

Zbigniew BZOWSKI, Andrzej DAWIDOWSKI

*Zakład Monitoringu Środowiska
Główny Instytut Górnictwa
Katowice*

WPŁYW NA WODY RZEKI MAŁEJ PANWI ZANIECZYSZCZEŃ WYSTĘPUJĄCYCH W GRUNTACH I ODPADACH REJONU TARNOWSKICH GÓR

INFLUENCE OF CONTAMINANTS FROM GROUNDS AND WASTES OF TARNOWSKIE GORY REGION ON WATER QUALITY OF MALA PANEW RIVER

On the area of the liquidated chemical plant “Tarnowskie Gory” in the wastes deposited there and also in some places in grounds increased concentrations of barium, boron, strontium, arsenic, cuprum and manganese have been found. Contamination by these elements: barium, boron and strontium has also been found in both surface waters (Stola river, stream without any name) flowing near the chemical plant of quaternary level. Performed monitoring of waters of Mala Panew river in Krupski Młyn has shown significant contents of barium and boron which suggested that the range of waters contamination by contaminants coming from the area of Tarnowskie Gory is big and comprises also waters of Mala Panew river. Forecast of barium and boron concentration in water of Mala Panew river indicates that reduction of its water contamination needs the rapid finishing of the following works: chemical wastes dump reclamation, grounds and soils around the dump reclamation, revitalization of stream without any name and removal of bottoms from Stola river.

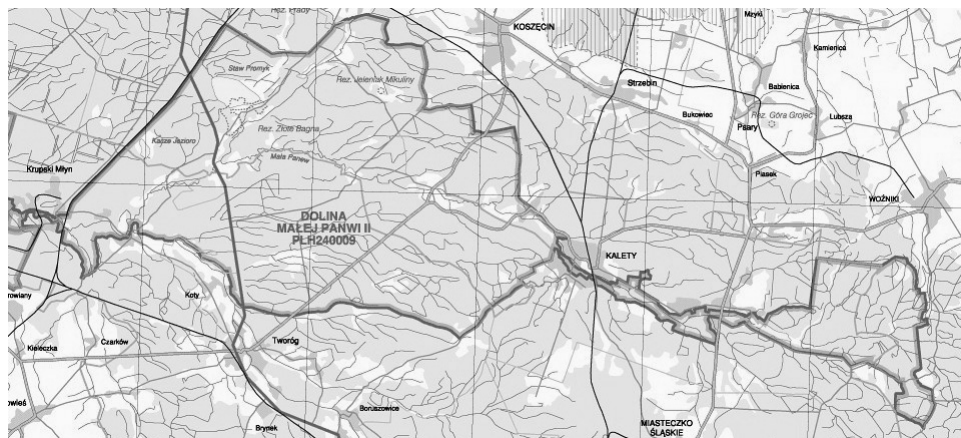
1. Ogólna charakterystyka górnej części zlewni rzeki Małej Panwi

Teren górnej części zlewni rzeki Małej Panwi rozciąga się od jej źródła na południowy-wschód od miejscowości Woźniki do zachodniego krańca Wyżyny Śląskiej (Krupski Młyn) oraz od okolic Koszęcina na północy do Tarnowskich Gór na południu. Powierzchnia górnej części zlewni Małej Panwi to 655 km² [1]. Podłoże tego rejonu budują twory triasu wykształcone jako wapienie i dolomity wapienia muszlowego oraz ility i muły kajpru. W części północno-wschodniej omawianego terenu, (rejon Progu Woźnickiego) na utwo-

rach triasu zalegają osady zwirowo-piaszczyste przykryte mułami i glinami dolnej jury (lias). Prawie na całym terenie zlewni Małej Panwi na utworach triasu i dolnej jury występują plejstocenijskie piaski i piaski gliniaste, gliny i gliny pylaste. Utwory te osiągają największe miąższości w „Kopalnej dolinie Małej Panwi”, gdzie na łożach kajpru występują dwa poziomy glin zwałowych z piaskami i mułami piaszczystymi pokryte piaskami. Piaski te o kilkumetrowej miąższości są pochodzenia fluwioglacjalnego [2]. W obrębie piaszczystych utworów czwartorzędowych na terenie dorzecza górnego biegu rzeki Małej Panwi występują poziomy wodonośne, dla których rzeka wraz z dopływami stanowi podstawę drenażu. We wschodniej części górnego biegu rzeka i jej bardzo liczne, ale krótkie dopływy potoków przebiegają przez tereny rozlewisk i bagien powstających w wód opadowych przy nieprzepuszczalnym ilastym podłożu glin zwałowych lub łożów kajpru. Nie można wykluczyć, że Mała Panew zasilana jest w strefie źródłiskowej z dolnojurajskiego poziomu wodonośnego w rejonie Woźnik oraz wodami triasowymi z utworów węglanowych wapienia muszlowego zarówno z naturalnych wysięków w rejonach wycięć erozyjnych „Kopalnej doliny Małej Panwi” jak i sztolni oraz wyrobisk górniczych.

Głównymi dopływami Małej Panwi w jej górnym biegu są: Potok Podlasie, Ligocki Potok, Zimna Woda, Leśnica, Stoła oraz Ligancja. Największym dopływem jest rzeka Stoła zbierająca wody z większości obszaru górnej części zlewni, na południe od Małej Panwi w tym z rejonów: Strzybnicy, Hanuska, Brynka i Tworogu, północnej części Tarnowskich Gór oraz poprzez dopływ potoku Woda Graniczna z północnych i zachodnich okolic Miasteczka Śląskiego.

Znaczna powierzchnia terenu zlewni w górnym odcinku Małej Panwi zaliczona jest do obszaru Natura 2000 jako Dolina Małej Panwi II (PLH 160002), (rys. 1).



Rys. 1. Dolina Małej Panwi II – Natura 2000

Fig. 1. Mała Panew II Valley – Nature 2000

Obszar ten szeroko obejmuje rejon źródłiskowy Małej Panwi, natomiast od Zielonej do Kalet ograniczony jest jedynie do wąskiego pasa przy korycie rzeki. Bezpośrednio za Kaletami całą północną część zlewni, do linii kolejowej Lubliniec-Toszek na zachodzie oraz wzdłuż rzeki Stoły na południu (rys. 1).

2. Oddziaływania przemysłu w górnej części zlewni Małej Panwi

W górnej części zlewni Małej Panwi od XVI wieku poszukiwano i eksploatowano rudy żelaza, ołowiu i srebra, a w XIX wieku również cynku. Konsekwencją tej działalności górniczej było powstanie w XIX wieku hut ołowiu i srebra w Strzybnicy oraz żelaza w Tarnowskich Górach [2]. Ponadto na tym terenie wybudowano zakłady chemiczne w Krupskim Młynie i Tarnowskich Górach, zakłady celulozowe w Kaletach oraz hutę cynku w Miasteczku Śląskim. Zarówno działalność górnicza jak i przemysłowa prowadzona w górnej części zlewni Małej Panwi prowadziła do degradacji środowiska w rejonie rzeki jak i zanieczyszczenia jej wód poprzez odprowadzanie ścieków. W górnej zlewni Małej Panwi woda tej rzeki „zbiera” zanieczyszczenia występujące bezpośrednio w jej otoczeniu (Kalety, Krupski Młyn) oraz dostarczane wraz z wodami dopływów – potoku Woda Graniczna z rejonu składowisk odpadów huty Miasteczka Śląskiego i rzeki Stoły z terenu składowisk zlikwidowanego zakładu chemicznego w Tarnowskich Górach. Ponadto w tych rejonach koncentracja cynku ołowiu i kadmu w glebach wynikająca z emisji emitowanych pyłów przemysłowych przekracza kilkunastokrotnie wartości tła geochemicznego [3]. Koncentrację tych metali stwierdzono również w osadach dennych Małej Panwi i jej dopływów [4]. Jest to bardzo istotny problem dotyczący wtórnego oddziaływania na jakość wód Małej Panwi po ograniczeniu emisji przemysłowych. Zgromadzone w osadach metale ciężkie są uruchamiane nie tylko w wyniku kontrolowanych przez parametry chemiczne procesów rozpuszczania i wymywania, ale także wskutek erozji warstw antropogenicznie zanieczyszczonych [2].

3. Grunty i odpady w rejonie Tarnowskich Gór

W północnej części Tarnowskich Gór, w rejonie zlikwidowanych zakładów chemicznych, na terenie o powierzchni ok. 100 ha występują składowiska i osadniki odpadów chemicznych. Na obecnie likwidowanych składowiskach i osadnikach występują bardzo zróżnicowane pod względem chemicznym odpady związane z minioną działalnością zakładów. Szacuje się, że zeskładowano i usunięto do osadników ok. 1 mln ton odpadów. Do najczęściej spotykanych należą: odpady po produkcji siarczku baru, osady - szlamy pochodzące z oczyszczalni ścieków technologicznych (zawierają m.in. BaSO_4 , BaCO_3 , CaO i ZnO), odpady borowe pochodzące z produkcji kwasu borowego i boraksu oraz odpady pocelulozowe zawierające głównie węglan wapnia. Wymienione odpady charakteryzują się znacznymi ilościami rozpuszczalnych w wodzie faz mineralnych zawierających bar, bor, cynk, arsen, stront, ołów, kadm i miedź.

Gleby i grunty w rejonie składowisk odpadów chemicznych zawierają znaczne ilości zanieczyszczeń rozpoznanych w tych odpadach. Bar w gruntach występuje w ilościach od 0,4 do 1,5%, a stront spotykany jest w ilościach od 4 do 1500 mg/kg. Bor w glebach i gruntach wykazuje najmniejsze zawartości: od 10 do 120 mg/kg (ppm) [5, 6]. Poza tymi pierwiastkami, wśród zanieczyszczeń gleb i gruntów spotykane są zanieczyszczenia obecne w odpadach, w formach rozpuszczalnych w wodzie: arsen, cynk, ołów i miedź [5]. Nagromadzenie największych ilości zanieczyszczeń obserwowano w glebach zawierających duże zawartości substancji organicznej (humusu) o własnościach sorpcyjnych, a łatwość uruchamiania w wodzie zanieczyszczonych gleb i gruntów omawianego rejonu Tarnowskich Gór

zanieczyszczeń wskazuje na konieczność przeprowadzenia procesu rekultywacji (naprawy środowiska) [5, 6]. Konieczność taką potwierdzają obecnie prezentowane badania dokumentujące niekorzystny wpływ na wody rzeki Małej Panwi zanieczyszczeń występujących w gruntach i odpadach rejonu Tarnowskich Gór.

4. Wody powierzchniowe dopływające do rzeki Małej Panwi z rejonu Tarnowskich Gór

Przez omawiany teren Tarnowskich Gór w kierunku południowo-zachodnim przebiega dolina rzeki Stoły wraz z dopływającym do niej ciekim powierzchniowym „bez nazwy”. Dolina tego potoku przebiega w kierunku północno-wschodnim od rzeki Stoły, a jego rozlewiska w rejonie zlikwidowanego zakładu chemicznego sąsiadują ze składowiskami odpadów. W latach 2000-2002 wody tego potoku przy pH od 6,45 do 7,95 wykazywały stężenia baru od 0,07 do 3,7 mg/dm³, boru od 0,2 do 6,8 mg/dm³ oraz strontu od 0,15 do 2,0 mg/dm³ [5]. W okresie wiosennym (luty-marzec) 2007 roku stężenia zanieczyszczeń w potoku „bez nazwy” przy pH 7,00-7,15 kształtowały się na niższym poziomie: bar 0,20-0,25 mg/dm³, bor 1,5-1,8 mg/dm³ oraz stront 0,20-0,27 mg/dm³. Zaznaczył się pozytywny efekt rekultywacji w latach 2000-2006 osadników i części składowisk zlikwidowanych zakładów chemicznych. Jednak wpływ odpadów oraz zanieczyszczonych gleb i gruntów w rejonie składowisk nadal negatywnie wpływa na jakość wody nie tylko potoku „bez nazwy”, ale również rzeki Stoły. Badania stężeń trzech charakterystycznych pierwiastków baru, boru i strontu występujących w odpadach na opisywanych składowiskach oraz rozprzestrzeniających się poprzez wymywanie z zanieczyszczonych gleb i gruntów prowadzone w 2007 roku dla wód rzeki Stoły w różnej odległości od Tarnowskich Gór prezentuje tabela 1. Stężenia baru, boru i strontu w wodzie rzeki Stoły są znaczące i porównywalne z rozpoznanymi w potoku „bez nazwy”.

Tab. 1. Stężenia baru, boru i strontu w wodzie rzeki Stoły

Tab. 1. Concentration of barium, boron and strontium in water of Stola river

Miejsce pomiaru na rzece Stole	Miesiąc w 2007r.	pH	Bar	Bor	Stront
			mg/dm ³		
1 km poniżej zlikwidowanych Zakładów Chemicznych	luty	7,78	0,14	1,58	0,30
	marzec	7,70	0,18	1,70	0,32
Boruszowice	luty	7,52	0,10	0,39	0,16
	marzec	7,55	0,14	1,05	0,18
	grudzień	7,50	0,14	0,70	0,22
Potępa (przed ujściem do Małej Panwi)	luty	7,44	0,10	0,20	0,15
	marzec	7,33	0,12	0,23	0,15
	grudzień	7,35	0,12	0,40	0,28

5. Monitoring wód w górnym biegu Małej Panwi

Wody rzeki Stoły wraz z dopływem wód z potoku „bez nazwy”, wpadają do Małej Panwi i przenoszą ładunki zanieczyszczeń: baru, boru i strontu. Stan czystości wody Małej Panwi w zakresie obecności wymienionych zanieczyszczeń, powyżej dopływu rzeki Stoły, prezentują wyniki badań przeprowadzone w 2007 roku (tab. 2).

Tab. 2. Stężenia baru, boru i strontu w wodzie rzeki Mała Panew przed ujściem Stoły

Tab. 2. Concentration of barium, boron and strontium in water of Mala Panew river before Stola estuary

Miejsce pomiaru na rzece Małej Panwi	Miesiąc w 2007r.	pH	Bar	Bor	Stront
			mg/dm ³		
Potępa (przed ujściem rzeki Stoły)	lutym	7,40	0,05	< 0,03	0,12
	marzec	7,38	0,04	0,06	0,15
	grudzień	7,40	0,05	0,05	0,20

Z zestawienia w tabelach 1 i 2 wynika, że w miejscowości Potępa, gdzie rzeka Stoła wpada do Małej Panwi, stężenia baru w wodzie tej rzeki wzrastały od 2 do 3 krotnie, a boru od 4 do 10 krotnie. Najmniejszą różnicę w wodach Stoły i Małej Panwi (przed dopływem wody Stoły) wykazywały stężenia strontu.

Dla ustalenie zasięgu wpływu zanieczyszczeń dopływających z wodami rzeki Stoły na jakość wód Małej Panwi wykorzystano wyniki prowadzonego monitoringu w miejscowości Krupski Młyn. Prowadzono tam monitoring w dwóch punktach: przed oraz za Zakładami Chemicznymi „Nitroerg” S.A. (dawniej „Nitron” S.A.). Wyniki monitoringu w miesiącach wiosennych i jesiennych lat 2001-2007 zestawiono w tabelach 3 i 4.

Monitoring w latach 2001-2007 wód Małej Panwi w Krupskim Młynie, wykazał znaczące stężenia zanieczyszczeń barem, borem i strontem (tab. 3 i 4). W czasie prowadzonego monitoringu zarówno jesiennego jak i wiosennego stężenia badanych składników wykazywały znaczne wahania spowodowane okresowym stanem wód Małej Panwi oraz jej głównych dopływów.

Stężenia w wodach Małej Panwi siarczanów, chlorków, baru, boru i strontu mierzone przed i za Krupskim Młynem wykazywały podobne wartości, co nie wskazuje na znaczące oddziaływanie w badanym zakresie zarówno miasta jak i zakładów chemicznych. Natomiast porównanie wartości stwierdzanych stężeń baru i boru w wodach potoku „bez nazwy” płynącego w rejonie Tamowskich Gór, rzeki Stoły oraz wodach Małej Panwi w Krupskim Młynie wskazuje, że kontaminacja tymi pierwiastkami związana jest z odpadami oraz zanieczyszczonymi glebami i gruntami w okolicy Tamowskich Gór. O wspólnym miejscu, z którego pochodzi bar i bor oznaczony w wodach Małej Panwi (Krupski Młyn), pomimo braku geochemicznego powinowactwa [7], świadczą istotne zależności pomiędzy stężeniami tych zanieczyszczeń. Przed Krupskim Młynem wartość korelacji stężeń B/Ba (r_1) wynosi 0,54 przy współczynniku istotności (α) 0,05 ($n=14$), natomiast za Krupskim Młynem $r_2 = 0,61$ przy $\alpha = 0,02$ ($n=14$). Różnice wyliczonych wartości współczynników korelacji prawdopodobnie wynikają ze zmian stężeń boru i baru (przed Krupskim Młynem dla $n = 14$ średnie stężenie boru 0,303 mg/dm³ za 0,292 mg/dm³ i dla baru odpowiednio: 0,096 i 0,097 mg/dm³) oraz obecności innych składników obecnych w badanej wodzie związanych z funkcjonowaniem infrastruktury w Krupskim Młynie, na przykład jonów amonowych, azotanów i fosforanów.

Tab. 3. Wyniki monitoringu w latach 2001-2007 wód Małej Panwi przed Krupskim Młynem

Tab. 3. Results of monitoring of Mala Panew water before Krupski Mlyn in the years 2001-2007

Rok	Miesiąc	pH	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	B	Ba	Sr
			mg/dm ³				
2001	V	7,70	21,27	54,70	0,18	0,10	0,23
	X	7,40	19,50	50,00	0,44	0,12	0,26
2002	IV	7,15	19,00	51,00	0,23	0,09	0,24
	X	7,35	23,04	57,00	0,32	0,11	0,28
2003	IV	7,30	28,36	65,00	0,25	0,09	0,23
	X	7,45	30,14	61,00	0,23	0,07	0,31
2004	IV	7,35	24,82	62,60	0,70	0,10	0,26
	XI	7,40	42,58	63,00	0,24	0,09	0,38
2005	V	7,50	28,40	67,90	0,58	0,12	0,33
	X	7,25	45,27	57,70	0,23	0,08	0,32
2006	IV	6,85	16,86	49,60	0,19	0,11	0,25
	X	7,55	34,40	60,10	0,30	0,09	0,32
2007	VI	7,75	45,03	55,50	0,20	0,09	0,31
	X	7,25	29,64	58,80	0,15	0,08	0,31

Natomiast wyniki monitoringu wód Małej Panwi wskazują, że stront obecny w jej wodzie prawdopodobnie tylko częściowo pochodzi z zanieczyszczeń dostarczanych z rejonu Tarnowskich Gór. Stront pod względem właściwości oksyfilnych wykazuje geochemiczne pokrewieństwo z barem [7]. Jednak w badanych wodach Małej Panwi w Krupskim Młynie istotnej korelacji pomiędzy oznaczonymi stężeniami tych pierwiastków nie stwierdzono. Wyjaśnienie występowania strontu wymaga dokładniejszych badań wód Małej Panwi powyżej ujścia rzeki Stoły.

Prowadzony monitoring wód Małej Panwi w Krupskim Młynie wskazuje, że stężenia baru i boru wykazują w przedziale czasowym od 2001 do 2007 roku różnice. Wyznaczone na podstawie wyników monitoringu prognozy stężeń baru i boru wskazują na niewielkie zmiany w latach następnych (rys. 2). Prognoza wskazuje na ograniczone możliwości procesu samooczyszczania wody Małej Panwi na odcinku od ujścia rzeki Stoły do Krupskiego Młyna. Ponadto opisane wcześniejsze koncentracje zanieczyszczeń metalami w osadach dennych i akumulowanych Małej Panwi oraz uruchamianie tych zanieczyszczeń w czasie erozji wtórnej nie pozwoli na obniżenie stężeń zanieczyszczeń w wodzie [2, 4, 8]. Uniemożliwia również obniżenie stężeń baru i boru dostarczanych wraz wodami rzeki Stoły z rejonu Tarnowskich Gór. Do ograniczenia kontaminacji borem i barem wód Małej Panwi może prowadzić przede wszystkim rekultywacja składowisk odpadów chemicznych, gleb i gruntów wokół tych składowisk, rewitalizacja potoku „bez nazwy” i terenów wokół składowisk oraz usunięcie osadów dennych z rzeki Stoły.

Tab. 4. Wyniki monitoringu w latach 2001-2007 wód Małej Panwi za Krupskim Młynem (za Zakładami Chemicznymi Nitron S.A.)

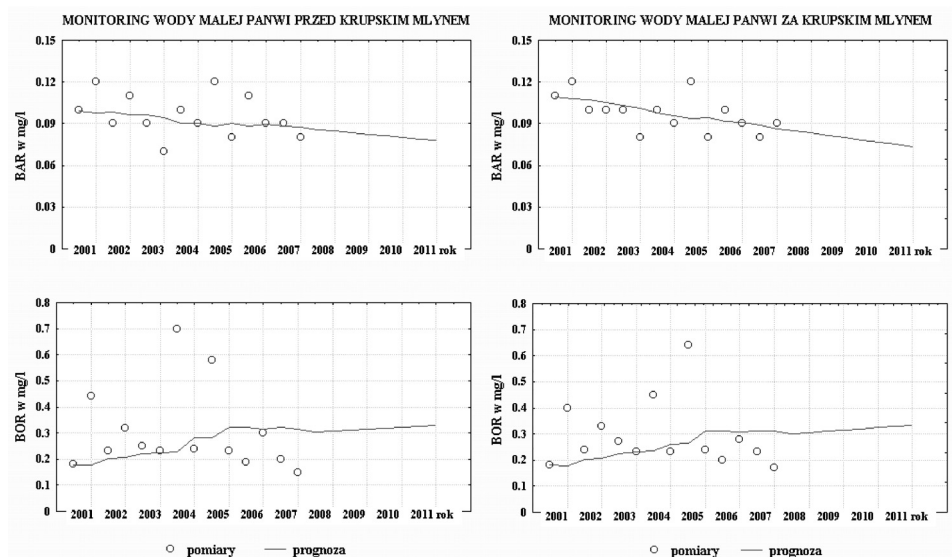
Tab. 4. Results of monitoring of Mala Panew water behind Krupski Mlyn in the years 2001-2007

Rok	Miesiąc	pH	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	B	Ba	Sr
			mg/dm ³				
2001	V	7,55	21,07	51,80	0,18	0,11	0,24
	X	7,55	18,50	49,00	0,40	0,12	0,25
2002	IV	7,20	19,50	51,50	0,24	0,10	0,24
	X	7,45	23,64	57,50	0,33	0,10	0,29
2003	IV	7,35	26,82	67,00	0,27	0,10	0,24
	X	7,45	30,64	62,00	0,23	0,08	0,36
2004	IV	7,35	21,27	61,30	0,45	0,10	0,25
	XI	7,60	42,19	61,50	0,23	0,09	0,32
2005	V	7,50	28,65	63,80	0,64	0,12	0,34
	X	7,35	45,20	54,40	0,24	0,08	0,33
2006	IV	7,05	18,66	49,90	0,20	0,10	0,26
	X	7,50	33,66	64,40	0,28	0,09	0,31
2007	VI	7,50	44,46	55,60	0,23	0,08	0,30
	X	7,25	31,00	58,70	0,17	0,09	0,30

6. Podsumowanie

Prowadzony monitoring wód Małej Panwi w rejonie Krupskiego Młyna wskazuje, że zanieczyszczenia borem i borem związane są z wodą pochodzącą z dorzecza rzeki Stoły. Związek tych pierwiastków świadczy o wspólnym miejscu ich wmywania, ponieważ istnieje istotna zależność pomiędzy wielkościami stężeń boru i baru w monitorowanej wodzie Małej Panwi (Krupski Młyn). Wyznaczone na podstawie wyników monitoringu prognozy stężeń baru i boru wskazują na minimalizację zmian w latach następnych. Wskazuje to na ograniczone możliwości procesu samooczyszczania wody Małej Panwi na odcinku od ujścia rzeki Stoły do Krupskiego Młyna.

Do ograniczenia kontaminacji borem i borem wód Małej Panwi może prowadzić przede wszystkim rekultywacja składowisk odpadów chemicznych, gleb i gruntów wokół tych składowisk, rewitalizacja potoku „bez nazwy” i terenów wokół składowisk oraz usunięcie osadów dennych z rzeki Stoły.



Rys. 2. Wyniki monitoringu stężeń baru boru i strontu w wodzie Małej Panwi w Krupskim Młynie oraz prognozy zmian.

Fig. 2. Results of barium, boron concentration in water of Mala Panew river in Krupski Mlyn and the forecast of changes

Bibliografia

- [1] Program małej retencji dla województwa śląskiego – projekt. ŚZMiUW Katowice 2005; www.silesia-region/pmr/pmr.pdf
- [2] Ciszewski D., Malik I., Wardas M. Uwarunkowania geomorfologiczne migracji metali ciężkich w osadach fluwialnych: dolina Małej Panwi. *Prz. Geol.* Vol. 52, nr 2, 2004; 163-174.
- [3] Lis J., Pasieczna A. Atlas geochemiczny Górnego Śląska 1:200 000. PIG Warszawa 1995.
- [4] Ciszewski D., Malik I. Zapis XX-wiecznej historii zanieczyszczenia rzeki Małej Panwi metalami ciężkimi w jej osadach. *Prz. Geol.* Vol. 51, nr 2, 2003; 142-147.
- [5] Bzowski Z., Dawidowski A. Ocena wpływu zanieczyszczonych gleb na jakość wody w potoku przepływającym w okolicy Tarnowskich Gór. *Mat. VI Konf. „Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód.”* Poznań 2004; 267-274.

- [6] Bojarska K., Bzowski Z. Leachability of B and Ba from the soils of nearby liquidated chemical plant. In *Proc. „Analysis, Methodology of Treatment and Remediation of Contaminated Soils and Groundwater”* – Comm. for Europe UN, Paris, France; 2001.
- [7] Polański A., Smulikowski K. *Geochemia*. Wyd. Geol. Warszawa 1969.
- [8] Bobrówna M. Chemical composition of the water in the River Mala Panew, and its tributaries, and of the groundwater in its basin in the Upper Silesian Industrial Region. *Acta Hydrobiol.* Vol. 28; 1986; 55-67.

