętych.

$$Q = \int_B h v_{sr} dB \quad (5.2)$$

gdzie:

Q - objętość przepływu [m^3/s],

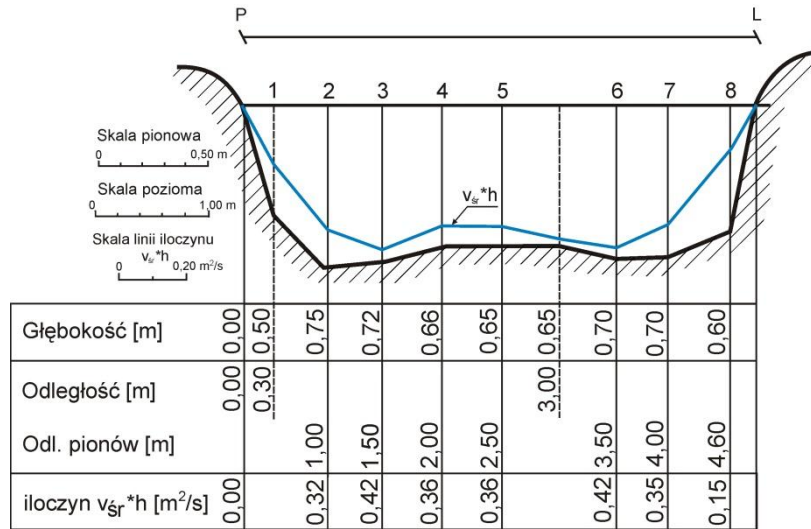
h - głębokość pomiaru w pionie hydrometrycznym [m],

v_{sr} - prędkość średnia wody w pionie hydrometrycznym [m/s],

B – szerokość koryta rzeki [m].

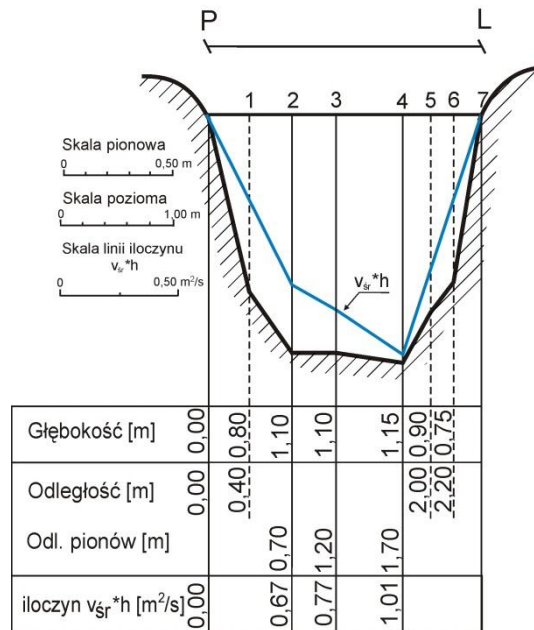
Pierwszy punkt pomiarowy był zlokalizowany w odległości ok. 1,2 km w linii prostej od miejsca dopływu cieku Baba do rzeki Sztoła (ul. Mostowa, Bukowno zaznaczony na rys. 3.1). Na rysunku 5.1 przedstawiono przekrój poprzeczny nr 1 przez rzekę Sztoła. Skala pionowa rysunku została przewyższona dwukrotnie w celu lepszej prezentacji dna rzeki. Przekrój poprzeczny rzeki został podzielony na pionowe pasy obliczeniowe, położone pomiędzy poszczególnymi pionami hydrometrycznymi. Niebieska linia prezentuje iloczyn prędkości średniej wody v_{sr} oraz głębokości h . Według metody Harlachera dla tej krzywej należy dobrać taką skalę, aby w całości mieściła się wewnątrz profilu koryta rzeki, nie przecinając dna rzeki. Objętość przepływu wody Q jest równa co do wielkości powierzchni pola przekroju zamkniętego krzywą iloczynu prędkości i głębokości a linią zwierciadła wody.

Koryto rzeki w punkcie pomiarowym nr 1 ma maksymalną głębokość 0,75 m oraz szerokość ok. 5,00 m. Wielkość przepływu wody Q wynosi 92,31 m^3/min .



Rys. 5.1. Przekrój poprzeczny rzeki Sztola w punkcie pomiarowym nr 1 – Sztola, Bukowno, ul. Mostowa wraz z tabelą obliczeń do metody Harlachera

Fig. 5.1. The cross section of the Sztola river in the measurement point no. 1 – Sztola River, Bukowno, Mostowa street and calculation table for Harlachera method

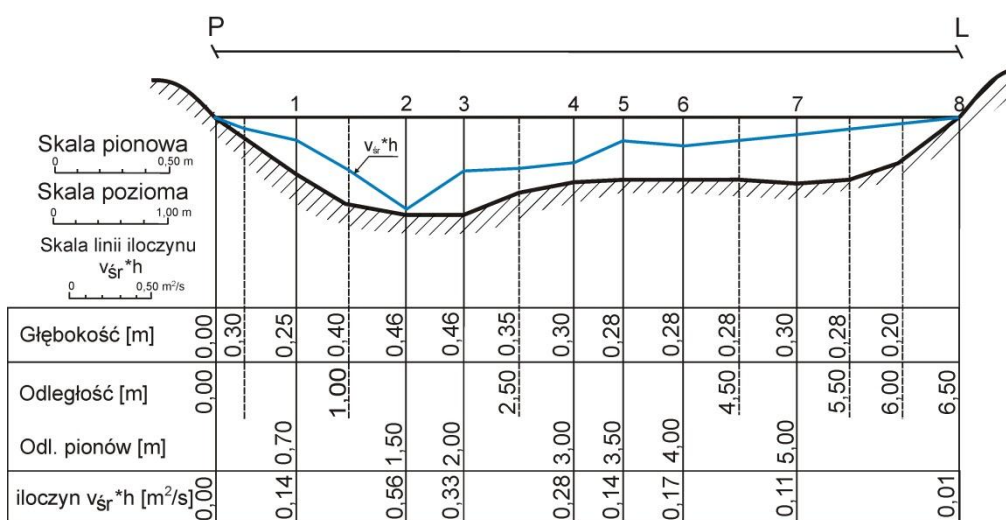


Rys. 5.2. Przekrój poprzeczny rzeki Sztola w punkcie pomiarowym nr 2 – Sztola, droga do KP Szczakowa wraz z tabelą obliczeń do metody Harlachera

Fig. 5.2. The cross section of the Sztola river in the measurement point no. 2 – Sztola River, road to Szczakowa open-pit mine and calculation table for Harlachera method

Na rysunku 5.2 przedstawiono przekrój poprzeczny rzeki w punkcie pomiarowym nr 2. Rzeka na tym odcinku ma głębokość maksymalną 1,15 m i szerokość ok. 2,4 m. Punkt ten zlokalizowany jest w połowie odległości, między pierwszym punktem pomiarowym a ujściem rzeki Sztola do Białej Przemszy (rys. 3.1). Wartość wielkości przepływu wody Q została obliczona za pomocą wzoru (5.1) i wynosi $82,20 \text{ m}^3/\text{min}$. Rzeka na tym odcinku pomiędzy punktami nr 1 i nr 2 traci $10,11 \text{ m}^3/\text{min}$. Bezpośrednim skutkiem straty około 11% początkowego przepływu jest zmniejszenie się jej szerokości.

Rysunek 5.3 przedstawia przekrój poprzeczny rzeki Sztola w miejscu jej ujścia do rzeki Biała Przemsza (rys. 3.1). W tym miejscu ma ona znacznie spokojniejszy nurt, płytkie i szerokie koryto. Wielkość przepływu w tym miejscu wynosi $73,47 \text{ m}^3/\text{min}$. Odnotowana przy ujściu rzeki Sztola wielkość jej przepływu jest o $8,73 \text{ m}^3/\text{min}$ mniejsza od wartości zmierzonej w punkcie pomiarowym nr 2 (strata w wysokości 10,6% przepływu w punkcie nr 2).



Rys. 5.3. Przekrój poprzeczny rzeki Sztola w punkcie pomiarowym nr 3 - Sztola u wylotu do Białej Przemszy wraz z tabelą obliczeń do metody Harlachera

Fig. 5.3. The cross section of the Sztola river in the measurement point no. 3 – inflow of Sztola River to the Biała Przemsza River and calculation table for Harlachera method

Z wykonanych obliczeń wynika, że sumaryczne straty wody z koryta rzeki Sztola do podłoża, na odcinku o długości ok. 7,5 km (pomiędzy punktami pomiarowymi nr 1 i nr 3) wynoszą $18,84 \text{ m}^3/\text{min}$., co stanowi blisko 20,5% jej początkowego przepływu.

6. Wnioski

Wykonanie po około 40 latach, ponowne badania przepływów wody na rzece Sztola potwierdzają zasilający charakter rzeki.

W tabeli 6.1 przedstawiono porównanie wyników pomiarów przepływu w rzece wykonanych w roku 1972 (Motyka, Witczak 1975) oraz z roku 2011.

Pomiary hydrometryczne, w trzech przekrojach rozmieszczonych wzdłuż rzeki, w obu seriach badawczych wykazują sukcesywny spadek objętości przepływu Q w kierunku ujścia Sztoly do Białej Przemszy. Strata wody odnotowana w 1972 roku jest jednakże zdecydowanie wyższa (około 2,5 razy) od zmierzonej w trakcie aktualnych badań z 2011 r. Ucieczki wody z koryta rzeki Sztoly rejestrowane w 1972 r. miały zdecydowanie bardziej intensywny charakter na odcinku pomiędzy punktami pomiarowymi nr 1 i nr 2, gdzie zanotowano stratę w przepływie w wysokości $34,2 \text{ m}^3/\text{min}$. W świetle pomiarów z 2011 r. na odcinku tym wystąpiły ubytki przepływu w wysokości zaledwie $10,1 \text{ m}^3/\text{min}$. Na odcinku pomiędzy punktami pomiarowymi nr 2 i nr 3 nie odnotowano tak istotnych różnic w stratach przepływu, gdyż w kolejnych seriach pomiarowych w 1972 r. i 2011 r., wynosiły one odpowiednio $13,6 \text{ m}^3/\text{min}$ oraz $8,7 \text{ m}^3/\text{min}$. Jednocześnie należy zwrócić uwagę na bardzo dużą zbieżność początkowej wielkości przepływu w rzece Sztole, która w obydwu stosunkowo odległych seriach badawczych różni się tylko o około $6 \text{ m}^3/\text{min}$.

Tabela 6.1. Wyniki pomiarów przepływów rzeki Sztoly, wykonane w sierpniu 1972 (Motyka, Witczak 1975) oraz czerwcu 2011

Table 6.1. Sztola river inflow measurements from August 1972 (Motyka, Witczak 1975) and June 2011

Rok	Objętość przepływ wody Q [m^3/min]			Strata wody w rzece [m^3/min]
	przekrój 1	przekrój 2	przekrój 3	
1972	86,40	52,20	38,64	47,76
2011	92,31	82,20	73,47	18,84

Różnice stwierdzone dla wielkości ucieczek wody z koryta rzeki Sztoly do górotworu w seriach pomiarowych z 1972 r. i 2011 r. mogą wynikać z wielu przyczyn, wśród których wymienić można:

- postępujący proces kolmatacji dna rzeki, zmniejszający przepuszczalność utworów czwartorzędowych w strefie wokół jej koryta,
- zmiany konfiguracji systemu odwadniania kopalni piasku „Szczakowa”, w tym w szczególności lokalizacji frontów eksploatacyjnych i centrum drenażu kopalni, w roku 2011 r. działalność górnicza w kopalni piasku „Szczakowa” jest skupiona w znacznej odległości od początkowego odcinka rzeki Sztoly;
- stosunkowo wysoki stan wód podziemnych w piętrach wodonośnych w rejonie olkuskim, będący skutkiem okresu powodziowego z 2010 r., w takich warunkach zmniejszeniu ulega różnica ciśnień między wodą w korycie rzeki a wodami w warstwie wodonośnej i spada ilość wód przesiąkających do podłoża.

W celu dokładnego określenia przyczyn obserwowanych różnic w stratach wody z koryta rzeki Sztoly należałoby wykonać pomiary hydrometryczne przy różnych stanach wód podziemnych. Dodatkowe znaczenie dla pełnego opisu zmian warunków hydrologicznych na obszarze zlewni Sztoly mogłyby mieć również pomiary położenia zwierciadła wód podziemnych w piętrach czwartorzędowym i triasowym oraz badania współczynnika filtracji osadów z dna rzeki.

Praca została zrealizowana w ramach badań statutowych na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH w Krakowie w Katedrze Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej nr 11.11.140.139.

Literatura

- [1] Haładus A., Kulma R., 2004 – Badania modelowe zmian stosunków wodnych w warunkach likwidacji górnictwa rud cynku i ołowiu w rejonie olkuskim. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, t. 20, z. 2, Kraków.
- [2] Haładus A., Kania J., Kulma R., 2007 – Badania modelowe zmian stosunków wodnych obrębie złoża piasków na obszarze górniczym Szczakowa – *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* tom.23 z.1 s. 139 – 152, Kraków.
- [3] Motyka J., Witczak S., 1975 – Zasięg drenażu jednej z kopalń piasku podsadzkowego w warunkach zasilania poziomu wodonośnego przez rzekę. *Zesz.Nauk. AGH nr 524, Geologia z.24, s.65-76*, Kraków.
- [4] Wilk Z. [red.] 2003 – *Hydrogeologia polskich złóż kopalin i problemy wodne górnictwa. Tom 2 s. 267 – 314*, Wyd. AGH, Kraków.
- [5] Wilk Z., Motyka J., 1980– *Zasobność wodna szczelinowo – krasowych utworów wschodniej części monokliny śląsko – krakowskiej; Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego vol. L s. 447 - 484*.

Anthropogenic changes of hydrogeological conditions of the Sztola River in the south part of the Olkusz region

Key words

Mining drainage, Sztola river, hydrologic condition changes, Olkusz region

Summary

South part of the Olkusz region is characterized by relatively high level of the natural hydrogeologic condition transformation. These changes are connected with influences of the dewatering systems of the underground zinc and lead mine “Olkusz-Pomorzany” and open-pit mine for sand exploitation “Szczakowa”. Direct dewatering influences take an a Triassic carbonates, dewatered by drainage galleries of the underground mine and also Quaternary sands dewatered in the wide-range scale by trench and channel system of the open-pit mine.

Sztola river is a important indicator of the natural water environment disturbance level. At the beginning of the seventies the main source of the water in the Sztola river are the mine water form dewatering of the zinc and lead mine “Olkusz-Pomorzany”. In addition as a consequence of the open-pit mine “Szczakowa” drainage the Sztola river was transformed from gaining type to the losing type.

The paper presented data from water inflow measurements in the Sztola river in the 2011. Measurements was carried out with typical current meter (water flow meter) and calculated with Harlacher method. Actual measurements compared with archival data (from the seventies) confirm the artificially induced losing type of the Sztola river.

Przekazano: 25 maja 2012 r.