

**GRZEGORZ WACHOWIAK,  
MAŁGORZATA KĘPIŃSKA-KASPRZAK\***

**PRZYCZYNY ZMIAN W ODPLYWIE RZECZNYM  
NA OBSZARACH OBJĘTYCH WPŁYWEM  
EKSPLOATACJI WĘGLA BRUNATNEGO**

*Streszczenie*

*Badania hydrologiczno-meteorologiczne prowadzone przez IMGW na obszarze wpływu inwestycji górnictwo-energetycznej w rejonie Belchatowa pozwoliły na ocenę antropogenicznych i naturalnych przyczyn zmian w odpływie rzeczonym na terenach objętych wpływem antropopresji. Wskazano na konieczność prowadzenia szerokich badań hydrologicznych i meteorologicznych we wszystkich fazach działania kopalni.*

Słowa kluczowe: górnictwo odkrywkowe, lej depresyjny, antropopresja, odpływ, klimatyczny bilans wodny

**Wstęp**

Odkrywkowa eksploatacja węgla brunatnego prowadzi do znacznych przekształceń środowiska, a w tym stosunków wodnych i to niekiedy na obszarze znacznie odległym od kopalni. Całokształt prac górniczych (od udostępniania złoża, poprzez wydobycie węgla do rekultywacji terenów poeksploatacyjnych) wpływa między innymi na wielkość zasobów wód podziemnych i powierzchniowych, zmienia strukturę obiegu wody i powoduje zmiany w sieci hydrograficznej. Wpływ antropopresji na wielkość odpływu rzeczowego przejawiać się może zarówno w jego obniżeniu lub wzroście w odniesieniu do warunków quasi-naturalnych.

Na zmiany wielkości przepływów wody w ciekach dodatkowy wpływ wywiera bazująca na węglu energetyka jak również szereg innych czynników antropogenicznych.

---

\* Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział w Poznaniu, Ośrodek Badań Regionalnych

## **Metodyka badań wpływu kopalni odkrywkowych na stosunki wodne**

Założenia metodyczne badań hydrologicznych na obszarze objętym wpływem górnictwa odkrywkowego przedstawić można na podstawie prac realizowanych w rejonie Kopalni „Bełchatów”. Badania wód powierzchniowych od początku funkcjonowania Kopalni są prowadzone przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW) Oddział w Poznaniu. Podstawą prowadzonych analiz i studiów są przede wszystkim prace terenowe, a głównie:

- prowadzenie obserwacji wodowskazowych i pomiarów hydrometrycznych na sieci posterunków i profili zlokalizowanych na rzekach,
- kontrola zmian stanów wody (głównie poprzez ciągłą rejestrację przy zastosowaniu limnigrafów) i prowadzenie pomiarów na sieci profili zlokalizowanych na kanałach i rowach prowadzących wody kopalniane,
- wykonywanie pomiarów i obserwacji meteorologicznych,
- rejestracja w czasie badań terenowych wszystkich lokalnych czynników mogących rzutować na wielkość przepływów wody w ciekach.

Sieć ta w ciągu wieloletnich badań ulegała ciągłej modyfikacji. W roku 2009 były czynne 34 posterunki wodowskazowe (w tym 17 z limnigrafami), 73 profile hydrometryczne i 29 posterunków opadowych (w tym 2 stacje meteorologiczne).

Z punktu widzenia oceny wpływu czynników antropogenicznych w rejonie oddziaływania Kopalni „Bełchatów” istotne było określenie początku zmian w odpływie rzeczny. Wykorzystano do tego informacje o rozwoju poszczególnych czynników oraz opracowane krzywe sumowe opadów atmosferycznych i odpływów. Wyniki badań pozwoliły na stwierdzenie, że okres do 1974 roku można traktować jako quasi-naturalny, rok 1975 był rokiem przejściowym, a od 1976 roku mamy do czynienia z intensywnymi zmianami wywołanymi przez Zespół Górniczo-Energetyczny (ZGE) „Bełchatów”.

Na obliczenie wielkości zmian w odpływie oraz określenie roli antropopresji pozwala znajomość wielkości przepływów rzeczywistych i odtworzonych oraz dane o wartościach zrzutów i poborów, przy czym elementem zamykającym równanie jest tu wielkość strat w odpływie spowodowana rozwojem leja depresji.

Wyniki badań prowadzonych przez IMGW w rejonie KWB „Bełchatów” opracowywane są w formie roczników [Wachowiak i in. 2010]. Zdobyte tu doświadczenia zostały wykorzystane między innymi w podjętych przez IMGW w połowie lat 90-tych badaniach hydrologicznych i meteorologicznych w rejonie KWB „Konin”.

## Wyniki badań prowadzonych w rejonie Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów”

Ocena zmian odpływu rzeczego na różnych etapach rozwoju ZGE „Bełchatów” przedstawiana jest sukcesywnie przez G.Wachowiaka [1985, 2002, 2004, 2005].

Jako przykład ilościowy wpływu leja depresji przedstawiono poniżej zmiany w odpływie średnim rocznym dla zlewni górnej Widawki do profilu Ruszczyn zamykającego zlewnię o powierzchni  $A=346 \text{ km}^2$  (w warunkach naturalnych). Profil ten zlokalizowany jest powyżej zrzutów wód kopalnianych, a na wielkość przepływów z czynników antropogenicznych oddziałuje tylko lej depresyjny, powodujący ich obniżenie (tab. 1).

*Tab. 1. Zmiana średnich rocznych przepływów Widawki w profilu Ruszczyn w latach 1976-2009 i udział leja depresyjnego 1m KWB „Bełchatów” w zlewni dla okresów wieloletnich*

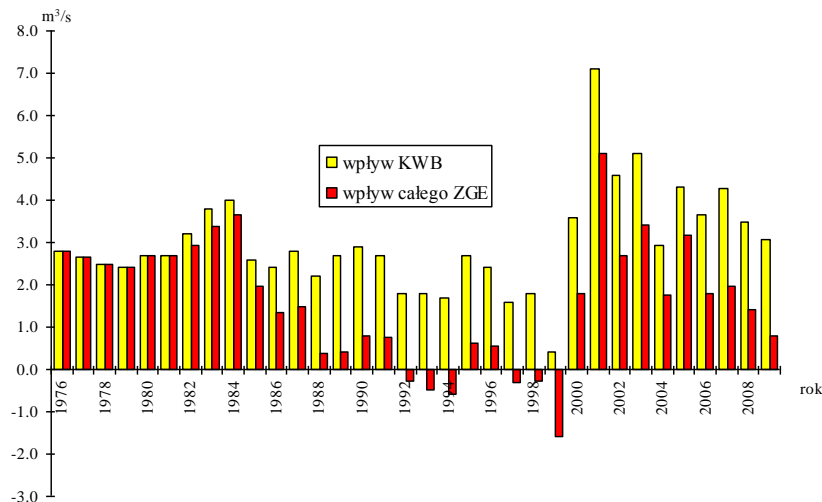
*Tab. 1. Change in average annual Widawka flows in the profile Ruszczyn between 1976-2009 and the participation of a cone of depression 1m KWB "Bełchatów" in the catchment area for a number of years*

Okres	Przepływ rzeczywisty	Przepływ obliczony jak dla warunków naturalnych	Zmiana przepływu		Udział leja depresyjnego 1 m w zlewni	
	$\text{m}^3/\text{s}$		$\text{m}^3/\text{s}$	$\text{m}^3/\text{s}$	%	$\text{km}^2$
1976-1980	1,32	2,05	-0,73	-35,6	54	15,6
1981-1985	0,91	1,93	-1,02	-52,8	124	35,8
1086-1990	0,56	1,52	-0,96	-63,2	147	42,5
1991-1995	0,40	1,48	-1,08	-73,0	186	53,8
1996-2000	0,88	2,09	-1,21	-57,9	123	35,5
2001-2005	1,03	1,89	-0,86	-45,5	104	30,1
2006-2009	0,82	1,57	-0,75	-47,8	105	30,3
1976-2009	0,85	1,80	-0,95	-52,8	121	35,0

Kolejne wnioski wyciągnąć można oceniając wpływ samego górnictwa (traktowanego jako bilans zrzutów i strat w odpływie spowodowanych rozwojem leja depresyjnego) jak i powiązanej z nim energetyki. Tytułem przykładu przedstawiono na rys. 1 zmiany w średnim rocznym przepływie Widawki w profilu Podgórze ( $A=2354 \text{ km}^2$ ). Na zmiany wywołane przez lej depresyjny KWB „Bełchatów” nakłada się tu dodatkowo wpływ zrzutów wód kopalnianych i ścieków oraz pobory wody przez Elektrownię „Bełchatów”.

Wpływ samej Kopalni, traktowany jako bilans zrzutów i strat w odpływie w wyniku rozwoju leja depresyjnego, skutkował w całym okresie wzrostem przepływów w stosunku do warunków naturalnych. Pobory wody przez Elek-

trównię powodowały jednak, że w sześciu latach analizowanego wielolecia rzeczywiste przepływy były niższe.



Rys. 1. Zmiana przepływów Widawki w profilu Podgórze w wyniku oddziaływania Kopalni Węgla Brunatnego (KWB) „Belchatów” oraz całego Zespołu Górniczo-Energetycznego (ZGE) „Belchatów” w latach 1976-2009

Fig. 1. Changing the Widawka flow in Podgórze profile resulted by Brown Coal Mine (KWB) „Belchatów” and the entire Team of Mining and Energy (ZGE) „Belchatów” in the years 1976-2009

## Dyskusja

Omawiając wyniki badań nad antropogenicznymi zmianami w odpływie w rejonie wpływu KWB „Belchatów” zwrócić należy uwagę przede wszystkim na skutki tych zmian. Można je bowiem przenieść również na inne obszary, które znajdują się obecnie lub mogą znaleźć się w przyszłości w zasięgu oddziaływania kopalni odkrywkowej węgla i związanej z tym energetyki.

Górnictwo odkrywkowe nie zmniejsza zasadniczo ogólnej wielkości odpływu rzecznoego z całego obszaru objętego jego wpływem. W okresie formowania się leja depresyjnego następuje nawet wzrost odpływu co spowodowane jest odprowadzaniem do rzek głębszych wód podziemnych, które w warunkach naturalnych nie zasilają wód powierzchniowych. Zjawiska zachodzące w obrębie leja depresyjnego powodują jednak przemieszczenie wody, poprzez system odwodnienia kopalni z jednej części obszaru w drugi. Stąd też w takich przy-

padkach wystąpić mogą z jednej strony skutki negatywne (przesuszenie gleb, zmniejszenie zasobów wód powierzchniowych) z drugiej zaś nastąpi zwiększenie przepływów rzeki po przyjęciu wód kopalnianych.

Z punktu widzenia negatywnego wpływu górnictwa odkrywkowego na stosunki wodne, a w tym na wielkość odpływu rzecznego znaczenie ma zasięg leja depresyjnego. Według „Słownika Hydrogeologicznego” [1979] za zasięg leja przyjmuje się taką odległość, w której zwierciadło wody podziemnej uległo pod wpływem drenażu górniczego obniżeniu o 1 metr w stosunku do średniego stanu wieloletniego.

W strefie wpływu leja depresyjnego na odpływ może mieć miejsce:

- częściowy lub całkowity zanik zasilania podziemnego,
- zmniejszenie lub zanik spływu powierzchniowego do rzeki,
- infiltracja wód z cieku w przypadku obniżenia wód podziemnych poniżej wcięcia koryt rzecznych.

Stopień wpływu tych procesów jest zmienny w czasie i uzależniony m.in. od rozwoju leja depresyjnego, jego stabilizacji czy wreszcie wycofywania się w związku ze zmianą frontu prac górniczych i odwodnieniowych.

W przypadku występowania większych strat w odpływie niż wynikałoby to z udziału leja depresyjnego w zlewni, przyczyn takiej sytuacji należy doszukiwać się w infiltracji wody z koryta cieku czy też w większym zasięgu leja depresji niż wyznaczony. Przejawiać się tu również może wpływ innych czynników antropogenicznych powodujących zmniejszenie przepływów jak np. zasilanie stawów rybnych, wykorzystywanie wody do nawodnień itp.

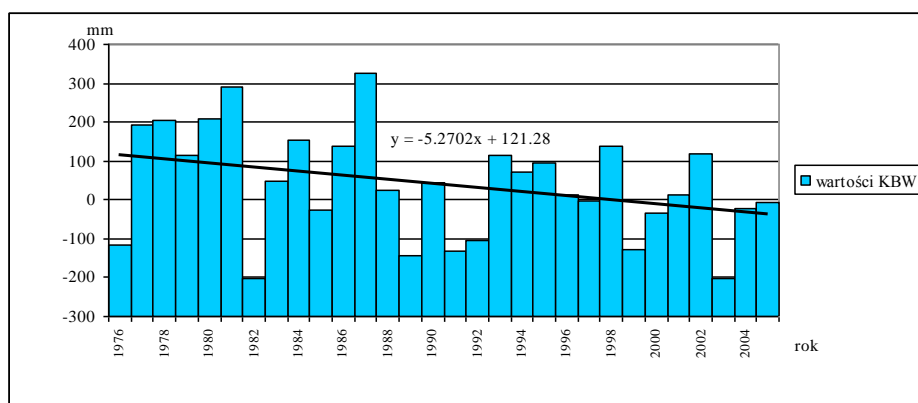
Zasięg leja depresyjnego jak i wielkość zmian w odpływie rzeczonym uzależnione są również od warunków meteorologicznych, w tym przede wszystkim od wysokości i rozkładu opadów atmosferycznych. Na antropogeniczne zmiany w stosunkach wodnych nakładają się bowiem zmiany spowodowane przez czynniki naturalne kształtujące wielkość odpływu rzecznego. Przy takim samym zasięgu leja depresyjnego jego wpływ na wielkość odpływu w wartościach bezwzględnych jest większy w roku bardziej zasobnym w wodę niż w roku suchym.

Zachodzące i rejestrowane wielkości zmian w odpływie rzeczonym na obszarach objętych wpływem eksploatacji węgla brunatnego uzależnione są od lokalizacji analizowanych profili w stosunku do leja depresyjnego, obiektów kopalni i elektrowni, a w tym przede wszystkim od miejsc zrzutów i poborów wody. Zmiany w odpływie spowodowane antropopresją uzależnione są albo od jednego czynnika (np. leja depresyjnego) lub też są wypadkową oddziaływania szeregu czynników. Siła antropopresji jest zmienna i to zarówno w czasie, jak i na obszarze, co wiąże się z rozwojem inwestycji górniczo-energetycznej.

W rejonie KWB „Bełchatów” została zaprojektowana i zrealizowana najlepsza w Polsce sieć monitoringu stanów wód podziemnych, która dotyczy eksploatacji górniczej [Adamczyk, Motyka 1995]. Mimo posiadania szczegółowych

danych z tego monitoringu oraz dysponowania danymi dotyczącymi wydatku systemu odwodnienia, rozpoznaniem hydrogeologicznym i kompletnymi danymi meteorologicznymi i hydrologicznymi z sieci pomiarowo-obszaryjnej IMGW, istnieją wątpliwości co do zasięgu drenażu kopalni. Wyznaczenie zasięgu leja depresji wywołanego wyłącznym wpływem kopalni utrudnia np. wystąpienie niskich opadów atmosferycznych oraz praca ujęć wód zlokalizowanych w obrębie leja depresji oraz na jego peryferiach.

Jak wspomniano wcześniej, na wpływ czynników antropogenicznych na obszarze oddziaływania górnictwa odkrywkowego nakłada się wpływ czynników naturalnych, głównie warunków meteorologicznych. W związku z powyższym, w obliczeniach bilansu wodnego obszaru objętego lejem depresyjnym uwzględnia się wpływ opadów atmosferycznych. Ich wielkość, choć zmienna z roku na rok, w przedziałach wieloletnich nie wykazuje na większości obszaru Polski istotnych statystycznie zmian. Natomiast badania wykazują, że na skutek istotnego wzrostu temperatury powietrza w ostatnich 20-30 latach nastąpił wzrost parowania skutkujący coraz niższymi wartościami klimatycznego bilansu wodnego (KBW) [Kępińska-Kasprzak, Mager 2010]. Poniżej przedstawiono trend wartości klimatycznego bilansu wodnego z obszaru o zbliżonych warunkach klimatycznych do obszaru, na którym znajdują się planowane do eksploatacji jedno z największych na świecie złoża węgla brunatnego tj. rejon Gubin-Mosty (rys. 2). Malejące wartości wskaźnika (KBW) w przedstawionym przykładzie ze stacji w Słubicach potwierdzają rosnący udział parowania w bilansie. W praktyce skutkować to będzie istotniejszym pogorszeniem się warunków wodnych na obszarze oddziaływania planowanej kopalni odkrywkowej niż wynikałoby to z wpływu samego leja depresji.



Rys. 2. Trend wartości klimatycznego bilansu wodnego (KBW) w latach 1976-2009 – stacja synoptyczna Słubice  
 Fig. 2. Trend values of climatic water balance (KBW) in the years 1976-2009 – Słubice Synoptic Station

## Wnioski

Prawidłowa ocena zmian w stosunkach wodnych jest możliwa tylko w przypadku dysponowania szerokim wachlarzem danych pomiarowo-obszernych. Materiał taki winien być do dyspozycji już w momencie wykonywania ocen wpływu inwestycji przemysłowej na środowisko. Informacje te są niezbędne dla oddzielenia wpływu warunków naturalnych na wielkość odpływu i jego rozkładu od wielkości wpływu antropogenicznego. Na negatywne skutki rozwoju leja depresyjnego nałożyć się może występowanie m.in. ekstremalnych warunków atmosferycznych prowadzących np. do pogłębienia się zjawiska suszy hydrologicznej. W świetle ostatnich badań wskazujących w scenariuszach zmian klimatu na dalszy możliwy wzrost temperatur powietrza, niestabilność opadów atmosferycznych oraz wzrost częstości zjawisk ekstremalnych [IPCC 2007], monitoring elementów składowych klimatycznego bilansu wodnego na obszarach oddziaływania kopalni odkrywkowych jest niezbędny. Istotne jest zatem podjęcie wyprzedzających badań w terenie, które pozwoliłyby również na uzyskanie pełnej informacji meteorologicznej i hydrologicznej o terenie przyszłej kopalni jak i jej otoczenia. Monitoring warunków hydrologiczno-meteorologicznych jest również niezbędny w okresie eksploatacji surowca jak i później dla działań rekultywacyjnych.

## Literatura

1. ADAMCZYK A.F., MOTYKA J.: *Problemy metodyczne związane z wyznaczaniem zasięgu leja depresji w rejonach oddziaływania drenażu górniczego*. Współczesne problemy hydrogeologii, T.VII, cz.2, 209-212, Kraków-Krynica 1995
2. *Fourth Assessment Report of the IPCC (AR4)*, The Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, 2007
3. KĘPIŃSKA-KASPRZAK M., MAGER P.: *Fluctuations of Selected Agrometeorological Indices in Wielkopolska in years 1966-2005*. www.cost734.eu, 2010
4. *Słownik hydrogeologiczny*. KLECZKOWSKI A.S., RÓŻKOWSKI A. (red.): MOŚNiL, Warszawa 1997
5. WACHOWIAK G.: *Ucieczki wody z koryt rzecznych na obszarze leja depresyjnego Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów”*. Gospodarka Wodna, Nr 12, 277-280, 1985
6. WACHOWIAK G.: *Oddziaływanie Zespołu Górniczo-Energetycznego „Bełchatów” na wielkość odpływu z dorzecza Widawki*. Bad. Fizjogr. nad Polską Zach., T. 53, seria A, 153-164, 2002

7. WACHOWIAK G.: *Wpływ regresji leża depresyjnego KWB „Belchatów” na wielkość odpływu w zlewni górnej Widawki*. *Górnictwo Odkrywkowe*, Nr 1, 14-19, 2004
8. WACHOWIAK G.: *Wpływ Kopalni Węgla Brunatnego „Belchatów” na odpływ ze zlewni Widawki (stan do 2004 roku)*. *Górnictwo Odkrywkowe*, Nr 6, 14-22, 2005
9. WACHOWIAK G. i in.: *Pole Belchatów i Pole Szczerców. Rocznik hydrologiczny i meteorologiczny obszaru oddziaływania odwodnienia PGE KWB Belchatów S.A. 2009*. IMGW Oddział w Poznaniu 2010

## **COUSES OF CHANGES IN FLUVIAL RUN-OFF IN AREAS AFFECTED BY OPENCAST LIGNITE MINES**

### *S u m m a r y*

*Hydrological-meteorological research carried by IMGW in the area affected by the open cast lignite mine and power plant in the Belchatów region allowed to estimate the causes of anthropogenic and natural impacts on the fluvial runoff in the area under anthropopressure. The necessity to conduct broad hydrological and meteorological research at all phases of opencast mining operations was strongly recommended.*

Key words: opencast mining, depression cone, anthropopressure, discharge, climatic water balance