



## Grzegorz Wachowiak

Zakład Badań Regionalnych, Oddział IMGW w Poznaniu

# Wpływ kopalni węgla brunatnego „Konin” na stosunki wodne w zlewni Strugi Biskupiej

Działalność gospodarcza człowieka zmienia naturalne środowisko geograficzne. Bardzo duże przeobrażenia są wywołane przez górnictwo odkrywkowe węgla brunatnego. Zmianie w tym przypadku ulegają m.in.: ukształtowanie powierzchni terenu, rodzaj użytkowania gruntów i ich wilgotność, sieć hydrograficzna, zasoby wód powierzchniowych, reżim przypływów rzek, struktura hydrogeologiczna, skład chemiczny wód.

Jedną z czterech działających w Polsce kopalni węgla brunatnego jest KWB „Konin”, a w jej skład wchodzi pięć odkrywek. Są to „Pątnów” (eksploatacja węgla zakończona w połowie 2001 r.), „Józwin”, „Kazimierz”, „Lubstów” oraz będąca obecnie w fazie budowy O/Drzewce. W r. 2002 KWB „Konin” wydobyla ogółem 10,8 mln t węgla, co stanowiło 18,5% wydobycia tego surowca w Polsce. Wydobytą węgiel jest wykorzystywany przez zlokalizowane w pobliżu kopalni Elektrownie „Pątnów” i „Konin”.

Eksploatacja węgla brunatnego przez KWB „Konin” i związana z tym konieczność odwodnienia złóż spowodowała powstanie leja depresyjnego oraz dopływ do sieci hydrograficznej wód kopalnianych. Czynniki te wpłynęły na zmiany w stosunkach wodnych zlewni szczytowego stanowiska Kanału Ślesińskiego, w tym zajmującej 60% jej powierzchni zlewni Strugi Biskupiej. Zmiany na tym obszarze spowodowała eksploatacja węgla w odkrywkach „Pątnów”, „Józwin” oraz „Kazimierz”.

Podjęcie w 1995 r. przez Oddział IMGW w Poznaniu, we współpracy z wrocławskim Poltegor-projektem i KWB „Konin”, badań związanych z monitoringiem środowiska wodnego rejonu kopalni pozwoliło na dokładniejsze poznanie struktury obiegu wody m.in. w zlewni Strugi Biskupiej. Wynika to z organizacji na tym obszarze specjalnej sieci posterunków wodowskazowych (pięć, w tym trzy z limnigrafami), profili hydrometrycznych (około 20) oraz kilku posterunków opadowych i stacji meteorologicznej w Kleczewie. Podstawowe wyniki pomiarów i obserwacji wraz z analizą są zawarte w „Rocznikach hydrologicznych i meteorologicznych KWB Konin”. Dane te oraz materiały archiwalne i literatura pozwoliły na przedstawienie wpływu KWB „Konin” na stosunki wodne w zlewni Strugi Biskupiej.

### Charakterystyka KWB „Konin”

Początek zmian w stosunkach wodnych zlewni Strugi Biskupiej jest związany z budową odkrywki „Pątnów”. Prace przygotowawcze do eksploatacji złoża sięgają 1957 r., a odkrywka została przekazana do eksploatacji w 1962 r. W lipcu 1998 zakończono tu zdejmowanie nadkładu, a wydobycie węgla w lipcu 2001. Budowę odkrywki „Józwin” rozpoczęto w 1965 r., węgiel jest eksploatowany od 1971 r. W latach następnych wydobycie odbywało się i trwa nadal w polu „Józwin IIA”. W 1998 r. rozpoczęto udostępnianie złoża węgla w polu „Józwin IIB”, które jest oddzielone od pola IIA filarem ochronnym rurociągu nadtowego „Przyjaźń”. Węgiel z trzeciej odkrywki „Kazimierz” jest wydobywany od 1965 r., po trwającej trzy lata budowie. W polu południowym tej odkrywki eksploatację zakończono w 1997 r., natomiast wydobycie węgla

w polu północnym rozpoczęto w październiku 1995 r. Sytuację lokalizacyjną odkrywek przedstawiono na rys. 1.

Odwadnianie odkrywek „Pątnów”, „Józwin” i „Kazimierz” odbywa się za pomocą współpracujących ze sobą systemów odwodnienia podziemnego i powierzchniowego, odwodnienie podziemne natomiast za pomocą studni odwiercanych wzdłuż zewnętrznych krawędzi odkrywek i na ich przedpolach. Wody są odprowadzane do kanałów budowanych wzdłuż poszczególnych barier studni. Z kolei odwodnienie powierzchniowe jest realizowane siecią rowów, które ujmuje wody podziemne i opadowe na poziomach i dnach wyrobisk. Są one doprowadzane do zbiorników retencyjno-osadowych przy pompowniach spągowych, skąd przepompowywane na powierzchnię terenu do osadników służących redukcji nadmiernej ilości zawiesiny. Z osadników oczyszczone wody są kierowane do odbiorników, w których łączą się z wodami podziemnymi odprowadzanymi ze studni odwadniających.

Zrzuty wód kopalnianych z odwadniania złoża „Pątnów” zapoczątkowano w 1958 r. (O/Pątnów) w ilości 0,09 m<sup>3</sup>/s. Od 1962 r. jest odwadniania O/Kazimierz, a od 1966 r. O/Józwin. Maksimum zrzutów (w latach kalendarzowych) przypadło na rok 1998, kiedy to według KWB „Konin” wyniosły 3,49 m<sup>3</sup>/s.

W całym okresie odwodnienia odkrywek „Pątnów”, „Józwin” i „Kazimierz” przeważająca część zrzutów była odprowadzana w kierunku Strugi Kleczewskiej i Strugi Biskupiej, a dalej tą ostatnią do J. Gosławskiego. W połowie lat 60. niewielką ilość wód z O/Pątnów odprowadzono bezpośrednio do J. Pątnowskiego (3%). Z kolei w latach 1990-1997 część wód kopalnianych kierowano do J. Głodowskiego w celu jego zachowania, a w okre-



Rys. 1. Odkrywka „Konin”: 1 – złożo nie eksploatowane; 2 – wyrobisko (częściowo ze zwałowiskiem wewnętrznym); 3 – zwałowisko zewnętrzne

sie 1992-2001 do J. Mikorzyńskiego. Od lipca 2001 wody kopalniane zrzucało również do zbiornika końcowego O/Pątnów.

Eksploatacja odkrywek spowodowała obniżenie zwierciadła wody we wszystkich horyzontach i poziomach wodonośnych rejonu. Ze względu na regionalny charakter występowania i rozprzestrzenienia decydujące znaczenie ma lej, który jest związany z piaskami trzeciorzędowymi i utworami kredy będącymi w bezpośrednim kontakcie hydraulicznym. Lej ten jest określany jako lej kompleksu trzeciorzędowo-kredowego. Całkowita jego powierzchnia wynosi około 300 km<sup>2</sup>, obejmuje większość zlewni Strugi Biskupiej (bez jej części zachodniej).

Bezpośredni wpływ na kształtowanie się stosunków wodnych w zlewni Strugi Biskupiej ma lej depresyjny czwartorzędowy, który zawsze mieści się obszarowo w leju trzeciorzędowo-kredowym. Rzeczywisty zasięg leja depresji horyzontu czwartorzędowego znajduje się w granicach 300-1000 m od krawędzi eksploatacji węgla w odkrywkach, bądź od skrajnych urządzeń drenażowych. W latach 1995-2001 całkowita powierzchnia czwartorzędowego leja depresyjnego zmieniała się od 81 km<sup>2</sup> (1995 r.) do 96 km<sup>2</sup> (2000 r.), wynosząc średnio 90 km<sup>2</sup>. Przeważająca część tego leja (85 km<sup>2</sup>, tj. 94% powierzchni) znajduje się na obszarze zlewni Strugi Biskupiej, co powoduje, że 34% zlewni było w latach 1995-2001 zajęte przez czwartorzędowy lej depresyjny. W 2002 r. było podobnie – zajmował około 35% zlewni Strugi Biskupiej.

Na rys. 2 przedstawiono rozprzestrzenienie omówionych lejów depresyjnych w stosunku do analizowanej zlewni.



Rys. 2. Zlewnia Strugi Biskupiej. 1 – dział wodny, 2 – lej depresyjny kompleksu czwartorzędowego, 3 – lej depresyjny kompleksu trzeciorzędowo-kredowego, 4 – posterunek wodowskazowy (oznaczenie jak w tab. 1)

## Charakterystyka zlewni Strugi Biskupiej

Struga Biskupia wypływa z J. Ostrowite-Jarockie i uchodzi do J. Gosławskiego. Całkowita powierzchnia zlewni wynosi 250 km<sup>2</sup>, a długość rzeki 19,4 km. Zlewnia ta jest częścią większej jednostki hydrograficznej, jaką jest zlewnia szczytowego stanowiska Kanału Ślesińskiego. Transportowane rzeką do J. Gosławskiego rumowisko, wleczone w postaci frakcji piaszczystej, jest akumulowane w formie stożka napływowego (deltowego). Jego rozwój jest bezpośrednio związany z prowadzonymi pracami górniczymi.

Roboty górnicze spowodowały duże zmiany w sieci hydrograficznej. Koryto Strugi Biskupiej było trzykrotnie przekładane, co wpłynęło na wydłużenie cieków o około 3 km. Powyższe zmiany ob-

jęły również największy dopływ Strugi Biskupiej, jaką jest Struga Kleczewska (97 km<sup>2</sup> powierzchni zlewni w warunkach naturalnych). Ostatnie zmiany spowodowały, że wody z górnego odcinka rzeki są kierowane do tzw. Rowu Głównego (odbiornik wód kopalnianych), który wpada do Strugi Biskupiej w jej dolnym biegu przed J. Gosławskim.

Nowymi elementami w hydrografii zlewni jest sieć kanałów i rowów prowadzących wody kopalniane. Ich układ zmienia się wraz z przesuwaniami się frontu prac górniczych. Powstały również nowe zbiorniki wodne będące osadnikami tzw. „brudnych wód kopalnianych”. Nowe zbiorniki utworzyły się także w wyniku prac rekultywacyjnych. I tak na przykład wypełniany obecnie wodą zbiornik w wyrobisku końcowym O/Pątnów ma mieć powierzchnię około 350 ha.

Naturalnymi zbiornikami w zlewni Strugi Biskupiej są dwa większe jeziora. Ostrowite-Jarockie ma powierzchnię 35 ha, natomiast Koziegłowskie 37 ha.

Jednoznaczne określenie wielkości naturalnych przepływów Strugi Biskupiej, tj. przed rozpoczęciem prac górniczych, jest utrudnione. Wykorzystując z opracowanego przez Z. Paślawskiego w 1968 r. naturalnego bilansu wodnego J. Gosławskiego dane za lata 1926-1932 otrzymano średni roczny przepływ rzeki wynoszący 0,32 m<sup>3</sup>/s. Przyjmując natomiast spływy jednostkowe z „Atlasu hydrologicznego Polski” dla tego obszaru można ocenić średni przepływ Strugi Biskupiej przed ujściem do J. Gosławskiego na 0,6-0,75 m<sup>3</sup>/s. Różnica jest więc w granicach 100%.

Opady atmosferyczne w wieloletnim w zlewni Strugi Biskupiej można ocenić na podstawie danych z posterunku Jabłonka. Średnia roczna suma opadów wynosiła tu 507 mm (1971-2000) przy zmienności rocznej od 250 mm do 725 mm. Największe sumy miesięczne przypadają na lipiec (80 mm), natomiast najmniejsze na luty (23 mm).

## Przepływy wody w ciekach

Praktycznie przepływy większości cieków znajdujących się w zlewni Strugi Biskupiej są obecnie warunkowane działalnością KWB „Konin”. Z jednej strony to jest związane z wpływem leja depresyjnego powodującego zmniejszenie, aż do całkowitego zaniku, naturalnych przepływów, z drugiej natomiast odprowadzaniem do nich znacznych ilości wód kopalnianych. Dodatkowo może zachodzić proces ucieczek wód kopalnianych z nieuszczelnionych koryt cieków i osadników.

Dla zobrazowania kształtowania się wielkości przepływów w tab. 1 zestawiono dla lat 1995-2002 średnie roczne ich wartości dla 5 profili wodowskazowych działających w zlewni, a w tab. 2 przepływy charakterystyczne za cały ten okres dla odcinka ujściowego Strugi Biskupiej.

Największą zmiennością przepływów średnich rocznych (przy niewielkich ich wielkościach) charakteryzuje się górny odcinek Strugi Biskupiej poniżej J. Koziegłowskiego (profil Przytuki). Przepływy są tu formowane dopływem naturalnym ze zlewni oraz dodatkowo od 1998 r. niewielkim zrzutem wód kopalnianych. W pozostałych przekrojach, gdzie decydującą rolę odgrywają wody kopalniane, zmienność średnich rocznych przepływów w okresie 1995-2002 nie była zbyt duża. Największa dotyczy Strugi Biskupiej poniżej Kazimierza Biskupiego, gdzie różnica między największym a najmniejszym średnim rocznym przepływem wyniosła 104%. W pozostałych trzech analizowanych profilach zmienność ta była znacznie mniejsza (od 48% do 73%).

Analizując dane dotyczące profilu zamykającego zlewnię Strugi Biskupiej przed J. Gosławskim można stwierdzić, że średni roczny przepływ za okres 1995-2001 wyniósł 2,40 m<sup>3</sup>/s, co przy powierzchni zlewni 250 km<sup>2</sup> odpowiada odpływowi jednostkowemu 9,6 l/s km<sup>2</sup>. Odpływ ten świadczy o naruszeniu stosunków wodnych i znacznie większych przepływach rzeki niż występujących w warunkach naturalnych.

Tabela 1. Średnie roczne przepływy (m<sup>3</sup>/s) Strugi Biskupiej i Strugi Kleczewskiej w latach 1995-2002

Rzeka	Profil		Rok							
	Oznaczenie	Nazwa	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Struga Biskupia	A	Przytuki	0,03	0,035	0,022	0,038	0,2	0,038	0,08	0,18
Struga Biskupia	B	Ponizej Kazimierza Biskupiego	0,52	0,45	0,5	0,69	0,92	0,59	0,58	0,67
Struga Biskupia	C	Ponizej ujścia Strugi Kleczewskiej	1,73	1,79	2,24	1,99	1,78	1,51	1,52	1,62
Struga Biskupia	D	Przed ujściem do J. Gosławskiego	2,19	2,28	2,6	2,63	3,04	2,36	2,15	1,94
Struga Kleczewska	E	Kamienica	1,15	1,25	1,44	1,19	0,92	0,83	0,92	0,83

Tabela 2. Charakterystyka średnich miesięcznych, półrocznych i rocznych przepływów (m<sup>3</sup>/s) Strugi Biskupiej przed ujściem do J. Gosławskiego za okres 1995-2002

Charakterystyka	Miesiące												Półrocza	Rok	
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X			XI-IV
Najwyższy średni	2,9	3,16	3,06	3,33	4,01	3,84	3,29	2,94	3,53	2,47	2,66	2,85	3,38	2,69	3,04
Średni	2,3	2,36	2,52	2,74	2,74	2,64	2,45	2,21	2,41	2,08	2,16	2,16	2,55	2,24	2,4
Najniższy średni	1,56	1,72	2,25	2,37	2,26	2,09	2,04	1,81	1,61	1,45	1,42	1,36	2,24	1,61	1,94

W analizowanym okresie najwyższy średni roczny przepływ wystąpił w 1999 r. i wyniósł 3,04 m<sup>3</sup>/s, najmniejszy natomiast w 2002 r. – 1,94 m<sup>3</sup>/s. Zaznacza się również wyrównanie wielkości średnich miesięcznych przepływów. Najwyższe przepływy wystąpiły w lutym i marcu (2,74 m<sup>3</sup>/s), a najniższe w sierpniu (2,08 m<sup>3</sup>/s) – różnica między nimi wynosząca 0,66 m<sup>3</sup>/s stanowi tylko 24% najwyższego średniego miesięcznego przepływu.

Wyraźnie po 1999 r. malejące przepływy Strugi Biskupiej nawiązują jednoznacznie do zmniejszających się ilości wód odprowadzanych z odwodnienia kopalni.

### Zrzuty wód kopalnianych a przepływy Strugi Biskupiej

Wielkości zrzutów wód kopalnianych są określone przez KWB „Konin” na podstawie wydajności i czasu pracy poszczególnych pomp. Dodatkowo kontroluje się wydajność studni za pomocą pomiarów naczyniem podstawionym. W celu weryfikacji tych danych są wykonywane w ramach monitoringu serie pomiarów hydrometrycznych równomiernie rozłożone w ciągu całego roku hydrologicznego. Pozwala to na wyznaczenie zrzutów chwilowych, obliczenie wartości średnich oraz ich porównanie z danymi o wydatku systemu odwodnienia według służb KWB. Dodać przy tym należy, że na przykład w 2002 r. dla oceny zrzutów chwilowych wykorzystano wyniki pomiarów z 8 serii wykonywanych w 8 profilach na kanałach i rowach.

Średnia wielkość zrzutów w kierunku Strugi Biskupiej za okres 1995-2002, oceniona na podstawie ponad 60 serii pomiarów, wyniosła 2,08 m<sup>3</sup>/s. Z kolei zrzut średni według KWB „Konin” wyniósł 2,63 m<sup>3</sup>/s. Różnica jest więc dość duża i wynosi 0,55 m<sup>3</sup>/s, tj. 21%. Przeprowadzona analiza tych rozbieżności wykazała, że mogą one być spowodowane przede wszystkim nierównomiernością zrzutów wód kopalnianych w ciągu doby. Znacznie większe występują bowiem w godzinach nocnych (potwierdzają to zapisy limnigrafów), co jest związane z niższą ceną energii elektrycznej potrzebnej do pracy pomp. Po dodatkowych konsultacjach w KWB „Konin”, postanowiono przyjmować za rzeczywiste wartości zrzutów wód kopalnianych te, które są podawane przez służby kopalni, zredukowane o 10%.

W tab. 3 zestawiono tak określone zrzuty oraz porównano je z przepływem Strugi Biskupiej przed ujściem do J. Gosławskiego (profil D). W okresie 1995-2002 zrzuty wód kopalnianych w obrębie zlewni Strugi Biskupiej wahały się od 1,76 m<sup>3</sup>/s (2002 r.) do 3,14 m<sup>3</sup>/s (1999 r.), przyjmując średnią wartość 2,38 m<sup>3</sup>/s. Podobnie kształtowała się wielkość przepływów Strugi Biskupiej. Udział wód kopalnianych w przepływie, przy teoretycznym założeniu,

że cała ich ilość dopływa do odcinka ujściowego, wyniósł średnio 99%, przy czym zdarzały się lata, kiedy zrzuty przekraczały nawet wielkość przepływu rzeki.

Wobec stwierdzonego pomiarami występowania w zlewni Strugi Biskupiej naturalnego dopływu wody do cieków, nasuwa się jednoznacznie wniosek co do występowania bezpośrednich ucieczek wody z koryt i zbiorników wodnych w kierunku zdepresjonowanych wód podziemnych. Występowanie ubytków z koryt cieków stwierdzono m.in. w dolnych partiach zlewni Strugi Biskupiej. Analiza wielkości przepływów wykazała, że w omawianym okresie bezpośrednie ubytki wody z koryt wyniosły około 0,2 m<sup>3</sup>/s.

### Bilans wodny zlewni Strugi Biskupiej

Dla rozwiązania bilansu wodnego zlewni Strugi Biskupiej dla okresu 1995-2001 zastosowano równanie:  $P + Dg = S + H + I$  gdzie:  $P$  – opad atmosferyczny,  $Dg$  – dopływ wód z odwodnienia kopalni,  $S$  – parowanie całkowite,  $H$  – odpływ,  $I$  – infiltracja wód powierzchniowych.

Opady atmosferyczne są największym elementem przychodu w bilansie wodnym. Dla oceny warstwy odpływu zastosowano metodę wieloboków Thiessena, wykorzystując wyniki pomiarów z 7 posterunków opadowych. Opady wyniosły średnio 528,2 mm, co stanowi 63% przychodu.

Dopływ wód kopalnianych wynoszący średnio 2,47 m<sup>3</sup>/s odpowiada warstwie w przeliczeniu na zlewnię 311,5 mm i stanowi 37% po stronie przychodu.

Tabela 3. Udział wód kopalnianych KWB „Konin” w przepływie Strugi Biskupiej przed ujściem do J. Gosławskiego w latach 1995-2002

Rok	Zrzut wód kopalnianych	Przepływ Strugi Biskupiej	Udział zrzutów w przepływie
	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	%
1995	2,02	2,19	92
1996	2	2,28	88
1997	2,42	2,6	93
1998	2,85	2,63	108
1999	3,14	3,04	103
2000	2,68	2,36	114
2001	2,16	2,15	100
2002	1,68	1,94	87
Średnia	2,37	2,4	99

Parowanie całkowite będące z kolei największym elementem w rozchodzie wody (48%) wyniosło 405,8 mm. Określono je, wykorzystując metodę Konstantinowa z poprawkami Dębskiego na podstawie danych ze stacji w Kleczewie. Zostały przy tym uwzględnione zmiany, jakie zaszły w reżimie wilgotnościowym gleby na obszarach objętych wpływem działalności górniczej. Straty wody na parowanie z terenów zajętych przez lej depresyjny są bowiem znacznie mniejsze niż w warunkach naturalnych.

Odptyw jest drugim elementem pod względem wielkości w rozchodzie wody (37%) – wyniósł 311,0 mm.

Infiltracja wód powierzchniowych jest składową zamykającą równanie. Wynosząc w przeliczeniu na warstwę wody 122,9 mm, stanowiła 15% w rozchodzie wody.

W 2002 r. w bilansie wodnym pojawił się nowy element, jakim jest retencja w zbiorniku końcowym O/Pątnów. Ze względu na brak pełnych danych co do zrzutu wód kopalnianych do zbiornika oraz samo jego położenie w stosunku do naturalnych granic zlewni, retencję tę oraz infiltrację wód powierzchniowych potraktowano łącznie

Wstępne obliczenia bilansowe wykazały, że w 2002 r. strona przychodowa odpowiadała warstwie 849,6 mm. Złożyły się na to opady atmosferyczne 627,6 mm (74%) oraz dopływ wód kopalnianych 222,0 mm (26%). Elementy rozchodu w bilansie wynosiły: parowanie terenowe 446,0 mm (52%), odptyw 244,0 mm (29%) oraz infiltracja wód powierzchniowych łącznie z retencją w zbiorniku O/Pątnów 159,6 mm (19%).

Przedstawione zagadnienia wskazują na istotne zmiany, jakie zaszły w obiegu wody w zlewni Strugi Biskupiej w wyniku działalności górniczej. W stosunku do równania bilansu wodnego dla warunków naturalnych, gdzie opady atmosferyczne są równoważone w skali wielolecia parowaniem i odptywem, doszły nowe elementy, tj. dopływ wód kopalnianych, infiltracja wód powierzchniowych. Z kolei wielkość odptywu i parowanie są uzależnione również od czynników antropogenicznych.

Należy zwrócić uwagę, że przyrost przepływów Strugi Biskupiej w stosunku do warunków naturalnych nie oznacza zwiększenia zasobów wód powierzchniowych, które są w całej zlewni szczytowego stanowiska Kanału Ślesińskiego. Jest to związane z występowaniem znacznej infiltracji wód z jezior Kanału Ślesińskiego w kierunku trzeciorzędowo-kredowego leja depresyjnego KWB „Konin”. Lej ten opiera się bowiem o jeziora Gośławskie, Pątnowskie i Mikończyńskie.