

innym komponentem środowiska – wodą gruntową. W celu wykluczenia lub potwierdzenia możliwości przepływu wód gromadzących się w wyrobisku złoża piasków w kierunku zlewni Jaroszkówki. dokonano analizy parametrów fizyczno-chemicznych pięciu naturalnych wypływów wód podziemnych oraz wód powierzchniowych prowadzonych przez ich odbiornik – ciek Jaroszkówkę. Analizy laboratoryjne i porównawcze materiałów archiwalnych wykonane zostały w Zakładzie Hydrobiologii Instytutu Biologii Uniwersytetu w Białymstoku przez dr Elżbietę Jekatierynczuk – Rudczyk.

Równocześnie wykonano kilkanaście wierceń sondą ręczną, zaniwelowano rzędne otworów i dokonano pomiarów głębokości zalegania wód gruntowych w samym wyrobisku, w celu określenia kierunku ich odpływu. Działania te uznano za istotne z tego względu, że pomimo relatywnie suchego lata i generalnie niskich poziomów wód gruntowych, woda w wyrobisku znajdowała się bardzo płytko, rzadko schodząc poniżej 2 m. Oznacza to, że wszelkie zanieczyszczenia powierzchniowe łatwo i szybko mogą spowodować skażenie tych wód.

Na podstawie pomiarów głębokości zalegania swobodnego zwierciadła wód gruntowych została opracowana mapa hydroizohips. Otrzymany obraz odpływu wód wskazuje jednoznacznie, że przepływ wód z rejonu wyrobiska odbywa się w kierunku północno-wschodnim, tj. w kierunku doliny Supraśli, oraz na wschód i północny-wschód w kierunku doliny Jaroszkówki. Z tym, że odpływ w kierunku Jaroszkówki jest bardziej czytelny, natomiast jednoznaczne potwierdzenie odpływu w kierunku Supraśli wymaga znacznie większego zakresu prac badawczych.

2.6.2. Zmiany składu chemicznego zbadanych źródeł na tle właściwości źródeł północnej części Białegostoku

Porównując aktualne wyniki z danymi archiwalnymi (1991-94) stwierdzono utrzymujący się generalnie niski stopień przekształcenia jakości wody źródeł. W przypadku niektórych parametrów fizyko – chemicznych wody obserwuje się mniejsze stężenia, dotyczy to stężenia: chlorków, siarczanów, azotanów i fosforanów.

We wszystkich badanych źródłach stwierdzono obecnie dwujonowy, wodorowęglanowo - wapniowy typ hydrochemiczny wody. Jest to typ

podstawowy, charakterystyczny dla wpływów naturalnych. W badanych źródłiskach nie stwierdzono zmian stosunków jonowych spowodowanych wzrostem koncentracji siarczanów i chlorków, które prowadzą do przemian chemicznych i do powstania wód wielojonowych. Dwujonowym – naturalnym typem wody charakteryzuje się np. większość źródeł Puszczy Knyszyńskiej.

Dane literaturowe (1991-94) informują o występowaniu na tym obszarze w przeszłości wód trój- lub czterojonowych: $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca}$ lub $\text{HCO}_3\text{-SO}_3\text{-Ca-Mg}$, co świadczy o ich zanieczyszczeniu i przekształceniu jonowym. W ostatnich latach stwierdzono typ dwujonowy, wodorowęglanowo -wapniowy. Przewaga dwujonowego typu hydrochemicznego wody może być wynikiem położenia na terenach leśnych. Brak wyraźnych przekształceń wód wpływów położonych na terenie zabudowanym świadczyć może o dobrej szczelności sieci kanalizacyjnej oraz zmniejszonej presji antropogenicznej, wynikającej z aktualnej koniunktury gospodarczej regionu białostockiego.

Mimo dość dobrej ogólnej jakości wód podziemnych na terenie północnej części Białegostoku, istnieją symptomy modyfikacji składu chemicznego, mogące wynikać z działalności przemysłowej na obszarze funkcjonowania Przedsiębiorstwa Produkcyjno – Handlowego „SILIKATY – BIAŁYSTOK” (tab. 1, 2). Niepokojące zjawisko obserwowane jest w przypadku jakości wody źródła nr 2, wpływającego w lewej części zlewni Jaroszkówki. Stężenia jonów sodu i potasu w wodzie tego wypływu są największe z obserwowanych w źródłiskach Białegostoku. W latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku zjawisko to było bardzo wyraźne (tab.2). Źródło nr 2 położone jest najbliżej omawianych terenów przemysłowych (i tu modyfikacja składu chemicznego wody jest największa). Ukształtowanie terenu, występowanie źródeł i skład chemiczny wody wpływów może świadczyć o drenażu obszarów przemysłowych przez rzekę Jaroszówkę. Na początku XXI wieku stężenia potasu w wodzie omawianego źródła spadły, co wskazywałoby na poprawę technologii przemysłowych, zmniejszenie lub zaprzestanie produkcji. Intensywność przekształceń chemicznych jest mniejsza, ale zasięg oddziaływania zwiększył się, co odzwierciedla jakość wody źródła nr 1, gdzie stężenia sodu wzrosły prawie 4 – krotnie, a potasu 6 – krotnie (tab. 1). W pozostałych źródłiskach (nr 3 i 4) na terenie zlewni

Jaroszówka stężenia jonów sodu, a szczególnie potasu są znacznie mniejsze (tab. 3, 4).

W źródłisku nr 5 położonym na terenie Lasu Pietrasze nie obserwowano niepokojących zmian składu chemicznego wody, co wskazuje, że tereny przemysłowe leżą poza zasięgiem zlewni podziemnej tego wypływu (tab. 5).

Drenaż przekształconych antropogenicznie wód podziemnych przez rzekę Jaroszówkę odzwierciedla skład chemiczny jej wody w różnych profilach hydrometrycznych (tab. 6). W profilu hydrometrycznym nr 4 wzrastają nieznacznie stężenia potasu. Zjawisko to jednak jest bardzo mało uchwytnie, a modyfikacja składu chemicznego wody rzeki zachodzi też w wyniku wykorzystania jej wód w stawach hodowlanych.

2.6.3. Szczegółowa charakterystyka zbadanych źródeł w rejonie kopalni odkrywkowej

Badane źródła należą do zlewni rzeki Jaroszówki i Białej. Są to wypływy warstwowe tzn. drenujących wodę ze skał porowych na granicy warstw: wodonośnej i podścielającej ją nieprzepuszczalnej. Woda dopływa do źródeł swobodnie, pod wpływem siły ciężkości, a więc mają one charakter descencyjny (spływowy). Jedno z badanych źródeł ma charakter ascencyjny. Jest to wypływ nr 1 położony w zlewni Jaroszówki. Na badanym terenie najpowszechniejszą formą morfologiczną wypływów źródeł jest nisza o kształcie owalnym, kolistym lub półkolistym. Oprócz tego spotykana jest forma korytowa oraz forma wciosu. Pod względem hydrobiologicznym badane wypływy wody podziemnej prezentują zarówno helokreny, reokreny jak i limnokreny. Do limnokrenów zaliczono te wypływy, gdzie wytworzył się w niszy zbiornik wodny. Wśród badanych obiektów występują limnokreny utworzone sztucznie. Jest to źródłisko nr 4, którego niszę pogłębiono i w jej obrębie utworzono niewielki staw oraz wypływ nr 5, gdzie woda ujęta została cembrowiną.

Źródłisko nr 1

Wypływ położony jest u podnóża łagodnego zbocza kemowego, w zlewni rzeki Jaroszówka do której uchodzi ciek któremu początek daje źródłisko. Wypływa u podnóża skarpy na wysokości 132,5 m n.p.m. Strefa aeracji zbudowana jest

głównie z piasków. Wydajność wypływu w 2001 roku była niewielka, około 0,3 dm³/s. Charakterystyczną cechą tego obiektu jest występowanie na dnie zapiaszczonego koryta, zjawiska pulsowania. Polega ono na podnoszeniu i wyrzucaniu w górę od czasu do czasu przez bijącą z dna wodę stożków drobnoziarnistego piasku. Jest to wypływ ascencyjny. Nisza wypływu jest dość rozległa. Jej bezpośrednim otoczeniem jest las sosnowy. Z roślin zielnych w dużych ilościach występuje tu *Mentha sp.*, ostrożeń warzywny (*Cirsium oleraceum*).

Tabela nr 1. Porównanie wartości średnich wyników badań parametrów fizyczno-chemicznych wody źródłiska nr 1 w różnych okresach czasowych

lata 1991 – 94 (Jekatierynczuk – Rudczyk 1999)

rok 2001 (Żuk 2002)

rok 2003 (Jekatierynczyk – Rudczyk – dane niepublikowane)

Parametry	ŹRÓDLISKO NR 1		
	2003	2001	1991 –94
	n = 6	n = 4	n = 36
Temperatura °C	9,00	10,0	8,4
Odczyn pH	7,36	7,2	7,7
EC µs/cm	412	454	310
Tlen mg/dm ³	8,9	10,3	9,4
SWWT %	79	99	78
DOC mg/dm ³	1,24	3,35	0,68
Ca mg/dm ³	88	88,1	71,7
Mg mg/dm ³	7,6	7,9	13,9
Na mg/dm ³	9,76	6,31	2,53
K mg/dm ³	6,03	1,30	0,93
HCO ₃ mg/dm ³	281	282	210
Cl mg/dm ³	14	14,7	14,4
SO ₄ mg/dm ³	13	45,4	47,8
N-NO ₃ mg/dm ³	0,67	0,49	0,73

N-NH ₄	mg/dm ³	0,12	0,18	0,79
P cał.	mg/dm ³	0,15	0,12	0,44
P-PO ₄	mg/dm ³	0,06	0,05	0,15

Źródliko nr 2

Źródliko położone jest na obrzeżach miasta Białystok w północnej jego części. Składa się z dwóch wypływów położonych blisko siebie u podnóża ostrego zbocza doliny w otoczeniu łagodnych wzgórz kemowych. Wypływa na wysokości 140 m n.p.m. Hydrograficznie należy do zlewni rzeki Jaroszkówki. Strefę aeracji budują piaski i żwiry. Szerokość koryta wypływu wynosi około 0,5 m. Wydajność źródlika w 2001 roku wynosiła około 5,2 dm³/s (tab.2). Wypływ ma charakter wciosu w formę żwirową. Jest to rzadko spotykana, atrakcyjna krajobrazowo morfologiczna forma wypływu. Wcios jest krótką dolinką o stromych zboczach i wąskim dnie. Woda wycieka prawie na całej długości jej zboczy (Łoszewski, 1995). Otoczeniem niszy jest las sosnowy i mieszany. W pobliżu znajduje się „dzikie” wysypisko śmieci.

Tabela nr 2. Porównanie wartości średnich wyników badań parametrów fizyczno-chemicznych wody źródlika nr 2 w różnych okresach czasowych

lata 1991 – 94 (Jekatierynczuk – Rudczyk 1999)

rok 2001 (Żuk 2002)

rok 2003 (Jekatierynczyk – Rudczyk – dane niepublikowane)

Parametry	ŹRÓDLISKO NR 2		
	2003	2001	1991 -94
	n = 6	n = 4	n = 36
Temperatura 0C	8,54	10,3	8,0
Odczyn pH	7,28	7,3	7,66
EC µs/cm	649	602	615
Tlen mg/dm ³	9,7	10,0	10,0
SWWT %	85	92	83
DOC mg/dm ³	2,64	3,34	0,86

Ca	mg/dm ³	93	94,9	97,1
Mg	mg/dm ³	10,6	5,41	16,1
Na	mg/dm ³	15,1	18,03	17,16
K	mg/dm ³	7,38	12,42	19,42
HCO ₃	mg/dm ³	319	319	330
Cl	mg/dm ³	32	24,3	36,9
SO ₄	mg/dm ³	44	40,0	36,2
N-NO ₃	mg/dm ³	2,67	1,31	3,64
N-NH ₄	mg/dm ³	0,35	0,24	0,88
P cał.	mg/dm ³	0,31	1,17	0,38
P-PO ₄	mg/dm ³	0,06	0,05	0,15

Źródliko nr 3

Wypływ leży na terenie zlewni rzeki Jaroszkówki, do której uchodzi stanowiąc jej prawy dopływ. Jest to wyciek liniowy, wypływa u podnóża skarpy, na wysokości 140 m n.p.m. Znajduje się w sąsiedztwie dużego kemu. Prędkość przepływu wody zmieniała się sezonowo w granicach 9 cm/s - 58 cm/s. Średnia wydajność wynosiła około 5,4dm³. W okresie letnim nisza była bardzo zarośnięta roślinnością łąkową.

Tabela nr 3. Porównanie wartości średnich wyników badań parametrów fizyczno-chemicznych wody źródlika nr 3 w różnych okresach czasowych

rok 2001 (Żuk 2002)

rok 2003 (Jekatierynczyk – Rudczyk – dane niepublikowane)

Parametry	ŹRÓDLISKO NR 3	
	2003	2001
	n = 6	n = 4
Temperatura OC	8,12	10,1
Odczyn pH	7,62	7,30
EC μs/cm	530	577

Tlen	mg/dm ³	12,3	9,8
SWWT	%	104	92
DOC	mg/dm ³	1,86	2,90
Ca	mg/dm ³	98	102
Mg	mg/dm ³	13,0	6,3
Na	mg/dm ³	14,5	6,73
K	mg/dm ³	2,39	0,96
HCO ₃	mg/dm ³	251	303
Cl	mg/dm ³	24	24
SO ₄	mg/dm ³	39	34
N-NO ₃	mg/dm ³	4,18	2,63
N-NH ₄	mg/dm ³	0,12	0,23
P cał.	mg/dm ³	0,22	0,08
P-PO ₄	mg/dm ³	0,07	0,04

Źródliko nr 4

Źródliko to położone jest w północnej części miasta Białystok, na osiedlu Jaroszkówka, przy ulicy Cypiska, w bezpośrednim sąsiedztwie domków jednorodzinnych. Wyływ znajduje się na terenie prywatnym, gdzie przekształcony został na staw. Z uwagi na taką lokalizację, szczególnie narażony jest na zanieczyszczenia (np. nieszczelna kanalizacja, spływ zanieczyszczeń z ulicy). Pod względem geomorfologicznym obiekt położony jest w dolinie, w otoczeniu terasów i wzgórz kemowych. Strefę aeracji budują piaski, żwiry i gliny. Hydrograficznie należy do zlewni rzeki Jaroszkówka. W okresie wiosennym źródliko to nie funkcjonowało z powodu prac budowlanych prowadzonych w sąsiedztwie dawnej niszy. Uniemożliwiło to dokonania w tym okresie badań hydrologicznych i hydrochemicznych. Źródliko wypływa na wysokości 138,75 m n.p.m. Nisza jest dobrze wykształcona, silnie uwodniona. Brzegi koryta wyływu o szerokości 40 cm, porasta głównie roślinność synantropijna, czyli towarzysząca osadom ludzkim, rosnąca na siedliskach bogatych w azot, np. komosa biała (*Chenopodium album*), bylica pospolita (*Artemisia vulgaris*), glistnik jaskółcze ziele (*Chelidonium majus*).

Tabela nr 4. Porównanie wartości średnich wyników badań parametrów fizyczno-chemicznych wody źródłiska nr 4 w różnych okresach czasowych
lata 1991 – 94 (Jekatierynczuk – Rudczyk 1999)
rok 2001 (Żuk 2002)
rok 2003 (Jekatierynczyk – Rudczyk – dane niepublikowane)

Parametry	ŹRÓDLISKO NR 4		
	2003	2001	1991 -94
	n = 6	n = 4	n = 36
Temperatura OC	9,30	11,5	8,8
Odczyn pH	7,19	7,2	7,5
EC μs/cm	751	719	747
Tlen mg/dm ³	9,40	12,8	8,5
SWWT %	85	121	72
DOC mg/dm ³	4,71	3,54	1,09
Ca mg/dm ³	128	132,5	133,5
Mg mg/dm ³	13,3	5,79	18,2
Na mg/dm ³	16,85	15,3	14,60
K mg/dm ³	1,94	1,12	2,08
HCO ₃ mg/dm ³	344	332	360
Cl mg/dm ³	26	27,7	45,1
SO ₄ mg/dm ³	47	22,5	51,9
N-NO ₃ mg/dm ³	5,35	9,99	8,95
N-NH ₄ mg/dm ³	0,15	0,22	0,88
P cał. mg/dm ³	0,32	0,08	0,46
P-PO ₄ mg/dm ³	0,08	0,03	0,13

Źródłisko nr 5

Wypliw położony jest w Białymstoku, na terenie Lasu Pietrasze, w pobliżu szosy do Wasilkowa. Nieopodal znajduje się cmentarz miejski. Hydrograficznie

należy on do zlewni rzeki Białej. Omawiane źródłisko położone jest u podnóża łagodnego zbocza kemowego, na wysokości 146,85 m n.p.m. Strefę aeracji budują piaski. Nisza jest słabo wykształcona, wypływ obudowany jest cembrowiną, która wypełniona jest wodą. Źródłisko charakteryzuje się stosunkowo małą wydajnością, wynoszącą średnio 0,3 dm³/s (2001 rok hydrologiczny). Struga, której początek daje wypływ, ulega rozwidleniu. Środowisko przyrodnicze najbliższego otoczenia niszy ma charakter naturalny. Stanowi je las sosnowy oraz łęg olchowy. Do roślinności zielnej porastającej niszę należy min. ostrożeń warzywny (*Cirsium oleraceum*) i niecierpek drobnokwiatowy (*Impatiens parviflora*).

Tabela nr 5. Porównanie wartości średnich wyników badań parametrów fizyczno-chemicznych wody źródłiska nr 5 w różnych okresach czasowych
lata 1991 – 94 (Jekatierynczuk – Rudczyk 1999)
rok 2001 (Żuk 2002)

Parametry	ŹRÓDLISKO NR 5	
	2001	1991 -94
	n = 4	n = 36
Temperatura OC	11,0	8,
Odczyn pH	7,3	7,5
EC μs/cm	439	344
Tlen mg/dm ³	10,4	8,3
SWWT %	95	70
DOC mg/ dm ³	1,87	0,40
Ca mg/ dm ³	88,4	67,2
Mg mg/ dm ³	5,05	10,9
Na mg/ dm ³	2,8	3,62
K mg/ dm ³	0,59	1,35
HCO ₃ mg/ dm ³	255	218
Cl mg/ dm ³	12,3	14,1
SO ₄ mg/ dm ³	41,3	20,4

N-NO ₃	mg/ dm ³	1,11	1,39
N-NH ₄	mg/dm ³	0,1	0,96
P cał.	mg/ dm ³	0,13	0,52
P-PO ₄	mg/ dm ³	0,05	0,15

Tabela nr 6. Porównanie wartości średnich wyników badań parametrów fizyczno-chemicznych wody rzeki Jaroszkówka w przekrojach hydrologicznych w 2003 roku (Jekatierynczyk – Rudczyk – dane niepublikowane)

Parametry	RZĘKA JAROSZÓWKA				
	Stanowiska				
	1	2	3	4	5
	n= 3	n= 4	n= 4	n= 4	n= 2
Temperatura OC	4,67	8,52	8,26	8,96	5,78
Odczyn pH	7,63	7,73	7,74	7,47	7,12
EC μs/cm	602	803	771	629	506
Tlen mg/dm ³	9,8	10,5	12,3	11,0	11,1
SWWT %	76	89	107	99	91
DOC mg/dm ³	12,71	2,47	2,50	3,26	4,13
Ca mg/dm ³	104	128	133	107	75
Mg mg/dm ³	11,5	13,1	17,3	13,1	17,2
Na mg/dm ³	12,2	14,7	20,3	16,2	14,8
K mg/dm ³	3,38	0,41	2,76	4,30	3,09
HCO ₃ mg/dm ³	287	330	326	290	256
Cl mg/dm ³	23	45	34	28	26
SO ₄ mg/dm ³	51	47	51	46	46
N-NO ₃ mg/dm ³	2,88	5,05	3,36	3,48	1,33
N-NH ₄ mg/dm ³	0,15	0,24	0,13	0,14	0,38
P cał. mg/dm ³	0,82	0,14	0,13	0,19	0,17
P-PO ₄ mg/dm ³	0,33	0,04	0,06	0,05	0,09

1. rzeka Jaroszkówka poniżej ulicy Raginisa (odcinek początkowy rzeki),
2. rzeka Jaroszkówka na wysokości ulicy Skrzatów,
3. rzeka Jaroszkówka powyżej źródła 2 i 3 (przy zakładzie produkcji kostki brukowej),
4. rzeka Jaroszkówka przy szlaku Świętej Wody (pomiędzy stawami hodowlanymi),
5. rzeka Jaroszkówka poniżej stawów hodowlanych (blisko ujścia do Supraśli).

2.6.4. Wnioski

- W oparciu o wykonane badania należy stwierdzić, że w przypadku wystąpienia zanieczyszczeń wód gruntowych w obrębie analizowanego wyrobiska nastąpi ich bezpośrednia i łatwa migracja do zlewni cieków Jaroszkówka. Skażenia łatwo przedostaną się do wód gruntowych, ponieważ woda na znacznym obszarze kopalni występuje blisko powierzchni terenu i to w warunkach suszy hydrologicznej.
- Potencjalne zanieczyszczenie obejmie swoim zasięgiem wody bardzo cennych źródeł na lewym zboczu doliny Jaroszkówki, w bezpośrednim sąsiedztwie wyrobiska, ponadto ciek główny i ciek odprowadzający wody ze źródeł, a także wody stawów położonych w dolnym biegu rzeki. Wody zanieczyszczone Jaroszkówki trafią następnie do Supraśli, powyżej ujścia wody pitnej w Jurowcach.
- Dolina Supraśli w tym rejonie, do krawędzi wysoczyzn morenowych, znajduje się w zasięgu ważnego dla miasta zbiornika wód podziemnych GZWP nr 218, a obszar wyrobiska położony jest w strefie ochronnej tego zbiornika.
- W opisanej sytuacji najlepszym rozwiązaniem jest przeprowadzenie – po ustaniu eksploatacji – odpowiedniej rekultywacji terenu, z przeznaczeniem na cele rekreacyjne – krajobrazowe lub pod zalesienie. Taka przyszła funkcja wyrobiska dawałaby największą gwarancję utrzymania czystości wód i wysokich walorów przyrodniczych Doliny Jaroszkówki. Ponadto obszar ten znalazłby się w ciągłej strefie krajobrazów,

pełniących funkcje ochronne i buforowe pomiędzy Białymstokiem i doliną Supraśli.

- W przypadku przeznaczenia obszaru wyrobiska pod działalność produkcyjną lub handlową, konieczna jest całkowita izolacja zbierających się wód opadowych i innych, powstałych w procesach gospodarczych i produkcyjnych, od wód gruntowych w dnie wyrobiska. Jest to możliwe poprzez koncentrację wód zanieczyszczonych w szczelnych zbiornikach i przerzucenie ich (przepompowanie) poza obręb kopalni do miejskiego systemu kanalizacyjnego.
- Innym rozwiązaniem, w przypadku przeznaczenia tego terenu pod działalność gospodarczą, może być zasypywanie wyrobiska neutralnym gruntem, zrównanie wyrobiska z otaczającym terenem i posadowienie budynków na tej powierzchni. Sytuacja ta umożliwia bezpośrednie podłączenie się planowanych obiektów do systemu kanalizacyjnego, w systemie grawitacyjnego odpływu, a kilkumetrowa miąższość nasypów stworzyłaby dodatkową izolację wód gruntowych.
- Obecny stan wyrobiska i planowane inwestycje w jego obrębie nie mają większego znaczenia dla otaczających siedlisk leśnych, ani dla pionierskiej roślinności w dnie kopalni.
- Pilnego uregulowania wymaga sprawa wysypisk śmieci. Zasypywanie to powinno być natychmiast zaniechane, ponieważ stanowi realną groźbę skażenia wody gruntowej w obrębie wyrobiska i terenach przyległych.