

## **DOKUMENTACJA HYDROGEOLOGICZNA**

**ustalająca zasięg odwodnienia kopalni złoża wapieni  
i margli jurajskich „Barcin-Piechcin-Pakość” po  
pogłębieniu, poszerzeniu wyrobisk oraz połączeniu  
wyrobiska Wapienno Wschód z wyrobiskiem Bielawy  
Zachód**

### **Zlecniodawca:**

LAFARGE CEMEMNT S.A.  
ul. Warszawska 110  
28-366 Małogoszcz

### **Wykonawca:**

FUNDACJA NAUKA I TRADYCJE GÓRNICZE  
Z siedzibą Wydział Górnictwa i Geoinżynierii AGH  
Al. Mickiewicza 30  
30-059 Kraków

### **Kierownik opracowania:**

.....  
Dr inż. Krzysztof Polak

### **Geolog dokumentujący:**

.....  
Dr inż. Bogusław Bielec  
(nr upr. IV - 0323)

### **Zespół autorski:**

Dr inż. Kazimierz Różkowski  
Mgr inż. Katarzyna Kubiszyn  
Mgr inż. Karolina Kaznowska-Opala

**Kraków, kwiecień 2016**

## SPIS TREŚCI

<b>WSTĘP .....</b>	<b>7</b>
<b>1 ZAGOSPODAROWANIE TERENU I STANU ŚRODOWISKA W GRANICACH OBSZARU I TERENU GÓRNICZEGO WRAZ Z CHARAKTERYSTYKĄ UJĘĆ WÓD PODZIEMNYCH I POTENCJALNYCH OGNISK ZANIECZYSZCZEŃ TYCH WÓD .....</b>	<b>9</b>
1.1 LOKALIZACJA ZŁOŻA „BARCIN-PIECHCIN-PAKOŚĆ” .....	9
1.2 ZAGOSPODAROWANIE TERENU W GRANICACH OBSZARU I TERENU GÓRNICZEGO .....	10
1.3 STAN ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO I JEGO OCHRONA .....	11
1.4 CHARAKTERYSTYKA UJĘĆ WÓD PODZIEMNYCH W OTOCZENIU ZŁOŻA .....	11
1.5 POTENCJALNE OGNISKA ZANIECZYSZCZEŃ .....	12
<b>2 MORFOLOGIA I HYDROGRAFIA TERENU .....</b>	<b>13</b>
2.1 MORFOLOGIA TERENU .....	13
2.2 HYDROGRAFIA TERENU WRAZ Z CHARAKTERYSTYKĄ CIEKÓW I ZBIORNIKÓW POWIERZCHNIOWYCH .	14
2.2.1 JCWP .....	15
2.3 SYSTEM ODWODNIENIA ZŁOŻA .....	16
2.4 WARUNKI KLIMATYCZNE .....	19
<b>3 OPIS ZAKRESU I WYNIKÓW WYKONANYCH BADAŃ .....</b>	<b>20</b>
3.1 ZAKRES PRZEPROWADZONYCH PRAC TERENOWYCH NA POTRZEBY DOKUMENTACJI .....	20
<b>4 BUDOWA GEOLOGICZNA .....</b>	<b>22</b>
4.1 WARUNKI GEOLOGICZNE I CHARAKTERYSTYKA ZŁOŻA .....	23
4.2 DOTYCHCZASOWY PRZEBIEG EKSPLOATACJI ZŁOŻ .....	25
<b>5 WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE .....</b>	<b>27</b>
5.1 PIĘTRO CZWARTORZĘDOWE .....	27
5.2 PIĘTRO JURAJSKIE .....	29
5.3 JCWPd .....	32
5.4 GZWP NR 142 INOWROCŁAW-DĄBROWA .....	34
<b>6 PROGNOZA ZMIAN STANU ŚRODOWISKA WODNEGO ZWIĄZANYCH Z POGŁĘBIENIEM EKSPLOATACJI ZŁOŻA „BARCIN-PIECHCIN-PAKOŚĆ” .....</b>	<b>36</b>
6.1 ZAŁOŻENIA WARIANTÓW PROGNOZY (PRZEWIDYWANA GŁĘBOKOŚĆ EKSPLOATACJI ZŁOŻA „BARCIN-PIECHCIN-PAKOŚĆ”) .....	36
6.2 WSTĘP DO PROGNOZY .....	36
6.3 KONCEPCJA MODELU .....	37
6.4 PRZYGOTOWANIE MODELU .....	41
6.5 KALIBRACJA MODELU .....	43

<b>7</b>	<b>DOPŁYW WODY DO WYROBISKA, WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-CHEMICZNE WÓD DOPŁYWAJĄCYCH .....</b>	<b>45</b>
7.1	DOPŁYW WODY DO WYROBISK - STAN AKTUALNY .....	45
7.2	PROGNOZA DOPŁYWU DO SYSTEMU ODWADNIANIA ZG KUJAWY .....	49
7.3	DOPŁYW WÓD OPADOWYCH .....	51
7.4	SPOSÓB ODWODNIENIA.....	52
7.5	WŁAŚCIWOŚCI FIZYKO-CHEMICZNE WÓD .....	55
<b>8</b>	<b>RZĘDNA OBNIŻONEGO ZWIERCIADŁA WÓD PODZIEMNYCH, WIELKOŚCI DEPRESJI REGIONALNEJ, CZAS TRWANIA ODWODNIENIA, JEGO WYDAJNOŚĆ I ZMIENNOŚĆ .....</b>	<b>59</b>
<b>9</b>	<b>OCENA WPŁYWU PRZEWIDYWANYCH ZMIAN WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH NA ŚRODOWISKO WRAZ Z PROGNOZĄ MOŻLIWYCH SZKÓD .....</b>	<b>62</b>
9.1	WPŁYW NA OBSZARY PRAWNIE CHRONIONE.....	63
9.2	PROGNOZA KSZTAŁTOWANIA SIĘ WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-CHEMICZNYCH WÓD DOPŁYWAJĄCYCH DO WYROBISKA .....	63
9.3	PROGNOZOWANY WPŁYW ZRZUTU WÓD KOPALNIAŃ NA WODY POWIERZCHNIOWE.....	64
9.3.1	ZMIANY ILOŚCIOWE .....	64
9.3.2	JAKOŚĆ WÓD ODBIORKA .....	65
9.3.3	ZMIANY JAKOŚCIOWE.....	65
<b>10</b>	<b>PRZEWIDYWANA WYDAJNOŚĆ ODWADNIANIA W ODNIESIENIU DO ZASOBÓW DYSPOZYCYJNYCH WÓD PODZIEMNYCH .....</b>	<b>66</b>
<b>11</b>	<b>ZALECENIA DOTYCZĄCE OGRANICZENIA ROZMIARÓW PRAC ODWODNIENIOWYCH LUB ZANIECHANIA EKSPLOATACJI ZŁOŻA PONIŻEJ POZIOMU ZWIERCIADŁA WÓD PODZIEMNYCH .....</b>	<b>67</b>
<b>12</b>	<b>ZALECENIA DOTYCZĄCE WYKONANIA DAJSZYCH BADAŃ HYDROGEOLOGICZNYCH ZWIĄZANYCH Z ODWADNIANIEM ZŁOŻA ORAZ PROWADZENIA OBSERWACJI I POMIARÓW ZWIERCIADŁA WÓD PODZIEMNYCH .....</b>	<b>68</b>
<b>13</b>	<b>OCENA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA WÓD PODZIEMNYCH POCHODZĄCYCH Z ODWODNIENIA WYROBISKA ODKRYWKOWEGO .....</b>	<b>71</b>
<b>14</b>	<b>SPOSÓB I MIEJSCE ODPROWADZANIA NIEWYKORZYSTANYCH WÓD POCHODZĄCYCH Z ODWODNIENIA</b>	<b>72</b>
	<b>PODSUMOWANIE I WNIOSKI .....</b>	<b>73</b>
	<b>SPIS WYKORZYSTANYCH MATERIAŁÓW .....</b>	<b>77</b>

## SPIS RYSUNKÓW

RYSUNEK 1. POŁOŻENIE DOKUMENTOWANEGO OBSZARU NA TLE GRANIC ADMINISTRACYJNYCH .....	9
RYSUNEK 2. POŁOŻENIE ZŁOŻA NA TLE UKSZTAŁTOWANIA TERENU .....	13
RYSUNEK 3. DOKUMENTOWANY OBSZAR NA TLE PODZIAŁU KRAJU NA JEDNOLITE CZĘŚCI WÓD POWIERZCHNIOWYCH (JCWP).....	16
RYSUNEK 4. MAPA GEOLOGICZNO-SUROWCOWA REJONU ZŁOŻA (RADWAN I IN. 1990) .....	22
RYSUNEK 5. SCHEMATYCZNY SZKIC WYROBISK EKSPLOATACYJNYCH W OBRĘBIE ZŁOŻA BARCIN-PIECHCIN-PAKOŚĆ .....	24
RYSUNEK 6. WAHANIA POZIOMU ZWIERCIADŁA WODY W PIĘTRZE CZWARTORZĘDOWYM – PIEZOMETRY ISTNIEJĄCE .....	28
RYSUNEK 7. WAHANIA POZIOMU ZWIERCIADŁA WODY W PIĘTRZE CZWARTORZĘDOWYM – PIEZOMETRY ZLIKWIDOWANE .....	29
RYSUNEK 8. WAHANIA POZIOMU ZWIERCIADŁA WODY W PIEZOMETRZE II/797/1 .....	30
RYSUNEK 9. WAHANIA POZIOMU ZWIERCIADŁA WODY W PIĘTRZE JURAJSKIM – PIEZOMETRY ISTNIEJĄCE .....	31
RYSUNEK 10. WAHANIA POZIOMU ZWIERCIADŁA WODY W PIĘTRZE JURAJSKIM – PIEZOMETRY ZLIKWIDOWANE .....	31
RYSUNEK 11. DOKUMENTOWANY OBSZAR NA TLE PODZIAŁU KRAJU NA JEDNOLITE CZĘŚCI WÓD PODZIEMNYCH (JCWPd) .....	32
RYSUNEK 12. PRZEBIEG ZASIĘGU GZWP NR 142 NA POŁUDNIOWO - ZACHODNICH PERYFERIACH DOKUMENTOWANEGO OBSZARU (DOBKOWSKA I IN. 2011) .....	35
RYSUNEK 13. MODEL BUDOWY GEOLOGICZNEJ OBSZARU BADAŃ .....	39
RYSUNEK 14. MODEL BUDOWY GEOLOGICZNEJ UTWORÓW JURAJSKICH .....	40
RYSUNEK 15. ZMIANY WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKA FILTRACJI DLA POSZCZEGÓLNYCH WARSTW - PRZEKRÓJ PIONOWY .....	42
RYSUNEK 16. PRZESTRZENNY ROZKŁAD WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKA FILTRACJI WARSTWY JURAJSKIEJ .....	43
RYSUNEK 17. ZMIENNOŚĆ MIESIĘCZNYCH DOPEŁYWÓW DO WYROBISKA WAPIENNO WSCHÓD W ZALEŻNOŚCI OD SUMY OPADÓW .....	46
RYSUNEK 18. ZMIENNOŚĆ MIESIĘCZNYCH DOPEŁYWÓW DO WYROBISKA WAPIENNO ZACHÓD W ZALEŻNOŚCI OD SUMY OPADÓW .....	47
RYSUNEK 19. ZMIENNOŚĆ MIESIĘCZNYCH DOPEŁYWÓW DO WYROBISKA KOPALNI BIELAWY W ZALEŻNOŚCI OD SUMY OPADÓW .....	48
RYSUNEK 20. ZALEŻNOŚĆ WIELKOŚCI GLOBALNEGO DOPEŁYWU WODY DO KOPALNI OD WIELKOŚCI OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH W LATACH 2005-2015 .....	50
RYSUNEK 21. SCHEMAT SYSTEMU ODWODNIENIA O/WAPIENNO ZACHÓD, WAPIENNO WSCHÓD ORAZ BIELAWY ZACHÓD .....	54
RYSUNEK 22. SCHEMAT PLANOWANEJ ZMIANY GRANIC EKSPLOATACJI – WARIANTY MODELOWANIA .....	59

## SPIS TABEL

TABELA 1. PODSTAWOWE DANE CHARAKTERYZUJĄCE WYROBISKA ZG KUJAWY .....	25
TABELA 2. RZĘDNE ODWODNIENIA W POSZCZEGÓLNYCH WYROBISKACH .....	36
TABELA 3. PODZIAŁ OBSZARU FILTRACJI NA WARSTWY MODELOWE .....	40
TABELA 4. WARTOŚCI MINIMALNE I MAKSYMALNE POZIOME WSPÓŁCZYNNIKA FILTRACJI .....	42
TABELA 5. WIELKOŚCI DOPEŁYWÓW DO WYROBISK GÓRNICZYCH: RZECZYWISTE, ODWZOROWANE NA MODELU I PROGNOZOWANE .....	49
TABELA 6. WYNIKI ANALIZ WSKAŹNIKOWYCH PRÓBEK POBRANYCH W PUNKCIE POMIAROWYM NA WŁOCIE DO ROWU B (ŹRÓDŁO: ZG KUJAWY) .....	56
TABELA 7. WYNIKI ANALIZ WSKAŹNIKOWYCH PRÓBEK POBRANYCH W PUNKCIE POMIAROWYM NA WŁOCIE DO ROWU A (W ZAKRESIE KOMPETENCJI TRZUSKAWICA S.A.) .....	56
TABELA 8. ZESTAWIENIE PUNKTÓW POBORU PRÓB WÓD Z WYROBISKA WAPIENNO ZACHÓD .....	57

TABELA 9. WYBRANE PARAMETRY FIZYKO-CHEMICZNE WÓD Z REJONU WAPIENNO ZACHÓD .....	57
TABELA 10. ZESTAWIENIE OTWORÓW WIERCONYCH FUNKCJONUJĄCYCH W SIECI MONITORINGU KOPALNI KUJAWY .....	69

## **SPIS ZAŁĄCZNIKÓW**

### **I ZAŁĄCZNIKI TEKSTOWE**

ZAŁĄCZNIK NR 1. DECYZJA STAROSTY ŻNIŃSKIEGO OŚ.6341.23.2014 z DNIA 1 PAŹDZIERNIKA 2014 R.

ZAŁĄCZNIK NR 2. DECYZJA MARSZAŁKA WOJEWÓDZTWA KUJAWSKO-POMORSKIEGO W TORUNIU ŚG-IV.7322.66.2015 z DNIA 17.12.2015 R.

ZAŁĄCZNIK NR 3. DECYZJA MINISTRA ŚRODOWISKA DG/KZK/EZD/7101/99 z DNIA 09.12.1999 R.

ZAŁĄCZNIK NR 4. KOPIA DOKUMENTU POTWIERDZAJĄCEGO ISTNIENIE PRAWA DO KORZYSTANIA Z INFORMACJI GEOLOGICZNEJ

ZAŁĄCZNIK NR 5. DECYZJA MARSZAŁKA WOJEWÓDZTWA KUJAWSKO-POMORSKIEGO W TORUNIU ŚG-V.7422.34.2014 z DNIA 30.01.2015 R.

### **II ZAŁĄCZNIKI TABELARYCZNE**

ZAŁĄCZNIK NR 1. ZESTAWIENIE POMIARÓW ZWIERCIADŁA WODY W STUDNIACH WIERCONYCH I PIEZOMETRACH W REJONIE KOPALNI KUJAWY (LISTOPAD 2015 R.)

ZAŁĄCZNIK NR 2. ZESTAWIENIE POMIARÓW ZWIERCIADŁA WODY W STUDNIACH KOPANYCH W REJONIE KOPALNI KUJAWY (LISTOPAD 2015 R.)

ZAŁĄCZNIK NR 3. WYNIKI ANALIZY FIZYKO-CHEMICZNEJ WÓD DOPŁYWAJĄCYCH DO ZG KUJAWY

ZAŁĄCZNIK NR 4. REJESTR ILOŚCI ODPROWADZONYCH WÓD Z KOPALNI KUJAWY W LATACH 2005-2015

ZAŁĄCZNIK NR 5. ARCHIWALNE POMIARY POŁOŻENIA RZĘDNYCH ZWIERCIADŁA WODY W OTWORACH ZLIKWIDOWANYCH

### **III ZAŁĄCZNIKI GRAFICZNE**

ZAŁĄCZNIK NR 1. MAPA PRZEGLĄDOWA Z LOKALIZACJĄ PRAC DOKUMENTACYJNYCH DLA ZŁOŻA „BARCIN – PIEHCIN – PAKOŚĆ”

ZAŁĄCZNIK NR 2. MAPA DOKUMENTACYJNA

ZAŁĄCZNIK NR 3. MAPA GEOLOGICZNA

ZAŁĄCZNIK NR 4. MAPA HYDROGEOLOGICZNA UKSZTAŁTOWANIA ZWIERCIADŁA WODY W POZIOMIE CZWARTORZĘDOWYM – STAN AKTUALNY (LISTOPAD 2015 R.)

ZAŁĄCZNIK NR 5. MAPA HYDROGEOLOGICZNA UKSZTAŁTOWANIA ZWIERCIADŁA WODY W POZIOMIE JURAJSKIM – STAN AKTUALNY (LISTOPAD 2015 R.)

ZAŁĄCZNIK NR 6. MAPA HYDROGEOLOGICZNA UKSZTAŁTOWANIA ZWIERCIADŁA WODY W POZIOMIE CZWARTORZĘDOWYM – PROGNOZA WARIANT 1

ZAŁĄCZNIK NR 7. MAPA HYDROGEOLOGICZNA UKSZTAŁTOWANIA ZWIERCIADŁA WODY W POZIOMIE JURAJSKIM – PROGNOZA WARIANT 1

ZAŁĄCZNIK NR 8. MAPA HYDROGEOLOGICZNA UKSZTAŁTOWANIA ZWIERCIADŁA WODY W POZIOMIE CZWARTORZĘDOWYM – PROGNOZA WARIANT 2

ZAŁĄCZNIK NR 9. MAPA HYDROGEOLOGICZNA UKSZTAŁTOWANIA ZWIERCIADŁA WODY W POZIOMIE JURAJSKIM – PROGNOZA WARIANT 2

Załącznik nr 10. Mapa wyrobisk górniczych – stan na 31.12.2015 r.

Załącznik nr 11. Przekrój hydrogeologiczny A-A' – stan aktualny

Załącznik nr 11A. Przekrój hydrogeologiczny A-A' – stan prognozowany wariant 1

Załącznik nr 11B. Przekrój hydrogeologiczny A-A' – stan prognozowany wariant 2

Załącznik nr 12. Przekrój hydrogeologiczny B'-B – stan aktualny

Załącznik nr 12A. Przekrój hydrogeologiczny B'-B – stan prognozowany wariant 1

Załącznik nr 12B. Przekrój hydrogeologiczny B'-B – stan prognozowany wariant 2

Załącznik nr 13. Przekrój hydrogeologiczny I-I' – stan aktualny

Załącznik nr 13A. Przekrój hydrogeologiczny I-I' – stan prognozowany wariant 1

Załącznik nr 13B. Przekrój hydrogeologiczny I-I' – stan prognozowany wariant 2

## WSTĘP

Przedmiotem niniejszego opracowania jest Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z odwodnieniem złoża wapieni i margli jurajskich „Barcin-Piechcin-Pakość” wraz z pogłębieniem i poszerzeniem wyrobisk oraz połączeniem wyrobiska Wapienno Wschód z wyrobiskiem Bielawy Zachód. Podstawą formalną wykonania pracy stało się zamówienie Lafarge Cement S.A. skierowane do Fundacji Nauka i Tradycja Górnictwa przy Wydziale Górnictwa i Geoinżynierii AGH w Krakowie, potwierdzone Umową Nr LC/Z/006/11/2015 (FNI TG 55/15) zawartą dnia 09.11.2015 r.

Celem opracowania jest udokumentowanie aktualnych warunków hydrogeologicznych oraz sformułowanie prognoz dotyczących zmian zachodzących w środowisku wodnym w związku z planowanymi robotami górnictwymi, przewidzianymi w Projekcie Zagospodarowania Złoża. Dodatkowo w dokumentacji przedstawiono wstępną prognozę wpływu na środowisko wodne ewentualnej eksploatacji zasobów w granicach udokumentowanego złoża. W chwili obecnej inwestor nie posiada prawa własności do terenów znajdujących się w granicach udokumentowania, dlatego wyniki prognoz dotyczących wpływu na środowisko wodne mogą zostać wykorzystane w celu podjęcia działań zmierzających do uzyskania koncesji na wydobywanie tych zasobów. Niniejsza dokumentacja ma więc na celu sformułowanie wstępnej prognozy w zakresie potencjalnego wpływu prowadzonego odwodniania złoża na środowisko wodne .

Dokumentację sporządzono zgodnie z wymogami Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 8 maja 2014 r., w *sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej* (Dz. U. 2014, poz. 596), przy uwzględnieniu wymogów stawianych dla Dokumentacji hydrogeologicznej określającej warunki hydrogeologiczne w związku z zamierzonym wykonywaniem odwodnień w celu wydobywania kopalin. Dla przygotowania dokumentacji nie było konieczności przeprowadzenia dodatkowych robót geologicznych. W związku z tym nie wykonano poprzedzającego projektu robót geologicznych i w konsekwencji w niniejszej pracy nie zamieszczono opisu i wyników badań z nim związanych.

Niniejsze opracowanie zostało sporządzone na podstawie przeprowadzonych badań, a także materiałów archiwalnych wykonanych na zlecenie i będących w posiadaniu Lafarge Cement S.A. Zgodnie z przekazanymi przez Zleceniodawcę informacjami posiada on stosowne prawo do informacji geologicznej (Zał. tekst. 4).

W celu przeprowadzenia badań prognostycznych zgromadzono materiał dokumentacyjny za okres dziesięciolecia w zakresie:

- miesięcznych dopływów do systemu odwodnienia,
- średnich miesięcznych opadów atmosferycznych,
- pomiarów zwierciadła wody w dostępnych piezometrach oraz studniach.

W uzupełnieniu wyżej wymienionych wykonano także badania dodatkowe, tj. pomiary zwierciadła wody w studniach gospodarskich i ujęciowych.

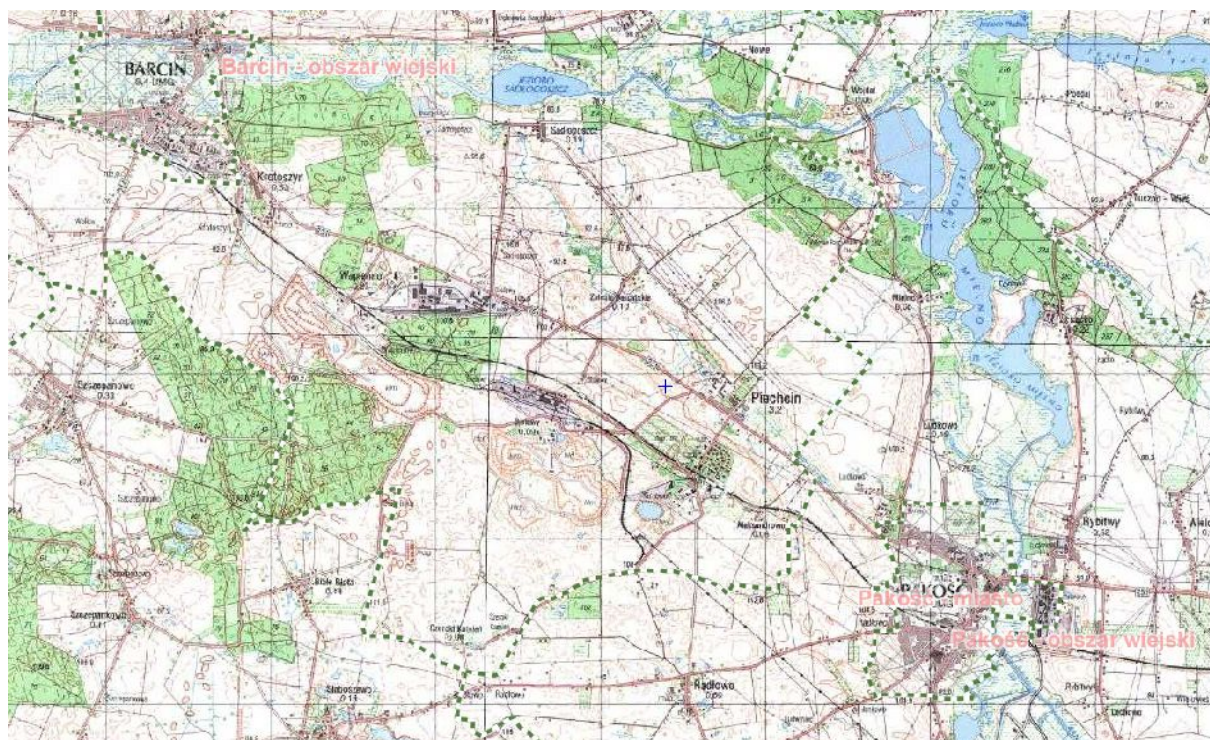
Badania prognostyczne zrealizowano na modelu numerycznym pola filtracji, utworzonym na potrzeby niniejszej dokumentacji. Dłuższa perspektywa czasowa z punktu widzenia potrzeb modelowania nie była konieczna przy trendach zmian wykazanych i przeanalizowanych w rozdziale nr 7.



# 1 ZAGOSPODAROWANIE TERENU I STANU ŚRODOWISKA W GRANICACH OBSZARU I TERENU GÓRNICZEGO WRAZ Z CHARAKTERYSTYKĄ UJĘĆ WÓD PODZIEMNYCH I POTENCJALNYCH OGNISK ZANIECZYSZCZEŃ TYCH WÓD

## 1.1 LOKALIZACJA ZŁOŻA „BARCIN-PIECHCIN-PAKOŚĆ”

Złoże wapieni i margli jurajskich „Barcin-Piechcin-Pakość” położone jest na terenie gmin: Barcin, w powiecie żnińskim oraz Pakość, w powiecie inowrocławskim należących do województwa kujawsko-pomorskiego (Rys. 1). W bezpośrednim otoczeniu złoża zlokalizowane są wsie: Aleksandrowo, Bielawy, Krotoszyn, Piechcin, Sadłogoszcz, Wapienno, Zalesie Barcińskie.



**Rysunek 1. Położenie dokumentowanego obszaru na tle granic administracyjnych**

Na północnych peryferiach złoża przebiega zelektryfikowana tylko na niewielkim odcinku linia kolejowa nr 206 Inowrocław - Rąbinek - Żnin. W ostatnich latach ruch pasażerski stopniowo zawieszano, po czym został całkowicie wstrzymany. Nieco dalej ku północy, w odległości 0,5 - 1,5 km od granicy wyrobisk przebiega równoleżnikowo droga wojewódzka łącząca Kaliska koło Wągrowca z Inowrocławiem. Po stronie zachodniej wyrobiska Wapienno Zachód, w odległości około 2 km, wytyczono południkowo kolejną drogę wojewódzką, o numerze 254, łącząc drogę krajową nr 51 koło wsi Wylatowo z dk 25 w miejscowości Brzoza, na południe od Bydgoszczy.

## 1.2 ZAGOSPODAROWANIE TERENU W GRANICACH OBSZARU I TERENU GÓRNICZEGO

Teren górniczy Bielawy II został ustalony przez Marszałka Województwa Kujawsko- Pomorskiego dla złoża wapieni i margli jurajskich „Barcin–Piechcin–Pakość” wraz z kopaliną towarzyszącą w postaci piasków kwarcowych w decyzji o sygnaturze ŚG-V.7422.10.2014 przedłużającej koncesję nr 36/99 wydaną przez Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 22.09.1999 z późniejszymi zmianami. Decyzja Marszałka Województwa Kujawsko - Pomorskiego ŚG-V.7422.34.2014 z dnia 30.01.2015 r. nie zmienia przebiegu granic terenu górniczego (Zał. tekst. 5).

Teren górniczy obejmuje swoim zasięgiem obszar górniczy Bielawy II ustanowiony w wyżej wymienionej decyzji. Teren górniczy Bielawy II położony jest w województwie kujawsko-pomorskim w obrębie gmin: Barcin, Dąbrowa i Pakość oraz miejscowości: Aleksandrowo, Bielawy, Krotoszyn, Piechcin, Szeroki Kamień, Wapienno, Zalesie Barcińskie, Białe Błota, Słaboszewo, Szczepanowo, Radłowo. Powierzchnia terenu górniczego ustalonego dla złoża „Barcin–Piechcin–Barcin” wynosi: 17 850 627 m<sup>2</sup>, natomiast powierzchnia obszaru górniczego wynosi: 10 759 245 m<sup>2</sup>.

Najbardziej wysunięte w kierunku północno-zachodnim, na terenie górniczym Bielawy II są tereny wsi Krotoszyn wraz z zabudowaniami mieszkalnymi i gospodarczymi. Wzdłuż północnej granicy zlokalizowane są tereny, obiekty oraz urządzenia związane z bezpośrednią działalnością ZG Kujawy. W północno zachodniej części terenu górniczego znajdują się mobilne zakłady krusząco – sortujące. Również wzdłuż północnej granicy w kierunku wschodnim znajduje się Zakład Produkcji Mączki Wapiennej, zakład produkcyjny kopalni oraz Zakłady Wapiennicze należące do Trzuskawica SA. We wschodnio-północnej części terenu górniczego zlokalizowane jest nieczynne składowisko mas skalnych pochodzących z przeróbki mechanicznej, które aktualnie jest likwidowane. Po stronie północnej terenu górniczego, przebiega tor kolejowy należący do zakładu przeróbczego, znajdujący się poza wyrobiskiem i granicą obszaru górniczego „Bielawy II”. W centralnej części wyrobiska Wapienno znajdują się łamiarnie wstępne oraz rzapie (Jordan) wraz z pompownią główną. Na wschód od odkrywki Bielawy przebiega zakładowy tor kolejowy do stacji początkowej kolejki linowej. Dalej znajduje się nieczynne od 1968 roku wyrobisko „Piechcin”. Dalej na wschód (rejon złoża Pakość) znajduje się kilka budynków mieszkalnych oraz droga asfaltowa łącząca miejscowości Piechcin z miejscowością Szeroki Kamień. W południowej części zlokalizowane są dwa czynne zewnętrzne zwałowiska nadkładu: zwałowisko zewnętrzne Bielawy i Wapienno. Zwałowisko Bielawy znajduje się pomiędzy wyrobiskami Bielawy Wschód i Zachód. Zwałowisko zewnętrzne Wapienno zlokalizowane jest na południe od wyrobiska Wapienno Zachód.

Na południe od wyrobisk górniczych rozciągają się tereny rolne i leśne, które wraz z postępowaniem eksploatacji górniczej będą sukcesywnie wyłączane z produkcji rolnej i leśnej w celu udostępnienia złoża.

### 1.3 STAN ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO I JEGO OCHRONA

Tereny w najbliższym sąsiedztwie eksploatowanego złoża „Barcin-Piechcin-Pakość”, nie zostały objęte granicami obszarów prawnie chronionych w jakiejkolwiek kategorii (Zał. graf.nr 2). Najbliższe obszary prawnie chronione znajdują się w odległości ok. 3 km od Zakładu Górniczego Kujawy i są to: *Obszar Chronionego Krajobrazu Jezior Żnińskich* oraz obszar *Natura 2000 – Ostoja Barcińsko-Gąsawska*.

Przedmiotem ochrony *Obszaru Chronionego Krajobrazu Jezior Żnińskich*, są jeziora polodowcowe. Objęty ochroną teren obejmuje fragmenty powiatów Żnin i Mogilno, położone na południowy-zachód od ZG Kujawy. Obszar *Ostoja Barcińsko-Gąsawskiej* obejmuje ochroną 11 różnych typów siedlisk przyrodniczych. Stanowi element największego na Pałukach kompleksu leśnego otaczającego rynną z jeziorami połączonymi rzekami - Gąsawką i Notecią. Chroniony obszar położony jest na zachód od ZG Kujawy.

### 1.4 CHARAKTERYSTYKA UJĘĆ WÓD PODZIEMNYCH W OTOCZENIU ZŁOŻA

W bezpośrednim sąsiedztwie złoża „Barcin-Piechcin-Pakość” znajdują się dwie studnie wiercone ujmujące wodę z utworów jurajskich. Studnie są zlokalizowane na współrzędnych: studnia 1 - 52°50'14,55" N, 17°58'25,57" E, studnia 2 - 52°50'15,07" N, 17°58'25,61" E, w miejscowości Wapienno. Studnie: nr 1 o głębokości  $h=93$  m oraz nr 2 o głębokości  $h=89$  m posiadają odpowiednio zasoby eksploatacyjne w wysokości: 28,93 m<sup>3</sup>/h i 66 m<sup>3</sup>/h. Zgodnie z pozwoleniem wodnoprawnym znak ŚG-IV.7322.66.2015, wydanym przez Marszałka Województwa Kujawsko-Pomorskiego w dniu 17.12.2015 r. dopuszczalne wartości poboru dla potrzeb socjalno-bytowych (Zał. tekst. 2), wynoszą  $Q_{\max h} = 5,13$  m<sup>3</sup>/h,  $Q_{\text{śred}} = 123$  m<sup>3</sup>/d,  $Q_{\max r} = 45000$  m<sup>3</sup>/a.

Na północny-wschód od kopalni znajduje się ujęcie wód podziemnych z utworów czwartorzędowych. Zlokalizowane jest w miejscowości Piechcin na działce nr 46/2 i stanowi własność Przedsiębiorstwa Produkcyjno-Usługowego „WODBAR” Sp. z o.o. W skład ujęcia wchodzi m.in. studnia wykonana w 2013 r. (P-St.5). Głębokość studni wynosi 46 m p.p.t., natomiast wydajność eksploatacyjna waha się od 20-60 m<sup>3</sup>/h, w zależności od depresji eksploatacyjnej mieszczącej się w przedziale od 1,3 m do 5,4 m. Poza w/w studnią przedsiębiorstwo dysponuje dwoma innymi studniami o wydajnościach eksploatacyjnych do 40 m<sup>3</sup>/h i do 84 m<sup>3</sup>/h. Średni pobór wód podziemnych z ujęcia wynosi 680 m<sup>3</sup>/d. Woda eksploatowana jest do celów bytowo-gospodarczych

mieszkańców oraz usługowo-produkcyjnych zakładów pracy w Piechcinie i okolicznych miejscowościach.

Kolejnym znaczącym ujęciem wody w pobliżu kopalni jest ujęcie wód podziemnych PP-U „WODBAR” Sp. z o.o. w miejscowości Barcin-Wolice, w gminie Barcin, w powiecie żnińskim. Ujęcie zlokalizowane jest na północny zachód od kopalni. Pierwsze studnie dla tego ujęcia zostały wykonane w 1971 r. (W-St.2). Najnowszy otwór odwiercono w 2009 r. (W-St.6). Ujęcie eksploatuje wody pochodzące z utworów czwartorzędowych. Wydajność eksploatacyjna poziomu podglinowego waha się od 41,6 m<sup>3</sup>/h do 112 m<sup>3</sup>/h. Głębokość otworów studziennych zawiera się w granicach od 20 do 50 m p.p.t. Średnia wydajność dobową dla całego ujęcia wynosi 2024 m<sup>3</sup>/d.

Opisane studnie i ujęcia zaznaczono na Mapie dokumentacyjnej stanowiącej załącznik graficzny nr 2 do niniejszej dokumentacji.

## 1.5 POTENCJALNE OGNISKA ZANIECZYSZCZEŃ

Ogniskiem zanieczyszczeń wód podziemnych nazywamy naturalne lub sztuczne nagromadzenie substancji zanieczyszczającej (realnie lub potencjalnie) wody podziemne. Mogą mieć one zróżnicowany charakter przestrzenny, np. (Dowgiało i in. 2002):

- punktowy – wiercenia, stacje paliw, magazyny,
- liniowy – rzeki, kanały, drogi, rurociągi,
- powierzchniowy – składowiska odpadów, osadniki,
- obszarowy – emisja gazów i pyłów, nawożenie i chemizacja rolnictwa i leśnictwa.

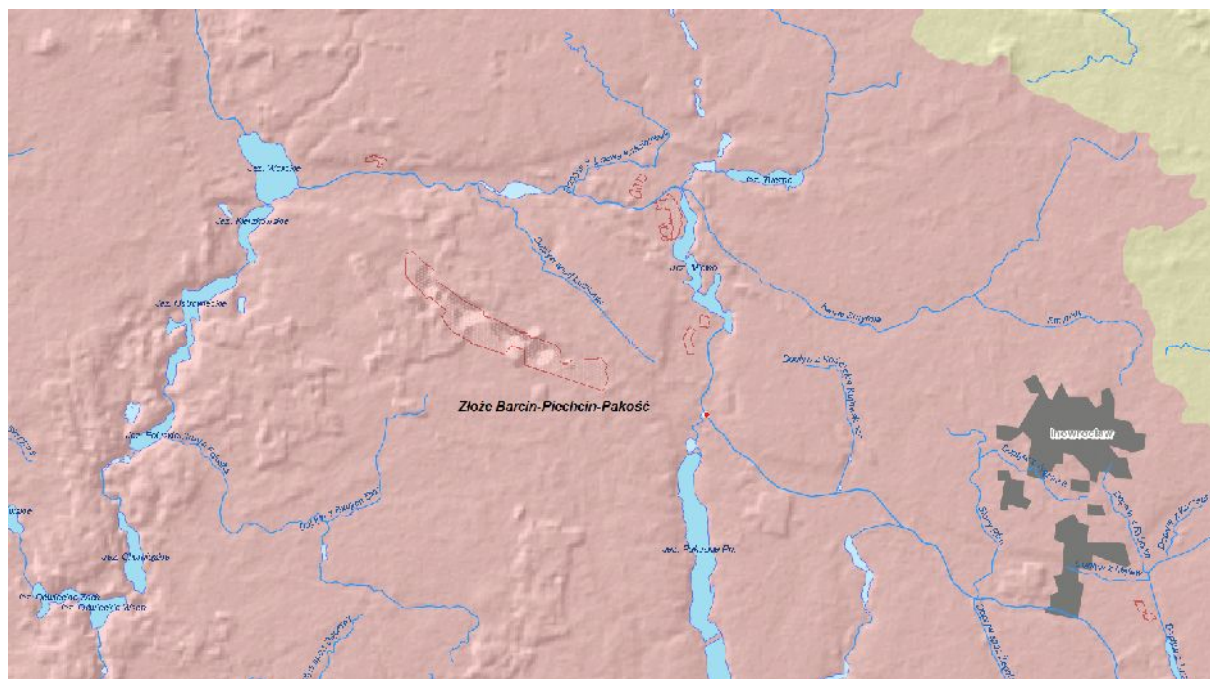
Do potencjalnych źródeł zanieczyszczeń dla wód podziemnych, zlokalizowanych w okolicy złoża „Barcin-Piechcin-Pakość” można zaliczyć:

1. linie kolejowe,
2. zakłady przemysłowe,
3. osadniki,
4. emisje pyłów i gazów oraz ścieki przemysłowe z cementowni,
5. składowisko odpadów spalanych jako paliwo alternatywne w piecach cementowni,
6. odpady przemysłowe z cementowni,
7. odpady i ścieki komunalne z zakładów przemysłowych oraz kopalni.

## 2 MORFOLOGIA I HYDROGRAFIA TERENU

### 2.1 MORFOLOGIA TERENU

Zgodnie z podziałem fizyczno-geograficznym kraju wg J. Kondrackiego (2001) omawiany rejon jest fragmentem Pojezierza Gnieźnieńskiego będącego częścią większej jednostki tego typu – makroregionu Pojezierza Wielkopolsko – Kujawskiego. Morfologia powierzchni terenu została ostatecznie ukształtowana w trakcie fazy poznańskiej zlodowacenia Wisły, a więc odzwierciedla stan po ustąpieniu lodowca, niezatarty zaawansowanymi procesami denudacji (rzeźba młodoglacjalna). Powierzchnię budują głównie gliny morenowe, pozostałe po intensywnie wytapiającym się lądolodzie, porożcinane typowymi dla obszarów, z których stosunkowo niedawno ustąpił lądolód, jeziorami rynnowymi (Galon red. 1972; Rys. 2).



**Rysunek 2. Położenie złóża na tle ukształtowania terenu**

W otoczeniu złóża, po stronie wschodniej, ciągnie się południkowo rynna polodowcowa Jeziora Pakoskiego, zaś kilka kilometrów na zachód od Barcina, rynna wypełniona m.in. jeziorami: Wolickim, Kierzkowskim, czy Ostrówieckim. Licznie występują pojedyncze, aczkolwiek często blisko siebie leżące, niewielkich rozmiarów jeziora wytopiskowe w bezodpływowych zakłębieniach terenu. W wielu zagłębieniach nagromadziły się osady organiczne.

Bardzo urozmaicona rzeźba terenu, ukształtowana przez ostatnie zlodowacenie, związana jest w mniejszym stopniu ze specyfiką budowy geologicznej obszaru. W skali regionalnej jest to bowiem rejon wypiętrzony przez wyciśnięte struktury solne. Na powierzchni deniwelacje związane z opisanym procesem są niewielkie, sięgając



kilkudziesięciu metrów, przy promieniach szacowanych na kilkadziesiąt kilometrów (Galon red. 1972). Wpływ ostatnich z wymienionych procesów na ukształtowanie powierzchni terenu w bezpośrednim otoczeniu złoża jest praktycznie niewidoczny.

Obserwowane deniwelacje rzędu 40 metrów są związane z działalnością lądolodu i wód polodowcowych. Najniższe wysokości bezwzględne notowane są w dolinie Noteci na północ od wyrobisk, na rzędnej 75 m n.p.m. w okolicy Barcina. Najwyżej teren bezpośrednio sąsiadujący ze złożem wznosi się w części południowo-wschodniej obszaru, w rejonie Radłowa, osiągając 114 m n.p.m. Średnio powierzchnia terenu wznosi się na około 100 – 110 m n.p.m. Pagórki zbudowane z materiału morenowego osiągają deniwelacje rzędu 10 – 15 m.

Znaczące przekształcenia powierzchni terenu są wynikiem działalności ludzkiej. Rozpoczęta około 1856 roku eksploatacja złoża (Knyszyński i in. 1995), spowodowała w efekcie prowadzonych prac górniczych utworzenie szeregu form antropogenicznych, do których można zaliczyć wyrobiska, czy zwałowiska.

## 2.2 HYDROGRAFIA TERENU WRAZ Z CHARAKTERYSTYKĄ CIEKÓW I ZBIORNIKÓW POWIERZCHNIOWYCH

Charakteryzowany obszar zlokalizowany jest w dorzeczu Odry, w zlewni Noteci. W skali lokalnej mamy do czynienia ze strefą wododziałową. Od północy i wschodu powierzchnia terenu odwadniana jest przez rzeki Noteć i Noteć Zachodnią wraz z niewielkimi bezimiennymi dopływami, zaś od południa i zachodu wody spływają do Strugi Foluskiej.

Noteć, będąca największym dopływem Warty, o długości 391 km, opasuje złożę od wschodu, przepływając w odległości około 5 km od wyrobiska Bielawy. Na wschód od Pakości łączy się poprzez sztucznie przekopany Kanał Notecki z Notecią Zachodnią. Południkowy bieg Noteci Zachodniej związany jest z rynną erozyjną wypełnioną jeziorami: Mielno, Pakoskie Północne wraz z Południowym oraz mniejszymi Bronisławskim i Kunowskim. W okolicy Tucza połączona już Noteć zmienia swój bieg na równoleżnikowy, odwadniając z kolei północne rubieże obszaru złożowego. Na tym kierunku najbliższe Noteci jest wyrobisko Wapienno Zachód odległe o około 2,3 km ku S. Na długości około 12 km rzeka posiada przełomowy charakter, podążając w kierunku kolejnej południkowo przebiegającej rynny erozyjnej. Z tym krótkim odcinkiem związane są dwa niewielkie, lewobrzeżne dopływy, odprowadzające wody z odwadniania złoża oraz jezioro Sadłogoszcz. Dopływ uchodzący kilkaset metrów poniżej jeziora, przekształcony w Rów A, odprowadza obecnie wody z systemu odwadniania wyrobisk Bielawy. Kolejny ciek, o ujściu w okolicy Barcina, po przekształceniu w Rów B, przyjmuje wody z wyrobisk Wapienno, a także podczyszczone ścieki z Lafarge Cement S.A.

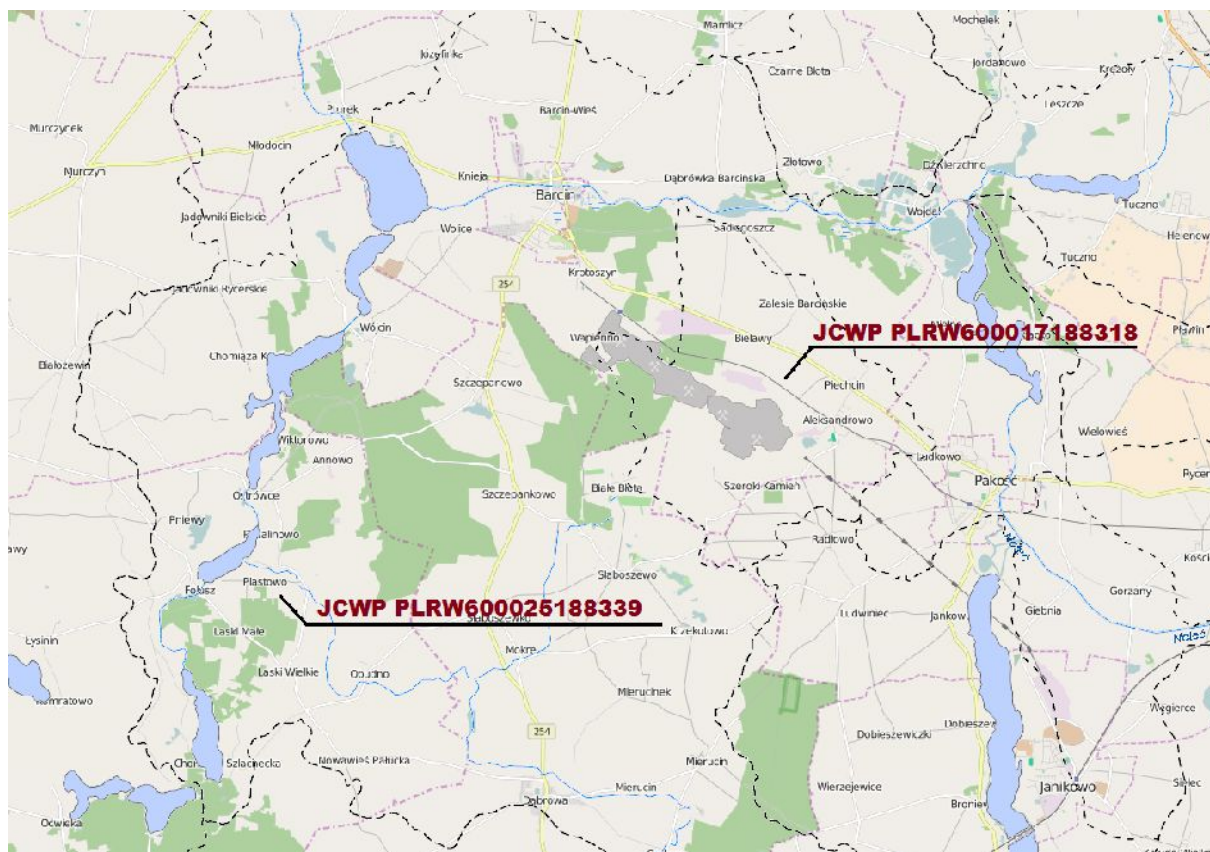
Po przepłynięciu ze wschodu na zachód przez Barcin, Noteć wpada do Jeziora Wolickiego, którego wody zasila również dopływająca od południa niewielka Struga Foluska. Odwadnia ona zachodnie i południowo-zachodnie peryferie złoża, przepływając przez wspomnianą już kolejną południkowo umiejscowioną rynnę erozyjną. Podobnie jak w pierwszym przypadku napotykamy w jej obrębie szereg jezior, w tym: Kierzkowskie, Ostrowieckie i Foluskie. Sama Struga Foluska o długości 21 km, posiada zlewnię o powierzchni 122 km<sup>2</sup>. Poprzez swój bezimienny prawobrzeżny dopływ odwadnia okolice wsi Białe Błota, czy Słaboszewo, sąsiadujące od południa z terenem górniczym. Wypływając z Jeziora Wolickiego Noteć ponownie zmierza ku północy. Na wodowskazie Pakość, umiejscowionym na 273,5 km biegu, Noteć posiada zlewnię o znaczącej powierzchni 2301,3 km<sup>2</sup>. Określone dla wielolecia 1951 – 2010 przepływy wynoszą: NNQ – 1,94 m<sup>3</sup>/s, SNQ – 5,79 m<sup>3</sup>/s, SSQ – 13,00 m<sup>3</sup>/s, SWQ – 35,00 m<sup>3</sup>/s, WWQ – 87,80 m<sup>3</sup>/s, (IMWG PIB 2013).

W sąsiedztwie złoża, wykorzystujące stare, zaniechane już wyrobisko Piechcin, stworzono zbiornik wody przemysłowej. Zbiornik położony około 300 m na wschód od odkrywki Bielawy zajmuje powierzchnię około 4,5 ha, przy głębokości całkowitej 60 m. Powierzchnia tafli wody znajduje się na rzędnej około 94 m n.p.m. W chwili obecnej, po demontażu połączenia systemem rurociągów, zbiornik nie pełni funkcji użytkowej.

#### 2.2.1 JCWP

Obszar objęty dokumentacją przynależy do zlewni Noteci, pozostającej w granicach regionu wodnego Warty. Obszar złożowy znajduje się w granicach dwóch Jednolitych części wód powierzchniowych (JCWP): „Dopływ spod Ludkowa” o numerze PLRW600017188318 oraz „Noteć od Małej Noteci do Jeziora Wolickiego” przypisana europejskiemu numerowi kodowemu PLRW600025188339 (Rys. 3). Obie jednostki współuczestniczą w granicach Scalonej części wód powierzchniowych (SCWP) nr W1406. Jednostki podlegają Regionalnemu Zarządowi Gospodarki Wodnej w Poznaniu.

Zgodnie z systemem klasyfikacji wód powierzchniowych opracowanym w roku 2004 przez Ministerstwo Środowiska, Dopływ spod Ludkowa uznano za potok nizinny piaszczysty, o kodzie 17. Otrzymał status naturalnej części wód, zagrożonej nieosiągnięciem stawianych celów środowiskowych. Ustanowiono derogacje czasowe ze względu na brak możliwości technicznych i dysproporcjonalne koszty. W uzasadnieniu podano iż ponad 75% powierzchni zlewni zajmują tereny rolne, przy wskaźniku gęstości zaludnienia na poziomie 120,62 m/km<sup>2</sup>. Konieczność przeprowadzenia długotrwałego procesu inwestycyjnego w zakresie budowy przydomowych oczyszczalni ścieków wymaga ustanowienia derogacja do roku 2027. Stan części oceniono jako słaby. Ze względu na jej minimalne znaczenie w sieci hydrograficznej i gospodarce wodno-ściekowej jednolita część nie jest monitorowana.



**Rysunek 3. Dokumentowany obszar na tle podziału kraju na Jednolite Części Wód Powierzchniowych (JCWP)**

Noteć od Małej Noteci do Jeziora Wolickiego uznano zgodnie ze wspomnianą powyżej typologią z roku 2004 za ciek łączący jeziora, o kodzie 25. Otrzymał status silnie zmienionej części wód, ze względu na zmiany reżimu hydrologicznego wynikające z gospodarki wodnej prowadzonej na Jeziorze Pakoskim. Jednolitą część uznano za zagrożoną nieosiągnięciem stawianych celów środowiskowych, ustanawiając jednocześnie podobnie jak w przypadku Dopływu spod Ludkowa derogacje czasowe ze względu na brak możliwości technicznych i dysproporcjonalne koszty. W uzasadnieniu podano iż podobnie około 75% powierzchni zlewni zajmują tereny rolne, przy jeszcze niższym wskaźniku gęstości zaludnienia na poziomie 75,84 m/km<sup>2</sup>. Konieczność przeprowadzenia długotrwałego procesu inwestycyjnego w zakresie budowy przydomowych oczyszczalni ścieków wymaga ustanowienia derogacja do roku 2027. Dodatkowo obserwowane są silne zmiany reżimu hydrologicznego, dzięki którym jednolita część uznana została za silnie zmienioną. Stan części uznano za zły.

### 2.3 SYSTEM ODWODNIENIA ZŁOŻA

Zakład Górniczy Kujawy Lafarge Cement S.A. prowadzi selektywną gospodarkę wodno-ściekową. Wody kopalniane pozostają permanentnie oddzielone od ścieków socjalno-bytowych.



Poszczególne wyrobiska Zakładu odwadniane są niezależnie. W obrębie wyrobiska Bielawy Zachód utworzono centralne rzępie na rzędnej +40 m n.p.m. o pojemności 1400 m<sup>3</sup>, przy powierzchni około 500 m<sup>2</sup>. Bezpośrednio przy zbiorniku posadowiono pompownię głównego odwadniania. Pompownia wyposażona została w trzy agregaty pompowe o wydajności 144 m<sup>3</sup>/h każdy, przy wysokości podnoszenia 128 m. Z pompowni woda tłoczona jest do zbiornika retencyjnego na poziomie +108 m n.p.m. dwoma rurociągami o średnicy 300 mm wyposażonymi w wodomierze.

Pompownia centralna wspomagana jest przez dwie pompownie pomocnicze zlokalizowane w pobliżu wschodniego i zachodniego frontu eksploatacyjnego. Pompownie pomocnicze kierują wodę systemem rurociągów i rowów odwadniających do rzępie centralnego. Pierwsza z wymienionych została zlokalizowana na V poziomie eksploatacyjnym na rzędnej +6,5 m n.p.m. Zbierające wody rzępie o nieregularnym kształcie posiada pojemność około 1500 m<sup>3</sup>. Pompownia pomocnicza zachód została ulokowana na IV poziomie eksploatacyjnym, na rzędnej +38 m n.p.m.

Wypompowana poza obręb wyrobiska woda dzięki działalności pompowni centralnej, trafia do wspomnianego zbiornika retencyjnego, z którego kierowana jest do Zakładu Wapienniczego Zakład Kujawy w Bielawach będącego własnością firmy Trzuskawica S.A. jako woda technologiczna. Nadmiar wody niewykorzystany do celów produkcyjnych kierowany poprzez instalację będącą własnością Trzuskawica S.A. do rowu A i dalej do Noteci. Pomiędzy Lafarge Cement S.A. a Trzuskawica S.A., Zakład Kujawy w Bielawach zawarta została umowa regulująca zagadnienia dotyczące odprowadzania wód. Trzuskawica S.A., Zakład Kujawy w Bielawach posiada stosowne pozwolenie wodnoprawne na wprowadzanie nadmiaru wód kopalnianych do wód powierzchniowych z odkrywki górniczej Bielawy stanowiącej własność Lafarge Cement S.A. (Zał. tekst. 1). Odrębnie traktowane są ścieki socjalno-bytowe, które dzięki podłączeniu do sieci i stosownej umowie odprowadzane są kanalizacją sanitarną do gminnej oczyszczalni ścieków, pozostając całkowicie oddzielone od wód kopalnianych.

Wyrobiska Wapienno Wschód i Wapienno Zachód odwadniane są przez pompownię centralną oraz pomocniczą - wschodnią. Rzępie centralne "Jezioro Jordan" ulokowano we wschodniej części wyrobiska Wapienno Zachód na poziomie III, likwidując tym samym konieczność budowy drugiej pompowni pomocniczej. Lustro wody oscyluje wokół rzędnej +37 m n.p.m. Centralna pompownia ulokowana została bezpośrednio przy rzępie o pojemności 14 000 m<sup>3</sup> i maksymalnej głębokości 15 m. Pompownię wyposażono w pięć agregatów pompowych o wydajności 144 m<sup>3</sup>/h i wysokości podnoszenia 128 m. Przepompownia pracuje w systemie automatycznym. Woda ze zbiornika dolnego zasysana jest trzema rurociągami ssawnymi i następnie transportowana jest dwoma rurociągami tłocznymi o średnicy 300 mm do zbiorników górnych, na rzędnej +108 m n.p.m.

W wyrobisku Wapienno Zachód trwają obecnie prace udostępniające IV poziom. Odwodnienie prowadzone jest z rzędnej ok. +22 m n.p.m., a ujmowana woda prowadzona jest rurociągiem w kierunku pompowni Jordan. Złoże na poziomie IV rozcinane jest w kierunku wschodnim tj. w kierunku pompowni Jordan. Po zbliżeniu frontu robót do pompowni przewiduje się przebudowę układu pompowego przy zbiorniku Jordan.

Wschodni front eksploatacyjny odwadniany jest dzięki pompowni pomocniczej wschód, usytuowanej na VI poziomie eksploatacyjnym wyrobiska Wapienno Wschód, o rzędnej -6 m p.p.m. Podobnie jak w przypadku wyrobiska Bielawy woda systemem rurociągów i rowów trafia do rzepia centralnego, skąd tłoczona jest na powierzchnię.

Wody pochodzące z odwodnienia odkrywki Wapienno do roku 2006 były odprowadzane poprzez piaskownik do rowu B i kolejno do Noteci. W 2006 roku oddano inwestycję, w wyniku której część wód kopalnianych niepotrzebna w Zakładzie Cementowym Kujawy trafia bezpośrednio do rowu B, bez obciążania piaskownika. Pozostałe wody wykorzystywane są jako woda technologiczna w Cementowni.

Odprowadzanie i zrzut wód do rowów A i B usankcjonowane zostały aktualnie obowiązującymi pozwoleniami wodnoprawnymi. W przypadku zrzutu do rowu B, obowiązuje pozwolenie wodnoprawne znak ŚG-IV.7322.66.2015, wydane przez Marszałka Województwa Kujawsko-Pomorskiego w dniu 17.12.2015 r. (Zał. tekst. 2). Pozwolenie udzielone zostało na odwodnienie zakładu górniczego będącego własnością Lafarge Cement S.A. za pomocą systemu rowów otwartych i rurociągów tłocznych do rzepia centralnego. Zgodnie z zapisami objętość wód powinna mieścić się w zakresie wartości granicznych:  $Q_{\max h} = 576,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $Q_{\text{śr } h} = 363,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $Q_{\text{śr } d} = 8720,0 \text{ m}^3/\text{d}$ ,  $Q_{\max r} = 3182800,0 \text{ m}^3/\text{a}$ . Przy czym dla wyrobiska Wapienno ustalono  $Q_{\text{śr } d}$  na  $6520,0 \text{ m}^3/\text{d}$ , zaś dla wyrobiska Bielawy na  $2200 \text{ m}^3/\text{d}$ . Odbiornikiem wskazano rzekę Noteć. Jednocześnie dokument zezwala na wprowadzanie ścieków do rowu melioracyjnego B Wapienno-Krotoszyn-Barcin i dalej do rzeki wylotem usytuowanym na współrzędnych 52°50'15,12" N, 17°58'10,94" E. Wielkość zrzutu ogółem ograniczono do wartości:  $Q_{\max h} = 2030,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $Q_{\text{śr } d} = 7636,5 \text{ m}^3/\text{d}$ ,  $Q_{\max r} = 3865640 \text{ m}^3/\text{a}$ . Opisana we wcześniejszych akapitach modernizacja systemu odprowadzania wody z obejściem piaskownika umożliwiła tym samym pozwoleniem bezpośredni zrzut wody kopalnianej do rowu B w ilości  $5000 \text{ m}^3/\text{d}$ .

Cytowane zintegrowane pozwolenie wodnoprawne oprócz poboru i zrzutu wód kopalnianych reguluje również pobór wód studniami nr 1 i 2 zakładowego ujęcia wód podziemnych na potrzeby socjalno-bytowe pracowników. Szczegóły przedstawiono w rozdziale "Charakterystyka ujęć wód podziemnych w otoczeniu złożeń".

Drugie pozwolenie wodnoprawne wydane decyzją Starosty Żnińskiego w dniu 01.10.2014 (Zał. tekst. 1), znak OŚ.6341.23.2014, udzielone zostało firmie Trzuskawica S.A. z siedzibą w Sitkówie, Zakład Kujawy w Bielawach, która na mocy cytowanego wcześniej porozumienia pomiędzy Zakładami Lafarge Cement S.A. a Trzuskawica S.A.,

użytkuje i monitoruje wody pochodzące z odwodnienia wyrobisk Bielawy. Pozwolenie udzielone zostało na odprowadzanie do rowu A Zalesie - Sadłogoszcz ścieków związanych z funkcjonowaniem Zakładu Kujawy w Bielawach w ilości łącznie:  $Q_{\max h} = 19,00 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $Q_{\text{sr d}} = 305,00 \text{ m}^3/\text{d}$ ,  $Q_{\max r} = 111325,00 \text{ m}^3/\text{a}$ , jak również "ścieków pochodzących z wyrobiska kamienia wapiennego Bielawy (własność Lafarge Cement S.A.) - nadmiar wód kopalnianych rurociągiem  $\phi 500 \text{ mm}$ " i dalej do rzeki Noteć w ilości  $Q_{\text{sr d}} = 2200,00 \text{ m}^3/\text{d}$ . Wylot do rowu melioracyjnego umiejscowiony został na współrzędnych:  $53^{\circ}50'8,139'' \text{ N}$ ,  $18^{\circ}1'17,366'' \text{ E}$ . Zakres koniecznych badań jakościowych i wartości graniczne opisano w rozdziale "Jakość wody". Pozwolenie obowiązuje do 30.09.2024 r. Ilość odprowadzonych wód z wyrobisk Bielawy, Wapienno Wschód i Wapienno Zachód zestawiono w załączniku tabelarycznym nr 4.

## 2.4 WARUNKI KLIMATYCZNE

Omawiany rejon zgodnie z regionalizacją klimatyczną R. Gumińskiego (1948) należy do Dzielnicy Środkowej (VII), charakteryzującej się na tle innych niewielkimi rocznymi sumami opadów. Z kolei A. Woś (1999) zaklasyfikował obszar do regionu klimatycznego Środkowowielkopolskiego (XV). Zgodnie z wieloletnimi badaniami ścierają się tu masy powietrza kontynentalnego i oceanicznego, kreując charakterystyczne cechy klimatu przejściowego. Dominują wiatry zachodnie i południowo - zachodnie. Średnie opady z dziesięciolecia 1989 – 1998 dla stacji Inowrocław wyniosły 454 mm, przy uśrednionej temperaturze  $8,6^{\circ}\text{C}$ .

### 3 OPIS ZAKRESU I WYNIKÓW WYKONANYCH BADAŃ

Dla potrzeb przygotowania niniejszej dokumentacji nie było konieczności przeprowadzenia poprzedzających, dodatkowych robót geologicznych. Eksploatacja górnicza złoża wapieni odbywa się od połowy XIX w. W jej trakcie prowadzono prace dokumentacyjne, których niezbędne wyniki zostały zebrane i zestawione dla ostatniego okresu dziesięciolecia. Pozyskane dane archiwalne pozwoliły na przeprowadzenie analizy zmian warunków hydrogeologicznych oraz budowę modelu w celu sformułowania niezbędnych prognoz. W związku z tym w trakcie przygotowań do sporządzenia dokumentu nie zaistniała potrzeba dodatkowego rozpoznania, nie wykonano projektu robót geologicznych i w konsekwencji w niniejszej pracy nie zamieszczono opisu i wyników badań z nim związanych.

#### 3.1 ZAKRES PRZEPROWADZONYCH PRAC TERENOWYCH NA POTRZEBY DOKUMENTACJI

W celu scharakteryzowania warunków hydrogeologicznych otoczenia złoża „Barcin-Piechcin-Pakość”, które stanowiły podstawę do stworzenia prognoz przyszłego oddziaływania Zakładu na środowisko wodne, wykonano w listopadzie 2015 r. szereg prac terenowych. W zrealizowanym zakresie badań znalazły się przede wszystkim pomiary mające na celu określenie sytuacji hydrodynamicznej. Badaniami objęto obszar o znacznej powierzchni, rozciągający się od Barcina na północnym-zachodzie, po Radłowo na południowym-wschodzie. W trakcie bezpośrednich pomiarów poziomu zwierciadła wody prowadzono obserwacje w otworach zafiltrowanych w piętrze jurajskim i czwartorzędowym, jak i w płytkich studniach ujmujących wierzchnie warstwy przepuszczalnego czwartorzędu. Równocześnie gromadzono bazę danych z otworów studziennych i obserwacyjnych podmiotów prowadzących aktywny drenaż. Ogółem dokonano pomiaru w 14 studniach kopanych rozsianych po całym terenie poddanych obserwacjom i pomierzono, lub zebrano informacje z kolejnych 29 otworów wierconych. Wyniki pomiarów zebrano w Załącznikach tabelarycznych nr 1 i 2. Lokalizację punktów pomiarowych przedstawiono na Mapie dokumentacyjnej stanowiącej Załącznik graficzny nr 2 do niniejszej dokumentacji.

W trakcie pomiarów w pojedynczych przypadkach nie udało się pozytywnie zweryfikować informacji otrzymanych w ramach analizy danych z Banku HYDRO, czy CBDG. Pomimo dwukrotnie przeprowadzonego rekonesansu przez niezależne zespoły badawcze nie odnaleziono otworu Krotoszyn 01 (W8) we wskazanej w bazie lokalizacji. Zgodnie z kartograficznym odwzorowaniem otwór powinien znajdować się na niezabudowanej działce, na południowy-wschód od Barcina. Najprawdopodobniej brak zapotrzebowania na wodę wobec brak budynków w najbliższym otoczeniu, jak również

odległy czas konstrukcji otworu (rok 1965) sprawiły, iż został on w międzyczasie zlikwidowany.

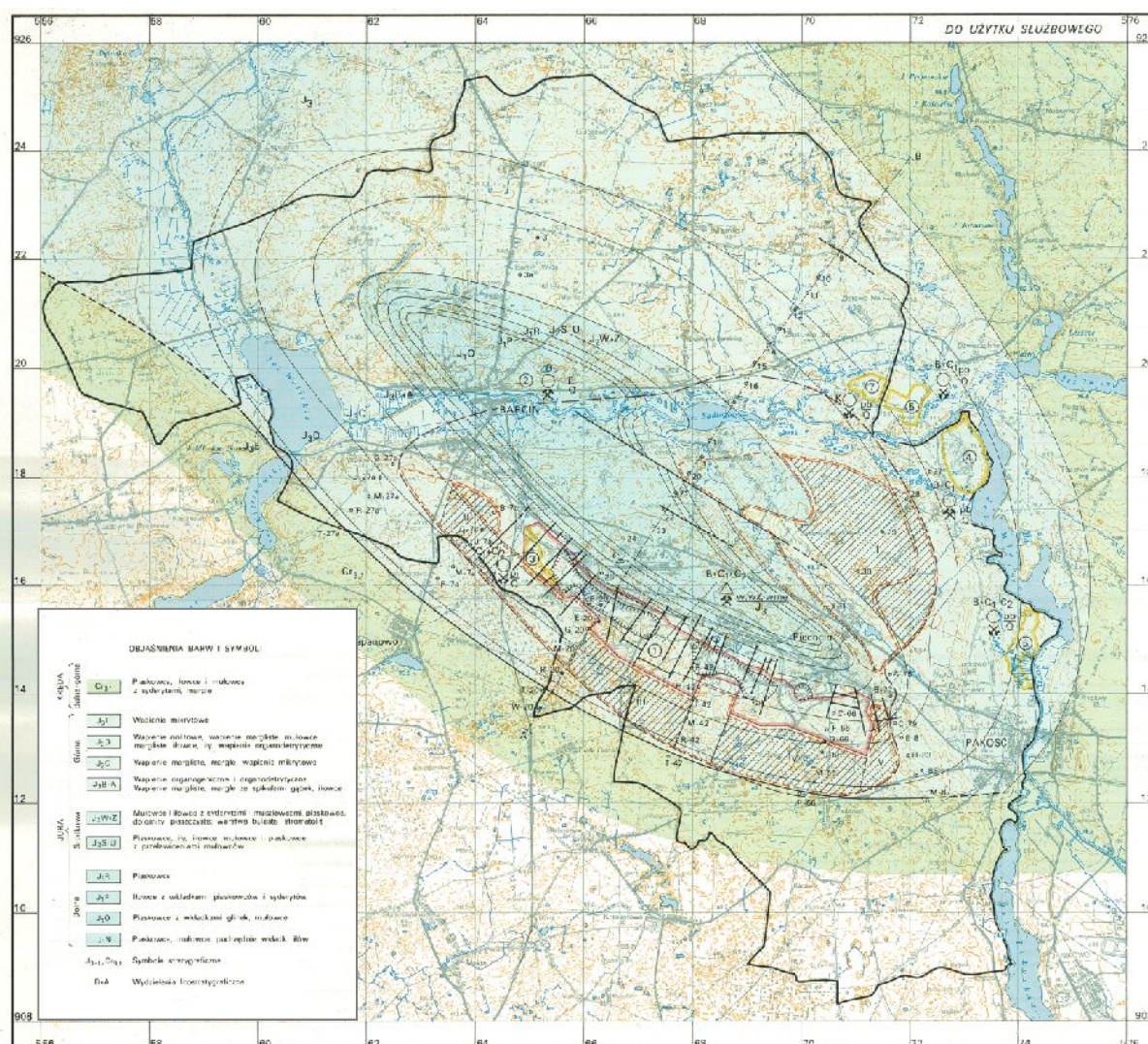
Dodatkowy rekonesans pozwolił za to na rozpoznanie i zlokalizowanie trzech studni pozostających we własności firmy Wodbar. Studnie te na etapie gromadzenia danych poprzedzającym rozpoznanie terenowe zostały przez właściciela wykazane jako nieużytkowane i niedostępne. W trakcie ponownych poszukiwań otworu Krotoszyn 01 zweryfikowano dodatkowo informacje o opisanych wyżej trzech czwartorzędowych otworach. Spośród nich jeden został zlikwidowany, jeden pozostaje niedostępny (W7) - przeznaczony do likwidacji, zaś w przypadku trzeciego możliwym okazało się dokonanie pomiaru położenia zwierciadła wody. Otwór został oznaczony symbolem W6. Lokalizację punktu naniesiono na Mapę dokumentacyjną stanowiącą zał. graf. nr 2, zaś wynik pomiaru dołączono do zestawienia tabelarycznego - zał. tab. nr 1.

Ponowione przeszukiwanie materiałów archiwalnych, jak również relacyjnych baz danych przeprowadzono również dla rejonu położonego na północ od Zakładów Wapienniczych, dążąc do rozszerzenia zakresu przekroju B-B'. Niestety nie odnaleziono w materiałach archiwalnych Inwestora informacji o prowadzonych w tym rejonie wierceniach. Jedynie arkusz SMGP nr 359 - Złotniki Kujawskie dokumentuje obecność najbliższego otworu, o numerze porządkowym 56, dopiero w rejonie Cementowni, ponad 1,5 km od ostatniego uwzględnionego na przekroju, a więc w odległości większej, aniżeli długość samego przekroju. Zbyt duża odległość dzieląca skrajne punkty uniemożliwia wiarygodną interpretację informacji geologicznych pomiędzy nimi.

W trakcie badań terenowych podjęto również starania o pozyskanie informacji jakościowych. Oprócz bazy danych udostępnionej przez Kopalnię dokonano również analizy materiałów przygotowanych w ramach Ekspertyzy dotyczącej oszacowania dopływu wody do wyrobiska Wapienno-Zachód w związku ze zmianą rzędnej eksploatacji złoża (Polak i in. 2014), wykonanej przez zespół pracowników Fundacji Nauka i Tradycje Górnicze, a także informacji zebranych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska.

#### 4 BUDOWA GEOLOGICZNA

Zakład Górniczy Kujawy pozyskuje surowiec ze złoża wapieni i margli jurajskich „Barcin-Piechcin-Pakość” rozpoznanego i udokumentowanego w obrębie antyklinorium śródpolskiego, na pograniczu segmentów pomorskiego i kujawskiego (Radwan i in. 1987, Szuwarzyńska K. 1999, Żelaźniewicz i in. 2011). Dzięki halokinezie utworzyła się tu lokalna struktura brachyantykliny Zalesia, nazywanej również antykliną Barcin - Pakość, dźwigająca ku powierzchni utwory jurajskie (Rys. 4, Zał. graf. nr 3). Płytkie zaleganie węglanów w obszarze ograniczonej dostępności tego typu surowców, zachęciło do podjęcia eksploatacji.



Rysunek 4. Mapa geologiczno-surowcowa rejonu złoża (Radwan i in. 1990)

Na dokumentowanym obszarze rozpoznano utwory wieku triasowego, jury dolnej, środkowej i górnej oraz pokrywające wieku czwartorzędowego (Radwan i in. 1987).

Najstarsze osady triasowe napotkano wyłącznie w profilu wiertniczym. W otworze Zalesie A1, dowiezionym do głębokości 618 m napotkano w końcowych 98 metrach

profilu na wapień, łupki i gipsy zaliczone do wapienia muszlowego (Knyszyński i in. 1995). Pokrywające je ropy i ropyłupki retynu osiągnęły miąższość 127 m. Spoczywające powyżej utwory klastyczne o większych frakcjach zaliczono już do jury dolnej.

W obrębie jury dolnej wydzielono cztery zespoły litostratygraficzne, do których zaliczono: piaskowce i mułowce serii sławęcińskiej głównej, drobnoziarniste piaskowce z wkładkami gliniek ceramicznych przyporządkowane do serii sławęcińskiej górnej, ropy z wkładkami piaskowców i syderytów reprezentujące serię ciechocińską i wreszcie jasne piaskowce serii borucickiej.

Nadległe utwory jury środkowej rozpoczynają słabo zwięzłe piaskowce, a kolejno czarne ropy i ropy z przechodzącymi w mułowce z muskowitem. Miąższości wymienionych warstw sięgają zaledwie kilku metrów. Powyżej pojawiają się ponownie piaskowce, osiągając tym razem miąższości do 45 m. Kolejna seria mułowcowo-ilasta, z wkładkami piaskowców i syderytów, osiąga szacunkowo około 100 m. Zamykające profil jury środkowej dolomity piaszczyste i wapień dolomityczny, o miąższości nie przekraczającej 4 m, kończą się charakterystyczną warstwą stromatolitu.

Jurę górną reprezentuje w spągowej części profilu zespół A, wykształcony w postaci ciemnych ropy marglistych i margli osiągający miąższości od 5 m w centrum antykliny, po 200 m na skrzydłach. Kolejno osadzone kompleks wapieni organicznych, związanych z zespołem B pozostaje przedmiotem eksploatacji w dokumentowanym złożu. Serię złożową tworzą utwory zaliczane do oksfordu i kimerydu, których ogniwa litostratygraficzne aktualnie odsłaniają się w wyrobiskach:

- najstarsze A+B<sub>1</sub> o miąższości od kilku do ponad 30 m, wykształcone są jako osady ilasto-margliste i wapienno-margliste, w różnym stopniu zdolomityzowane i zsylikowane, silnie stektonizowane; występują wzdłuż północnej granicy złoża;
- B<sub>2</sub> – wapień masywny o miąższości od 120 m do 220 m, lokalnie uławiczone z licznymi gąbkami; występują w centralnej części złoża;
- B<sub>3</sub>/B<sub>4</sub> – najmłodsze wapień gąbkowy i wapień margliste o miąższości od kilku do 140 m, lokalnie przeławiczone marglami, zsylikowane i zdolomityzowane w niższych partiach; występują w południowo-zachodniej i południowo-wschodniej części odkrywek Wapienno i Bielawy.

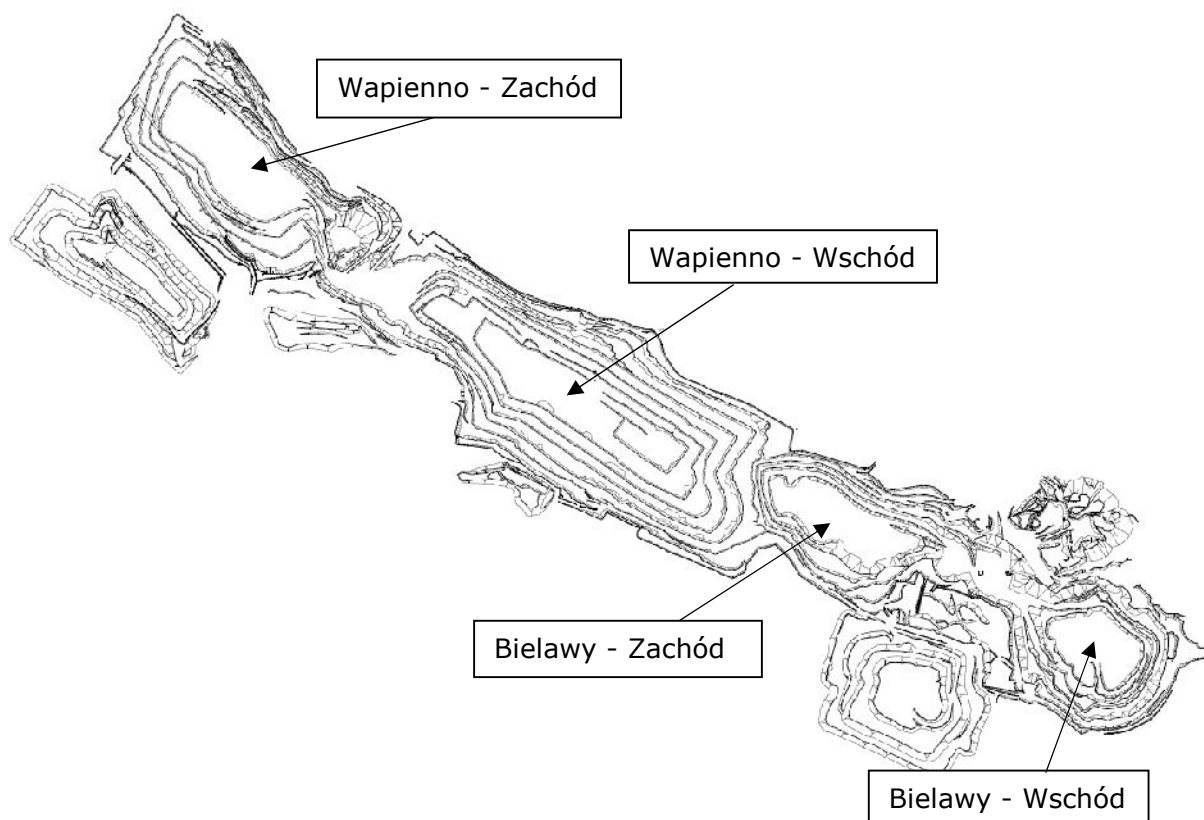
Kolejno w profilu pojawiają się ogniwa: B<sub>5</sub> wykształcone jako wapień masywny z gąbkami z marglistymi przeławiczeniami o miąższości około 40 m oraz C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> i C<sub>3</sub>, w postaci wapieni mikrytowych, marglistych, gruzłowych i margli.

#### 4.1 WARUNKI GEOLOGICZNE I CHARAKTERYSTYKA ZŁOŻA

Złoże „Barcin-Piechcin-Pakość” zostało rozpoznane i udokumentowane finalnie Dodatkiem nr 2 do *Dokumentacji geologicznej złoża wapieni i margli jurajskich „Barcin-*



*Piechcin-Pakość*” oraz *piasków kwarcowych* jako *kopaliny towarzyszącej* w miejscowościach: Aleksandrowo, Bielawy, Krotoszyn, Piechcin, Radłowo, Szczepanowo, Szeroki Kamień, Wapienno, Zalesie Barcińskie, gminy: Barcin i Pakość, powiat: Żnin i Inowrocław, województwo kujawsko-pomorskie, decyzją Ministra Środowiska z dnia 09.12.1999 r. znak: DG/kzk/EZD/7101/99 (Zał. tekst. 3), w oparciu o wyniki opróbowania 447 otworów wykonanych w latach 1953-1999. Przedmiotem aktualnie prowadzonej eksploatacji (Rys. 5) są głównie wapienie masywne ogniwa B<sub>2</sub> oraz w znacznie mniejszym zakresie utwory ogniwa B<sub>3</sub>/B<sub>4</sub>. Napotykana duża zmienność miąższości wynika z obocznego zastępowania się i wzajemnego przeławiania ogniw. Całkowita miąższość złoża charakteryzuje się ogromnym zakresem zróżnicowania i w obszarze Barcin-Piechcin zmienia się od 6 do 120,5 m, licząc do dolnej granicy dokumentowania na rzędnej -20 m n.p.m., przy średniej dla całego obszaru 79,6 m. Strop jury w rejonie eksploatacji występuje na rzędnych z przedziału +92 do +100 m n.p.m., po czym obniża się we wszystkich kierunkach. Utwory jurajskie są zaangażowane tektonicznie, z dużymi dyslokacjami podłużnymi o przebiegu NW-SE oraz licznymi uskokami poprzecznymi o niewielkich zrzutach. W złożu obserwuje się także efekty skrasowienia w postaci kanałów krasowych wypełnionych wtórnie glinami rezydualnymi. Lokalnie szczeliny, spękania i kieszenie skalne wypełniają oligoceńskie piaski glaukonitowe.



Rysunek 5. Schematyczny szkic wyrobisk eksploatacyjnych w obrębie złoża Barcin-Piechcin-Pakość



W nadkładzie złoża wapieni i margli jurajskich występują osady czwartorzędowe wykształcone w postaci glin zwałowych i piasków o miąższości od kilku metrów w północnej i centralnej części złoża do około 35 m w części południowej, przekraczając i 100 m poza złożem. Gliny zwałowe występują w dwóch seriach rozdzielonych pakietem utworów piaszczystych osiagających do 20 m miąższości. Piaszczyste wykształcenie napotkano pośród utworów czwartorzędowych dodatkowo lokalnie pod drugą warstwą glin zwałowych (rejon Szczepanowa), bądź w stropie pierwszej (rejon Krotoszyna). Fluwioglacjalne piaski kwarcowe współtworzące nadkład w zachodniej części kopalni Wapienno udokumentowano nawet jako kopalinę towarzyszącą, wykorzystywaną aktualnie jako surowiec korygujący przy produkcji cementu bądź jako kruszywo. Miąższość warstwy piaszczystej jest bardzo zmienna, wahając się od 1 m do 17 m. Tak duża zmienność jest wynikiem nierówności podłoża, a więc stropu podścielających wapieni, na których sedymentowały piaski.

#### 4.2 DOTYCHCZASOWY PRZEBIEG EKSPLOATACJI ZŁÓŻ

Złoże wapieni i margli jurajskich „Barcin-Piechcin-Pakość” tworzy wąski blok o szerokości 500 m i długości 8 km. Na złoża wapieni w tym rejonie natrafiono w 1856 r. podczas wykonywania studni. Wydarzenie to zapoczątkowało rozwój kopalnictwa odkrywkowego surowców skalnych w regionie. Pierwsze wyrobiska eksploatacyjne powstały około 1860 r. w Wapiennie i Piechcinie. Eksploatacja w Bielawach została rozpoczęta ok. 46 lat później w 1906 r. Wydobycie przerwała I Wojna Światowa. W konsekwencji przerwania prac górniczych, wyrobiska uległy zatopieniu. Eksploatację podjęto ponownie w 1920 r., po osuszeniu odkrywek (Pomianowska 1996). Wybuch II Wojny Światowej spowodował ograniczenie wydobycia. Eksploatacja prowadzona była jedynie w odkrywkach w Wapiennie i Piechcinie. Wraz z końcem wojny znacząco wzrosło zapotrzebowanie na wapień, co wywołało dynamiczny rozwój kopalni i powstanie drugiego wyrobiska w Bielawach (Ostręga i in. 2011).

Aktualnie eksploatacja prowadzona jest w wyrobisku Wapienno Wschód i Wapienno Zachód, na odpowiednio 6 i 4 poziomach eksploatacyjnych (Tab. 1).

**Tabela 1. Podstawowe dane charakteryzujące wyrobiska ZG Kujawy**

<b>Wyrobisko</b>	<b>Liczba poziomów eksploatacyjnych</b>	<b>Rzędna spągu wyrobiska [m n.p.m.]</b>
Wapienno Zachód	4	+36
Wapienno Wschód	6	-6
Bielawy Zachód	4	+38
Bielawy Wschód	5	+6,5

Udokumentowane zasoby wapieni i margli, a także szacowane zasoby w obszarach perspektywicznych, stwarzają warunki na funkcjonowanie kopalni jeszcze przez wiele dziesięcioleci.

## 5 WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

W obszarze złożowym ze względu na specyfikę budowy geologicznej znaczenie hydrogeologiczne posiadają dwa piętra wodonośne. Pierwszym jest piętro czwartorzędowe o bardzo zmiennej miąższości. Leżący poniżej kompleks skał mezozoicznych, lokalnie wypiętrzony intrudującym ciałem solnym w formę kopulastej struktury, osiąga kulminację na linii Pakość – Piechcin –Barcin. Procesy denudacyjne odsłaniające jurajskie wapienie i margle zadecydowały o bezpośrednim kontakcie osadów jurajskich i czwartorzędowych na znacznym obszarze.

### 5.1 PIĘTRO CZWARTORZĘDOWE

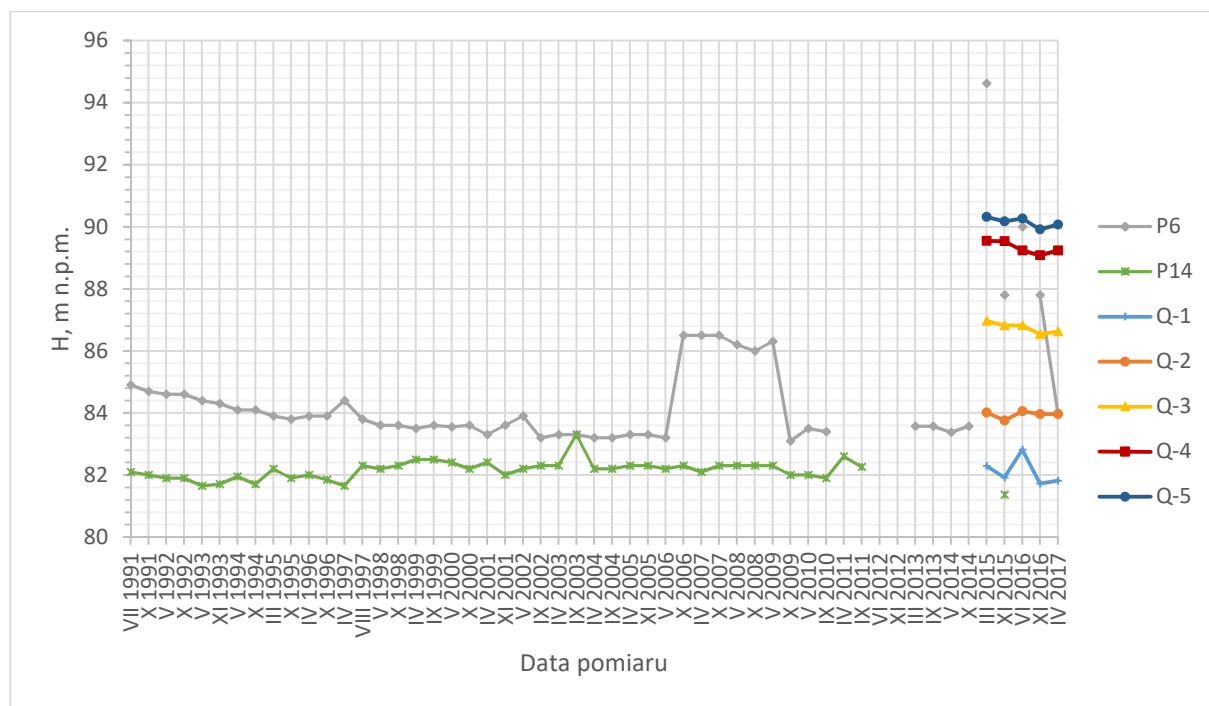
Wykształcone wśród osadów polodowcowych czwartorzędowe piętro wodonośne charakteryzuje duża zmienność parametrów. Duża niejednorodność wykształcenia, wraz z urozmaiconą morfologią powierzchni podczwartorzędowej, wpływają na brak ciągłości osadów wodonośnych czwartorzędu w opisywanym rejonie. W otworach w których nawiercono osady przepuszczalne maksymalna ich miąższość osiągnęła 26 m (Knyszyński i in.1995). Zaobserwowano również, np. w okolicach Szerokiego Kamienia, istnienie więcej niż jednego poziomu wodonośnego pośród dominujących w wykształceniu glin morenowych. Wraz z zapadaniem utworów mezozoicznych na skrzydłach antykliny, gwałtownie zwiększa się miąższość nadległych, pokrywowych osadów polodowcowych, począwszy od kilku, dwudziestu kilku metrów w osi, do stwierdzonych otworami 130 m i więcej na skrzydłach (Radwan i in. 1987). W południowym sąsiedztwie złoża zwiększenie miąższości utworów przepuszczalnych zaowocowało wyodrębnieniem w ich obrębie Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 142. Większe miąższości osadów wodonośnych rozpoznano również w dolinie Noteci wypełnionej osadami fluwioglacjalnymi.

Urozmaicona morfologia podczwartorzędowej powierzchni doprowadziła do akumulacji zmiennej miąższości osadów czwartorzędowych. Na obszarze dokumentowanych złóż, wraz z ich bezpośrednim otoczeniem osady czwartorzędowe osiągają niewielkie miąższości, przy braku ciągłej izolującej warstwy. Ku zachodowi i południu od granic udokumentowanego złoża, wraz ze zwiększającą się miąższością osadów czwartorzędowych, pojawia się wraz z urozmaiceniem profilu, pośród glin morenowych przewarstwienie w postaci utworów wodonośnych, w obrębie którego wyodrębniono GZWP nr 142 - Inowrocław-Dąbrowa, opisany w dalszej części opracowania. Ku północy i zachodowi odmienna specyfika warunków hydrogeologicznych nie pozwoliła na poszerzenie granic zbiornika. Pomimo tego pojawia się lokalnie pierwszy poziom wodonośny, o nieciągłym rozprzestrzenieniu, położony płytko pod powierzchnią terenu. Z reguły ujmowany jest studniami kopanymi. Poziom ten udokumentowano

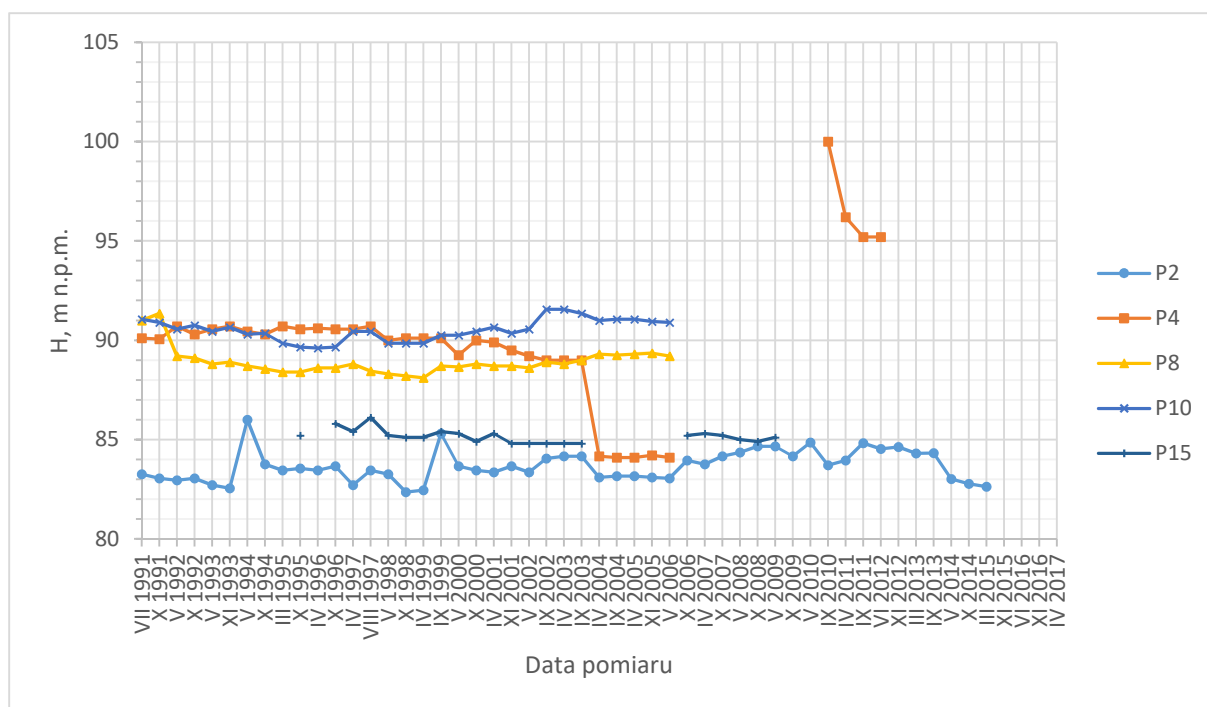
pomiarami położenia zwierciadła wody w studniach kopanych. W trakcie badań modelowych zaniechano interpretacji zebranych w jego obrębie danych, skupiając się na głębszym poziomie w obrębie piętra czwartorzędowego, dołączając do interpretacji otwory piezometryczne położone wzdłuż południowej krawędzi złoża. Dane obrazujące punktowe położenie zwierciadła wody w obrębie najpłytszego poziomu wodonośnego zebrano w formie tabelarycznej w postaci załącznika tabelarycznego nr 2. Lokalizację punktów pomiarowych reprezentowanych przez studnie kopane i jedną płytką wierconą (KW-5) przedstawiono na Mapie dokumentacyjnej stanowiącej załącznik graficzny nr 2.

Utworami wodonośnymi są piaski średnio i gruboziarniste, a także żwiry. Określone na podstawie próbnych pompowań współczynniki filtracji z zakresu 8,64 – 67,39 m/d, przy średniej 26,74 m/d charakteryzują utwory dobrze i bardzo dobrze przepuszczalne. Wykonane dla potrzeb Dokumentacji hydrogeologicznej z roku 1995 oznaczenia w nowo odwierconych piezometrach, przyniosły niższe wartości z zakresu 0,05 – 3,39 m/d (Knyszyński i in. 1995). Duże zróżnicowanie wyników potwierdza zmienność wykształcenia litologicznego osadów.

Obserwowane wahania poziomu zwierciadła wody nie przekraczają kilku metrów. Zmienność jest głównie odzwierciedleniem sezonowych zmian bilansu hydrologicznego. Nie zaobserwowano trendów wieloletnich. Spośród dwóch najdłużej obserwowanych piezometrów większe zmienności, sięgające 4,9 m odnotowano w piezometrze P-6. Natomiast w otworze obserwacyjnym P-14 oscylacje nie przekraczają 1,0 m (Rys. 6).



**Rysunek 6. Wahania poziomu zwierciadła wody w piętrze czwartorzędowym – piezometry istniejące**



**Rysunek 7. Wahania poziomu zwierciadła wody w piętrze czwartorzędowym – piezometry zlikwidowane**

Pomiary archiwalne zwierciadła wody w piezometrach zlikwidowanych wskazują wahania do 3 m, wyjątek stanowi piezometr P4 (Rys. 7). Lokalizację punktów zaznaczono na mapie dokumentacyjnej stanowiącej załącznik graficzny nr 2 do niniejszego opracowania.

## 5.2 PIĘTRO JURAJSKIE

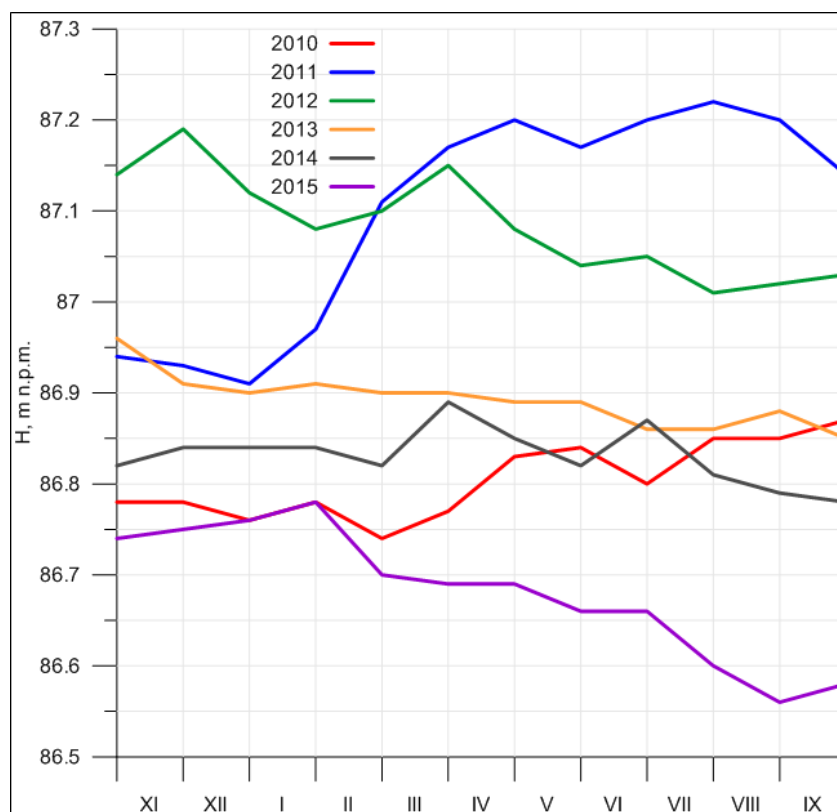
Piętro wodonośne wykształcone w obrębie utworów jurajskich związane jest z poziomami dolno, środkowo oraz górnójurajskim. Ze względu na izolację piasków i piaskowców jury środkowej i dolnej od poziomu jury górnej znacznej miąższości utworami słaboprzepuszczalnymi poziomy te nie odgrywają istotnej roli w kontekście bezpieczeństwa prowadzenia robót związanych z eksploatacją złoża „Barcin–Piechcin–Pakość”.

Poziom górnójurajski w obrębie którego prowadzona jest eksploatacja utworów węglanowych związany jest z wapieniami i marglami oksfordu. Tworzy ciągły zbiornik wód podziemnych o miąższości przekraczającej 200 m w osi kulminacji, przy wzroście ku skrzydłom. Specyfika utworów węglanowych sprawia, że wody podziemne gromadzą się i migrują w systemie zróżnicowanych genetycznie próżni tworzących szczelinowo – krasowo – porowy zbiornik wód podziemnych. Cechują go stosunkowo niskie zdolności filtracyjne oznaczone w latach 1963/1964 w zakresie zmienności od 0,0023 do 7,5 m/d. Uzyskane wartości współczynnika filtracji w jurajskiej warstwie wodonośnej przy zastosowaniu metody PARAMEX (4 pomiary) mieściły się w zakresie 0,02 do 0,313 m/d (średnio 0,127 m/d), co pozwala zgodnie z klasyfikacją Pazdry na określenie jurajskiej

warstwy wodonośnej jako o średnich własnościach filtracyjnych. Wyniki próbnego pompowania studni w Piechcinie pozwoliły określić współczynnik filtracji na 3,2 m/d (Knyszyński i in. 1995).

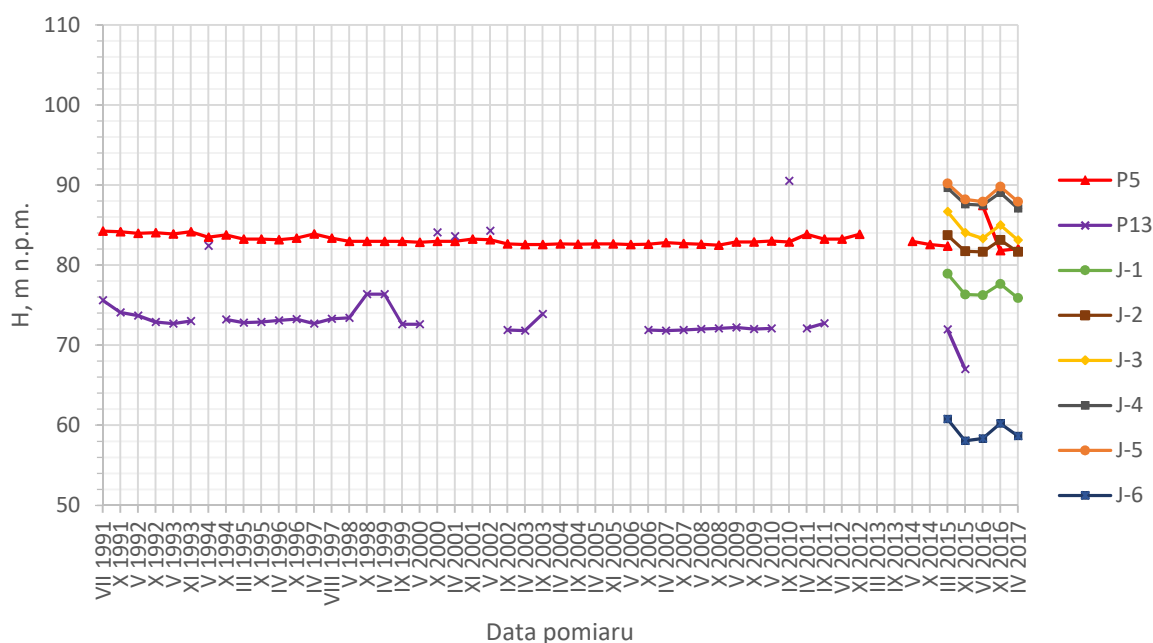
Zasilanie poziomu górn jurajskiego odbywa się pośrednio poprzez utwory czwartorzędowe pokrywające warstwą zmiennej miąższości całość wychodni o szerokości pasa 1000 – 1100 m. Pierwotne zwierciadło wody posiadało swobodny lub lekko napięty charakter, stabilizując się mniej więcej na rzędnej +87 m n.p.m. (Radwan i in. 1987).

Począwszy od 1990 roku prowadzone są w Szczepankowie cykliczne pomiary położenia zwierciadła wody w piezometrze II/797/1 (nr 1759 wg MONBADA) w ramach monitoringu wód podziemnych realizowanego przez PSH. Monitorowany jurajski poziom wodonośny o napiętym zwierciadle wody rozpoznano w przedziale głębokościowym 66 – 86 m p.p.t. Po nawierceniu zwierciadło ustaliło się na głębokości 10,7 m p.p.t., tj. na rzędnej 88,3 m n.p.m. Obserwowane w wieloleciu 2010 - 2015 średnie miesięczne stany wód wahają się w wąskim przedziale 0,66 m, od 11,78 m p.p.t., tj. 87,22 m n.p.m. do 12,44 m p.p.t., tj. do rzędnej 86,56 m n.p.m. (Rys. 8). Począwszy od końca 2011 r. obserwowane jest sukcesywne obniżanie zwierciadła wody. Zmiany wiążą się z sytuacją hydrologiczną i cyklem lat suchych. Dopiero bowiem na przełomie lat 2014 i 2015 poziom wody osiągnął rzędną obserwowaną w styczniu 2010 r., a więc przed wzniosem z lat 2010 - 2011. Lokalizację punktu II/797/1 oznaczono na mapie dokumentacyjnej (zał. graf. 2) jako punkt W3.

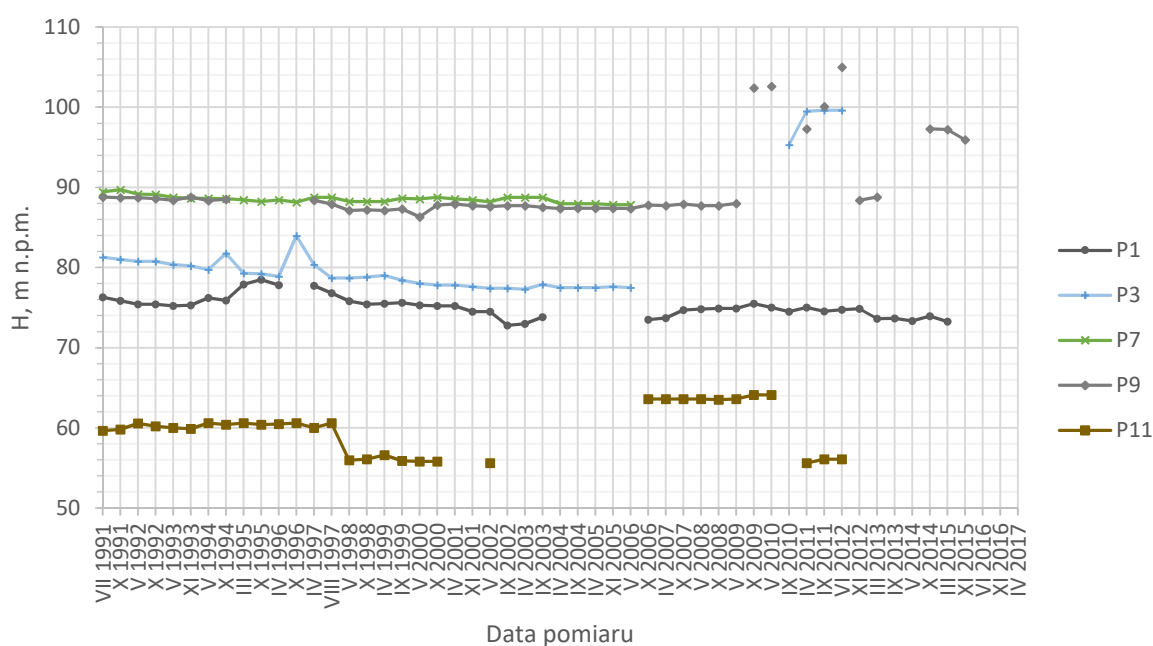


Rysunek 8. Wahania poziomu zwierciadła wody w piezometrze II/797/1

Obserwowane wahania poziomu zwierciadła wody w piętrze jurajskim w piezometrach P-13, P-5 nie przekraczają kilku metrów (Rys. 9). Zmienność jest głównie odzwierciedleniem sezonowych zmian bilansu hydrologicznego. Największe obniżenie zwierciadła wody w stosunku do ustabilizowanego poziomu z okresu wiercenia (1990 r.), tj. 10,84 m odnotowano w piezometrze P-13. Okresowy wzrost ciśnienia w piętrze jurajskim obserwowano od 2009 do 2012 r. jedynie w piezometrze P9 (Rys. 10).



Rysunek 9. Wahania poziomu zwierciadła wody w piętrze jurajskim – piezometry istniejące

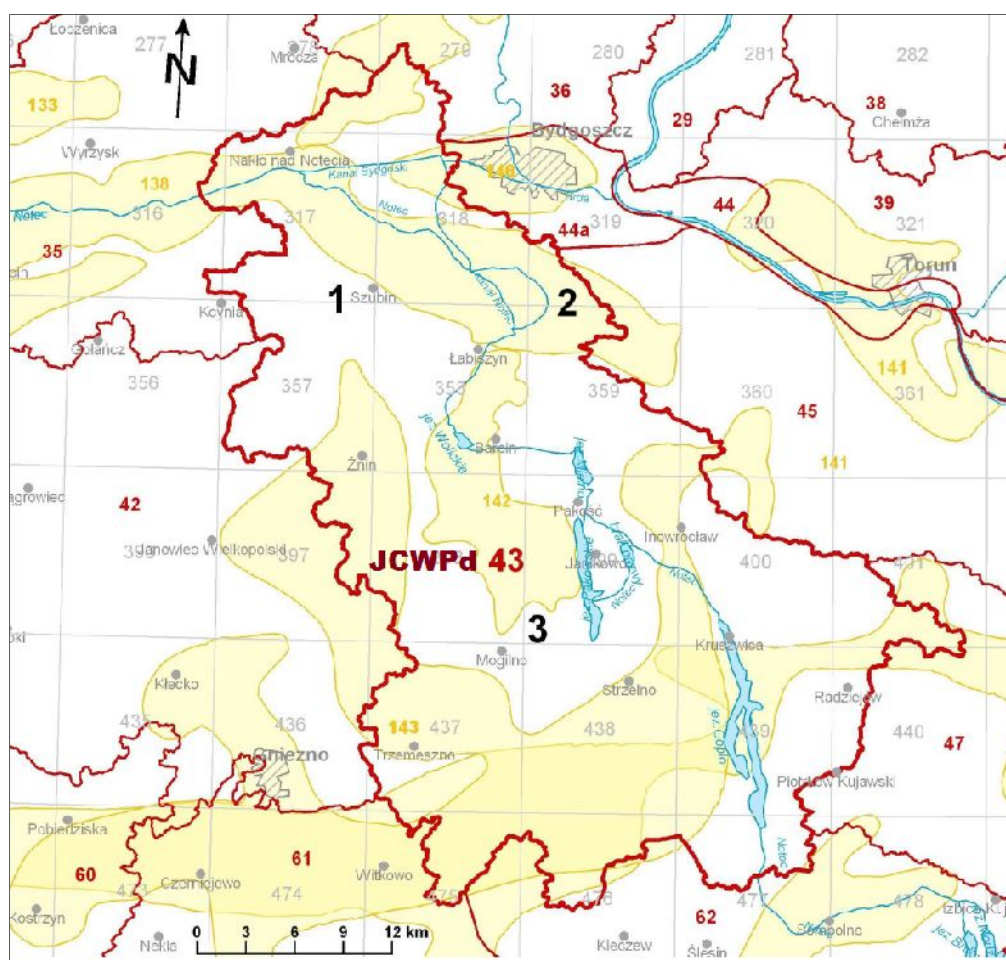


Rysunek 10. Wahania poziomu zwierciadła wody w piętrze jurajskim – piezometry zlikwidowane

Od utworów jury środkowej poziom górnajurajski oddzielają znacznej miąższości słaboprzepuszczalne utwory margliste i ilaste z serią iłów rudonośnych. Znaczne nachylenie południowo-zachodniego skrzydła antykliny w obrębie którego prowadzona jest eksploatacja, pod kątem 12 – 22° sprawia, że strefa osi antykliny jest podobnie jak w przypadku wód powierzchniowych, strefą wododziałową. Opisane warunki hydrodynamiczne generują niewielkie przepływy strumienia wód podziemnych. Sytuacja taka jest korzystna z punktu widzenia eksploatacji, generując niewielkie dopływy.

### 5.3 JCWPd

W perspektywie nowego podziału kraju na 172 JCWPd, który zaczął obowiązywać wraz z rozpoczęciem kolejnego okresu rozliczeniowego, a więc od początku 2016 roku, dokumentowany rejon znalazł się ponownie w granicach JCWPd nr 43, o powierzchni 3659,3 km<sup>2</sup> (Rys. 11). Nowy podział przyniósł zmniejszenie powierzchni jednostki o około 373 km<sup>2</sup>, z pierwotnej wielkości 4032 km<sup>2</sup>. Przesunięciu uległy południowo-wschodnie granice, kosztem górnego biegu Noteci, który został włączony w obręb JCWPd nr 62. Charakteryzowana JCWPd przynależy do regionu Warty.



Rysunek 11. Dokumentowany obszar na tle podziału kraju na Jednolite Części Wód Podziemnych (JCWPd)



Charakteryzowana jednolita część jest strukturą wielopiętrową zbudowaną z wodonośnych utworów czwartorzędu, miocenu i kredy (Nowicki red. 2009). Wodonośne utwory czwartorzędowe tworzą jeden poziom wodonośny o zróżnicowanym wykształceniu, obecny jednakże wyłącznie na części obszaru jednostki. Regionalnym rozprzestrzenieniem cechuje się z kolei poziom mioceński, często pozostając w kontakcie hydraulicznym z poziomem czwartorzędowym. W części północno-wschodniej jednostki występują wody podziemne w utworach kredowych. Za wyjątkiem utworów kredowych o szczelinowym charakterze, pozostałe poziomy należą do zbiorników o wykształceniu porowym. Za cechą szczególną uznano obecność w rejonie północno-wschodnim jednostki zasolonych wód w utworach trzeciorzędowych, które przy braku izolacji lokalnie migrują acsenzyjnie do poziomów plejstoceńskich.

Niedawne uprawomocnienie się nowego podziału Polski na JCWPd wiąże się z brakiem aktualnej oceny stanu ilościowego i chemicznego jednostek. Pierwsze wyniki powinny pojawić się wraz z badaniami w roku bieżącym (2016), zaś opracowania prawdopodobnie dopiero w kolejnym. Jednakże jako że JCWPd nr 43 w niewielkim stopniu zmieniała swoje granice, należy uznać ostatnie publikowane raporty za wiarygodne dla nowej jednostki.

W związku z potwierdzeniem antropogenicznego charakteru zanieczyszczenia na znacznej powierzchni jednostki, stan chemiczny JCWPd nr 43 uznano za słaby przy dostatecznej wiarygodności. Za najistotniejsze problemy jednostki uznano niedostateczne skanalizowanie obszarów wiejskich i rekreacyjnych, jak również nadmierną eksploatacją wód podziemnych m.in. w związku z odwadnianiem kopalń węgla brunatnego. W granicach jednostki zidentyfikowano obszary narażone na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego.

Najnowsze badania stanu chemicznego analizowanej JCWPd zostały przeprowadzone w roku 2014. Jednostkę pośród 41 innych uznano za zagrożoną niespełnieniem stawianych celów środowiskowych.

Wcześniejsze badania stanu chemicznego, przeprowadzone w różnych zakresach oznaczeń również ukazywały słaby stan jednostki. Podobnie negatywną ocenę (stan słaby) przyniosły badania ilościowe przeprowadzone w latach 2010 i 2012. W południowym fragmencie jednostki wydzielono subczęść 43-A, pozostającą w obrębie obszaru wpływu odwodnienia KWB Konin w zlewni Noteci. Stan ilościowy subczęści uznano konsekwentnie za słaby, uznając ją jednocześnie za zagrożoną ryzykiem niespełnienia stawianych celów środowiskowych.

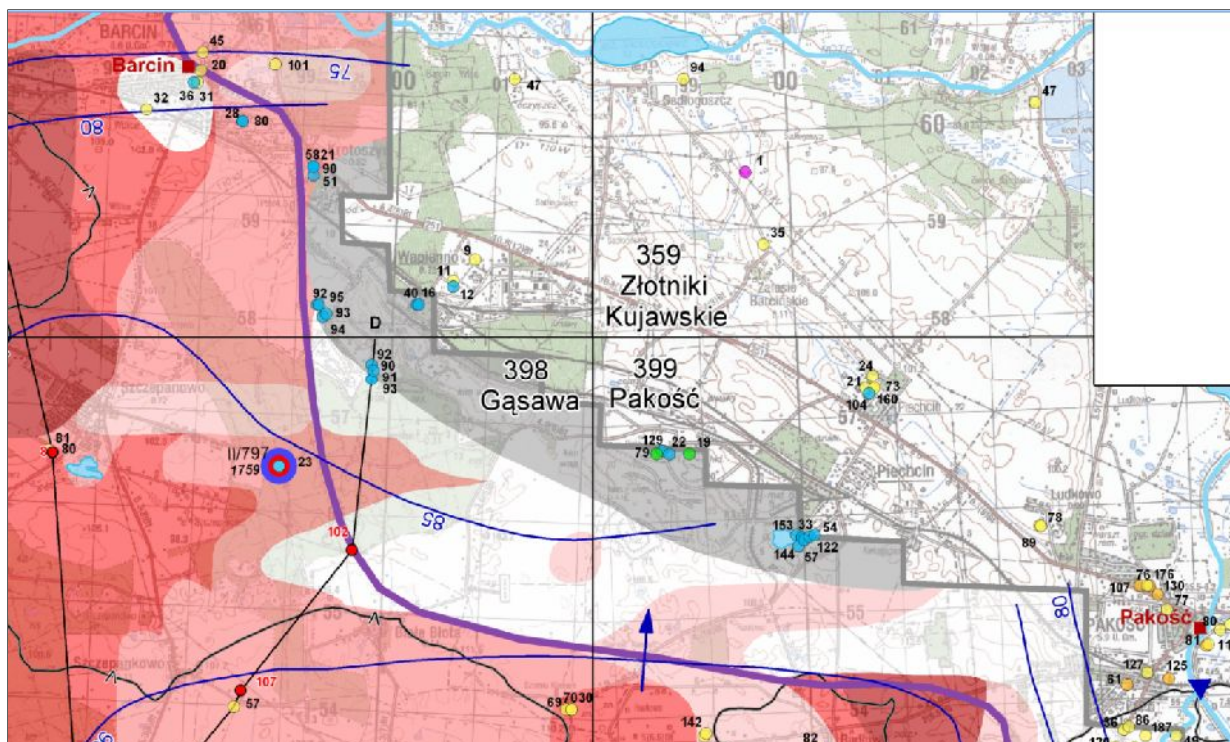
W roku 2013 w ramach opracowania p.t. "Raport o stanie chemicznym oraz ilościowym jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w podziale na 161 i 172 JCWPd, stan na rok 2012" (Kuczyńska, Palak-Mazur red. 2013) dokonano analizy jakości wód w planowanym do wdrożenia podziale na 172 części. Jednolitą część o numerze 43

w zmodyfikowanych granicach uznano za jednostkę o słabym stanie chemicznym i ilościowym.

#### 5.4 GZWP NR 142 INOWROCŁAW-DĄBROWA

W bezpośredniej bliskości złóż, na południowych i zachodnich peryferiach, wyznaczono w obrębie utworów czwartorzędowych Główny Zbiornik Wód Podziemnych nr 142 - Inowrocław-Dąbrowa (Rys. 12). Należy on zgodnie z zaproponowanym podziałem do Pasma pojeziernego wyróżnionego w ramach Prowincji nizinnej (Kleczkowski 1990).

Zbiornik o charakterze porowym buduje kompleks plejstocęńskich utworów wodonośnych, obejmując zgodnie z najnowszymi opracowaniami powierzchnię 251,8 km<sup>2</sup> (Bentkowski i in. 1998). W obrębie wytyczonych granic rozpoznano wody o generalnie dobrej jakości (klasy I - III), ujmowane równomiernie na całym obszarze przez miejskie i wiejskie ujęcia komunalne, ферmy hodowlane i zakłady przemysłowe. Oszacowane przez autorów Dokumentacji hydrogeologicznej (Bentkowski i in. 1998) metodą modelownia matematycznego zasoby odnawialne wynoszą 43 872 m<sup>3</sup>/d (1828 m<sup>3</sup>/h), przy module w wysokości 174,2 m<sup>3</sup>/d/km<sup>2</sup>. Zasoby dyspozycyjne ustalono w wysokości 26 184 m<sup>3</sup>/d, przy module 104 m<sup>3</sup>/d/km<sup>2</sup>. Utwory wodonośne charakteryzują się bardzo zmienną naturalną podatnością na zanieczyszczenie. Oszacowane czasy przesączania wahają się od jednego roku (dolina Noteci) do ponad stu lat (rejon Sucharzewa) (Dobkowska i in. 2011). Na ich podstawie wyznaczono fragmenty zbiornika o zmiennej podatności na zanieczyszczenie. Dominują obszary średnio podatne, stanowiąc 67,1% powierzchni całkowitej. Najbardziej podatne tereny zajmują 1,7% powierzchni, zaś mało podatne, o największej ochronie 13,3%. W związku ze zróżnicowanym zagrożeniem zaproponowano ustanowienie trzech obszarów ochronnych o łącznej powierzchni 54,6 km<sup>2</sup> wraz z propozycją działań ochronnych (Dobkowska i in. 2011). Obszar A na południowy-wschód od Łabiszyna, B na zachód od Barcina oraz C na północ od Mogilna.



Rysunek 12. Przebieg zasięgu GZWP nr 142 na południowo - zachodnich peryferiach dokumentowanego obszaru (Dobkowska i in. 2011)

## 6 PROGNOZA ZMIAN STANU ŚRODOWISKA WODNEGO ZWIĄZANYCH Z POGŁĘBIENIEM EKSPLOATACJI ZŁOŻA „BARCIN-PIECHCIN-PAKOŚĆ”

### 6.1 ZAŁOŻENIA WARIANTÓW PROGNOZY (PRZEWIDYWANA GŁĘBOKOŚĆ EKSPLOATACJI ZŁOŻA „BARCIN-PIECHCIN-PAKOŚĆ”)

Prognoza dopływu wody do wyrobiska została wykonana w 2 wariantach eksploatacji (1 i 2). W wariantcie 1 została założona eksploatacja zgodna z Dodatkiem nr 1 do Projektu Zagospodarowania Złoża Wapieni i Margli Jurajskich Barcin-Piechcin-Pakość wraz z Kopalnią Towarzystwującą w Postaci Piasków Kwarcowych dla Zakładu Górniczego Kujawy Lafarge Cement S.A. z 2014 r. Zgodnie z PZZ eksploatacja będzie prowadzona w wyrobiskach Wapienno Zachód, Wapienno Wschód, oraz Bielawy Zachód do głębokości -20 m p.p.t. (Tab. 2). Ponadto wyrobiska zostaną poszerzone w kierunku południowo-zachodnim do granic złoża. Dodatkowo wyrobisko Wapienno Zachód zostanie poszerzone w kierunku północno-zachodnim.

W wariantcie 2. założono prowadzenie eksploatacji w wyrobiskach Wapienno Wschód i Zachód oraz Bielawy Wschód i Zachód do granic złoża Barcin-Piechcin-Pakość i do głębokości -20 m p.p.t. Granice wyrobisk zostałyby w tym wariantcie poszerzone do granic występowania aktualnie udokumentowanego złoża. Obecnie inwestor nie posiada koncesji na wydobywanie, ani też prawa do własności gruntów. Eksploatacja tej części złoża jest natomiast przedmiotem rozważań. Celem tego wariantu prognozy jest wstępne określenie wpływu potencjalnej eksploatacji złoża na środowisko wodne.

**Tabela 2. Rzędne odwodnienia w poszczególnych wyrobiskach**

Wyrobisko	Rzędne odwodnienia [m n.p.m.]	
	aktualne	docelowe
Wapienno zachód	+36	-20
Wapienno wschód	-6	-20
Bielawy zachód	+38	-20
Bielawy wschód	+6,5	-20

### 6.2 WSTĘP DO PROGNOZY

Głównym celem badań wykonanych na numerycznym modelu hydrogeologicznym było określenie wielkości prognozowanych dopływów wód podziemnych do kopalni odkrywkowej złoża wapieni i margli jurajskich, a także rozwoju zasięgu oddziaływania odwadniania na skutek pogłębienia oraz poszerzenia eksploatacji. Zakładana rzędna eksploatacji wynosi -20 m p.p.m. a docelowa powierzchnia wyrobisk kopalni osiągnie około 340 ha w wariantcie zakładającym eksploatację złoża w granicach koncesji. Dodatkowo, przedmiotem badań modelowych była prognoza zmian warunków

hydrogeologicznych w przypadku eksploatacji złoża w granicach jego udokumentowania (wariant 2), tj. na obszarze ok. 580 ha.

Otrzymane rezultaty obliczeń symulacyjnych należy traktować jako przybliżone, co wynika ze znacznego skomplikowania budowy geologicznej. Numeryczny model hydrogeologiczny przygotowano z wykorzystaniem programu Visual Modflow. Proces modelowania realizowany był w dwóch etapach. Pierwszy etap zakładał przygotowanie modelu konceptualnego zawierającego ogólne założenia parametryczne. Konstrukcja modelu konceptualnego wymagała przygotowania szeregu danych, dla każdej realizowanej warstwy modelowej. Na tym etapie odwzorowano uwarunkowania geometryczne, poprzez zdefiniowanie położenia stropu i spągu poszczególnych warstw. Ponadto przyjęto początkowe wartości parametrów filtracyjnych, wielkości opadów atmosferycznych oraz warunki brzegowe modelu. W drugim etapie model konceptualny był przetwarzany na docelowy model numeryczny, w którym to nastąpiło doprecyzowanie warunków hydrogeologicznych i kalibracja modelu, a finalnie oszacowanie potencjalnego dopływu wód do wyrobisk eksploatacyjnych oraz zasięgu leja depresji.

Bezpośrednim badaniem modelowym objęto część obszaru tzw. struktury Zalesia, o łącznej powierzchni ok. 272 km<sup>2</sup>. Model skonstruowano w oparciu o materiały archiwalne. Zestawiono, zweryfikowano i przygotowano, w odpowiedniej formie, informacje pochodzące ze studni wierconych, otworów hydrogeologiczno-złożowych oraz piezometrów występujących na badanym terenie. Wykorzystano także dane dokumentujące złoża, pochodzące z archiwalnych opracowań będących w posiadaniu Zakładu Górniczego. Informacje potrzebne do tworzenia modelu pozyskiwano również z publikacji naukowych poszerzających zagadnienia budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych omawianego regionu. W ramach prac kartograficznych, prowadzonych w terenie zweryfikowano informacje o lokalizacji poszczególnych obiektów, dokonano pomiarów zwierciadła wody w wytypowanych, dostępnych otworach hydrogeologicznych. Ponadto zebrano informacje o aktualnych rzędnych i wielkościach odwadniania realizowanego w wyrobiskach górniczych w granicach przygotowanego modelu.

### 6.3 KONCEPCJA MODELU

Zasięg obszaru objętego badaniami modelowymi wyznaczono w oparciu o budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne. W jego granicach znalazły się istniejące wyrobiska eksploatacyjne i ujęcia wód podziemnych. Działalność drenażowa wymienionych obiektów wpływa na warunki hydrogeologiczne w obrębie modelowanych struktur wodonośnych.

Jeśli chodzi o zasięg poziomy modelu to obejmuje on cały obszar alimentacji zasobów. Przyjmując, że w na rozpatrywanym obszarze średni opad roczny wynosi

454 mm (rozdz. 2.4 Warunki klimatyczne), średni wskaźnik infiltracji opadu równy jest 0,2, a uśredniony dopływ wód podziemnych wynosi 2,02 m<sup>3</sup>/min , tj. 1,062 mln. m<sup>3</sup>/rok (rozdz. 7.1), obszar alimentacji odpowiadający notowanemu dopływowi wynosi:

$$F = \frac{Q}{10 \omega_e H} = 1169 \text{ ha}$$

Gdzie:

Q – dopływ wód podziemnych do systemu odwodnienia, m<sup>3</sup>/rok,

$\omega_e$  - wskaźnik infiltracji efektywnej, -

H – roczna wysokość opadu atmosferycznego, mm

Utworzony model numeryczny pola filtracji zajmuje obszar 26 880 ha i - jak wynika z powyżej przedstawionych obliczeń - jest wielokrotnie większy niż obszar alimentacji zasobów dynamicznych wód podziemnych, dopływających do systemu odwodnienia Kopalni Wapienia Kujawy.

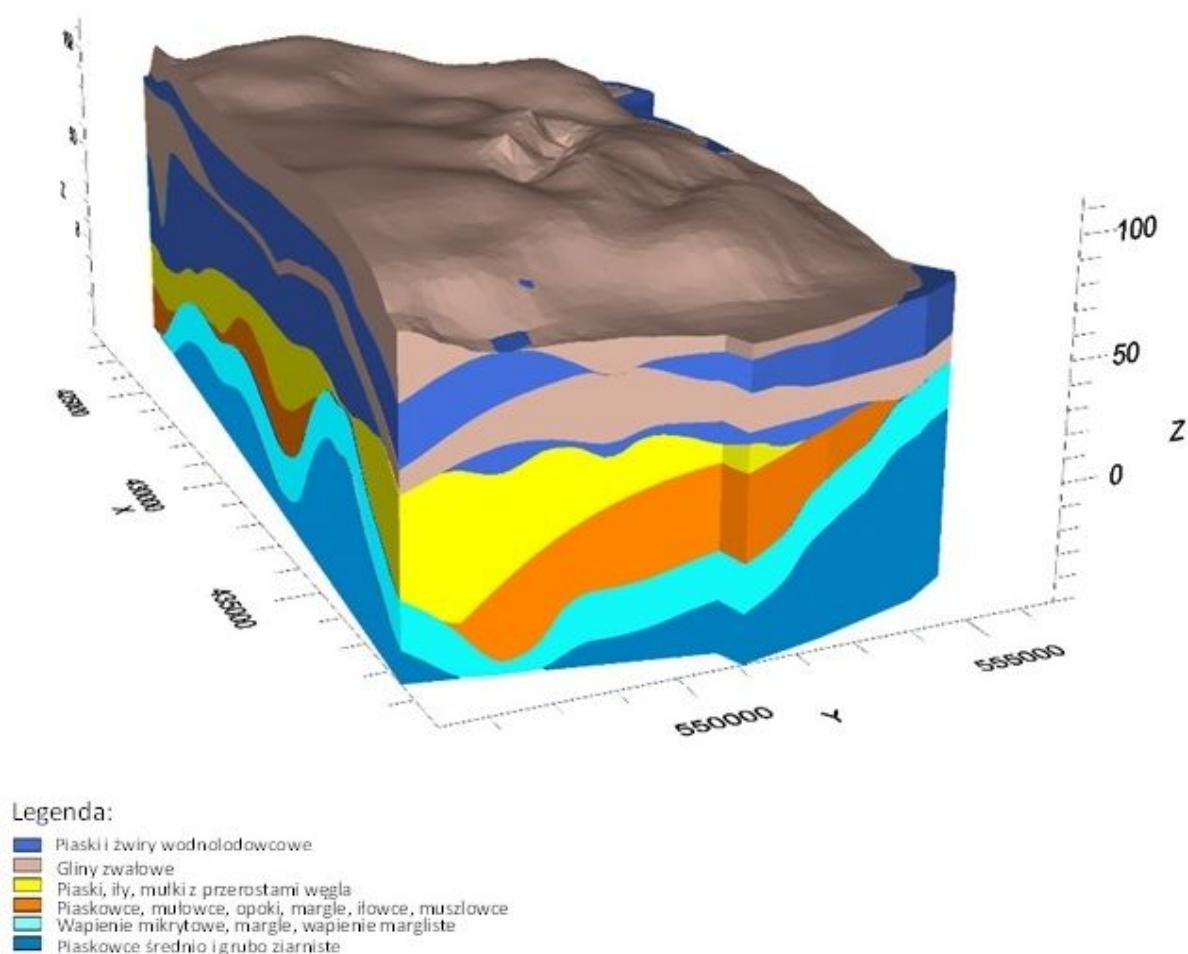
W rozpatrywanym modelu założono, że w sąsiedztwie kopalni występują dwa główne piętra wodonośne: czwartorzędowe i jurajskie. Głównym źródłem zasilania poziomu czwartorzędowego jest infiltracja opadów. Infiltracja opadów (zasilanie modelu) zachodzi na wychodniach warstw wodonośnych, znajdujących się w pobliżu rzek i jezior, zlokalizowanych na północ, wschód i zachód od kopalni. Na pozostałym obszarze współczynnik infiltracji jest stosunkowo niski. Wynika to z faktu, iż poziom czwartorzędowy w większości przykryty jest glinami lodowcowymi o bardzo małej przewodności, ograniczającymi w znacznym stopniu infiltrację wód opadowych na większej części modelowanego obszaru.

W piętrze jurajskim możemy wydzielić dwa poziomy wodonośne, w obrębie utworów jury środkowej i górnej. Poziom jury górnej jest zasilany bezpośrednio z otwartej powierzchni wyrobisk, oraz pośrednio z czwartorzędowych utworów wodonośnych, w strefie wychodni pokrytych piaszczystymi utworami nadkładu o małej miąższości. Zasilanie poziomu jury środkowej odbywa się pośrednio poprzez słabo przepuszczalne osady gliniaste czwartorzędu oraz w strefach kontaktów tektonicznych.

W warunkach naturalnych, przed powstaniem wyrobisk górniczych, bazą drenażu dla wszystkich poziomów wodonośnych była rzeka Noteć oraz położone na wschodzie i zachodzie omawianego terenu rynny jeziorne. Regionalny odpływ wód odbywał się w kierunku północnym. Rozpoczęcie eksploatacji i powstanie wyrobisk górniczych spowodowało powstanie nowego obiektu drenażowego i przejęcie przezeń części odpływających wód. Konsekwencją zaburzenia naturalnego cyklu krążenia wody było powstanie leja depresji w poziomie wodonośnym jury górnej.

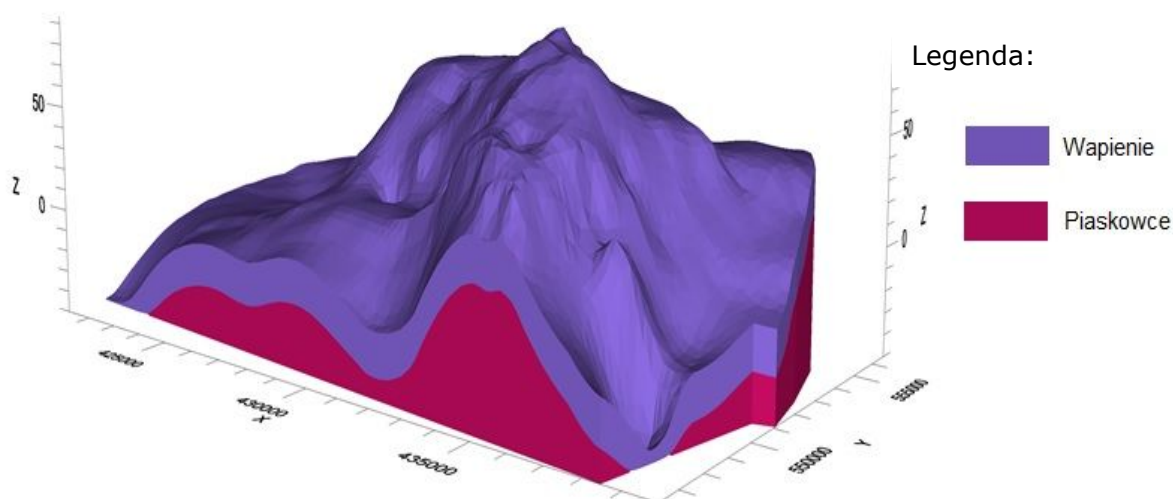
Struktura Zalesia powstała w czasie procesu dźwignia się soli cechsztyńskich w podłożu osadów mezozoicznych, w wyniku czego ma budowę brachyantklinarną. Piętro czwartorzędowe na południe od kopalni jest wykształcone głównie w postaci piasków średnio- i gruboziarnistych o miąższości od 8 do 26m. W kierunku północnym piętro to

budują głównie gliny zwałowe, a warstwa piaszczysta o miąższości od 10 do 56 m, pojawia się dopiero w dolinie Noteci. Ułożenie warstw czwartorzędowych ma charakter horyzontalny. Powierzchnia stropowa jury w obrębie kamieniołomu znajduje się na rzędnej ok. 100 m n.p.m. Od tego miejsca strop wapieni zapada się we wszystkich kierunkach do rzędnej 35-60 m n.p.m. W południowej części rozpatrywanego obszaru utwory jury górnej przykryte są utworami kredowymi natomiast w części centralnej pokrywają je jedynie utwory czwartorzędowe. Rysunek nr 13 przedstawia konceptualną budowę geologiczną omawianego obszaru, natomiast rysunek nr 14 przestrzenne zaleganie utworów jury.



**Rysunek 13. Model budowy geologicznej obszaru badań**





**Rysunek 14. Model budowy geologicznej utworów jurajskich**

W modelu koncepcyjnym przyjęto podział modelowanego obszaru filtracji w pionie na 8 warstw, których zestawienie przedstawiono w Tabeli nr 3.

**Tabela 3. Podział obszaru filtracji na warstwy modelowe**

Okres geologiczny	Utwory geologiczne	Warstwa
Czwartorzęd	Gliny zwałowe	I
	Piaski i żwiry wodnolodowcowe	II
	Gliny zwałowe	III
	Piaski i żwiry wodnolodowcowe	IV
Trzeciorzęd	Piaski, iły mułki z przerostami węgla	V
Kreda	Piaskowce, mułowce, opoki, margle, iłowce i muszłowce	VI
Jura	Wapienie mikrytowe, margle, wapienie margliste	VII
	Piaskowce średnio i grubo ziarniste	VIII

Każda z warstw została na modelu odwzorowana poprzez wprowadzenie powierzchni przedstawiających ukształtowanie stropu utworów wodonośnych i słabo przepuszczalnych. Spąg modelu ustalono arbitralnie na -50 m n.p.m., uznając, że miąższość strefy aktywnej wymiany wód osiąga około 150 m. Ponadto określono: wartości współczynników filtracji poziomej i pionowego przesączania, położenia początkowego zwierciadła wody, warunki zasilania powierzchniowego oraz oddziaływanie rzeki Noteć oraz jezior. Co więcej, uwzględniono wymuszenia związane z prowadzoną eksploatacją wód podziemnych oraz wyrobisk górniczych poprzez zastosowanie warunku brzegowego III rodzaju (*drain*). Poszczególne parametry obliczeniowe przypisywano blokom obliczeniowym odwzorującym ośrodek filtracji wód podziemnych. Wartości przyjęte w modelu zestawiono w tabelach jako załączniki. Ze względu na obszerność danych tabele nie zostały wydrukowane, tylko nagrane na płycie CD.



Granice modelu koncepcyjnego, a następnie numerycznego oparto od strony wschodniej i północnej na rzece Noteć przepływającej kolejno przez jeziora: Mielno, Sadłogoszcz i Wolickie. Natomiast od strony zachodniej granicę ustalono na jeziorze Foluskim, Ostrowieckim i Kierzkowskim połączonych rzeką Strugą Folską. Granice modelu zaznaczono na mapach stanowiących załącznik graficzny nr 6 i 7 do niniejszej dokumentacji.

#### 6.4 PRZYGOTOWANIE MODELU

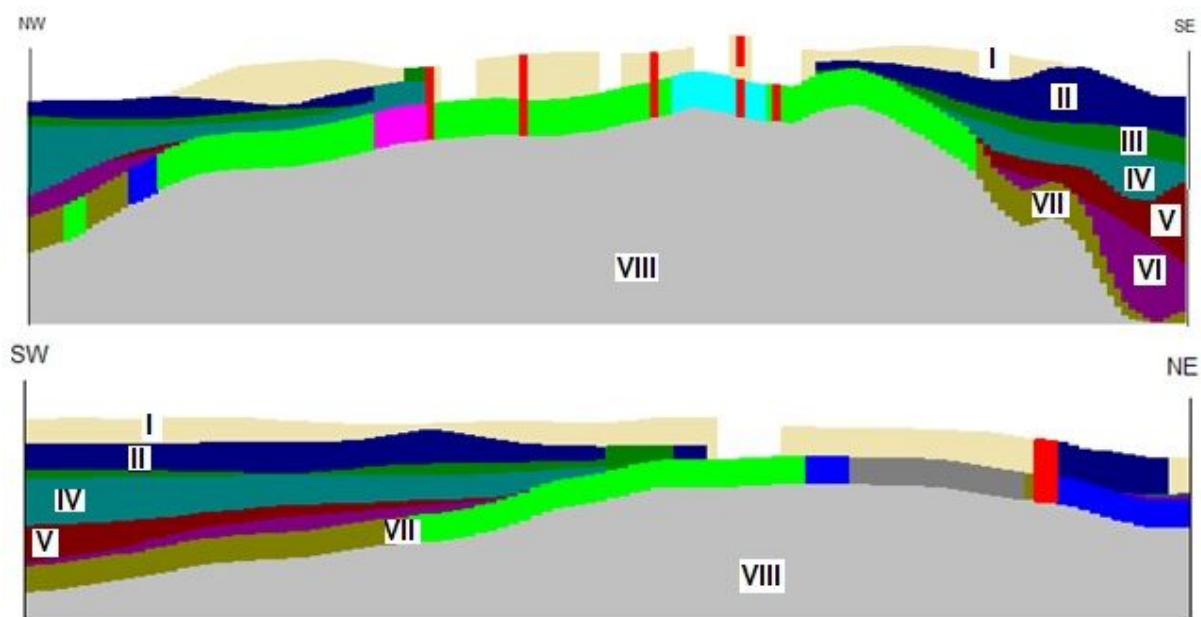
Zgodnie z wymogami model został przygotowany i wykalibrowany w reżimie filtracji ustalonej wód podziemnych, gdzie nie są istotne zmiany układu hydrodynamicznego w czasie, a jedynie końcowy efekt wymuszenia, po ustaleniu się warunków filtracyjnych. W celu przeprowadzenia analizy zdefiniowano następujące parametry:

- 1) **Rodzaj i rozmiar siatki** – w modelowanym obszarze wydzielono 8 warstw, które horyzontalnie poddano dyskretyzacji w oparciu o regularną siatkę podziału na bloki obliczeniowe o wymiarach 100x100m. Aktywna część obszaru zawierała się w prostokącie złożonym z 87 wierszy i 84 kolumny (co odpowiada rozmiarowi 16x16,8 km). Natomiast wertykalnie, komórki modelu zostały wydzielone przy pomocy siatki nieregularnej, w której wysokość komórki dostosowywana jest do powierzchni stropu i spągu dzielonej warstwy. Minimalna grubość komórki odpowiadała wymiarowi 0,1 m.
- 2) **Typ warstw** – przyjęto naporowo-swobodne warunki filtracji; jako parametr filtracyjny przyjęto współczynnik filtracji.
- 3) **Warunki brzegowe** – na zachodniej, północnej i wschodniej granicy modelu, w miejscu położenia jezior i rzek, w warstwach od 1-3 zdefiniowano warunki brzegowe I rodzaju. Ponadto w warstwie 8 warunkiem brzegowym 3 rodzaju zdefiniowano kontury wyrobisk w których prowadzone jest odwodnienie. Jako nieaktywne zostały zdefiniowane bloki położone poza granicami modelu.
- 4) **Poziomy i pionowy współczynnik filtracji** – w poszczególnych warstwach wprowadzono średnie wartości współczynnika filtracji odpowiadające odwzorowanym utworom wodonośnym, które zostały poddane następnie nieznacznym modyfikacjom na etapie kalibracji modelu. Zróżnicowanie przestrzenne tego parametru uwzględnia szczelinowość skał, istnienie uskoku i zjawisk krasowych. Biorąc pod uwagę wielkość modelu, jego zasięg głębokościowy oraz stopień skomplikowania warunków geologicznych, nie jest możliwe precyzyjne zobrazowanie wszystkich parametrów filtracyjnych zakładanych w poszczególnych blokach, a jedynie syntetyczne zestawienie wielkości statystycznie je charakteryzujących. Wartości maksymalne i minimalne poziomego współczynnika filtracji, przyjęte dla poszczególnych warstw zostały przedstawione w Tabeli nr 4.

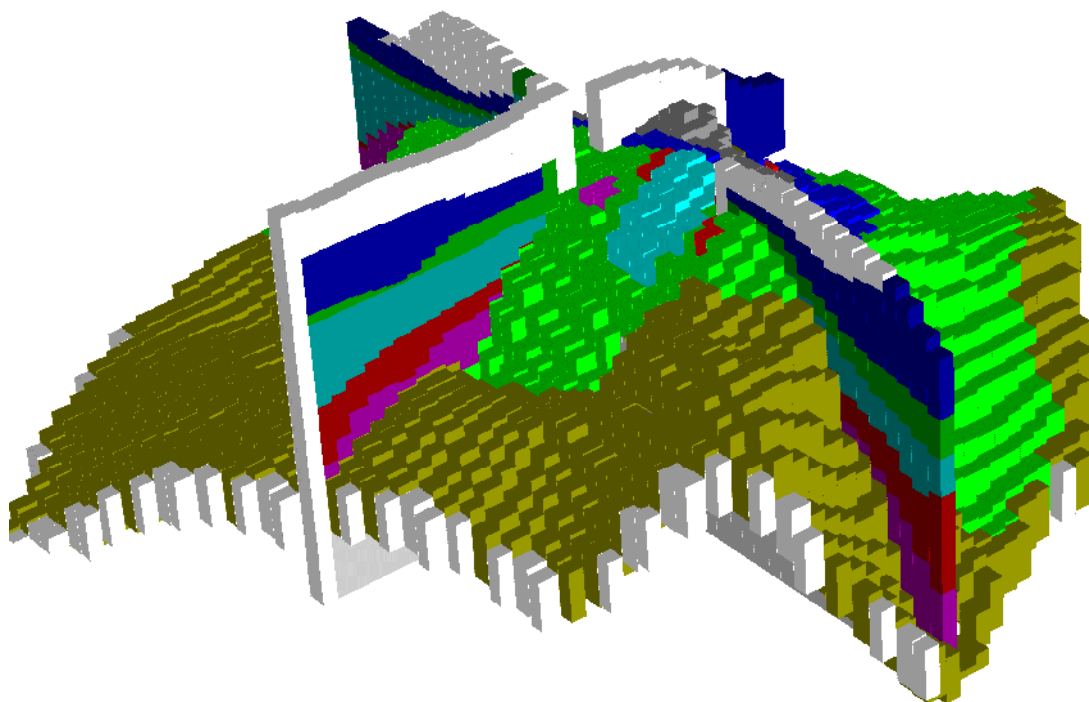
**Tabela 4. Wartości minimalne i maksymalne poziomego współczynnika filtracji**

Warstwa modelu	Współczynnik filtracji poziomej k [m/d]	
	Minimalna	Maksymalna
I	0.005184	60.48
II	8.64	60.48
III	0.005184	73.44
IV	17.28	73.44
V	0.000864	0.1728
VI	0.00001728	0.000864
VII	0.648	30.24
VIII	0.031968	3.1968

Na rysunkach nr 15 i nr 16 przedstawiono zmiany wartości współczynnika filtracji na modelowanym obszarze.



**Rysunek 15. Zmiany wartości współczynnika filtracji dla poszczególnych warstw - przekrój pionowy**



Rysunek 16. Przestrzenny rozkład wartości współczynnika filtracji warstwy jurajskiej

5) **Zasilanie z infiltracji opadów** ( $I_E$ ) określono zgodnie z zależnością:

$$I_E = P \cdot \omega_e$$

gdzie:

$P$  – średni roczny opad [mm/rok],

$\omega_e$  – wskaźnik infiltracji efektywnej utworów przypowierzchniowych [%].

Średni roczny opad dla rozpatrywanego obszaru wynosi ok. 454 mm, natomiast wskaźnik infiltracji jest zróżnicowany w zależności od przepuszczalności skał zalegających w warstwach przypowierzchniowych i na badanym obszarze wartość przyjęto w granicach od 5-25%.

## 6.5 KALIBRACJA MODELU

W celu zapewnienia wiarygodności wyników prognostycznych obliczeń symulacyjnych należy przeprowadzić kalibrację modelu numerycznego. Kalibracja decyduje o ostatecznej postaci modelu: jego strukturze, warunkach brzegowych, wartościach parametrów. Proces polega na odtworzeniu na modelu określonych, rozpoznanych w rzeczywistości stanów i przepływów/dopływów wód podziemnych. W trakcie kalibracji wartości obliczane na modelu (położenie zwierciadła wody, przepływy/dopływy) są porównywane z wynikami pomiarów terenowych. Jeśli występują rozbieżności, dane wejściowe do modelu są korygowane dopóki wyniki obliczeń symulacyjnych nie zrównają się, przy założonej tolerancji, z wynikami pomiarów terenowych. Proces kalibracji modelu ma charakter iteracyjny, do zamierzonego rezultatu

dochodząc poprzez kolejne przybliżenia, polegające na cyklicznym wprowadzaniu poprawek w tablicach danych wejściowych i ponownym wykonywaniu obliczeń symulacyjnych. W praktyce w wytypowanych punktach porównuje się, czy otrzymane na modelu zwierciadło wody i wielkości przepływów/wydajności są takie, jak mierzone w rzeczywistości. Jeśli na modelu realizowane są głównie warunki brzegowe I rodzaju (jak w rozpatrywanym przypadku), to w trakcie kalibracji należy większy nacisk położyć na kontrolę dopływów/przepływów. Uzyskanie zadowalającej zgodności pomiędzy położeniem zwierciadła wody i dopływami otrzymanymi na modelu, z wielkościami mierzonymi w rzeczywistości świadczy o poprawności przeprowadzonej kalibracji, decydując o wiarygodności wyników symulacyjnych obliczeń prognostycznych. Model dla warunków aktualnych (styczeń 2016 roku) przygotowano z uwzględnieniem rzeczywistych rzędnych odwodnienia i wielkości dopływów do wyrobisk (Tab. 2).

Tak przygotowany model poddano procesowi kalibracji, której celem było dopasowanie wielkości symulowanych dopływów do wyrobisk górniczych, do obserwowanych w rzeczywistości. Korektom poddano w niewielkim stopniu zasilanie z infiltracji opadów atmosferycznych, lokalnie nieznacznie je modyfikując. Większych zmian dokonano w rozkładzie przestrzennym współczynnika filtracji.

Modyfikacji dokonano głównie w warstwach nr 2, 4 i 7 z uwagi na duże zakresy odchyień od wartości średniej na przestrzeni całej struktury geologicznej. W mniejszym stopniu korekt dokonano w pozostałych warstwach, korygując głównie wartość współczynnika filtracji względem osi Z (pionowej).

W efekcie otrzymano model, który generuje wyniki wielkości dopływów do wyrobisk jedynie nieznacznie różniące się od wielkości obserwowanych w rzeczywistości. Wielkości różnic nie przekraczają pojedynczych procentów rzeczywistych dopływów, co biorąc pod uwagę znaczne ich wielkości należy uznać za zadowalające (Tab. 5). Równocześnie w wytypowanych otworach obserwacyjnych dokonywano kontroli obliczonego położenia zwierciadła wody, celem stwierdzenia akceptowalnej zgodności wyników z wielkościami mierzonymi.

## 7 DOPŁYW WODY DO WYROBISKA, WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-CHEMICZNE WÓD DOPŁYWAJĄCYCH

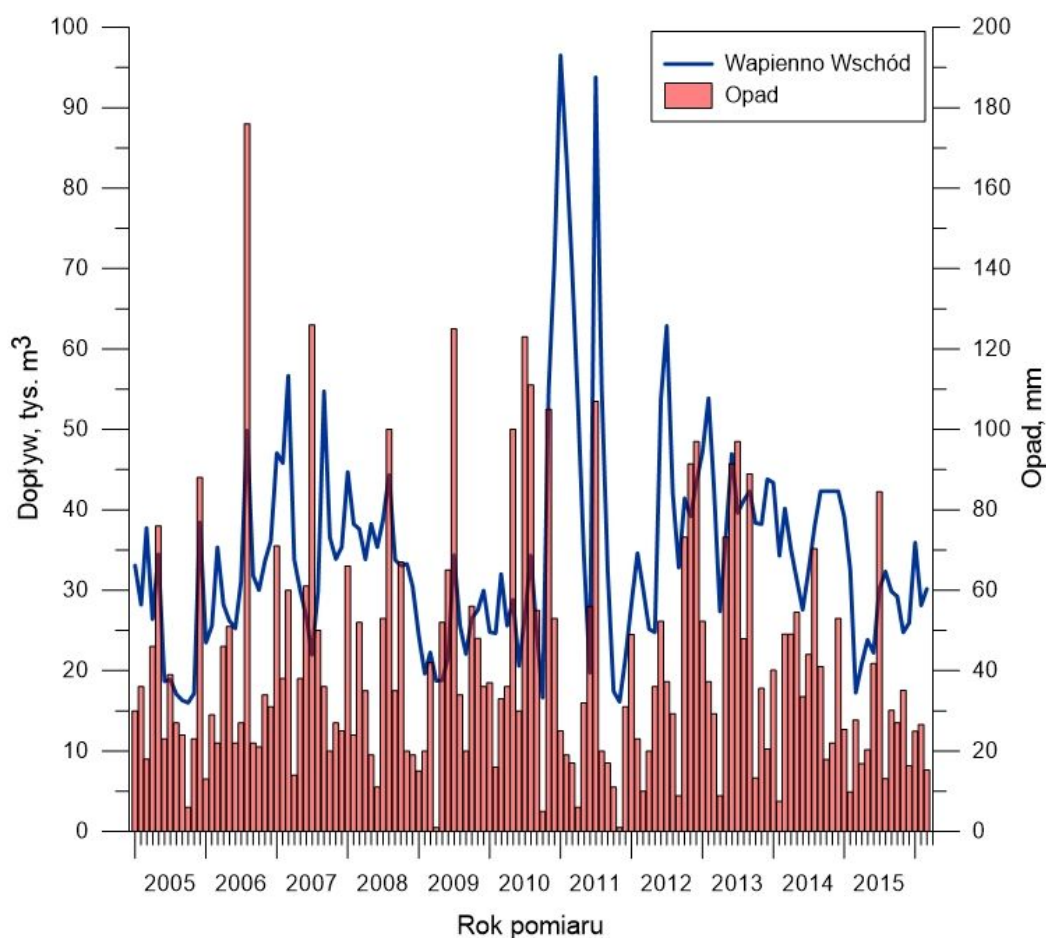
Eksploatacja kopalin systemem odkrywkowym wiąże się z przekształceniem powierzchni terenu zazwyczaj do wgłębnej formy wyrobiska, zbierającego wody opadowe pochodzące ze spływu powierzchniowego, ewentualnie zawieszone, a w momencie zejścia poniżej zwierciadła wód podziemnych także i pochodzące z dopływu w obrębie wytworzonego leja depresji. Wraz ze wzrostem głębokości eksploatacji, a w dużo mniejszym stopniu i powierzchni rozcięcia złoża, udział dopływu pochodzącego z drenażu podziemnego zwiększa się kosztem pozostałych składowych. Położenie wyrobiska na lokalnym wododziale powierzchniowym i podziemnym determinuje niewielkie dopływy, pozostając jednakże bez wpływu na wielkość gromadzonych bezpośrednio przez wyrobisko wód opadowych.

### 7.1 DOPŁYW WODY DO WYROBISK - STAN AKTUALNY

Wielkość dopływu wód podziemnych zależy przede wszystkim od warunków hydrogeologicznych, górniczo - geologicznych eksploatacji i wielkości infiltracji opadów. Wartość ta zmienia się jednakże wraz z rozwojem eksploatacji, zwiększając się, bądź zmniejszając w zależności od kombinacji czynników i stanu rozwoju. Rozpoczęcie procesu eksploatacji wapieni i margli w początkowym okresie czasu ingerowało w niewielkim stopniu w naturalne stosunki wodne. Schodzenie z wydobywaniem na coraz to niższe poziomy eksploatacyjne, położone głębiej w stosunku do zwierciadła wód podziemnych, indukowało szczypanie nowych zasobów statycznych, nagromadzonych w próżniach skalnych, a także stopniowe rozszerzanie się leja depresji i powiększanie obszaru alimentacji zasobów dynamicznych. Zaburzeniu uległy naturalne warunki przepływu wód. Obok Noteci wyrobiska kopalniane stały się centrami drenażu, przejmując część strumienia wód podziemnych przepływającego wcześniej ku dolinie rzecznej. W trakcie intensywnego rozwoju górnictwa dopływy zwiększały się, osiągając kulminację w roku 1979, wraz z udostępnieniem poziomu +38 m n.p.m. w Kopalni Bielawy. Roczny dopływ do odkrywek Bielawy i Wapienno wyniósł odpowiednio: 1,298 i 1,934 mln m<sup>3</sup>, sumarycznie dając w przeliczeniu uśredniony dopływ na poziomie 6,15 m<sup>3</sup>/min (3,232 mln m<sup>3</sup>/a). W kolejnych latach zaczęto obserwować spadek zagregowanej objętości odpompowywanej wody, do poziomu 2,1 mln m<sup>3</sup> na początku lat dziewięćdziesiątych i około 1,7 mln m<sup>3</sup> w latach 2003 – 2007, pomimo udostępniania kolejnych poziomów i schodzenia z eksploatacją w coraz to niższe partie złoża.

Obecnie prace wydobywcze prowadzi się na rzędnej +6,5 m n.p.m. na froncie eksploatacyjnym Bielawy Wschód, +38 m n.p.m. Bielawy Zachód oraz -6 m p.p.m. na froncie wschodnim w Wapiennie i +36 m n.p.m. na froncie zachodnim.

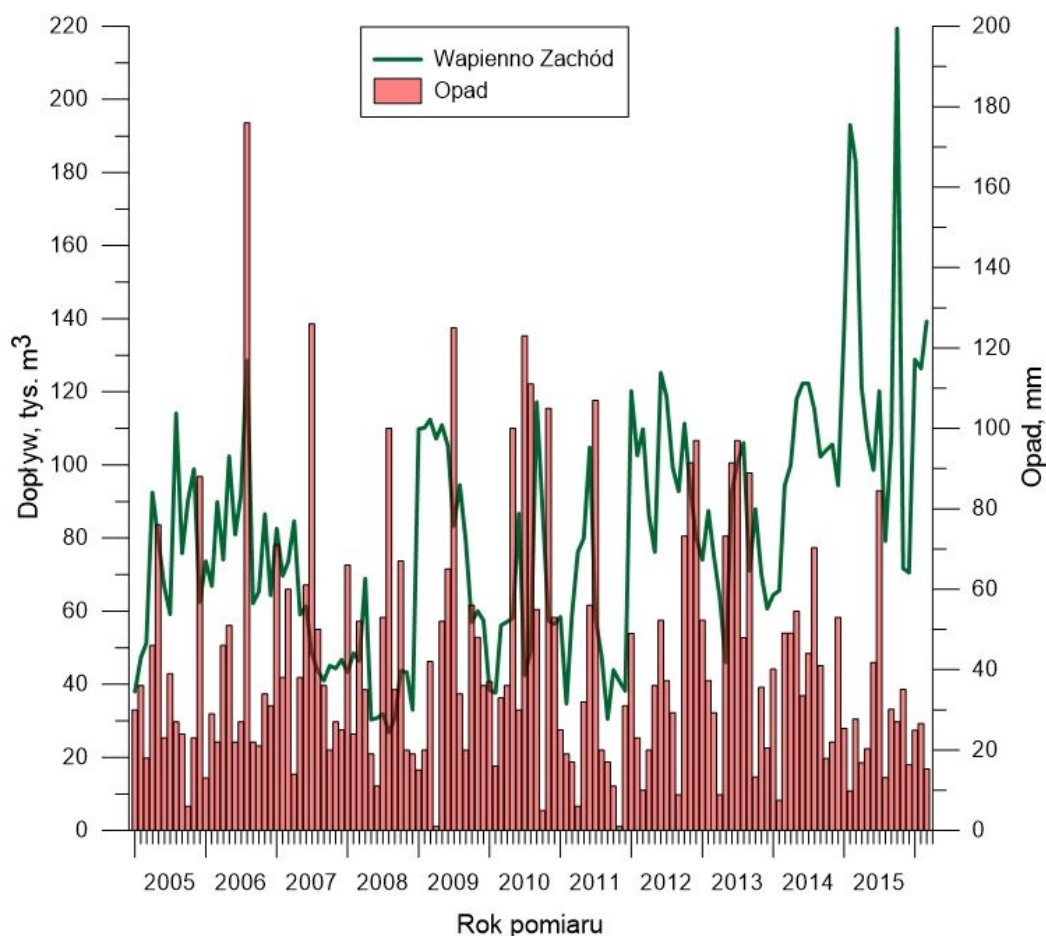
Na rysunku 17. przedstawiono zmiany wydajności dopływu do wyrobiska Wapienno Wschód z wielolecia 2005-2015. Za stały sumaryczny dopływ wód jurajskich do wyrobiska należy uznać dopływ rejestrowany jako minimalny, który wynosi około 17 tys. m<sup>3</sup>/m-c, czyli ok. 0,4 m<sup>3</sup>/min. Średnie wielkości sumarycznego dopływu do sytemu odwadniającego, za okres dziesięcioletni, wynoszą 0,8 m<sup>3</sup>/min. Maksymalny dopływ rejestrowano w styczniu 2011 roku i wynosił on średnio 2,16 m<sup>3</sup>/min. Wahania wielkości dopływów w wyrobiskach mają związek z drenażem poziomym czwartorzędowego, tj. w okresach kiedy występują wysokie stany zwierciadła wody, a także ze wzmożonymi opadami atmosferycznymi, w tym też spływem powierzchniowym.



**Rysunek 17. Zmienność miesięcznych dopływów do wyrobiska Wapienno Wschód w zależności od sumy opadów**

Na rysunku 18. przedstawiono zmiany wydajności dopływu do wyrobiska Wapienno Zachód. Za stały dopływ wód jurajskich do wyrobiska należy dopływ rejestrowany jako minimalny, który wynosił około 32 tys. m<sup>3</sup>/m-c, tj. 0,75 m<sup>3</sup>/min do końca 2011 roku. Od 2014 r. rejestrowany jest wzrost stałego dopływu wód jurajskich, który obecnie wynosi ok. 70 tys. m<sup>3</sup>/m-c, tj. 1,6 m<sup>3</sup>/min. Na przełomie lat 2014 i 2015 rozpoczęto prace udostępniające czwarty poziom wydobywczy. Maksymalny miesięczny

dopływ zarejestrowano w październiku 2015 roku i wynosił on 4,91 m<sup>3</sup>/min. W okresie 10-lecia średnio zaś wypompowywano 1,65 m<sup>3</sup>/min. Na zwiększone dopływy, będące konsekwencją obniżenia bazy drenażowej, nakładają się wahania składowej dopływu pochodzącej z drenażu poziomu czwartorzędowego, tj. w okresach kiedy występują wysokie stany zwierciadła wody, związane ze wzmożonymi opadami atmosferycznymi, w tym też ze spływem powierzchniowym. Pewną rolę we wzroście wielkości dopływu odgrywa również stopniowy postęp eksploatacji w kierunku zachodnim.

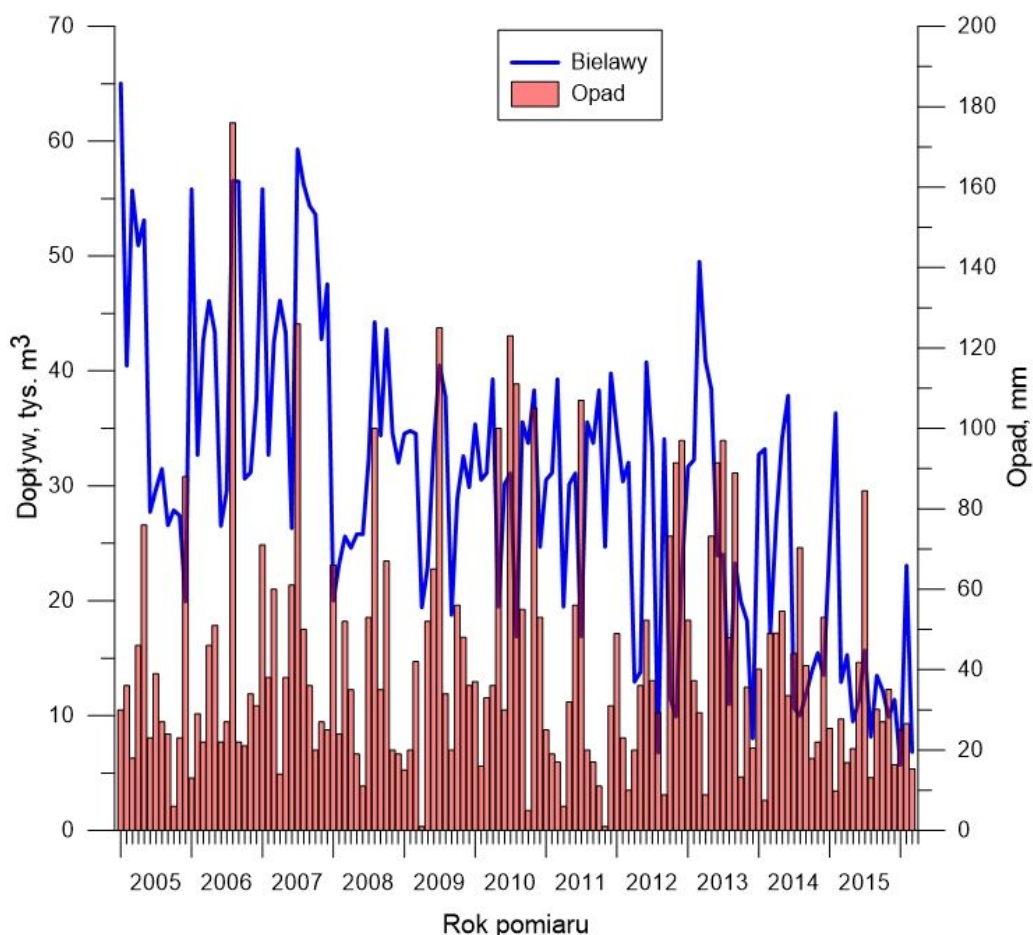


**Rysunek 18. Zmienność miesięcznych dopływów do wyrobiska Wapienno Zachód w zależności od sumy opadów**

W roku 2015 odprowadzono sumarycznie z pompowni Jordan dopływy pochodzące z wyrobisk Wapienno w ilości 1,66 mln m<sup>3</sup>, co w przeliczeniu stanowi 4617 m<sup>3</sup>/d i 3,2 m<sup>3</sup>/min. Z odpompowanej objętości 1,63 mln m<sup>3</sup>, odprowadzono bezpośrednio do rowu B jako wody nadmiarowe. Pozostała objętość trafiła do Cementowni Kujawy jako woda technologiczna.

Na rysunku 17. przedstawiono fluktuacje dopływu do wyrobisk Bielawy-Wschód i Bielawy-Zachód. Za stały dopływ wód podziemnych, uznać należy dopływ, rejestrowany jako minimalny, zmniejszający się w analizowanym okresie, od około max. 30 do 10 tys. m<sup>3</sup>, tj. od około 0,7 do 0,22 m<sup>3</sup>/min. W analizowanym przedziale czasu maksymalne

wielkości dopływu wystąpiły w styczniu 2005 roku, natomiast wartość średnia dopływu wyniosła 0,75 m<sup>3</sup>/min. Wahania wielkości dopływów mają związek z drenażem wód czwartorzędowych, tj. w okresach kiedy występują wysokie stany zwierciadła wody, a także ze zmiennością opadów atmosferycznych oraz ich bezpośredniego spływu powierzchniowego. Z wykresu wynika, że fluktuacje średniomiesięcznego dopływu, związane z wspomnianymi wyżej przyczynami, wynoszą do 1,0 m<sup>3</sup>/min.



**Rysunek 19. Zmienność miesięcznych dopływów do wyrobiska Kopalni Bielawy w zależności od sumy opadów**

W przypadku wyrobisk Bielawy, w roku 2015, na powierzchnię terenu wypompowane zostało zaledwie 0,18 mln m<sup>3</sup> wody, a więc zdecydowanie mniej, niż w latach poprzednich. Z całkowitej objętości 0,06 mln m<sup>3</sup> trafiło jako woda technologiczna do Zakładu Wapienniczego Kujawy. Nadmiar objętości w ilości 0,12 mln m<sup>3</sup> trafił bezpośrednio do rowu A.

Sumując objętości wody wypompowywane na powierzchnię z czterech wyrobisk, a więc odpowiadającą globalnemu dopływowi do Zakładu Górniczego Kujawy Lafarge Cement S.A., otrzymujemy wartość 1,84 mln m<sup>3</sup>/a (5119 m<sup>3</sup>/d i 3,56 m<sup>3</sup>/min), z czego



1,75 mln m<sup>3</sup> (4805 m<sup>3</sup>/d i 3,34 m<sup>3</sup>/min) trafiło bezpośrednio do rowów A i B, a następnie do Noteci.

Natomiast sam tylko dopływ wód podziemnych szacuje się na 2,02 m<sup>3</sup>/min (Bielawy Wschód i Zachód: 0,22 m<sup>3</sup>/min, Wapienno Wschód: 0,4 m<sup>3</sup>/min, Wapienno Zachód: 1,4 m<sup>3</sup>/min).

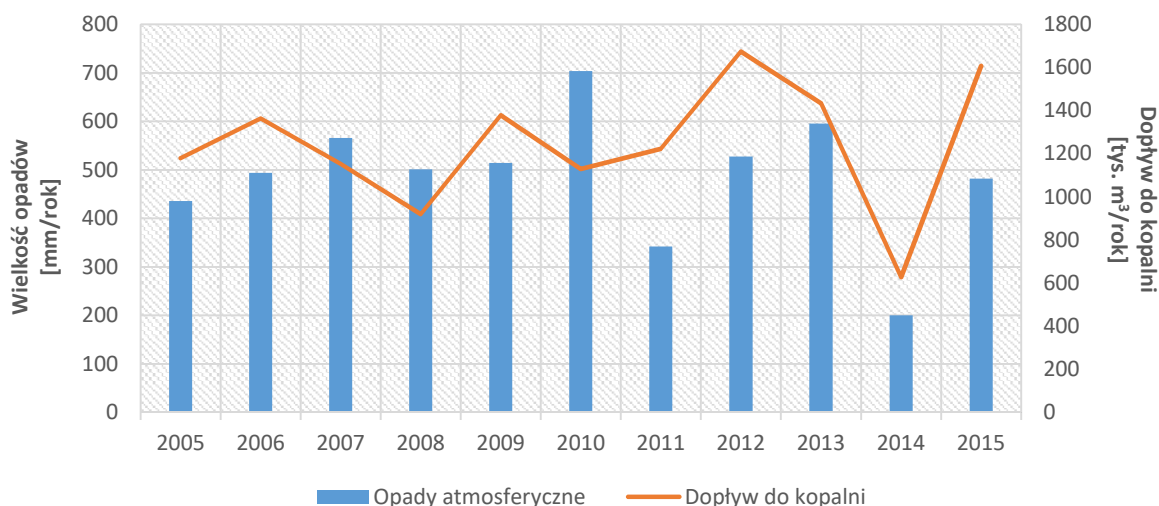
## 7.2 PROGNOZA DOPŁYWU DO SYSTEMU ODWADNIANIA ZG KUJAWY

Położenie zwierciadła wód podziemnych na większości badanego obszaru modelu, zarówno w poziomie czwartorzędowym oraz jurajskim, uzyskane po kalibracji modelu, jest w niewielkim stopniu determinowane funkcjonowaniem systemów odwadniających kopalni. Pomimo obniżenia rzędnych odwodnienia wyraźnie niższych (do -20 m n.p.m.) nie zauważamy wyraźnego wzrostu dopływu wód do wyrobisk. Jest to przede wszystkim wynikiem specyfiki budowy geologicznej rozpatrywanego obszaru, ograniczającej alimentację lateralną, jak i wielkość infiltracji. Wyniki prognoz dla założonych wariantów zostały przedstawione w tabeli nr 5.

**Tabela 5. Wielkości dopływów do wyrobisk górniczych: rzeczywiste, odwzorowane na modelu i prognozowane**

Wyrobisko	Dopływy				
	Rzeczywiste [m <sup>3</sup> /d]	Otrzymane na modelu [m <sup>3</sup> /d]	Różnica [%]	Prognozowane Wariant 1 [m <sup>3</sup> /d]	Prognozowane Wariant 2 [m <sup>3</sup> /d]
Wapienno zachód	2400	2376	1	2796	3050
Wapienno wschód	1150	1132.75	1.5	2306	2410
Bielawy	1100	1094.5	0.5		
Suma	<b>4650</b>	<b>4603.25</b>	<b>1</b>	<b>5102</b>	<b>5460</b>

Dominującym źródłem pochodzenia dopływów wody do kopalni są opady atmosferyczne. Dlatego blokom obliczeniowym położonym w granicach wyrobisk górniczych przypisano wartość wskaźnika zasilania równą 0,25. Analizując otrzymane wyniki należy mieć na uwadze, że zgodnie ze stosowaną praktyką w modelu uwzględniono uśrednione w przedziale wielolecia wielkości dopływów, adekwatne do rzędnej zdepresjonowanego zwierciadła wody. Co więcej, wartość zasilania pochodzącego z infiltracji opadów atmosferycznych uwzględnia opad średni z wielolecia. W związku z tym, rzeczywiste dopływy do wyrobisk, rozpatrywane w krótkich przedziałach czasowych, będą się różniły od prognozowanych dopływów średnich. W okresach wzmożonych opadów rzeczywiste dopływy mogą być zdecydowanie większe od prognozowanych. Wielkość opadów na przestrzeni ostatnich dziesięciu lat w korelacji z dopływem globalnym do wyrobisk została przedstawiona na rysunku nr 20.



**Rysunek 20. Zależność wielkości globalnego dopływu wody do kopalni od wielkości opadów atmosferycznych w latach 2005-2015**

W dotychczasowej historii drenażu zaobserwowano, iż wzrosty dopływów wraz z rozciągnięciem nowych poziomów po krótkim okresie czasu ulegają wygaszeniu, wpisując się w ostatnich latach w trend spadkowy. Sama zmienność dopływu jest wyraźnie uzależniona od sumy opadów atmosferycznych, a dopływ dynamiczny wód podziemnych jest stosunkowo stabilny. Szacuje się go na około 0,95–1,05 mln m³/a (1,8–2,0 m³/min). Zwiększone dopływy obserwowane są jedynie w okresach o wzmożonych opadach atmosferycznych.

Wariant prognostyczny - w warunkach filtracji ustalonej - opiera się na docelowych założeniach związanych z odwadnianiem (zasięgach wyrobisk i ich rzędnych), bez uwzględnienia stanów pośrednich. Do czasu pełnego ustalenia się nowych warunków, zarówno dopływy jak i stany wód podziemnych mogą osiągać wielkości większe od prognozowanych (docelowych). Jednocześnie dopływy do wyrobisk rozpatrywane w krótkich przedziałach czasowych mogą się różnić od prognozowanych dopływów średnich. Wynika to ze względnie szybkiej reakcji systemu wodonośnego na dynamicznie zmieniającą się sumę opadów. Zatem, w okresach wzmożonych opadów, rzeczywiste dopływy do wyrobisk mogą czasowo być większe od prognozowanych, zarówno na skutek bezpośredniego spływu powierzchniowego, jak i wzmożonej infiltracji do warstw wodonośnych. Z uwagi na nierównomierne natężenie opadów, a także realne - w dłuższym horyzoncie czasowym - prawdopodobieństwo występowania deszczy nawalnych, projektując system odwodnieniowy należy zapewnić możliwość odprowadzenia bądź zretencjonowania dopływających w nadmiernej ilości wód opadowych.

Analiza wyników ilości odprowadzanej wody z systemu odwodnienia za okres 11 lat, tj. od 2005 do końca 2015 roku wskazuje, że dopływy średniomiesięczne wynosiły

3,3 m<sup>3</sup>/min, przy minimum 1,89 m<sup>3</sup>/min (XI 2011) i maksimum 5,26 m<sup>3</sup>/min (VIII 2013). Prognoza zmian warunków hydrogeologicznych wykonana na modelu numerycznym wskazuje, że dopływ miesięczny średni wyniesie - w wariancie 1. - około 3,63 m<sup>3</sup>/min i zwiększy się o około 10% (Tab. 5). Wzrost ten związany będzie głównie z rozcięciem złoża oraz pogłębieniem wyrobiska Wapienno-Zachód. Minimalne wzrosty dopływów, a właściwie utrzymanie status quo, obserwowane będzie wraz z pogłębieniem i połączeniem wyrobisk Bielawy Zachód i Wapienno Wschód (Tab. 5).

W wariancie 2. prognozy, dopływy zwiększą się nieznacznie. Dalszy wzrost dopływu obserwowany będzie głównie w wyrobisku Wapienno-Zachód, co ma związek z zwiększeniem zasięgu drenażu wodoprzepuszczalnych utworów nadkładu złoża. Całkowity dopływ wód w warunkach ustalonych wyniesie ca. 3,82 m<sup>3</sup>/min. Do wyrobiska Wapienno-Zachód dopływać będzie ponad połowa wód w ilości ok. 2,15 m<sup>3</sup>/min.

### 7.3 DOPŁYW WÓD OPADOWYCH

W modelu numerycznym uwzględniono zasilanie atmosferyczne, przypisując blokom obliczeniowym zwiększony wskaźnik zasilania. Wyniki obliczeń wielkości dopływu odzwierciedlają średnie dopływy do systemu odwodnienia. Fluktuacje wielkości dopływu związane są z występującymi okresowo wzmożonymi opadami atmosferycznymi. Określenie wielkości maksymalnych dobowych fluktuacji dopływu wody możliwe jest przez zastosowanie formuł analitycznych. Obliczenia przeprowadzono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 8 kwietnia 2013 r. w *sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu odkrywkowego zakładu górniczego* (Dz.U. 2013, Poz. 1008).

W obliczeniach uwzględniono maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie wystąpienia 10% (opad występujący raz na 10 lat), osiągający w dokumentowanej okolicy wartość 60 mm (Stachy red. 1987). Dopływ obliczono przy prognozowanej powierzchni całkowitej wyrobisk 338 ha, oszacowanej na podstawie dostarczonych przez ZG map wyrobisk górniczych. Ze względu na zmianę udziału powierzchni zajmowanych przez skarpy kosztem poziomów eksploatacyjnych, przyjęto współczynnik spływu powierzchniowego  $\Psi$  o wartości 0,35. Ze względu na to, że zlewnia wyrobiska jest zwarta i posiada duże nachylenia w obliczeniach przyjęto wskaźnik współczynnika opóźnienia odpływu równy 1.

Obliczenia przeprowadzono według przedstawionego poniżej toku:

$$Q_o = \frac{F \cdot q \cdot \Psi}{t}$$

gdzie:

$Q_o$  - część dopływu pochodząca z opadów [m<sup>3</sup>/d];

$F$  - powierzchnia zlewni [ $\text{m}^2$ ];

przyjęto wartość: 3 630 000  $\text{m}^2$  – dla zlewni w granicach PZZ

5 380 000  $\text{m}^2$  – dla zlewni w granicach udokumentowanego

złoża

$q$  - maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie wystąpienia  $p = 10\%$  [ $\text{m}$ ]; dla

dokumentowanego obszaru przyjęto  $q$  w wysokości 60 mm, tj. 0,06 m;

$\Psi$  - współczynnik spływu powierzchniowego [-]; przyjęto wartość 0,35;

Wielkość dopływu powierzchniowego, w miarę rozcinania kolejnych partii złoża ulegać będzie zwiększeniu. Dla obszaru rozcięcia złoża w obrębie aktualnie obowiązującego PZZ dopływ pochodzący z opadu atmosferycznego o prawdopodobieństwie wystąpienia  $C=10$  wynosić będzie:

$$Q_o = \frac{3630000 \cdot 0,06 \cdot 0,35}{24} = 3176,25 \text{ m}^3/\text{h} = 52,9 \text{ m}^3/\text{min}$$

Dla obszaru rozcięcia złoża w granicach występowania udokumentowanego złoża dopływ pochodzący z opadu atmosferycznego o prawdopodobieństwie wystąpienia  $C=10$  wynosić będzie natomiast:

$$Q_D = \frac{5380000 \cdot 0,06 \cdot 0,35}{24} = 4707,5 \text{ m}^3/\text{h} = 78,5 \text{ m}^3/\text{min}$$

Z uwagi na zmienne natężenie opadów projektując system odwodnieniowy należy zapewnić możliwość zretencjonowania i odprowadzenia dopływających wód, zgodnie z obowiązującymi przepisami dotyczącymi prowadzenia ruchu Zakładu Górniczego. Stosowne obliczenia przeprowadzone zostaną na etapie tworzenia odwodnienia Planu Ruchu ZG.

#### 7.4 SPOSÓB ODWODNIENIA

Projektowane rozszerzenie eksploatacji wiążące się z pogłębieniem i powiększeniem powierzchni wyrobisk co wymusi sukcesywną przebudowę systemów odwadniania. Odwodnienie wyrobisk odbywać się będzie dwustopniowo. W miarę udostępniania kolejnych poziomów eksploatacyjnych wykonywane będą pompownie pomocnicze na spągu udostępnianego piętra. Ich zadaniem będzie przepompowywanie wody do pompowni głównych, tzn. "Jeziora Jordan" lub pompowni głównej w wyrobisku (obecnie Bielawy Zachód, skąd trafi ona na powierzchnię).

W związku z planowanym połączeniem wyrobisk Wapienno Wschód oraz Bielawy Zachód konieczne stanie się odwodnienie spągu połączonych wyrobisk na rzędnej –20 m p.p.m. Ze względu na znaczne rozmiary wyrobisk zasadne wydaje się utrzymanie rozproszonego systemu odwodnienia. W centralnie położonym wyrobisku, o największej kubaturze, powstałym w wyniku połączenia wyrobisk Wapienno Wschód i Bielawy

Zachód, zlokalizowane powinny zostać dwa rząpia na rzędnej  $-20$  m p.p.m. Z rząpia zachodniego wody kierowane będą do pompowni centralnej "Jezioro Jordan", skąd trafią poza obręb wyrobiska. Do pompowni centralnej kierowane będą także, jak dotychczas, wody pochodzące z wyrobiska Wapienno Zachód. Aktualnie wody z zachodniej części wyrobiska dopływają do pompowni centralnej grawitacyjnie. Obniżenie eksploatacji do docelowej rzędnej  $-20$  m p.p.m. wymusi konieczność wykonania rząpia wraz z pompownią i zmianę przepływu wody z grawitacyjnego na wymuszony.

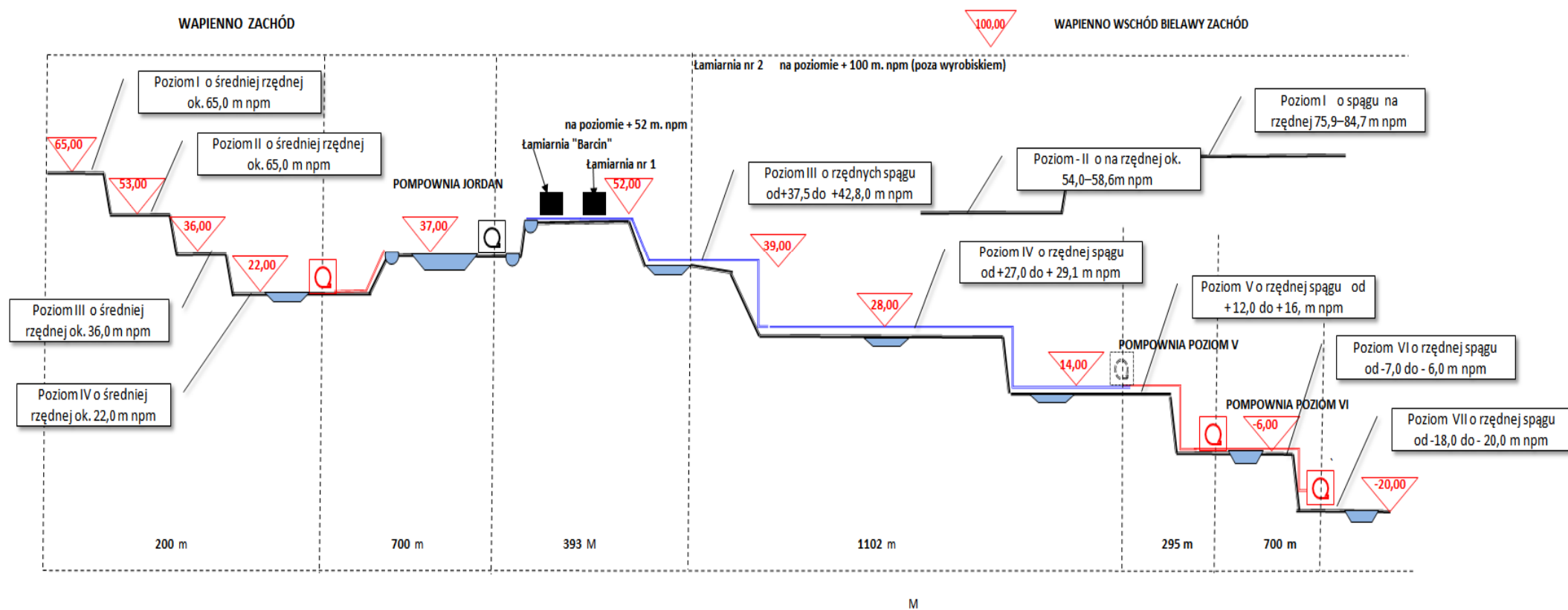
Wody spągowe z części wschodniej wyrobiska centralnego kierowane będą do przepompowni na rzędnej  $+40$  m n.p.m. (aktualnie rzapie główne Bielawy). Do pompowni tej kierowane będą także, jak dotychczas, wody z wyrobiska Bielawy Wschód, skąd po zmieszaniu trafią poza obręb wyrobiska. Ideowy schemat systemu odwodnienia przedstawiono na rysunku nr 21.

W sąsiedztwie pompowni Jordan nie przewiduje się wykonywania prac górniczych, dlatego nie jest konieczne wyznaczanie filara ochronnego. Niemniej jednak przy wykonywaniu prac z zastosowaniem technik strzelniczych należy wyznaczyć ładunki bezpieczne, minimalizujące wielkość drgań parasejsmicznych zagrażających pompowni, czy rzapiu.

Pompownia główna w wyrobisku Bielawy położona jest w strefie zlokalizowanej poza planowanymi pracami górniczymi, dlatego nie jest konieczne wyznaczanie filara ochronnego.

Niemniej jednak przy wykonywaniu prac z zastosowaniem technik strzelniczych należy wyznaczyć ładunki bezpieczne, minimalizujące powstawanie drgań parasejsmicznych zagrażających rzapiu, bądź pompowni.

**SCHEMAT SYSTEMU ODWODNIENIA  
ODKRYWKA WAPIENNO ZACHÓD I WSCHÓD ORAZ BIELAWY ZACHÓD**



**Rysunek 21. Schemat systemu odwodnienia O/Wapienno Zachód, Wapienno Wschód oraz Bielawy Zachód**

## 7.5 WŁAŚCIWOŚCI FIZYKO-CHEMICZNE WÓD

Dopływająca do systemu odwadniania Kopalni woda monitorowana jest pod względem jakościowym w punktach umiejscowionych bezpośrednio na zrzucie wód dołowych do rowów odwadniających: A i B. Woda trafiająca do rowu B pochodzi z Wyrobisk Wapienno Zachód i Wapienno Wschód. Przepompownia główna zwyczajowo nazywana "Jeziołem Jordan", odprowadzająca wody zbiorcze na powierzchnię, umiejscowiona jest w wyrobisku Wapienno Zachód. Odwadnianie i zrzut wód odbywają się na podstawie pozwolenia wodnoprawnego scharakteryzowanego w rozdziale 2.3. "System odwodnienia Zakładu". Kolejny punkt monitoruje stan chemiczny wód pochodzących z odwodnienia Wyrobisk Bielawy Zachód i Bielawy Wschód. Wypompowana poza obręb wyrobiska woda trafia na mocy bilateralnego porozumienia pomiędzy Lafarge Cement S.A. a Trzuskawica S.A., Zakład Kujawy w Bielawach do Zakładu wapienniczego Zakład Kujawy w Bielawach będącego w własnością firmy Trzuskawica S.A., jako woda technologiczna. Nadmiar wody niewykorzystany do celów produkcyjnych kierowany jest poprzez instalację będącą własnością Trzuskawica S.A. do rowu A. Szczegóły umowy, jak również informacje dotyczące formalnej strony zrzutu, zawarte w pozwoleniu wodnoprawnym, scharakteryzowanego w rozdziale 2.3. "System odwodnienia Zakładu". Lokalizację punktów zrzutu, jak również elementy systemu odwadniania przedstawiono na Mapie dokumentacyjnej, stanowiącej załącznik graficzny nr 2 niniejszego opracowania.

Wyniki analiz dostarczonych przez służby kopalniane zestawiono w Tabelach nr 6 i 7.

W celu pełniejszego rozpoznania chemizmu wód kopalnianych w sierpniu 2014 roku wykonane zostały na potrzeby Ekspertyzy dotyczącej oszacowania dopływu wody do wyrobiska Wapienno-Zachód w związku ze zmianą rządnej eksploatacji złoża (Polak i in. 2014) dodatkowe badania parametrów fizyko - chemicznych, pozwalające m.in. na określenie typu hydrochemicznego. Pobrane próbki pochodziły z pojedynczych wycieków, rowów zbiorczych, jak i rzępa głównego. Punkty poboru scharakteryzowano w Tabeli 8, zaś zestawienie wybranych parametrów fizyko-chemicznych przedstawiono w Tabeli 9. Wyniki analiz fizyko-chemicznych wody na wlocie do rowu A zebrano w załączniku tabelarycznym nr 3.

**Tabela 6. Wyniki analiz wskaźnikowych próbek pobranych w punkcie pomiarowym na wlocie do rowu B**  
(Źródło: ZG Kujawy)

Parametr	Jednostka	Norma*	Data poboru					
			10.12.15	15.10.15	11.08.15	09.06.15	15.04.15	12.02.15
pH	-	6,5-9,0	7,5	7,9	7,6	7,3	8,0	7,7
Zawiesina ogólna	mg/dm <sup>3</sup>	35	<5,0	9,0	<5,0	11,0	7,6	8,8
Zawiesina łatwo opadająca	ml/dm <sup>3</sup>	0,5	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
BZT <sub>5</sub>	mg/dm <sup>3</sup>	25	<0,7	5,0	<0,7	2,0	<0,7	<0,7
ChZT <sub>Cr</sub>	mg/dm <sup>3</sup>	125	<3,0	17,7	<3,0	6,59	<3,0	<3,0
Cl	mg/dm <sup>3</sup>	1000	32,5	41,5	37,3	35,6	36,5	36,6
SO <sub>4</sub>	mg/dm <sup>3</sup>	500	190	181	187,0	172	204	208
Fe og.	mg/dm <sup>3</sup>	10	0,027	0,06	0,030	0,165	0,064	0,135
Cu	mg/dm <sup>3</sup>	0,5	0,001	0,0025	0,022	0,0017	0,025	<0,001
Subst. ekstr. się eterem naftowym	mg/dm <sup>3</sup>	50	<0,50	<0,50	3,55	<0,50	<0,50	0,6
Węglowodory ropopochodne	mg/dm <sup>3</sup>	15	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,35

\* - zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. 2014 poz. 1800)

**Tabela 7. Wyniki analiz wskaźnikowych próbek pobranych w punkcie pomiarowym na wlocie do rowu A**  
(w zakresie kompetencji Trzuskawica S.A.)

Parametr	Jednostka	Norma*	Data poboru	
			15.05.14	12.05.15
pH	-	6,5-9,0	7,9	8,0
Zawiesina ogólna	mg/dm <sup>3</sup>	35	7,0	5,0
Zawiesina łatwo opadająca	ml/dm <sup>3</sup>	0,5	<0,1	<0,1
BZT <sub>5</sub>	mg/dm <sup>3</sup>	25	3,27	1,80
ChZT <sub>Cr</sub>	mg/dm <sup>3</sup>	125	18,0	20,0
Cl	mg/dm <sup>3</sup>	1000	29,5	72,0
SO <sub>4</sub>	mg/dm <sup>3</sup>	500	290	103
Fe og.	mg/dm <sup>3</sup>	10	0,283	0,104
Cu	mg/dm <sup>3</sup>	0,5	<0,05	0,063
Cd	mg/dm <sup>3</sup>		<0,01	<0,01
Hg	mg/dm <sup>3</sup>		<0,001	<0,001
Pb	mg/dm <sup>3</sup>		<0,3	<0,3
Subst. ekstr. się eterem naftowym	mg/dm <sup>3</sup>	50	28,0	<10
Węglowodory ropopochodne	mg/dm <sup>3</sup>	15	0,211	<0,05

\* - zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. 2014 poz. 1800)



**Tabela 8. Zestawienie punktów poboru prób wód z wyrobiska Wapienno Zachód**

Symbol punktu	Rodzaj punktu	Charakterystyka
W-1	Wyciek SW	Poziom I - nadkład
W-2	Wyciek	Poziom I - skrywki
W-3	Wyciek	Poziom I
W-4	Rów	Poziom III
W-5	Rów	Poziom III
W-6	Rów	Poziom III
W-7	Rów	Poziom III
W-8	Rów	Poziom III
W-9	Rów	Poziom III
W-10	Rów	Poziom III
W-11	Rów	Poziom III
W-12	Pompownia Jordan	Poziom III

**Tabela 9. Wybrane parametry fizyko-chemiczne wód z rejonu Wapienno Zachód**

Symbol punktu	$\gamma$	pH	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>
	[ $\mu$ S/cm]	[-]	[mg/dm <sup>3</sup> ]							
W-1	843	7,39	144,5	26,52	10,28	2,61	357	120,0	35,7	14,2
W-2	728	7,52	119,2	26,11	10,37	2,65	305	110,5	32,4	2,7
W-3	727	7,70	120,8	25,75	9,04	2,15	296	122,1	29,8	<0,5
W-4	715	7,45	124,9	25,10	9,44	2,78	325	112,0	29,8	<0,5
W-5	692	7,42	106,9	26,15	10,43	2,54	257	115,8	32,9	5,3
W-6	754	7,38	120	26,46	11,82	3,09	269	138,5	33,9	1,8
W-7	982	7,31	165,5	32,04	16,62	3,62	312	221,6	52,7	1,0
W-8	918	7,51	151,5	31,15	15,35	3,52	305	198,9	47,8	2,0
W-9	699	7,76	107,7	25,57	9,87	2,48	267	115,9	30,8	3,0
W-10	765	7,74	129,8	25,97	10,76	2,93	276	156,6	30,0	<0,5
W-11	820	7,38	138,7	28,95	12,92	3,26	309	161,7	30,0	<0,5
W-12	829	7,59	142,5	30,11	14,92	3,7	319	175,8	41,1	1,2

Dopływające do wyrobiska i odprowadzane poza jego obręb wody należą do niskozmineralizowanych, o przewodności elektrolitycznej z przedziału 692 - 982  $\mu$ S/cm. Dzięki węglanowemu środowisku wody cechują się słabo alkalicznym odczynem, zmieniającym się w wąskim zakresie oznaczeń od 7,30 do 8,00 (Tab. 6, 7, 9). W zakresie kationów dominują jony wapnia (zakres 106,9 - 165,5 mg/dm<sup>3</sup>) i magnezu (zakres 25,10 - 31,15 mg/dm<sup>3</sup>), zaś po stronie anionów wodorowęglany (zakres 257 - 357 mg/dm<sup>3</sup>) i siarczany (zakres 110,5 - 290 mg/dm<sup>3</sup>). Stężenie jonów chlorkowych zmienia się w zakresie 29,5 - 72,0 mg/dm<sup>3</sup>. Obecność azotanów notowana jest nieregularnie. Dominują stężenia do 3 mg/dm<sup>3</sup>, w tym poniżej granicy oznaczalności. Sporadycznie

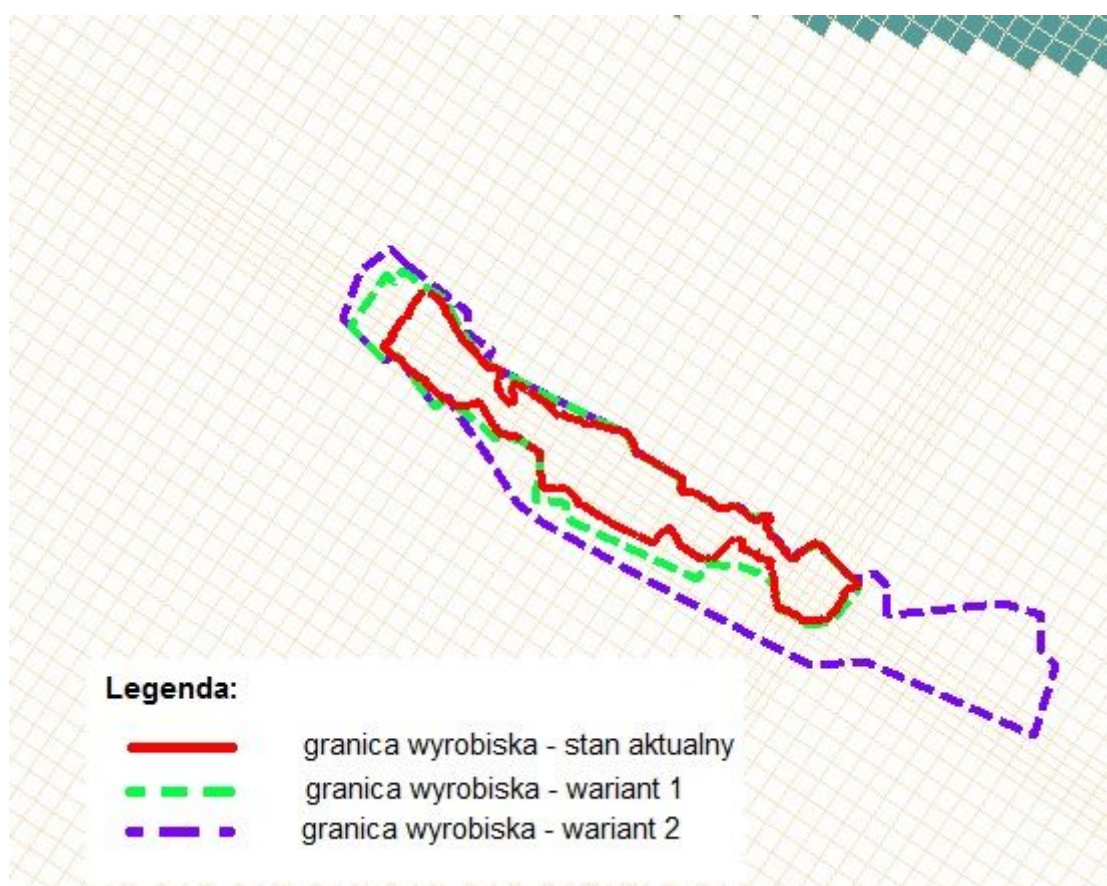
obserwowane wyższe koncentracje osiągnęły w populacji badanych próbek maksymalną wartość 14,2 mg/dm<sup>3</sup>. Przy dominacji jonów pochodzących z rozpuszczania wapieni i margli jurajskich woda charakteryzuje się zgodnie z klasyfikacją Szczukariewa – Priłłońskiego typem wodorowęglanowo – siarczanowo – wapniowo – magnezowym (HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Ca-Mg).

Oznaczone parametry porównano do wartości normatywnych zawartych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. *w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego* (Dz.U. 2014 poz. 1800). W zakresie przeprowadzonych badań nie wykryto parametrów przekraczających normy. Zrzucone poza obręb wyrobiska wody spełniają więc warunki jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi.

Obok wód kopalnianych pochodzących z drenażu wyrobisk, Lafarge Cement S.A. Oddział w Bielawach pobiera wodę na potrzeby socjalno - bytowe dwoma studniami głębinowymi zafiltrowanymi w obrębie utworów jurajskich. Szczegółową charakterystykę ujęcia przedstawiono w rozdziale "Charakterystyka ujęć wód podziemnych w otoczeniu złoża". Zgodnie z pozwoleniem wodnoprawnym wody poddawane są cyklicznej kontroli, spełniając stawiane Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 r. *w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi* (Dz. U. 2015, poz. 1989) wymogi w zakresie kontrolowanych parametrów.

## 8 RZĘDNA OBNIŻONEGO ZWIERCIADŁA WÓD PODZIEMNYCH, WIELKOŚCI DEPRESJI REGIONALNEJ, CZAS TRWANIA ODWODNIENIA, JEGO WYDAJNOŚĆ I ZMIENNOŚĆ

Planowany rozwój eksploatacji, związany z pogłębieniem i poszerzeniem wyrobisk, a także połączeniem odkrywki Wapienno Wschód z Bielawy Zachód na rzędnej -20 m p.p.m. spowoduje obniżenie bazy drenażu o kolejne 14 m, ponieważ już w chwili obecnej prowadzone są prace na rzędnej -6 m p.p.m. w wyrobisku Wapienno Wschód. Zmiany lateralne związane z poszerzaniem wyrobisk nie będą istotne, za wyjątkiem planowanego połączenia wyrobisk Wapienno Wschód i Bielawy Zachód. Zmiany zasięgu wyrobisk w stosunku do aktualnej sytuacji zaprezentowano na rys. 22. Eksploatacja prowadzona będzie w założeniu na zbliżonym do aktualnego poziomie do czasu wyczerpania zasobów objętych koncesją, tj. do roku 2054.



Rysunek 22. Schemat planowanej zmiany granic eksploatacji – warianty modelowania

W związku z eksploatacją złoża w granicach objętych koncesją, przewidywany dopływ całkowity zwiększy się średnio do  $3,63 \text{ m}^3/\text{min}$  i powiększy względem średniego (za ostatnie 11 lat) o około 10%. W wariantcie 2. prognozy, tj. dla eksploatacji złoża w granicach jego udokumentowania, przewiduje się wzrost dopływu o 20,5% w stosunku do aktualnie obserwowanych, tj. do poziomu  $3,82 \text{ m}^3/\text{min}$ .

Należy jednak pamiętać, iż dopływ całkowity będzie wahał się w zależności od sytuacji hydrometeorologicznej. Zwiększone opady w zlewni wyrobiska, czy też zmiany wielkości infiltracji w strefie leja depresji, będą generować okresowy wzrost całkowitego dopływu podziemnego. Oszacowany, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 8 kwietnia 2013 r. w *sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu odkrywkowego zakładu górniczego* (Dz.U. 2013, Poz. 1008), dopływ wód opadowych, przy założonych kryteriach i rozcięciu złoża do granic z aktualnego PZZ, osiągnie 52,9 m<sup>3</sup>/min, a w granicach udokumentowanego złoża 78,5 m<sup>3</sup>/min. W tym zakresie należy spodziewać się znaczącego wzrostu zagrożenia dla Zakładu Górniczego Kujawy. Projektując w przyszłości przebudowę systemu odwodnienia do warunków docelowych należy zapewnić odpowiednie zdolności retencyjne i odpowiednią wydajność systemu, uwzględniające zagrożenie pochodzące ze strony wód opadowych.

Bezpośrednim efektem obniżenia zwierciadła wód podziemnych w eksploatowanych wyrobiskach jest połączony lej depresji, wyśrodkowany wokół najniższej rzędnej drenażu. W chwili obecnej osiągnięto maksymalną głębokość eksploatacji -6 m p.p.m. w wyrobisku Wapienno Wschód. Zgodnie z przytoczonymi powyżej planami ulegnie ona dalszemu zwiększeniu do -20 m p.p.m. w połączonych wyrobiskach Wapienno Wschód i Bielawy Zachód. Centrum drenażu pozostanie więc praktycznie w tej samej lokalizacji, ingerując w bezpośrednim otoczeniu na ukształtowanie zwierciadła wody. Stosunkowo niskie wartości parametrów hydrogeologicznych skał jurajskich i czwartorzędowych, izolacja poziomów wodonośnych oraz występowanie strefy nieciągłości utworów wodonośnych w nadkładzie, sprzyjać będą niewielkiemu rozprzestrzenieniu zasięgu leja depresji. Jednocześnie duża głębokość wyrobisk spowoduje, iż przyjmie on podobnie jak dotychczas dość strome nachylenie. Z dotychczas prowadzonych obserwacji, jak również badań modelowych, wyłania się obraz leja depresji rozwiniętego jak wspomniano w bliskim sąsiedztwie centrów drenażu, głównie wzdłuż osi wyrobisk. W kierunku prostopadłym strefa zdepresjonowana sięga 1/3 lub 1/2 rozciągłości podłużnej. Obserwacje zwierciadła wody prowadzone przez służby kopalniane w sieci piezometrów wskazują ponadto, iż lej depresji przesuwają się wraz z postępem rozcięcia złoża i prowadzonych prac przygotowawczych w postaci zdejmowania nadkładu. Szybkie wygaszanie leja depresji w warunkach ograniczonych zdolności filtracyjnych potwierdza utrzymujący się poziom zwierciadła wody w nieczynnym wyrobisku Piechcin, odległym około 300-350 m od krawędzi wyrobiska Bielawy Wschód. Zwierciadło wody pozostaje na rzędnej +94 m n.p.m., prawie 90 m powyżej spągu najniższego poziomu wyrobiska.

Wyniki prowadzonego monitoringu poziomu zwierciadła wód podziemnych wykazują sezonowe oscylacje poziomu zwierciadła na przestrzeni wielolecia. Takowe zmiany, niejednokrotnie liczone nawet w metrach, są typowe dla zbiornika szczelinowo-

krasowo-porowego, związanego z podlegającymi eksploatacji węglanami. Nie zaobserwowano tendencji dalszego obniżania się zwierciadła.

Zgodnie z przeprowadzonymi badaniami prognostycznymi opartymi na modelu numerycznym, przewiduje się, że lej depresji ulegnie dalszej rozbudowie wraz z postępowaniem rozciągania złoża. Korzystne warunki hydrogeologiczne, sprzyjające eksploatacji sprawiają, iż tak jak dotychczas nie należy się spodziewać jednak zmian znaczących. Przyrost powierzchni objętej obniżeniem naturalnie ukształtowanego zwierciadła wody, a zarazem i wspomniane wcześniej dopływy ulegną tylko niewielkiemu zwiększeniu. Uzyskany w wyniku badań prognostycznych lej dla docelowych rzędnych eksploatacji oraz docelowej powierzchni rozciągania złoża, tj. w granicach objętych koncesją, sięgnie około:

- 500 m na zachód od granic eksploatacji wyrobiska Wapienno Zachód,
- 100–300 m na południe od granic eksploatacji wyrobiska centralnego,
- 200 m na wschód od granic eksploatacji wyrobiska Bielawy Wschód,
- 150 m na północ od granic eksploatacji (obecnych) wyrobiska centralnego.

Przebieg prognozowanego zasięgu leja depresji dla granic eksploatacji objętych koncesją przedstawiono na Załączniku graf. nr 6.

W związku z możliwą eksploatacją złoża w granicach jego udokumentowania przewiduje się proporcjonalne przesuwanie leja depresji na kierunku południowym, wschodnim oraz północnym. Natomiast w kierunku zachodnim granice leja depresji w utworach czwartorzędowych odsuną się na odległość ok. 700 m od granic wyrobiska. Ma to związek z występowaniem zawodnionych utworów czwartorzędowych oraz zapadaniem ich spągu w kierunku południowo-zachodnim i zachodnim od granic wyrobiska Wapienno Zachód.

Przebieg prognozowanego zasięgu leja depresji dla eksploatacji w granicach udokumentowanego złoża przedstawiono na Załączniku graf.nr 8.

## 9 OCENA WPŁYWU PRZEWIDYWANYCH ZMIAN WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH NA ŚRODOWISKO WRAZ Z PROGNOZĄ MOŻLIWYCH SZKÓD

Zmiana parametrów drenażu w ZG Kujawy, związana z pogłębieniem, poszerzeniem i połączeniem wyrobisk spowoduje niewielkie przeobrażenia w obserwowanym systemie krążenia wody. Obniżenia rzędnych drenażu będą skutkowały bardzo ograniczonym poszerzeniem zlewni podziemnej, wynikającym ze specyfiki budowy geologicznej i położeniem wyrobisk na lokalnym wododziale zarówno powierzchniowym, jak i podziemnym. Wody odbierane przez dostosowane do nowych warunków systemu odwadniania odprowadzane będą jak dotychczas do Noteci. Prognozowane zmiany doprowadzą do:

1. ograniczonej propagacji strefy obniżonego zwierciadła wody (leja depresji) w obrębie utworów jurajskich (szerszy opis zawarto w poprzedzającym rozdziale 8);
2. obniżenia zwierciadła wody w studniach wierconych, wykonanych w utworach jurajskich, położonych w obrębie leja depresji powstałego na skutek odwodnienia wyrobisk górniczych;
3. ograniczonego pośredniego drenażu utworów czwartorzędowych w strefach nacięcia przez wyrobiska na przedpolu odkrywki Wapienno Zachód i na południe od połączonego wyrobiska Wapienno Wschód - Bielawy Zachód;
4. nieznacznego uszczuplenia zasobów wód podziemnych. Niewielki dopływ wód wynikający z omówionej specyfiki warunków hydrogeologicznych, powiększony o wykazany modelowaniem przyrost, o nieznaczonej dynamice, uszczupli w praktycznie w nieistotny sposób zasoby JCWPd nr 43, jak również GZWP nr 142 Inowrocław-Dąbrowa. Szerszy opis zagadnienia zawarto w rozdziale nr 10 "Przewidywana wydajność odwadniania w odniesieniu do zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych";
5. niewielkiego wzrostu przepływów Noteci związanych z powiększonym zrzutem wód kopalnianych; szerzej kwestie wpływu ilościowego i jakościowego zrzutu na stan Noteci omówiono w rozdziale 10.3 "Prognozowany wpływ zrzutu wód kopalnianych na wody powierzchniowe";
6. obniżenia poziomu zwierciadła wody o około 38 m w studni St.3A w Piechcinie, w wariantcie eksploatacji do granic złoża (wariant 2); w przypadku eksploatacji w granicach obowiązującego PZZ przewiduje się obniżenie zwierciadła wody o około 7,5 m.

## 9.1 WPŁYW NA OBSZARY PRAWNIE CHRONIONE

W bezpośrednim sąsiedztwie wyrobisk nie wyznaczono obszarów prawnie chronionych. Najbliżej położonym jest Ostoja Barcińsko - Gąsawska, należąca do sieci Natura 2000 o kodzie PLH040028. Obejmuje ona górny bieg rzeki Gąsawki wraz z jej odcinkiem źródłiskowym oraz ciąg głęboko wciętych jezior łączących się z doliną Noteci. Obszar objęty ochroną wytyczono na zachód od granic złoża, w minimalnej odległości od aktualnej zachodniej krawędzi wyrobiska Wapienno Zachód o około 2,5 km. Projektowana inwestycja polegająca na pogłębieniu i poszerzeniu eksploatacji w zakresie oddziaływania na środowisko wodne nie wpłynie negatywnie na obszary podlegające ochronie. Prognozowany zasięg leja depresji nie sięgnie granic obszaru chronionego, gwarantując nienaruszalność stosunków wodnych siedliska.

Drugim z obszarów chronionych położonych w szeroko rozumianym otoczeniu złoża jest Rezerwat Mierucinek. Minimalna odległość około 5 km granic rezerwatu od południowej krawędzi wyrobiska Bielawy Wschód wyklucza jednak możliwość ingerencji przedsięwzięcia w stosunki wodne rezerwatu.

## 9.2 PROGNOZA KSZTAŁTOWANIA SIĘ WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-CHEMICZNYCH WÓD DOPŁYWAJĄCYCH DO WYROBISKA

Eksploatacja kopalin systemem odkrywkowym wiąże się z przekształceniem powierzchni terenu zazwyczaj do wgłębnej formy wyrobiska, zbierającego wody opadowe pochodzące ze spływu powierzchniowego, ewentualnie zawieszone, a w momencie zejścia poniżej zwierciadła wód podziemnych także i pochodzące z dopływu w obrębie wytworzonego leja depresji. Kompozycja składu chemicznego wód zrzutowych pozostaje wynikową zmywania, wypłukiwania i rozpuszczania składników napotkanych przez wody opadowe w trakcie spływu do rzepia wyrobiska, a także wód podziemnych dopływających z rozciętych poziomów wodonośnych.

Wraz ze wzrostem depresji, a w dużo mniejszym stopniu i powierzchni rozcięcia złoża, udział dopływu pochodzącego z drenażu podziemnego zwiększa się kosztem pozostałych składowych. Przy wzroście dopływów wód podziemnych, zmniejsza się uśredniony udział wód opadowych do nieistotnych wielkości. Przy dominacji dopływu podziemnego, odpompowywane wody będą składem chemicznym i parametrami fizycznymi odpowiadały więc wodom z poziomu jurajskiego, rozpoznany i opisany w Rozdziale nr 7. Będą to wody o generalnie dobrej jakości, spełniające wymagania stawiane Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w *sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego* (Dz.U. 2014 poz. 1800).

W warunkach odkrywkowej eksploatacji górniczej często pojawiającym się wskaźnikiem pogarszającym jakość wody odprowadzanej z systemu odwodniania jest

zawiesina. Jej wzrost zawartości w wodzie kopalnianej występuje zazwyczaj po opadach atmosferycznych, kiedy intensywny spływ powierzchniowy wód unosi drobiny skalne, które prowadzą do optycznego zmętnienia wody. Zawiesiny strącane są w osadnikach lub klarownikach. W związku ze zwiększaniem się powierzchni odsłonięcia złóż i powiększeniem spływu wody po skarpach wyrobiska należy spodziewać się okresowego zwiększenia zawartości zawiesin w wodach pompowanych z kopalni ZG Kujawy, szczególnie w okresie wiosennym, w trakcie trwania roztopów oraz w okresie letnim, a także wraz z intensywnymi opadami atmosferycznymi o nawalnym charakterze. Jednakże wdrożony w Zakładzie system oczyszczania mechanicznego wody, w postaci osadników, zagwarantuje przejęcie większości materiału, znacząco oczyszczając odprowadzaną wodę.

### 9.3 PROGNOZOWANY WPŁYW ZRZUTU WÓD KOPALNIANYCH NA WODY POWIERZCHNIOWE

#### 9.3.1 ZMIANY ILOŚCIOWE

Zmiana zasięgu prowadzonych robót górniczych do docelowych warunków, przewidzianych aktualnie obowiązującą koncesją, przyczyni się do opisanego w poprzednich rozdziałach prognozowanego niewielkiego przyrostu dopływu wód podziemnych. Wraz z postępowaniem prac konieczna będzie sukcesywna przebudowa systemu odwadniania aktualizująca możliwości układu do zmieniających się potrzeb. Niezbędna stanie się budowa nowych rzepi pomocniczych i systemu doprowadzania i odprowadzania z nich wody. Zgodnie z pierwotnymi założeniami nie ulegną znaczącej przebudowie bazowe elementy systemu odwadniania w wyrobisku, a więc rzepia główne, jak również odcinki doprowadzające wody do odbiornika - Noteci. Wraz z rozwojem prac w kierunku zachodnim nie wyklucza się jednak budowy kolejnej nitki systemu odprowadzania wody. Analizy koncepcyjne, do których Zakład przystąpi w przyszłości wraz z podjęciem decyzji o rozwoju eksploatacji do granic udokumentowanego złoża, zostaną poparte stosownymi opracowaniami i decyzjami, zawierającymi m.in. projekt odwadniania.

Prognozowany przyrost średniego dopływu wód do objętości około 3,63 m<sup>3</sup>/min zmieni dotychczas notowane średnie wielkości zrzutu poza obręb wyrobiska o około 10%. Zakładając brak znaczących zmian technologicznych w Zakładzie wapienniczym i Cementowni, utrzymany zostanie pobór dla celów technologicznych na poziomie około 0,22 mln m<sup>3</sup>. Tym samym do Noteci będzie kierowane bezpośrednio około 3,21 m<sup>3</sup>/min (0,054 m<sup>3</sup>/s). Prognozowana wielkość zrzutu jest o dwa lub nawet trzy rzędy wielkości mniejsza od średnich przepływów odbiornika. Wartości obliczone dla wodowskazu Pakość na podstawie danych z wielolecia 1951 - 2010 wynoszą: SNQ – 5,79 m<sup>3</sup>/s, SSQ – 13,00 m<sup>3</sup>/s, SWQ – 35,00 m<sup>3</sup>/s (IMGW PIB, 2013). Prognozowany zrzut powiększy wymienione średnie wielkości przepływów odpowiednio o około: 0,93%, 0,42%, 0,15%.



Jednoprocentowe i mniejsze wzrosty przepływu pozostaną w praktyce niezauważalne, nie wywierając negatywnego wpływu na odbiornik.

Ewentualne rozszerzenie eksploatacji górniczej, tj. w granicach udokumentowanego złoża, spowoduje wzrost wielkości zrzutu wody do Noteci 3,4 m<sup>3</sup>/min, co nie przyczyni się do istotnego wzrostu negatywnego oddziaływania wód kopalnianych na odbiornik.

### 9.3.2 JAKOŚĆ WÓD ODBIORNIKA

Klasyfikacja stanu wód płynących i zbiorników zaporowych w latach 2010 - 2014 nie objęła JCWP "Nateć od Małej Noteci do Jeziora Wolickiego". W populacji objętej badaniami znalazł się jednak kolejny odcinek biegu Noteci, w ramach JCWP nr PLRW600024188351 "Nateć od Jeziora Wolickiego do oddzielenia się Kanału Noteckiego w Antonowie". Badania prowadzono w punkcie pomiarowym w Lubostroniu, położonym około 6 km w linii prostej na NW od Barcina. Zgodnie z przeprowadzoną oceną fizykochemiczną potencjał ekologiczny kształtował się poniżej dobrego. Na ocenie zaważyły: przewodność elektrolityczna właściwa przekraczająca nieznacznie 1500 µS/cm (1515), twardość ogólna w wysokości 508 mgCaCO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup> oraz stężenie fosforanów na poziomie 0,34 mg/dm<sup>3</sup>. Stężenia nieorganicznych form azotu kształtowały się na niskim poziomie. Nie oznaczono zawartości siarczanów ani chlorków (Klasyfikacja stanu czystości jednolitych części wód płynących i zbiorników zaporowych w latach 2010 - 2014: ocena fizykochemiczna; [www.wios.bydgoszcz.pl](http://www.wios.bydgoszcz.pl)).

### 9.3.3 ZMIANY JAKOŚCIOWE

Kierowana do Noteci woda kopalniana charakteryzuje się dobrą jakością, spełniając normy zawarte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w *sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego* (Dz.U. 2014 poz. 1800). W zakresie wielu parametrów przewyższa jakość wód odbiornika. Przykładowo przewodność elektrolityczna właściwa, korelowana z mineralizacją wody, osiąga zgodnie z danymi przytoczonymi w rozdziale 7 "Właściwości fizyko-chemiczne wód" wartości około 1,5 razy wyższe w wodach Noteci. Świadczy to o zdecydowanie większej ilości jonów w wodach rzecznych. Wody kopalniane nie wpłyną negatywnie na jakość wód odbiornika, w zakresie wybranych parametrów polepszając nawet jego stan chemiczny.

## 10 PRZEWIDYWANA WYDAJNOŚĆ ODWADNIANIA W ODNIESIENIU DO ZASOBÓW DYSPOZYCYJNYCH WÓD PODZIEMNYCH

Zmiana warunków drenażu związana z pogłębieniem, poszerzeniem i połączeniem wyrobisk spowoduje zmianę ustalonej quasirównowagi w lokalnym systemie krążenia wód. W efekcie planowanych robót pogłębieniu i poszerzeniu ulegnie lej depresji. Prognozowana niewielka zmiana wielkości dopływów wód, będąca efektem specyfiki warunków hydrogeologicznych, wpłynie w praktycznie w nieistotny sposób na obniżenie zasobów wód podziemnych jednostek i zbiorników wytyczonych w rejonie złoża. Wprowadzony niedawno nowy podział kraju na JCWPd skutkuje brakiem części aktualnych danych. W przypadku JCWPd nr 43, obejmującej swym zasięgiem analizowany obszar, nastąpiła opisana w rozdziale "JCWPd" zmiana granic i powierzchni jednostki do 3659,3 km<sup>2</sup>. Drenaż fragmentu jednolitej części o powierzchni kilku km<sup>2</sup>, obejmie zaledwie promil obszaru jednostki, nie wpływając zauważalnie na dostępność zasobów. W przypadku GZWP nr 142 Inowrocław-Dąbrowa, zasięg prognozowanego leja depresji przebiegać będzie w praktyce stycznie do granic zbiornika, obejmując jedynie niewielki fragment na zachód od Wapienna. Planowane prace i związane z nimi oddziaływanie nie wpłyną w zauważalny sposób na zasoby GZWP. W wariancie pierwszym ingerencja w granice zbiornika, polegająca na zdjęciu czwartorzędowego nadkładu obejmie szacunkowo 6 ha, natomiast prognozowany zasięg leja depresji osiągnie około 82 ha. W przypadku wariantu drugiego, gdy eksploatacja prowadzona byłaby do granic złoża, wymusi to poprzedzające prace w nadkładzie złoża w obrębie około 16 ha, przesuwając nieznacznie lej depresji ku zachodowi. Spowoduje to zwiększenie powierzchni leja depresji w obrębie GZWP do około 97,5 ha. Odnosząc fragmenty zbiornika objęte lejem depresji do jego całkowitej powierzchni, oszacowanej na 251,8 km<sup>2</sup> (Bentkowski i in. 1998), otrzymamy wielkości odpowiednio: 0,32% i 0,38%. Relatywnie więc konsekwentne uszczuplenie zasobów, trudne do jednoznacznego wydzielenia, będzie również mało znaczące. Prognozowane obniżenie poziomu zwierciadła wody nie obejmie wyznaczonych, ale wciąż nie obowiązujących prawnie stref ochronnych zbiornika. Roboty górnicze nie będą więc prowadzone w strefie obniżonej odporności na zanieczyszczenie, minimalizując potencjalne zagrożenia.

## 11 ZALECENIA DOTYCZĄCE OGRANICZENIA ROZMIARÓW PRAC ODWODNIENIOWYCH LUB ZANIECHANIA EKSPLOATACJI ZŁOŻA PONIŻEJ POZIOMU ZWIERCIADŁA WÓD PODZIEMNYCH

Planowane pogłębienie i poszerzenie eksploatacji złoża „Barcin-Piechcin-Pakość” skutkować będzie nieznacznym powiększeniem się leja depresji, wraz z dalszym obniżeniem zwierciadła wód podziemnych, przede wszystkim w piętrze jurajskim. Największe depresje zwierciadła wody, rzędu 107 m wytworzone zostaną bezpośrednio przy wyrobiskach. Ze względu na specyfikę budowy geologicznej i znacznie utrudniony lateralny rozwój strefy obniżonego ciśnienia, lej depresji będzie bardzo stromo nachylony, odbudowując wielkości ciśnienia w odległościach zaledwie kilkuset metrów od granicy wyrobisk. Szczegółowy opis prognozowanego rozwoju strefy zdepresjonowanej przedstawiono w Rozdziale nr 8.

W związku z prognozowaną zmianą natężenia oddziaływania zaleca się kontynuowanie szczegółowego monitoringu hydrogeologicznego w obrębie piętra jurajskiego w istniejących otworach piezometrycznych sieci kopalnianego monitoringu wód, zarówno w obrębie pietra jurajskiego, jak i czwartorzędowego. Uzyskane wyniki obserwacji będą mogły posłużyć do weryfikacji modelu symulacyjnego.

## 12 ZALECENIA DOTYCZĄCE WYKONANIA DALSZYCH BADAŃ HYDROGEOLOGICZNYCH ZWIĄZANYCH Z ODWADNIANIEM ZŁOŻA ORAZ PROWADZENIA OBSERWACJI I POMIARÓW ZWIERCIADŁA WÓD PODZIEMNYCH

Monitoring środowiska przyrodniczego jest w dobie postępującej industrializacji i urbanizacji koniecznością. Pozwala obserwować trendy zmian zachodzących w środowisku poddawanemu zwiększającej się antropopresji, ostrzega w sytuacjach krytycznych, pozwala zapobiegać wielu niekorzystnym zjawiskom, bądź przygotować się w celu ograniczenia ich negatywnych skutków. Woda jako szczególnie istotny element środowiska, a w szczególności woda podziemna o wysokich parametrach jakościowych, w obliczu istniejącego i w przyszłości wedle prognoz powiększającego się niedoboru, stanowi składnik który należy szczególnie chronić zabezpieczając przed szkodliwymi oddziaływaniami.

Monitoring środowiska wód podziemnych polega na prowadzeniu okresowych lub ciągłych obserwacji, opróbowań i pomiarów realizowanych w ściśle określonych, wytypowanych punktach badawczych. Obserwacji podlegają zarówno parametry ilościowe, a więc opisane przepływami i stanami wód, jak i jakościowe. Najistotniejsze znaczenie w badaniach monitoringowych mają pomiary poziomu zwierciadła wód podziemnych oraz analizy składu chemicznego pobranych próbek wody.

Sieć obserwacyjna stanu środowiska wód podziemnych wokół Zakładu Górniczego Kujawy składa się z piętnastu punktów obserwacyjnych - piezometrów, dwóch studni ujęciowych St.1 i St.2, a także dwóch wytypowanych punktów na kolektorach zrzutowych do badań jakościowych. Zestawienie otworów wierconych użytkowanych w ramach sieci monitoringowej Zakładu przedstawiono w Tabeli nr 10. Lokalizację obiektów przedstawiono na Mapie dokumentacyjnej stanowiącej Załącznik graficzny nr 2.

Zgodnie z przedstawionymi w Tab. 10 danymi ZG Kujawy sukcesywnie modernizuje i rozwija sieć obserwacyjną wokół wyrobisk, dążąc do jak najlepszego rozpoznania i udokumentowania stanu środowiska wodnego. Ostatnie prace przeprowadzono w roku 2015, wierząc i włączając do struktury monitoringowej 11 nowych otworów obserwacyjnych. Sześć z nich o symbolach od J-1 do J-6 dołączyło do dwóch starszych (P5, P13) i dwóch studni zakładowych zafiltrowanych w piętrze jurajskim. Kolejnych pięć piezometrów o symbolach od Q-1 do Q-5 posadowiono w utworach czwartorzędowych. Zmodernizowana sieć otworów obserwacyjnych służy do pomiarów ilościowych. Pomiary położenia zwierciadła wody wykonywane są przez służby kopalnianie dwukrotnie lub jednokrotnie w ciągu roku. Monitoringowi ilościowemu podlega również zgodnie z udzielonym pozwoleniem wodnoprawnym zrzut wód poza obręb Kopalni kierowany do rowów A i B. Dodatkowo ewidencjonowane są pobory wody studniami ujęcia zakładowego (St. 1 i St. 2). Zakres szczególnego korzystania z wód,

w szczególności poborów wody i wielkości zrzutów przedstawiono w Rozdziale 2.3 "System odwodnienia złoża".

**Tabela 10. Zestawienie otworów wierconych funkcjonujących w sieci monitoringu Kopalni Kujawy**

Nazwa otworu	Rok wykonania	Rzędna terenu	Głębokość	Zafiltrowanie
J-1	2015	97,78	55	jura
J-2	2015	107,93	55	jura
J-3	2015	102,33	55	jura
J-4	2015	105,12	55	jura
J-5	2015	109,81	57	jura
J-6	2015	103,93	53	jura
P13	1990	100	57/50	jura
P14	1990	100	23/21,8	czwartorzęd
P5	1990	106,5	50/51,3	jura
P6	1990	106,5	33/32,9	czwartorzęd
Q-1	2015	97,96	23	czwartorzęd
Q-2	2015	107,78	33	czwartorzęd
Q-3	2015	102,34	25,5	czwartorzęd
Q-4	2015	105,18	27	czwartorzęd
Q-5	2015	109,97	31,4	czwartorzęd
St.1	1963	96	93	jura
St.2	1970	97	92,5/89	jura

Badania w kierunku określenia jakości wód podziemnych prowadzone są w studniach ujęcia kopalnianego. Zakres i częstotliwość odpowiadają zapisom Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi Dz.U. 2015, poz. 1989), zgodnie ze stosowną uwagą zamieszczoną w pozwoleniu wodnoprawnym (Załącz. 2). W tym samym dokumencie zobowiązano Zakład do kontroli jakości wód odprowadzanych do odbiornika zewnętrznego, który stanowi rzeka Noteć. Kontrole jakości zrzucanych do rowu B wód prowadzone są w zakresie parametrów fizyko-chemicznych: temperatura, odczyn pH, zawiesiny, BZT<sub>5</sub>, ChZT<sub>Cr</sub>, azot ogólny, fosfor ogólny, Cl, SO<sub>4</sub>, Na, Fe<sub>og</sub>, Cu, substancje

ekstrahujące się eterem naftowym, węglowodory ropopochodne z częstotliwością raz na dwa miesiące. Wody trafiające do rowu A, pozostające na mocy porozumienia w zarządzaniu przez zakład Trzuskawica S.A., podlegają rygorom kontrolnym zapisanym w odrębnym pozwoleniu wodnoprawnym (Załącznik 1). Zgodnie z wydaną przez Starostę Żnińskiego decyzją, kontrole jakości wody prowadzone są w przypadku wskaźników: zawiesiny, BZT<sub>5</sub>, ChZT, Cl, SO<sub>4</sub>, Na, węglowodory ropopochodne z częstotliwością raz na dwa miesiące, zaś w przypadku zawiesin i węglowodorów ropopochodnych mierzonych za piaskownikiem, raz na rok.

Dotychczas prowadzone działania mające na celu obserwację wpływu działalności Zakładu na środowisko wodne są prowadzone w sposób prawidłowy i wystarczający dla wariantu eksploatacji scharakteryzowanego w PZZ. Rozbudowana sieć obserwacji stanów zwierciadła wody, a także cyklicznie realizowane badania jakości wód dostarczają wiarygodnych informacji pozwalających prawidłowo scharakteryzować presję na środowisko wodne.

W przypadku rozważanego w przyszłości wariantu eksploatacji do granic udokumentowanego złoża zaleca się rozszerzenia zakresu obserwacji, poprzez odwiercenie nowych otworów obserwacyjnych i wdrożenie ich do cyklicznie realizowanych badań monitoringowych. Nowe punkty obserwacyjne pozwolą:

- poszerzyć zakres informacji geologicznej i hydrogeologicznej w rejonach planowanych prac;
- udokumentować z większą dokładnością stan środowiska wód podziemnych na etapie poprzedzającym poszerzenie eksploatacji;
- monitorować zakres zmian zachodzących w środowisku wód podziemnych w trakcie udostępniania i eksploatacji nowych partii złoża;
- zweryfikować prognozy zmian środowiska wodnego uzyskane w wyniku modelowania numerycznego;

Nowe otwory obserwacyjne powinny zostać odwiercone po północno-wschodniej i północnej stronie złoża, w szczególności: na północ od Zakładów Wapienniczych, bądź na ich północnym obrzeżu, w rejonie ogródków działkowych w Piechcinie, na południowych obrzeżach Cementowni. Prace wiertnicze poprzedzone zostaną sporządzeniem projektu robót geologicznych, na etapie którego uzgodnione zostaną szczegółowe lokalizacje i ewentualnie ilość planowanych otworów.

Należy także rozważyć zwiększenie częstotliwości pomiarów położenia zwierciadła wody w istniejącej sieci. Bardziej optymalne wydaje się prowadzenie pomiarów z częstotliwością kwartalną, umożliwiając obserwacje nakładania się sezonowych wahań poziomu zwierciadła wód na trendy wieloletnie.

### 13 OCENA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA WÓD PODZIEMNYCH POCHODZĄCYCH Z ODWODNIENIA WYROBISKA ODKRYWKOWEGO

Poszczególne wyrobiska Zakładu odwadniane są niezależnie. W obrębie wyrobiska Bielawy Zachód utworzono centralne rzępie na rzędnej +40 m n.p.m. wraz z pompownią głównego odwadniania. Pompownia centralna wspomagana jest przez dwie pompownie pomocnicze zlokalizowane w pobliżu wschodniego i zachodniego frontu eksploatacyjnego. Pompownie pomocnicze kierują wodę systemem rurociągów i rowów odwadniających do rzępie centralnego. Z pompowni woda tłoczona jest do zbiornika retencyjnego na poziomie +108 m n.p.m. dwoma rurociągami. Wypompowana poza obręb wyrobiska woda dzięki działalności pompowni centralnej trafia do Zakładu wapienniczego Zakład Kujawy w Bielawach będącego w własnością firmy Trzuskawica S.A. jako woda technologiczna, bądź do rowu A i dalej do Noteci.

Wyrobiska Wapienno Wschód i Wapienno Zachód odwadniane są przez pompownię centralną oraz pomocniczą - wschodnią. Rzępie centralne "Jezioro Jordan" ulokowano we wschodniej części wyrobiska Wapienno Zachód na poziomie III. wraz z centralną pompownią. Woda ze zbiornika transportowana jest dwoma rurociągami tłocznymi do zbiorników górnych, na rzędnej +108 m n.p.m.

W wyrobisku Wapienno Zachód trwają obecnie prace udostępniające IV poziom. Złoże na poziomie IV rozcinane jest w kierunku wschodnim tj. w kierunku pompowni Jordan, do której trafia ujmowana woda. Po zbliżeniu frontu robót do pompowni przewiduje się przebudowę układu pompowego przy zbiorniku Jordan. Szczegółowy opis układu odwodnienia przedstawiono w Rozdziale nr 7.4.

Wody pochodzące z systemu odwodnienia złoża „Barcin-Piechcin-Pakość” w chwili obecnej, jak i w prognozowanej przyszłości będą cechowały się wysoką jakością, umożliwiającą zaopatrzenie w wodę lokalnej sieci wodociągowej. Funkcję taką pełni obecnie działające w bezpośredniej bliskości wyrobiska ujęcie oparte o dwie studnie eksploatacyjne S1 i S2, dostarczające wodę na cele socjalno-bytowe pracowników. Odpompowywane poza obręb wyrobisk wody służą więc do celów technologicznych w Zakładzie Cementowym Lafarge Kujawy, a także w Zakładzie wapienniczym Zakład Kujawy w Bielawach, będącym własnością firmy Trzuskawica S.A. Uwzględniając prognozowaną dobrą jakość ujmowanych wód można będzie w dalszym ciągu wykorzystać ją do celów zaopatrzenia w wodę regionu, dla celów przemysłowych, bądź nawodnień pól i lasów. W celu zagwarantowania dotrzymania wysokich standardów jakościowych woda służąca zaopatrzeniu ludności powinna podlegać jak dotąd okresowej kontroli, zgodnie z nałożonymi w pozwoleniu wodnoprawnym zobowiązaniami.

## 14 SPOSÓB I MIEJSCE ODPROWADZANIA NIEWYKORZYSTANYCH WÓD POCHODZĄCYCH Z ODWODNIENIA

Wyroby Zakładu odwadniane są niezależnie. W obrębie wyrobiska Bielawy Zachód utworzono centralne rzępie o pojemności 1400 m<sup>3</sup>. Bezpośrednio przy zbiorniku posadowiono pompownię głównego odwadniania, którą wspomagają dwie pompownie pomocnicze zlokalizowane w pobliżu wschodniego i zachodniego frontu eksploatacyjnego. Wypompowana poza obręb wyrobiska woda trafia do zbiornika retencyjnego, z którego kierowana jest jako woda technologiczna do Zakładu wapienniczego Zakład Kujawy w Bielawach będącego w własnością firmy Trzuskawica S.A. Nadmiar wody niewykorzystany do celów produkcyjnych kierowany jest do rowu A i dalej do Noteci. Pomiędzy Lafarge Cement S.A. a Trzuskawica S.A., Zakład Kujawy w Bielawach zawarta została umowa regulująca zagadnienia dotyczące odprowadzania wód.

Wyroby Wapienno Wschód i Wapienno Zachód odwadniane są przez pompownię centralną ulokowaną przy rzępiu "Jezioro Jordan" o pojemności 14 000 m<sup>3</sup> oraz pompownię pomocniczą - wschodnią, kierującą wody do centralnej. Po wypompowaniu na powierzchnię wody trafiają poprzez piaskownik jako woda technologiczna do Cementowni Kujawy, bądź w nadmiarowej ilości wprost do rowu B, a wraz z nim do Noteci. Szczegółowy opis systemu odwadniania wraz z danymi liczbowymi zamieszczono w Rozdziale 2.3. "System odwodnienia Zakładu".

Wypompowane z "Jeziora Jordan" wody nie pobrane do celów technologicznych trafiają do rowu melioracyjnego B Wapienno-Krotoszyn-Barcin wylotem usytuowanym na współrzędnych 52°50'15,12"N, 17°58'10,94"E. Z kolei wody odprowadzone na powierzchnię z rzępia centralnego w wyrobisku Bielawy Zachód, za wyjątkiem pobranych na cele produkcyjne przez zakład wapienniczy, kierowane są do rowu A Zalesie - Sadłogoszcz wylotem umiejscowionym na współrzędnych: 53°50'8,139"N, 18°1'17,366"E. Rowami woda trafia wprost do Noteci. Przebieg rowów wraz z zaznaczonymi wylotami zaprezentowano na Załączniku graficznym nr 2.

Odprowadzanie i zrzut wód do rowów A i B usankcjonowane zostały aktualnie obowiązującymi pozwoleniami wodnoprawnymi. W przypadku zrzutu do rowu A obowiązuje pozwolenie wodnoprawne wydane w dniu 01.10.2014 decyzją Starosty Żnińskiego, znak OŚ.6341.23.2014 (Zał. tekst. 1). Zrzut do rowu B odbywa się na podstawie odrębnego pozwolenia wodnoprawnego, udzielonego w dniu 17.12.2015 r. przez Marszałka Województwa Kujawsko-Pomorskiego, znak ŚG-IV.7322.66.201. (Zał. tekst. 2).



## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Niniejsza Dokumentacja hydrogeologiczna powstała w związku z planami rozszerzenia eksploatacji ZG Kujawy o dokumentowane partie zasobów do rzędnej -20 m p.p.m. wraz z połączeniem wyrobisk Wapienno Wschód i Bielawy Zachód.
2. Złoże „Barcin-Piechcin-Pakość” udokumentowano na terenie gminy Barcin, w powiecie żnińskim, w województwie kujawsko-pomorskim.
3. Kopalinę podstawową stanowią wapienie i margle górnourajskie zaliczane do oksfordu i kimerydu. W nadkładzie złoża rozpoznano zmiennej miąższości utwory czwartorzędowe. Współtworzące nadkład w zachodniej części kopalni Wapienno nagromadzenie piasków kwarcowych uznano za kopalinę towarzyszącą. Osady czwartorzędowe wykształcone są w postaci glin zwałowych i piasków. Gliny występują w dwóch seriach rozdzielonych pakietem utworów piaszczystych osiagających do 20 m miąższości. Utwory jurajskie dzięki halokinezie utworzyły strukturę brachyantykliny Zalesia, dźwigającą je ku powierzchni.
4. Warunki hydrogeologiczne w obrębie opisywanego złoża sprowadzają się do obecności pięter jurajskiego i czwartorzędowego.
5. Czwartorzędowe piętro wodonośne charakteryzuje duża zmienność parametrów. Duża niejednorodność wykształcenia, wraz z urozmaiconą morfologią powierzchni podczwartorzędowej wpływają na brak ciągłości osadów wodonośnych czwartorzędu w opisywanym rejonie. Poza obrębem złoża, szczególnie ku zachodowi i południowemu - zachodowi wraz ze zwiększeniem miąższości osadów pokrywowych większego znaczenia nabiera poziom międzymorenowy. W obszarze o najkorzystniejszych parametrach hydrogeologicznych i zadowalającej ochronie wyodrębniono Główny Zbiornik Wód Podziemnych nr 142. Większe miąższości osadów wodonośnych rozpoznano również w dolinie Noteci wypełnionej osadami fluwioglacjalnymi.
6. Piętro wodonośne wykształcone w obrębie utworów jurajskich związane jest z poziomami dolno, środkowo oraz górnourajskim. Ze względu na izolację piasków i piaskowców jury środkowej i dolnej od poziomu jury górnej znacznej miąższości utworami słaboprzepuszczalnymi poziomy te nie odgrywają istotnej roli w kontekście bezpieczeństwa prowadzenia robót związanych z eksploatacją złoża „Barcin-Piechcin-Pakość”.
7. Główną bazę drenażową obszaru stanowiła pierwotnie rzeka Noteć i Struga Foluska. Naturalne przepływy wód podziemnych (od wododziałów ku dolinom rzeczny) zaburzone zostały wraz z urbanizacją terenu i rozwojem przemysłu wydobywczego, w wyniku której utworzyły się nowe – antropogeniczne centra drenażu.

8. W bezpośrednim otoczeniu złoża nie występują obszarowe formy ochrony przyrody. Najbliższe obszary prawnie chronione znajdują się w odległości ok. 3 km od Zakładu Górniczego Kujawy i są to: *Obszar Chronionego Krajobrazu Jezior Żnińskich* oraz obszar *Natury 2000 – Ostoja Barcińsko-Gąsawska*.
9. W celu określenia aktualnych warunków hydrodynamicznych i hydrochemicznych rejonu złoża "Barcin-Piechcin-Pakość" przeprowadzono badania terenowe w zakresie pomiarów położenia zwierciadła wód podziemnych, a także zgromadzono wyniki opróbowań wód podziemnych i powierzchniowych dla określenia ich stanu jakościowego. W ramach prac kameralnych dokonano przeglądu materiałów archiwalnych. Analiza danych pozwoliła na skonstruowanie modelu numerycznego dokumentowanego rejonu oraz przeprowadzenie prognoz zmian stanu środowiska wodnego w perspektywie zejścia z eksploatacją do rzędnej -20 m p.p.m. oraz rozszerzenia granic eksploatacji do przewidzianych w koncesji, ale także - po przyjęciu uogólnionych założeń - do granic udokumentowania złoża.
10. Wody podziemne poziomu górnjuraskiego należą do niskozmineralizowanych, o przewodności elektrolitycznej z przedziału 692 - 982  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Dzięki węglanowemu środowisku wody cechują się słabo alkalicznym odczynem. W zakresie kationów dominują jony wapnia i magnezu, zaś po stronie anionów wodorowęglany i siarczany. Obecność azotanów notowana jest nieregularnie, głównie w niskich stężeniach. Zgodnie z klasyfikacją Szczukariewa – Prikońskiego wody charakteryzują się typem wodorowęglanowo – siarczanowo – wapniowo – magnezowym ( $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$ ).
11. Wody powierzchniowe docelowego odbiornika - Noteci, charakteryzują się potencjałem ekologicznym poniżej dobrego. Na ostatniej ocenie zaważyły parametry: przewodność elektrolityczna właściwa, twardość ogólna oraz stężenie fosforanów.
12. W chwili obecnej w obrębie złoża "Barcin-Piechcin-Pakość" eksploatacja prowadzona jest poniżej zwierciadła wód podziemnych, na rzędnych: Wapienno Zachód +36 m n.p.m., Wapienno Wschód -6 m p.p.m., Bielawy Zachód +38 m n.p.m., Bielawy Wschód +6,5 m n.p.m.
13. Planowane pogłębienie i poszerzenie eksploatacji do rzędnej - 20 m p.p.m. wraz z połączeniem wyrobisk Wapienno Wschód i Bielawy Zachód wpłynie na zmianę układu hydrodynamicznego w obrębie brachyantykliny Zalesia. Przygotowując prognozę dopływów sporządzono model numeryczny dokumentowanego rejonu, o łącznej powierzchni prawie 272  $\text{km}^2$ .
14. Badania modelowe prowadzono dla warunków ustalonych. Obniżanie rzędnej drenażu oraz powierzchni rozcięcia złoża przyczyniać się będzie do okresowego

zwiększenia dopływu. Związane to będzie z szczyptywaniem zasobów statycznych. Po pewnym okresie czasu dopływ będzie się stabilizował na poziomie zbliżonym do wyników badań prognostycznych sporządzonych na modelu numerycznym.

15. Otrzymane wyniki modelowania numerycznego wskazują, że w warunkach drenażu złoża "Barcin-Piechcin-Pakość" do rzędnej -20 m p.p.m., należy spodziewać się sumarycznego dopływu do wyrobisk w wysokości 5102 m<sup>3</sup>/d. Oznacza to wzrost w odniesieniu do odwzorowanych na modelu warunków obecnych o zaledwie 452 m<sup>3</sup>/d, a więc około 10%.
16. W przypadku poszerzenia granic eksploatacji do granic udokumentowania zasobów złoża, przewiduje się wzrost wielkości dopływu całkowitego o 800 m<sup>3</sup>/d w stosunku do obecnie notowanego, co oznacza przyrost o około 20,5%.
17. Otrzymany rozkład pola hydrodynamicznego ukazuje współzależność dopływów od rzędnych prowadzonego odwadniania, w wyrobiskach położonych na kierunkach przepływu wód. Funkcjonujące ujęcia wód podziemnych modyfikują przebieg hydroizohips w niewielkim stopniu, w zasadzie jedynie w skali lokalnej.
18. Bezpośrednim efektem obniżenia zwierciadła wód podziemnych w eksploatowanych wyrobiskach będzie połączony lej depresji, wyśrodkowany wokół najniższej rzędnej drenażu. Stosunkowo niskie wartości parametrów hydrogeologicznych skał jurajskich i czwartorzędowych, izolacja poziomów wodonośnych oraz występowanie strefy nieciągłości utworów wodonośnych w nadkładzie, sprzyjać będą niewielkiemu rozprzestrzenieniu zasięgu leja depresji. Jednocześnie duża głębokość wyrobisk spowoduje, iż przyjmie on jak dotychczas dość strome nachylenie. Z dotychczas prowadzonych obserwacji, jak również badań modelowych, wyłania się obraz leja depresji rozwiniętego jak wspomniano w bliskim sąsiedztwie centrów drenażu, głównie wzdłuż osi wyrobisk. W kierunku prostopadłym strefa zdepresjonowana sięga 1/3 lub 1/2 rozciągłości podłużnej.
19. Obniżenie zwierciadła wody w poziomie górn jurajskim w zasadzie, poza niewielkimi strefami za północnym-zachodzie i południu, nie odcisnie swojego piętna na piętrze czwartorzędowym. Tak korzystne efekty są konsekwencją izolacji podstawowego poziomu czwartorzędowego warstwami glin zwałowych, a także wyerodowaniem utworów najmłodszych na podniesionej strukturze brachyantykliny Zalesia.
20. Wyniki modelowania numerycznego wskazują, że w warunkach drenażu złoża "Barcin-Piechcin-Pakość" do rzędnej -20 m p.p.m. (wariant 1), zwierciadło wody w rejonie ujęcia w Piechcinie ulegnie obniżeniu. W studni St.3A obniży się o około 7,5 m. W przypadku eksploatacji złoża do jego granic (wariant 2) przewidywane obniżenie zwierciadła wody wyniesie około 38 m. Natomiast studnia St.5 znajduje

się poza zasięgiem oddziaływania odwodnienia w obu wariantach rozszerzonej eksploatacji górniczej.

Jeśli chodzi o wpływ odwodnienia na poziom czwartorzędowy to ogranicza się on bezpośrednio do otoczenia złoża. Prognozuje się zwiększenie zasięgu oddziaływania odwodnienia, wraz z rozwojem eksploatacji górniczej na kierunku W i E. Ujęcie wody w Wolicach – tj. studnie W-St.1A, 2, 5, 6 i III zarówno w przypadku eksploatacji złoża wg wariantu I i II – pozostaną poza zasięgiem oddziaływania odwodnienia złoża „Barcin-Piechcin-Pakość”.

21. Nieznaczne rozszerzenie strefy objętej obniżeniem zwierciadła wód podziemnych nie obejmie obszarów objętych ochroną. Obszary takie wytyczono na zachód od granic złoża, w minimalnej odległości od aktualnej zachodniej krawędzi wyrobiska Wapienno Zachód o około 2,5 km. Projektowana inwestycja polegająca na pogłębieniu i poszerzeniu eksploatacji w zakresie oddziaływania na środowisko wodne nie wpłynie negatywnie na obszary podlegające ochronie. Prognozowany zasięg leja depresji nie sięgnie granic obszaru chronionego, gwarantując nienaruszalność stosunków wodnych siedlisk.
22. Przy dominacji dopływu podziemnego, odpompowywane wody będą składem chemicznym i parametrami fizycznymi odpowiadały wodom z poziomu jurajskiego. Będą to wody o generalnie dobrej jakości, spełniające wymagania stawiane Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. *w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego*.
23. Zaleca się kontynuowanie szczegółowego monitoringu hydrogeologicznego w obrębie poziomu górnopaleozoicznego i piętra czwartorzędowego w rozszerzonym przestrzennie zakresie. Uzyskane wyniki obserwacji posłużą do weryfikacji modelu symulacyjnego.

## SPIS WYKORZYSTANYCH MATERIAŁÓW

- Bentkowski A., Hakenberg H., Dobkowska A., Janica R., Kapuściński J., 1998: Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych zbiornika wód podziemnych w utworach czwartorzędowych Inowrocław - Dąbrowa - GZWP Nr 142. Przedsiębiorstwo Geologiczne Polgeol, Warszawa.
- Dobkowska A., Kacprzak L., Wieteska Z., Nowakowska M., 2011: Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej określającej warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 142 Inowrocław-Dąbrowa. SEGI-AT Sp. z o.o., Warszawa.
- Galon R. (red.), 1972: Geomorfologia Polski, t. 2 Niż Polski. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Gumiński R., 1948: Próba wydzielenia dzielnic rolniczo – klimatycznych w Polsce. Przegląd Meteorologiczny i Hydrologiczny, z. 1.
- IMWG PIB, 2013: Raport z wykonania map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego. Załącznik nr 1 Projekt ISOK - Raport z zakończenia realizacji zadania 1.3.2 - Przygotowanie danych hydrologicznych w zakresie niezbędnym do modelowania hydraulicznego.
- Kleczkowski A. S. red., 1990: *Mapa Obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony, skala 1: 500 000*. Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH, Kraków.
- Knyszyński F., Krogulec E., Pomianowska H., 1995: Dokumentacja hydrogeologiczna złoża wapieni i margli jurajskich „Barcin – Piechcin – Pakość”.
- Kondracki J., 2001: Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kuczyńska A., Palak - Mazur D. red., 2013: Raport o stanie chemicznym oraz ilościowym jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w podziale na 161 i 172 JCWPd, stan na rok 2012.
- Nowicki Z., red., 2009: Charakterystyka geologiczna i hydrogeologiczna zweryfikowanych JCWPd. PIG-PIB, Warszawa.
- Ostręga, A., Uberman, R., Stożek, Ł. i Muzykiewicz, B., 2011. Koncepcja rekultywacji i docelowego zagospodarowania kopalni wapienia "Kujawy". *Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej*, 132(39), pp. 207-224.
- Paczyński B. red., 1995: Atlas hydrogeologiczny Polski, skala 1: 500 000. PIG, Warszawa.
- Palak-Mazur D., Kostka A., Kuczyńska A., Ścibor K., 2015: Raport z wykonania zadania nr 9. Interpretacja wyników monitoringu operacyjnego, ocena stanu chemicznego oraz przygotowanie opracowania o stanie chemicznym jednolitych części wód podziemnych zagrożonych nieosiągnięciem stanu dobrego. PIG-PIB, Warszawa.
- PLAN RUCHU ZAKŁADU GÓRNICZEGO KUJAWYNA LATA 2014 - 2020
- Polak K., Kaznowska-Opala K., Pawlecka K., Wojnicka-Put B., 2014: Ekspertyza dotycząca oszacowania dopływu wody do wyrobiska Wapienno-Zachód w związku ze zmianą rzędnej eksploatacji złoża. Fundacja Nauka i Tradycje Górnicze z siedzibą Wydział Górnictwa i Geoinżynierii AGH w Krakowie.
- Pomianowska, H., 1996. Warunki hydrogeologiczne w rejonie kamieniołomów Wapienno i Bielawy na Kujawach. *Przegląd Geologiczny*, 44(11), pp. 1145-1151.
- Pomianowska H., 2015: Dokumentacja z wykonania otworów obserwacyjnych na terenie Zakładu Górniczego Kujawy w Bielawach LAFARGE CEMENT S.A., Geofizyka Toruń, Toruń.

- Radwan D., Szuwarzyńska K., Hammer I., Wierzbowski A., Matyja B., Merta T., 1990: Atlas Kujawskiego Okręgu Eksploatacji Surowców Węglanowych, skala 1:50 000. Uniwersytet Warszawski.
- Radwan D., Szuwarzyńska K., Jarecka K., 1987: Dokumentacja geologiczna złoża wapieni i margli jurajskich "Barcin-Piechcin-Pakość" w kategorii B+C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>. Przedsiębiorstwo Geologiczne, Kraków.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 8 kwietnia 2013 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu odkrywkowego zakładu górniczego (Dz. U. 2013, poz. 1008).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. 2014 poz. 1800).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. 2015, poz. 1989).
- Stachy J. red., 1987: Atlas hydrologiczny Polski. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Szuwarzyńska K., 1999: Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej w kat. B+C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub> złoża wapieni i margli jurajskich Barcin - Piechcin - Pakość oraz piasków kwarcowych w kat. C<sub>1</sub> jako kopaliny towarzyszącej. Przedsiębiorstwo Geologiczne S.A., Kraków.
- WIOŚ Bydgoszcz: Klasyfikacja stanu czystości jednolitych części wód płynących i zbiorników zaporowych w latach 2010 - 2014: ocena fizykochemiczna; [www.wios.bydgoszcz.pl](http://www.wios.bydgoszcz.pl)
- Woś A., 1999: Klimat Polski. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Żelaźniewicz A., Aleksandrowski P., Buła Z., Karnkowski P. H., Konon A., Oszczytko N., Ślęczka A., Żaba J., Żyto K., 2011: Regionalizacja tektoniczna Polski. Komitet Nauk Geologicznych PAN, Wrocław.