



**Stowarzyszenie Naukowe
im. Stanisława Staszica**

31-115 Kraków, ul. Garncarska 5/2



**DOKUMENTACJA
HYDROGEOLOGICZNA
określająca warunki hydrogeologiczne
w związku z odwadnianiem
Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”**

Zleceniodawca:

GÓRAŹDŹE CEMENT S.A.
ul. Cementowa 1, Chorula
47-316 Góraźdże

Geolog dokumentujący:

mgr inż. Andrzej Pacholewski
(nr upr. 40253)

Kierownik opracowania:

dr hab. inż. Mariusz Czop

Zespół autorski:

dr inż. Ewa Kret

dr inż. Dorota Pierri

mgr inż. Andrzej Pacholewski

mgr inż. Michał Mróz

Kraków, listopad 2018

KARTA INFORMACYJNA OPRACOWANIA

	Rzędna odwodnienia +188,5 m n.p.m.	Rzędna odwodnienia: +198,5 m n.p.m.
Rzędna eksploatacji:	+190,0 m n.p.m.	+200,0 m n.p.m.
Powierzchnia wyrobiska:	2 127 062,92 m ²	1 968 692,94 m ²
Lej depresji:		
warstwy górazdzańskie	17,93 km ²	12,85 km ²
warstwy karchowickie	17,63 km ²	12,51 km ²
Dopływ całkowity:	21,6 – 22,9 tys. m ³ /d	17,3 – 18,4 tys. m ³ /d
z wód opadowych	1,94 tys. m ³ /d	1,94 tys. m ³ /d
z wód podziemnych	19,66 – 20,96 tys. m ³ /d	15,36 – 16,46 tys. m ³ /d

Kierownik zespołu: dr hab. inż. Mariusz Czop

Zespół autorski:

dr inż. Ewa Kret

dr inż. Dorota Pierri

mgr inż. Andrzej Pacholewski

mgr inż. Michał Mróz

Spis treści

1. WSTĘP.....	6
2. CHARAKTERYSTYKA REJONU KOPALNI WAPIENIA „STRZELCE OPOLSKIE”	8
2.1. Położenie geograficzne i administracyjne.....	8
2.2. Opis zagospodarowania terenu i stanu środowiska w granicach obszaru i terenu górniczego.....	9
2.3. Charakterystyka ujęć wód podziemnych	11
2.4. Charakterystyka potencjalnych ognisk zanieczyszczeń.....	15
2.5. Opis morfologii i hydrografii terenu, w tym charakterystyka cieków i zbiorników wód powierzchniowych	16
2.6. Warunki klimatyczne	19
3. OPIS ZAKRESU I WYNIKÓW WYKONANYCH BADAŃ W STOSUNKU DO PROJEKTU PRAC GEOLOGICZNYCH LUB PROJEKTU ROBÓT GEOLOGICZNYCH (nie dotyczy)	21
4. OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ.....	21
4.1. Warunki geologiczne występowania złoża.....	21
4.1.1. <i>Paleozoik</i>	21
4.1.2. <i>Trias</i>	22
4.1.3. <i>Paleogen</i>	23
4.1.4. <i>Neogen</i>	24
4.2. Tektonika.....	24
4.3. Charakterystyka złoża wapieni „Strzelce Opolskie” na podstawie zatwierdzonych dokumentacji.....	28
5. OPIS WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH OBSZARU ZŁOŻA I JEGO OTOCZENIA	31
5.1. Piętra i poziomy wodonośne i ich parametry hydrogeologiczne	31
5.1.1. <i>Piętro czwartorzędowe</i>	31
5.1.2. <i>Poziom wodonośny wapienia muszłowego</i>	31
5.1.3. <i>Poziom wodonośny pstrego piaskowca</i>	32
5.2. Triasowe Główne Zbiorniki Wód Podziemnych (GZWP) w rejonie Strzelec Opolskich	33
6. WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-CHEMICZNE WÓD PODZIEMNYCH W POSZCZEGÓLNYCH POZIOMACH WODONOŚNYCH W REJONIE KOPALNI WAPIENIA „STRZELCE OPOLSKIE”	39
6.1. Poziom wodonośny wapienia muszłowego.....	39
6.2. Poziom wodonośny retu	44
6.3. Poziom wodonośny dolnego i środkowego pstrego piaskowca	45
7. WSKAZANIE PRZEWDYWANEJ GŁĘBOKOŚCI EKSPLOATACJI ZŁOŻA.....	52
7.1. Charakterystyka systemów eksploatacyjnych	52
7.2. Przyjęte warianty eksploatacji złoża – scenariusze odwadniania kopalni	54

8. HYDROGEOLOGICZNY MODEL NUMERYCZNY REJONU KOPALNI WAPIENIA „STRZELCE OPOLSKIE”	55
8.1. Charakterystyka oprogramowania przyjętego do obliczeń i uzasadnienie wyboru.....	55
8.2. Konceptualny model hydrogeologiczny rejonu badań	56
8.3. Charakterystyka modelu numerycznego.....	57
8.3.1. <i>Struktura modelu</i>	57
8.3.2. <i>Warunki brzegowe</i>	60
8.3.3. <i>Parametry hydrogeologiczne</i>	60
8.4. Aktualny stan hydrodynamiczny w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”	62
9. PROGNOZA ZMIAN WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH I WŁAŚCIWOŚCI FIZYKO-CHEMICZNYCH WÓD PODZIEMNYCH ZWIĄZANYCH Z ROZPARTYWANymi SCENARIUSZAMI ODWADNIANIA KOPALNI WAPIENIA „STRZELCE OPOLSKIE”	66
9.1. Zmiany warunków hydrodynamicznych w poziomie wodonośnym wapienia muszlowego dla wymaganych rzędnych obniżonego zwierciadła wód podziemnych w odwadnianym poziomie wodonośnym wapienia muszlowego.....	66
9.2. Wielkość depresji regionalnej.....	67
9.3. Czas trwania odwodnienia.....	67
9.4. Wydajność oraz zmienność sezonowa i wieloletnia odwodnienia	68
9.5. Dopływ z wód opadowych.....	69
9.6. Określenie przewidywanej ilości i właściwości fizyczno-chemicznych wód dopływających do wyrobisk	69
9.7. Zasięg oddziaływania odwodnienia złoża	71
9.8. Określenie wpływu prognozowanego odwodnienia Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” na środowisko, w tym prognoza możliwych szkód	73
9.8.1. <i>Główne rodzaje oddziaływania zlikwidowanych kopalń odkrywkowych na środowisko wodne</i>	73
9.8.2. <i>Odtworzenie stref podtopień</i>	75
9.8.3. <i>Wpływ na sąsiednie studnie ujęciowe</i>	77
9.8.4. <i>Wpływ na warunki funkcjonowania stawów infiltracyjnych oczyszczalni ścieków..</i>	77
9.8.5. <i>Wpływ na warunki odprowadzania wód opadowych z terenu miasta Strzelce Opolskie</i>	78
9.8.6. <i>Wpływ przewidywanej wydajności odwadniania na zasoby dyspozycyjne wód podziemnych</i>	79
9.8.7. <i>Potencjalne inne wpływy i analiza możliwości wystąpienia szkód górniczych</i>	79
9.9. Zagospodarowanie wód z odwodnienia złoża wraz z opisem sposobu i miejsca odprowadzania niewykorzystanych wód.....	83
10. ANALIZA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA WÓD PODZIEMNYCH, POCHODZĄCYCH Z ODWODNIENIA KOPALNI WAPIENIA „STRZELCE OPOLSKIE”	86
11. ZALECENIA DOTYCZĄCE WYKONANIA DAJSZYCH BADAŃ HYDROGEOLOGICZNYCH ZWIĄZANYCH Z ODWADNIANIEM ZŁOŻA ORAZ PROWADZENIA OBSERWACJI POMIARÓW ZWIERCIADŁA WÓD PODZIEMNYCH	88
11.1. Stan aktualny sieci monitoringu środowiska wodnego w rejonie złoża i jego otoczenia.	88

11.2. Wytyczne dla dalszego prowadzenia badań monitoringowych	91
12.ZALECENIA DOTYCZĄCE KONIECZNOŚCI OGRANICZENIA ROZMIARÓW PRAC ODWODNIENIOWYCH LUB ZANIECHANIA EKSPLOATACJI ZŁOŻA PONIŻEJ POZIOMU ZWIERCIADŁA WÓD PODZIEMNYCH, JEŻELI PROGNOZUJE SIĘ, ŻE W WYNIKU ODWODNIENIA POWSTANĄ POWAŻNE SZKODY W ŚRODOWISKU... 94	94
13.PODSUMOWANIE I WNIOSKI	95
14.WYKORZYSTANE MATERIAŁY	103
Spis rysunków	104
Spis załączników	105

1. WSTĘP

Niniejsza dokumentacja hydrogeologiczna została opracowana na zlecenie przedsiębiorstwa Górażdże Cement S.A. Dokumentacja obejmuje swym zakresem prognozę stanu środowiska wodnego, w tym głównie warunków hydrogeologicznych w warunkach odwadniania kopalni na różnych poziomach eksploatacji i odwadniania Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”. Aktualnie wyrobisko tej kopalni przecina zwierciadło wód podziemnych, stąd wymaga stałego odwadniania. Zwiększenie pola eksploatacji i zmniejszenie poziomu odwodnienia Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” spowoduje zmniejszenie się jej leja depresji. Proces ten, z punktu widzenia zasobowego zwiększy ilość dostępnych wód podziemnych w utworach wapienia muszlowego – Głównym Zbiorniku Wód Podziemnych nr 333 Opole – Zawadzkie. Ze zmniejszeniem się leja depresji kopalni „Strzelce Opolskie” związane są również mniej korzystne procesy hydrogeologiczne, w tym głównie podwyższenie się zwierciadła wód podziemnych i zmianę kierunków przepływu w obrębie utworów wodonośnych wapienia muszlowego, które jednak odzwierciedlać będą stopniowy powrót do sytuacji sprzed okresu eksploatacji.

Wykonanie niniejszej dokumentacji hydrogeologicznej poprzedził etap szczegółowych badań środowiska wodnego w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”. Działania te miały na celu dokładne scharakteryzowanie stanu środowiska wodnego jak również zgromadzenie danych dla stworzenia modelu konceptualnego warunków hydrogeologicznych. Z uwagi na duży stopień skomplikowania budowy geologicznej omawianego obszaru, właściwe zrozumienie warunków występowania i przepływu wód podziemnych, w tym w szczególności specyfiki interakcji pomiędzy poszczególnymi kompleksami skał wodonośnych jest stosunkowo trudne.

Dla potrzeb określenia aktualnego wpływu Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” na środowisko wodne oraz prognozy jego zmiany po zwiększeniu poziomu odwadniania kopalni, wykorzystano metodę modelowania numerycznego przy użyciu programu Visual MODFLOW.

Dokumentacja hydrogeologiczna dla Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” wykonana została zgodnie z wytycznymi zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz.U z 2016 r., poz. 2033). Zakres dokumentacji odpowiada wytycznym podanym w § 9.1 wymienionego aktu tj. dla dokumentacji hydrogeologicznej

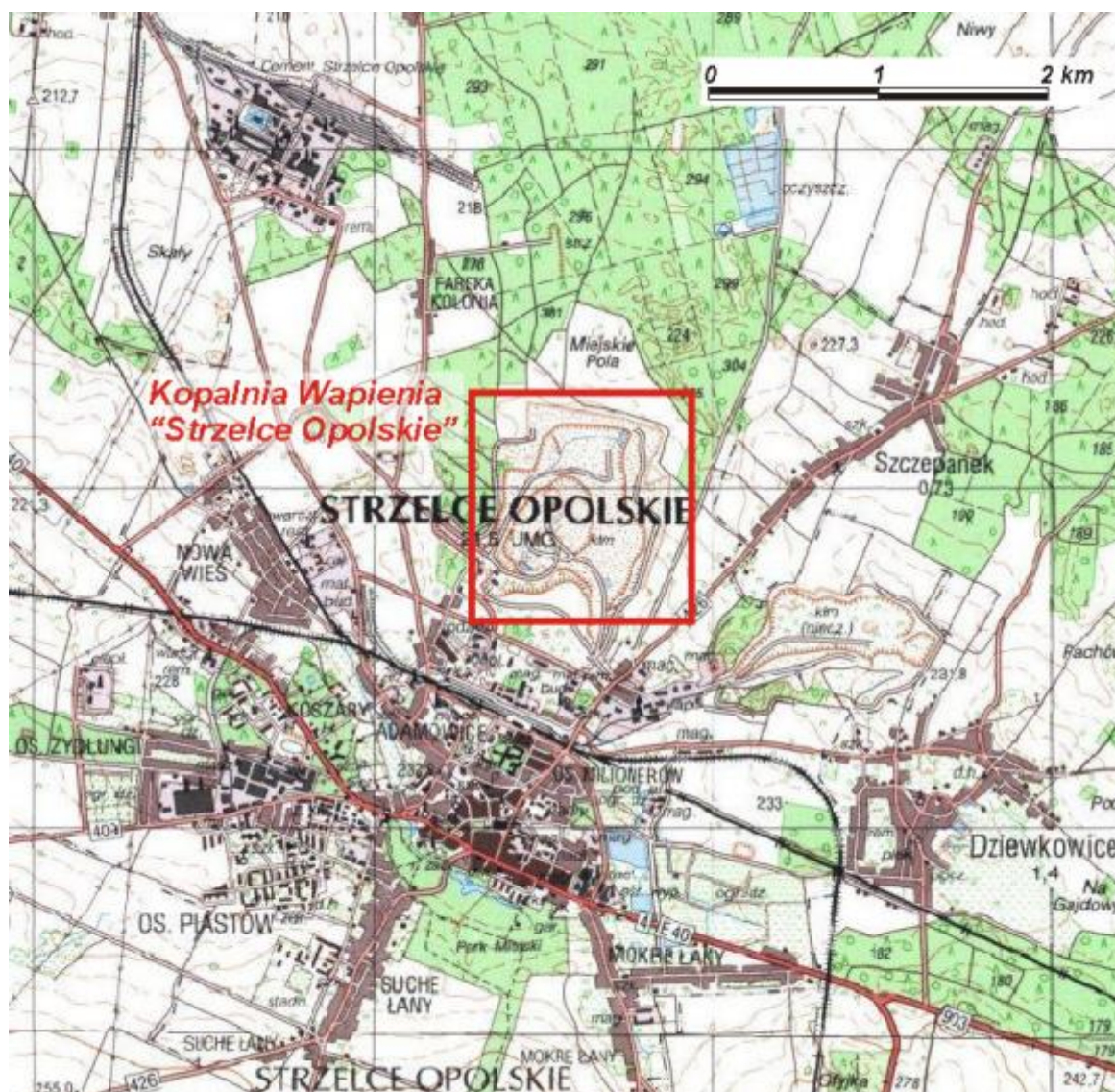
określającej warunki hydrogeologiczne w związku z zamierzonym wykonywaniem odwodnień w celu wydobywania kopalin.

2. CHARAKTERYSTYKA REJONU KOPALNI WAPIENIA „STRZELCE OPOLSKIE”

2.1. Położenie geograficzne i administracyjne

Kopalnia Wapienia „Strzelce Opolskie” pod względem administracyjnym położona jest na terenie miasta Strzelce Opolskie, w granicach powiatu strzeleckiego, w województwie opolskim.

Wyrobisko kopalni zlokalizowane jest w odległości około 1 km na północ od centrum miasta Strzelce Opolskie (Rys. 1).



Rys. 1. Mapa przeglądowa z lokalizacją Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”

Pod względem geograficznym omawiany rejon znajduje się na pograniczu dwóch prowincji fizycznogeograficznych – Nizy Środkowoeuropejskiej i Wyżyn Polskich. Częścią

Niziu Środkowoeuropejskiego jest tutaj podprowincja Nizin Środkowopolskich, którą reprezentuje makroregion Nizina Śląska. Wyżyny Polskie natomiast reprezentowane są tu przez Wyżynę Śląsko-Krakowską, której częścią jest Wyżyna Śląska. Gminę Strzelce opolskie obejmują trzy mezoregiony – Równina Opolska i Kotlina Raciborska należące do Niziny Śląskiej oraz Chełm należący do Wyżyny Śląskiej (Rys. 2).



Rys. 2. Regiony fizyczno-geograficzne w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”

2.2. Opis zagospodarowania terenu i stanu środowiska w granicach obszaru i terenu górniczego

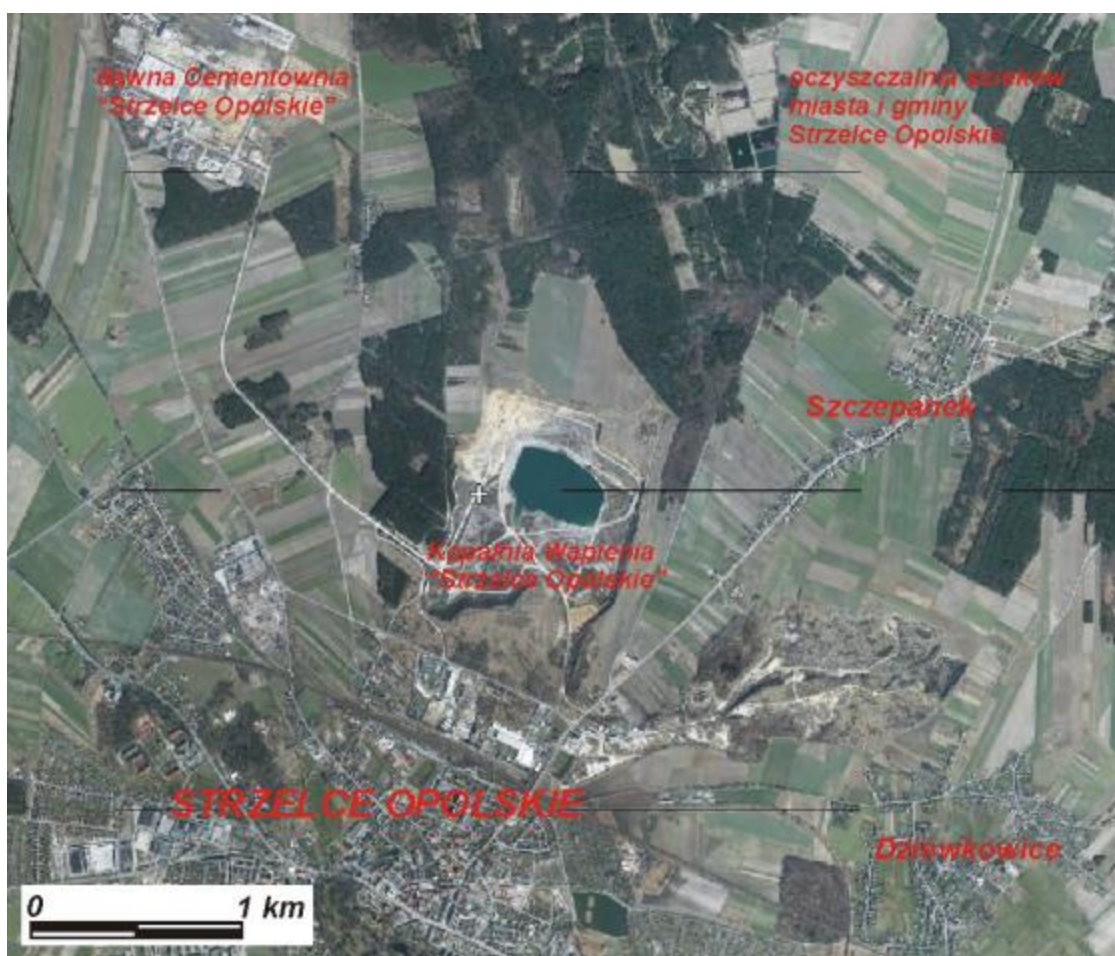
Rejon Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” w granicach terenu górniczego i jego bezpośredniej bliskości stanowią częściowo lasy oraz w przeważającej większości użytki rolne, a w jego południowej części tereny zabudowane (zarówno pojedyncze budynki jak i zabudowa wielorodzinna) północnej części miasta Strzelce Opolskie (Rys. 3). Blisko zakładu górniczego zlokalizowana jest też zabudowa mieszkaniowa wsi Szczepanka i Farskiej Kolonii. W granicach terenu górniczego brak jest jakiegokolwiek zabudowy. Na północ od terenu górniczego znajduje się oczyszczalnia ścieków miasta i gminy Strzelce Opolskie (ok. 2 km od wyrobiska Kopalni). W bliskim sąsiedztwie terenu górniczego znajdują się także Zakłady DSO Sp. z o.o. (tzw. Kronospan; dawna cementownia „Strzelce Opolskie”),

produkujące wyroby drewnopochodne (na północny-zachód od terenu górniczego). W rejonie kopalni znajduje się także następująca infrastruktura drogowa:

- (droga do oczyszczalni ścieków i droga na Farską Kolonię, o nawierzchni asfaltowej, droga łącząca kopalnię z Zakładem Wapienniczym – asfaltowa,
- droga do wyłączonoego z ruchu zakładu górniczego składu MW – asfaltowa.

Ponadto przez teren górniczy przebiegają linie energetyczne i telefoniczne nadziemne i podziemne – według inwentaryzacji przez teren górniczy przebiega 16 linii energetycznych – w tym 12 nadziemnych oraz 6 teletechnicznych – w tym 4 naziemne.

Przez teren górniczy przebiegają także sieci wodociągowe podziemne, będące własnością Miejskich Wodociągów i Kanalizacji w Strzelcach Opolskich.



Rys. 3. Zdjęcie rejonu Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”

W obrębie wyrobiska, zlokalizowany jest zbiornik wodny, powstały w wyniku zatopienia najgłębszego III poziomu kopalni, do rzędnej przelewu pompowni około 188,7 m n.p.m. Zbiornik wodny zajmuje powierzchnię około 13,6 ha, zaś w jego obrębie zgromadzonych jest około 1 mln m³ wody. W południowej części obszaru górniczego

w wyrobisku poeksploatacyjnym, znajduje się zwałowisko wewnętrzne nr 1 powstałe w wyniku składowania nadkładu i odpadów złożowych. Zwałowisko nr 2 (nowsze) formowane jest w południowo-wschodniej części wyrobiska, poza granicami obszaru górniczego.

Stan środowiska Jednolitej Części wód Powierzchniowych Jemielnica od źródła do Suchej (PLRW600017118889), w obrębie której zlokalizowane jest wyrobisko Kopalni Wapienia Strzelce Opolskie, został określony jako silnie zmieniony (WIOS, 2017a). Natomiast stan środowiska Jednolitej Części Wód Podziemnych 110 (PLGW600110), w obrębie której zlokalizowany jest teren i obszar górniczy, został określony jako słaby – ze względu na stan chemiczny wód podziemnych, spowodowany wysokimi stężeniami azotanów w studniach ujęć wód komunalnych (WIOŚ, 2017a).

2.3. Charakterystyka ujęć wód podziemnych

W rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” zlokalizowanych jest kilkanaście ujęć, ujmujących wody podziemne poziomu wapienia muszlowego, retu i pstrego piaskowca (załącznik 1). Wykaz studni dla poszczególnych ujęć wód podziemnych wraz z ujmowanym poziomem zestawiono w tab. 1.

Ujęcia wody triasu środkowego:

- ***Ujęcie KOSICE***

Zaopatruje w wodę mieszkańców miasta Strzelce Opolskie i wsi położonych w jego granicach administracyjnych oraz wsi Warmatówice, Szczepanek, Dziewkowice, Szymiszów, Roźniątów i Brzezina oraz przysiółek Biadacz. Ujęcie obecnie składa się z 3 studni: 2 studnie (Kos-2a i Kos-3a) eksploatują wody poziomu wapienia muszlowego (studnia Kos-2a eksploatowana jest praktycznie ciągle, a studnia Kos-3a okresowo), natomiast studnia Kos-5a, eksploatowana okresowo, poziom pstrego piaskowca (trias dolny). Dla ujęcia ustanowiono strefę ochrony bezpośredniej wielkości 8–10 m, strefę ochrony pośredniej wewnętrznej dla studni Kos-2a w kształcie elipsy 95,0 m o powierzchni 20 000m² i dla studni Kos-3a w kształcie elipsy 102,0 m i powierzchni 26 500 m², a także strefę ochrony pośredniej zewnętrznej o promieniu 2 200m i powierzchni 400 ha. Średnio-dobowa wielkość poboru wg pozwolenia wodnoprawnego wynosi 7 500 m³/d (max. 11 160 m³/d) przy rzeczywistej wielkości poboru wynoszącej w 2016 roku ok. 3 200 m³/d (WIOŚ, 2017b).

- ***Ujęcie Rozmierka***

Na ujęciu tym ujmowane są wody z utworów wapienia muszlowego. Zaopatruje w wodę mieszkańców wsi Rozmierka i Jędrynie. Składa się z 2 studni, dla których ustanowiono strefę ochrony bezpośredniej wielkości 8–10 m dla każdej studni (o powierzchni 784 m²) oraz strefę ochrony pośredniej zewnętrznej w kształcie elipsy o powierzchni 250 ha. Wielkość maksymalnego poboru wg pozwolenia wodnoprawnego wynosi 420 m³/d (średnio 320 m³/d) (Podgórska i in., 2012).

- ***Ujęcie Farska Kolonia***

Ujęcie to zlokalizowane jest w granicach terenu górniczego Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” (załącznik 1), przez co jest bezpośrednio zagrożone wpływem odwadniania górotworu. Składa się z 2 studni działających naprzemiennie (ozn. FK-1), o strefie ochrony bezpośredniej wielkości 8–10 m dla każdej studni ze stosunkowo niewielkim poborem (średnio 10 m³/d wg pozwolenia wodno-prawnego; Podgórska i in. 2012).

- ***Ujęcie Sucha***

Ujęcie to zlokalizowane jest w znacznej odległości od Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”. Zaopatruje w wodę mieszkańców wsi Sucha oraz Rozmierz. Ujmowane są tutaj wody z utworów wapienia muszlowego. Wielkość średniego poboru na studniach ujęcia wg pozwolenia wodnoprawnego wynosi 410 m³/d (max. 540 m³/d) (Podgórska i in., 2012). Strefa ochrony pośredniej wewnętrznej obejmuje powierzchnię 5400 m² a ochrony pośredniej zewnętrznej wynosi 90 ha.

- ***Ujęcie Szczepanek***

Ujęcie to zlokalizowane jest na zachód od wyrobiska Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”. Ujmuje wody poziomego wapienia muszlowego, zaopatrując w wodę ok. 2200 tys. osób. Rzeczywista wielkość poboru tego ujęcia w roku 2016 wyniosła ok. 46 m³/d (WIOŚ, 2017b).

- ***Ujęcie Zakładów DSO Sp. z o.o. (Kronospan)***

Ujęcie Kronospan składa się z dwóch studni byłej cementowni „Strzelce Opolskie” (S1 i S2) ujmujących wody z utworów wapienia muszlowego. Obecnie obie studnie są eksploatowane, a wielkość średniego rzeczywistego poboru wynosi ok. 700 m³/d (stan na 2016 r.) przy wielkości poboru z pozwolenia wodnoprawnego wynoszącego średnio 1200 m³/d (WIOŚ, 2017b).

Tab. 1. Wykaz studni ujmujących wody podziemne w rejonie Kopalni „Strzelce Opolskie” (na podst. WIOŚ, 2017b)

Symbol punktu (zgodnie z zał. 1)	Użytkownik	Nazwa ujęcia	Lokalizacja	Głębokość [m]	Przelot filtra [m p.p.t.]	Wielkość poboru wg pozwolenia:			Ilość pobranej wody (tys. m ³ /rok)		Wiek warstwy
						a) średniodobowy (m ³ /d)	b) max. godzinowy (m ³ /h)	c) max. dobowy (m ³ /d)	rzeczywista wielkość poboru w 2016 r.	pobór wody wg pozwolenia	
						a)	b)	c)			
STUDNIE CZYNNE/OKRESOWO CZYNNE											
Roz-1	Strzeleckie Wodociągi i Kanalizacja Sp. z o.o. (SWiK)	ujęcie Rozmierka	Rozmierka	90	68-87	320,0	35,0	420,0	46,3	117,1	wapień muszlowy
Such-1		ujęcie Sucha	Sucha	60	42-58	410,0	49,0	540,0	48,7	150,0	wapień muszlowy
FK-1		ujęcie Farska Kolonia	Farska Kolonia	40	15-40	10,0	2,0	13,0	2,3	–	wapień muszlowy
Szcz-1		ujęcie Szczepanek	Szczepanek	91.6	79.6-89.6	490,0	48,0	637,0	16,7	179,3	wapień muszlowy
Kos-2a		ujęcie Strzelce Op.-Kosice	Nowa Wieś Strzelecka	85	40-70	7500,0	465,0	11160,0	1067,1	1482,3	wapień muszlowy
Kos-3a				85	40-70						wapień muszlowy
Kos-5a				270	180-260						pstry piaskowiec
BS-1		ujęcie Błotnica Strzelecka	Błotnica Strzelecka	-	-	269,0	26,0	335,0	0,9	98,4	Ret
W-2		ujęcie Strzelce Op. -Wieża	Strzelce Opolskie	91	40-82	600,0	45,0	1080	202,9	235,0	Ret
Kal-1a		ujęcie Kalinowice	Kalinowice	70	50-68	471,0	47,0	623,0	30,6	172,4	Ret
Kal-2a	-			-	200,0	12,0	240,0	13,7	73,2	pstry piaskowiec	
PKS-1	PKS Strzelce Opolskie S.A.	ujęcie bazy PKS	Strzelce Opolskie	96	54.5-96	40,0	2,0	–	1,4	14,6	Ret
S-2	DSO Sp. z o.o.	ujęcie Kronospan	Rozmierka, Kronospan	60	30-58	1200,0	96,0	2304,0	256,4	438,0	wapień muszlowy
S-1				-	-						
Jem-1	Strzeleckie Wodociągi i Kanalizacja Sp. z o.o.	ujęcie w Jemielnicy	Jemielnica	108	73-103	500,0	100,0	–	28,9	400,0	wapień muszlowy
Jem-2				-	-						
Jem-3				-	-						
ZK-1	Zakład Karny nr 1	ujęcie Zakład Karny nr 1	Strzelce Opolskie	230	164-209	545,0	40,4	657,0	0,0	239,8	pstry piaskowiec
ZK-2	Zakład Karny nr 2	ujęcie Zakład Karny nr 2		-	-	266,0	20,0	310,0	51,2	113,2	Ret
K.Las-3	Gospodarstwo Rolne Aleksander Materla	ujęcie Olszowa- Księży Las	Księży Las	-	-	587,9	37,4	–	13,3	154,0	pstry piaskowiec
OSM-1	Strzeleckie Wodociągi i Kanalizacja Sp. z o.o.	ujęcie Strzelce Opolskie Mleczarnia	Strzelce Opolskie	-	-	600,0	30,0	–	198,7	235,0	pstry piaskowiec
STUDNIE WYLĄCZONE Z EKSPLOATACJI											
War-2	SWiK	ujęcie Warmontowice	Warmatowice	27	19-25	–	–	–	–	–	wapień muszlowy
Szym-2	SWiK	ujęcie Szymiszów	Szymiszów	30.7	25-30	–	–	–	–	–	pstry piaskowiec
Szpit-1	Szpital	ujęcie dla szpitala	Strzelce Opolskie	-	-	–	–	–	–	–	pstry piaskowiec
Kos-4a	SWiK	ujęcie KOSICE (SWiK)	Nowa Wieś Strzelecka	270	180-260	–	–	–	–	–	pstry piaskowiec

- ***Ujęcie gminne w Jemielnicy***

Na ujęciu w Jemielnicy obecnie eksploatowane są naprzemiennie dwie studnie ujmujące wody wapienia muszlowego (Jem-1 i Jem-2) oraz jedna studnia ujmująca wody pstręgo piaskowca (Jem-3), pełniące główną rolę w zaopatrzeniu w wodę gminy Jemielnica. Zgodnie z pozwoleniem wodnoprawnym wielkość poboru studni ujmujących poziom wapienia muszlowego wynosi 500 m³/d, a dla pojedynczej studni ujmującej poziom pstręgo piaskowca wynosi 550 m³/d (WIOŚ, 2017b). Na ujęciu tym ujmowane wody podziemne dolnego i środkowego triasu są mieszane dla uzyskania optymalnego składu wody surowej (Kryza i in., 2014).

Ujęcia wody triasu dolnego:

- ***Ujęcie w Błotnicy Strzeleckiej***

Ujęcie zaopatruje w wodę pitną mieszkańców wsi Błotnica Strzelecka oraz Płużnica Wielka. Znajduje się w znacznej odległości od Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” i ujmuje wody retu. Wielkość tego ujęcia jest niewielka i wyniosła w 2016 roku niecałe 1 m³/d, przy wielkości pozwolenia wodnoprawnego określonego na 269 m³/d (WIOŚ, 2017b). Ujęcie ma ustanowioną strefę ochrony pośredniej wewnętrznej o promieniu 65m (pow. 13 265 m²) oraz strefę ochrony pośredniej zewnętrznej obejmującej obszar 350 ha.

- ***Ujęcie Strzelce Opolskie WIEŻA***

Ujęcie składało się z dwóch studni ujmujących wody retu, przy czym obecnie czynna jest tylko jedna studnia (W-2). W studni tej dochodzi do zasilania wodami z utworów wapienia muszlowego. Wielkość poboru rzeczywistego wynosi ok. 550 m³/d (stan na 2016 r.), przy zatwierdzonym w pozwoleniu wodnoprawnym poborze w wysokości 600 m³/d (WIOŚ, 2017b).

- ***Ujęcie bazy PKS***

Na ujęciu tym ujmowana jest woda z utworów retu, charakteryzująca się wysoką mineralizacją ogólną. Studnia tego ujęcia (PKS-1) wykorzystuje jedynie niewielką część zatwierdzonych w pozwoleniu wodnoprawnym zasobów eksploatacyjnych, określonych na 40 m³/d, podczas gdy wielkość rzeczywistego poboru w 2016 r wyniosła średnio ok. 4 m³/d (WIOŚ, 2017b). Wody tego ujęcia wykorzystywane są do mycia pojazdów.

- ***Ujęcie Kalinowice***

Korzystają z niego mieszkańcy wsi Kalinowice, Kalinów, Niwki, Ligota Dolna oraz przysiółek Dolna Lipa. Składa się z dwóch studni: Kal-1a ujmującej poziom wodonośny retu

oraz Kal-2a ujmującej poziom pstręgo piaskowca. Dla każdej ze studni ustanowiono strefę ochrony bezpośredniej 8–10 m oraz strefę ochrony pośredniej zewnętrznej o promieniu 344 m. Zgodnie z pozwoleniem wodnoprawnym wielkość poboru studni ujmujących poziom retu (Kal-1a) wynosi 5471 m³/d, a dla pojedynczej studni (Kal-2a) ujmującej poziom pstręgo piaskowca wynosi 200 m³/d, przy rzeczywistym poborze wynoszącym odpowiednio ok. 84 m³/d i ok. 37 m³/d wg stanu na 2016 rok (WIOŚ, 2017b).

- ***Ujęcie byłej mleczarni w Strzelcach Opolskich***

Uruchomione w 2012 roku ujmuje wody pstręgo piaskowca. Wielkość rzeczywistego poboru wg stanu na 2016 r. wynosi ok. 540 m³/d przy wielkości poboru określonego w pozwoleniu wodnoprawnym wynoszącym średnio 600 m³/d (WIOŚ, 2017b).

- ***Ujęcie Księży Las***

Składa się z dwóch studni, z których czynna jest studnia K.Las-3, eksploatująca płytko zalegające w tym rejonie (na głębokości ok. 50 m p.p.t.) wody pstręgo piaskowca na potrzeby Gospodarstwa Rolnego Aleksander Materla. Wielkość rzeczywistego poboru jest niewielka i wynosi średnio 36 m³/d (WIOŚ, 2017b).

- ***Ujęcia Zakładów Karnych nr 1 i nr 2***

Studnia głębinowa Zakładu Karnego nr 1 (ZK-1) ujmuje wody pstręgo piaskowca, natomiast studnia głębinowa Zakładu Karnego nr 2 (ZK-2) wody retu. Aktualnie studnia Zakładów Karnych nr 1 nie jest eksploatowana – wielkość poboru w 2016 roku wyniosła 0 m³/d, podczas gdy w studni Zakładów Karnych nr 2 wielkość poboru wyniosła ok. 140 m³/d (WIOŚ, 2017b).

Eksploatacja płytkich studni gospodarskich jest zjawiskiem marginalnym, a wszystkie wsie gminy Strzelce Opolskie i miasto posiadają system centralnego zaopatrzenia w wodę. Wielkość poboru rzeczywistego i zatwierdzonego pozwoleniem wodnoprawnym dla poszczególnych ujęć w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” zestawiono w tab. 2.

2.4. Charakterystyka potencjalnych ognisk zanieczyszczeń

Rejon Strzelec Opolskich – Szymiszowa zakwalifikowany został do obszarów najbardziej zagrożonych na całym triasie opolskim na zanieczyszczenia z powierzchni terenu (Kryza H., Kryza J., 2001; 2003; Kryza H. i in., 2005). Na badanym obszarze znajduje się kilkadziesiąt istotnych ognisk zanieczyszczeń oraz stref przeobrażonego środowiska, wpływających na ilość i jakość wód infiltrujących do zbiornika triasowego. Największą liczbę

potencjalnych ognisk zanieczyszczeń stanowią fermy hodowlane, wprowadzające z gnojowicą do wód olbrzymie ilości związków azotowych, chlorków, fosforu i zanieczyszczeń bakteriologicznych (Kryza H. i in., 2000; Jarzembowski, 1999). W bezpośrednim sąsiedztwie wyrobiska kopalni zlokalizowane są użytki orne z glebami piaszczystymi, które łatwo przepuszczają do wód podziemnych składniki nawozów oraz środków ochrony roślin. W obrębie obszaru badań znajduje się szereg potencjalnych ognisk zanieczyszczeń, spośród których z najważniejszych należy wymienić (Rys. 3):

- **Zakłady DSO Sp. z o.o. (Kronospan)** produkujące wyroby drewnopochodne i odprowadzające ścieki i wody ogólnospławne do kolektora i rowu A-61.
- **Miasto Strzelce Opolskie** – zrzut wód kanalizacyjnych (burzowe i sanitarne) do gruntu i warstw wodonośnych, a od kilkadziesiąt lat odprowadzanie ścieków do stacji oczyszczania na północ od miasta i po ich oczyszczeniu filtrację do gruntu (ok. 6 500 m³/d).
- **Oczyszczalnia ścieków miejskich** – zlokalizowana na północ od kopalni „Strzelce Opolskie” w odległości ok. 1,3 km, a na wschód ok. 1,8 km od przedsiębiorstwa DSO Sp. z o.o. (Kronospan). Aktualnie rejon oczyszczalni znajduje się poza lejem depresyjnym wyrobiska kopalni, ale w zasięgu obszaru spływu wód podziemnych do odwadnianego wyrobiska. Część podczyszczonych ścieków odprowadzanych do pól filtracyjnych płynie w kierunku odwadnianego wyrobiska kopalni.
- **Składowisko odpadów komunalnych i przemysłowych** miasta i gminy Strzelce Opolskie zlokalizowane w starym wyrobisku byłych Zakładów Wapienniczych.
- **Wyrobiska wapienników** – w rejonie miasta Strzelce Opolskie występuje ich kilkanaście. Dwa z nich w rejonie Szymiszowa (po dawnych Zakładach Wapienniczych) wypełniono groźnymi dla środowiska odpadami przemysłowymi i komunalnymi bez ich uszczelnienia i dbałość o środowisko, a jedno jest czynnym w/w składowiskiem odpadów.
- **Dziki składowiska i wylewiska** oraz duże nielegalne sterty śmieci.

2.5. Opis morfologii i hydrografii terenu, w tym charakterystyka cieków i zbiorników wód powierzchniowych

Morfologia powierzchni terenu w rejonie kopalni „Strzelce Opolskie” jest stosunkowo urozmaicona, obszar generalnie obniża się w kierunku z południa na północ.

Południowa część gminy Strzelce Opolskie, znajdująca się w granicach Chełmu (elementu Wyżyny Śląskiej), charakteryzuje się wyraźnie wyższymi rzędnymi powierzchni terenu z przedziału +220 – +260 m n.p.m. Najwyższe wzniesienie znajduje się na południowy – wschód od Szymiszowa i osiąga +267 m n.p.m.

W kierunku północnym Chełm przechodzi w słabo zróżnicowany pod względem morfologicznym obszar Równiny Opolskiej, gdzie rzędne powierzchni terenu wahają się w granicach od +180 – +220 m n.p.m. Najniższe wartości rzędnych terenu występują na omawianym obszarze w rejonie miejscowości Kadłub, w dolinie rzeki Jemielnica (lewobrzeżny dopływ rzeki Małej Panwi), będącej głównym elementem hydrograficznym omawianego obszaru. Bezpośrednio w otoczeniu kopalni „Strzelce Opolskie” rzędne terenu wynoszą ok. 220–228 m n.p.m.

Rzeka Jemielnica bierze swój początek ze strefy źródłiskowej położonej w miejscowości Błotnica Strzelecka (gmina Strzelce Opolskie) gdzie początkowo występuje pod nazwą Cetnawka. Wspomniana rzeka przepływa przez teren gminy Jemielnica i w miejscowości Jemielnica łączy się ze Świbską Wodą, dając początek rzece Jemielnicy, która ponownie przepływa przez teren gminy Strzelce Opolskie (w miejscowościach Osiek i Kadłub). Do Jemielnicy dopływa kilka mniejszych cieków: Piotrówka, Jędrynia, Sucha i Roźniątowski Potok.

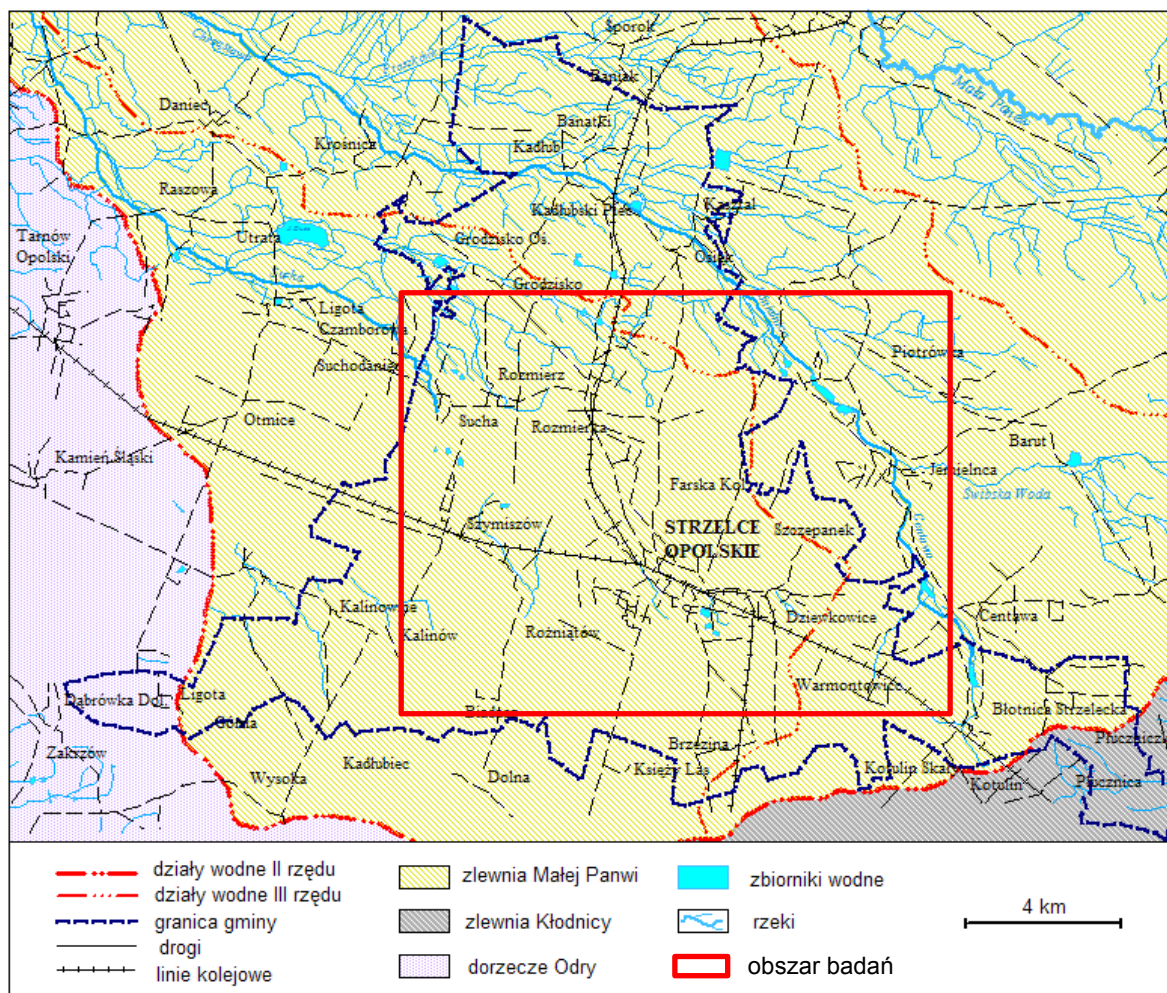
Istotne znaczenie dla hydrografii rejonu Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” ma dodatkowo rzeka Sucha, biorąca swój początek w miejscowości Sucha i uchodząca do Jemielnicy w miejscowości Chrzastowice. Rzeka Sucha łączy się z licznymi rowami melioracyjnymi odwadniającymi rejon płytkiego zalegania zwierciadła wód podziemnych (podmokłości) w rejonie miejscowości Gąsiorowice, Osiek, Rozmierka, Grodzisko, Rozmierz, Sucha, Izbicko i Krośnica.

W sieci hydrograficznej obszaru badań (Rys. 4) widoczna jest anizotropia gęstości różnych elementów sieci wód powierzchniowych płynących po podłożu dolnego triasu i warstw gogolińskich oraz na wychodniach dobrze przepuszczalnych skał triasu środkowego.

W bezpośrednim sąsiedztwie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” brak jest większych zbiorników wód powierzchniowych, jedynie w kilku miejscowościach, takich jak Kadłub, Osiek, Jędrynie, Centawa oraz Gąsiorowice, czy w samym mieście Strzelce Opolskie znajduje się kilka niewielkich stawów, głównie hodowlanych. Największe zbiorniki wód powierzchniowych na omawianym obszarze występują pomiędzy miejscowościami Grodzisko, Krośnica i Izbicko. Cały kompleks zbiorników – Jezioro Duże, Jezioro Nowe, Jezioro Stare oraz kilka mniejszych bezimiennych został utworzony na rzece Suchej.

W odległości rzędu 1000–1500 m od wyrobiska Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” znajdują się sztuczne zbiorniki infiltracyjne oczyszczalni ścieków. Na łączną liczbę 9 stawów infiltracyjnych, w 4 z nich położonych najbliżej zabudowań oczyszczalni stale występuje woda. Zbiorniki pozostałe (5 szt.) są okresowo wykorzystywane do wprowadzania do gruntu oczyszczonych wód ściekowych.

Zbiornik wodny utrzymywany jest aktualnie w obrębie wyrobisk Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” (Rys. 5). Jego występowanie związane jest z zatopieniem najgłębszego III poziomu kopalni, do rzędnej przelewu pompowni w granicach około +188,7 m n.p.m. Zbiornik wodny w wyrobisku kopalni zajmuje powierzchnię około 13,6 ha, zaś w jego obrębie zgromadzonych jest około 1 mln m³ wody.



Rys. 4. Szkic hydrograficzny rejonu Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” (Atlas Śląska Dolnego i Opolskiego, 1997)



**Rys. 5. Zbiornik wodny w obrębie wyrobiska Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”.
Stan na czerwiec 2017**

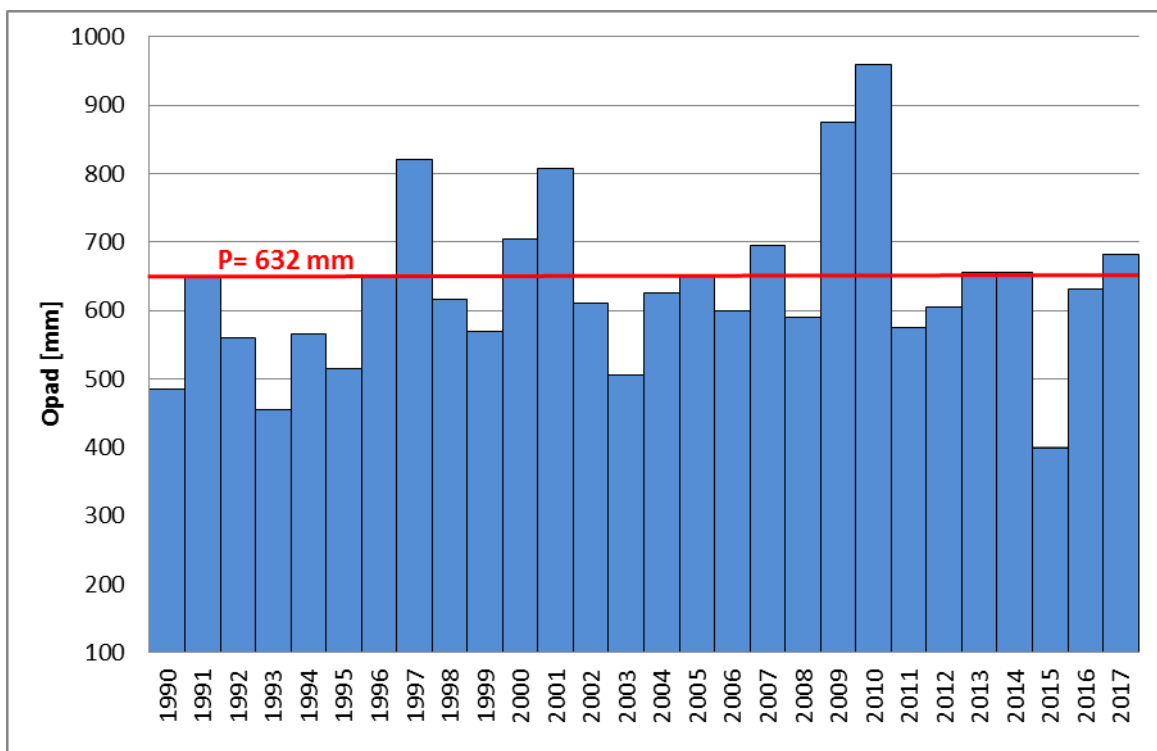
2.6. Warunki klimatyczne

Dokumentowany obszar znajduje się na pograniczu klimatycznej dzielnicy Wrocławskiej oraz Dzielnicy Częstochowsko-Kieleckiej zgodnie z regionalizacją Gumińskiego.

Średnia roczna temperatura powietrza kształtuje się na poziomie 8,5°C. Najchłodniejszy jest miesiąc styczeń ze średnią temperaturą -1,8°C, a najcieplejszy lipiec, kiedy średnia temperatura powietrza wynosi 18,3°C. Pokrywa śnieżna zalega 40–50 dni, zaś liczba dni z przymrozkami dochodzi do 100. Okres wegetacji rozpoczyna się wczesnie, bo już w końcu marca i trwa około 225 dni. Dominują wiatry z kierunku zachodniego, północno – zachodniego i południowo – zachodniego. Średnia prędkość wiatrów oscyluje wokół 2,5 m/s.

Średnie roczne sumy opadów atmosferycznych z wielolecia kształtują się w przedziale 650–680 mm (Rys. 6), przy przeciętnej liczbie 160 dni z opadami. Na miesiące letnie przypada ponad 60% opadu, z maksymalną wartością średnią w lipcu powyżej 100 mm. Minimum opadów notuje się w okresie zimowo-wiosennym. Najniższe miesięczne sumy mieszczą się w zakresie od 4 do 10 mm w styczniu i lutym.

Klimat kwalifikowany na podstawie powyższych wskaźników należy uznać za łagodny. Duży wpływ na jego kształt ma nieodległa dolina Odry, będąca osią przemieszczania się mas powietrza zarówno z zachodu, jak i południa.



**Rys. 6. Roczne sumy opadów w rejonie Strzelec Opolskich w latach 1990–2017
(na podst. danych od Zamawiającego)**

3. OPIS ZAKRESU I WYNIKÓW WYKONANYCH BADAŃ W STOSUNKU DO PROJEKTU PRAC GEOLOGICZNYCH LUB PROJEKTU ROBÓT GEOLOGICZNYCH

nie dotyczy

4. OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Główne znaczenie w budowie geologicznej rejonu Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” ma formacja triasowa, zwyczajowo nazywana „triasem opolskim”. Stanowi ona część dużej struktury płytko zalegających lub odsłaniających się na powierzchni utworów triasowych ciągnących się od okolic Olkusz i Chrzanowa po dolinę Odry. Utwory triasowe zalegają niezgodnie na osadach permskich i karbońskich, głównie piaskowcach, łupkach, szarogłazach i zlepieńcach. W nadkładzie triasu dominuje neogen o zmiennej miąższości od minimalnych rzędu poniżej 1 m do kilkunastu – kilkudziesięciu metrów w dolinach rzecznych. Inne utwory młodsze od triasu występują na omawianym obszarze w postaci odizolowanych płatów o niewielkich rozmiarach.

4.1. Warunki geologiczne występowania złoża

4.1.1. Paleozoik

Utwory paleozoiczne w rejonie Strzelec Opolskich występują na znacznych głębokościach rzędu około 200 m. Reprezentowane są one przez osady dolnego karbonu i dolnego permu.

Skąły pochodzące z dolnego karbonu, wykształcone w postaci szarogłazów, mułowców i ilowców facji fliszowej, odsłaniają się w rejonie Toszka, miejscowości odległej o około 15 km na SE od Strzelec Opolskich. Zanurzają się one pod formację triasową w kierunku na północ stąd w Strzelcach Opolskich zalegają na głębokości około 200 m zaś już w okolicach Opola na 660–710 m p.p.t.

Osady permu dolnego stanowią piaskowce i zlepieńce czerwonego spągowca. Ich występowanie stwierdzono na północ od linii Grotowice – Dębie – Krzyżowa Dolina gdzie nawiercono je na głębokościach rzędu 334–542 m p.p.t przy bardzo zmiennej miąższością rzędu 8–132 m. W rejonie Opola i Utraty w stopie utworów piaskowcowych stwierdzono występowanie tufów i tufitów.

4.1.2. Trias

W obrębie „triasu opolskiego” występują utwory zaliczane do pstrego piaskowca (trias dolny), wapienia muszlowego (trias środkowy) oraz kajpru i retyku (trias górny).

Trias dolny w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” występuje na większych głębokościach. Rozpoczyna go sekwencja utworów pochodzenia eolicznego lub fluwialnego, w postaci piaskowców czerwono-brunatnych i jasnoszarych, iłowców, szarogłazów i zlepieńców, zaliczonych do dolnego i środkowego pstrego piaskowca. Sumaryczna miąższość utworów dolnego i środkowego pstrego piaskowca wynosi na omawianym obszarze około 50–100 m. Osady górnego pstrego piaskowca (retu) wykształcone są w facji morskiej, co związane jest z transgresją morza triasowego, która miała miejsce na początku wspomnianego okresu. Utwory dolnego retu wykształcone są głównie w postaci dolomitów porowych z wkładkami margli, iłowców a w górnej części profilu gipsu i anhydrytu. Środkowa część profilu utworów retu zdominowana jest przez anhydryty i gipsy oraz dolomity. Górny ret jest reprezentowany przez wapienie okruczowo-detrytyczne, różowe lub szare. Sumaryczna miąższość osadów retu w rejonie Strzelec Opolskich waha się w granicach 80–110 m.

W środkowym triasie wydziela się dolny, środkowy i górny wapień muszłowy. Osady wapienia muszlowego są na omawianym obszarze wynikiem kontynuacji sedymentacji morskiej zapoczątkowanej w recie. Dolny wapień muszłowy jest reprezentowany przez warstwy gogolińskie, górażdzańskie, terebratulowe i karchowickie. Warstwy gogolińskie budują wapienie płytowe i faliste z wkładkami wapieni zlepieńcowatych i margli o miąższości około 45–55 m. Warstwy górażdzańskie wykształcone są jako wapienie gruboławicowe z cienkimi wkładkami margli oraz wapieni płytowych lub falistych o łącznej miąższości 17–18 m. Warstwy terebratulowe zbudowane są z wapieni marglistych i margli o barwie szarej i szaroniebieskiej; łączna miąższość tych utworów waha się w granicach 12–14 m.

Warstwy karchowickie, reprezentowane są przez gruboławicowe wapienie porowate i kawerniste o barwie jasnoszarej i szaroróżowej, o zróżnicowanym stopniu dolomityzacji i podatności na procesy krasowe. Całkowita miąższość tego kompleksu zawiera się w przedziale 15–18 m.

Środkowy wapień muszłowy stanowią warstwy diploporowe (jemielnickie) wykształcone w postaci porowatych i kawernowatych dolomitów diploporowych z cienkimi wkładkami margli lub wapieni. Do środkowego wapienia muszlowego zalicza się dodatkowo

dolne partie warstw tarnowickich, wykształcone w postaci dolomitów marglistych i margli dolomitycznych. Łączna miąższość środkowego wapienia muszlowego waha się na omawianym obszarze w granicach od 30–40 m.

Górny wapień muszlowy reprezentowany jest przez warstwy rybniańskie i boruszowickie. Do warstw rybniańskich zaliczone zostały: górna część warstw tarnowieckich oraz warstwy wilkowieckie. Zbudowane są one z wapieni organodetrytycznych oraz wapieni drobnokrystalicznych i zlepieńcowatych, zaś w górnej ich części występują dolomity i margle. Warstwy boruszowickie stanowią ostatnie ogniwo osadów wapienia muszlowego. Wykształcone są w postaci margli ilastych z wkładkami dolomitów oraz iłowce dolomityczne przechodzące w dolomity i dolomity mułowcowe. Miąższość całego kompleksu utworów górnego wapienia muszlowego wynosi około 20–30 m. Wychodnie górnego wapienia muszlowego zazwyczaj znajdują się pod nakładem utworów kajprowych.

Trias górny reprezentowany jest w rejonie kopalni wapienia „Strzelce Opolskie” przez osady kajpru i retyku zalegające zgodnie na osadach wapienia muszlowego. Profil kajpru rozpoczyna się łupkami piaskowcowymi, iłowcami dolomitycznymi i marglami. W górnej części utworów kajprowych stwierdzono występowanie warstw iłowcowych z gipsem oraz piaskowców i mułowców. Granica występowania wychodni utworów kajprowych przebiega nieco na północ od rejonu eksploatacji złoża wapieni w kopalni „Strzelce Opolskie”. Osady retyku występują w odległości rzędu 5–6 km od Strzelec Opolskich, wzdłuż linii przebiegającej w rejonie miejscowości Kadłub, Osiek, Łaziska i Żędowice. Reprezentowane są one przez iłowce i piaskowce lub rzadziej margle i wapień oraz osady ilaste z przewarstwieniami węgla brunatnych. Miąższość całego kompleksu osadów triasu górnego w rejonie Strzelec Opolskich wynosi do około 15–30 m. W kierunku na północ miąższość utworów triasu górnego ulega znacznemu zwiększeniu i może dochodzić do około 200 m.

4.1.3. Paleogen

Utwory paleogeńskie na terenie położonym w okolicy Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” stwierdzane są bardzo rzadko. Zazwyczaj występują one w postaci niewielkich rozmiarów, izolowanych płatów iłow o miąższości maksymalnie rzędu 30 m. Najbliższe z takich struktur położone są w odległości około 15 km na północ i północny wschód od Strzelec Opolskich, w rejonie miejscowości Kolonowskie i Zawadzkie. Do paleogenu zalicza się również osady wypełniające leje krasowe w obrębie utworów triasowych.

Wypełnienia form krasowych wykształcone są w postaci różnego rodzaju osadów ilastych, piaszczystych oraz glin krasowych i lokalnie węgla brunatnych.

4.1.4. Neogen

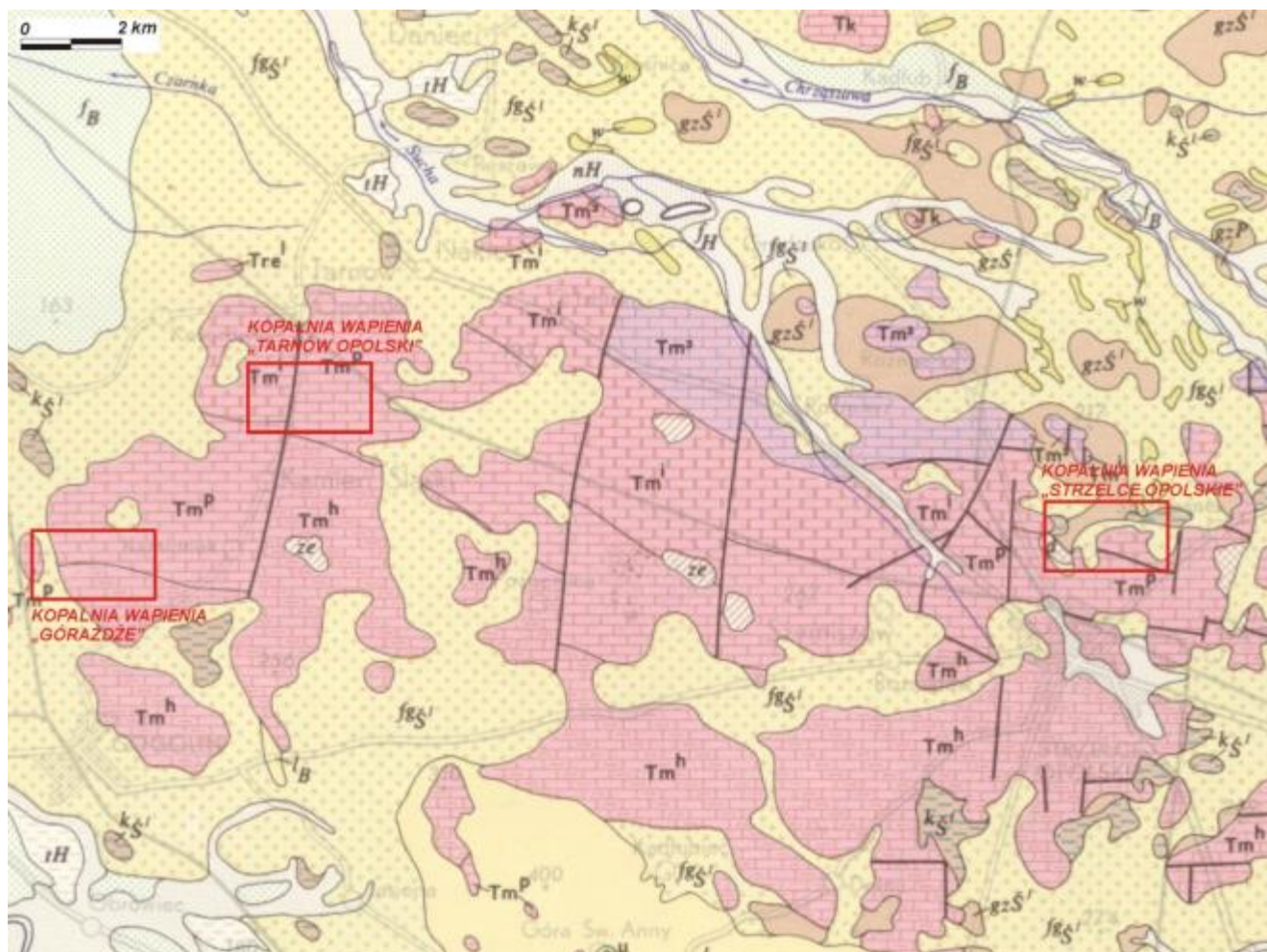
Osady neogeńskie występujące na omawianym obszarze wykazują duże zróżnicowanie litologii i miąższości. Zazwyczaj są one wykształcone w postaci piasków i glin morenowych zlodowacenia środkowopolskiego. Warstwę stropową czwartorzędu stanowi gleba o maksymalnej miąższości dochodzącej do 0,5 m. Na obszarze wychodni utworów węglanowych wapienia muszlowego (południowo-wschodnia część arkusza Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, w skali 1:50 000 – Strzelce Opolskie) neogen nie występuje lub ma miąższość nie przekraczającą zazwyczaj 2–5 m. W strefie ponad wychodniami utworów kajprowych, na północ od Strzelec Opolskich, miąższość neogenu wzrasta do około 15-35 m, osiągając maksimum 120 m w rejonie kopalnej doliny Małej Panwi.

Osady neogeńskie występują ponadto w rejonie dolin cieków powierzchniowych, w tym największej w tym rejonie rzeki Jemielnicy.

4.2. Tektonika

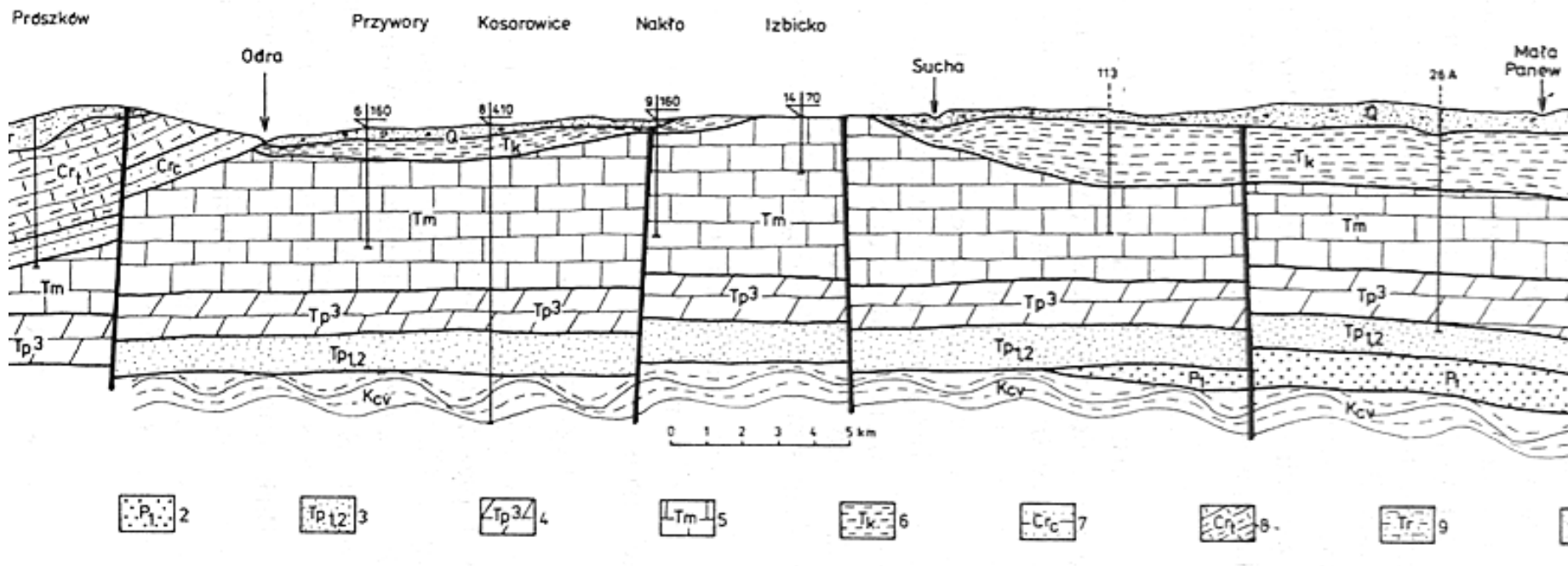
Paleozoiczne podłoże „triasu opolskiego” stanowią silnie sfałdowane i zuskokowane utwory karbonu dolnego oraz zalegające na nich niezgodnie osady permu dolnego, które wypełniają rowy tektoniczne.

Formacja triasowa buduje rozległą monoklinę zapadającą pod kątem 3–8° w kierunku na północ. Monoklina jest pocięta licznymi uskokami, które pod względem kierunku podzielić można na dwa systemy: NNE-SSW (Rys. 7). Wzdłuż płaszczyzn uskokowych nastąpiło wyniesienie lub obniżenie formacji triasowej, która ostatecznie wykazuje blokowy styl budowy tektonicznej. Wielkości zrzutu największych uskoków przecinających monoklinę triasową ocenia się na maksymalnie około 50 m. W obrębie odkrywki „Strzelce Opolskie” w utworach triasu stwierdzono występowanie niewielkich uskoków o małych zrzutach (Rys. 8, 9). Strefy uskokowe, poprzez umożliwienie przepływu wód podziemnych, zazwyczaj stwarzają dogodne warunki dla intensywnego rozwoju zjawisk krasowych.



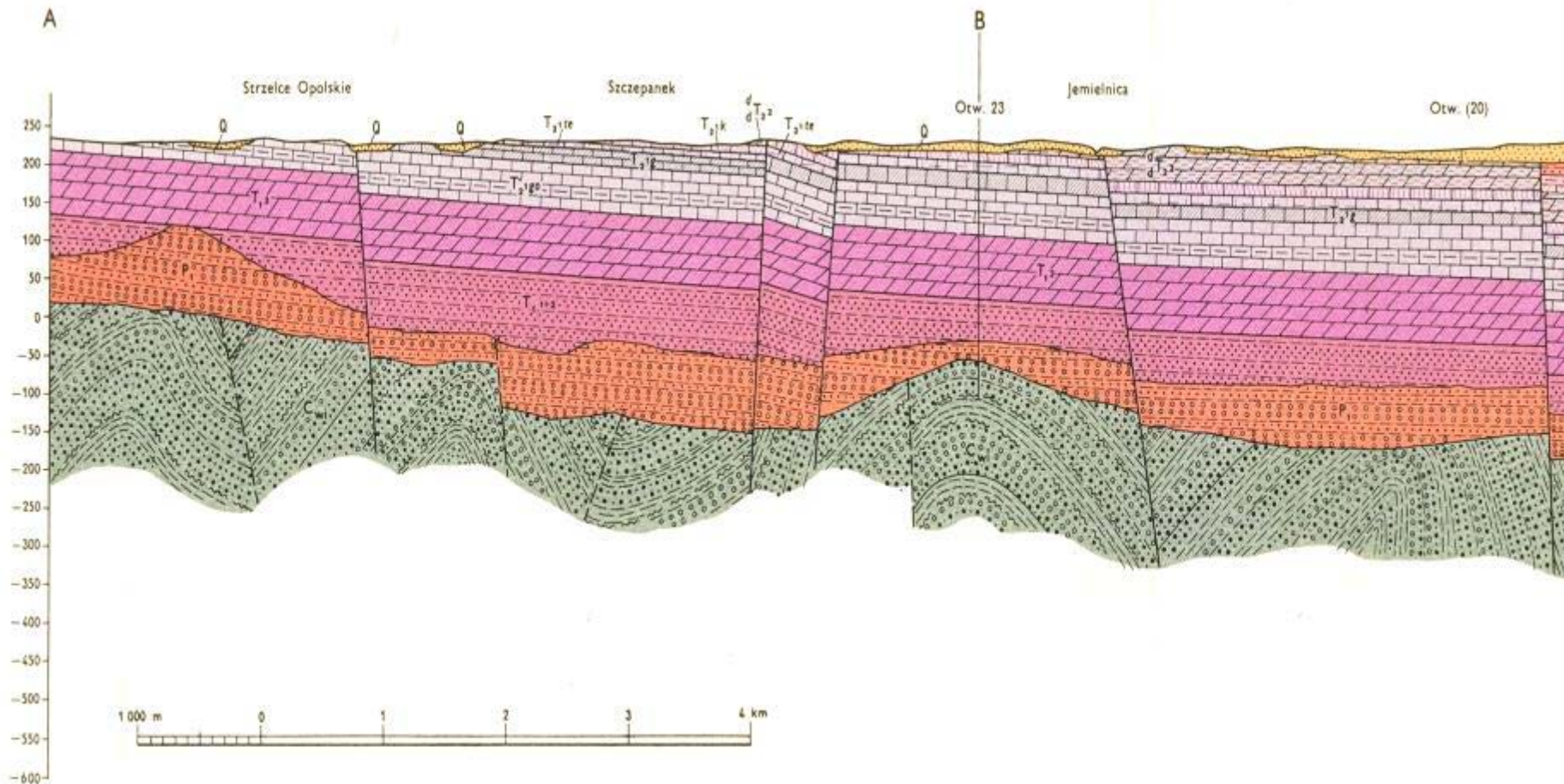
Rys. 7. Strefa wychodni skał triasowych w rejonie Tarnowa Opolskiego - Strzelce Opolskich (fragment Mapy Geologicznej Polski w skali 1:200 000, arkusz Gliwice)

Legenda (tylko dla utworów triasowych): T_m^h – wapień, margle, dolomity warstw błotnickich i gogolińskich (wapień muszlowy), T_m^p – wapień i margle warstw górażdzańskich, terebratulowych i karchowickich (wapień muszlowy), T_m^i – dolomity warstw jemielnickich oraz dolomity margliste, miejscami z ewaporytami warstw tarnowickich (wapień muszlowy), T_m^3 – łupki, dolomity, wapień i piaskowce warstw rybniańskich, boruszowickich i miedarskich (wapień muszlowy), T_k – iłowce i margle z ewaporytami, piaskowce mułowce i dolomity (kajper), T_{re}^1 – iłowce pstre z brekcją lisowską (retyk)



Rys. 8. Przekrój geologiczny wzdłuż linii dolina Odra (Przywory) - Zawadzkie (wg Staśko S., 1992)

Legenda: Karbon dolny: 1 – szarogłazy, łupki i zlepieńce; Perm dolny: 2 – zlepieńce, piaskowce; Trias, pstry piaskowiec dolny i środkowy: 3 – piaskowce, mułowce i zlepieńce, Ret: 4 – dolomity, margle i wapienie z ewaporytami, wapienie muszlowe: 5 – wapienie, margle i dolomity, Kajper: 6 – iłowce, mułowce, margle i piaskowce; Kreda górna, cenoman: 7 – piaskowce, turon: 8 – margle; Trzeciorzęd: 9 – ily, piaski; Czwartorzęd: 10 – piaski, żwiry i gliny



Rys. 9. Przekrój geologiczny rejonu Strzelec Opolskich (wg Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Strzelce Opolskie)

Legenda: C_{wi} – karbon dolny; P₁ – perm, czerwony spągowiec; T_{1 1+2} – trias dolny, pstry piaskowiec dolny i środkowy; T_{1 3} – trias dolny, pstry piaskowiec górny (ret); T_{2¹ go} – trias środkowy, dolny wapień muszlowy, w-wy gogolińskie; T_{2¹ g} – trias środkowy, dolny wapień muszlowy, w-wy górażdzańskie; T_{2¹ k} – trias środkowy, dolny wapień muszlowy, w-wy karchowickie; T_{2¹ te} – trias środkowy, dolny wapień muszlowy, w-wy terebratulowe; ^dT_{2²} – trias środkowy, środkowy wapień muszlowy, dolomity diploporowe; Q - czwartorzęd

4.3. Charakterystyka złoża wapieni „Strzelce Opolskie” na podstawie zatwierdzonych dokumentacji

Eksploatacja wapienia w rejonie Strzelec Opolskich datuje się na początek XX wieku (1907 r.), kiedy obszar ten znajdował się w granicach Niemiec. Do końca wojny wyrobisko kopalni „Strzelce Opolskie” osiągnęło powierzchnię około 8,35 ha i zeszło do poziomu +201 m n.p.m. W okresie powojennym kamieniołom pozostawał nieczynny i zatopiony wodą. Po wykonaniu na przełomie lat 60. i 70. XX wieku prac geologicznych i hydrogeologicznych (próbne odpompowanie zbiornika w wyrobisku), w połowie lat 70. XX wieku rozpoczęta została eksploatacja złoża wapieni „Strzelce Opolskie” dla powstającej Cementowni „Strzelce Opolskie”.

Pierwsza powojenna dokumentacja złoża wapieni „Strzelce Opolskie” powstała w 1955 roku. Ostatecznie po wykonaniu dalszych badań geologicznych, w latach 70. i 80., złożo zostało udokumentowane w kategoriach B+C₁+C₂. Granice złoża poprowadzono po skrajnych otworach badawczych a w południowej części po krawędziach nieeksploatowanego wówczas wyrobiska. Złożo wapieni „Strzelce Opolskie” zostało udokumentowane do spągu warstw górażdżańskich, do rzędnej +155 m n.p.m.

Najnowsza koncesja nr 5/2000 z dnia 12.05.2000 r., wydana przez Ministra Środowiska, umożliwia eksploatację złoża w obrębie gminy Strzelce Opolskie w ramach obszaru górniczego „Strzelce Opolskie I” o powierzchni OG 229,59 ha, zaś teren górniczy TG zajmuje powierzchnię 922,89 ha. Wyrobisko wapieni posiada trzy poziomy eksploatacyjne, z których poziom I i II są eksploatowane metodą odkrywkową, a poziom III kopalni został zatopiony w 2003 roku po zaprzestaniu produkcji w pobliskim zakładzie wapienniczym. Złożo jest eksploatowane nieprzerwanie od listopada 1975 roku.

Zasoby złoża wapieni triasowych „Strzelce Opolskie” zostały określone w „Dodatku do Dokumentacji geologicznej złoża wapieni triasowych „Strzelce Opolskie”” z 1987 roku i zatwierdzone decyzją Ministra OŚiZN z dnia 10 kwietnia 1987 roku (znak: KZK/012/W/5215/86/87).

Aktualna ilość zasobów, wg stanu na 31.12.2017 r., została podana w „Operacji ewidencyjnym zasobów geologicznych i przemysłowych złoża wapienia triasowych „Strzelce Opolskie”. Ogółem złożo wapieni triasowych „Strzelce Opolskie” posiada udokumentowane zasoby geologiczne równe 169 250,39 tys. Mg. Średnie roczne wydobycie wapienia w ostatnich kilku latach waha się w granicach 400–600 tys. Mg (kamień budowlany).

Złożo „Strzelce Opolskie” obejmuje fragment profilu węglanowego triasu środkowego. Przedmiotem eksploatacji są utwory wapienia muszlowego dolnego – warstwy górażdżańskie,

terebratulowe i karchowickie oraz – w przyszłości - utwory wapienia muszlowego środkowego reprezentowane przez warstwy diploporowe (Rys. 10). Złoże podścielają utwory warstw gogolińskich (wapień muszlowy dolny) oraz triasu dolnego obejmują niewęglanowy pstry piaskowiec dolny i środkowy, wykształcony w postaci piaskowców, mułowców i iłowców, jak również węglanowe: górny pstry piaskowiec – ret. Nadkład złoża wieku neogeńskiego stanowią utwory polodowcowe zlodowacenia środkowopolskiego, głównie piaski i gliny morenowe o miąższości od kilku centymetrów do kilku metrów w części zachodniej i północno – zachodniej złoża. Lokalnie przekracza 10 m grubości.

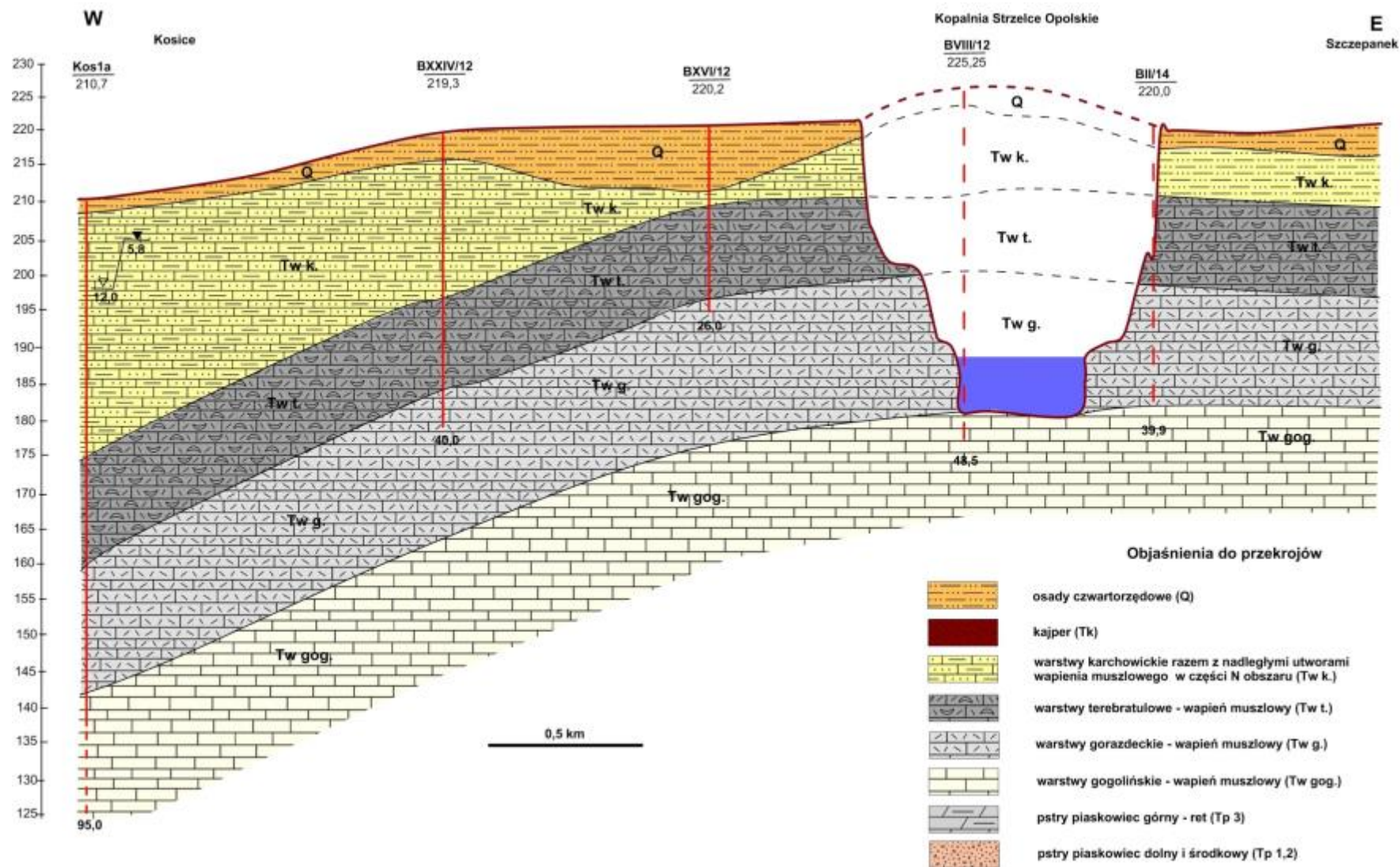
Warstwy wapieni budujące złoże „Strzelce Opolskie”, w wyniku procesów geologicznych, zostały uformowane w monoklinę, zapadającą w kierunku na północ pod niewielkimi kątami rzędu 2° – 7° (średnio około 4°).

W granicach złoża „Strzelce Opolskie” poszczególne ogniwa wapienia muszlowego, mają następujące miąższości:

- wapienia górażdzańskie – średnio 17,7 m (14,9–19,8 m);
- wapień terebratulowe – średnio 13,8 m (10,0–18,4 m);
- wapień karchowickie i diploporowe – 14,0 m (10–30,0 m).

Utwory triasowe w rejonie Strzelec Opolskich wykazują stosunkowo nieznaczne zaangażowanie tektoniczne. W obrębie odkrywki stwierdzone zostały jedynie niewielkie uskoki o małych zrzutach w granicach od 1,2 m do 3,2 m. Strefy uskokowe stanowią dogodną drogę migracji wód podziemnych, stąd w wyrobisku stwierdza się występowanie w ich obrębie wycieków.

Zaangażowanie procesów krasowienia jest w obrębie utworów triasowych bardzo zróżnicowane. Zaobserwowano cały szereg form krasowych m.in. studni i lejów krasowych oraz anastomoz. Obserwowane leje krasowe wypełniają ilaste utwory z licznymi okruchami wapiennymi najprawdopodobniej wieku paleogeńskiego.



Rys. 10. Przekrój hydrogeologiczny w rejonie kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” (Kryza i in., 2014)

5. OPIS WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH OBSZARU ZŁOŻA I JEGO OTOCZENIA

5.1. Piętra i poziomy wodonośne i ich parametry hydrogeologiczne

5.1.1. Piętro czwartorzędowe

Występujące w rejonie badań osady czwartorzędowe z racji nieciągłości i niewielkiej miąższości mają marginalne znaczenie w zaopatrzeniu ludności i przemysłu w wodę a także z punktu widzenia eksploatacji złoża wapieni triasowych w Strzelcach Opolskich. W związku z powyższym oraz mając na uwadze fakt, że piętro to występuje lokalnie, jest stosunkowo mało zasobne oraz występuje często w formie wód zaskórnych, nie zostanie ono szczegółowo omówione.

5.1.2. Poziom wodonośny wapienia muszlowego

Poziom wodonośny wapienia muszlowego (trias górny) związany jest z warstwami górażdzańskimi, terebratulowymi, karchowickimi i diploporowymi (Rys. 11, 12). Podłoże stanowią słabiej przepuszczalne warstwy gogolińskie, wykształcone jako wapienie zbite, z wkładkami margli. W poziomie wapienia muszlowego można wyróżnić dwa horyzonty (warstwy) wodonośne: horyzont górny, związany z utworami warstw karchowickich i diploporowych oraz horyzont dolny, występujący w wapieniach warstw górażdzańskich. Oba horyzonty wodonośne rozdzielają słabiej przepuszczalne warstwy terebratulowe, które w ujęciu regionalnym stanowią warstwę izolującą, ograniczającą kontakty hydrauliczne. Obserwacje prowadzone w rejonie eksploatacji złoża wapienia w Strzelcach Opolskich wskazują, że najwyższa część poziomego wodonośnego wapienia muszlowego jest lokalnie zawieszona na warstwach terebratulowych, które charakteryzują się mniejszym stopniem spękania ograniczając w ten sposób możliwość przepływu wody z wyżej występującego systemu szczelin do warstw górażdzańskich.

Poziom wapienia muszlowego ma charakter szczelinowo-krasowo-porowy, charakteryzujący się zróżnicowaną przepuszczalnością, w zależności od stopnia rozwarcia oraz wypełnienia szczelin i pustek krasowych. Współczynnik porowatości efektywnej skał zaliczanych do wodonośnego piętra wapienia muszlowego waha się w granicach 13–32%, zaś wskaźnik porowatości szczelinowej przyjmuje wartości od około 1% do ponad 4%. Wartości współczynnika filtracji utworów wapienia muszlowego są bardzo zróżnicowane i zawierają się w granicach od $1,7 \times 10^{-4}$ m/s do $4,8 \times 10^{-3}$ m/s, przy czym najbardziej typowa wartość tego

parametru jest równa $4,04 \times 10^{-4}$ m/s. Najwyższe wartości współczynnika filtracji dla skał wapienia muszlowego stwierdza się w rejonie Strzelec Opolskich i Tarnowa Opolskiego oraz w pasie Grotowice-Opole. Dla rejonu kamieniołomu w Strzelcach Opolskich wynoszą one w granicach $3,8 \times 10^{-6}$ m/s do $2,3 \times 10^{-4}$ m/s, przy średniej geometrycznej na poziomie $7,5 \times 10^{-5}$ m/s, tj. 6,5 m/d.

Generalnie poziom wapienia muszlowego ma charakter swobodny, zaś na północ od Strzelec Opolskich przechodzi w subartezyjski. Zmiana ta jest związana z występowaniem w nadkładzie nieprzepuszczalnych utworów kajpru (trias górny). W rejonie eksploatowanego złoża w kopalni „Strzelce Opolskie”, pierwotne zwierciadło wód podziemnych występowało na rzędnych średnio około 204,5 m n.p.m. W chwili obecnej odwodnienie złoża prowadzone jest na rzędnej ok. 188,7 m n.p.m. Całkowite obniżenie zwierciadła wynosi więc około 15,8 m.

Utwory wodonośne wapienia muszlowego w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” odsłaniają się na powierzchni pomiędzy linią kolejową Opole – Strzelce Opolskie, a południowym skrajem wsi Rozmierka i są na wychodniach zasilane przez infiltrację opadów atmosferycznych. Drenaż poziomu wodonośnego prowadzony jest przez systemy odwadniania, licznych na obszarze triasu opolskiego, kopalń surowców węglanowych, w tym kopalnię wapienia „Strzelce Opolskie” oraz studnie ujęciowe (załącznik 1).

Prawdopodobnie znaczącą rolę w przepływie wód podziemnych w obrębie triasu opolskiego odgrywają uskoki o kierunku SE-NW (por. Rys. 7, 8). Zrzuty tych uskoków nie są duże w stosunku do całkowitej miąższości triasowego poziomu wodonośnego, dlatego uskoki te nie mają charakteru izolującego, niemniej jednak mogą wpływać lokalnie na kształtowanie się obniżenia zwierciadła wód podziemnych w obrębie oddziaływania odwodnienia kamieniołomu wapienia w Strzelcach Opolskich.

5.1.3. Poziom wodonośny pstrego piaskowca

W obrębie utworów pstrego piaskowca wodonośny charakter mają zarówno osady retu (górnego pstry piaskowiec) jak i utwory środkowego i dolnego pstrego piaskowca (Rys. 11, 12).

Kompleks górnego pstrego piaskowca, w osadach węglanowych retu, występuje w spękanych wapieniach i dolomitach. Jest to poziom o zwierciadle napiętym, którego ciśnienie w rejonie eksploatacji złoża wapieni w Strzelcach Opolskich stabilizuje się na rzędnych w granicach +220 - +230 m n.p.m., tj. ponad powierzchnią terenu (warunki

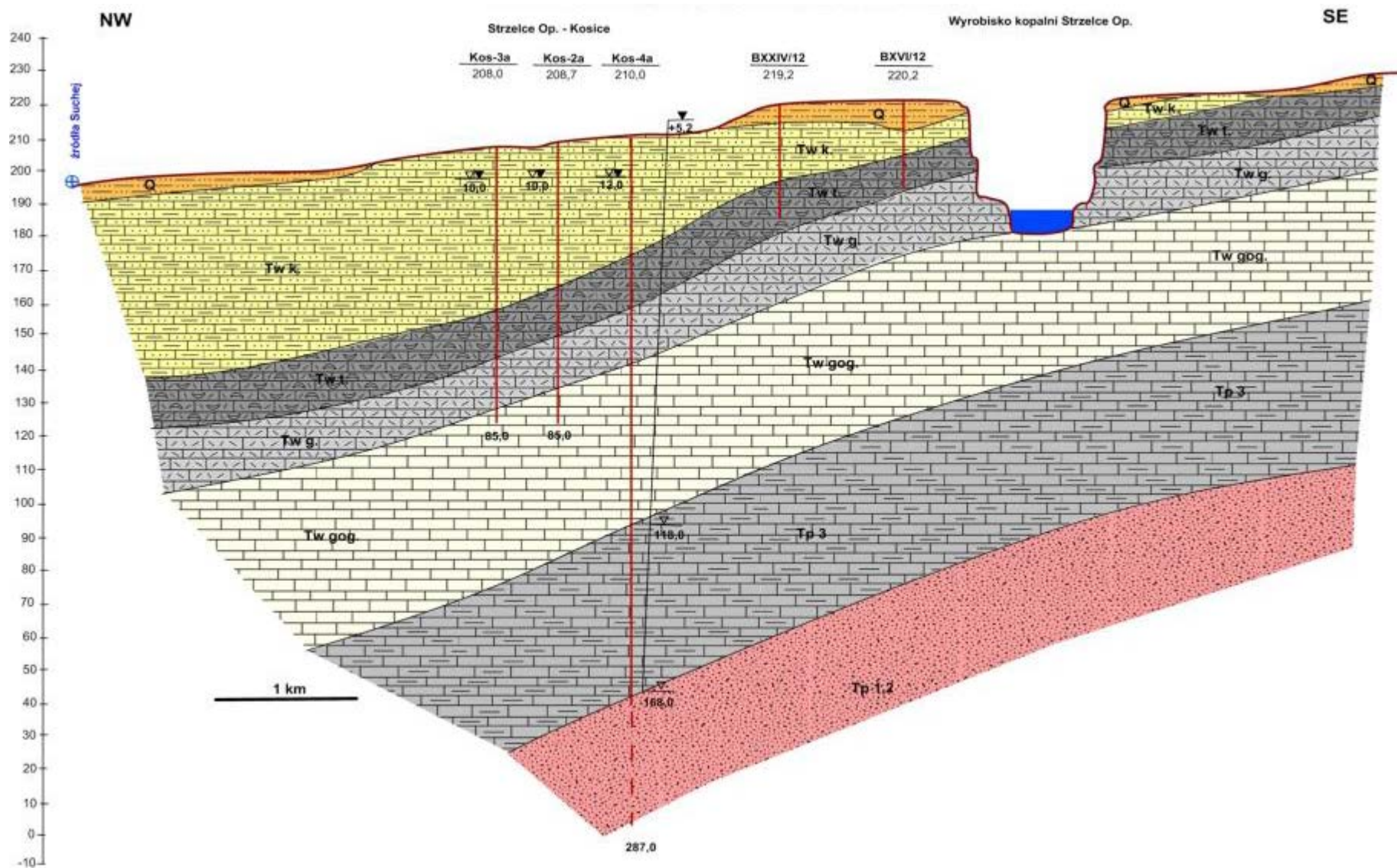
artezyjskie). Warstwą napinającą są wapienie gogolińskie, a spąg stanowią margle dolnej części retu oraz ility górnej części dolnego i środkowego pstręgo piaskowca.

Wychodnie poziomu środkowego wodonośnego piętra triasowego rozciągają się na południe od granicy zasięgu warstw górażdzańskich i gogolińskich, obejmując stropowe partie retu, tzw. warstwy błotnickie. Ujmują go m.in. studnie ujęcia miejskiego zlokalizowane w centrum miasta Strzelce Opolskie i studnie bazy PKS (załącznik 1).

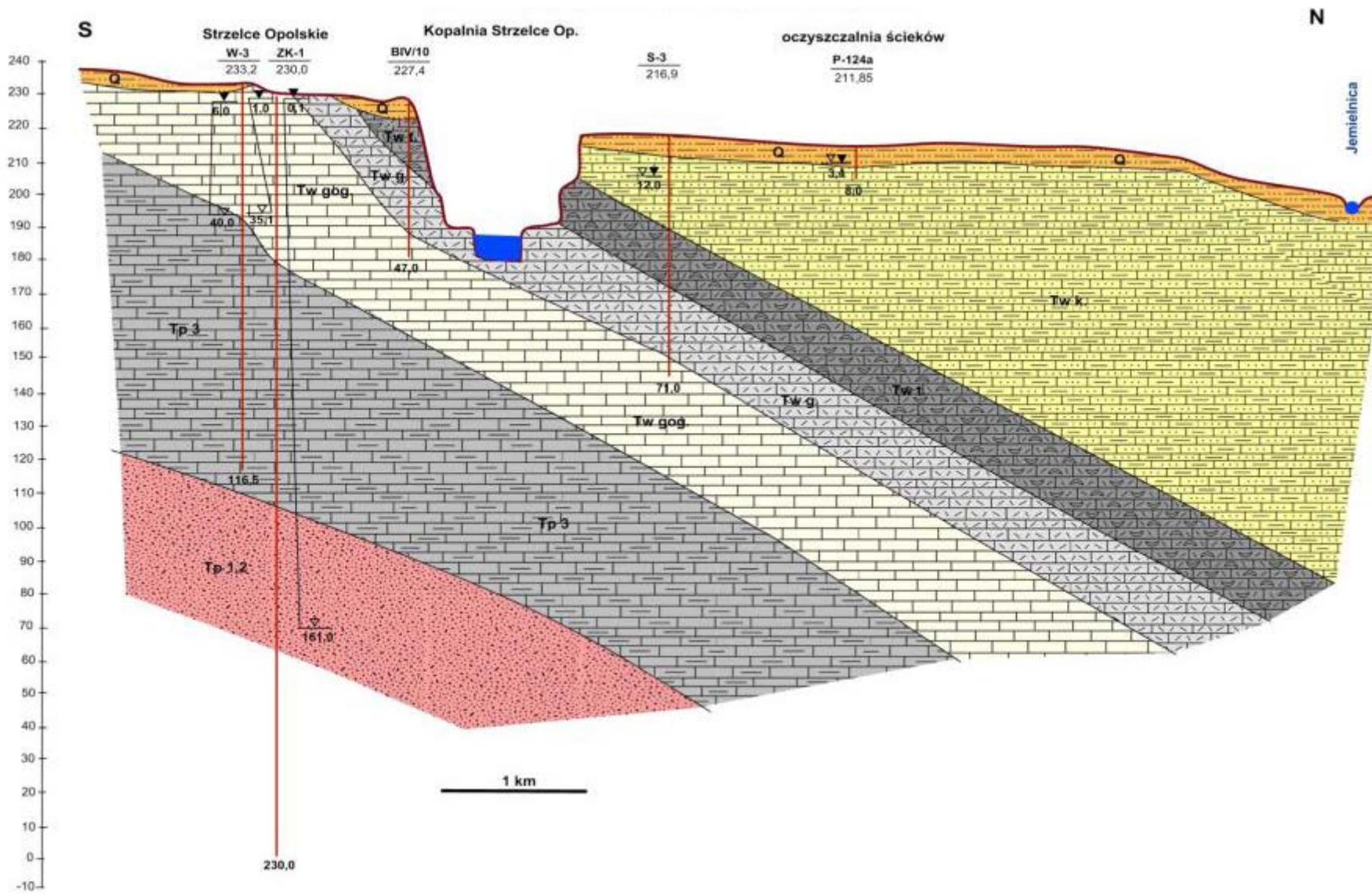
Poziom wodonośny dolnego i środkowego pstręgo piaskowca występuje natomiast w słabo zwięzłych piaskowcach, podścielonych wulkanitami dolnego permu. Posiada zwierciadło napięte (zazwyczaj artezyjskie), które stabilizuje się w zakresie rzędnych, zbliżonych do rejestrowanych dla poziomu retu, tj. w granicach +220 – +230 m n.p.m. Współczynnik filtracji dla tego poziomu określony na podstawie próbnych pompowań waha się od $1,7 \times 10^{-6}$ m/s do $1,7 \times 10^{-5}$ m/s, tj. w granicach 0,14–1,4 m/d.

5.2. Triasowe Główne Zbiorniki Wód Podziemnych (GZWP) w rejonie Strzelec Opolskich

Rejon Strzelec Opolskich jest obszarem stosunkowo bardzo zasobnym w wody podziemne. Korzystne parametry hydrogeologiczne cechują zarówno utwory triasu środkowego, będące przedmiotem eksploatacji w kopalniach „Górażdże”, „Tarnów Opolski” oraz „Strzelce Opolskie”, jak i niżej zalegające formacje pstręgo piaskowca wraz z retem. W oparciu o wspomniane cechy i zagrożenie tych wód, wynikające z braku izolacji skał triasowych występujących często na powierzchni terenu lub izolowanych niewielkiej miąższości utworami czwartorzędowymi, wytyczono w obrębie skał triasowych Główne Zbiorniki Wód Podziemnych (GZWP) o numerach: 333 Opole – Zawadzkie obejmujące węglanową formację triasu środkowego oraz retu, 335 Krapkowice – Strzelce Opolskie w formacji pstręgo piaskowca (Rys. 13). Charakterystykę obu zbiorników zestawiono w Tab. 2.

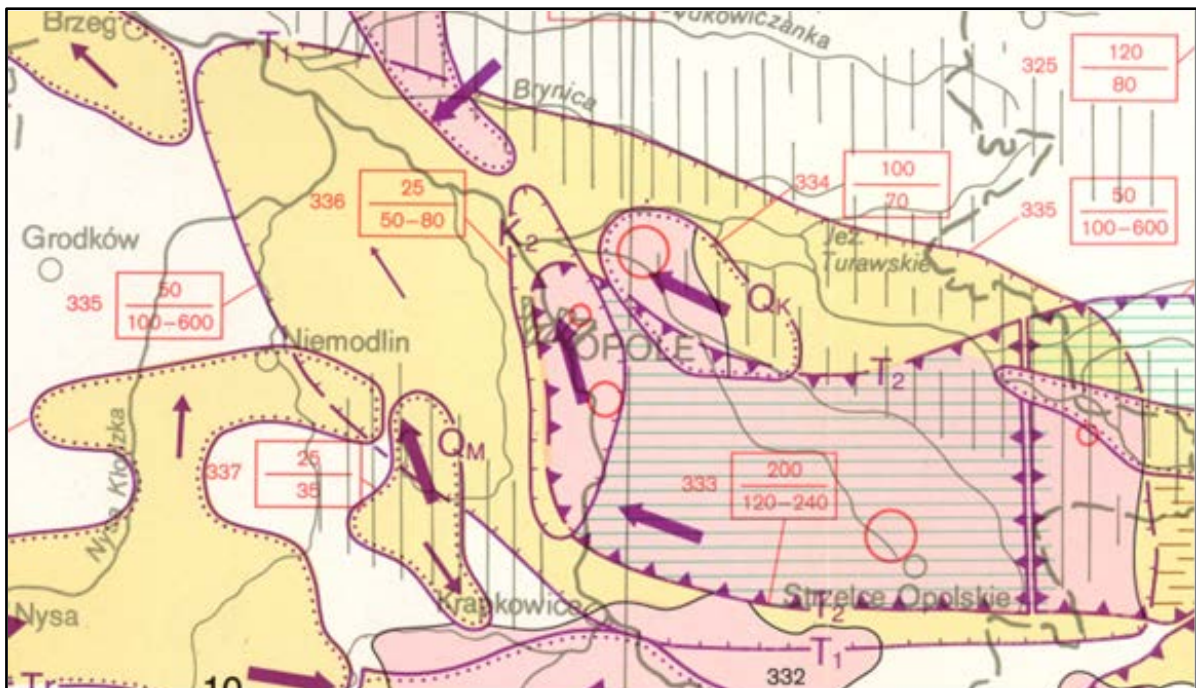


Rys. 11. Przekrój hydrogeologiczny I-I' w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” (Kryza i in., 2014; objaśnienia na Rys. 10)



Rys. 12. Przekrój hydrogeologiczny II-II' w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” (Kryza i in., 2014; objaśnienia na Rys. 10)

GZWP 333 Opole – Zawadzkie umiejscowiony w węglanowych utworach triasu środkowego i dolnego (retu) jest ośrodkiem o charakterze szczelinowo – krasowym. Łączne traktowanie asocjacji węglanowej T_2 oraz T_1 jest efektem częstych bezpośrednich kontaktów obu wydzielen stratygraficznych bądź to ze względu na tektonikę, lub też lokalny brak rozdzielających warstw izolujących. Częstym przypadkiem jest łączne ujmowanie obydwu poziomów ujęciami eksploatacyjnymi. Charakter izolujący posiadają warstwy gogolińskie i lokalnie terebratulowe, charakteryzując się niższymi wartościami współczynnika filtracji. Zbiornik należy do grupy najzasobniejszych węglanowych zbiorników na terytorium Polski cechując się zasobami dyspozycyjnymi oszacowanymi na poziomie $200\ 000\ m^3/d$ i module zasobowym $3,09\ l/s/km^2$. Średnia głębokość ujęć kształtuje się pomiędzy 120 a 240 m, przy miąższości warstw zbiornikowych od 12 do 50 m (Kleczkowski, 1990). Wysokie wydajności studni osiągnane są już przy stosunkowo niewielkich depresjach. Średni wydatek jednostkowy studni dla całego zbiornika wynosi $35,6\ m^3/h/1mS$.



Rys. 13. Lokalizacja i granica GZWP nr 333 i 335 (Kleczkowski, 1990)

Tab. 2. Charakterystyka zbiorników wód podziemnych GZWP występujących w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” (na podst. Kleczkowski, 1990)

Nazwa zbiornika	Główny Zbiornik Wód Podziemnych (GZWP)	
	Zbiornik T ₂ Opole - Zawadzkie	Zbiornik T ₁ Krapkowice – Strzelce Opolskie
Numer	333	335
Stratygrafia	T	T
Powierzchnia GZWP (km ²)	750	2050
Wiek utworów wodonośnych	Trias środkowy	Trias dolny
Typ zbiornika	Szczelinowo-krasowy	Szczelinowo-porowy
Klasa jakości wód	Ib (Ic, Id) bardzo czyste i czyste do użytku bez uzdatniania	Ic nieznacznie zanieczyszczone, łatwe do uzdatniania
Średnia głębokość ujęć (m)	120–140	100–600
Szacunkowe zasoby dyspozycyjne (tys. m ³ /d)	200	50

Wody zbiornika Opole – Zawadzkie stanowią podstawę zaopatrzenia ludności w wielu gminach rejonu pomiędzy Małą Panwią a Odrą, m.in.: Opola, Strzelec Opolskich, Tarnowa Opolskiego, Izbicka i innych. Zasilanie zbiornika odbywa się bezpośrednio na wychodniach. Strefami drenażu są ciekły powierzchniowe, oraz liczne ośrodki o antropogenicznym charakterze. Duże ilości wody drenują zarówno odkrywkowe kopalnie surowców węglanowych, jak również ujęcia wód podziemnych dla potrzeb przemysłowych i komunalnych.

Południowa część zbiornika obejmuje wychodnie warstw triasu środkowego, ku północy skrywające się pod nakładem nieprzepuszczalnych utworów kajpru (T₃). Brak izolacji od powierzchniowych ognisk zanieczyszczeń, a więc duża podatność na zanieczyszczenie dodatkowo wzmagana dużą dynamiką migracji w ośrodku szczelinowo – krasowym ($k_{sr} = 4,04 \times 10^{-4}$ m/s) wymusiła ustalenie najwyższego priorytetu ochrony na całym obszarze zbiornika. Obszar Najwyższej Ochrony (ONO) ustanowiono więc na całej powierzchni 750 km² zajmowanej przez zbiornik. Pomimo administracyjnych rozwiązań stan gospodarki wodno – ściekowej obszaru jest uregulowany wciąż w niezadowalającym stopniu. Duże nakłady inwestycyjne ostatnich lat polegające m.in. na budowie i modernizacji oczyszczalni ścieków, kanalizowaniu obszarów zabudowanych, jak również budowie nowoczesnych składowisk odpadów, ograniczających w jak największym stopniu niekorzystny wpływ na środowisko, przyniosą zauważalny wpływ na środowisko w nadchodzącej przyszłości. W chwili obecnej trend obniżania jakości wód zbiornika jest niestety wciąż silny. Szczególnym problemem są wysokie, często ponadnormatywne stężenia azotanów związane właśnie z nieuporządkowaną gospodarką wodno – ściekową, jak również

z działalnością rolniczą. W strefie kontaktu z utworami kajpru oraz pod jego przykryciem, notuje się podwyższone w skali zbiornika stężenia siarczanów i żelaza (Kryza, 1996).

Poniżej asocjacji węglanowej obejmującej trias środkowy i najwyższą część triasu dolnego – ret, w słabozwięzłych piaskowcach sięgających do 700 m p.p.t., wyznaczono kolejny rezerwuar wody – GZWP nr 335 Krapkowice – Strzelce Opolskie. Zbiornik posiada szczelinowo – porowy charakter i wynikający z litotypu niższy współczynnik filtracji rzędu $6,9 \times 10^{-6}$ m/d (Kryza, 1996). Cechuje się ponad 2,5-krotnie większym rozprzestrzenieniem niż GZWP nr 333 (Rys. 13). Powierzchnia zbiornika wynosi 2050 km², z czego 1000 km² zakwalifikowano jako Obszar Wysokiej Ochrony (OWO), bez wyznaczenia strefy ochrony najwyższej (ONO). Pomimo znacznej powierzchni zbiornik posiada zasoby dyspozycyjne oszacowane tylko na 50 000 m³/d, a więc 4-krotnie mniejsze aniżeli dla GZWP Opole – Zawadzkie. Moduł zasobowy wynosi aż 11-razy mniej, bo zaledwie 0,28 l/s/km² (Kleczkowski, 1990). Poziom wodonośny środkowego i dolnego pstręgo piaskowca cechuje się napiętym zwierciadłem, stabilizującym się w rejonie Tranowa Opolskiego na rzędnej powyżej +180 m n.p.m.. Studnie eksploatacyjne ze względu na głębokie zaleganie zbiornika zafiltrowane są na dużych głębokościach, przekraczających 100 m p.p.t. Lokalnie zbiornik podlega intensywnej eksploatacji. Ujęcia komunalne zlokalizowano m.in. w Krapkowicach, Gogolinie, Opolu, Ozimku, Strzelcach Opolskich oraz Zawadzkich. Wody podziemne zbiornika są poza obszarem wychodni dobrze chronione przez serie nadkładu. W efekcie nie wyznaczono strefy najwyższej ochrony (ONO), zaś strefa ochrony wysokiej (OWO) zajmuje mniej niż połowę obszaru zasobowego.

6. WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-CHEMICZNE WÓD PODZIEMNYCH W POSZCZEGÓLNYCH POZIOMACH WODONOŚNYCH W REJONIE KOPALNI WAPIENIA „STRZELCE OPOLSKIE”

Skład chemiczny wód podziemnych w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” został rozpoznany w związku z prowadzonymi na tym obszarze badaniami monitoringowymi. Rozpoczęły się w 1999 roku i są prowadzone corocznie dla dwóch serii pomiarowych (kwiecień/maj oraz listopad), opróbowania i analizy składu chemicznego w łącznie 26 punktach pomiarowych obejmujących studnie i piezometry ujmujące wody podziemne w poziomach wapienia muszlowego (9 punktów), retu (5 punktów) i pstrego piaskowca środkowego i dolnego (8 punktów) oraz wody powierzchniowe (4 punkty, w tym wody z rzepia I i II kopalni „Strzelce Opolskie”).

6.1. Poziom wodonośny wapienia muszlowego

Wody podziemne w utworach wapienia muszlowego, charakteryzują się typem hydrochemicznym wapniowo-magnezowo-wodorowęglanowo-siarczanowym Ca-Mg-HCO₃-SO₄, z dodatkowym znaczącym udziałem jonów azotanowych (NO₃).

Wody te charakteryzują się mineralizacją zmieniającą się stosunkowo szerokim zakresie od 194 mg/dm³ w rejonie Jemielnicy do około 1200 mg/dm³ (max. 1708 mg/dm³) w rejonie ujęcia Kosice. W typowych warunkach mineralizacja tych wód waha się w przedziale 500–600 mg/dm³. Z racji występowania w obrębie skał węglanowych wody charakteryzują się odczynem słabo-zasadowym, w granicach pH 6,9–8,1 (Tab. 3).

Kluczowe znaczenie dla możliwości wykorzystania wspomnianych wód mają stężenia jonów azotanowych, które są na omawianym obszarze stosunkowo bardzo wysokie, tj. wynoszą średnio około 35 mg/dm³, do nawet około 100 mg/dm³ w rejonie Jemielnicy (Tab. 3, Rys. 14). Źródłem ponadnormatywnych zawartości azotanów są nieskanalizowane obszary wiejskie oraz nawożenie pól uprawnych z wykorzystaniem naturalnych i sztucznych nawozów. Stężenia siarczanów w próbkach badanych wód podziemnych pochodzących z utworów wapienia muszlowego, zawierają się zazwyczaj w granicach 100–200 mg/dm³, przekraczając normy dla wód pitnych w rejonie oczyszczalni ścieków (piezometr 124a) (Tab. 3).

Tab. 3. Elementy statystyczne wybranych składników chemicznych charakteryzujących poziom wodonośny wapienia muszlowego (na podst. studni i piezometrów sieci monitoringu Kopalni Wapieni „Strzelce Opolskie)

Elementy statystyczne	pH [-]	EC [μS/cm]	T [°C]	Twardość ogólna [mval/dm ³]	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	NH ₄	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃
					[mg/dm ³]										
Wszystkie punkty monitoringowe															
Liczebność	200	198	187	196	189	187	195	187	197	196	194	187	196	198	198
Min	6,9	557,00	9,30	2,98	48,00	3,40	2,06	1,18	0,009	0,0002	0,0005	171,00	7,12	33,60	0,02
Max	8,08	1739,00	19,00	23,59	336,00	100,00	161,00	69,00	8,64	1,75	5,41	400,00	218,00	884,00	100,50
Średnia arytmetyczna	7,57	966,33	11,22	9,14	138,09	28,73	27,20	4,98	0,36	0,06	0,31	280,62	47,33	192,60	35,17
Mediana	7,58	874,00	10,70	8,23	134,30	24,50	17,10	3,64	0,02	0,01	0,08	285,00	34,80	130,50	39,00
Odchylenie standardowe	0,22	273,07	1,64	3,45	47,09	19,77	29,97	5,90	1,21	0,21	0,61	35,11	41,34	172,30	20,49
Wariancja	0,05	74566,10	2,68	11,87	2217,49	390,83	898,12	34,76	1,47	0,04	0,38	1232,46	1708,87	29688,53	420,04
Strzelce Opolskie – Kosice 2A (Kos-2a)															
Liczebność	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Min	7,00	1012,00	10,10	8,79	120,00	24,60	17,70	3,64	0,009	0,0005	0,0005	242,90	32,70	166,70	28,00
Max	7,93	1154,00	12,70	14,80	336,00	97,00	54,90	16,70	0,05	0,012	0,80	334,00	81,00	292,00	57,40
Średnia arytmetyczna	7,48	1089,91	10,77	10,58	166,67	32,53	28,82	5,49	0,019	0,006	0,18	291,48	55,41	235,96	37,47
Mediana	7,47	1096,00	10,70	10,30	158,60	29,20	29,00	4,68	0,02	0,01	0,08	293,00	55,60	239,00	35,60
Odchylenie standardowe	0,19	41,45	0,53	1,27	40,40	14,29	8,14	3,00	0,008	0,003	0,22	17,00	9,98	33,24	6,80
Wariancja	0,04	1718,26	0,28	1,61	1632,56	204,15	66,27	9,02	6,2x10 ⁻⁵	8,9x10 ⁻⁶	0,05	288,86	99,60	1105,10	46,19
Strzelce Opolskie – Kosice 2A (Kos-3a)															
Liczebność	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	19	20	20	20	20
Min	6,90	1377,00	11,70	15,24	199,00	56,52	2,06	1,96	0,012	0,006	0,005	258,80	8,27	531,00	0,02
Max	7,94	1683,00	13,80	23,59	308,00	100,00	9,65	4,91	5,48	0,036	1,25	331,00	23,00	884,00	6,40
Średnia arytmetyczna	7,45	1466,65	12,55	17,67	230,29	78,04	4,33	2,52	0,80	0,02	0,21	289,69	11,97	666,60	1,43
Mediana	7,44	1432,00	12,50	16,90	217,50	74,65	4,20	2,35	0,23	0,019	0,07	284,00	11,45	666,10	0,86
Odchylenie standardowe	0,24	85,36	0,57	2,47	34,77	10,78	1,48	0,62	1,28	0,008	0,35	17,09	3,12	89,83	1,48
Wariancja	0,06	7285,92	0,33	6,12	1209,12	116,12	2,19	0,39	1,64	7,1x10 ⁻⁵	0,12	291,92	9,72	8069,10	2,20

cd. Tab. 3.

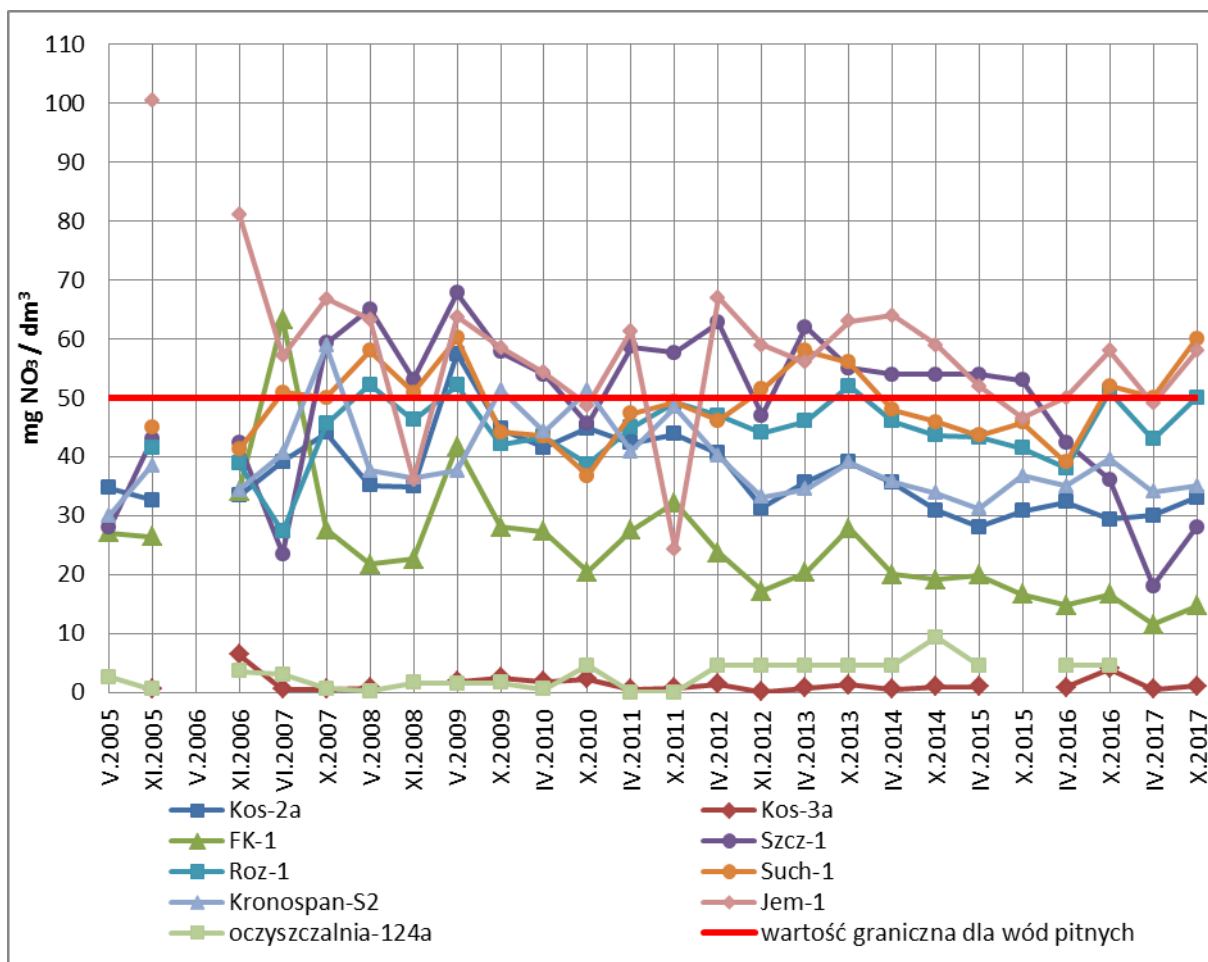
Elementy statystyczne	pH [-]	EC [μS/cm]	T [°C]	Twardość ogólna [mval/dm ³]	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	NH ₄	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃
					[mg/dm ³]										
Farska Kolonia (FK-1)															
Liczebność	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Min	7,20	756,00	9,50	5,98	96,10	14,50	14,20	2,84	0,01	0,0009	0,005	265,80	40,10	103	14,80
Max	7,84	1179,00	13,10	11,32	192,00	22,20	125,00	69,00	0,09	0,03	1,05	333,00	130,00	219,98	63,31
Średnia arytmetyczna	7,50	1089,26	11,19	8,81	145,78	18,64	54,86	8,12	0,023	0,007	0,36	311,11	85,91	171,16	25,91
Mediana	7,50	1098,00	11,10	8,68	145,00	18,60	54,30	5,33	0,02	0,006	0,30	311,00	88,40	170,00	23,65
Odchylenie standardowe	0,16	83,04	1,04	1,08	20,01	1,70	20,44	13,38	0,017	0,006	0,32	13,45	21,64	26,54	10,35
Wariancja	0,03	6895,20	1,09	1,17	400,41	2,88	417,78	179,11	2,9x10 ⁻⁴	3,3x10 ⁻⁵	0,10	180,84	468,16	704,20	107,14
Szczepanek (Szc-1)															
Liczebność	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Min	7,15	721,00	9,40	4,97	93,00	3,40	0,03	4,80	0,01	0,001	0,005	213,50	7,12	40,70	23,46
Max	8,08	823,00	10,90	16,30	222,00	64,00	0,16	36,60	4,53	0,07	1,01	321,00	38,60	136,00	67,80
Średnia arytmetyczna	7,59	748,04	10,08	7,65	137,22	9,86	0,06	9,94	0,32	0,015	0,19	282,33	17,18	90,17	51,13
Mediana	7,58	740,00	10,10	7,32	137,00	6,44	0,05	6,74	0,02	0,007	0,08	281,00	16,57	95,80	54,00
Odchylenie standardowe	0,25	24,62	0,37	2,07	24,75	12,29	0,03	7,93	1,00	0,019	0,26	21,74	6,37	22,86	11,26
Wariancja	0,06	606,13	0,13	4,30	612,74	151,02	8,8x10 ⁻⁴	62,96	1,00	3,5x10 ⁻⁴	0,07	472,75	40,62	522,42	126,78
Rozmierka (Roz-1)															
Liczebność	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	21	22	22	22	22
Min	7,10	701,00	9,30	6,10	89,00	17,50	6,11	2,46	0,008	0,0002	0,0005	207,30	23,60	63,72	27,23
Max	8,08	851,00	11,30	9,01	134,00	28,20	21,30	12,30	0,19	0,019	0,55	307,00	36,00	142,40	52,24
Średnia arytmetyczna	7,65	765,36	10,06	7,22	107,47	22,53	13,47	4,01	0,03	0,006	0,13	266,23	28,30	99,57	44,28
Mediana	7,69	766,00	10,05	7,24	106,55	22,85	13,25	3,41	0,02	0,006	0,05	267,00	27,40	95,09	44,45
Odchylenie standardowe	0,22	32,84	0,49	0,72	10,96	2,61	3,07	2,44	0,05	0,004	0,18	21,59	3,58	16,24	5,72
Wariancja	0,05	1078,62	0,24	0,51	120,18	6,82	9,40	5,95	0,002	1,7x10 ⁻⁵	0,03	466,00	12,80	263,78	32,71

cd. Tab. 3.

Elementy statystyczne	pH [-]	EC [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	T [$^{\circ}\text{C}$]	Twardość ogólna [mval/dm^3]	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	NH ₄	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃
					[mg/dm^3]										
Sucha (Such-1)															
Liczebność	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	21	22	22	22	22
Min	7,44	767,00	9,80	6,90	97,5	23,29	11,70	2,98	0,008	0,001	0,0005	231,20	27,10	85,10	36,80
Max	8,02	863,00	13,90	10,03	150,00	30,90	20,00	10,50	0,16	0,01	0,68	317,00	48,70	125,09	60,20
Średnia arytmetyczna	7,69	809,91	10,90	7,83	112,45	26,94	16,39	4,58	0,03	0,005	0,17	282,94	34,27	105,75	48,32
Mediana	7,71	811,50	10,75	7,59	107,40	26,90	16,55	3,71	0,02	0,006	0,08	282,00	34,14	104,50	47,65
Odchylenie standardowe	0,16	26,80	0,86	0,79	13,59	2,20	2,03	1,68	0,04	0,002	0,22	17,55	4,44	9,00	6,14
Wariancja	0,02	718,18	0,74	0,62	184,63	4,85	4,11	2,82	0,001	$5,8 \times 10^{-6}$	0,05	307,99	19,76	81,02	37,64
Rozmierka – Kronospan (S2) (dawna cement. S2)															
Liczebność	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Min	7,20	643,00	9,90	7,40	105,00	21,20	14,70	1,61	0,008	0,0009	0,005	226,00	33,80	118,00	30,01
Max	7,94	1051,00	17,00	11,10	180,00	31,80	33,10	8,90	0,19	0,04	0,78	324,00	57,80	171,74	58,90
Średnia arytmetyczna	7,67	892,00	11,96	8,75	133,01	25,67	21,51	4,14	0,03	0,007	0,16	297,15	44,19	136,61	39,51
Mediana	7,68	882,00	11,20	8,60	129,61	25,70	19,90	4,43	0,02	0,006	0,08	299,00	44,00	133,00	37,60
Odchylenie standardowe	0,18	84,24	1,97	0,97	21,39	3,05	4,97	1,72	0,04	0,008	0,19	24,16	6,71	15,50	7,08
Wariancja	0,03	7096,18	3,87	0,94	457,54	9,31	24,67	2,97	0,002	$6,55 \times 10^{-5}$	0,04	583,91	45,04	240,37	50,09
Jemielnica (Jem-1)															
Liczebność	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	21	22	22	22	22
Min	7,00	557,00	9,30	2,98	48,00	7,10	3,80	1,99	0,01	0,001	0,0005	171,00	8,79	33,60	24,30
Max	8,06	720,00	14,60	7,27	98,20	28,80	21,10	10,20	0,15	0,1	0,73	248,00	23,30	136,50	100,50
Średnia arytmetyczna	7,69	607,95	10,69	5,68	76,27	22,82	6,83	3,41	0,03	0,12	0,15	212,45	18,64	65,26	58,66
Mediana	7,68	606,50	10,50	5,73	75,10	23,35	5,87	3,18	0,02	0,006	0,05	214,00	18,70	58,95	58,75
Odchylenie standardowe	0,22	34,86	1,03	0,94	11,68	4,73	3,37	1,61	0,04	0,02	0,21	17,63	3,09	23,07	14,77
Wariancja	0,05	1215,47	1,06	0,88	136,53	22,40	11,37	2,60	0,001	$4,4 \times 10^{-4}$	0,04	310,86	9,54	532,20	218,21

cd. Tab. 3.

Elementy statystyczne	pH [-]	EC [$\mu\text{S/cm}$]	T [$^{\circ}\text{C}$]	Twardość ogólna [mval/dm^3]	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	NH ₄	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃
					[mg/dm^3]										
Strzelce Opolskie – oczyszczalnia (124a)															
Liczebność	22	20	9	18	11	9	17	9	19	18	20	9	18	20	20
Min	7,10	1019,00	11,60	6,00	112,80	19,80	63,50	12,00	0,006	0,03	0,005	254,00	49,00	128,00	0,11
Max	7,80	1739,00	19,00	12,65	198,00	33,70	161,00	20,20	8,64	1,75	5,41	400,00	218,00	292,00	9,30
Średnia arytmetyczna	7,43	1306,40	15,41	8,87	143,16	25,18	103,65	16,36	2,34	0,56	1,27	304,27	143,78	213,56	3,26
Mediana	7,40	1296,50	15,90	9,00	144,00	24,60	109,00	16,50	0,63	0,60	0,74	284,00	150,50	214,00	4,00
Odchylenie standardowe	0,18	182,86	2,57	1,44	24,75	4,84	25,23	2,82	2,81	0,46	1,47	53,96	47,66	44,51	2,20
Wariancja	0,03	33439,20	6,59	2,07	612,44	23,39	636,50	7,98	7,87	0,21	2,18	2912,11	2271,66	1981,56	4,84



Rys. 14. Zmienność stężeń NO₃ w poszczególnych studniach i piezometrach ujmujących wody podziemne poziomu wapienia muszlowego w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” (lata 2005-2017)

6.2. Poziom wodonośny retu

Wody podziemne w utworach retu, charakteryzują się z kolei typem hydrochemicznym wapniowo-magnezowo-siarczanowo-wodorowęglanowym Ca-Mg- SO₄-HCO₃. W typowych warunkach mineralizacja tych wód waha się w przedziale 470–640 mg/dm³. Z racji występowania w obrębie skał węglanowych wody charakteryzują się odczynem słabo zasadowym, w granicach pH przeważnie 7,4–7,8 (Tab. 4).

Kluczowe znaczenie dla możliwości wykorzystania wód podziemnych poziomu wodonośnego retu mają stężenia jonów siarczanowych, które są na omawianym obszarze stosunkowo bardzo wysokie, tj. zawierają się w granicach od około 50 mg/dm³ do nawet około 750 mg/dm³ (Tab. 4). Najwyższe stężenia siarczanów stwierdzono w studni bazy PKS, gdzie ich wartość waha się w przedziale 500–750 mg/dm³. Podobnie wysokie stężenia jonów SO₄ są odnotowywane w studni ujęciowej nr 1 w Szymiszowie (400–460 mg/dm³) oraz okresowo

w studni ujęcia Wieża w Strzelcach Opolskich. Źródłem ponadnormatywnych zawartości siarczanów są wkładki gipsów występujące w obrębie węglanowego kompleksu skał retu.

Dodatkowo poziom wodonośny retu stanowi główne źródło ponadnormatywnych zawartości siarczanów w studniach ujęcia w Kosicach, zarówno zlokalizowanych w utworach wapienia muszlowego (Kosice 2A – około 170–290 mg/dm³ oraz Kosice 3A – około 530–880 mg/dm³) (Tab. 3), jak i dolnego i środkowego pstrego piaskowca (Kosice 4A – około 320–620 mg/dm³ oraz Kosice 5A – około 300–660 mg/dm³) (Tab. 5).

6.3. Poziom wodonośny dolnego i środkowego pstrego piaskowca

Wody podziemne w utworach dolnego i środkowego pstrego piaskowca, charakteryzują się z kolei typem hydrochemicznym wapniowo-magnezowo-wodorowęglanowo-siarczanowym Ca-Mg-HCO₃-SO₄⁻. Zazwyczaj mineralizacja tych wód jest stosunkowo niska i zawiera się w granicach 170–290 mg/dm³, co wynika z piaskowcowego charakteru skał wodonośnych. Wody charakteryzują się odczynem słabo zasadowym, w granicach pH 7,5–8,1.

Skład chemiczny odmienny od przedstawionego powyżej stwierdza się w rejonie Strzelec Opolskich tylko w przypadku wód ze studni wykonanych do utworów dolnego i środkowego pstrego piaskowca w miejscowości Kosice (studnie 4A i 5A). W wyniku dopływu wysokosiarczanowych wód z utworów retu, w wymienionych studniach stwierdza się typ hydrochemiczny wapniowo-magnezowo-siarczanowo-wodorowęglanowy (Ca-Mg-SO₄-HCO₃) a stężenia jonów siarczanowych zawierają się w graniach 300–550 mg/dm³ (Tab. 5). Ponadto w wodach tych stwierdza się także ponadnormatywne stężenia żelaza i magnezu (Kosice – studnie 5A i 4A oraz Szymiszów), a także manganu w Jemelnicy (st. 3), Błotnicy Strzeleckiej (st. 3) oraz w Brzezinach (st. 1).

Tab. 4. Elementy statystyczne wybranych składników chemicznych charakteryzujących poziom wodonośny retu (na podst. studni i piezometrów sieci monitoringu Kopalni Wapieni „Strzelce Opolskie)

Elementy statystyczne	pH [-]	EC [μS/cm]	T [°C]	Twardość ogólna [mval/dm ³]	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	NH ₄	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃
					[mg/dm ³]										
Wszystkie punkty monitoringowe															
Liczebność	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	83	84	84	84	84
Min	6,87	730,00	6,10	4,70	91,91	6,50	0,02	0,01	0,006	0,0004	0,0005	178,00	6,33	40,22	0,01
Max	8,21	1510,00	14,60	20,96	252,00	104,00	24,40	16,70	1,15	0,17	1,03	332,00	54,60	746,00	113,00
Średnia arytmetyczna	7,65	956,45	10,99	10,09	140,72	38,48	9,47	4,15	0,14	0,012	0,16	274,74	25,31	239,77	43,65
Mediana	7,68	829,00	11,00	16,60	127,4	25,20	7,12	2,30	0,02	0,006	0,08	294,50	26,05	128,85	45,35
Odchylenie standardowe	0,27	250,21	1,17	4,11	35,93	29,33	6,73	3,71	0,21	0,02	0,23	40,41	11,90	220,18	31,89
Wariancja	0,07	62607,34	1,36	16,93	1291,49	860,22	45,30	13,77	0,05	0,0004	0,05	1633,18	141,73	48479,94	1017,00
Baza PKS (PKS-1)															
Liczebność	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Min	7,31	1272,00	9,60	14,58	166,00	61,64	0,02	2,10	0,012	0,006	0,005	265,30	6,33	507,92	0,02
Max	8,10	1510,00	14,60	20,96	252,00	104,00	4,15	8,66	0,80	0,07	1,03	332,00	13,10	746,00	3,69
Średnia arytmetyczna	7,69	1374,75	11,88	16,69	195,39	84,41	3,41	2,89	0,28	0,018	0,26	296,22	9,44	603,38	0,48
Mediana	7,72	1374,50	11,75	16,16	187,50	84,40	3,60	2,54	0,23	0,016	0,11	295,00	9,58	603,85	0,20
Odchylenie standardowe	0,23	50,24	1,45	1,89	24,89	9,78	0,90	1,39	0,19	0,014	0,34	12,21	1,78	66,71	0,82
Wariancja	0,05	2524,72	2,10	3,57	619,85	95,65	0,81	1,93	0,03	0,0002	0,11	149,10	3,16	4450,70	0,67
Kalinowice st. 1 (Kal-1a)															
Liczebność	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	21	22	22	22	22
Min	7,00	731,00	9,40	6,80	109,00	13,70	5,55	1,37	0,006	0,0006	0,005	220,10	21,80	40,22	45,50
Max	8,21	833,00	12,20	9,45	153,00	30,80	10,60	9,68	0,04	0,015	0,55	327,00	39,40	102,00	110,00
Średnia arytmetyczna	7,61	775,77	10,45	7,72	124,58	18,20	7,40	2,38	0,019	0,006	0,11	290,20	27,26	60,93	76,84
Mediana	7,61	779,00	10,30	7,60	123,00	17,70	7,27	2,06	0,02	0,006	0,05	293,00	26,20	61,55	77,00
Odchylenie standardowe	0,24	22,34	0,71	0,83	12,81	3,66	1,36	1,66	0,008	0,003	0,15	19,60	4,20	13,06	12,92
Wariancja	0,06	499,14	0,50	0,68	164,25	13,41	1,85	2,75	6,14x10 ⁻⁵	1x10 ⁻⁵	0,02	384,16	17,66	170,58	167,08

cd. Tab. 4.

Strzelce Opolskie – Wieża – 2 (W-2)															
Liczebność	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Min	7,04	776,00	10,40	4,70	91,91	27,20	4,64	0,01	0,012	0,0005	0,02	239,50	18,90	76,82	24,43
Max	8,07	1099,00	12,20	10,10	159,61	39,70	19,10	2,04	0,036	0,01	0,42	316,00	28,70	317,40	45,20
Średnia arytmetyczna	7,64	875,50	11,09	8,75	126,96	33,45	7,66	1,55	0,02	0,006	0,13	300,01	25,24	161,35	36,38
Mediana	7,63	876,50	11,10	9,12	129,00	33,60	7,11	1,67	0,02	0,006	0,075	304,00	25,85	150,50	37,00
Odchylenie standardowe	0,25	73,08	0,43	1,26	15,15	3,17	2,96	0,52	0,006	0,002	0,12	16,45	2,63	51,06	5,79
Wariancja	0,06	5341,44	0,18	1,58	229,53	10,07	8,79	0,27	$3,99 \times 10^{-5}$	$4,68 \times 10^{-6}$	0,01	270,89	6,92	2607,01	33,58
Błotnica Strzelecka st. 1 (BS-1)															
Liczebność	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Min	6,87	730,00	9,40	5,90	98,92	6,50	8,30	1,81	0,01	0,0004	0,0005	178,00	26,50	90,06	29,40
Max	8,06	893,00	12,80	7,99	135,00	23,20	24,40	16,70	0,054	0,17	0,94	256,00	54,60	167,00	113,00
Średnia arytmetyczna	7,70	791,05	10,89	6,89	114,11	14,45	19,85	9,75	0,12	0,017	0,17	211,45	40,31	119,50	62,44
Mediana	7,73	775,00	11,00	6,80	115,00	14,20	20,30	10,10	0,02	0,006	0,05	210,00	39,80	114,00	62,30
Odchylenie standardowe	0,29	41,84	0,78	0,58	10,35	3,01	3,84	2,73	0,16	0,04	0,25	17,55	6,43	18,62	15,48
Wariancja	0,08	1750,35	0,61	0,34	107,19	9,08	14,72	7,47	0,03	0,001	0,06	308,02	41,32	346,54	239,52
Szymiszów st. 1 (Szym-1)															
Liczebność	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Min	6,95	1079,00	6,10	13,07	147,00	69,70	3,30	2,00	0,59	0,006	0,05	305,00	9,80	402,00	0,01
Max	7,65	1165,00	10,70	14,50	181,00	85,50	3,37	2,20	1,15	0,024	0,12	319,00	17,20	464,00	0,50
Średnia arytmetyczna	7,25	1136,33	9,07	13,99	163,50	79,27	3,32	2,07	0,84	0,013	0,07	309,67	12,30	439,67	0,20
Mediana	7,14	1165,00	10,40	14,40	162,50	82,60	3,30	2,00	0,78	0,009	0,05	305,00	9,90	453,00	0,08
Odchylenie standardowe	0,36	49,65	2,57	0,80	17,02	8,41	0,04	0,11	0,28	0,009	0,04	8,08	4,24	33,08	0,26
Wariancja	0,13	2465,33	6,62	0,64	289,75	70,74	0,002	0,01	0,08	$9,3 \times 10^{-5}$	0,002	65,33	18,01	1094,33	0,07

Tab. 5. Elementy statystyczne wybranych składników chemicznych charakteryzujących poziom wodonośny dolnego i środkowego pstręgo piaskowca (na podst. studni i piezometrów sieci monitoringu Kopalni Wapieni „Strzelce Opolskie”)

Elementy statystyczne	pH [-]	EC [μS/cm]	T [°C]	Twardość ogólna [mval/dm ³]	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	NH ₄	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃
					[mg/dm ³]										
Wszystkie punkty monitoringowe															
Liczebność	141	141	141	141	141	141	139	139	141	141	140	141	141	141	141
Min	6,10	210,00	5,40	1,85	26,40	6,10	0,60	0,56	0,008	0,001	0,0005	116,00	0,50	2,57	0,01
Max	8,62	2634,00	17,30	41,32	678,00	106,00	21,40	11,90	22,20	0,51	1,34	368,00	24,20	1890,00	26,40
Średnia arytmetyczna	7,85	603,43	12,61	6,72	94,08	24,52	4,68	2,09	0,81	0,11	0,16	211,54	5,26	172,75	2,77
Mediana	7,89	406,00	12,60	3,99	57,70	13,70	3,87	1,53	0,09	0,02	0,06	217,00	3,48	27,50	0,75
Odchylenie standardowe	0,38	509,52	1,67	7,20	107,90	24,11	3,17	1,83	3,21	0,16	0,21	49,17	4,49	352,34	5,34
Wariancja	0,14	259609,10	2,79	51,79	11642,41	581,44	10,06	3,34	10,33	0,03	0,04	2417,62	20,19	124141,20	28,50
Kosice 5a (Kos-5a)															
Liczebność	21	21	21	21	21	21	21	20	20	21	21	21	21	21	21
Min	6,80	918,00	11,90	10,47	129,40	46,20	1,90	1,20	0,012	0,008	0,005	218,10	4,77	305,00	0,02
Max	8,27	1412,00	13,80	24,80	323,00	106,00	4,51	11,90	1,44	0,057	1,34	298,00	11,50	606,00	4,04
Średnia arytmetyczna	7,62	1249,19	12,96	14,91	191,64	64,93	3,61	2,59	0,36	0,017	0,17	262,49	8,52	530,34	0,88
Mediana	7,57	1337,00	13,10	15,40	198,00	66,00	3,89	2,27	0,25	0,015	0,05	265,00	8,26	561,00	0,76
Odchylenie standardowe	0,30	161,87	0,42	3,09	40,90	13,20	0,65	2,21	0,33	0,01	0,30	15,42	1,99	96,81	0,79
Wariancja	0,09	26201,76	0,18	9,56	1672,83	174,25	0,43	4,92	0,11	9,96x10 ⁻⁵	0,09	237,86	3,95	9372,53	0,63
Kalinowice st. 2 (Kal-2a)															
Liczebność	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Min	7,41	360,00	10,50	3,65	49,57	12,90	1,90	1,24	0,008	0,009	0,005	197,80	1,92	9,87	0,22
Max	8,14	633,00	12,10	6,20	72,30	33,60	4,66	9,82	2,15	0,12	0,49	368,00	11,20	32,25	9,10
Średnia arytmetyczna	7,81	431,80	11,39	4,26	58,35	16,44	3,73	1,95	0,21	0,02	0,14	245,00	6,05	22,77	1,55
Mediana	7,79	413,50	11,35	4,08	57,35	15,05	3,92	1,50	0,06	0,02	0,06	233,50	5,84	22,90	0,81
Odchylenie standardowe	0,18	61,35	0,49	0,62	6,11	4,51	0,67	1,86	0,47	0,02	0,15	38,56	1,08	6,19	2,10
Wariancja	0,03	3763,85	0,24	0,38	37,38	20,31	0,45	3,47	0,22	0,0005	0,02	1487,30	4,35	38,27	4,40

cd. Tab. 5.

Elementy statystyczne	pH [-]	EC [μS/cm]	T [°C]	Twardość ogólna [mval/dm ³]	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	NH ₄	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃
					[mg/dm ³]										
Zbiornik Górny, Dolna st. 1															
Liczebność	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Min	7,74	241,00	10,70	2,16	31,30	7,00	2,08	0,56	0,02	0,006	0,017	134,00	1,27	3,06	0,02
Max	8,38	411,00	11,50	3,96	51,40	17,00	2,46	0,91	0,02	0,006	0,36	232,00	5,00	17,40	16,00
Średnia arytmetyczna	8,13	281,62	11,26	2,61	36,44	9,56	2,20	0,70	0,02	0,006	0,08	158,37	2,06	5,48	5,72
Mediana	8,17	264,50	11,35	2,34	34,05	8,50	2,14	0,67	0,02	0,006	0,05	149,50	1,63	3,62	5,25
Odchylenie standardowe	0,21	55,00	0,29	0,59	6,54	3,33	0,15	0,10	0	9,3x10 ⁻¹⁹	0,11	30,87	1,24	4,90	4,79
Wariancja	0,04	3025,41	0,08	0,35	42,80	11,14	0,02	0,01	0	8,6x10 ⁻³⁷	0,01	953,12	1,54	24,07	22,93
Księży Las 1 (3) (K.Las-1)															
Liczebność	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Min	6,90	252,00	9,80	2,13	31,40	6,80	0,75	0,73	0,012	0,004	0,005	116,00	2,14	5,32	6,15
Max	8,62	413,00	15,20	4,81	68,50	16,80	4,70	8,43	0,13	0,05	0,36	194,00	20,30	105,00	26,40
Średnia arytmetyczna	7,99	355,75	12,47	3,40	52,50	9,54	3,17	1,52	0,03	0,01	0,10	158,94	10,75	28,63	15,49
Mediana	7,97	375,00	12,25	3,47	55,85	9,52	2,91	1,06	0,02	0,006	0,05	156,50	11,30	26,40	14,30
Odchylenie standardowe	0,41	51,43	1,99	0,69	10,62	2,40	0,92	1,87	0,03	9,3x10 ⁻¹⁹	0,12	27,05	4,89	22,55	6,23
Wariancja	0,17	2645,13	3,94	0,48	112,69	5,76	0,85	3,50	0,001	8,6x10 ⁻³⁷	0,01	731,66	23,97	508,34	38,86
Jemielnica st. 3 (Jem-3)															
Liczebność	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	21	22	22	22	22
Min	7,28	458,00	10,20	3,99	58,29	12,50	6,20	1,52	0,012	0,03	0,04	218,10	2,40	26,90	0,02
Max	8,28	483,00	16,10	6,04	82,39	25,20	12,30	7,50	0,86	0,42	1,29	281,00	24,20	116,00	1,78
Średnia arytmetyczna	7,79	468,64	14,58	4,52	65,89	15,03	10,14	2,40	0,48	0,36	0,31	251,78	4,27	41,22	0,36
Mediana	7,82	469,00	14,65	4,33	64,40	13,90	10,60	2,09	0,48	0,40	0,23	255,50	3,18	37,95	0,19
Odchylenie standardowe	0,28	6,61	1,25	0,54	6,99	3,32	1,49	1,21	0,24	0,09	0,27	13,76	4,49	17,66	0,42
Wariancja	0,08	43,67	1,57	0,29	48,94	11,04	2,22	1,46	0,06	0,009	0,08	189,36	20,23	311,81	0,18

cd. Tab. 5.

Elementy statystyczne	pH [-]	EC [μS/cm]	T [°C]	Twardość ogólna [mval/dm ³]	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	NH ₄	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃
					[mg/dm ³]										
Blotnica Strzelecka st 3. (BS-3)															
Liczebność	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Min	7,93	328,00	11,00	2,91	44,20	6,10	4,09	0,82	0,06	0,24	0,197	192,00	1,08	2,57	0,02
Max	8,44	340,00	12,10	3,31	50,00	10,50	5,59	1,45	0,25	0,46	0,52	207,00	2,87	6,60	1,33
Średnia arytmetyczna	8,21	334,37	11,78	3,09	47,74	8,69	4,80	1,21	0,11	0,35	0,28	203,00	1,78	4,06	0,29
Mediana	8,22	334,50	12,00	3,05	48,50	8,75	4,76	1,23	0,10	0,37	0,25	206,50	1,52	3,71	0,12
Odchylenie standardowe	0,19	4,90	0,41	0,17	2,09	1,52	0,43	0,19	0,06	0,07	0,10	5,78	0,60	1,22	0,44
Wariancja	0,04	23,98	0,17	0,03	4,38	2,31	0,18	0,04	0,004	0,005	0,01	33,42	0,36	1,49	0,19
Brzeziny st. 1 (Brzez-1)															
Liczebność	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Min	8,02	223,00	10,10	1,85	26,40	6,50	2,12	1,20	0,02	0,11	0,06	131,00	0,75	3,50	0,07
Max	8,43	308,00	11,70	2,69	37,40	10,00	3,40	5,80	0,09	0,20	0,37	214,00	1,81	6,40	4,90
Średnia arytmetyczna	8,21	266,00	10,99	2,32	33,12	8,09	2,57	2,31	0,04	0,15	0,13	159,00	1,13	4,59	1,65
Mediana	8,20	273,00	11,05	2,35	33,00	8,20	2,41	1,51	0,03	0,15	0,10	154,50	0,91	4,42	1,24
Odchylenie standardowe	0,17	25,87	0,57	0,26	3,66	1,13	0,52	1,70	0,02	0,02	0,10	24,55	0,38	0,85	1,60
Wariancja	0,03	669,43	0,32	0,07	13,40	1,28	0,27	2,90	0,006	0,0006	0,01	602,86	0,14	0,72	2,56
Mleczarnia 1 (OSM-1)															
Liczebność	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Min	7,77	288,00	11,70	2,56	35,00	9,20	0,60	1,26	0,04	0,006	0,005	165,00	1,08	7,90	0,30
Max	8,52	359,00	13,50	3,60	49,87	13,56	3,08	2,33	0,15	0,07	0,36	192,20	1,80	27,83	1,39
Średnia arytmetyczna	8,06	305,17	12,92	2,87	38,86	11,29	2,51	1,47	0,08	0,01	0,09	172,93	1,44	12,79	0,64
Mediana	8,01	300,00	13,05	2,83	38,45	11,25	2,72	1,40	0,07	0,007	0,05	171,00	1,62	11,70	0,51
Odchylenie standardowe	0,27	18,38	0,51	0,27	3,80	1,27	0,67	0,28	0,03	0,02	0,11	7,15	0,26	5,02	0,34
Wariancja	0,07	337,97	0,26	0,07	14,46	1,61	0,45	0,08	0,0008	0,0003	0,01	51,14	0,07	25,24	0,12

cd. Tab. 5.

Elementy statystyczne	pH [-]	EC [μ S/cm]	T [°C]	Twardość ogólna [mval/dm ³]	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	NH ₄	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃
					[mg/dm ³]										
Strzelce Opolskie, Zakład Karny 1 (ZK-1)															
Liczebność	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Min	7,50	210,00	11,10	2,24	29,50	9,16	1,10	0,94	0,008	0,001	0,0005	131,60	0,61	3,17	0,23
Max	8,24	282,00	17,30	3,21	45,20	16,40	5,20	8,03	0,10	0,015	0,35	173,0	9,50	22,12	1,42
Średnia arytmetyczna	7,96	260,27	13,86	2,64	34,96	10,87	2,81	1,88	0,03	0,007	0,06	154,92	2,21	10,10	0,85
Mediana	7,99	263,00	13,60	2,49	33,60	10,34	2,81	1,20	0,02	0,005	0,03	157,00	1,28	5,68	0,86
Odchylenie standardowe	0,22	18,99	1,66	0,36	4,97	4,17	1,04	2,05	0,03	0,005	0,10	12,89	2,52	7,23	0,31
Wariancja	0,05	360,62	2,75	0,13	24,66	5,91	1,08	4,22	0,0008	2,5x10 ⁻⁵	0,01	166,17	6,40	52,34	0,09
Szymiszów st. 2 (Szym-2)															
Liczebność	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Min	6,10	2235,00	5,40	28,20	440,00	76,00	4,58	4,50	13,20	0,44	0,04	183,06	0,50	1450,00	0,01
Max	7,65	2634,00	11,30	41,32	678,00	94,80	21,40	10,60	22,20	0,51	0,19	268,00	4,00	1890,00	0,75
Średnia arytmetyczna	6,92	2485,40	9,48	35,22	561,10	86,54	10,99	6,24	17,17	0,48	0,10	232,53	1,57	1676,20	0,28
Mediana	6,78	2548,00	10,60	35,80	551,90	88,30	10,00	5,00	17,20	0,50	0,07	237,98	1,00	1615,00	0,10
Odchylenie standardowe	0,62	158,68	2,47	4,68	86,87	7,38	6,23	2,52	3,37	0,03	0,06	34,81	1,43	183,43	0,33
Wariancja	0,38	25179,80	6,13	21,90	7546,81	54,46	38,84	6,34	11,38	0,001	0,004	1212,01	2,03	33645,20	0,11
Kosice 4a (Kos-4a)															
Liczebność	10	10	10	10	10	10	9	9	10	10	10	10	10	10	10
Min	7,38	340,00	11,90	4,10	50,43	17,50	1,80	1,47	0,03	0,007	0,0005	170,70	2,21	35,30	0,10
Max	7,90	1400,00	14,30	16,30	213,00	69,00	7,80	3,70	1,21	0,04	1,03	275,00	16,50	623,00	1,18
Średnia arytmetyczna	7,68	820,50	13,03	9,08	118,94	38,32	4,07	2,16	0,22	0,02	0,14	222,75	8,64	264,14	0,56
Mediana	7,75	740,00	13,00	7,34	95,62	31,19	4,19	2,08	0,10	0,02	0,04	219,00	8,70	204,69	0,50
Odchylenie standardowe	0,19	469,75	0,69	5,39	71,67	22,16	1,63	0,63	0,35	0,009	0,31	38,87	5,56	243,28	0,34
Wariancja	0,04	220661,60	0,47	29,02	5137,38	491,22	2,68	0,39	0,13	9,97x10 ⁻⁵	0,09	1510,74	30,92	59183,22	0,12

7. WSKAZANIE PRZEWIDYWANEJ GŁĘBOKOŚCI EKSPLOATACJI ZŁOŻA

7.1. Charakterystyka systemów eksploatacyjnych

Wydobywanie wapienia w rejonie Strzelce Opolskich ma bardzo długą tradycję i było prowadzone już od początku XX wieku. Aktualnie właścicielem kopalni wapienia „Strzelce Opolskie” jest firma Górażdże Cement S.A., wchodząca w skład Grupy Górażdże, powiązanej kapitałowo z koncernem Heidelberg Cement.

Wydobycie kopaliny głównej, którą stanowi wapień triasowy (górażdzańskie, terebratulowe, karchowickie i diploporowe), odbywa się sposobem odkrywkowym, wgłębnym, systemem ścianowym względnie zabierkowym, metodami strzelniczymi, przy użyciu materiałów wybuchowych, lub mechanicznie.

Eksploatacja odkrywkowa objęła początkowo 3 poziomy kopalni: poziom I (+202 m n.p.m.), II (+190 m n.p.m.) i III (+180 m n.p.m.). Jednocześnie planowano wykonanie dodatkowo jeszcze dwóch poziomów wydobywczych IV (+168 m n.p.m.) oraz V (+155 m n.p.m.). W wyniku ograniczonego zapotrzebowania na kamień wapienny, w związku z zaprzestaniem produkcji w zakładach wapienniczych „Strzelce Opolskie” (obecnie ZW Lhoist S.A.), konieczne stało się ograniczenie mocy wydobywczych kopalni i kosztów jej odwadniania. W związku z powyższym w maju 2003 r. podjęto decyzję o zatopieniu III poziomu kopalni do rzędnej około +188,5 m n.p.m. (Rys. 15). Obecnie system eksploatacji wapienia obejmuje zatem dwa poziomy: poziom I i poziom II, z aktualną głębokością eksploatacji złoża wynoszącą ok. +190 m n.p.m. na spągu II poziomu. Udokumentowana rzędna głębokości złoża wynosi +155,0 m n.p.m., do spągu warstw górażdzańskich.

Działalność wydobywcza kopalni wapienia „Strzelce Opolskie” odbywa się w granicach obszaru górniczego „Strzelce Opolskie I” o powierzchni OG 229 ha 5900 m². Z kolei powierzchnia terenu górniczego, jest znacznie większa i wynosi TG 922 ha 8900 m², co wynika bezpośrednio z objęcia nim otoczenia składu materiałów wybuchowych.

Nadkład jest przyzwoity i wywożony na zwałowisko wewnętrzne zlokalizowane w południowo-wschodniej części wyrobiska. Nieużyteczny materiał skalny związany jest z występowaniem w złożu utworów wypełniających formy krasowe (leje i kawerny) w obrębie wapieni triasowych, jak również pochodzi z przeróbki mechanicznej eksploatowanego surowca. Deponowanie nieużytecznego materiału skalnego, prowadzone jest zgodnie z dokumentacją techniczną zwałowisk.



Rys. 15. Zdjęcie Kopalni Wapieni „Strzelce Opolskie” z widokiem na zbiornik wodny powstały poprzez zatopienie poziomu III

Materiał urabiany w Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” jest ładowany bezpośrednio do lejów zasypowych mobilnych zakładów przeróbczych przy pomocy koparek i ładowarek.

Główne asortymenty produkowane w kopalni „Strzelce Opolskie” obejmują: piasek wapienny łamany / kruszywo drobne – 0/2 mm, grysy wapienne / kruszywo grube – 2/16 mm, 31,5/63 mm, mieszanki wapienne / kruszywo o uziarnieniu ciągłym – 0/31,5 mm, 0/63 mm oraz kruszywo wapienne niesortowalne.

Średnie roczne wydobycie surowca wapiennego, w okresie ostatnich kilku lat waha się w kopalni „Strzelce Opolskie” w granicach 400–600 tys. ton. W przeszłości wielkość wydobycia była, jednakże znacząco wyższa i osiągała nawet około 2 mln ton.

7.2. Przyjęte warianty eksploatacji złoża – scenariusze odwadniania kopalni

W związku z dalszą działalnością eksploatacyjną kopalni „Strzelce Opolskie” i związanym z tym odwadnianiem złoża rozważa się dwa scenariusze eksploatacji złoża, wynikające z zatopienia poszczególnych poziomów eksploatacyjnych kopalni:

Scenariusz 1: kontynuacja obecnego zakresu eksploatacji - poziom eksploatacji na rzędnej spągu wyrobiska II poziomu wynoszącej + 190 m n.p.m. Scenariusz ten obejmuje utrzymanie obecnego poziomu zwierciadła wody na rzędnej odwadniania kopalni wynoszącej ok. +188,5 m n.p.m.

Scenariusz 2: poziom eksploatacji na rzędnej spągu wyrobiska obecnego I poziomu wynoszącej +200 m n.p.m. Scenariusz ten obejmuje zatopienie poziomu II kopalni i tym samym podniesienie zwierciadła wody o ok. 10 m w stosunku do aktualnej rzędnej odwadniania kopalni (+188,5 m n.p.m.), tj. do rzędnej około +198,5 m n.p.m. Scenariusz ten jest związany z całkowitą likwidacją eksploatacji złoża na poziomie II i z wydobyciem kopaliny wyłącznie na poziomie I kopalni.

8. HYDROGEOLOGICZNY MODEL NUMERYCZNY REJONU KOPALNI WAPIENIA „STRZELCE OPOLSKIE”

8.1. Charakterystyka oprogramowania przyjętego do obliczeń i uzasadnienie wyboru

Komputerowe modelowanie warunków występowania i przepływu wód podziemnych należy obecnie do głównych narzędzi badawczych stosowanych do rozwiązywania skomplikowanych problemów hydrogeologicznych. Wykorzystując specjalistyczne programy komputerowe (np. najpopularniejszy Visual MODFLOW) przygotowuje się wirtualny model rzeczywistego obiektu jakim jest w tym przypadku warstwa wodonośna lub często układ połączonych z sobą warstw wodonośnych.

Visual MODFLOW jest obecnie najpopularniejszym i najpowszechniej stosowanym programem do modelowania w hydrogeologii. Program ten został stworzony przez firmę Schlumberger Water Services (dawniej Waterloo Hydrogeologic), światowego lidera w dziedzinie oprogramowania dla specjalistów w dziedzinie nauk środowiskowych stosowanych. Wykorzystuje w obliczeniach program MODFLOW (tzw. silnik numeryczny) opracowany przez specjalistów z USGS. Program ten jest stale modyfikowany, a Visual MODFLOW w zasadzie jest nakładką na program MODFLOW, służącą do przygotowania danych wejściowych oraz wizualizacji wyników symulacji.

Zaletą programu jest stosunkowa łatwość obsługi oraz zastosowanie czytelnych procedur definiowania parametrów modelu i warunków brzegowych. Obecnie, program ten dostępny jest w dwóch wersjach różniących się graficznym interfejsem użytkownika (GUI):

- w wersji klasycznej, znanej od kilkadziesiąt lat – **Classical User Interface**;
- w wersji nowej – **Flex Interface**.

Program posiada czytelny i przejrzysty interfejs, z wyraźnym podziałem na moduł wprowadzania/edytowania danych, wykonywania obliczeń oraz wizualizacji wyników (*Input, Run, Output*) jednak z ograniczonymi możliwościami zakresie wizualizacji wyników oraz współpracy z programami typu GIS.

Z uwagi na stopień skomplikowania budowy geologicznej w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” oraz złożoność zagadnienia związanego prognozowaniem wpływu zmiany poziomów eksploatacji kopalni na środowisko wodne, w tym na sąsiadujące ujęcia modelowanie numeryczne z wykorzystaniem program MODFLOW wydaje się uzasadnione. Ze względu na powszechność stosowania oprogramowania Visual MODFLOW

i ciągle pracy nad jego aktualizacją i ulepszeniem jest on najlepszym narzędziem do wykonania założonych prognoz i oceny ich wpływu na środowisko w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”.

8.2. Konceptualny model hydrogeologiczny rejonu badań

Wirtualny, komputerowy model systemu wodonośnego powinien odwzorowywać w miarę możliwości realne warunki hydrogeologiczne, stąd na etapie jego wykonywania należy uwzględnić aktualny stan wiedzy w tym zakresie a nawet przeprowadzić dodatkowe badania uszczegółowujące. Kluczowe znaczenie ma zgromadzenie danych dotyczących: (i) jednostek hydrogeologicznych, (ii) granic obszaru (zasilanie, rzeki, jeziora), (iii) kierunków przepływu wód podziemnych, (iv) parametrów hydrogeologicznych (współczynniki filtracji, miąższość, współczynniki odsączalności grawitacyjnej i sprężystej itp.), (v) wydajności poszczególnych studni (w tym ich lokalizację, głębokość, zafiltrowanie, wielkość poboru), (vi) poziomu zwierciadła wody podziemnej oraz (vii) informacji o rodzaju wzajemnych kontaktów pomiędzy poszczególnymi piętrami wodonośnymi. Określenie tych parametrów, składających się na model konceptualny dla rozwiązania konkretnego problemu, jest jednym z najistotniejszych etapów w procesie modelowania. Błędne założenia modelu konceptualnego prowadzą do przyjęcia błędnych hipotez, czego następstwem jest błędny model numeryczny i symulacje na nim przeprowadzone.

Nie jest oczywiście możliwe dokładne odwzorowanie realnych warunków hydrogeologicznych z racji ich znacznej komplikacji i często słabego rozpoznania. Budowa modelu numerycznego wymusza pewien stopień schematyzacji warunków hydrogeologicznych i założeń upraszczających. Często w przypadku braku danych dotyczących pewnych elementów środowiska wodnego (np. wielkości infiltracji, ucieczek wody z rzek, rodzaju kontaktów hydraulicznych pomiędzy piętrami wodonośnymi czy granic zlewni podziemnej) przyjmuje się pewne arbitralne założenia, które na drodze symulacji komputerowej mogą zostać zweryfikowane.

Model konceptualny jest sumą zgromadzonych danych hydrogeologicznych, przyjętych założeń upraszczających i testowanych hipotez. Jakość modelu zależy bezpośrednio od wiedzy i zrozumienia warunków hydrogeologicznych rejonu badań przez wykonujących badania modelowe. Weryfikacja modelu konceptualnego odbywa się poprzez wykonanie obliczeń symulacyjnych i porównanie uzyskanych wyników (np. mapy hydroizohips, linii prądu, czasu przepływu wody) z wartościami uzyskanymi na drodze

pomiarów wykonanych dla rzeczywistego górotworu. Brak zgodności czy też duże rozbieżności wyników symulacji komputerowych z danymi rzeczywistymi wskazują na niską jakość przygotowanego modelu konceptualnego, który nie uwzględnia istotnych dla kształtowania się warunków hydrogeologicznych procesów, stworzony został na podstawie błędnych założeń lub przypisano mu niemiernodajne parametry hydrogeologiczne.

Modelowanie warunków występowania i przepływu wód podziemnych w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” jest stosunkowo trudnym zadaniem, z uwagi na fakt znacznego skomplikowania jego budowy geologicznej oraz występowania w jego obrębie kilku eksploatowanych ujęć.

Model konceptualny warunków hydrogeologicznych w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” został oparty na wynikach wieloletnich badań środowiska wodnego na tym obszarze, w tym związanych z udokumentowaniem złoża wapieni a następnie z jego eksploatacją.

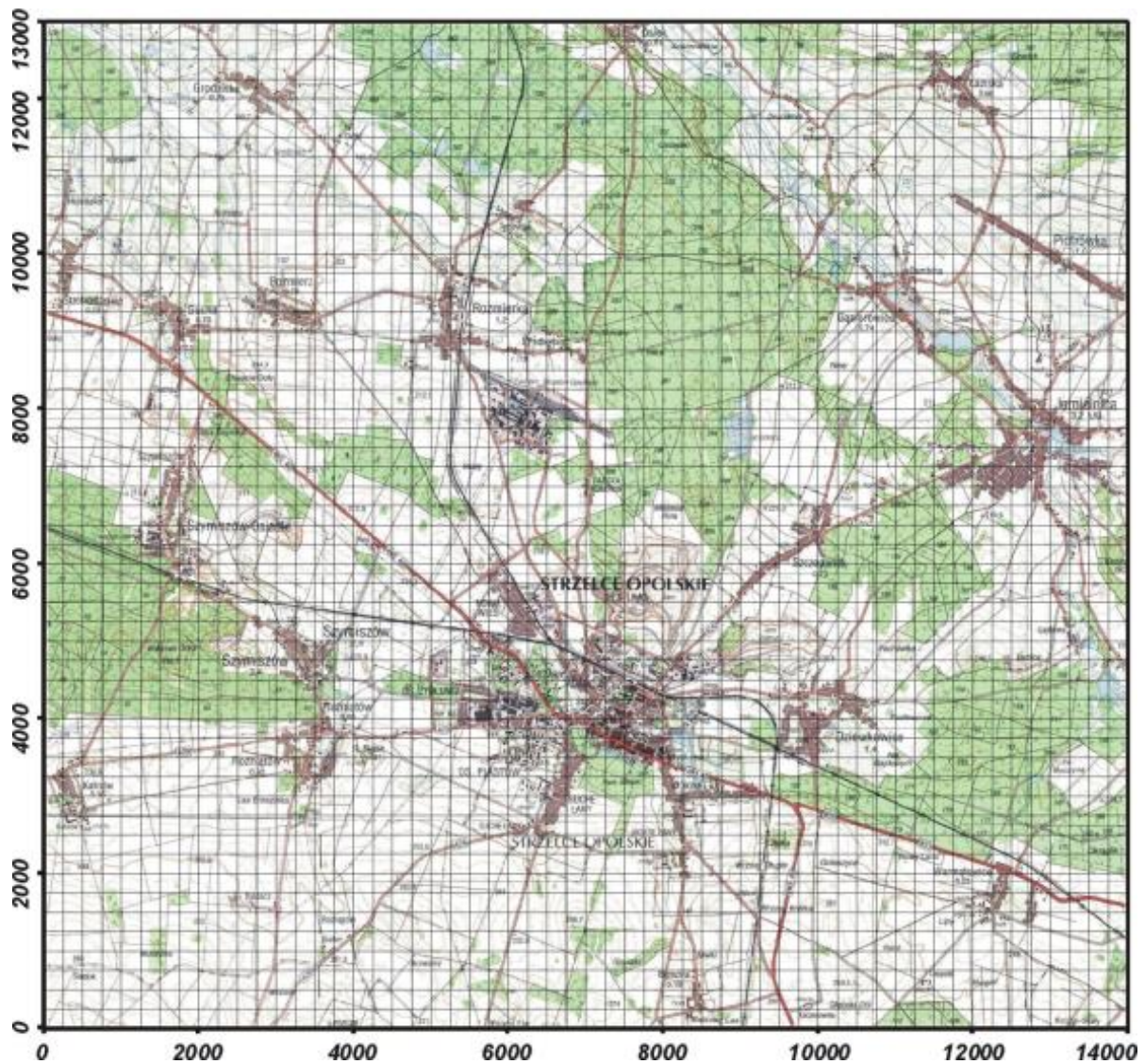
Kluczowe znaczenie na etapie modelowania miało odwzorowanie możliwie jak najdokładniej skomplikowanej budowy geologicznej oraz morfologii powierzchni terenu omawianego obszaru. Na modelu odwzorowane zostały wszystkie istotne z punktu widzenia warunków hydrogeologicznych struktury. Największe znaczenie mają w tym względzie słabo przepuszczalne utwory zaliczane do warstw gogolińskich oraz terebratulowych.

8.3. Charakterystyka modelu numerycznego

8.3.1. *Struktura modelu*

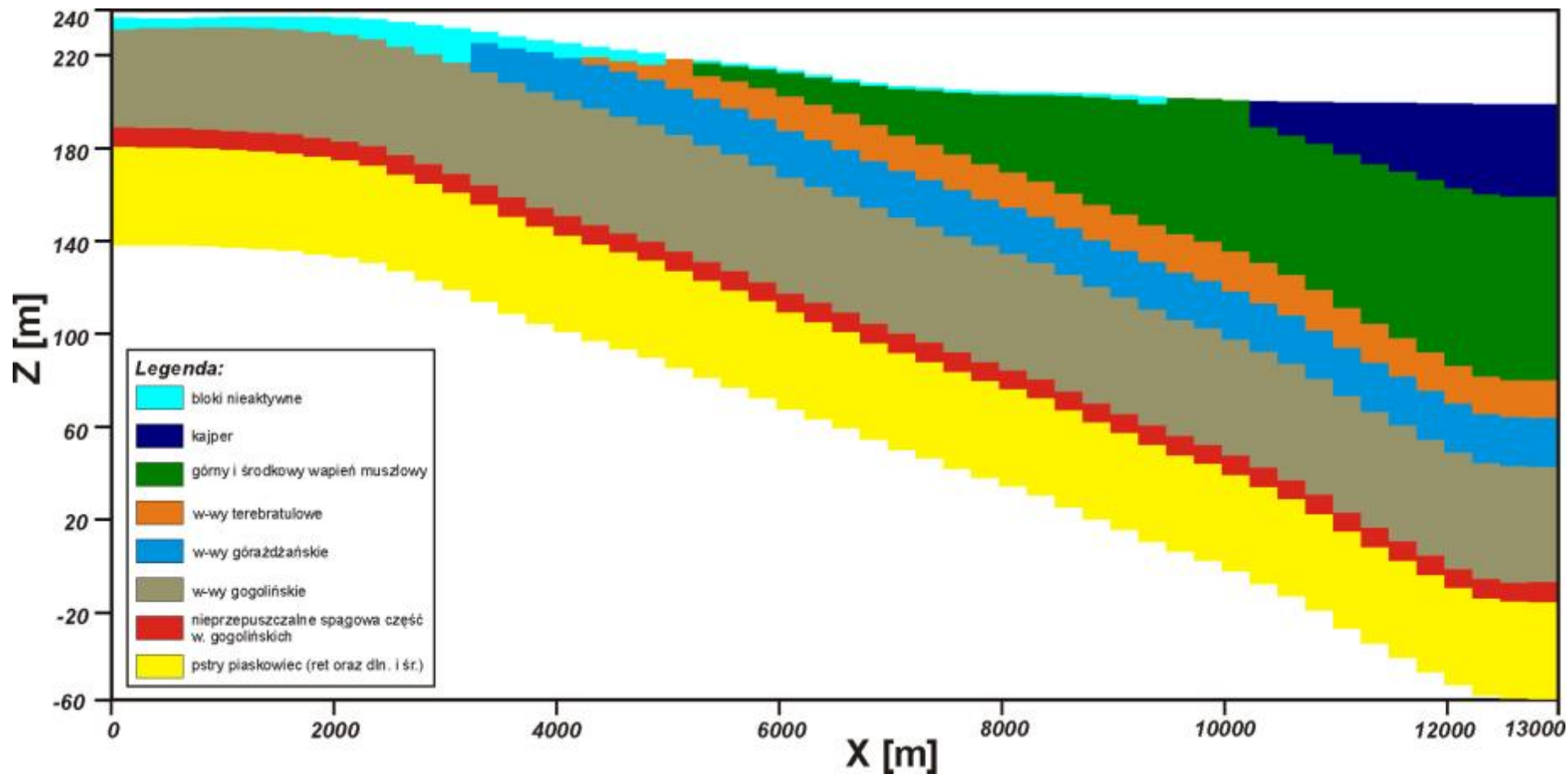
Badaniami modelowymi objęty został obszar o dobrym rozpoznaniu warunków hydrodynamicznych i hydrochemicznych położony w otoczeniu Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”. Rozciąga się on od rzeki Jemielnicy i Centawki na wschodzie po rejon miejscowości Roźniątów, Szymiszów i Sucha na zachodzie. Na kierunku północ-południe model numeryczny objął swym zasięgiem obszar nieco na południe od Strzelec Opolskich po miejscowości Grodzisko, Osiek i Gąsiorowice. Granica badań modelowych pokrywa się zasadniczo z zasięgiem prowadzonych badań monitoringowych.

Obszar badań modelowych o wymiarach 14 km × 13 km i powierzchni 182 km² został podzielony na kwadratowe bloki obliczeniowe o wymiarach boku równych 250 m (Rys. 16). Ogólna liczba bloków obliczeniowych osiągnęła dla siatki złożonej z 56 kolumn oraz 52 wierszy, łącznie 2912 (w jednej warstwie).



Rys. 16. Schemat dyskretyzacji obszaru badań modelowych

Do konstrukcji modelu górotworu triasowego w rejonie Strzelec Opolskich wykorzystano dane z około 30 otworów wiertniczych, głównie stanowiących obecnie punkty sieci monitoringowej wokół kopalni wapienia. Zakres wykorzystanych danych obejmował rzędną powierzchni terenu oraz rzędne wydzieleni litologicznych z dostępnych kart otworów. W celu lepszego odwzorowania budowy geologicznej obszaru badań modelowych wykorzystane zostały dane o wydzieleniach litologicznych w głębokich otworach geologicznych przedstawionych na arkuszu Strzelce Opolskie, Mapy geologicznej Polski w skali 1:50000. W oparciu o przedstawione dane został przygotowany numeryczny model górotworu triasowego złożony z 7 warstw modelowych, odwzorowujących istotne z punktu widzenia opisu warunków hydrogeologicznych rejonu Strzelce Opolskich wydzielenia litologiczne (Rys. 17).



Rys. 17. Przykładowy przekrój przez numeryczny model górotworu triasowego na kierunku południe – północ

8.3.2. Warunki brzegowe

Model hydrogeologiczny rejonu kopalni „Strzelce Opolskie” ma charakter lokalny stąd nie jest oparty na granicach geologicznych za wyjątkiem zlokalizowanej w południowej części strefy wychodni poszczególnych warstw triasowych. W związku z występowaniem generalnych przepływów wód podziemnych w piętrze triasowym z kierunku wschodniego do doliny rzeki Odry model ma dwie istotne granice wschodnią i zachodnią. Przebiegają one odpowiednio, mniej więcej po rzece Jemielnicy oraz po zachodniej granicy obszaru modelowego, przyjętej w rejonie Szymiszowa. Obydwie granice modelowano warunkiem brzegowym I rodzaju $H=const.$ (*Constant Head* w programie Visual MODFLOW).

Zasilanie z opadów atmosferycznych modelowano warunkami II rodzaju $Q=const.$ (*Recharge* w programie Visual MODFLOW). Założono zasilanie z infiltracji opadów atmosferycznych w wysokości 120 mm na cały obszar modelowań. Wartość ta została przypisana pierwszej aktywnej komórce idąc od góry modelu.

Drenaż piętra triasowego przez studnie ujęciowe położone w rejonie Strzelec Opolskich modelowano przy użyciu warunków II rodzaju $Q=const.$ (*Pumping Well* w programie Visual MODFLOW). Dane dotyczące szczegółowej budowy studni oraz wielkości ich poboru uzyskane zostały na podstawie dostępnych kart geologiczno-wiertniczych poszczególnych otworów.

Drenaż piętra triasowego przez kopalnię wapienia „Strzelce Opolskie” modelowano przy użyciu warunków brzegowych III rodzaju $Q=f(H)$ (*Drain* w programie Visual MODFLOW) odwzorowując wyrobisko odkrywkowe w postaci sieci poziomych drenów o wysokości dna na poziomie odwadniania wyrobiska. Bloki pełniące funkcję drenów umieszczono na obszarze o rozmiarach większych od wyrobisk kopalni, biorąc pod uwagę potencjalne występowanie w tym rejonie kanałów krasowych o znacznej przewodności.

8.3.3. Parametry hydrogeologiczne

Parametry modelu przyjęte w początkowym etapie jego konstrukcji zostały dotarowane do ostatecznych wartości na podstawie procedury kalibracyjnej modelu. Polegała ona na dopasowaniu, w miarę możliwości jak najbardziej dokładnym kształtu zwierciadła wody i dopływów do systemu odwadniania kopalni wapienia „Strzelce Opolskie” do rzeczywistych danych pomiarowych.

Parametry modelu użyte tylko w pakiecie MODFLOW przedstawiono w Tab. 6. Wartości współczynników filtracji są zbliżone zarówno do podawanych w literaturze jak

również do przyjmowanych przez J. Kryzę w modelu numerycznym rejonu Strzelec Opolskich oraz w regionalnym modelu całego triasu opolskiego (Kryza J., 2001). Nie wykraczają również poza ramy wyznaczone przez archiwalne wyniki próbnych pompowań dla otworów w rejonie Strzelec Opolskich. W prowadzonych badaniach modelowych starano się nie zmieniać znacząco parametrów hydrogeologicznych w poszczególnych warstwach modelu ani nie wprowadzać stref o nieuzasadnionych różnicach w ich wartościach.

Tab. 6. Parametry wykorzystane w modelu hydrogeologicznym rejonu Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”

Litologia warstwy	Współczynnik filtracji [m/s]	Współczynnik odsączalności [-]
Czwartorzęd	$1,0 \times 10^{-4}$	0,25
Kajper	$1,0 \times 10^{-8}$	< 0,001
Górny i środkowy wapień muszłowy	$1,0 \times 10^{-3} \div 5,0 \times 10^{-4}$	0,075
Warstwy terebratulowe	$1,0 \times 10^{-7} \div 1,0 \times 10^{-8}$ w oknach hydrogeologicznych parametry jak dla horyzontu górnego i dolnego	0,001 w oknach hydrogeologicznych parametry jak dla horyzontu górnego i dolnego
Warstwy górażdzańskie	$1,0 \times 10^{-3} \div 8,0 \times 10^{-5}$	0,030
Warstwy gogolińskie	$5,0 \times 10^{-6} \div 8,0 \times 10^{-5}$	0,0075
Nieprzepuszczalne osady margliste w spągu warstw gogolińskich	$1,0 \times 10^{-8}$	< 0,001
Pstry piaskowiec (cały)	$5,0 \times 10^{-6}$	0,020

W konstrukcji modelu numerycznego uwzględniono w części niskie wartości porowatości otwartej i współczynnika odsączalności uzyskane w trakcie laboratoryjnych badań hydrogeologicznych własności matrycy skał triasowych z rejonu opolskiego wykonanych przez autorów dokumentacji.

Wyniki badań modelowych zostały szczegółowo omówione w kolejnych dwóch rozdziałach niniejszej dokumentacji, w aspekcie odtworzenia aktualnego stanu warunków wodnych w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” (scenariusz 0), jak również w kontekście prognozowania zmian warunków wodnych z tytułu zmiany poziomu eksploatacji złoża i tym samym poziomu jego odwodnienia do rzędnej +188,5 m n.p.m. (scenariusz 1) oraz +198,5 m n.p.m. (scenariusz 2).

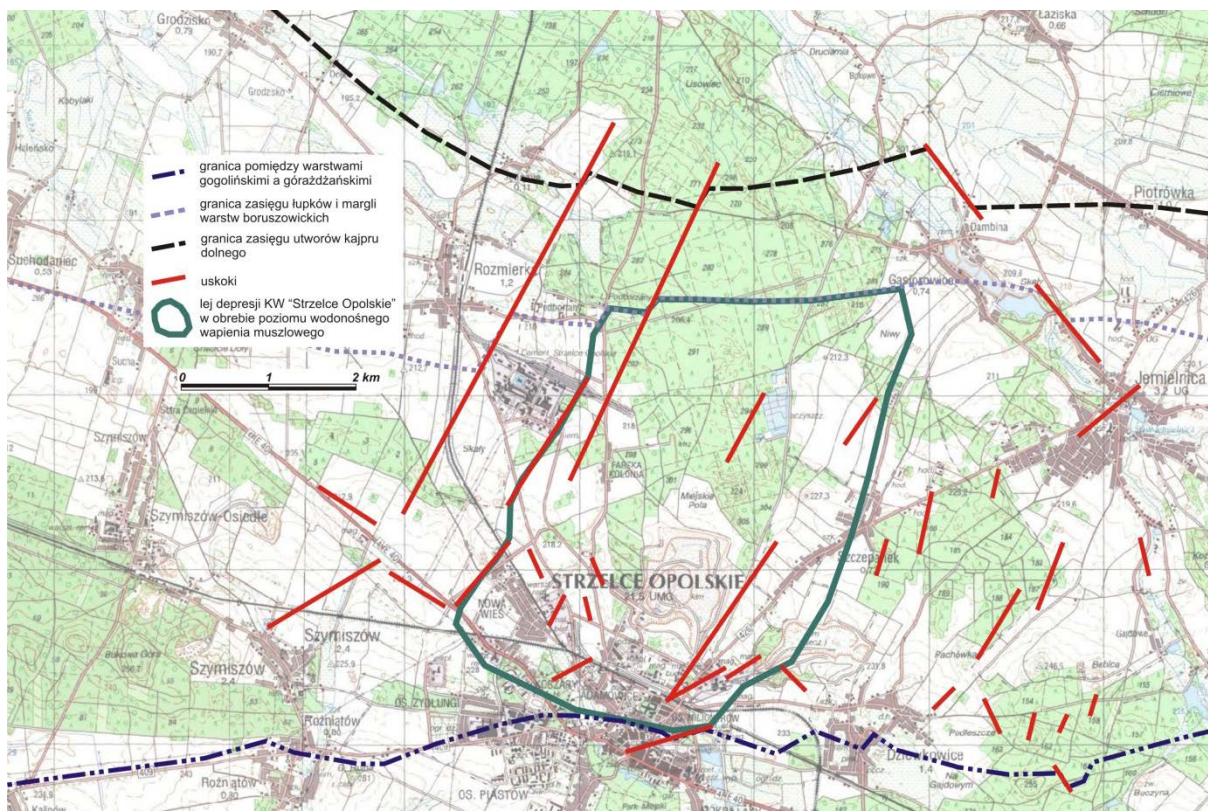
8.4. Aktualny stan hydrodynamiczny w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”

Aktualne warunki hydrodynamiczne w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”, kształtują się obecnie pod silnym wpływem drenażu, wynikającym nie tylko z działalności odwodnieniowej samej kopalni, ale także licznych studni ujęciowych, w tym zaopatrujących mieszkańców miasta i gminy Strzelce Opolskie w wodę, które mają istotny wpływ na ciśnienie wód podziemnych w piętrze triasowym. Sama działalność odwodnieniowa kopalni, ze względu na jej stopień zawodnienia, może być porównana z głębokimi kopalniami podziemnymi prowadzącymi drenaż wodonośnego górotworu z dużo większymi wartościami depresji.

Ukształtowany pod wpływem wspomnianych obiektów układ zwierciadła wód podziemnych w piętrze triasowym jest częściowo możliwy do określenia na podstawie wyników kompleksowych badań monitoringowych podjętych przez firmę Górażdże Cement, właściciela kopalni „Strzelce Opolskie”, w 1999 roku oraz na podstawie wykonanych dla potrzeb niniejszej dokumentacji badań modelowych.

Mapa zwierciadła wód podziemnych w poziomie wodonośnym wapienia muszlowego stanowi załącznik nr 2 do niniejszej dokumentacji hydrogeologicznej.

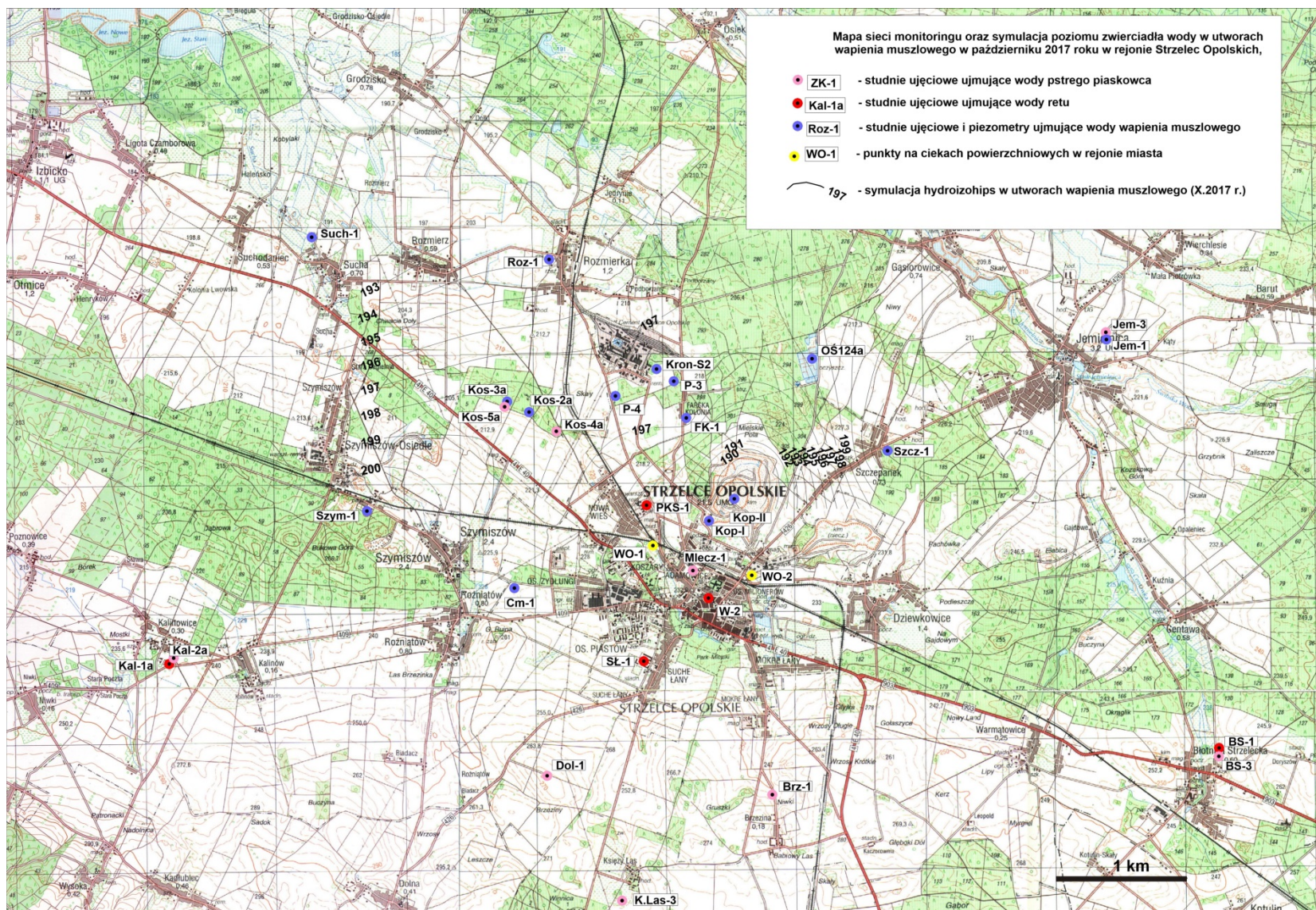
Aktualny zasięg leja depresji Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” został przedstawiony na rys. 18. Obejmuje swym zasięgiem obszar położony pomiędzy Strzelcami Opolskimi na południu a miejscowościami Rozmierka i Jędrnie na północy. Strefa obniżonego zwierciadła wód w poziomie wapienia muszlowego, związana z odwadnianiem kamieniołomu „Strzelce Opolskie” sięga od północnej granicy wychodni warstw gogolińskich do południowej granicy wychodni łupków i margli warstw boruszowickich. Lej depresji ma rozmiary w przybliżeniu około 3,4 km x 5,1 km i powierzchnię 17,63 km² (Rys. 18). Jego kształt wynika bez pośrednio z występowania struktur geologicznych: uskoków na wschodzie i zachodzie oraz wychodni warstw telebratulowych na południu. Swoim kształtem i rozmiarem lej depresji omawianej kopalni jest zbliżony do przedstawionego w sprawozdaniu z badań monitoringowych za 2017 r. (Rys. 19). Aktualnie poziom rzędnej odwodnienia wyrobiska kopalni wynosi +188,5 m n.p.m., a obniżenie poziomu zwierciadła wód podziemnych w rejonie kopalni wynosi ok. 17–18,0 m, przy założeniu, że naturalny poziom zwierciadła wód podziemnych w rejonie wyrobiska (czyli okresu przed rozpoczęciem odwadniania górotworu) wynosi +205 do 206 m n.p.m.



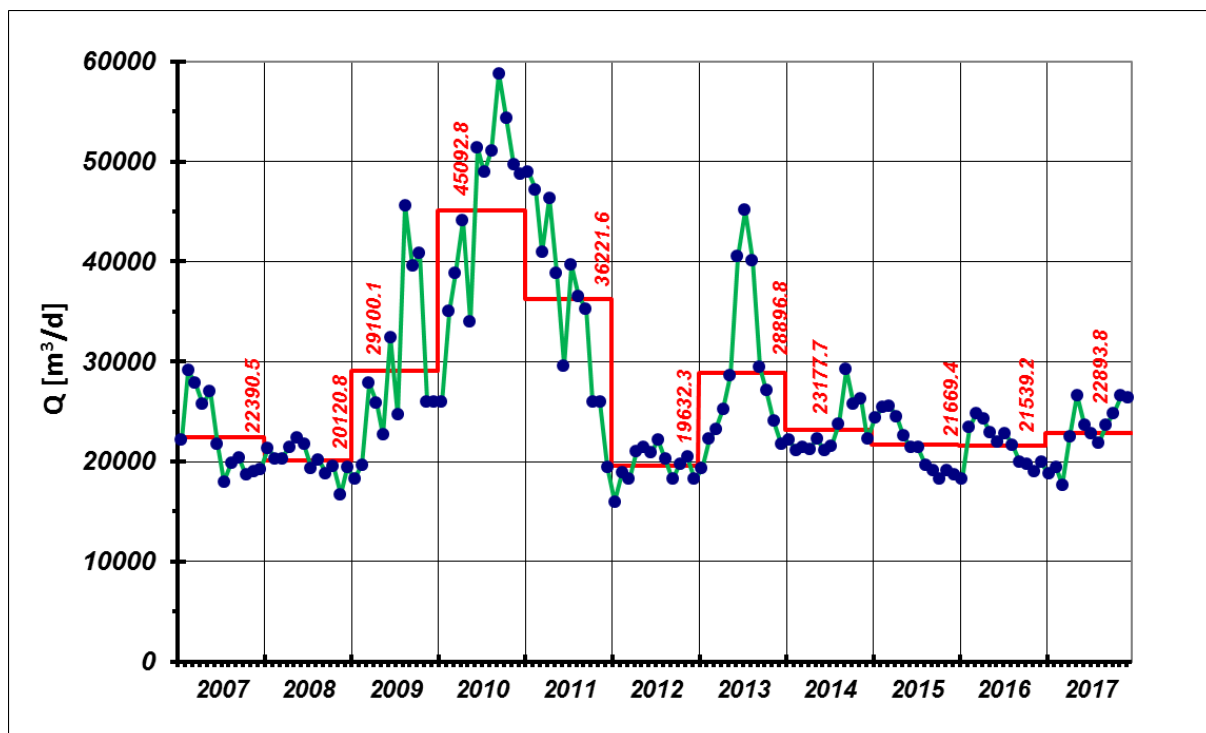
Rys. 18. Mapa zasięgu depresji Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” w obrębie poziomu wodonośnego wapienia muszlowego

Aktualny dopływ wód do Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” pochodzi co najmniej z kilku źródeł, przy czym główne znaczenie w tym względzie mają wody podziemne z poziomu wapienia muszlowego zasilane przez infiltrację opadów atmosferycznych. Sztucznym źródłem dopływu do kopalni są wody z odwadniania powierzchniowego Strzelec Opolskich zrzucane do dwóch ponorów na południe od wyrobiska oraz wody przenikające do podłoża ze stawów infiltracyjnych miejskiej oczyszczalni ścieków.

Wielkość dopływu do kopalni uzyskana na modelu wynosi 22,5 tys. m³/d i jest zbliżona do średnich wartości rzeczywistych dopływów kształtujących się w ostatnich latach (2014–2017) na stałym poziomie, wynoszącym ok. 22 tys. m³/d (tj. ok. 15,9 m³/min) (Rys. 20). Podobne wartości odnotowano w latach 2007–2008, kiedy to dopływ do kopalni stabilizuje się na poziomie około 14,0–15,6 m³/min (20,1–22,4 tys. m³/d). Wartości odnotowane w latach 2009–2011 związane są z występowaniem intensywnych opadów atmosferycznych i nie są one skutkiem zatopienia poziomu III kopalni, za czym przemawia fakt odnotowania wartości zbliżonych do tych z lat 2007–2008 już pod koniec 2011 i obecnie. Dlatego też wartości te uznano za średnie wartości dopływów do wyrobiska kopalni „Strzelce Opolskie”.



Rys. 19. Mapa poziomu zwierciadła wody w utworach wapienia muszlowego w rejonie Kopalni Wapienie „Strzelce Opolskie” (Kleśta, 2017)



Rys. 20. Zmienność dopływów do Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” w latach 2007-2017

Analiza danych z dopływów do wyrobiska kopani „Strzelce Opolskie” pokazuje duży wpływ wielkości opadów atmosferycznych na ich wielkość, z uwagi na odkryty charakter zbiornika triasowego. We wrześniu 2010 roku średni dopływ do kopalni osiągnął swoje absolutne maksimum w dotychczasowej jej historii i wynosił $41,7 \text{ m}^3/\text{min}$. ($60 \text{ tys. m}^3/\text{d}$).

9. PROGNOZA ZMIAN WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH I WŁAŚCIWOŚCI FIZYKO- CHEMICZNYCH WÓD PODZIEMNYCH ZWIĄZANYCH Z ROZPARTYWANYMI SCENARIUSZAMI ODWADNIANIA KOPALNI WAPIENIA „STRZELCE OPOLSKIE”

9.1. Zmiany warunków hydrodynamicznych w poziomie wodonośnym wapienia muszlowego dla wymaganych rzędnych obniżonego zwierciadła wód podziemnych w odwadnianym poziomie wodonośnym wapienia muszlowego

Prognoza zmian stosunków wodnych w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”, w związku z rozważaną zmianą poziomu odwodnienia kopalni dla dwóch poziomów odwodnienia: +188,5 m n.p.m. (scenariusz 1) i +198,5 m n.p.m. (scenariusz 2) opiera się na szczegółowej charakterystyce aktualnych warunków hydrogeologicznych omawianego obszaru, wynikającej z wykonanych badań modelowych.

Biorąc pod uwagę dużą zgodność modelu numerycznego z warunkami rzeczywistymi i jego pozytywną weryfikację dla symulacji warunków „aktualnych” przedstawione scenariusze zmiany środowiska wodnego rejonu Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” w wyniku zmiany poziomu odwodnienia złoża należy uznać za bardzo prawdopodobne.

Działalność górnicza w ramach założonego scenariusza nr 1 prowadzona będzie bez zmian w stosunku do stanu aktualnego tj. odwodnienia złoża do rzędnej +188,5 m n.p.m. Ukształtowanie zwierciadła wód podziemnych w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” w tych warunkach nie ulegnie zmianie i zostało przedstawione na załączniku mapowym nr 3 do niniejszej dokumentacji. Kierunki przepływu wód również pozostają bez zmian.

Odmienna sytuacja wystąpi w warunkach scenariusza 2 dla zmiany rzędnej odwadniania do poziomu +198,5 m n.p.m. tj. podniesienia rzędnej zwierciadła zbiornika wodnego w wyrobisku o 10 m. Zmianie ulegnie zarówno rozkład hydroizohips poziomu wapienia muszlowego (podniesienie rzędnej zwierciadła wody w obrębie modelowanego obszaru), jak i kierunki przepływu wód podziemnych, zwłaszcza w jego zachodniej części (załącznik 4).

9.2. Wielkość depresji regionalnej

W przypadku prognozowania poziomu odwodnienia kopalni na rzędnej +188,5 m n.p.m. (scenariusz 1) wielkość leja depresji wapienia muszlowego nie ulegnie zmianie w porównaniu z warunkami aktualnymi (stan na 2017 r.), analogicznie jego powierzchnia będzie taka sama – tj. wyniesie 17,63 km² dla warstw karchowickich i 17,93 km² dla warstw górażdzańskich (średnio 3,4 km x 5,1 km). Obejmie swym zasięgiem obszar położony pomiędzy Strzelcami Opolskimi na południu a miejscowościami Rozmierka i Jędrnie na północy, sięgając północnej granicy wschodni warstw gogolińskich do południowej granicy wschodni łupków i margli warstw boruszowickich. Powierzchnia leja depresji od czasu zatopienia poziomu III kopalni pozostaje na mniej więcej stałym poziomie. Wynika to z faktu, że lej depresji opiera się w znacznej mierze o granice strukturalne (uskoki oraz zasięg występowania utworów wapienia muszlowego), a więc stąd wniosek że jego zasięg w przyszłości również będzie się kształtował na identycznym poziomie i zwiększenie powierzchni wyrobiska nie będzie mieć wpływu na jego zasięg.

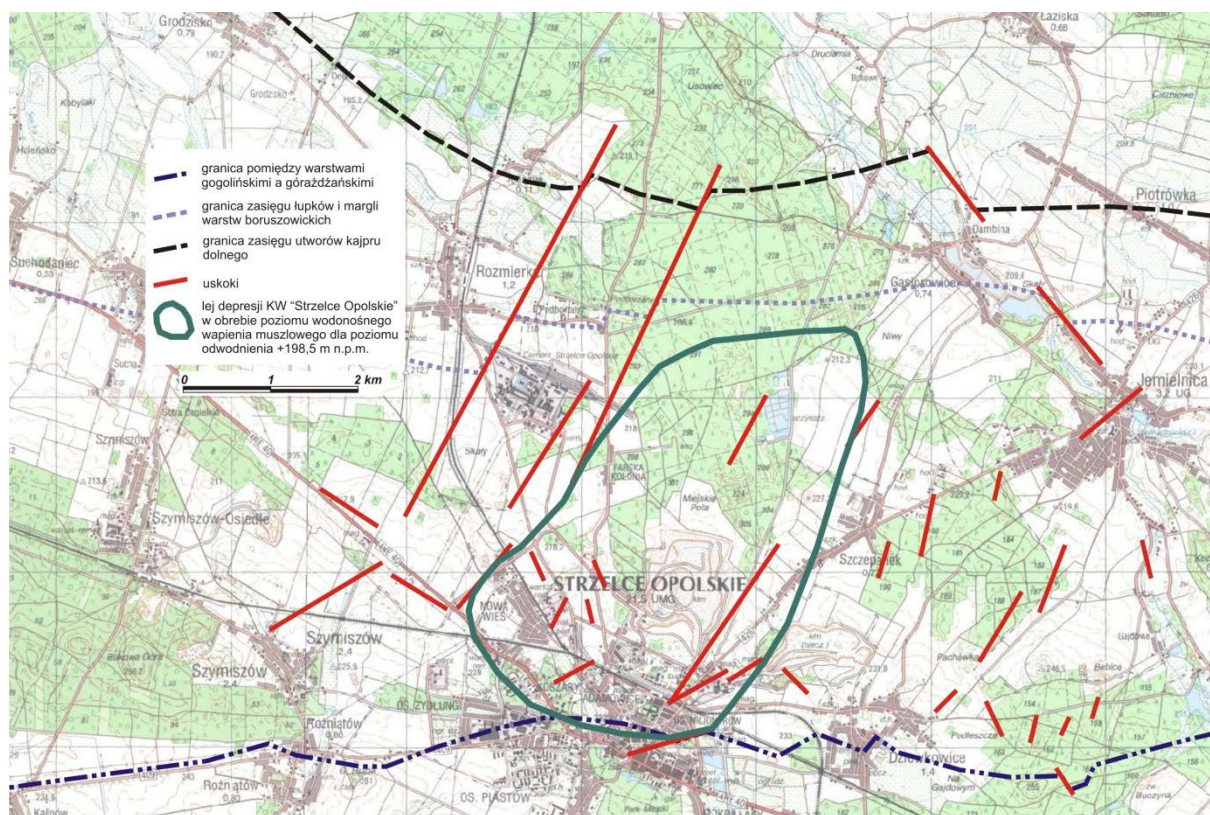
Wielkość zasięgu leja depresji w przypadku prognozowania poziomu odwodnienia kopalni na rzędnej +198,5 m n.p.m. (scenariusz 2) ulegnie zmniejszeniu w porównaniu z aktualnym zasięgiem leja depresji. Lej depresji obejmował będzie obszar około 12,51 km² tj. ulegnie zmniejszeniu o około 25-30% w stosunku do stanu aktualnego (Rys. 21).

Przy rozdziale zasięgu leja depresji na poszczególne poziomy (warstwy górażdzańskie i karchowickie), jego zasięg ulegnie zmianie jedynie na jego południowej granicy, w stosunku do wyznaczonego wspólnego leja depresji dla obu warstw wapienia muszlowego. Wynika to z faktu, że na południu od wyrobiska znajduje się granica pomiędzy warstwami górażdzańskimi a gogolińskimi, stąd też lej depresji będzie w tej warstwie minimalnie większy niż w przypadku wyżej leżących warstw karchowickich. Lej depresji dla poszczególnych scenariuszy odwadniania kopalni z podziałem na warstwy górażdzańskie i karchowickie przedstawiono na załącznikach nr 5 i 6.

9.3. Czas trwania odwodnienia

Odwadnianie złoża prowadzone jest w sposób ciągły od wielu lat. W ramach planowanych scenariuszy eksploatacji złoża i jego odwadniania planuje się dalsze utrzymanie stałego odwadniania złoża do rzędnej 188,5 m n.p.m. (scenariusz 1 – utrzymanie stanu aktualnego), lub +198,5 m n.p.m. (scenariusz 2 – podniesienie poziomu odwadniania

o ok. 10 m), w obu przypadkach przez cały okres eksploatacji złoża, wynoszący co najmniej 50 lat.



Rys. 21. Mapa zasięgu maksymalnego leja depresji Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” w obrębie poziomu wodonośnego wapienia muszlowego dla rzędnej odwodnienia +198,5 m n.p.m.

9.4. Wydajność oraz zmienność sezonowa i wieloletnia odwodnienia

Aktualny poziom skali odwodnienia kopalni (lata 2015–2017) kształtuje się na mniej więcej stałym poziomie wynoszącym średnio 22 tys. m³/d (15 m³/min). W warunkach utrzymania aktualnego poziomu odwodnienia kopalni +188,5 m n.p.m. (scenariusz 1) wartości te nie ulegną zmianie i prognozuje się, że wielkość średniego dopływu do kopalni będzie kształtować się na zbliżonym poziomie. Należy w tym miejscu zwrócić uwagę, że wielkość dopływu do kopalni zależy bardzo silnie od opadów atmosferycznych i może w sezonach „mokrych” ulegać istotnemu zwiększeniu.

W przypadku realizacji scenariusza 2, tj. podniesienia poziomu odwadniania kopalni do rzędnej +198,5 m n.p.m. wg wykonanych badań modelowych spodziewany jest spadek średniej wielkości dopływów do systemu odwadniania o około 15-20% tj. do poziom około 17,3 – 18,4 tys. m³/d (12 – 12,75 m³/min.). Przy czym spadek ten może zostać zniwelowany

wskutek wpływu zwiększonych opadów atmosferycznych co skutkować może okresowym zwiększeniem dopływu do kopalni po jej częściowym zatopieniu.

9.5. Dopływ z wód opadowych

Określenie wielkości dopływu z wód opadowych jest jedynie możliwe na podstawie analizy powierzchni obszaru spływu powierzchniowego wód opadowych do wyrobiska kopalni. Powierzchnia ta jest praktycznie wyznaczona obszarem górniczym, w obrębie którego zlokalizowane jest wyrobisko i hałda, położona na południu obszaru górniczego, z której wody opadowe spływają do wyrobiska. Biorąc pod uwagę wielkość średnich opadów atmosferycznych z wielolecia (1990–2013) wynoszącą 652 mm (por. rozdz. 2.6.) i powierzchnię spływu wód opadowych do wyrobiska, która wynosi ok. 230 ha, średnia maksymalna wielkość dopływu z wód opadowych wyniesie ok. 9,69 tys. m³/d (6,7 m³/min). Uwzględniając wielkość parowania, która w rejonie wyrobiska jest dość wysoka (m.in. poprzez brak roślinności w wyrobisku), za rzeczywisty dopływ z wód opadowych uznaje się średnio ok. 20% wielkości opadu, stąd wielkość dopływu z wód opadowych wyniesie ok. 1,94 tys. m³/d (1,35 m³/min). Wartość ta może się wahać, ze względu na wysokość opadów atmosferycznych. Szacunkowo wielkość dopływu z wód opadowych do Kopalni Strzelce Opolskie będzie wynosić ok. 10 – 20% dopływu całkowitego.

W przypadku scenariusza 2, czyli zatopienia poziomu II kopalni do rzędnej +198.5 m n.p.m. wielkość dopływu z wód opadowych będzie zbliżona. Wynika to z faktu, że powierzchnia spływu wód powierzchniowych jest taka sama, niezależnie od powierzchni wyrobiska.

9.6. Określenie przewidywanej ilości i właściwości fizyczno-chemicznych wód dopływających do wyrobisk

Działalność kopani „Strzelce Opolskie” bezpośrednio nie wpływa na skład chemiczny wód podziemnych dopływających do jej systemu odwadniania lub występujących w jej otoczeniu. Drenaż górniczy przyczynia się, jednakże do aktywizacji ognisk zanieczyszczeń środowiska, które powodują pogorszenia jakości wód podziemnych dopływających do systemu odwadniania kopalni.

W świetle badań monitoringowych wody dopływające aktualnie do rzędnej nr II kopani „Strzelce Opolskie” charakteryzują się mineralizacją z przedziału 550–750 mg/dm³. W składzie chemicznym wód pochodzących z poziomu wodonośnego wapienia muszlowego

dominują wapń, magnez i wodorowęglany a dodatkowo również siarczany (typ Ca-Mg-HCO₃-SO₄). Obserwuje się w ich obrębie podwyższony poziom zawartości jonów azotanowych (NO₃), który w okresie 2005–2017 wahał się w zakresie 30–50 mg/dm³ (średnio 42 mg/dm³) (Tab. 7). W kilku przypadkach odnotowano stężenia azotanów z przedziału 52–57 mg/dm³, tj. nieznacznie przekraczające normatyw dla wód pitnych wynoszący 50 mg/dm³. Pozostałe wskaźniki fizykochemiczne wód dopływających do rząpia nr II występują na poziomach znacznie poniżej norm dla wód pitnych.

W przypadku wód dopływających do rząpia nr I, sprowadzane grawitacyjnie do rząpia nr II, ich skład chemiczny wykazuje odmienny charakter. Występują tutaj wyższe stężenia składników charakterystycznych dla ścieków komunalnych, tj. potasu (od kilkunastu mg/dm³ do nawet 80 mg/dm³) oraz sodu (15–35 mg/dm³) i chlorków (50–100 mg/dm³). Dla porównania składniki te w wodach z rząpia nr II występują w zakresie odpowiednio, kilku mg/dm³ (K) oraz kilkunastu mg/dm³ (Na) i około 30–35 mg/dm³ (Cl). Dodatkowo wody z rząpia I charakteryzują się około dwukrotnie wyższymi stężeniami siarczanów w stosunku do wód rząpia II. Składnik ten występuje zazwyczaj w stężeniu odpowiednio 180–280 mg/dm³ (rząpie I) oraz 100–160 mg/dm³ (rząpie II). Różnice te wynikają z faktu zasilania rząpia I przez wody dopływające z rejonu miasta Strzelce Opolskie, gdzie pod niewielkim (w stosunku do rejonu wyrobiska kopalni) nadkładem wapieni warstw gogolińskich załęgają utwory retu, zawierające wysokosiarczanowe wody.

Na podstawie badań wykonanych w czerwcu 2017 roku, okazało się, że dopływy wód o wysokiej zawartości azotanów skupione są wzdłuż południowej i wschodniej ściany wyrobisk Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”. Z kierunków tych dopływają do wyrobiska zanieczyszczone przez ścieki komunalne wody z rejonu centrum miasta Strzelce Opolskie oraz miejscowości Szczepanek i Dziewkowice. Z kolei w południowo-wschodnim narożniku wyrobiska wszystkie występujące wycieki charakteryzują się bardzo niskimi stężeniami azotanów. Stan ten wynika z dopływu wód z rejonu leśnego i większej odległości terenów zabudowanych.

W związku zamierzonym odwadnianiem kopalni do rzędnych +188,5 m n.p.m. (scenariusz 1) oraz +198,5 m n.p.m. (scenariusz 2) nie przewiduje się pogorszenia jakości wód dopływających do wyrobisk. W przypadku scenariusza 2 może nastąpić natomiast sytuacja odwrotna, polegająca na polepszeniu jakości tych wód, w wyniku zmniejszenia ilości dopływu wód zanieczyszczonych ściekami komunalnymi z terenu miasta Strzelce Opolskie.

W odniesieniu do prognozowanych wielkości dopływu do systemu odwadniania kopalni „Strzelce Opolskie” zależą one od przyjętej rzędnej odwadniania oraz

intensywności opadów atmosferycznych, przekładających się na wzrost zasilania triasowych poziomów wodonośnych.

W przypadku realizacji scenariusza 1, tj. utrzymania aktualnego poziomu odwadniania kopalni do rzędnej +188,5 m n.p.m. średni wód podziemnych wynosił będzie około 21,6 tys. m³/d (15 m³/min.). Przewidywane są również możliwe istotne wahania wielkości dopływu wskutek zmian intensywności opadów atmosferycznych.

W przypadku realizacji scenariusza 2 tj. podniesienia poziomu odwadniania kopalni do rzędnej +198,5 m n.p.m. wg wykonanych badań modelowych spodziewany jest spadek średniej wielkości dopływów do systemu odwadniania o około 15-20% tj. do poziom około 17,3 – 18,4 tys. m³/d (12 – 12,75 m³/min.). Przy czym spadek ten może zostać zniwelowany wskutek wpływu zwiększonych opadów atmosferycznych co skutkować może zwiększeniem dopływu do kopalni po jej częściowym zatopieniu.

9.7. Zasięg oddziaływania odwodnienia złoża

Odwadnianie złoża w obu zamierzonych wariantach skutkuje wytworzeniem leja depresji wokół wyrobiska kopalni tj. strefy obniżonego zwierciadła wód podziemnych w utworach wapienia muszlowego. Lej depresji dla warunków aktualnych, tożsamy z realizacją scenariusza 1, tj. utrzymywaniem rzędnej odwadniania na poziomie +188,5 m n.p.m. obejmuje powierzchnię około 17,63 km² i opiera się w znacznej mierze o granice strukturalne (uskoki oraz zasięg występowania utworów wapienia muszlowego).

Z uwagi na strukturalne ograniczenia dla rozwoju leja depresji w warunkach realizacji scenariusza 2, tj. odwadniania złoża do rzędnej +198,5 m n.p.m. spodziewana jest tylko nieznaczna korekta zasięgu leja depresji. Docelowa strefa wpływu odwadniania na wody podziemne zmniejszy się do poziomu około 12,51 km² tj. o około 25-30% w stosunku do stanu aktualnego (por. rys. 21)

Tab. 7. Elementy statystyczne wybranych składników chemicznych charakteryzujących wody dopływające do wyrobiska Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” (na podst. monitoringu własnego kopalni)

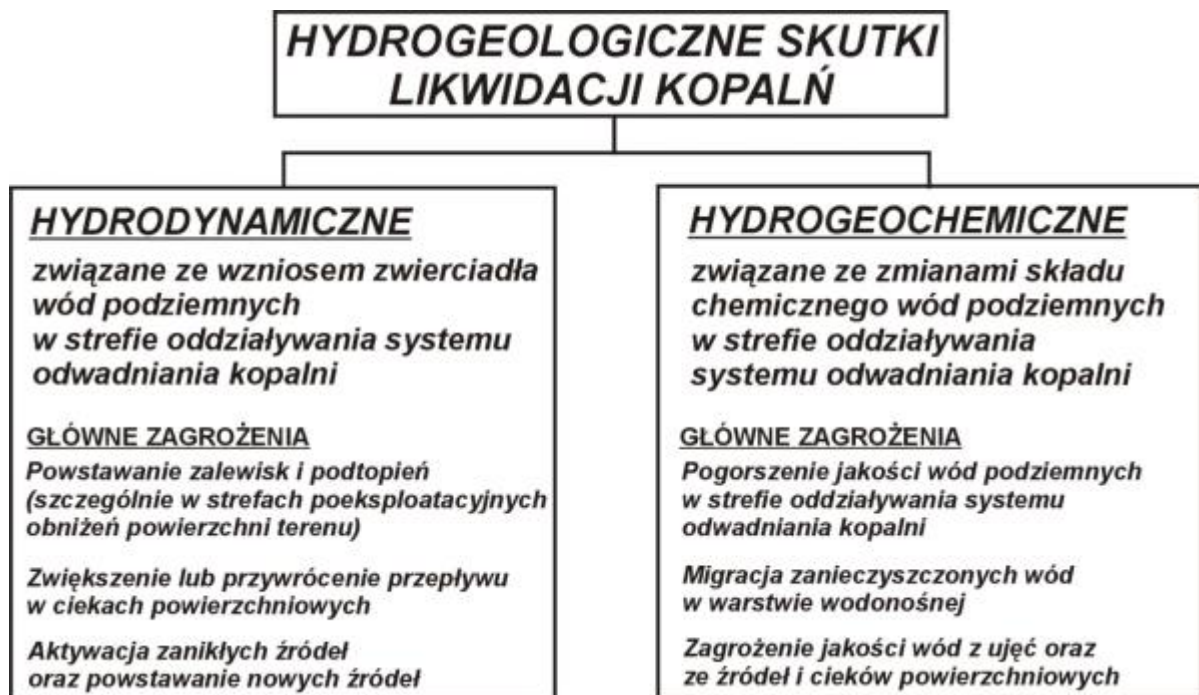
Elementy statystyczne	pH [-]	EC [μ S/cm]	T [°C]	Twardość ogólna [mval/dm ³]	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	NH ₄	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃
					[mg/dm ³]										
Rzapie I															
Liczebność	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Min	6,42	750,00	7,20	6,30	106,60	10,70	15,87	9,46	0,01	0,002	0,005	137,00	34,80	118,00	1,72
Max	8,22	1242,00	24,10	9,70	162,50	25,20	39,20	73,10	0,13	0,24	1,79	338,00	83,60	278,40	40,50
Średnia arytmetyczna	7,87	917,30	11,99	7,72	129,35	15,44	27,84	22,86	0,03	0,02	0,25	242,04	49,96	190,53	19,72
Mediana	7,88	875,00	11,60	7,47	123,00	14,80	26,90	16,60	0,02	0,009	0,14	240,00	48,10	187,00	20,10
Odchylenie standardowe	0,36	130,93	4,16	1,09	17,76	3,49	5,17	15,09	0,03	0,05	0,38	42,12	11,87	37,05	12,40
Wariancja	0,13	171443,40	17,34	1,18	315,62	12,17	26,74	227,74	0,0008	0,002	0,14	1775,37	140,99	1372,83	153,66
Rzapie II															
Liczebność	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Min	7,50	723,00	8,60	5,40	86,70	10,80	12,02	3,19	0,008	0,001	0,03	200,20	24,40	98,40	31,90
Max	8,41	827,00	19,50	9,03	153,00	24,50	19,50	18,80	0,04	0,02	0,63	307,00	46,70	159,42	56,40
Średnia arytmetyczna	7,96	779,09	12,00	7,26	122,06	14,34	16,18	6,10	0,02	0,006	0,16	249,33	33,85	121,16	42,41
Mediana	7,97	790,00	11,20	7,14	120,00	13,80	16,30	5,08	0,02	0,006	0,11	246,00	33,50	120,00	41,00
Odchylenie standardowe	0,19	32,79	2,73	0,97	16,45	2,80	19,0	3,78	0,008	0,04	0,15	20,18	4,27	16,53	6,27
Wariancja	0,03	1074,90	7,48	0,94	270,69	7,85	3,63	14,33	$6,4 \times 10^{-5}$	$1,8 \times 10^{-5}$	0,02	407,16	18,24	273,40	39,35

9.8. Określenie wpływu prognozowanego odwodnienia Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” na środowisko, w tym prognoza możliwych szkód

9.8.1. Główne rodzaje oddziaływania zlikwidowanych kopalń odkrywkowych na środowisko wodne

Zmiany stosunków wodnych spowodowane częściową - jak w przypadku rozpatrywanych scenariuszy dla Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” - likwidacją wyrobisk wynikają z częściowego zatopienia kopalni. Skutkuje to odbudową zwierciadła wód podziemnych, a ślad za tym - zmianami hydrodynamicznymi i hydrogeochemicznymi w środowisku wodnym (Rys. 22).

Głównym skutkiem zaprzestania lub ograniczenia odwadniania górotworu jest wznios zwierciadła wody podziemnej w strefie oddziaływania systemu odwadniania kopalni. Ponieważ na obszarach eksploatacji górniczej pierwotna morfologia powierzchni terenu jest zazwyczaj znacznie przekształcona, to odbudowa stosunków wodnych może doprowadzić do powstania zalewisk na powierzchni terenu i podtopień, zwłaszcza w strefach obniżeń powierzchni terenu, tzn. nieckach osiadań nad wyrobiskami górniczymi, zlikwidowanymi systemem na zawał.



Rys. 22. Klasyfikacja hydrogeologiczna skutków likwidacji kopalń

W wyniku podniesienia się zwierciadła wód podziemnych odbudowują się również dawno wyschłe cieki powierzchniowe oraz źródła lub też obserwuje się wzrost przepływów w istniejących ciekach. Dodatkowo w miejscach praktycznie niemożliwych do przewidzenia mogą powstać nowe źródła, które nigdy dotąd nie istniały. W obszarach o długotrwałym drenażu górniczym, liczonym w dziesiątkach lat, okoliczni mieszkańcy zapominają o zanikłych ciekach powierzchniowych i źródłach. Dążąc do optymalnego zagospodarowania powierzchni terenu zasypują i zabudowują suche koryta rzeczne i nisze niegdyś istniejących źródeł. Odbudowa cieków powierzchniowych i źródeł w takich przypadkach będzie powodować wystąpienie utrudnień w eksploatacji obiektów budowlanych.

Hydrogeochemiczne skutki likwidacji kopalń związane są przede wszystkim z naturalnymi procesami geochemicznymi zachodzącymi w górotworze objętym drenażem górniczym. Główne znaczenie w tym względzie ma utlenianie (wietrzenie) siarczków metali, a w szczególności siarczków żelaza: piryty i markasytu. Minerale siarczkowe, stabilne w środowisku redukcyjnym, ulegają wietrzeniu chemicznemu w środowisku utleniającym, utworzonym w górotworze osuszonym przez wyrobiska górnicze. Proces utleniania wspomnianych minerałów zachodzi na drodze kilku powiązanych ze sobą reakcji chemicznych, w wyniku czego do wód podziemnych przedostają się podwyższone zawartości siarczanów, a w środowisku skał węglanowych również wapnia i magnezu (Singer, Stumm, 1970). Zjawiska te w największym nasileniu występują w rejonach eksploatacji siarczkowych rud metali jak również złóż węgla kamiennego i węgla brunatnego. W przypadku Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” procesy te mają marginalne znaczenie z uwagi na minimalne zawartości minerałów siarczkowych w skałach węglanowych „triasu opolskiego”.

Zmiany hydrogeochemiczne wynikające z odwadniania Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”, wynikające z utrzymania stanu aktualnego tj. odwadniania do rzędnej +188,5 m n.p.m. (scenariusz 1) lub jej dalszym zatopieniem do rzędnej +198,5 m n.p.m. (scenariusz 2) mogą jednakże wystąpić, lecz będą one związane ze zmianami kierunków przepływu wód podziemnych, stąd strumienie zanieczyszczeń kierujące się obecnie do wyrobiska i przejmowane przez system odwadniania kopalni mogą skierować się w innych kierunkach i doprowadzić do zanieczyszczenia lub zwiększyć stopień zanieczyszczenia wód istniejących ujęć. Przy czym należy tu podkreślić, że sama kopalnia nie jest źródłem zanieczyszczeń wód.

Prognoza zmian stosunków wodnych w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”, w związku z odwadnianiem kopalni do rzędnej +188,5 m n.p.m. (scenariusz 1) oraz +198,5 m n.p.m. (scenariusz 2) opiera się na szczegółowej charakterystyce aktualnych warunków hydrogeologicznych omawianego obszaru, analizie środowiskowych skutków

podniesienia rzędnej zwierciadła wody w obrębie wyrobiska oraz na wynikach badań modelowych.

Biorąc pod uwagę dużą zgodność modelu numerycznego z warunkami rzeczywistymi i jego pozytywną weryfikację dla symulacji warunków „aktualnych” przedstawione scenariusze zmiany rzędnej odwodnienia złoża należy uznać za bardzo prawdopodobne.

Prognoza zmian stanu środowiska wodnego w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” w warunkach odwodnienia kopalni do rzędnych +188,5 m n.p.m. (scenariusz 1) i +198,5,0 m n.p.m. (scenariusz 2), skupia się na pięciu zagadnieniach:

- zmianach warunków hydrodynamicznych w piętrze triasowym wskutek zmniejszenia leja depresji, zwłaszcza w przypadku scenariusz 2, tj. zatopienia poziomu II kopalni do rzędnej +198,5 m n.p.m., opisanych w podrozdziale 9.1;
- stopniowym powstawaniu (odtworzeniu się) stref podtopień tj. zalewisk i podmokłości, zwłaszcza w przypadku scenariusza 2, kiedy to podniesienie rzędnej odwodnienia kopalni będzie wynosić ok. 10 m;
- potencjalnym oddziaływaniu zmiany stosunków wodnych na sąsiednie studnie ujęciowe;
- potencjalnym oddziaływaniu zmiany rzędnej odwadniania kopalni na warunki wnikania do górotworu oczyszczonych ścieków komunalnych na terenie stawów infiltracyjnych miejskiej oczyszczalni ścieków;
- potencjalnym oddziaływaniu zmiany rzędnej odwadniania kopalni zgodnie z rozpatrywanymi scenariuszami na warunki wnikania do górotworu wód z odwadniania powierzchniowego miasta Strzelce Opolskie.

9.8.2. Odtworzenie stref podtopień

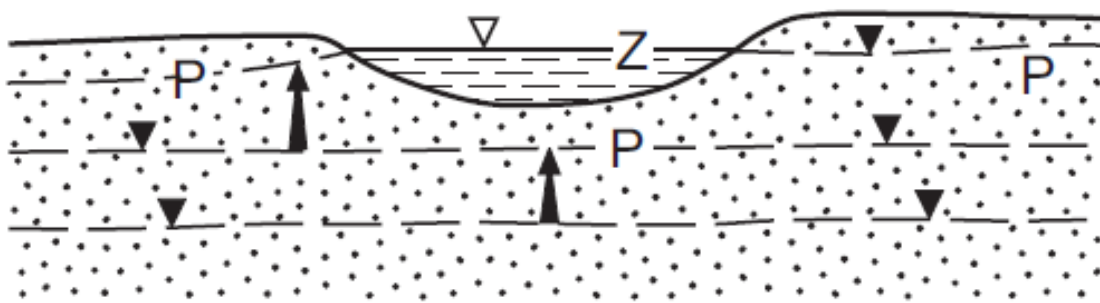
Podtopienia są zjawiskami o bardzo dużej uciążliwości w zakresie zagospodarowania powierzchnią terenu. Powstają one w bezodpływowych nieckach na nieprzepuszczalnym podłożu lub w warunkach gdy zwierciadło wód podziemnych zalega na niewielkiej głębokości lub znajduje się na powierzchni terenu.

Obszary podtopień, zgodnie z definicją podaną w Słowniku hydrogeologicznym, podzielono na dwie kategorie:

- **zalewisk** – tj. stref z okresowym lub stałym występowaniem wody na powierzchni terenu i uformowaniem się zbiornika wodnego; na mapach zaznaczono jego

maksymalny zasięg dla głębokości tego zbiornika (wysokości słupa wody w zbiorniku) wynoszącej powyżej 30–50 cm;

- **podmokłości** – tj. stref o płytko zalegającym zwierciadle wód podziemnych w granicach do około 0,5–1,0 metra; podmokłości zazwyczaj charakteryzują się zmiennym poziomem zalegania zwierciadła wód podziemnych, które generalnie ulegać może zmianom wskutek zmniejszenia odbioru wody (np. przez zmniejszenie efektywności odwodnienia lub defekty systemu rowów drenażowych czy też zaprzestanie odwadniania górotworu) lub zwiększenia dopływu wody z tytułu intensywnych opadów atmosferycznych lub po okresie roztopów; zalewisko zazwyczaj poprzedzone jest wcześniejszym występowaniem strefy podmokłości, gdzie wskutek podnoszenia się poziomu wód podziemnych zwierciadło zajmuje pozycję ponad powierzchnią terenu (Rys. 23).



Rys. 23. Wzajemne relacje występowania i ewolucji strefy podmokłości skutkującej powstaniem zalewiska

objaśnienie: strzałki wskazują na proces podnoszenia się zwierciadła wód podziemnych, aż do jego wystąpienia ponad powierzchnie terenu

Dla scenariusza 1, czyli aktualnego poziomu odwadniania złoża na poziomie +188,5 m n.p.m. nie obserwuje się występowania stref podtopień w całym lej depresji kopalni. W przypadku realizacji scenariusza 2 odwadniania kopalni do rzędnej +198,5 m n.p.m. odbudowa stref podtopień może wystąpić wyłącznie na obszarze zaniku leja depresji. Obszar ten o powierzchni około 5 km² występuje w peryferycznej północnej części leja depresji.

9.8.3. Wpływ na sąsiednie studnie ujęciowe

W warunkach utrzymania obecnej rzędnej odwodnienia wyrobiska Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” wynoszącej +188,5 m n.p.m. odbudowa ciśnienia wód podziemnych w obrębie leja depresji kopalni nie nastąpi. W takim układzie kierunki przepływu wód podziemnych we wschodniej części GZWP nr 333 Opole – Zawadzkie nie ulegną zmianie. Scenariusz ten będzie miał pomijalny wpływ na studnie znajdujące się w sąsiedztwie wyrobiska Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”.

W przypadku realizacji scenariusza 2, tj. podniesienia rzędnej odwodnienia kopalni do poziomu +198,5 m n.p.m., nastąpi częściowa odbudowa ciśnienia wód podziemnych w obrębie leja depresji kopalni. W takim układzie zmianie ulegną kierunki przepływu wód podziemnych w poziomie wapienia muszlowego, widoczne w szczególności na zachód od wyrobiska Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”. Zmiana ta będzie mieć pozytywne skutki na sąsiednie ujęcia powodując niewielkie wprawdzie podniesienie się poziomu zwierciadła wody w ich rejonie i zwiększenie dostępnych zasobów wód podziemnych.

9.8.4. Wpływ na warunki funkcjonowania stawów infiltracyjnych oczyszczalni ścieków

W aktualnych warunkach stawy infiltracyjne miejskiej oczyszczalni ścieków w Strzelcach Opolskich, gwarantują doskonale odprowadzanie oczyszczonych wód do górotworu. Według pomiarów wykonanych w piezometrach na stawach infiltracyjnych zwierciadło wód podziemnych w stożku represji (wybrzuszeniu na zwierciadle wody powstałym w wyniku zasilania ze stawów, znajduje się na rzędnej około +206 – +207 m n.p.m.

Stożek represji dla warunków aktualnych został odwzorowany w trakcie badań modelowych dla założonego dodatkowego zasilania warstwy wodonośnej na poziomie około 10–11 tys. m³/d (3,6–4,0 mln m³/rok).

Utrzymanie rzędnej odwodnienia kopalni w warunkach realizacji scenariusza 1 (rzędna +188,5 m n.p.m.) nie spowoduje większych zmian wielkości zasilania wód podziemnych ze strony stawów infiltracyjnych miejskiej czyszczalni ścieków, która będzie się kształtować na takim samym poziomie jak obecnie.

W przypadku zmiany rzędnej odwodnienia do poziomu +198,5 m n.p.m. wnioś zwierciadła wody w północnej części leja depresji utrudni znacząco warunki przenikania wód

ze stawów do górotworu. Zmniejszona zostanie strefa aeracji (strefa nienasycona) ponad zwierciadłem wód podziemnych, przez co spadnie generalna chłonność górotworu. Warunki filtracyjne podłoża są jednakże na tyle dobre, że będzie to skutkowało jedynie zwiększeniem rozmiarów stożka represji i jego wypiętrzenie do rzędnych około +210,0 - +212,0 m n.p.m. Proces ten wymagał będzie dla utrzymania wydajności zrzutu wód do górotworu zwiększenia czynnej powierzchni użytkowanych stawów infiltracyjnych, w stosunku do stanu obecnego.

W okresach intensywnych opadów i roztopów, wskutek trudności z przenikaniem oczyszczonych ścieków do górotworu mogą wystąpić okresowe podtopienia i/lub strefy podmokłości w rejonie omawianych stawów.

9.8.5. Wpływ na warunki odprowadzania wód opadowych z terenu miasta Strzelce Opolskie

Miasto Strzelce Opolskie znajduje się w bardzo korzystnej sytuacji z punktu widzenia odprowadzania wód roztopowych i ze spływu powierzchniowego opadów atmosferycznych. Sąsiedztwo działającej kopalni sprawia, że wody te są zrzucane do górotworu w miejscach dwóch ponorów, w rejonie Nowej Wsi Strzeleckiej oraz w rejonie mostu przy ulicy Matejki. Woda zrzucana do ponorów przemieszcza się w obrębie utworów wapienia muszlowego i zasila system odwadniania Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”.

Na podstawie obliczeń bilansowych oraz wyrywkowych pomiarów dopływu do ponorów zasilanie kopalni z tego tytułu (dla warunków aktualnych) może wynosić nawet około 3600–4800 m³/d (tj. w granicach 1,3–1,75 mln m³/rok). Woda ta w całości zasila system odwadniania Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” i jest kierowana do rurociągów zrzutowych a następnie do rowu melioracyjnego A-61.

W warunkach utrzymania aktualnego stanu odwodnienia kopalni do rzędnej +188,5 m n.p.m. nie przewiduje się zmian w zakresie wpływów kopalni na sposób prowadzenia odwodnienia obszaru miasta Strzelce Opolskie. W przypadku realizacji scenariusza 2, tj. podniesienia rzędnej zwierciadła wody w wyrobisku o ok. 10 m tj. do poziomu +198,5 m n.p.m. zmniejszenie gradientów hydraulicznych pomiędzy obszarem miasta Strzelce Opolskie a wyrobiskiem może doprowadzić do utrudnień w skutecznym odprowadzeniu wody w terenów miejskich. Duża różnica ciśnień pomiędzy obszarem miasta a wyrobiskiem powodować będzie, że wody w dalszym ciągu będą miały możliwość odpływania lecz wydłużeniu może ulec czas potrzebny na ich przetransferowanie przez system krasowy, którego punktami wlotowymi są ponory nr 1 i 2.

9.8.6. Wpływ przewidywanej wydajności odwadniania na zasoby dyspozycyjne wód podziemnych

Wydajności odwadniania złoża, w obu rozważanych wariantach w identycznym stopniu wpływają na zasoby dyspozycyjne wód podziemnych. Wydajności odwadniania, pomimo że teoretycznie zmniejszają zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w zbiorniku triasowym, z racji jego bardzo dużej wodonośności nie wpływają na zmniejszenie zasobów eksploatacyjnych sąsiednich ujęć wód podziemnych.

9.8.7. Potencjalne inne wpływy i analiza możliwości wystąpienia szkód górniczych

Drenaż wód podziemnych i zmiany w środowisku wodnym w rejonie odwadnianych kopalń odkrywkowych mogą potencjalnie oddziaływać niekorzystnie na pozostałe komponenty środowiska naturalnego. Znane są również przypadki wpływu odwodnienia górotworu na zagospodarowanie powierzchni terenu, użytkowanie budynków i budowli oraz funkcjonowanie instalacji przemysłowych.

Do najbardziej niekorzystnych zjawisk, czy też procesów, związanych pośrednio ze szkodliwym wpływem drenażu górniczego na otoczenie należy zaliczyć:

- zaburzenia gospodarki wodnej warstwy glebowej;
- odkształcenia odwodnionego górotworu i osiadania powierzchni terenu;
- zmniejszenie zasobów wód eksploatowanych przez studnie ujęciowe i gospodarskie.

Obniżenie zwierciadła wód podziemnych wywołuje przesuszenia lub osuszenie gleby tylko w sytuacji, gdy w pierwotnych warunkach zalegało ono na niewielkiej głębokości rzędu kilkudziesięciu cm do około 1–2 m. Obszary takie są zazwyczaj porośnięte roślinnością wodolubną lub typowo bagniskową, której kondycja ulega pogorszeniu po osuszeniu podmokłego terenu.

Większość roślin nie sięga jednakże korzeniami zwierciadła wód podziemnych lecz wychwytuje wody z infiltracji opadów atmosferycznych, zatrzymywanych w trudno przepuszczalnej warstwie gleby. Zatem zmian położenia zwierciadła wód podziemnych nie wywiera żadnego wpływu na warunki ich wegetacji. Analogiczny przypadek występuje w rejonie Strzelec Opolskich, gdzie skutek pierwotnego zalegania zwierciadła wód podziemnych na głębokościach rzędu kilku do nawet kilkunastu metrów dominuje roślinność zaopatrująca się w wodę pochodzenia atmosferycznego. W związku z tzw. gospodarką opadowo – retencyjną gleb zmiany położenia zwierciadła wody naturalne lub związane

z działalnością odwodnieniową kopalni „Strzelce Opolskie” nie mają żadnego wpływu na stan szaty roślinnej ani wielkość plonów z upraw rolniczych. W warunkach istnienia leja depresji od blisko 40 lat nigdy nie stwierdzono niekorzystnych zmian w przedstawionym zakresie, co wskazuje, że w związku z planami prowadzenia wydobycia przy niezmienionej rzędnej odwodnienia nie wystąpią one również w przyszłości.

Znacznie mniej znanym efektem wywoływanym przez obniżenie zwierciadła wód podziemnych w strefie leja depresji ukształtowanego wokół systemu drenażowego jest występowanie osiadań powierzchni terenu. Zjawisko to jest związane z zagęszczaniem (kompakcją) głównie skał okruchowych wskutek zmniejszenia ciśnienia wody a w efekcie wzrost przenoszonych przez nie naprężeń efektywnych. Wielkość osiadań powierzchni terenu zależy bezpośrednio od obniżenia zwierciadła wody (przyrostu naprężenia efektywnego) lecz najsilniej od parametrów wytrzymałościowych skał. Przykładowo nawet duże obniżenie zwierciadła wody w wytrzymałych, skałach zwięzłych typu piaskowców czy wapieni nie spowoduje praktycznie jakichkolwiek odkształceń. Stosunkowo najsilniej narażone na potencjalne osiadanie są czwartorzędowe utwory piaszczyste i inne okruchowe skały osadowe. Na podstawie doświadczeń w zakresie osiadań powierzchni terenu w zasięgu oddziaływania lejów depresji olbrzymich systemów odwadniania polskich kopalń węgla brunatnego (np. Bełchatów, Konin czy Turów) ich wartość stanowi maksymalnie około 0,01–1% wielkości obniżenia zwierciadła wód podziemnych.

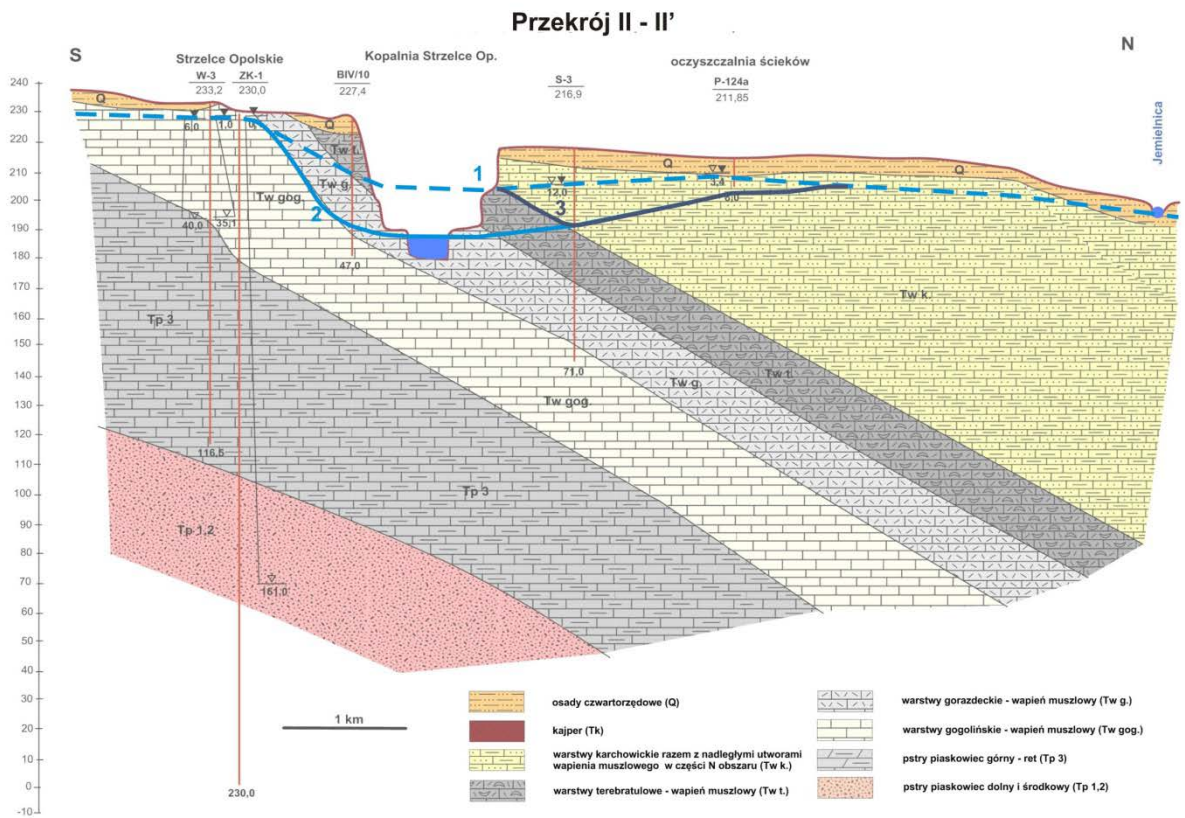
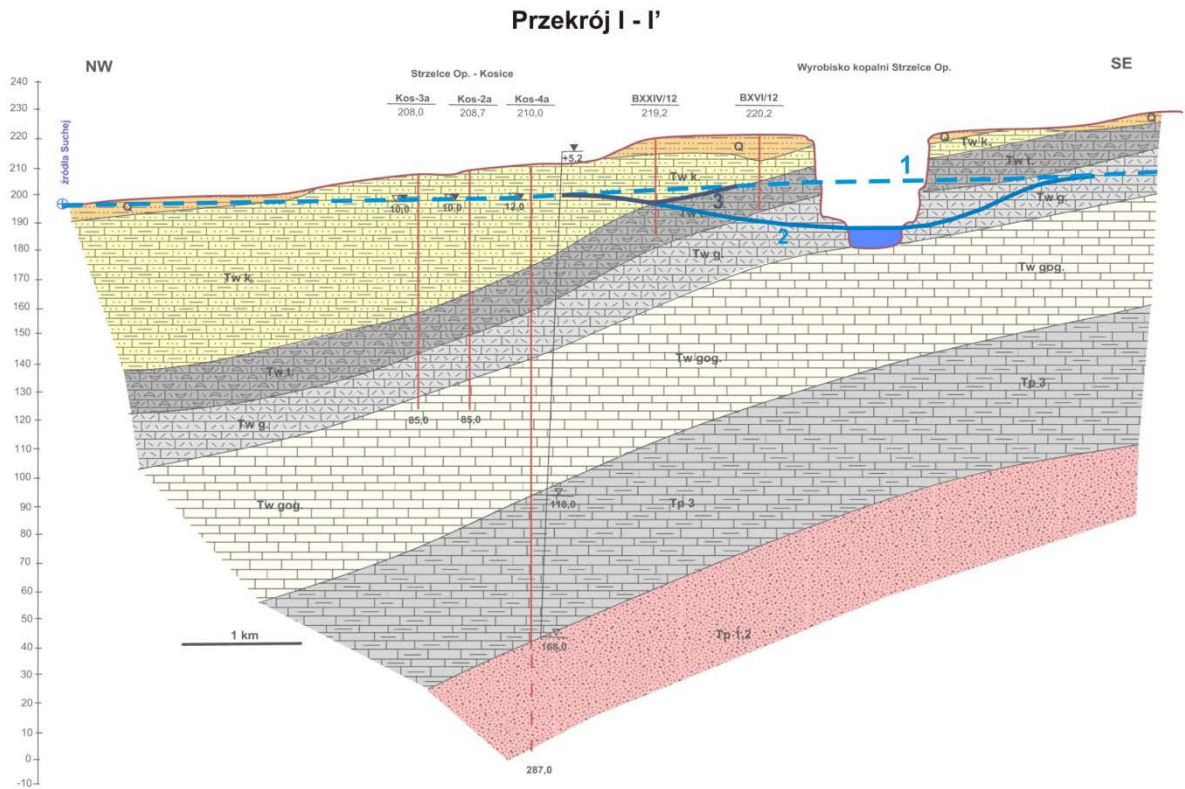
W przypadku kopalni „Strzelce Opolskie” osiadania powierzchni terenu z tytułu obniżenia zwierciadła wód podziemnych nie występują. Główne znaczenie w tym względzie ma w szczególności duża wytrzymałość na odkształcenie wapieni triasowych oraz brak innych podatnych na odkształcenia osadów, w tym czwartorzędowych. W takich warunkach nie będą również występować jakiegokolwiek wpływy odwodnienia na stan i warunki zagospodarowania nieruchomości, w tym również nie będą mieć miejsca szkody w postaci uszkodzeń budynków i budowli (pęknięcie ścian, osiadanie fundamentów itp.). Analogicznie jak w przypadku opisanego braku wpływu systemu drenażowego kopalni „Strzelce Opolskie” na stan gleb i roślinności, podobne roszczenia w zakresie osiadań i uszkodzeń budynków nie były nigdy składane w całym okresie prowadzenia odwodnienia zakładu.

Najbardziej uciążliwe dla ludności środowiskowe skutki występowania leja depresji wokół systemów drenażowych związane są zazwyczaj z zanikami wody w płytkich studniach gospodarskich, studniach ujęciowych i zmniejszeniem lub zaniknięciem przepływu cieków powierzchniowych. **W analizowanym rejonie problem ten nie występuje.** Wysoka

przepuszczalność i wodonośność skał triasowych sprawia, że ilość wód podziemnych dostępnych w licznych na obszarze „triasu opolskiego” ujęciach istotnie przewyższa zapotrzebowanie miejscowej ludności. W całym blisko 40-letnim okresie prowadzenia drenażu nie stwierdzono spadku zasobów lub trudności w zaopatrzeniu w wodę z ujęć zlokalizowanych w rejonie kopalni, tj. ujęć komunalnych w Strzelcach Opolskich (Kosicach), Farskiej Kolonii, Rozmierze i Szczepanku. Głównym problemem dla gospodarki wodnej rejonu „triasu opolskiego” jest niezadowalająca jakość wód podziemnych związana z wysokimi stężeniami jonów azotanowych (NO_3), pochodzących z nieoczyszczonych ścieków komunalnych i nawożenia pól uprawnych.

Należy zwrócić uwagę, że nasilenie zmian i niekorzystnych skutków wynikających z wystąpienia przedstawionych powyżej procesów jest uzależnione od intensywności drenażu górniczego, a dokładnie od wielkości obniżenia zwierciadła wód podziemnych (tzw. depresji) w strefie leja depresji uformowanego wokół obiektu odwadniającego górotwór. W przypadku Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” pomimo stosunkowo dużego dopływu wód podziemnych do wyrobiska drenaż ma raczej niewielkie nasilenie, a depresja osiąga maksymalnie tylko około 16-18 m. Charakterystyczna geometria leja depresji, który kształtem przypomina klasyczny kieliszek do szampana sprawia, że w odległości już około kilkuset metrów od wyrobiska obniżenia zwierciadła wody w piętrze triasowym wynosi zaledwie kilka metrów i jest mniejsze niż amplituda sezonowych lub wieloletnich zmian jego położenia (Rys. 24). Biorąc powyższe pod uwagę można stwierdzić, że w tej strefie nie mogą występować jakiegokolwiek wpływy z tytułu prowadzenia odwodnienia kopalni wapienia „Strzelce Opolskie”.

Lej depresji Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” największy rozmiar osiągnął najprawdopodobniej w kilka lat po rozpoczęciu odwadniania najgłębszego III poziomu. W związku z likwidacją Cementowni „Strzelce Opolskie” i zatopieniem poziomu III kopalni lej depresji uległ istotnemu zmniejszeniu i utrzymuje się od tego czasu na mniej więcej stałym poziomie. Przedstawiane w poprzednich opracowaniach hydrogeologicznych zasięgi leja depresji określone przy niedostatku danych terenowych nie mogły z dobrą dokładnością odwzorować jego zasięgu. Nie należy zatem utożsamiać postępu w rozpoznaniu rzeczywistego oddziaływania kopalni wapienia „Strzelce Opolskie” na piętro triasowe z procesem rozszerzania się leja depresji. W przyszłości w związku z planowanym prowadzeniem wydobywania wapienia przy utrzymaniu rzędnej odwodnienia na poziomie +188,5 m n.p.m. nie wystąpi zmiana depresji leja stąd należy wnioskować, że identyczny pozostanie również jego zasięg.



**Rys. 24. Lej depresji Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”
(1 – pierwotne/naturalne zwierciadło wody, 2 – lej depresji w warstwach gorazdzańskich, 3 – lej depresji w warstwach karchowickich)**

Tak samo będzie wyglądać sytuacja w przypadku realizacji scenariusza 2, tj. zmiany rzędnej odwodnienia do poziomu +198,5 m n.p.m., gdzie podniesienie zwierciadła wód podziemnych i zmniejszenie leja depresji nie spowoduje szkodliwego wpływu odwadniania kopalni związanego z występowaniem wyżej wymienionych procesów.

W zasadzie nie istnieją realne powody dla definiowania dopuszczalnej rzędnej odwadniania piętra triasowego w rejonie Strzelce Opolskich. Biorąc pod uwagę wysoką przepuszczalność i wodo-zasobność warstwy, zwiększenie depresji doprowadziłoby do powiększenia głębokości leja depresji w rejonie wyrobiska, nie wpływałoby jednakże bezpośrednio ani pośrednio na otoczenie. Głównym ograniczeniem w tym względzie byłby istotny wzrost dopływów wód podziemnych do wyrobiska kopalni, co z kolei skutkowałoby koniecznością ponoszenia jeszcze wyższych niż obecnie kosztów ich odprowadzania.

Powyższa analiza wskazuje, że w warunkach ustabilizowanego i bardzo płytkiego leja depresji wokół kopalni wapienia „Strzelce Opolskie” nie występują i nie będą występować w przyszłości bezpośrednie i pośrednie wpływy systemu odwadniania wspomnianego zakładu na otoczenie. W takich warunkach, analogicznie jak w całym blisko 40-letnim okresie prowadzenia odwodnienia nie wystąpią, z tego tytułu żadne szkody górnicze.

9.9. Zagospodarowanie wód z odwodnienia złoża wraz z opisem sposobu i miejsca odprowadzania niewykorzystanych wód

Aktualnie Kopalnia Wapienia „Strzelce Opolskie” posiada jedną pompownię główną, zlokalizowaną na II poziomie eksploatacyjnym. Pompownia składa się z łącznie 4 zatapialnych agregatów pompowych, firmy FLYGHT:

- 3 pompy CP3231 o wydajności nominalnej 760 m³/h,
- 1 pompa CP3300, o wydajności nominalnej 320 m³/h.

Łączna wydajność agregatów pompowych zainstalowanych w pompowni głównej wynosi 2600 m³/h (62,4 tys. m³/d). Zapas wydajności pomp odwadniających jest wystarczający z punktu widzenia efektywnego odwadniania kopalni, stąd gwarantuje bezpieczną eksploatację na poziomach I i II.

Do pompowni głównej kierowana jest grawitacyjnie całość wód dopływających do wyrobiska kopalni „Strzelce Opolskie”. Wody z poziomu I kierowane są rowem odwadniającym, a następnie spływają grawitacyjnie w formie kaskady w rejon pompowni głównej. Większość wód dopływających do pompowni pochodzi ze zbiornika wodnego w wyrobisku, powstałego w związku z zatopieniem III poziomu kopalni. Maksymalna rzędna

zwierciadła wody w obrębie zbiornika (z punktu widzenia bezpieczeństwa robót górniczych na poziomie II) wynosi ok. +188,5 m n.p.m. Przy takim poziomie wody zbiornik w zatopionej dolnej części wyrobiska ma około 8 m głębokości (w obrębie byłego rząpia poziomu III, głębokość jest większa i wynosi 12,6 m). Pojemność zbiornika przy rzędnej zwierciadła wody +188,5 m n.p.m. jest równa 1 005 tys. m³. Woda ze zbiornika kierowana jest za pomocą rowu przelewowego bezpośrednio do rząpia pompowni głównej, skąd jest na bieżąco odpompowywana.

Woda z pompowni głównej odprowadzana jest naziemnym rurociągiem stalowym $\phi 600$ mm, o długości około 3,0 km, łączącym rząpie kopalni „Strzelce Opolskie” z terenem dawnej Cementowni „Strzelce Opolskie”. Następnie wody są kierowane do kanalizacji burzowej byłej cementowni (obecnie firmy DSO Sp. z o.o., tzw. Kronospan). System kanalizacji burzowej składa się z podziemnego kolektora grawitacyjnego o średnicy $\phi 1000$ mm, a następnie $\phi 1400$ mm i łącznej długości około 2,3 km, który wyprowadza całość wód dopływających do niego (wody kopalniane oraz wody opadowe z terenu dawnej cementowni) do rowu melioracyjnego A61, który uchodzi do potoku Jędrynia (wg Państwowego Rejestru Nazw Geograficznych – potoku Nietoczka), dopływu rzeki Suchej. Wylot kolektora zrzutowego wód kopalnianych znajduje się w odległości około 1200 m na północ od terenu dawnej cementowni w miejscowości Rozmierka. Łączna długość systemu odprowadzania wód kopalnianych z odwadniania kopalni wapienia „Strzelce Opolskie” wynosi około 5,3 km (naziemny rurociąg tłoczny – 3,0 km oraz podziemny rurociąg grawitacyjny – 2,3 km). Długość rowu melioracyjnego A61 od wylotu kolektora do ujścia do rzeki Suchej, w rejonie na południe od miejscowości Breguła, przy Jeziorze Starym, wynosi około 8 km (Rys. 25).

Aktualnie wody kopalniane zrzucane do cieku rowu melioracyjnego A61 (potok Nietoczka) nie są wykorzystywane w żaden sposób. Wody kopalniane po przedostaniu się do koryta rzeki Suchej zasilają sztuczne stawy hodowlane zlokalizowane pomiędzy miejscowościami Breguła i Utrata.

W związku z przeprowadzonymi prognozami odwadniania kopalni „Strzelce Opolskie” do rzędnej +188,5 m n.p.m. (scenariusz 1) i rzędnej +198,5 m n.p.m. (scenariusz 2) nie przewiduje się zmiany sposobu i miejsca odprowadzanych wód.



Rys. 25. System zrzutu wód kopalnianych z odwadniania Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” do rzeki Suchej

10. ANALIZA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA WÓD PODZIEMNYCH, POCHODZĄCYCH Z ODWODNIENIA KOPALNI WAPIENIA „STRZELCE OPOLSKIE”

Głównym problemem związanym z wykorzystaniem wód z odwadniania Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” są podwyższone stężenia azotanów w wodach dopływających do jej rżypia. Okresowo stwierdza się również wysokie zawartości innej formy związków azotowych – azotynów (NO_2). Bardzo wysokie stężenia związków azotowych (głównie azotanów i azotynów) stanowią wciąż nierozwiązany problem całego zbiornika GZWP nr 333 Opole – Zawadzkie. Wynika to bezpośrednio z braku izolacji silnie zawodnionych utworów triasowych od wpływu powierzchniowych ognisk zanieczyszczeń. Większa część zbiornika ma bowiem w nadkładzie bardzo dobrze przepuszczalne piaski czwartorzędowe i dodatkowo obszar ten jest regionem, stosunkowo słabo skanalizowanym i o intensywnym rozwoju działalności rolniczej (z dużą dawką nawozów sztucznych i naturalnych – gnojowicy).

Wody podziemne dopływające do systemu odwadniania kopalni „Strzelce Opolskie” charakteryzują się najczęściej stosunkowo dobrą, III klasą jakości (zadowalającą). Głównym kryterium dla takiego zaklasyfikowania wód kopalnianych jest wysoki poziom jonów azotanowych (NO_3), które w okresie prowadzonego monitoringu tj. w latach 2005–2017 wahały się zazwyczaj w granicach 31,9–44,3 mg/dm^3 . W kilku przypadkach w badanym okresie „suchym” – lata i wczesnej jesieni, odnotowane zostały zawartości azotanów (NO_3) z przedziału 50,0–56,4 mg/l , tylko nieznacznie przekraczające normatyw dla wód pitnych (50 mg/dm^3).

W związku z problemami jakościowymi wód triasowych (zanieczyszczenie wód związkami azotowymi), mimo ich znacznej zasobności rejonu Strzelec Opolskich, w zupełności pokrywających zapotrzebowanie na wodę systemu wodociągowego przedsiębiorstwa Strzeleckie Wodociągi i Kanalizacja Sp. z o.o. można rozważyć oparcie systemu zaopatrzenia w wodę pitną miasta i gminy Strzelce Opolskie w oparciu o wody kopalniane. Średni dopływ do kopalni wynosi 15 m^3/min (lata 2015–2017), co daje rocznie 7,9 mln m^3 wody. Taka ilość wody jest średnio 4–5 krotnie większa niż zapotrzebowanie na wodę odbiorców przedsiębiorstwa na wodę dla około 35 tysięcznej populacji miasta i gminy Strzelce Opolskie, wymagającej poboru około 2,3–2,8 mln m^3 wody rocznie. Zagospodarowanie tych wód mogłoby rozwiązać problem ponadnormatywnych stężeń azotanów i siarczanów w wodach wapienia muszlowego, ujmowanych studniami na ujęciu w Kosicach (Kos-2a i Kos-3a) oraz dolnego i środkowego piaskowca (Kos-4a i Kos-5a),

którego eksploatacja powoduje bardzo silną zmianę jakości wód podziemnych ujmowanych poszczególnymi studniami. Wody podziemne na ujęciu w Kosicach ulegają mieszanii i tym samym powodują ich degradację. Zatrzymanie dalszej eksploatacji na tym ujęciu i wykorzystanie wód kopalnianych wydaje się dobrą alternatywą, zatrzymującą trwale zanieczyszczenie wód zarówno poziomu wapienia muszlowego jak i dolnego i środkowego piaskowca.

Aktualny zadowalający stan jakościowy wód kopalnianych dopływających do wyrobiska kopalni „Strzelce Opolskie” daje możliwość ich skierowania do sieci wodociągowej na terenie miasta i gminy Strzelce Opolskie. Konieczne w tym względzie jest tylko stosunkowo mało zaawansowane uzdatnianie wód kopalnianych polegające na usunięciu z nich zawiesiny, ich natlenienie oraz dezynfekcja.

W przypadku odwadniania kopalni do założonych rzędnych: +188,5 m n.p.m. (scenariusz 1) oraz +198,5 m n.p.m. (scenariusz 2) możliwości zagospodarowania wód kopalnianych na potrzeby gminy i miasta Strzelce Opolskie pozostają nadal aktualne. W przypadku scenariusza 2, przewiduje się dodatkowo polepszenie jakości wód dopływających do wyrobiska i powiększonego sztucznego zbiornika w jego obrębie, poprzez zmniejszenie dopływu zanieczyszczeń ze strony miasta Strzelce Opolskie do kopalni. Stworzy to bardziej dogodne warunki zagospodarowania tych wód. Ponadto w warunkach podjęcia skoordynowanych starań w zakresie uporządkowania gospodarki wodno-ściekowej miasta i gminy Strzelce Opolskie i wyznaczenia obszaru ochronnego dla zbiornika stanowiącego rezerwar wody pitnej, jakość ujmowanych w nim wód powinna dodatkowo wykazywać tendencję znacznego polepszania się.

Pomimo ewidentnych korzyści dla społeczności lokalnej trudno jest aktualnie przesądzać o optymalnym sposobie wykorzystania wód z odwodnienia Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”. Kluczowe znaczenie mają w tym przypadku kryteria jakościowe wody lecz przede wszystkim zależy to od strategii przyjętej przez władze lokalne oraz przedsiębiorstwo Strzeleckie Wodociągi i Kanalizacja sp. z o.o.

11. ZALECENIA DOTYCZĄCE WYKONANIA DAJSZYCH BADAŃ HYDROGEOLOGICZNYCH ZWIĄZANYCH Z ODWADNIANIEM ZŁOŻA ORAZ PROWADZENIA OBSERWACJI POMIARÓW ZWIERCIADŁA WÓD PODZIEMNYCH

11.1. Stan aktualny sieci monitoringu środowiska wodnego w rejonie złoża i jego otoczenia

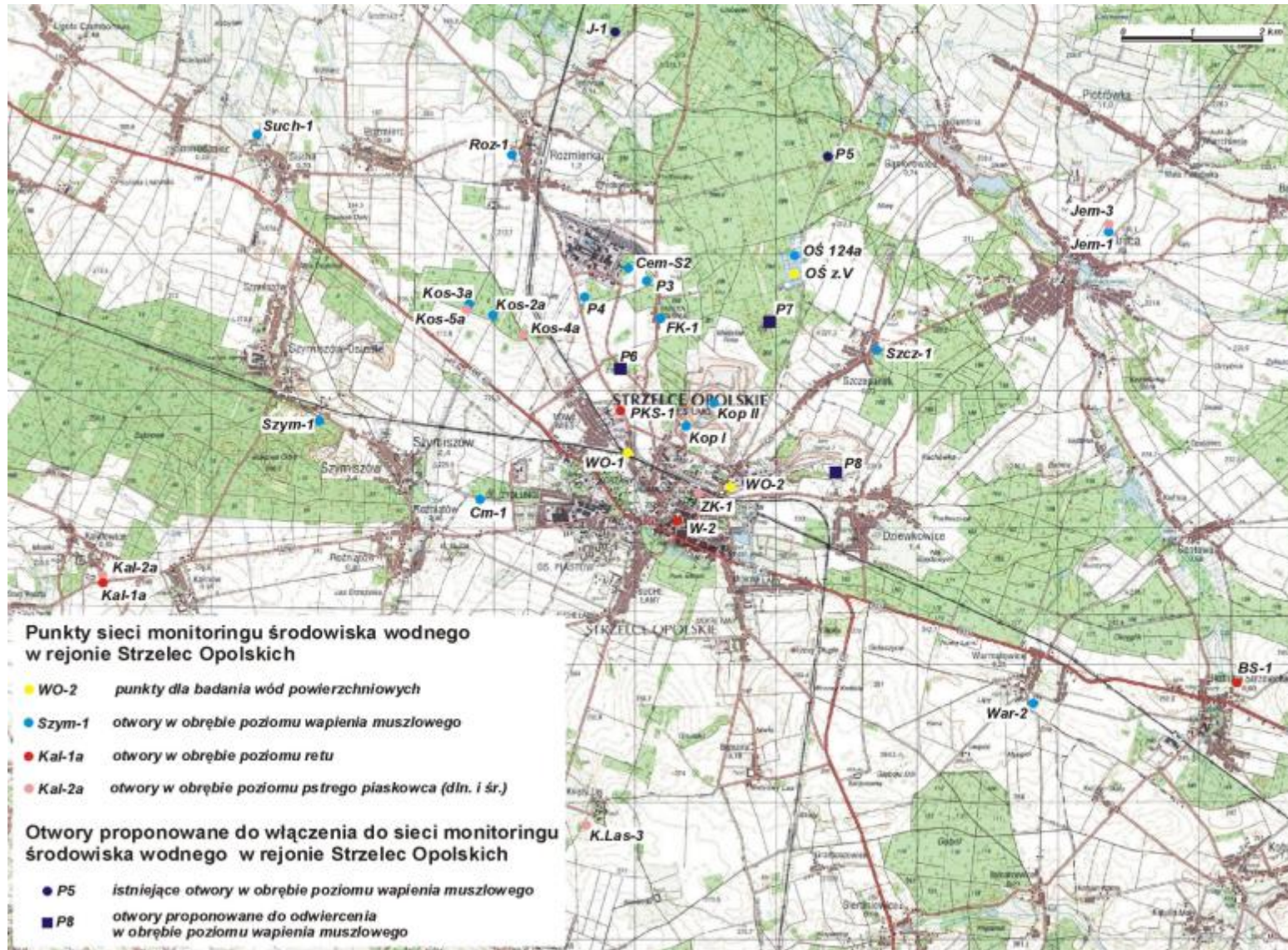
Sieć monitoringu wód podziemnych z piętra triasowego w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” złożona jest wg aktualnego stanu (2017 r.) z 25 punktów badawczych, głównie piezometrów i studni wierconych oraz rzepi kopalń a także punktów ujmujących wody powierzchniowe. Obszar objęty badaniami monitoringowymi, wyznaczony odległością skrajnych punktów pomiarowych, ma wymiary w przybliżeniu 16 km x 10 km. Poszczególne punkty sieci monitoringowej ujmują wszystkie istotne z punktu widzenia opisu warunków hydrogeologicznych omawianego obszaru poziomy wodonośne oraz wody powierzchniowe, których lokalizację przedstawiono na Rys. 26:

Punkty ujmujące wody pstręgo piaskowca i permokarbonu

- Kos-5a – ujęcie miasta “Kosice”, studnia nr 5A
- Kal-2a – ujęcie Kalinowice, studnia nr 2a
- Mlecz-1- ujęcie byłej mleczarni studnia nr 1
- J-3 – ujęcie Jemielnica studnia nr 3
- KL-3 – studnia nr 3 w Księżym Lesie
- Dol-1 – zbiornik górny Dolna st. nr 1
- Brz-1 – Brzeziny st. nr 1
- BS-3 – ujęcie Błotnica Strzelecka st. nr 3

Punkty ujmujące wody retu

- BS-1 – ujęcie Błotnica Strzelecka studnia nr 1
- Kal-1a – ujęcie Kalinowice, studnia nr 1a
- PKS-1 – studnia nr 1 na terenie bazy PKS
- SŁ-1 - studnia nr 1 na terenie byłej stadniny koni w Suchych Łanach
- W-2 – studnia nr 2 ujęcia Wieża (przy czym studnia ta ujmuje również wody wapienia muszlowego – warstwy gogolińskie)



Rys. 26. Lokalizacja piezometrów i studni wierconych wchodzących w skład sieci monitoringowej w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”

Punkty ujmujące wody wapienia muszlowego

- J-1 – ujęcie Jemielnica studnia nr 1
- Szcz-1 – ujęcie Szczepanek, studnia nr 1
- FK-1 – ujęcie Farska Kolonia studnia nr 1
- Kos-2a – ujęcie miasta “Kosice”, studnia nr 2A
- Kos-3a – ujęcie miasta “Kosice”, studnia nr 3A (przy czym studnia ta od pewnego czasu wykazuje ewidentny wpływ zasilania z utworów retu)
- Roz-1 – ujęcie Rozmierka, studnia nr 1
- Such-1 - ujęcie Sucha studnia nr 1
- Kron-S2 – ujęcie Kronospan studnia nr 2

Punkty ujmujące wody powierzchniowe:

- Kop-II – rzapie II poziomu kopalni Strzelce Op.
- Kop-I – rzapie I poziomu kopalni Strzelce Op.
- WO-1 – wody powierzchniowe, ponor w rejonie Nowej Wsi Strzeleckiej
- WO-2 – wody powierzchniowe, ponor w rejonie mostu ul. Matejki

Główne znaczenie w zakresie badania wód powierzchniowych ma stała kontrola wód z odwadniania powierzchniowego miasta Strzelce Opolskie, które zrucane są do dwóch ponorów WO-1 i WO-2. Dodatkowym elementem sieci monitoringowej w rejonie Strzelce Opolskich jest punkt zlokalizowany na terenie oczyszczalni ścieków OŚ z.V (piezometr 124a), gdzie istnieje możliwość pomiaru stanu jakościowego wód przenikających do górotworu z rejonu stawów infiltracyjnych.

Badania realizowane w ramach obsługi sieci monitoringowej w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” obejmują swym zakresem pomiary głębokości położenia zwierciadła wód podziemnych piętra triasowego w 13 z 24 punktów obserwacyjnych oraz pobór próbek wód do analizy ich właściwości fizyko-chemicznych ze wszystkich punktów.

Pomiary hydrogeologiczne (badania składu chemicznego wód) w ramach obsługi wspomnianej sieci monitoringowej realizowane są 2 razy w roku, w pierwszej serii w miesiącach wiosennych (kwiecień-maj) oraz po raz drugi w miesiącach jesiennych (wrzesień-październik).

Próbki wody są pobierane do jednorazowych butelek z tworzywa sztucznego (PE, PP) i odpowiednio utrwalone (filtracja, zakwaszenie). W trakcie opróbowywania punktów

monitoringowych w terenie mierzone są odczyn pH, temperatura i przewodność właściwa badanych wód, przy użyciu standardowych mierników elektronicznych (pH-metru i konduktometru). Próbki wód podziemnych są niezwłocznie przekazywane do certyfikowanego laboratorium chemicznego.

Zakres wykonywanych analiz wody w okresie ostatnich kilku lat obejmuje pomiar: temperatury, pH, przewodności elektrycznej (EC), suchej pozostałości (TDS), twardości ogólnej, wodorowęglanów (HCO_3), zasadowości ogólnej, wapnia (Ca), magnezu (Mg), sodu (Na), potasu (K), chlorków (Cl), siarczanów (SO_4), azotanów (NO_3), azotynów (NO_2), amoniaku (NH_4), fosforu ogólnego (P og.), żelaza (Fe), manganu (Mn).

W przeszłości w ramach obsługi sieci monitoringowej wykonywane były oznaczenia parametrów charakteryzujących obecność w wodach substancji organicznych (ChZT i BZT₅) oraz szerszego wachlarza pierwiastków śladowych: arsenu (As), bromków (Br), kadmu (Cd), chromu (Cr), rtęci (Hg), niklu (Ni), ołowiu (Pb), strontu (Sr) oraz cynku (Zn). Większość ze wspomnianych składników występowała w badanych wodach w stężeniach poniżej poziomu oznaczalności, stąd zrezygnowano z ich wykonywania.

11.2. Wytyczne dla dalszego prowadzenia badań monitoringowych

System monitoringu środowiska wodnego w rejonie Strzelce Opolskich powinien spełniać następujące cele:

- 1) monitorowanie warunków hydrodynamicznych (ciśnienia wód podziemnych) we wszystkich poziomach wodonośnych;
- 2) monitorowanie składu chemicznego wód podziemnych we wszystkich poziomach wodonośnych.

Zadanie pierwsze ma kluczowe znaczenie dla określenia rzeczywistego zasięgu drenującego wpływu systemu odwaniania kopalni „Strzelce Opolskie” na triasowe piętro wodonośne, głównie poziomu wapienia muszlowego ale również w ograniczonym zakresie dla poziomów retu i pstrego piaskowca. W perspektywie zmiany rzędnej odwodnienia kopalni do +198,5 m n.p.m. (scenariusz 2) wydaje się, że zadanie to mieć będzie jeszcze ważniejsze znaczenie w kontekście monitorowania możliwych do wystąpienia stref podtopień w rejonie miasta Strzelce Opolskie.

Dla rozwiązania tak postawionego zadania należy prowadzić skoordynowane pomiary położenia zwierciadła wód podziemnych w jak największej liczbie otworów ujmujących poszczególne poziomy wodonośne w obrębie piętra triasowego. Pomiary muszą być

prowadzone dla zniwelowanych pod względem geodezyjnym (współrzędne X i Y oraz rzędna punktu odniesienia Z) punktach pomiarowych, gdzie będzie istnieć możliwość obliczenia rzędnej zwierciadła wody (w m n.p.m.). Pomiary położenia zwierciadła wody powinny być prowadzone z częstotliwością co 2 miesiące, przy czym możliwe jest zastosowanie automatycznych rejestratorów poziomu zwierciadła wody (tzw. diverów).

Dla potrzeb zwiększenia dokładności monitorowania zasięgu oddziaływania Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” na środowisko wodne, głównie poziomu wapienia muszlowego, proponuje się włączyć do sieci pomiarowej piezometr P5 w Gąsiorowicach (otw. 126/44) oraz nieczynną studnię J-1 w Jędryniach. Dodatkowo proponuje się odwiercenie 3 otworów piezometrycznych w strefie wokół wyrobiska kopalni, oznaczonych symbolami P6 (w kierunku na Kosice), P7 (w kierunku na oczyszczalnię) i P8 (w kierunku na Dziewkowice).

Dla potrzeb monitorowania terenu miasta Strzelce Opolskie w ramach przyszłej profilaktyki przeciw-podtopieniowej proponuje się objęcie badaniami większej liczby otworów wiertniczych ujmujących wszystkie poziomy wodonośne piętra triasowego. Kluczowe znaczenie w tym względzie mają otwory zlokalizowane na terenie samego miasta oraz na południe od niego, w strefach wychodni utworów triasowych. Otwory te w przeszłości były wykorzystywane w ramach badań monitoringowych i obecnie proponuje się ich ponowne włączenie do sieci (np. Pionier, szpital, dawne gosp. „Suche Łany”, ZK-2, W-3, rzeźnia, ogródki, piezometry koło cmentarza i inne). Duże znaczenie w tym kontekście mają również studnie zlokalizowane na południe od Strzelec Opolskich (np. Czarnocin, Księży Las, nowy otwór D-1, Brzezina, Kaczorownia i Dziewkowice).

W ramach koncepcji monitorowania środowiska wodnego w rejonie Strzelec Opolskich, istniałyby zatem trzy podsieci (Rys. 26):

- 1) w obrębie utworów wapienia muszlowego na północ od miasta dla oceny wpływu kopalni na środowisko wodne oraz dodatkowo spełniająca funkcje osłonowe dla ujęcia w Kosicach;
- 2) w obrębie utworów retu i pstrego piaskowca, dla potrzeb oceny zagrożenia podtopieniami miasta Strzelce Opolskie, w obrębie samego miasta oraz na południe od niego w strefie wychodni skał triasowych;
- 3) w otoczeniu wybranych ujęć wód podziemnych na terenie działalności przedsiębiorstwa Strzeleckie Wodociągi i Kanalizacja sp. z o.o., spełniająca funkcje osłonowe dla czynnych studni ujęciowych.

Badanie stanu jakościowego wód podziemnych ma duże znaczenie dla warunków ochrony wód w Głównych Zbiornikach Wód Podziemnych nr 333 Opole-Zawadzkie oraz nr 335 Krapkowice-Strzelce Opolskie. Badania jakości wód podziemnych realizowane w ramach sieci monitoringowej dają możliwość identyfikacji ognisk zanieczyszczeń oraz określenia rzeczywistych kierunków przepływu wód podziemnych w zbiorniku triasowym. Dane tego typu są szczególnie cenne z uwagi na znaczne skomplikowanie budowy geologicznej i hydrogeologicznej tego rejonu i w związku z powyższym ciągle niedoskonałe rozpoznanie warunków krążenia wód podziemnych. Zadanie to jest praktycznie niemożliwe do rozwiązania bez informacji dotyczących warunków hydrodynamicznych i rzeczywistych kierunków przepływu w obrębie poszczególnych poziomów wodonośnych.

Zakres analiz chemicznych zalecanych do realizacji w ramach obsługi sieci monitoringowej proponuje się nieznacznie zmienić w stosunku do prowadzonego obecnie. Powinien on zatem obejmować oznaczenia: przewodności elektrolitycznej właściwej, odczynu pH i temperatury oraz wszystkich jonów głównych tj. wapnia(Ca), magnezu (Mg), sodu (Na), potasu (K), wodorowęglanów (HCO_3), siarczanów (SO_4) i chlorków (Cl), związków azotowych tj. azotanów (NO_3), azotynów (NO_2) oraz jonów amonowych (NH_4) a także szerszego wachlarza pierwiastków śladowych: glinu (Al), boru (B), baru (Ba), żelaza (Fe), litu (Li), manganu (Mn), fosforu (P), strontu (Sr), krzemionki (SiO_2) oraz cynku (Zn).

Opróbowanie i analizę składu chemicznego wód w najbliższym sąsiedztwie odkrywki proponuje się prowadzić 1 raz na rok w sezonie jesiennym. W celach weryfikacji warunków hydrochemicznych na nieco większym obszarze w rejonie Strzelec Opolskich należy rozważyć przeprowadzenie raz na 3 lata pełniejszych badań dla większej liczby piezometrów i studni wybranych spośród wymienionych w niniejszym rozdziale.

Ważnym elementem badań monitoringowych, zważywszy na trwający od 1997 roku „mokry” okres, gdzie kilkakrotnie wystąpiły katastrofalne powodzie, mają pomiary wielkości opadów atmosferycznych dla rejonu Strzelec Opolskich. Wystarczający w tym kontekście jest zakres wielkości opadów miesięcznych i rocznych.

Kolejnym elementem, który obecnie jest prowadzony w niewystarczającym stopniu są pomiary ilości wód ze spływu powierzchniowego z terenu miasta Strzelce Opolskie i wprowadzanych do ponorów WO-1 oraz WO-2. Biorąc pod uwagę, że obecnie woda ta trafia praktycznie w całości do systemu odwadniania Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”, w warunkach likwidacji kopalni może wystąpić problem ze zmniejszeniem chłonności w/w ponorów i okresowym podtapianiem wybranych obszarów miasta. Dla potrzeb określenia potencjalnych możliwości zrzutu wód opadowych z terenu miasta

w przyszłości konieczne jest prowadzenie w miarę możliwości stałych pomiarów zrzutu wód do ponorów w nawiązaniu do rejestracji wielkości opadów atmosferycznych. System taki mógłby opierać się o zabudowane na wlocie do ponorów przelewy, w miarę możliwości z opcją stałej rejestracji przepływu.

12. ZALECENIA DOTYCZĄCE KONIECZNOŚCI OGRANICZENIA ROZMIARÓW PRAC ODWODNIENIOWYCH LUB ZANIECHANIA EKSPLOATACJI ZŁOŻA PONIŻEJ POZIOMU ZWIERCIADŁA WÓD PODZIEMNYCH, JEŻELI PROGNOZUJE SIĘ, ŻE W WYNIKU ODWODNIENIA POWSTANĄ POWAŻNE SZKODY W ŚRODOWISKU

W wyniku aktualnych warunków eksploatacji złoża i związanego z tym ustabilizowanego i płytkiego leja depresji wokół Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” nie występują wpływy systemu odwadniania wspomnianego zakładu na otoczenie. Na podstawie przeprowadzonych analiz dla prognozowanych scenariuszy odwodnienia złoża, zarówno dla poziomu odwadniania +188,5 m n.p.m. (scenariusz 1) jak i poziomu +198,5 m n.p.m. (scenariusz 2) nie prognozuje się powstania szkód w środowisku. Działalność kopalni, dla obu rozpatrywanych scenariuszy, w całym prognozowanym okresie prowadzenia odwodnienia, nie spowodują poważnych szkód górniczych.

W związku z powyższym nie podaje się zaleceń dotyczących konieczności ograniczenia rozmiarów prac odwodnieniowych lub zaniechania eksploatacji złoża wapieni w Strzelcach Opolskich poniżej poziomu zwierciadła wód podziemnych.

13. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

- 1) Kopalnia Wapienia „Strzelce Opolskie” prowadzi eksploatację wapieni triasowych ze złoża położonego w obrębie województwa opolskiego w granicach miasta Strzelce Opolskie (powiat strzelecki).
- 2) W rejonie Strzelce Opolskich przebiega granica pomiędzy Wyżyną Śląską a Równiną Opolską, stąd obserwuje się znacząca deniwelację powierzchni terenu przy jednocześnie niewielkim jej urozmaiceniu w przedstawionych krainach geograficznych. Najwyższe rzędne terenu występują w rejonie miejscowości Szymiszów, gdzie osiągają poziom około +267 m n.p.m., najniższe zaś w dolinach rzek Suchej i Jemielnicy, gdzie osiągają około +180 - +190 m n.p.m.
- 3) Obszar eksploatacji wapieni i rejon w jego sąsiedztwie należy do zlewni Odry, która przepływa w odległości około 25 km na zachód. Bezpośrednio drenują go rzeki Sucha i Jemielnica oraz mniejsze potoki i rowy melioracyjne. Do rowu melioracyjnego A61, dopływu rzeki Suchej, odprowadzane są wody z odwodnienia kopalni.
- 4) W najbliższym rejonie kopalni nie ma naturalnych zbiorników wód powierzchniowych, natomiast występują sztuczne zbiorniki (stawy) utworzone bezpośrednio w dolinach rzecznych. Największy sztuczny zbiornik wodny znajduje się w obrębie najgłębszej części wyrobiska kopalni (poziom III). Zbiornik ten ma głębokość około 8-10 m i zawiera około 1 mln m³ wody.
- 5) Główne znaczenie w budowie geologicznej rejonu Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” ma formacja triasowa, zwyczajowo nazywana „triasem opolskim”. Stanowi ona część dużej struktury płytko zalegających lub odsłaniających się na powierzchni węglanowych utworów triasowych ciągnących się od okolic Olkusza i Chrzanowa po dolinę Odry. Inne utwory młodsze od triasu występują na omawianym obszarze w postaci odizolowanych płatów o niewielkich rozmiarach. Starsze zaś na dużej głębokości rzędu kilkuset metrów pod poziomem terenu.
- 6) Złoże wapienia „Strzelce Opolskie” obejmuje fragment profilu węglanowego triasu środkowego. Przedmiotem eksploatacji są warstwy górażdzańskie, terebratulowe, karchowickie oraz diploporowe. Eksploatacja złoża odbywa się w ramach obszaru górniczego „Strzelce Opolskie I” o powierzchni 229 ha 5900 m², zaś teren górniczy ma powierzchnię 9226 ha 8900 m², na podstawie koncesji nr 5/2000 z dnia 12.05.2000 r., wydanej przez Ministra Środowiska. Udokumentowane zasoby złoża wynoszą wg aktualnego operatu ewidencyjnego 162 659,86 tys. Mg.

- 7) Dominujące znaczenie dla warunków hydrogeologicznych rejonu Strzelec Opolskich ma wodonośne piętro triasowe, które stanowi na tym obszarze podstawowe źródło zaopatrzenia w wodę pitną i dla przemysłu. W obrębie piętra triasowego wyróżnia się trzy poziomy wodonośne, w kolejności pod względem wodo-zasobności: wapienia muszlowego, retu i pstrego piaskowca (środkowego i dolnego).
- 8) Najzasobniejszy w wodę poziom wapienia muszlowego ma charakter szczelinowo-krasowo-porowy, charakteryzujący się zróżnicowaną przepuszczalnością, w zależności od stopnia rozwarcia oraz wypełnienia szczelin i pustek krasowych. W jego obrębie wyróżnia się dwa horyzonty (warstwy) wodonośne: horyzont górny w utworach warstw karchowickich i diploporowych oraz horyzont dolny występujący w wapieniach warstw górazdzańskich. Oba horyzonty wodonośne rozdzielają słabiej przepuszczalne warstwy terebratulowe.
- 9) W związku z dużą wodonośnością skał triasowych w regionie opolskim wytyczono w ich obrębie Główne Zbiorniki Wód Podziemnych (GZWP) nr 333 Opole – Zawadzkie w węglanowej formacji triasu środkowego oraz retu (górny pstry piaskowiec) oraz GZWP nr 335 Krapkowice – Strzelce Opolskie w formacji pstrego piaskowca dolnego i środkowego.
- 10) Wody podziemne w obrębie triasu opolskiego charakteryzują się stosunkowo niską mineralizacją w granicach około 400-600 mg/l. W ich składzie jonowym dominują pierwiastki wchodzące w skład skał węglanowych: wapń (Ca), magnez (Mg) i wodorowęglany (HCO_3). Głównym zagrożeniem jakości potencjalnie zdalnych do picia wód z piętra triasowego są ponadnormatywne stężenia azotanów (NO_3) pochodzących z działalności rolniczej oraz z nieoczyszczonych ścieków komunalnych. Problem ten występuje na znacznym obszarze GZWP nr 333 Opole-Zawadzkie, w tym również w rejonie Strzelec Opolskich.
- 11) W przypadku wód podziemnych w utworach wodonośnych retu, w rejonie Strzelec Opolskich charakteryzują się one wyższymi mineralizacjami rzędu nawet około $1,5\text{--}2 \text{ g/dm}^3$, z dominacją wód o typie hydrochemicznym wapniowo-magnezowo-siarczanowym (Ca-Mg-SO_4) gdzie stężenie jonów siarczanowych może osiągać od kilkuset do nawet 1000 mg/dm^3 .
- 12) Skład chemiczny wód podziemnych dopływających do kopalni wapienia „Strzelce Opolskie” został szczegółowo rozpoznany w związku z prowadzeniem badań monitoringowych w okresie od początku 1999 r. W trakcie badań opróbowano i wykonano analizy składu chemicznego dla około 25-30 obiektów, głównie ujęć

i piezometrów, ale również rzępa kopalni, dwóch ponorów na terenie Strzelec Opolskich oraz wód w rejonie miejskiej oczyszczalni ścieków.

- 13) Działalność kopani „Strzelce Opolskie” bezpośrednio nie wpływa na skład chemiczny wód podziemnych dopływających do jej systemu odwadniania lub występujących w jej otoczeniu. Drenaż górniczy przyczynia się jednakże do aktywizacji ognisk zanieczyszczeń środowiska, które powodują pogorszenia jakości wód podziemnych dopływających do systemu odwaniania kopalni.
- 14) Ze względu na wysokie stężenia związków azotowych wody podziemne z wapienia muszlowego w rejonie Strzelec Opolskich nie spełniają często wymagań jakościowych stawianych dla wód pitnych stąd najczęściej reprezentują klasę IV i V wód.
- 15) Wody odpompowywane z wyrobiska kopalni, z racji dużej pojemności zbiornika wodnego w najgłębszej zatopionej części kopalni (pojemność około 1 mln m³) zazwyczaj mieszczą się pod względem jakościowym w wymaganiach dla wód pitnych.
- 16) Aktualnie wody kopalniane zrzucane do rowu melioracyjnego A-61 i nie są wykorzystywane w żaden sposób. Wydaje się, że wobec niskiej jakości wód sąsiednich ujęć, w tym problemu zanieczyszczenia wód nie tylko przez azotany, ale również siarczany, istnieją realne możliwości ich wykorzystania do zaopatrzenia ludności w wodę pitną.
- 17) Wpływ kopalni „Strzelce Opolskie” na środowisko wodne znacznej części GZWP nr 333 ogranicza się głównie do przeobrażenia warunków hydrodynamicznych w piętrze triasowym. Działalność systemu odwadniania kopalni, który przejmuje dopływ wód podziemnych w ilości średnio około 20–25 tys. m³/d, wywołuje stosunkowo niewielkie obniżenie zwierciadła wód podziemnych w piętrze triasowym i w konsekwencji ukształtowanie leja depresji wokół kopalni.
- 18) Kopalnia Wapienia „Strzelce Opolskie” nie wpływa na warunki hydrodynamiczne i skład chemiczny w obrębie wodonośnych poziomów triasowych: retu i pstrego piaskowca, obejmującego GZWP nr 335 Krapkowice – Strzelce Opolskie.
- 19) Kopalnia Wapienia „Strzelce Opolskie” stanowi najpoważniejszy element drenażu wód podziemnych z wodonośnego piętra triasowego we wschodniej części triasu opolskiego. Odwodnienie utworów triasowych, będących przedmiotem eksploatacji górniczej w granicach złoża „Strzelce Opolskie”, jest realizowane od 1974 roku. Ilość wód odprowadzanych z systemu odwadniania kopalni wapienia „Strzelce Opolskie” należy uznać za stosunkowo wysoką. Średni dopływ do kopalni wynosi bowiem za okres ostatnich 5 lat około 23 tys. m³/d (ok. 16 m³/min.) przy depresji około 16–18 m.

- 20) Działalność systemu odwadniania kopalni „Strzelce Opolskie”, który przejmuje znaczne ilości wód podziemnych z utworów triasowych skutkuje uformowaniem się lejów depresji wokół jej wyrobiska w warstwach górażdzańskich i karchowickich. Zasięg lejów depresji wyznaczony został w oparciu o wyniki badań położenia zwierciadła wód podziemnych w piętrze triasowym w rejonie Strzelec Opolskich, na obszarze o powierzchni około 180 km² oraz analizę archiwalnych opracowań hydrogeologicznych. Lej depresji ukształtowany wokół kopalni „Strzelce Opolskie” na przełomie lat 80. i 90. XX wieku został zmniejszony wskutek zatopienia najgłębszego, III poziomu kopalni w 2003 r.
- 21) Wyznaczone na podstawie badań modelowych i analizy map hydroizohips aktualne leje depresji w warstwach karchowickich i górażdzańskich Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” objęły swym zasięgiem obszar położony pomiędzy miejscowościami Rozmierka i Jędrynie na północy a Strzelcami Opolskimi na południu. Strefa obniżonego zwierciadła wód w poziomie wapienia muszlowego, związana z odwadnianiem kamieniołomu „Strzelce Opolskie” ma rozmiary w przybliżeniu około 3,4 km × 5,1 km i powierzchnię 17,63 km² dla warstw karchowickich oraz około 3,4 km x 5,2 km² i powierzchnię 17,93 km² dla warstw górażdzańskich
- 22) Kluczową rolę dla rozwoju leja depresji kopalni wapienia „Strzelce Opolskie” mają nieprzepuszczalne warstwy gogolińskie, które w rejonie badań mają charakter izolujący, oddzielający poziom wapienia muszlowego od wodonośnych utworów retu. Dodatkowym elementem ograniczającym zasięg leja depresji jest południowa granica występowania utworów łupkowych i marglistych warstw boruszowickich oraz liczne uskoki.
- 23) Powierzchnia lejów depresji dla warstw górażdzańskich i karchowickich jest w większości obszarem wspólnym (powierzchnią wspólną). Jediną różnicę w wielkości lejów depresji i ich zasięgu obserwuje się w ich południowej części, co jest wynikiem zasięgu występowania warstw karchowickich w tym rejonie.
- 24) Model hydrogeologiczny rejonu kopalni wapienia „Strzelce Opolskie” wykonany został przy użyciu programu Visual MODFLOW. Jest on wynikiem zgromadzonych dotychczas wyników badań zarówno archiwalnych jak i wykonanych dla potrzeb niniejszej dokumentacji. Kluczowe znaczenie w modelu na podstawie przesłanek hydrodynamicznych i hydrochemicznych przypisano izolującemu charakterowi warstw gogolińskich, terebratulowych i boruszowickich oraz wybranym uskoki. Uwzględniono również zasilanie systemu odwadniania kopalni „Strzelce Opolskie”

przez wody przenikające ze stawów infiltracyjnych oczyszczalni ścieków (około 3,6–4,0 mln m³/rok) oraz wody z odwadniania centrum Strzelec Opolskich zrzucane do dwóch ponorów (około 1,3–1,75 mln m³/rok).

- 25) Porównanie wyników badań modelowych z danymi rzeczywistymi (dopływ wód do wyrobiska kopalni oraz poziom zwierciadła wody w wybranych piezometrach) wskazuje na jego wysoką dokładność.
- 26) Wody kopalniane w całości zasilają rów A61 do którego wprowadzane są również wody pochodzące z innych źródeł, głównie z odwadniania powierzchniowego terenu firmy DSO Sp. z o.o. (Kronospan) oraz dopływy z rowów melioracyjnych odwadniających okoliczne pola uprawne.
- 27) Wytworzony w wyniku odwadniania kopalni wapienia „Strzelce Opolskie” lej depresji nie wpływa negatywnie na warunki hydrogeologiczne w swoim otoczeniu, a także nie indukuje jakichkolwiek niekorzystnych zjawisk i procesów na terenie nieruchomości gruntowych w jego granicach (zmniejszenie wydatków ujęć wód, osuszenie gleb, osuszenie cieków i zbiorników wodnych, spadek kondycji zdrowotnej szaty roślinnej, osiadania powierzchni terenu, budowlane szkody górnicze itp.). Przyczyną takiego stanu rzeczy jest niewielkie obniżenie zwierciadła wód podziemnych o maksymalnie około 16–18 m w rejonie samego wyrobiska, zaś na dominującym obszarze na zewnątrz wyrobiska następuje obniżenie naturalnego zwierciadła wód podziemnych o zaledwie kilka metrów, przy czym obniżenie to występuje na głębokości od kilku do kilkunastu metrów pod powierzchnią terenu. Obniżenie to jest niższe niż amplituda sezonowych czy też wieloletnich, naturalnych wahań zwierciadła wód podziemnych.
- 28) System odwadniania Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” funkcjonuje w warunkach odbioru wód podziemnych z triasowej warstwy wodonośnej, ale jest dodatkowo zasilany przez strumień wód przenikających ze stawów infiltracyjnych oczyszczalni ścieków (około 3,6–4,0 mln m³/rok) oraz wody z odwadniania centrum Strzelec Opolskich zrzucane do dwóch ponorów (około 1,3–1,75 mln m³/rok). Łączny dopływ do systemu odwadniania kopalni pochodzący ze sztucznych źródeł zasilania wynosi około 4–7 mln m³/rok. Niższe wartości dotyczą lat „suchych” o niskich opadach atmosferycznych wyższe zaś odnoszą się do lat relatywnie „mokrych”.
- 29) Prognoza zmian dla różnych scenariuszy systemu odwadniania kopalni tj. rzędnej +188,5 m n.p.m. (scenariusz 1) oraz 198,5 m n.p.m. (scenariusz 2) opiera się o wyniki badań modelowych, wykonanych przy użyciu programu Visual MODFLOW.

- 30) Najistotniejsze skutki rozważanego dalszego zatopienia Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” (zmniejszenia aktualnej depresji o ok. 10 m) sprowadzają się do częściowego wypełnienia jej wyrobiska, nieznacznym zmniejszeniem leja depresji oraz średniego dopływu wody do systemu odwadniania, a także potencjalną możliwością odtworzenia się stref podtopień (zalewisk i podmokłości) w północnej strefie peryferycznej ustępującego leja depresji.
- 31) W zależności od przyjętego wariantu odwadniania Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” średni dopływ wód do systemu odwadniania kopalni będzie kształtował się na poziomie:
- a) 21,6 tys. m³/d (15 m³/min) - dla scenariusza 1 tj. rzędnej odwadniania +188,5 m n.p.m.
 - b) 18,0 tys. m³/d (12,5 m³/min) - dla scenariusza 2 tj. rzędnej odwadniania +198,5 m n.p.m.
- 32) Zarówno zasięg leja depresji, jak i wielkość oszacowanych dopływów dla danego scenariusza eksploatacji nie będą się zmieniać wraz z powiększaniem się powierzchni wyrobiska, co wynika z faktu, że lej depresji opiera się w znacznej mierze o geologiczne granice strukturalne (uskoki oraz zasięg występowania utworów wapienia muszlowego).
- 33) Z uwagi na bardzo duży wpływ opadów atmosferycznych zasilających warstwę wodonośną na wielkość dopływu wód do systemu odwadniania Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” średnie wielkości dopływu do kopalni określone na podstawie średnich wartości opadów atmosferycznych dla typowego roku hydrologicznego mogą ulegać istotnym zmianom w przypadku występowania lat i okresów „mokrych” oraz „suchych”.
- 34) Zasięg strefy oddziaływania systemu odwadniania Kopalni Wapienia” Strzelce Opolskie” na środowisko wodne uzależniony jest od przyjętego scenariusza dalszego odwadniania kopalni w warunkach realizacji scenariusza 1, tj. utrzymania rzędnej odwadniania +188,5 m n.p.m. zasięg leja depresji nie ulegnie zmianie i obejmował będzie obszar ok. 17,63 km². W warunkach realizacji scenariusza 2, tj. podniesienia poziomu odwodnienia o ok. 10 m, tj. do rzędnej +198,5 m n.p.m. obszar leje depresji ulegnie zmniejszeniu do wartości 12,51 km². Obszar o powierzchni ok. 5 km², gdzie wystąpi odbudowa ciśnienia wód podziemnych do stanu naturalnego występował będzie na północnych peryferiach aktualnego leja depresji.

- 35) W wyniku odbudowy ciśnienia w poziomie wapienia muszlowego znaczącemu zmniejszeniu ulegnie chłonność górotworu na dodatkowe zasilanie. Skutkowac to będzie wspomnianymi zalewiskami i podmokłościami, ale również trudnościami w infiltracji oczyszczonych wód ściekowych do podłoża oraz nieznacznym zmniejszeniem chłonności ponorów odbierających wody z odwadniania powierzchniowego centrum Strzelec Opolskich.
- 36) Sieć monitoringu wód podziemnych z piętra triasowego w rejonie kopalni wapienia „Strzelce Opolskie” złożona jest wg aktualnego stanu na 2017 r. z 25 punktów badawczych, głównie piezometrów i studni wierconych oraz rząpia kopalń dwóch ponorów oraz punktu opróbowania wód na wylocie z oczyszczalni. Obszar objęty badaniami monitoringowymi, wyznaczony odległością skrajnych punktów pomiarowych, ma wymiary w przybliżeniu 16 km × 12 km.
- 37) Badania monitoringowe w rejonie kopalni „Strzelce Opolskie” obejmują swym zakresem pomiary głębokości zwierciadła wód podziemnych piętra triasowego oraz pobór próbek wód do analizy ich właściwości fizyko-chemicznych w zmiennej liczbie punktów (zawsze około 25–30 szt.). Głębokość do zwierciadła wody jest mierzona 6 razy w roku, natomiast skład chemiczny wód jest mierzony dwa razy do roku, w sezonach wiosennym oraz jesiennym.
- 38) W ramach koncepcji monitorowania środowiska wodnego w rejonie Strzelec Opolskich, proponuje się realizację badań w ramach trzech podsieci (Rys. 26): 1) w obrębie utworów wapienia muszlowego na północ od miasta dla oceny wpływu kopalni na środowisko wodne oraz dodatkowo spełniająca funkcje osłonowe dla ujęcia w Kosicach; 2) w obrębie utworów retu i pstrego piaskowca, dla potrzeb oceny zagrożenia podtopieniami miasta Strzelce Opolskie, w obrębie samego miasta oraz na południe od niego w strefie wychodni skał triasowych; 3) w otoczeniu wybranych ujęć wód podziemnych na terenie działalności przedsiębiorstwa Strzeleckie Wodociągi i Kanalizacja sp. z o.o., spełniająca funkcje osłonowe dla czynnych studni ujęciowych.
- 39) W oparciu o doświadczenia zgromadzone na etapie dotychczasowych ponad 20-letnich obserwacji wskazana jest zmiana zakresu prowadzonych badań monitoringowych. Biorąc pod uwagę zachowanie wartości informacyjnej wyników powyższych badań, możliwe jest zmniejszenie częstotliwości pomiarów składu chemicznego wód do jednej serii rocznej wykonywanej w sezonie jesiennym. Położenia zwierciadła wód podziemnych, z określeniem rzędnej zwierciadła wód podziemnych

w nawiązaniu do zniwelowanego geodezyjnie poziomu odniesienia, proponuje się wykonywać minimalnie co 2 miesiące.

- 40) Zakres analiz chemicznych zalecanych do realizacji w ramach obsługi sieci monitoringowej proponuje się nieznacznie zmienić w stosunku do prowadzonego obecnie. Powinien on zatem obejmować oznaczenia: przewodności elektrolitycznej właściwej, odczynu pH i temperatury oraz wszystkich jonów głównych tj. wapnia (Ca), magnezu (Mg), sodu (Na), potasu (K), wodorowęglanów (HCO_3), siarczanów (SO_4) i chlorków (Cl), związków azotowych tj. azotanów (NO_3), azotynów (NO_2) oraz jonów amonowych (NH_4) a także szerszego wachlarza pierwiastków śladowych: glinu (Al), boru (B), baru (Ba), żelaza (Fe), litu (Li), manganu (Mn), fosforu (P), strontu (Sr), krzemionki (SiO_2) oraz cynku (Zn).

14. WYKORZYSTANE MATERIAŁY

Jarzemowski A., 1999. Informacja na temat: Zaopatrzenie gminy Strzelce Op. w wodę dla celów socjalno-bytowych i gospodarczych. Strzeleckie Wodociągi i Kanalizacja Sp. z o.o. Strzelce Op.

Kleczkowski A. S., 1990. Objasnienia Mapy obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony. 1:500000. AGH, Kraków.

Kryza J., 1996. Zasoby dyspozycyjne, strategia ujmowania oraz problemy zagrożenia i ochrony triasowego zbiornika wód podziemnych Opole- Zawadzcie. I konf. „Trias Opolski”. Opole-Turawa 4-5 października 1996

Kryza J., 2001: Model numeryczny zbiornika triasu opolskiego. Współczesne problemy hydrogeologii X. Tom 2. Oficyna Wyd. Sudety. Wrocław.

Kryza J., Kryza H., 2001. Zagrożenie środowiska wodnego nie zlikwidowanymi otworami wiertniczymi Współczesne problemy hydrogeologii X. Tom 2. Oficyna Wyd. Sudety. Wrocław.

Kryza J., Kryza H., Kleśta W., 2005. Projekt prac geologicznych na wykonanie otworu badawczo-eksploatacyjnego nr K-2a na terenie ujęcia wodociągowego w miejscowości Kalinowice. Aquator Sp. z o.o. Wrocław.

Kryza J., Kryza H., Kleśta W., 2014. Ekspertyza hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z różnymi wariantami odwodnienia kopalni wapienia „Strzelce Opolskie”. Pro-Aqua Biuro Projektów na zlecenie Górażdże Cement S.A. Wrocław.

Kryza H., Kryza J., 2003. Ocena wpływu ognisk zanieczyszczeń na jakość wód podziemnych w rejonie Strzelce Opolskich. Współ. Problemy Hydrogeologii. T.XI. Wyd. Bud. Wodn. i Inż. Środ. Politechnika Gdańska. Gdańsk.

Kryza H, Kościański R, Hansen T., Kryza J. 2000. Ocena jakości wód podziemnych rejonu Strzelce Op.. Kruger Int.Cons. A/S, Aquator Sp. z o.o. Wrocław.

Podgórska B., Górniak J., Synowiec P., Stelmach M., Podgórski M., 2012. Aktualizacja Programu Ochrony Środowiska dla powiatu strzeleckiego na lata 2012-2015 z perspektywą na lata 2016-2019, ALBEKO z siedzibą w Opolu na zlecenie Starostwa Powiatu Strzeleckiego.

WIOŚ, 2017a. Stan Środowiska w województwie opolskim w roku 2016. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Opolu. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Opole, 2017

WIOŚ, 2017b. Pobór wód w województwie opolskim w 2016 roku. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Opolu. Komunikat 2/W/2017. Opole, październik 2017.

Dodatek do dokumentacji geologicznej złoża wapieni triasowych „Strzelce Op.” w kategorii: B+ C1+ C2. Ministerstwo Budownictwa, Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej. Wykonawca: Biuro Projektów Przemysłu Cementowego, Wapienniczego i Gipsowego „Biprocemwap”. Kraków, wrzesień 1986

Dokumentacja geologiczna złoża wapieni triasowych „Strzelce Op.” w kat. B, C1, C2. M.B. i P.M.B Zjednoczenie Przemysłu Cementowego. Wykonawca: Przedsiębiorstwo Geologiczne w Krakowie. Kraków, grudzień 1971

Spis rysunków

Rys. 1. Mapa przeglądowa z lokalizacją Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”	8
Rys. 2. Regiony fizyczno-geograficzne w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”	9
Rys. 3. Zdjęcie rejonu Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”	10
Rys. 4. Szkic hydrograficzny rejonu Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” (Atlas Śląska Dolnego i Opolskiego, 1997)	18
Rys. 5. Zbiornik wodny w obrębie wyrobiska Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”. Stan na czerwiec 2017	19
Rys. 6. Roczne sumy opadów w rejonie Strzelec Opolskich w latach 1990–2017 (na podst. danych od Zamawiającego)	20
Rys. 7. Strefa wychodni skał triasowych w rejonie Tarnowa Opolskiego - Strzelec Opolskich (fragment Mapy Geologicznej Polski w skali 1:200 000, arkusz Gliwice)	25
Rys. 8. Przekrój geologiczny wzdłuż linii dolina Odry (Przywory) - Zawadzkie (wg Staśko S., 1992)	26
Rys. 9. Przekrój geologiczny rejonu Strzelec Opolskich (wg Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Strzelce Opolskie)	27
Rys. 10. Przekrój hydrogeologiczny w rejonie kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” (Kryza i in., 2014)	30
Rys. 11. Przekrój hydrogeologiczny I-I’ w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” (Kryza i in., 2014; objaśnienia na Rys. 10)	34
Rys. 12. Przekrój hydrogeologiczny II-II’ w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” (Kryza i in., 2014; objaśnienia na Rys. 10)	35
Rys. 13. Lokalizacja i granica GZWP nr 333 i 335 (Kleczkowski, 1990)	36
Rys. 14. Zmienność stężeń NO ₃ w poszczególnych studniach i piezometrach ujmujących wody podziemne poziomu wapienia muszlowego w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” (lata 2005-2017)	44
Rys. 15. Zdjęcie Kopalni Wapieni „Strzelce Opolskie” z widokiem na zbiornik wodny powstały poprzez zatopienie poziomu III	53
Rys. 16. Schemat dyskretyzacji obszaru badań modelowych	58
Rys. 17. Przykładowy przekrój przez numeryczny model górotworu triasowego na kierunku południe – północ	59
Rys. 18. Mapa zasięgu depresji Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” w obrębie poziomu wodonośnego wapienia muszlowego	63
Rys. 19. Mapa poziomu zwierciadła wody w utworach wapienia muszlowego w rejonie Kopalni Wapienie „Strzelce Opolskie” (Kleśta, 2017)	64
Rys. 20. Zmienność dopływów do Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” w latach 2007-2017	65
Rys. 21. Mapa zasięgu maksymalnego leja depresji Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” w obrębie poziomu wodonośnego wapienia muszlowego dla rzędnej odwodnienia +198,5 m n.p.m.	68
Rys. 22. Klasyfikacja hydrogeologiczna skutków likwidacji kopalń	73
Rys. 23. Wzajemne relacje występowania i ewolucji strefy podmokłości skutkującej powstaniem zalewiska	76
Rys. 24. Lej depresji Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” (1 – pierwotne/naturalne zwierciadło wody, 2 – lej depresji w warstwach górażdzańskich, 3 – lej depresji w warstwach karchowickich) ...	82

Rys. 25. System zrzutu wód kopalnianych z odwadniania Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” do rzeki Suchej 85

Rys. 26. Lokalizacja piezometrów i studni wierconych wchodzących w skład sieci monitoringowej w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” 89

Spis tabel

Tab. 1. Wykaz studni ujmujących wody podziemne w rejonie Kopalni „Strzelce Opolskie” 13

Tab. 2. Charakterystyka zbiorników wód podziemnych GZWP występujących w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” (na podst. Kleczkowski, 1990)..... 37

Tab. 3. Elementy statystyczne wybranych składników chemicznych charakteryzujących poziom wodonośny wapienia muszlowego (na podst. studni i piezometrów sieci monitoringu Kopalni Wapieni „Strzelce Opolskie”) 40

Tab. 4. Elementy statystyczne wybranych składników chemicznych charakteryzujących poziom wodonośny retu (na podst. studni i piezometrów sieci monitoringu Kopalni Wapieni „Strzelce Opolskie”) 46

Tab. 5. Elementy statystyczne wybranych składników chemicznych charakteryzujących poziom wodonośny dolnego i środkowego pstręgo piaskowca (na podst. studni i piezometrów sieci monitoringu Kopalni Wapieni „Strzelce Opolskie”)..... 48

Tab. 6. Parametry wykorzystane w modelu hydrogeologicznym rejonu Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” 61

Tab. 7. Elementy statystyczne wybranych składników chemicznych charakteryzujących wody dopływające do wyrobiska Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” (na podst. monitoringu własnego kopalni)..... 72

Spis załączników

Załącznik 1. Mapa dokumentacyjna rejonu Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”

Załącznik 2. Mapa zwierciadła wód podziemnych w poziomie wodonośnym wapienia muszlowego w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”. Stan aktualny na grudzień 2017

Załącznik 3. Mapa zwierciadła wód podziemnych w poziomie wodonośnym wapienia muszlowego w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”. Stan prognozowany dla rządnej odwodnienia wyrobiska kopalni +188,5 m n.p.m. – scenariusz 1 (na podst. badań modelowych)

Załącznik 4. Mapa zwierciadła wód podziemnych w poziomie wodonośnym wapienia muszlowego w rejonie Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie”. Stan prognozowany dla rządnej odwodnienia wyrobiska kopalni +198,5 m n.p.m. – scenariusz 2 (na podst. badań modelowych)

Załącznik 5. Mapa zasięgu depresji Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” w obrębie warstw górażdżańskich poziomu wodonośnego wapienia muszlowego dla rządnej odwodnienia wyrobiska +188,5 m n.p.m. (scenariusz 1) i +198,5 m n.p.m. (scenariusz 2)

Załącznik 6. Mapa zasięgu depresji Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie” w obrębie warstw karchowickich poziomu wodonośnego wapienia muszlowego dla rządnej odwodnienia wyrobiska +188,5 m n.p.m. (scenariusz 1) i +198,5 m n.p.m. (scenariusz 2)