



KD GEOLOGIA SP. Z O.O.

03-130 Warszawa, ul. Milenijna 43/2

biuro@kdgeologia.pl

kdgeologia.pl

**ANALIZA RYZYKA
DLA UJĘCIA WÓD PODZIEMNYCH NA POTRZEBY
WODOCIĄGU WIEJSKIEGO W MIEJSCOWOŚCI
ŻOŁĘDOWO, GMINA OSIELSKO**

Zamawiający

Gmina Osielsko

86-031 Osielsko

Szosa Gdańska 55A

Autor opracowania:

mgr Karolina Pazio-Urbanowicz

upr. geol. V-1830

Warszawa, czerwiec 2021

Spis treści

1.	Podstawa opracowania	4
2.	Przedmiot, cel i zakres opracowania	4
3.	Materiały wykorzystane w opracowaniu.....	5
4.	Wprowadzenie w zagadnienie.....	6
5.	Charakterystyka ujęcia.....	9
5.1.	Lokalizacja ujęcia	9
5.2.	Historia ujęcia.....	11
5.3.	Charakterystyka techniczna ujęcia	12
5.4.	Stan formalno-prawny ujęcia	14
5.5.	Przebieg eksploatacji wód podziemnych	14
5.6.	Stan chemiczny wód podziemnych eksploatowanych na ujęciu.....	16
6.	Charakterystyka przyrodnicza obszaru.....	18
6.1.	Budowa geomorfologiczna.....	18
6.2.	Budowa geologiczna.....	19
6.3.	Warunki hydrogeologiczne.....	22
7.	Obszar zasilania ujęcia	25
7.1.	Wyznaczenie obszaru spływu wód do ujęcia	25
7.2.	Naturalna podatność poziomu wodonośnego na zanieczyszczenia w rejonie OSW ujęcia ..	27
7.3.	Zagospodarowanie przestrzenne i sposób użytkowania terenu	29
7.4.	Ustalenia wynikające z planu gospodarowania wodami.....	35
7.5.	Przynależność do Głównych Zbiorników Wód Podziemnych	36
7.6.	Ustalenia wynikające z Planu Zarządzania Ryzykiem Powodziowym (PZRP)	37
7.7.	Ustalenia wynikające z Planu Przeciwdziałania Skutkom Suszy (PPSS).....	38
7.8.	Ustalenia wynikające z Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych	38
8.	Identyfikacja ryzyka	39
8.1.	Identyfikacja zagrożenia stanu ilościowego wód podziemnych w rejonie ujęcia	39
8.2.	Identyfikacja zagrożenia stanu chemicznego wód podziemnych w rejonie ujęcia	39
8.2.1.	Punktowe potencjalne ogniska zanieczyszczeń	39
8.2.2.	Liniowe potencjalne ogniska zanieczyszczeń	39
8.2.3.	Obszarowe potencjalne ogniska zanieczyszczeń.....	41
9.	Ocena zagrożeń zdrowotnych	42
9.1.	Opis przyjętej metodyki.....	42
9.2.	Ocena ryzyka dla ujęcia	44
10.	Podsumowanie	45
11.	Wnioski.....	46
12.	Literatura.....	47

Spis rycin

Rycina 1. Poglądowa mapa lokalizacji ujęć wodociągowych w gminie Osielsko.....	9
Rycina 2. Teren SUW oraz studnie ujęcia Żołędowo	10
Rycina 3. Lokalizacja studni w m. Żołędowo	11
Rycina 4. Sumaryczna wielkość poboru na ujęciu w latach 2018 – 2020 w podziale na miesiące	15
Rycina 5. Zmienność poboru wody na ujęciu w poszczególnych miesiącach w latach 2018 – 2020	15
Rycina 8. Przekrój geologiczny przez rejon ujęcia w Żołędowie	19
Rycina 6. Lokalizacja ujęcia na tle szczegółowej mapy geologicznej Polski	20
Rycina 7. Przekrój geologiczny przez rejon ujęcia w Żołędowie	21
Rycina 9. Lokalizacja ujęcia na tle mapy hydrogeologicznej Polski	24
Rycina 10. Obszar spływu wód do ujęcia	27
Rycina 11. Sposób zagospodarowania terenu w obszarze spływu wód do ujęcia według Corine Land Cover	33
Rycina 12. Sposób zagospodarowania terenu w obszarze spływu wód do ujęcia – studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania.....	34

Spis tabel

Tabela 1. Lokalizacja studni ujęcia w m. Żołędowo.....	10
Tabela 2. Zestawienie podstawowych parametrów studni	13
Tabela 3. Zestawienie pomiarów głębokości do zwierciadła wody	16
Tabela 4. Wybrane parametry fizykochemiczne wody podziemnej (surowej) ujmowanej na ujęciu...	17
Tabela 5. Wybrane parametry ujmowanej warstwy wodonośnej	23
Tabela 6. Kategoryzacja parametru prawdopodobieństwa (P).....	42
Tabela 7. Kategoryzacja parametru dotkliwości -skutków wystąpienia zagrożenia (S)	43
Tabela 8. Kategoryzacja parametru podatności na zagrożenia (V)	43
Tabela 9. Ocena ryzyka dla wód podziemnych	44

Spis załączników

Załącznik 1 – Pozwolenie wodnoprawne
Załącznik 2a – decyzja zatwierdzająca dokumentację hydrogeologiczną dla ujęcia
Załącznik 2b – decyzja zatwierdzająca dodatek nr 1 do dokumentacji hydrogeologicznej dla ujęcia
Załącznik 2c – decyzja zatwierdzająca dodatek nr 2 do dokumentacji hydrogeologicznej dla ujęcia
Załącznik 3 – karty otworów
Załącznik 4 – wyniki analizy chemicznej wody surowej (2019)

1. Podstawa opracowania

Opracowanie przygotowano na podstawie umowy numer 272.219.2020 z dnia 29 grudnia 2020 roku zawartej między Gminą Osielsko z siedzibą: (86-031) Osielsko, Szosa Gdańska 55a a KD GEOLOGIA Sp. z o.o. z siedzibą: (03-130) Warszawa, Milenijna 43 lok. 2.

2. Przedmiot, cel i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest wykonanie analizy ryzyka dla ujęcia wód podziemnych, będącego ujęciem wodociągowym, zlokalizowanego w miejscowości Żołądowo, gmina Osielsko, powiat bydgoski, województwo kujawsko-pomorskie.

Celem opracowania jest ocena charakteru oraz poziomu ryzyka dla przedmiotowego ujęcia wodociągowego.

Zakres opracowania obejmuje:

- analizę materiałów archiwalnych, w tym w szczególności dostępnej dokumentacji hydrogeologicznej dla ujęcia,
- analizę wahań poziomu zwierciadła wody w studniach ujęcia na podstawie materiałów udostępnionych przez Zamawiającego,
- analizę składu chemicznego ujmowanych wód podziemnych na podstawie materiałów udostępnionych przez Zamawiającego,
- wstępne wyznaczenie obszaru spływu wód do ujęcia oraz naturalnej podatności poziomu wodonośnego na zanieczyszczenie w tym obszarze lub weryfikacja tego obszaru, o ile został on wyznaczony w dokumentacji hydrogeologicznej dla ujęcia,
- identyfikację oraz analizę potencjalnych źródeł zagrożenia dla stanu jakościowego i ilościowego wód podziemnych,
- ocenę zagrożeń zdrowotnych, uwzględniającą czynniki negatywnie oddziałujące na wody podziemne, przeprowadzoną w oparciu o dostępne materiały archiwalne,
- określenie potrzeby wyznaczenia oraz ustanowienia terenu ochrony pośredniej (TOP) dla ujęcia.

3. Materiały wykorzystane w opracowaniu

W niniejszym opracowaniu wykorzystano materiały pochodzące z archiwum Zamawiającego, materiały pozyskane do wglądu w Narodowym Archiwum Geologicznym prowadzonym przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB) oraz udostępnione w ramach portalu GEOLOGIA (<https://geologia.pgi.gov.pl/arcgis/home/>) prowadzonego również przez PIG-PIB, a także raporty i opracowania powstałe na zamówienie gminy Osielsko.

Opracowania archiwalne

Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych z utworów czwartorzędowych na terenie wiejskiego grupowego ujęcia wody w miejscowości Żołędowo [1] zawiera zestawienie wyników prac związanych z odwierceniem otworów S 1, S 2, S 3, opis warunków geologicznych oraz podstawowych parametrów ujmowanej warstwy wodonośnej.

Dodatek nr 1 do dokumentacji hydrogeologicznej zasobów wody podziemnej z utworów czwartorzędowych ustalający zasoby eksploatacyjne studni nr 2 (po rekonstrukcji) na terenie komunalnego ujęcia wody w m. Żołędowo [2] zawiera informacje o warunkach hydrogeologicznych w rejonie ujęcia oraz określa wielkość zasobów eksploatacyjnych studni S 2 po przeprowadzeniu prac rekonstrukcyjnych.

Dodatek nr 2 do dokumentacji hydrogeologicznej zasobów wody podziemnej z utworów czwartorzędowych, ustalający zasoby eksploatacyjne studni nr 1 (po rekonstrukcji) na terenie komunalnego ujęcia wody w miejsc. Żołędowo, gmina Osielsko, powiat bydgoski, woj. kujawsko-pomorskie [3] zawiera informacje o warunkach hydrogeologicznych w rejonie ujęcia oraz określa wielkość zasobów eksploatacyjnych studni S 1 po przeprowadzeniu prac rekonstrukcyjnych.

Operat wodnoprawny na szczególne korzystanie z wód: pobór wód podziemnych i odprowadzanie ścieków (sklarowanych wód popłucznych) do wód dla komunalnego ujęcia wód podziemnych zlokalizowanego w Żołędowie, gmina Osielsko [4]. W opracowaniu zawarto charakterystykę techniczną ujęcia oraz podstawowe warunki poboru wód.

Opracowania seryjne

Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000. Arkusz Żołędowo (280) – opracowana dla głównego użytkowego poziomu wodonośnego (MhP GUPW) [5]. Mapa wykorzystana została do opisu warunków hydrogeologicznych panujących na dokumentowanym obszarze, w szczególności do charakterystyki poziomów wodonośnych. Dodatkowo do charakterystyki pierwszego poziomu wodonośnego wykorzystano *mapę pierwszego poziomu wodonośnego – występowanie i hydrodynamika* [6].

Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000. Arkusz Żołędowo (280) [7] wykorzystana została do opisu warunków geologicznych występujących w rejonie ujęcia.

Mapa geośrodowiskowa Polski w skali 1 : 50 000. Arkusz Żołędowo (280) Plansza A [8] oraz plansza B [9] – obie mapy zostały wykorzystane do wstępnej oceny antropopresji w rejonie opisywanego ujęcia wody.

Strategia rozwoju gminy Osielesko [10] oraz *Program ochrony środowiska (aktualizacja)* [11] stanowią opis i podstawę realizacji strategicznych działań z zakresu ochrony środowiska i gospodarki odpadami w gminie oraz są źródłem informacji o przyrodniczych uwarunkowaniach gminy. Dokumenty te określają także cele i środki polityki zrównoważonego rozwoju gminy, przedstawiają jej aktualną sytuację ekologiczną oraz opisują uwarunkowania zewnętrzne i wewnętrzne realizacji celów, w tym w tym ekologiczne, przestrzenne, społeczne i ekonomiczne. Opracowania wykorzystano także do wstępnej identyfikacji czynników potencjalnie mogących oddziaływać na stan jakościowy oraz ilościowy wód podziemnych ujmowanych na ujęciu.

4. Wprowadzenie w zagadnienie

Zgodnie z art. 120 *Prawa Wodnego* (Dz. U. z 2018 r., poz. 2268) zapewnieniu odpowiedniej jakości wód ujmowanych do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia przez ludzi oraz zaopatrzenia zakładów wymagających wody wysokiej jakości, a także ochronie zasobów wodnych, służy ustanawianie stref ochronnych ujęć wody. Strefa ochronna obejmuje teren ochrony bezpośredniej (TOB) albo teren ochrony bezpośredniej i teren ochrony pośredniej (TOP). Strefę ochronną, obejmującą wyłącznie teren ochrony bezpośredniej ustanawia się dla każdego ujęcia wody (z wyłączeniem ujęć wody służących do zwykłego korzystania z wód).

Teren ochrony pośredniej powinien zostać wyznaczony na podstawie ustaleń zawartych w dokumentacji hydrogeologicznej tego ujęcia. Teren ten obejmuje obszar zasilania ujęcia lub też ogranicza się go za pomocą izochrony 25-letniego czasu wymiany wody warstwie wodonośnej.

Strefę ochronną obejmującą wyłącznie teren ochrony bezpośredniej ustanawia się z urzędu. Strefę ochronną obejmującą teren ochrony bezpośredniej i teren ochrony pośredniej ustanawia się na wniosek właściciela ujęcia lub też z urzędu, jeśli z przeprowadzonej dla ujęcia analizy ryzyka wynika konieczność ustanowienia strefy, a wniosek o jej ustanowienie nie został złożony.

Analiza ryzyka jest dokumentem wykonywanym dla każdego ujęcia wody dostarczającego więcej niż 10 m³ wody na dobę lub też służącego do zaopatrzenia w wodę więcej niż 50 osób, lub też z pominięciem wyżej wymienionych ograniczeń, w przypadku, gdy woda jest dostarczana jako woda przeznaczona do spożycia przez ludzi: w ramach działalności handlowej, usługowej, przemysłowej lub do budynków użyteczności publicznej.

Analiza ryzyka powinna, zgodnie z pkt. 6 art. 133 ustawy *Prawo wodne* powinna być aktualizowana nie rzadziej niż co 10 lat w przypadku ujęć wody dostarczających powyżej 1000 m³/rok, lub nie rzadziej niż co 20 lat, w pozostałych przypadkach.

Analiza ryzyka obejmuje ocenę zagrożeń zdrowotnych z uwzględnieniem czynników negatywnie wpływających na jakość ujmowanej wody. Ocenę tę przeprowadza się na podstawie analizy hydrogeologicznej, analizy identyfikacji źródeł zagrożenia wynikających ze sposobu zagospodarowania terenu, a także o wyniki badań jakości ujmowanej wody. Analizę ryzyka przygotowuje się w oparciu o analizę dostępnych materiałów archiwalnych, w tym w szczególności

dokumentacji hydrogeologicznej ujęcia, istniejących dla ujęcia opinii czy ekspertyz, a także archiwalnych analiz wody surowej czy pomiarów głębokości do zwierciadła wody w studniach ujęcia.

Na potrzeby niniejszego opracowania przyjęto, że:

- **obszar zasobowy** ujęcia to obszar w obrębie struktury hydrogeologicznej określony za zasięgiem spływu wód podziemnych do ujęcia, w obrębie którego formuje się zasadnicza część zasobów eksploatacyjnych ujęcia [12],

- **obszar zasilania ujęcia** to obszar, w którym opady atmosferyczne lub wody powierzchniowe przenikają bezpośrednio lub poprzez utwory przykrywające, do poziomu wodonośnego stanowiącego źródło zasilania ujęcia,

- **obszar spływu wody do ujęcia (OSW)** to część obszaru wpływu ujęcia, z którego woda spływa do ujęcia, w obrębie którego linie prądu zbiegają się w ujęciu (studni). OSW ograniczają neutralne linie prądu [12].

Obszar zasobowy ujęcia w niniejszej analizie ryzyka wyznaczono w sposób przybliżony, na podstawie dostępnych materiałów archiwalnych. Zasięg tego obszaru nie był weryfikowany w oparciu o szczegółowe badania, w tym w szczególności numeryczne badania przepływu wód podziemnych. Na potrzeby niniejszego opracowania nie przeprowadzono także poboru próbek wody do analiz fizyko-chemicznych.

Według stanu na maj 2021 roku brak jest jakichkolwiek wytycznych, które z mocy prawa wskazywałyby elementy konieczne do zawarcia w analizie ryzyka zgodnie z wymaganiami sformułowanymi w art. 133 ust. 3 ustawy *Prawo wodne*. Niniejsze opracowanie zostało wykonane w oparciu o autorską metodykę, uwzględniającą wymagania dotyczące ochrony zasobów ilościowych i jakościowych wód przeznaczonych do spożycia. Ponadto zastosowana metodyka dostosowana jest do wielkości poboru wody dla analizowanego ujęcia oraz uwzględnia właściwości ujmowanej warstwy wodonośnej.

Opierając się na Polskiej Normie PN-ISO 31000:2012 zaktualizowanej do PN-ISO 31000:2018-08, PN-EN 31010:2010 oraz PN-EN-15975-2:2013 oraz publikacjach dotyczących problemów wdrażania analizy ryzyka w zarządzaniu ujęciami zbiorowego zaopatrzenia w wodę autorstwa m.in. Lidzbarski (2019) [13], Rak, Tchórzewska-Cieślak (2006) [14], Rak (2009) [15, s. 200], Tchórzewska-Cieślak (2009, 2011, 2017) [16], [17], [18], Witczak i in. (2018) [19], Wróblewski (2018) [20] w opracowaniu kompleksowej analizy ryzyka dla ujęcia wód podziemnych wydzielono pięć etapów.

Etap I obejmuje opis ujęcia, w tym podstawowe parametry techniczne otworu i stacji uzdatniania wody, opis warunków geologicznych i hydrogeologicznych w rejonie ujęcia. Wyniki etapu I przedstawiono w rozdziałach 5 i 6.

Etap II obejmuje ustalenie obszaru spływu wody do ujęcia jako obszaru podstawowego do przeprowadzenia dalszej analizy, a także określenie naturalnej podatności w obrębie obszaru spływu wód do ujęcia oraz sposobów użytkowania terenu. Wyniki prac tego etapu przedstawiono w rozdziale 7.

Etap III obejmuje identyfikację ryzyka w tym w szczególności potencjalnych ognisk zanieczyszczeń. Etap ten odbywa się w dwóch fazach. Faza wstępna obejmuje przegląd materiałów archiwalnych. W trakcie prac przygotowawczych zostały zgromadzone materiały archiwalne (m.in. dokumentacje i opinie dotyczące ujęcia, archiwalne wyniki analiz fizykochemicznych, książki eksploatacji studni, plany i opracowania środowiskowe dotyczące obszaru gminy, na których znajduje się ujęcie), mapy seryjne, a także, na podstawie informacji zawartych w ogólnodostępnych bazach danych oraz w sieci *Internet*, zostały wytypowane potencjalne ogniska zanieczyszczeń znajdujące się w obszarze zasilania ujęcia. Następnie, zebrane informacje zweryfikowano podczas wizji terenowej przeprowadzonej w obszarze spływu wody do ujęcia ograniczonym izochroną 25-letniego czasu dopływu poziomego wody do ujęcia. Podczas prac kameralnych zestawiono wszystkie uzyskane informacje, wykonano niezbędne mapy i tabele. Wyniki prac tego etapu przedstawiono w rozdziale 8.

Etap IV obejmuje ocenę ryzyka, w tym analizę elementów mających wpływ na wystąpienie ryzyka. W rozdziale przedstawiono szczegółowy opis zastosowanej metody. Wyniki prac tego etapu przedstawiono w rozdziale 9.

Etap V obejmuje podsumowanie wykonanych prac oraz przedstawienie sposobu postępowania z ryzykiem w tym jego kontroli, monitoringu oraz rekomendowanych metod zarządzania ryzykiem czy też jego ograniczenia. Wyniki prac tego etapu przedstawiono w rozdziale 11.

5. Charakterystyka ujęcia

5.1. Lokalizacja ujęcia

Przedmiotowe ujęcie wód podziemnych zlokalizowane jest w miejscowości Żołądowo, gmina wiejska Osielsko, powiat bydgoski, województwo kujawsko-pomorskie. Lokalizację poglądową położenia ujęcia w m. Żołądowo przedstawiono na rycinie 1. Lokalizację szczegółową poszczególnych studni przedstawiono na rycinie 2. Współrzędne geodezyjne i geograficzne poszczególnych otworów studziennych przedstawiono w tabeli 1.



Rycina 1. Poglądowa mapa lokalizacji ujęć wodociągowych w gminie Osielsko

Ujęcie w Żołędowie wraz ze stacją uzdatniania wody (SUW) znajdują się przy ulicy Jastrzębiej 32. Studnie S 1 i S 2 znajdują się na działce o numerze ewid. 347/5 a studnia S 3 na działce ewid. O numerze 347/6, obie obręb Żołędowo. Odległość studni od siebie nie przekracza 117 m. Szczegółowa lokalizacja studni została przedstawiona na rycinie 2. Studnia S 1 znajduje się w odległości 145 m na północ od studni S 3 oraz w odległości 2 m na wschód od studni S 2. Właścicielem działek na których znajduje się ujęcie oraz właścicielem ujęcia jest Gmina Osielesko. Zarządcą ujęcia jest Gminny Zakład Komunalny znajdujący się przy ul. Jastrzębiej 62 w Żołędowie. (dalej GZK).

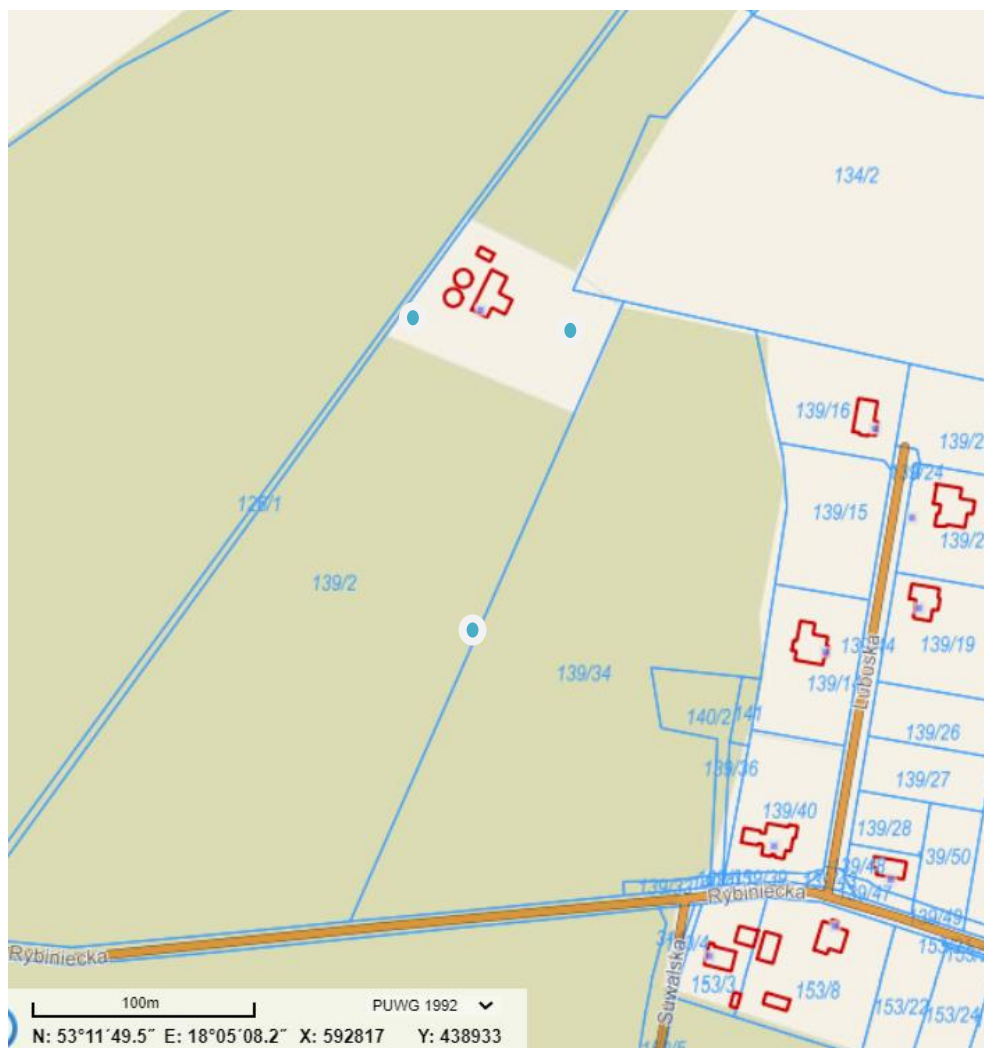
Tabela 1. Lokalizacja studni ujęcia w m. Żołędowo

Numer studni	Działka ewidencyjna (studnia)	Współrzędne geodezyjne (PL 2000)		Współrzędne geograficzne	
		X	Y	φ	λ
S 1	347/5	6898110,9	6505875,1	53° 12' 54.98" N	18° 05' 16.17" E
S 2		6898215,6	6505926,4	53° 12' 57.80" N	18° 05' 19.40" E
S 3	347/6	6898172,5	6505974,3	53° 12' 56.40" N	18° 05' 20.00" E

Zgodnie z podziałem fizycznogeograficznym kraju [21] teren ujęcia oraz jego obszaru zasilania położony jest na granicy dwóch mezoregionów: młodoglacjalnej Wysoczyzny Świeckiej oraz Kotliny Toruńskiej.



Rycina 2. Teren SUW oraz studnie ujęcia Żołędowo



Rycina 3. Lokalizacja studni w m. Żołędowo

Rejon ujęcia oraz obszaru spływu wód do niego należy do rejonu wodnogospodarczego Dolna Brda (obszar bilansowy G6-H), w regionie wodnym Dolnej Wisły. Obszar zasilania ujęcia znajduje się w obrębie Jednolitej Części Wód Podziemnych nr 36, która cechuje się dobrym stanem ilościowym i stanem jakościowym wód. Nie jest ona także zagrożona nieosiągnięciem wyznaczonych celów środowiskowych.

Ujęcie znajduje się w obrębie udokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych (GZWP) o numerze 140 Subzbiornik Bydgoszcz.

W bezpośrednim sąsiedztwie ujęcia nie ma obszarów objętych ochroną programu NATURA 2000, obszarów chronionego krajobrazu, parków krajobrazowych, parków narodowych ani rezerwatów.

5.2. Historia ujęcia

Studnia S 1 została odwiercona w 1972 roku, a studnia S 2 w roku 1981 przez Przedsiębiorstwo Zaopatrzenia Rolnictwa w Wodę „WODROL” na potrzeby wodociągu lokalnego oraz gospodarstw rolnych. Studnia S 3 została odwiercona w 1996 roku przez Hydrogeowiert z Grudziądza. Ustalone

w 1996 roku zasoby eksploatacyjne ujęcia wynosiły 190 m³/h, przy depresji od 5,8 do 7,7 m p.p.t. W związku ze spadkiem wydajności otworów oraz jednocześnie wzrostem zapotrzebowania na wodę w 2011 roku wykonano rekonstrukcję otworu studziennego S 2. Prace wykonał „STUDBUD” Zakład Studniarski Stanisław Gąsior, Huta Strzelce. Z otworu wydobyto filtr stalowy a następnie przewiercono warstwę wodonośną do głębokości 68 m p.p.t. kończąc wiercenie w warstwie iłów pstrych. W otworze osadzono nowy filtr. Na podstawie pompowań pomiarowego określono zasoby eksploatacyjne studni $Q_{\text{eksp}} = 80,0 \text{ m}^3/\text{h}$ przy $s = 3,27 \text{ m}$. W 2014 wykonano rekonstrukcję otworu S 1. Prace wykonał „STUDBUD” Zakład Studniarski Stanisław Gąsior, Huta Strzelce. Z otworu usunięto filtr, a następnie przewiercono warstwę wodonośną. Wiercenie zakończono w pstrych iłach na głębokości 62,0 m. W otworze osadzono nowy filtr. Na podstawie pompowań pomiarowego określono zasoby eksploatacyjne studni $Q_{\text{eksp}} = 70,0 \text{ m}^3/\text{h}$ przy $s = 4,0 \text{ m}$. Prace remontowo-modernizacyjne na stacji uzdatniania wody prowadzono na przełomie 2012 i 2013 roku. W ramach prac wykonano modernizację technologii, wymieniono automatykę i sterowanie oraz prowadzono roboty ogólnobudowlane, w tym termoizolację budynku.

5.3. Charakterystyka techniczna ujęcia

Studnia S 1 została odwiercona do głębokości 32,0 m p.p.t. w kolumnie rur pomocniczych $\varnothing 16''$, następnie wiercenie prowadzono do głębokości 56,0 m p.p.t. w kolumnie rur $\varnothing 14''$ mm. Rury pomocnicze usunięto z otworu, natomiast rury eksploatacyjne podciągnięto do głębokości 42,5 m p.p.t. Filtr posadowiono na głębokości 55,2 m p.p.t i obsypano obsypką. Zastosowano filtr tracony, z rur stalowych, o następującej konstrukcji:

- rura nadfiltrowa $\varnothing 11\frac{3}{4}''$ o długości 10,5 m,
- część robocza filtra – filtr siatkowy z siatki nylonowej nr 12, o długości 4,7 m i 4,8 m rozdzielony rurą międzyfiltrową o długości 0,8 m,
- rura podfiltrowa $\varnothing 11\frac{3}{4}''$ o długości 2,0 m.

Studnia S 2 została odwiercona do głębokości 33,8 m p.p.t. w kolumnie rur $\varnothing 20''$, następnie wiercenie prowadzono do głębokości 65,0 m p.p.t. w kolumnie rur $\varnothing 18''$. Filtr posadowiono na poduszce żwirowej na głębokości 64,0 m p.p.t i obsypano obsypką żwirową 0,8-2,0 mm. Zastosowano filtr tracony, z rur stalowych. Filtr ten wyjęto podczas prac rekonstrukcyjnych. Następnie w przelocie 33,8 - 65,0 m p.p.t. przewiercono powtórnie warstwę wodonośną. Wiercenie zakończono w iłach pstrych na głębokości 68,0 m p.p.t. Do eksploatacji ujęto warstwę wodonośną w przelocie 33,5 – 65,0 m. Na głębokości 67,7 m zabudowano filtr PCW o średnicy $\varnothing 250/280 \text{ mm}$ o następującej konstrukcji:

- rura nadfiltrowa $\varnothing 11\frac{3}{4}''$ o długości 16,0 m,
- część robocza filtra – filtr szkieletowy, szczelinowy o długości 7,0 m (6 x 4,0 m + 1 x 3,0 m) o wysokości szczelin $h = 1,0 \text{ mm}$,
- rura podfiltrowa o długości 3,25 m. W otworze na głębokości 30,0 m zamontowano pompę typu GC.05.04.

Studnia S 3 została odwiercona do głębokości 16,0 m p.p.t. w kolumnie rur pomocniczych $\varnothing 610 \text{ mm}$, następnie wiercenie prowadzono do głębokości 56,0 m p.p.t. w kolumnie rur $\varnothing 20''$ mm. Rury pomocnicze usunięto z otworu, natomiast rury eksploatacyjne podciągnięto do głębokości 25,2 m p.p.t. Filtr posadowiono na głębokości 55,0 m p.p.t i obsypano obsypką. Zastosowano filtr tracony, z rur stalowych, o następującej konstrukcji:

- rura nadfiltrująca $\varnothing 14''$ o długości 14,32 m,
- część robocza filtra – filtr z prętów stalowych obwinięty siatką stylonową nr 10 o średnicy $\varnothing 14''$ i długości 1,98 + 7,5 m + 4,54m, obsypany obsypką żwirową $\varnothing 1,5-2,5$ mm, W otworze zamontowano pompę GC.05.04
- rura podfiltrująca $\varnothing 11\frac{3}{4}''$ o długości 1,96 m podzielona na dwie części.

Podstawowe parametry otworów studziennych zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Zestawienie podstawowych parametrów studni

Parametr	S 1	S 2	S 3
Rodzaj studni	wiercona	wiercona	wiercona
Stan studni	czynna	czynna	czynna
Rok wykonania/rekonstrukcji	1972/2011	1981/2014	1996
Rzędna terenu [m n.p.m.]	93,75	93,17	93,27
Głębokość otworu [m] pierwotna/po rekonstrukcji	56,5/62,0	65,0	55,0
Zasoby eksploatacyjne [m ³ /h]	40,0	80,0	80,0
Depresja [m]	5,82	3,27	6,90
Warstwa wodonośna:			
- wiek	Q	Q	Q
- przełot [m p.p.t.]	38,0 – 60,5	33,5 - > 65,0	25,3 - 535

Woda pobierana ze studni S 1, S 2, S 3 doprowadzona do aeratorów zlokalizowanych w stacji uzdatniania wody. W studniach zainstalowane są czujniki poziomu wody zabezpieczające pompy przed suchobiegiem. Woda po napowietrzeniu kierowana jest na filtry pospieszne zamknięte (odżelaziacze), gdzie utlenieniu podlegają jony żelaza (Fe^{2+} do Fe^{3+}) oraz jony manganu (Mn^{2+} do Mn^{4+}). Dla prawidłowej pracy układu technologicznego zaprojektowano filtrację wody w układzie filtracji jednostopniowej (odżelaziania i odmanganiania) na filtrach ciśnieniowych zamkniętych typu FCP7A firmy Kotlembud. Sterowanie filtrami odbywa się automatycznie. W wyniku utlenienia żelaza powstaje $Fe(HCO_3)_2$, a w przypadku manganu $MnO_2 \times H_2O$, które w procesie filtracji usuwane są w postaci wytrąconego z wody osadu. Zastosowano złoża katalityczne (brausztynowe) z warstwy podtrzymującej oraz warstw filtracyjnych ze złóż żwirowych (oraz kwarcowych). Dezynfekcja wody, za pomocą roztworu 3% roztwór podchlorynu sodu ($NaOCl$) prowadzona jest do przewodu zasilającego zbiornik retencyjny. Dozowanie podchlorynu odbywa się za pomocą pompy membranowej (chloratora) o regulowanym przepływie. W razie niekontrolowanego wycieku na posadzkę podchlorynu sodu konieczne jest jego spłukanie do specjalnej bezodpływowej studzienki neutralizacyjnej. Woda uzdatniona jest magazynowana czasowo w zbiorniku retencyjnym o pojemności $V = 6 \times 50 = 300$ m³. Zbiornik wyposażony jest w czujnik poziomu napełnienia oraz w instalację spustową. Sygnał z przyrządów jest wykorzystywany do sterowania pracą pomp głębinowych w studniach. Podczas procesu filtracji (odżelaziania i odmanganiania) na złożach wytrąca się osad. Usuwanie osadu odbywa się w tzw. przeciwprądzie. Podczas pierwszej fazy płukania filtrów wykorzystywane jest sprężone powietrze z dmuchaw. Jest to wstępne płukanie z małą ilością wody

i dużą ilością powietrza, czyli tzw. „wzruszanie złoża”. Woda (ścieki) popłuczna jest gromadzona w odstojniku wód popłucznych o łącznej pojemności czynnej 21,24 m³. Po czasowym przetrzymaniu, gdzie dzięki sedymentacji (osiadaniu) mechanicznych zanieczyszczeń (kłaczków) następuje jej oczyszczenie. Na dole zbiornika gromadzi się osad a oczyszczona woda nadosadowa jest grawitacyjnie doprowadzana do instalacji kanalizacyjnej i odprowadzana do rowu melioracyjnego w odległości ok 460 m od stacji uzdatniania wody na działce o numerze ewidencyjnym 376/1. Zgromadzony osad na dnie zbiornika jest okresowo usuwany wozem asenizacyjnym.

5.4. Stan formalno-prawny ujęcia

Zasoby eksploatacyjne dla ujęcia zostały przyjęte decyzją Wojewody Bydgoskiego z dnia 16 sierpnia 1996 roku (znak: ROŚ-GL-II-7530/115/286/3270/96) w wysokości $Q_e = 190,0 \text{ m}^3/\text{h}$ przy depresji $S_e = 5,8 - 7,7 \text{ m}$.

Pozwolenie wodnoprawne na pobór wód podziemnych z ujęcie w miejscowości Żołędowo zostało wydane dnia 22 maja 2013 roku decyzją Starosty Bydgoskiego (znak: OŚ-V.6341.1.13.2013) w ilości: $Q_{\text{maks.h}} = 190,0 \text{ m}^3/\text{h}$, $Q_{\text{sr.d}} = 1280,0 \text{ m}^3/\text{d}$, $Q_{\text{maks.rok}} = 660\,510 \text{ m}^3/\text{rok}$. Pozwolenie wydano na czas określony - do 21 maja 2023 roku. Pozwolenie wydano łącznie dla trzech studni ujmujących czwartorzędowe piętro wodonośne, z zachowaniem maksymalnych wydajności eksploatacyjnych dla studni:

S 1 – $Q_{\text{eksp}} = 40,0 \text{ m}^3/\text{h}$ przy depresji $s = 5,82 \text{ m}$,

S 2 - $Q_{\text{eksp}} = 80,0 \text{ m}^3/\text{h}$ przy depresji $s = 3,27 \text{ m}$,

S 3 - $Q_{\text{eksp}} = 80,0 \text{ m}^3/\text{h}$ przy depresji $s = 6,9 \text{ m}$,

Teren ochrony bezpośredniej

Studnie ujęcia wody w m. Żołędowo nie posiadają aktualnie ustanowionych formalnie terenów ochrony bezpośredniej.

Teren ochrony pośredniej

Ujęcie w miejscowości Żołędowo nie miało do tej pory wyznaczonego ani ustanowionego terenu ochrony pośredniej.

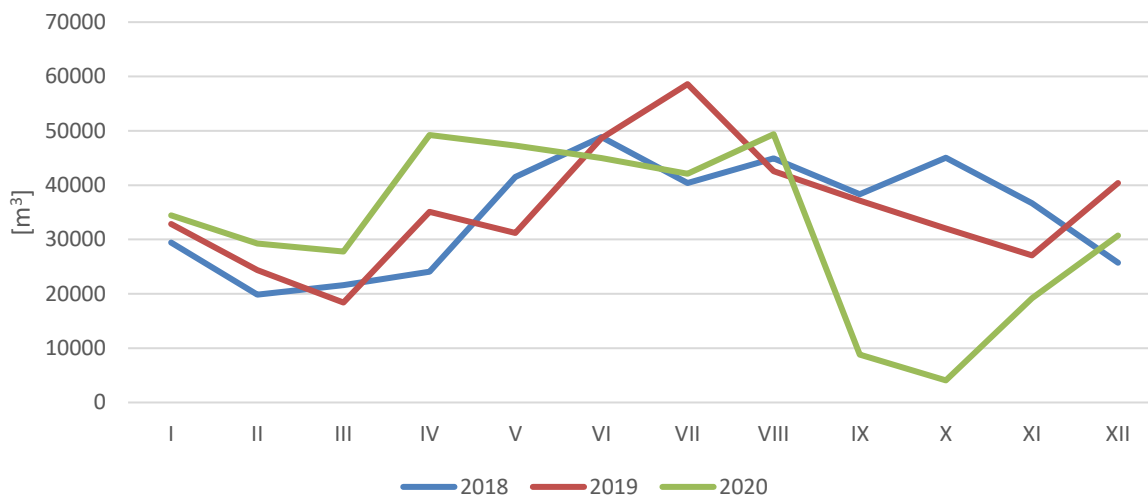
5.5. Przebieg eksploatacji wód podziemnych

Pobór wód podziemnych

Pobór wód podziemnych na ujęciu prowadzony jest aktualnie za pomocą trzech studni ujmujących czwartorzędowe piętro wodonośne. Woda eksploatowana jest w ramach jednego pozwolenia wodnoprawnego.

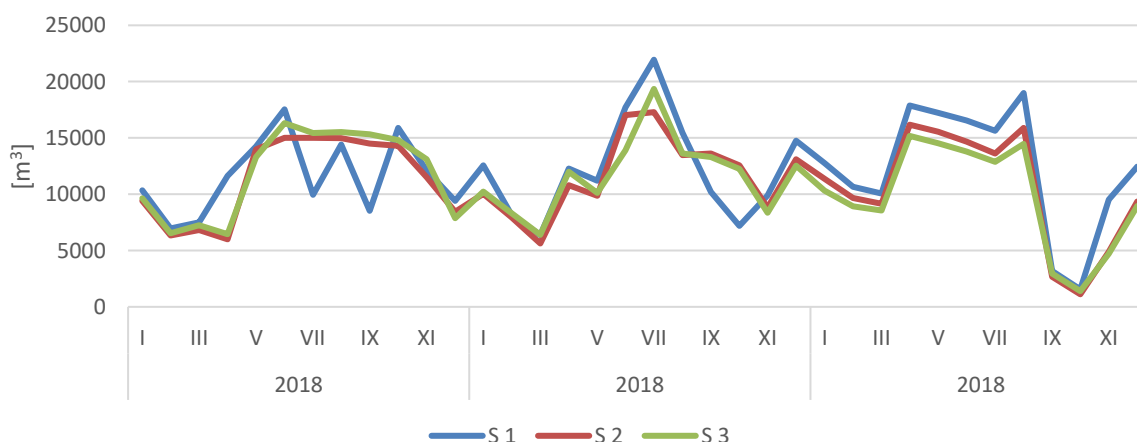
Zgodnie z materiałami dostarczonymi przez Gminny Zakład Komunalny w Żołędowie pobór roczny w 2018 roku wyniósł 416 357 m³, w roku 2019 wzrósł o ok. 2% i wyniósł 428 202 m³, a w roku 2020

spadł do 387 277 m³. Pobór w ciągu roku stanowi około 58 - 63% wartości przyznanej pozwoleniem wodnoprawnym.



Rycina 4. Sumaryczna wielkość poboru na ujęciu w latach 2018 – 2020 w podziale na miesiące

Na rycinie 4 przedstawiono wielkość poboru wód podziemnych w podziale na poszczególne miesiące. Rozkład poboru wody na ujęciu jest typowy dla obszarów cechujących się sezonowością liczby mieszkańców oraz zróżnicowanym sposobem wykorzystania terenu w zależności od pory roku, choć trend ten zaznacza się słabiej niż w przypadku ujęć w Niwach czy Niemczu. W miesiącach wiosennych i letnich, kiedy liczba mieszkańców gminy ulega zwiększeniu na skutek wzrostu liczby osób przyjezdnych oraz jednocześnie woda wykorzystywana jest do celów gospodarczych, głównie podlewania zieleni, zapotrzebowanie na nią znacznie wzrasta. W miesiącach jesiennych i zimowych, nie ma konieczności nawadniania ogródków, liczba osób realnie korzystających z wodociągu jest również mniejsza a zapotrzebowanie na wodę spada znacząco. Średnie miesięczne zużycie wody, od kwietnia do września w latach 2018 -2020 wynosiło ok. 41 tys. m³, natomiast w półroczu zimowym było to ok. 28 tys. m³, co oznacza prawie 1,5-krotny spadek zapotrzebowania na wodę w miesiącach zimowych.



Rycina 5. Zmienność poboru wody na ujęciu w poszczególnych miesiącach w latach 2018 – 2020

Na rycinie 4 przedstawiono rozkład poboru wody w rozbiu na poszczególne studnie. Z wykresu wynika, że eksploatacja wszystkich studni prowadzona jest równomiernie. Zapotrzebowanie na wodę pokrywane jest z każdej studni, bez obciążania otworów. Rozkład poboru z poszczególnych studni odwzorowuje sumaryczny rozkład poboru na ujęciu w ciągu roku.

W trakcie ostatnich trzech lat nie zaobserwowano zmian w sposobie prowadzenia poboru wód podziemnych mogących mieć negatywny wpływ na pracę ujęcia. Prowadzona eksploatacja nie narusza postanowień pozwolenia wodnoprawnego.

Stan ilościowy eksploatowanych wód podziemnych na ujęciu

Pomiary położenia zwierciadła wody w studniach są podstawowym elementem oceny stanu ilościowego tych wód. W studniach ujęcia pomiary głębokości do zwierciadła wód prowadzone są nieregularnie. Zarządzający ujęciem udostępnił wyniki pomiarów przeprowadzonych w kwietniu 2021 roku.

Tabela 3. Zestawienie pomiarów głębokości do zwierciadła wody

Data pomiaru	S 1	S 2	S 3
Po odwierceni/po rekonstrukcji [m p.p.t.]	21,5/25,40	22,5/24,20	24,18
	czwartorzęd		
2021 – statyczne [m p.p.t.]	24,53	25,43	25,03
2021 – dynamiczne [m p.p.t.]	26,00	27,00	26,50
depresja [m]	1,47	1,57	0,97

Z przedstawionych pomiarów wynika, że w związku z prowadzoną eksploatacją wód podziemnych nastąpiło obniżenie poziomu zwierciadła wód gruntowych o ok. 2 do 4 m, w zależności od otworu i czasu wykonania pomiaru. Stosunkowo duże wahania położenia poziomu ujmowanych wód wynikają ze zmiennych warunków zasilania oraz zmiennych warunków poboru. Generalnie zwierciadło wód podziemnych stabilizuje się obecnie ok. 24,5 – 25,4 m p.p.t. Prowadzona eksploatacja wiąże się z powstaniem depresji rzędu 1,5 m. Wytworzona depresja nie przekracza wartości dopuszczalnej pozwoleniem wodnoprawnym. Na potrzeby niniejszej analizy nie zostały przekazane wieloletnie obserwacje zwierciadła, nie można zatem wiarygodnie określić tendencji w jego zachowaniu.

5.6. Stan chemiczny wód podziemnych eksploatowanych na ujęciu

Zgodnie z wymaganiami ustawy *Prawo Wodne* (art. 133. ust. 3), analiza ryzyka wykonywana w celu oceny zagrożeń zdrowotnych powinna brać pod uwagę m.in. wyniki badań jakości ujmowanej wody. Analiza historyczna zmian cech fizyczno-chemicznych wody od momentu rozpoczęcia eksploatacji do chwili aktualnej pozwala ustalić trend zmian i ich przyczyny, jeśli są one zauważalne. Analiza i ocena trendu zmian jest jednym z podstawowych elementów poprawnej oceny zagrożenia wód podziemnych przez zanieczyszczenia zarówno antropogeniczne, jak i geogeniczne.

W ramach niniejszego opracowania, analiza stanu chemicznego ujmowanych wód i jego zmian w czasie, została wykonana na podstawie wyników analiz wód udostępnionych przez Gminny Zakład Komunalny w Żołędowie.

Zakres udostępnionych analiz wody i ich reprezentatywność czasowa są ograniczone. Analizy składu fizyko-chemicznego obejmują wyłącznie składniki podstawowe tj. pH, barwa, mętność, PEW oraz zawartość jonów manganu, żelaza i amonu. Wyniki wybranych badań fizyko-chemicznych wody surowej przedstawiono w tabeli 4.

Ujmowane wody z czwartorzędowego piętra wodonośnego należą do wód słodkich. Studnie położone są w niewielkiej odległości, zatem skład chemiczny ujmowanych wód powinien być zbliżony. Przewodność elektrolityczna właściwa ujmowanych wód wynosi obecnie ok. 520-550 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Smak i zapach wód nie budzi zastrzeżeń. Odczyn wody wskazuje na ich lekko zasadowy charakter. Ujmowana woda charakteryzuje się stosunkowo wysoką barwą i mętnością. Wynika to ze zwiększonej zawartości związków żelaza i manganu. Zawartość żelaza wynosi od 3,2 do 4,2 mg/dm^3 i jest charakterystyczna dla wód wglębnego czwartorzędowego poziomu wodonośnego. Zawartość związków manganu wynosi ok. 167-227 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. Wysoka zawartość związków manganu jest również cechą charakterystyczną dla wód piętra czwartorzędowego. Zawartość jonu amonowego nie przekracza 0,37 mg/dm^3 i jest znacznie niższa niż dopuszczalna wartość dla wód przeznaczonych do spożycia.

Tabela 4. Wybrane parametry fizykochemiczne wody podziemnej (surowej) ujmowanej na ujęciu

Studnia	2	3	1	3			
Rok	VII 2014	VII 2015	XII 2015	VII 2016	I 2018	X 2019	VIII 2019
mętność [mg/dm^3]	7,76	18,4	46,4	50,9	26,8	nb	38
barwa [mg/dm^3]	10	10	15	10	5	nb	50
TON	<1	<1	<1	<1	<1	nb	>2
TFN	>4	<4	>4	>4	>4	nb	>2
pH [-]	7,3	7,4	7,3	7,1	7,3	nb	7,4
PEW [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	550	508	528	512	506	nb	502
Fe [$\mu\text{g}/\text{dm}^3$]	3564	3365	4098	4285	3246	3540	nb
Mn [$\mu\text{g}/\text{dm}^3$]	180	167	208	227	174	185	nb
NH ₄ [mg/dm^3]	0,33	0,35	0,34	0,31	0,2	0,37	nb
E. Coli	0	0	0	0	0	0	0

*) Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. 2017 poz. 2294) (na czerwono zaznaczono parametry, których wartości przekraczają dopuszczalne granice przyjęte dla wód do spożycia przez ludzi, nb – nie badano)

Oceny jakości wód podziemnych dokonano w oparciu o rozporządzenie Ministra Gospodarki i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11.10.2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych [Dz. U. z 2019 r., poz. 2148]. Ujmowana woda, ze względu na podwyższoną zawartość manganu i żelaza klasyfikowana jest do wód II klasy jakości. Woda charakteryzuje się dobrym stanem chemicznym. Na podstawie zestawionych wyników badań fizyko-chemicznych i bakteriologicznych wody nie widać niepokojących trendów zmian jakości wody wywołanych czynnikami antropogenicznymi.

Woda z ujęcia w Żołędowie nie budzi również zastrzeżeń pod względem bakteriologicznym. Skład chemiczny wody można uznać za stabilny i niezmieniony antropogenicznie, który mieści się w granicach tła hydrogeochemicznego.

Analizując zakres dostępnych analiz wody surowej oraz wody uzdatnionej pochodzącej z ujęcia oraz biorąc pod uwagę położenie ujęcia obecnie nie obserwuje się zagrożenia dla stanu jakościowego eksploatowanych wód podziemnych. Nie obserwuje się trendu związanego z pogorszeniem się stanu wód. Nie obserwuje się znaczących ilości azotanów, azotynów czy jonu amonowego mogących wskazywać na zanieczyszczenie pochodzenia rolniczego. Stan chemiczny wód nie uległ pogorszeniu w trakcie prowadzonej eksploatacji.

6. Charakterystyka przyrodnicza obszaru

6.1. Budowa geomorfologiczna

Gmina Osielsko położona jest na styku dwóch zdecydowanie różnych pod względem morfogenetycznym jednostek fizyczno-geograficznych. Centralna i północna część gminy leży w strefie wysoczyzny morenowej (częściowo pokrytej sandrem lub polami piasków eolicznych) – Rzeźba terenu charakteryzuje się tu niewielkimi deniwelacjami powodowanymi głównie przez zagłębienia terenu o łagodnych zboczach i maksymalnej głębokości do 3 m lub rzadziej przez pagóry kemów). Równina morenowa (Wysoczyzna Świecka) leży na wysokości ok. 90-95 m n.p.m. rzadko przekraczając 100 m n.p.m. Zachodnia część gminy obejmuje fragment mezoregionu Doliny Brdy. Obszar ten obejmuje płaską równinę sandrową (leżąca na wysokości ok. 80 m n.p.m.) przechodzącą na zachodzie w wąską strefę dolinną Brdy opadającą gwałtownie do rzędnej 50 m n.p.m., podczas gdy sąsiednie tereny sandru leżą na wysokości ponad 70, a nawet ponad 80 m n.p.m. Południowa część gminy obejmuje strefę krawędziową pomiędzy Wysoczyzną Świecką, a Kotliną Bydgosko-Toruńską. Zasadnicza część zbocza doliny leży już nieco na południe od granic gminy (na terenie miasta Bydgoszcz). Różnica wysokości pomiędzy obszarem wysoczyzny, a najwyższą położoną terasą doliny przekracza 30 m, a w stosunku do poziomu niższych teras różnica ta wynosi nawet ponad 50 m. Zbocze doliny charakteryzuje się bardzo zróżnicowaną rzeźbą. Nachylenie terenu w większości omawianej strefy jest bardzo duże, a rzeźba jest urozmaicona bardzo licznymi, głęboko wciętymi (niejednokrotnie na długość kilkuset metrów) dolinkami erozyjnymi, u podnóży których osadzały się stożki napływowe. Skrajnie wschodnia część gminy stanowi strefę krawędziową pomiędzy wysoczyzną Świecką a Doliną Fordońską (część Doliny Dolnej Wisły) – rzeźba jest tu również charakterystyczna dla obszarów wciętych dolin rzecznych, jak w przypadku doliny Brdy.

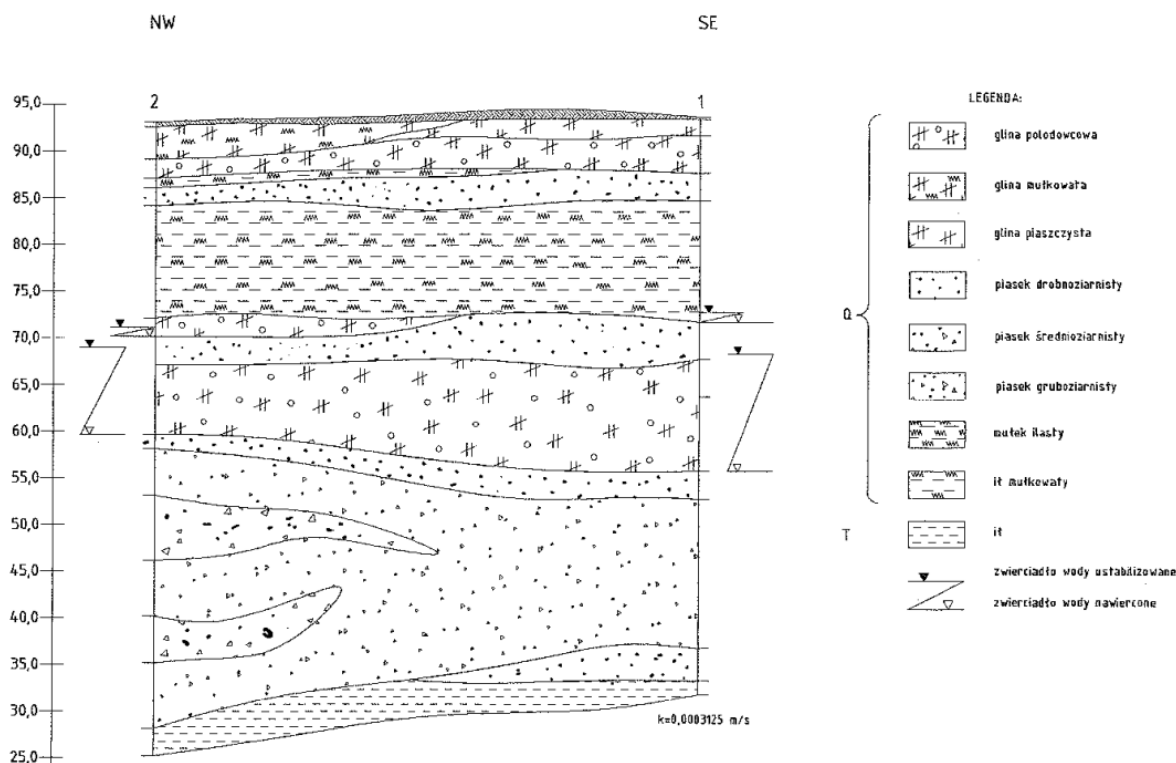
Bezpośrednio w rejonie ujęcia w Żołędowie rzędne terenu oscylują wokół 93,0 – 94,0 m n.p.m. Obszar ten jest stosunkowo płaski. Strefa krawędziowa wysoczyzny znajduje się ok. 2,5 km na południe od ujęcia. Wysoczyzna w rejonie SUW w Żołędowie odwadniana jest systemem rowów melioracyjnych o niewielkich spadkach do Strugi Żołędowskiej odprowadzającej wody w kierunku zachodnim do zbiornika Tryszczyń (zlewni Brdy). Istotnym elementem hydrografii wysoczyzny są małe bezodpływowe jeziorka i oczka wytopiskowe stanowiące lokalną bazę drenażu wód

przypowierzchniowych, których w okolicy SUW jest kilkanaście. Do największych z nich należą bezodpływowe jeziora Borówko i Kusowo położone ok. 2,5 i 3,5 km w kierunku północno-wschodnim.

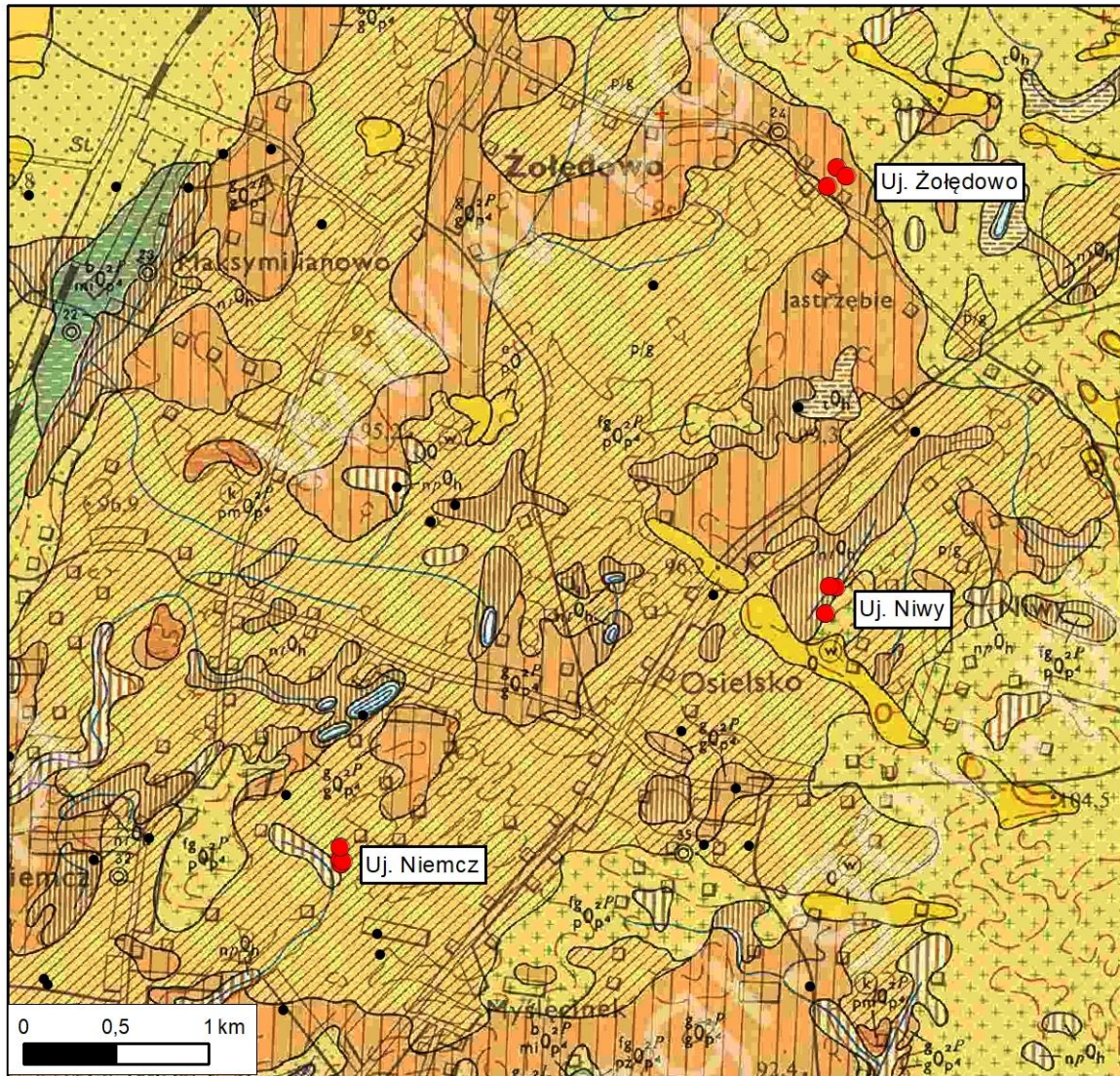
6.2. Budowa geologiczna

Najstarszymi utworami nawierconymi w rejonie ujęcia są utwory kredowe nawiercone w Jagodowie na głębokość 135 mp.p.t. Reprezentowane są one przez mułowce, iłowce i piaskowce z przewarstwieniami luźnych piasków. Strop utworów trzeciorzędowych charakteryzuje się urozmaiconą morfologią. W obrębie doliny Brdy, w Jagodowie znajduje się on na rzędnej 5 m n.p.m. tj. 104 m p.p.t. W Niemczu i Myślęcinku znajduje się na głębokości od 72 do 78 m p.p.t. (ok. 15 m n.p.m.). W obrębie pradoliny, na południe od Niemcza, strop trzeciorzędu znajduje się na głębokości 18 – 65 m p.p.t. Utwory trzeciorzędowe reprezentowane są ility plicieńskie, horyzontalnie zalegające pokłady węgla brunatnych w stropowych partiach miocenu, utwory piaszczyste, drobnoziarniste, zailone z pyłem węgla brunatnego oraz mułki ilaste i ility. Miąższość utworów miocenu w Jagodowie wynosi ok. 120 m.

Zalegające wyżej utwory czwartorzędowe pozostawione przez naprzemienne zlodowacenia i interglacjały są znacznie zróżnicowane pod względem litologii i miąższości. W obrębie dolin utwory czwartorzędowe reprezentowane są głównie poprzez utwory piaszczyste, od drobnoziarnistych czy nawet mułkowatych po gruboziarniste, także ze żwirem i otoczkami. Lokalnie występują gliny zwałowe. Miąższość piasków w rejonie Jagodowa wynosi ok. 70 m, natomiast w rejonie Myślęcinka od 18 do 65 m. W obrębie wysoczyzny utwory czwartorzędowe wykształcone są w postaci glin zwałowych z niewielkimi przewarstwieniami utworów piaszczystych bądź mułków. Miąższość tych utworów wynosi od 50 do 70 m.



Rycina 6. Przekrój geologiczny przez rejon ujęcia w Żołędowie

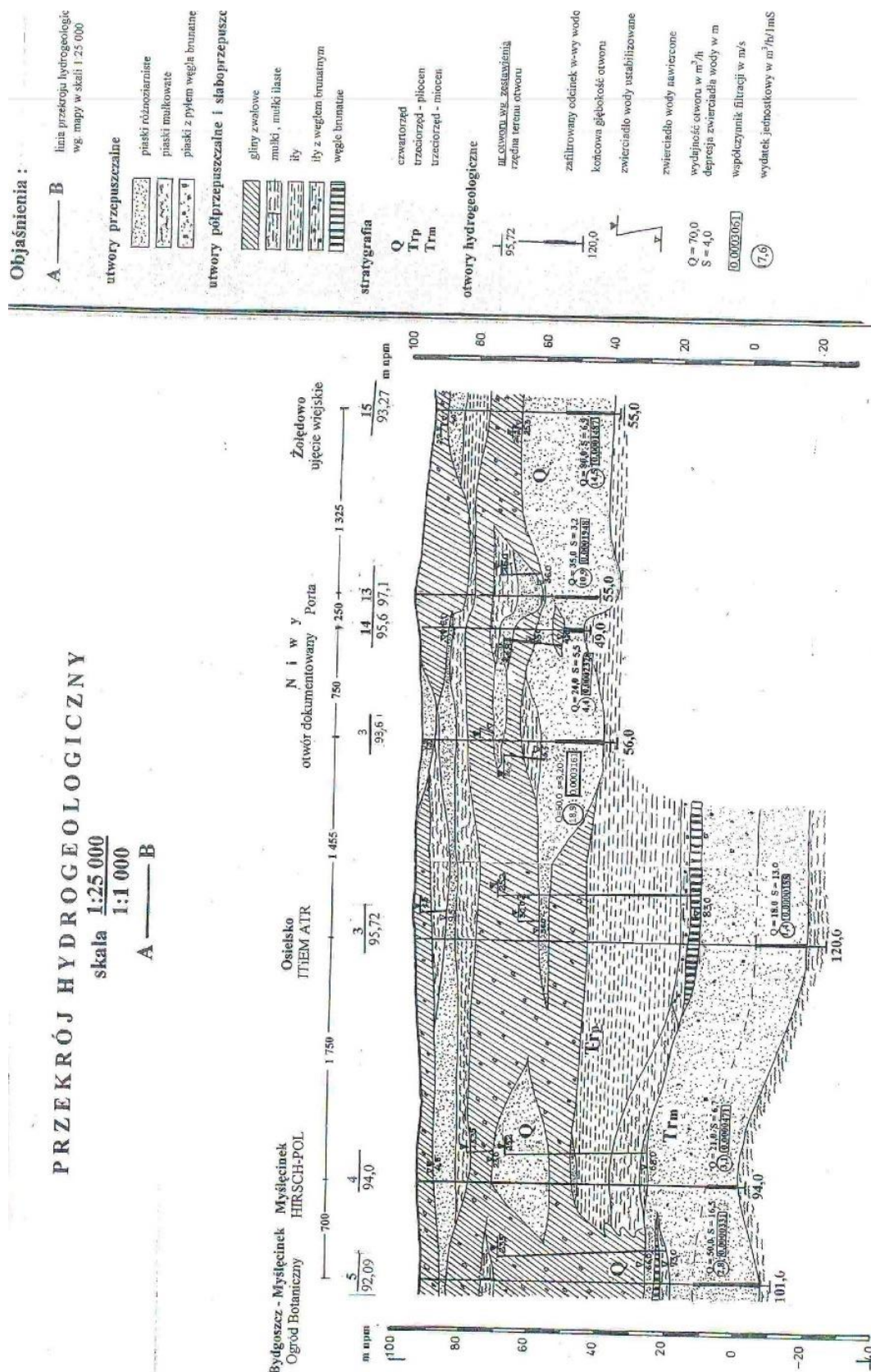


- studnia ujęcia wodociągowego
- inne otwory (czynne, nieczynne)

Litologia

	n/Q_h Namyty torfiaste
	Q^w Piaski eoliczne w wydmach
	f_g, z, p, p^4 / p/g Piaski wodonolodowcowe, miejscami subglacialne; na glinach zwalowych (p/g)
	g, z, p, p^4 / g/mi / g/pz / g/pz Gliny zwalowe; na piaskach i piaskach ze żwirami wodonolodowcowych (g/pz), na mułkach i łąkach zastolskowych (g/mi)

Rycina 7. Lokalizacja ujęcia na tle szczegółowej mapy geologicznej Polski [7]



Rycina 8. Przekrój geologiczny przez rejon ujęcia w Żołądowie

Na podstawie wierceń można stwierdzić, że bezpośrednio na powierzchni terenu zalega warstwa słaboprzepuszczalnych glin i mułków, która w otworze S 3 ma miąższość 4,0 m, natomiast w otworach S 2 i S 1 ma miąższość 6-7 m. Poniżej do głębokości 9,0 m p.p.t. zalegają zawadnione piaski drobne i piski pylaste. Na głębokości od 9,0 do ok. 16,0 m p.p.t. (S 3) – 22,0 m p.p.t. występuje warstwa iłów i mułków. Pod nią, do głębokości 25,3 m p.p.t. (S 3), 33,5 m p.p.t. (S 2) i 39,0 m p.p.t. w otworze S 1 występują gliny zwałowe. Przy tym, w otworach S 1 i S 2 w warstwie stropowej glin występuje soczewka piasków drobnych o miąższości ok. 3,0 m. Soczewka ta jest zawadniona. Pod glinami do głębokości 53,5 m p.p.t. w otworze S 3 oraz 61,5 m p.p.t. w otworze S 1 i 65,0 m p.p.t. w otworze S 2 występują piaski średnioziarniste, drobne i grube budujące ujętą warstwę wodonośną. Warstw podścielają ily plioceńskie barwy niebiesko - rdzawej.

6.3. Warunki hydrogeologiczne

Rejon ujęcia leży w rejonie klimatycznym pomorsko-warمیńskim. Klimat charakteryzuje się tu niewielką ilością opadu Średnia z wielolecia 1991 – 2020 wynosi 537,9 mm, przy czym średnia z lat 2011 – 2020 wynosi 549 mm, a w 2017 roku odnotowano rekordową ilość opadu (767,2 mm) (IMiGW). Średnia roczna temperatura powietrza dla wielolecia 1992 – 2015 wynosiła 8,4°C. W rejonie dominuje zasilanie poziomów wodonośnych poprzez opady deszczu i śniegu. Najwyższe stany wód gruntowych występują w okresie wezbrań roztopowych rzek, w marcu lub kwietniu. Miesiące letnie, charakteryzują się spadkiem poziomu wód zarówno gruntowych jak i w ciekach.

W granicach gminy Osielsko wody słodkie występują do głębokości ok. 200 m w utworach czwartorzędu, trzeciorzędu oraz kredy. Główny użytkowy poziom wodonośny wykształcony jest przeważnie w piętrze wodonośnym czwartorzędu i dotyczy poziomów międzyglinowego i podglinowego. Poziom przypowierzchniowy nie jest ujmowany na potrzeby zbiorowego zapatrzenia w wodę. Lokalnie ujmowany jest na potrzeby wodociągów wiejskich poziom trzeciorzędowy.

Warstwy wgłębne (międzyglinowe i podglinowe) występują w utworach pochodzenia fluwioglacjalnego i glacialnego tworzących rozległe sandry kopalne oraz niewielkie doliny kopalne różnego wieku. Warstwa wód gruntowych (przypowierzchniowa) występuje w obrębie współczesnej doliny rzeki Wisły. Główny poziom użytkowy wykształcony w utworach czwartorzędowych zbudowany jest zatem z piasków różnoziarnistych, piasków mułkowatych, piasków ze żwirem i otoczkami oraz żwirów o zróżnicowanej genezie (od zlodowaceń południowopolskich przez zlodowacenia środkowopolskie Odry i Warty i zlodowacenie Wisły oraz interglacjał eemski i mazowiecki po holocen). Średnia głębokość zalegania wodonośnych warstw czwartorzędowych jest mało zróżnicowana i waha się od < 5 m w dolinie Wisły do 15- 50 m w strefie wysoczyznowej. Miąższość łączna poziomów wodonośnych osiąga od 20 do 40 m. Wodoprzewodność mieści się w przedziale od 200 do 500 m²/d. Wydajność potencjalna studni mieści się w przedziale 30 – 50 m³/h. Użytkowy poziom wodonośny w warstwach czwartorzędowych rozciągający się na wysoczyźnie jest średnio izolowany przez nadkład glin zwałowych o miąższości od kilku do 50 m.

Utwory wodonośne trzeciorzędu zalegają na głębokości od 50 do 100 m. Budują one główny użytkowy poziom wodonośny w południowej części gminy. Poziom wodonośny tworzą piaski różnoziarniste genetycznie związane z sedymentacją burowęglową miocenu. Miąższość wodonośca

waha się średnio od 20 do 40 m. Wodoprzewodność osiąga wartości od 200 do 500 m²/d. Wydajność potencjalna studni wynosi od 30 do 50 m³/h. Poziom trzeciorzędowy - mioceniński odwadniany jest generalnie w kierunku wschodnim ku Wiśle oraz południowo wschodnim ku Brdzie. Na zachodzie zwierciadło wody występuje na rzędnej powyżej 65 m n.p.m., a na wschodzie na rzędnej poniżej 40 m n.p.m. Na całym obszarze zwierciadło wody ma charakter napięty.

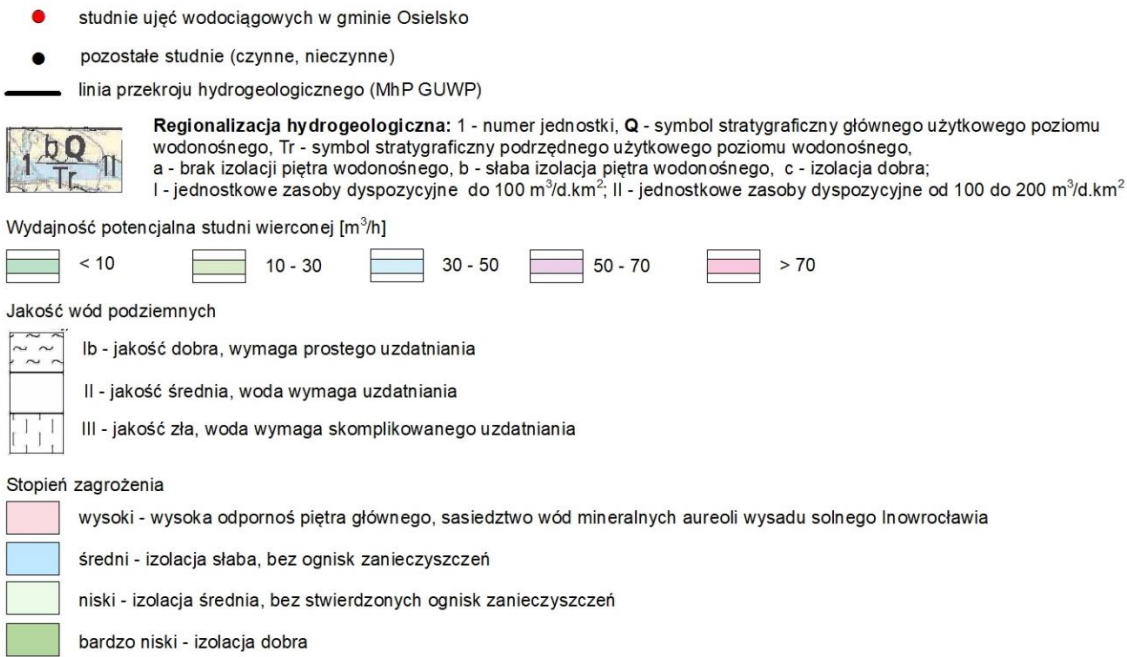
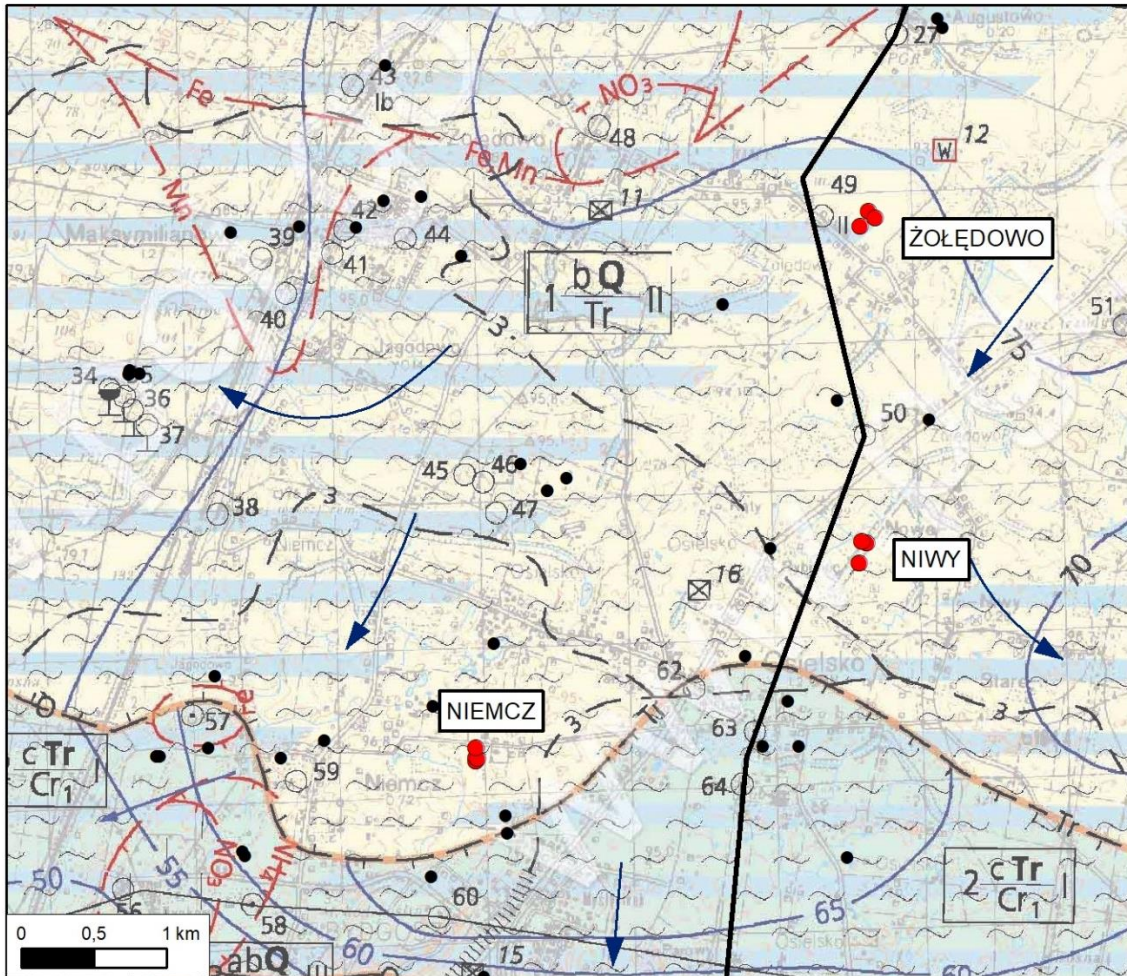
Pod utworami czwartorzędu i trzeciorzędowego zalegają wodonośne osady kredy. Zostały nawiercone i przebadane jedynie w miejscowościach Jagodowo, Słońsk i Janowo. Strukturę wodonośną stanowią na wschód od Wisły margle i wapienie kredy górnej, natomiast na zachód od Wisły piaskowce i piaski kredy dolnej. Głębokość zalegania utworów kredy jest bardzo zróżnicowana - od około 60-70 m na wschód od doliny Wisły do ponad 200 na zachodzie w rejonie Jagodowa. Na wschód od Wisły poziom ten jest głównym poziomem użytkowym. Miąższość poziomu wodonośnego przekracza 40 m. Zwierciadło wody nawiercone na głębokości 50 - 60 m stabilizuje się na głębokości kilku metrów. Użytkowy poziom w utworach trzeciorzędowych (mioceniński) i kredowych jest bardzo dobrze izolowany przez zwarty pokład glin zwałowych i iłów pstrych o łącznej miąższości od 50 m do 100 m.

Tabela 5. Wybrane parametry ujmowanej warstwy wodonośnej

Parametr	S 1	S 2	S 3
Wiek poziomu wodonośnego	Q		
Miąższość warstwy wodonośnej [m]	22,5	31,5	28,2
Głębokość występowania ustabilizowanego zwierciadła wody [m p.p.t.]	25,4	24,2	24,2
Współczynnik filtracji [m/s]	0,0003195	0,0003162	0,0001490
Wydajność eksploatacyjna [m ³ /h]	70,0	80,0	80,0
Depresja [m]	4,0	3,2	6,9
Wydajność jednostkowa [m ³ /h/1mS]	17,5	25,0	11,59
Zasięg leja depresji R [m]	214,50	174,4	260
Miąższość nakładu nieprzepuszczalnego [m]	31,0	26,0	20,0
Przebieg warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	38,0 – 60,5	33,5 – 65,0	25,3 – 53,5

Ujęcie w Żołędowie znajduje się w obrębie wydzielonej na mapie hydrogeologicznej Polski jednostki 1 $\frac{bQ}{Tr}$ II. Jednostka ta obejmuje swym zasięgiem wysoczyznę falistą i płaską moreny dennej położoną na przedpolu rozległego sandru. Główny użytkowy poziom wodonośny wykształcony jest w utworach czwartorzędowych zalegających na głębokości od 15 do 50 m. Pod utworami czwartorzędu występują wodonośne osady trzeciorzędowe. Zwierciadło wody głównego użytkowego poziomu wodonośnego ma charakter naporowy (subarteryjski) i stabilizuje się na rzędnych od 40 na wschodniej krawędzi doliny Wisły do 85 m n.p.m. w północnej części jednostki w rejonie miejscowości Wudzyń i Pruszcz. Przepływ wód tego poziomu następuje w kierunku południowo-zachodnim i wschodnim. Średnia miąższość utworów wodonośnych głównego poziomu użytkowego mieści się w przedziale od 20 do 40 m, wodoprzewodność zmienia się od 200 do 500 m²/d. Wydajności potencjalne studzien mają wartości średnie w przedziale 30 - 50 m³/h, maksymalne 70 – 120 m³/h na północnym-wschodzie. Główny użytkowy poziom wodonośny izolowany jest przez pokrywą glin morenowych o miąższości

od ok. 10 do 20 m. Dominuje średni stopień zagrożenia głównego poziomu wodonośnego. Średni moduł zasobów dyspozycyjnych wynosi $168 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$, a odnawialnych $240 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$ [5].



Rycina 9. Lokalizacja ujęcia na tle mapy hydrogeologicznej Polski [5]

W profilu otworów studziennych ujęcia w Żołędowie stwierdzono występowanie trzech warstw wodonośnych. Pierwsza warstwa o zwierciadle wody znajdującym się pod niewielkim ciśnieniem stabilizuje się na głębokości 4 – 6 m p.p.t. Warstwa ta związana jest z piaskami średnioziarnistymi, mułkowatymi i drobnoziarnistymi występującymi na głębokości od 4 do 9 m p.p.t. Warstwa nie posiada znaczenia użytkowego ze względu na małą miąższość i ograniczone rozprzestrzenienie oraz dużą podatność na zanieczyszczenia z powierzchni terenu. Druga warstwa wodonośna, oddzielona jest od pierwszej mułkami głównie ilastymi, występuje na głębokości 22 – 26,0 m. Warstwa ta wykształcona jest w postaci piasków drobnoziarnistych. Prowadzi wodę nieznacznie naporową, której statyczne zwierciadło występuje na głębokości 20,5 - 21,0 m p.p.t. Ze względu na małą miąższość warstwę pominięto w szczegółowych badaniach ilościowych. Trzecia warstwa wodonośna stwierdzona została na głębokości 35 – 41 m p.p.t. Wykształcona jest ona w postaci piasków od drobnoziarnistych do gruboziarnistych i prowadzi wodę naporową, której statyczne zwierciadło występuje na głębokości ok 24-25 m p.p.t. Druga i trzecia warstwa znajduje się w więzi hydraulicznej. W wyniku próbnego pompowania i późniejszą eksploatacją wskazują na korzystne warunki dopływu wody do otworów. Spływ wód w tej warstwie odbywa się w kierunku południowo – zachodnim, ze spadkiem $I = 0,00328$. Warstwa wodonośna charakteryzuje się dobrymi parametrami hydrogeologicznymi. Współczynnik filtracji wynosi od 0,0001490 do 0,0003195 m/s, wydajność jednostkowa przekracza 20,0 m³/h na 1 m depresji, przewodność wynosi $T = 13,1$ do 31,0 m²/h. Miąższość utworów piaszczystych, piasków drobnych i średnich, budujących warstwę wodonośną wynosi ok. 18 m. Wydajność eksploatacyjne otworów studziennych wynoszą od 60 do 70 m³/h przy depresji s od 3,2 do 4,2 m. Zwierciadło wód podziemnych, o charakterze napiętym, stabilizowało się na rzędnej ok. 70 m n.p.m.

7. Obszar zasilania ujęcia

7.1. Wyznaczenie obszaru spływu wód do ujęcia

Wyznaczenie obszaru spływu wody do ujęcia (OSW) jest podstawowym elementem warunkującym zakres przestrzenny prowadzenia analizy ryzyka. Ponadto, jest niezbędnym elementem przy wyznaczeniu terenu ochrony pośredniej (TOP), ponieważ teren ten zgodnie z ogólnie przyjętą metodyką wyznacza się w granicach obszaru spływu wód do ujęcia lub też ograniczając jego zasięg za pomocą izochrony 25-letniego czasu dopływu.

Wybór metodyki wyznaczenia obszaru spływu wody do ujęcia lub też do jego poszczególnych studni zależy od stopnia złożoności warunków hydrodynamicznych panujących w rejonie ujęcia, w tym ich rozpoznania, od wielkości poboru wody na ujęciu, a także intensywności eksploatacji wód podziemnych w jego rejonie. W przypadku małych ujęć, jedno lub kilkuotworowych, o poborze nie przekraczającym 50 m³/h, lub też gdy studnie ujęcia znajdują się stosunkowo daleko od siebie, a ich praca nie ma wpływu na siebie lub ten wpływ jest niewielki, do poprawnego wyznaczenia OSW wystarczą metody analityczne. Przybliżony kształt obszaru spływu wód do ujęcia uzyskany za pomocą metod analitycznych należy, szczególnie w przypadku zlewni wyżynnych czy górskich, zmodyfikować w oparciu o dostępne informacje geologiczne, a także o analizę morfologii terenu.

Jedną z powszechnie stosowanych metod analitycznych jest metoda Wyslinga (1979). Polega na obliczeniu charakterystycznych wymiarów obszaru spływu wody: maksymalnej szerokości OSW (B), szerokości OSW na prostej prostopadłej do linii neutralnej spływu na wysokości ujęcia (B'), położenia punktu neutralnego (x_0), znajdującego się na neutralnej linii prądu, w dół strumienia wód podziemnych, a także odległości (L_u) punktu charakterystycznego położonego w górę strumienia wód na kierunku ich dopływu do studni przy założeniu czasu (t) dopływu wody do studni.

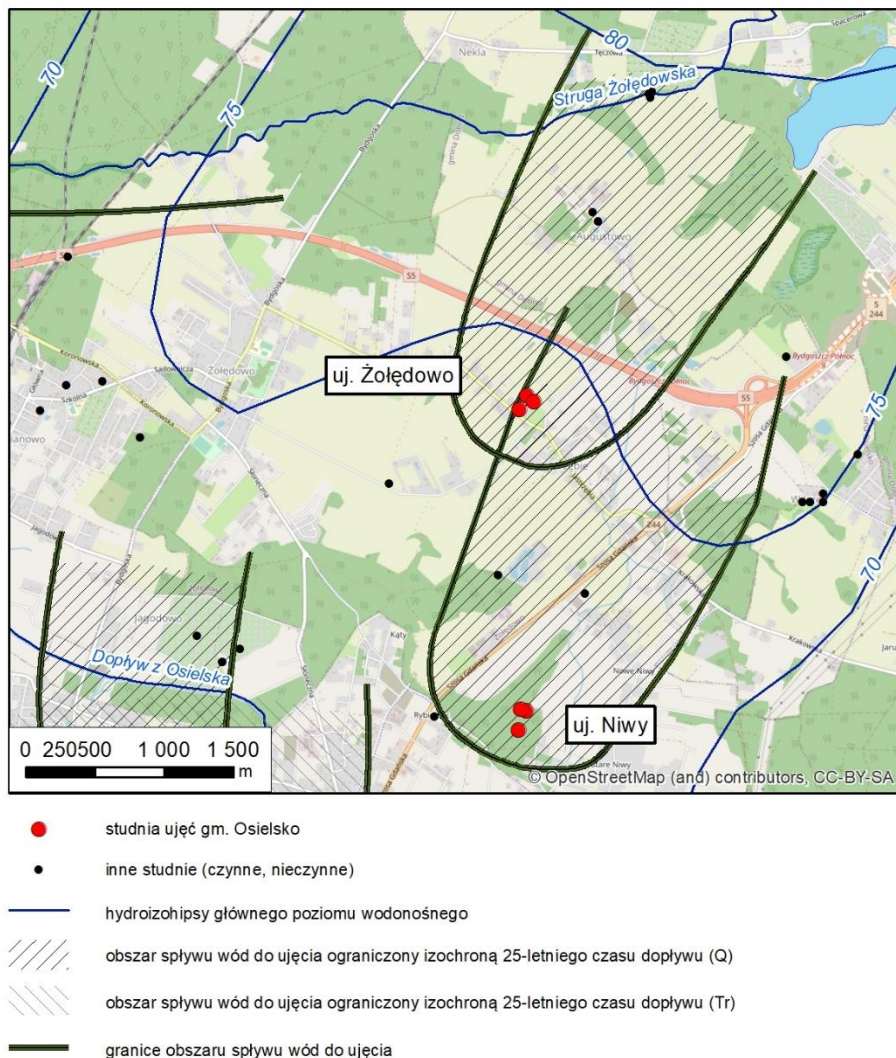
W niniejszym opracowaniu obszar spływu wody do ujęcia wyznaczono w oparciu o mapę hydroizohips przedstawioną dla potrzeb MhP GUPW [5], zweryfikowaną o aktualne położenie poziomu wód podziemnych. Obszar spływu wód określono wspólnie dla studni S 1, S 2, S 3 ujmujących czwartorzędowe piętro wodonośne. Miąższość czwartorzędowej warstwy wodonośnej (m) wynosi ok. 22 - 31 m, współczynnik filtracji warstwy wodonośnej mieści się w przedziale $k = 1,5 - 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ (średnio $2,6 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$), porowatość efektywna utworów budujących warstwę wodonośną wynosi ok $n_e = 0,2$. Obszar spływu wód do ujęcia obliczono dla poboru w wysokości maksymalnej wartości godzinowej przyznanej pozwoleniem wodnoprawnym, co pozwala na określenie bezpiecznego, szerokiego zakresu wpływu ujęcia na środowisko gruntowo-wodne. W rzeczywistości, przy aktualnej pracy ujęcia obszar spływu wód do niego jest mniejszy.

Obliczenia wykonano zgodnie z poniższymi wzorami:

Maksymalna szerokość OSW (B)	$B = \frac{Q}{kmI}$	B = 2 245 m
Szerokość OSW na wysokości ujęcia (B')	$B' = \frac{1}{2}B$	B' = 1 123 m
Odległość punktu neutralnego x_0 od ujęcia	$x_0 = \frac{Q}{2\pi kmI}$	$x_0 = 357 \text{ m}$
Teoretyczna odległość L_u (t = 25 lat)	$L_u = \frac{L + \sqrt{L^2 + L8x_0}}{2}$	$L_u = 2 600 \text{ m}$

Zbliżoną wielkość obszaru spływu do ujęcia określono w dodatku do dokumentacji [3]. Obszar zasobowy wydziela się z obszaru spływu wód do ujęcia według założenia, że w obszarze tym ma kształtować się około 50 – 70% zasobów eksploatacyjnych. Zasięg obszaru zasobowego określa umownie granica obszaru wpływu ujęcia lub co najmniej izochrona 25 - letniego przepływu wody podziemnej, gdy granica obszaru spływu wody sięga poza tę granicę. Przy założeniu, że w obszarze zasobowym, powstaje 60% wielkości zasobów ujęcia, powierzchnia obszaru zasobowego wyniesie: $F_{zas} = \frac{0,6Q_h}{M_z} = 6,7 \text{ km}^2$. Granice obszaru spływu do ujęcia i obszaru zasobowego przedstawiono na rycinie 10. W obszarze zasobowym dokumentowanego ujęcia nie ma żadnych czynnych ujęć wód podziemnych. Istniejąca na terenie Zakładu Rolnego w Augustowie, studnia jest nieczynna od wielu lat (nowy właściciel nie wie od kiedy), a zakład zaopatruje się w wodę z wodociągu komunalnego (ujęcia w Żołędowie). Natomiast firma Wesstron, posiada studnię o głębokości 11,0 m, którą włączono do eksploatacji w końcu czerwca 2014 r. Eksploatacja studni nie ma wpływu na reżim

hydrodynamiczny ujętej w Żołędowie warstwy wodonośnej. Nie przewiduje się też zmian jakości pobieranej wody, sposobu i intensywności zasilania, kierunków i prędkości prze pływu, co potwierdzają obserwacje prowadzone podczas eksploatacji ujęcia.



Rycina 10. Obszar spływu wód do ujęcia

7.2. Naturalna podatność poziomu wodonośnego na zanieczyszczenia w rejonie OSW ujęcia

W procesie wyznaczenia strefy ochronnej dla ujęcia wód podziemnych, oprócz określenia obszaru spływu wody do ujęcia niezwykle istotna jest ocena naturalnej podatności ujętej warstwy wodonośnej na zanieczyszczenie. Ocenę tę na potrzeby analizy ryzyka przeprowadza się w oparciu o dostępne materiały archiwalne, w tym w szczególności mapę głównego użytkowego poziomu wodonośnego, mapę geologiczną Polski, mapę litogenetyczną Polski oraz mapę geośrodowiskową. Wszystkie te opracowania należą do opracowań seryjnych, wykonanych w skali 1 : 50 000, przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, w cięciu arkuszowym, w różnych

latach. Dodatkowo na potrzeby niniejszego opracowania przeanalizowano dostępne przekroje geologiczne, hydrogeologiczne oraz profile otworów znajdujących się w obszarze spływu wód do ujęcia. Dla otworów studziennych policzono dodatkowo czas pionowego przesączania wody. Obliczenia wykonano w oparciu o metodykę przedstawioną przez Macioszczyka (1999) [22]. W metodzie tej czas pionowej migracji zanieczyszczeń konserwatywnych (równoznaczny z czasem przepływu wody z powierzchni terenu do warstwy wodonośnej) jest traktowany jako suma czasu przesączania przez strefę aeracji i czasu przesiąkania przez nadkład słaboprzepuszczalny. Metoda ta jest modyfikacją metody Bindemana, a obliczenia dla warstwy aeracji prowadzone są zgodnie ze wzorem:

$$t_a = \frac{m_a * w_0}{\sqrt[3]{\omega^2 * k'}}$$

gdzie:

t_a – czas przesączania pionowego przez strefę aeracji [d],

m_a – miąższość strefy aeracji [m],

w_0 – wilgotność objętościowa [-]

ω – roczna infiltracja efektywna [m/d],

k' – współczynnik pionowej filtracji strefy aeracji [m/d].

Czas migracji wód przez strefę saturacji liczony jest natomiast wzorem (Macioszczyk, 1999):

$$t_s = \frac{m'}{\Delta H} * \sum \frac{m' * n_{oi}}{k'_i}$$

gdzie:

t_s – czas przesiąkania przez strefę saturacji [d],

m' – miąższość warstwy rozdzielającej [m],

ΔH – różnica naporów pomiędzy warstwami wodonośnymi [m],

m'_i – miąższość kolejnego przewarstwienia w obrębie warstwy rozdzielającej [m],

n_{oi} – porowatość efektywna utworów kolejnego przewarstwienia w obrębie warstwy rozdzielającej [-]

k'_i – współczynnik pionowej filtracji kolejnego przewarstwienia w obrębie warstwy rozdzielającej [m/d].

Miąższość poszczególnych warstw litologicznych oraz dane o położeniu zwierciadeł wody analizowanych poziomach wodonośnych pozyskano z kart otworów studziennych. Pozostałe wartości parametrów obliczeniowych przyjęto na podstawie danych literaturowych [23], [24], [25]. Wielkość rocznej infiltracji efektywnej opadów policzono przyjmując średni opad roczny w wysokości 538 mm/rok (IMiGW). Obliczony sumaryczny czas dopływu zanieczyszczenia przez strefę aeracji i saturacji dla poszczególnych studni jest następujący:

- dla studni S 1 czas ten wynosi powyżej 62 lat,
- dla studni S 2 czas ten wynosi powyżej 98 lat,
- dla studni S 3 czas ten wynosi powyżej 175 lat.

Ujmowana, czwartorzędowa warstwa wodonośna chroniona jest przed dopływem zanieczyszczeń z powierzchni terenu warstwą glin pylastych, glin zwartych, glin zwałowych oraz itów o sumarycznej miąższości ok. 18 - 25 m. Obliczone czasy przesączania wskazują, że zgodnie z kategoryzacją parametru podatności na zagrożenia przedstawioną przez Tchórzewską-Cieślak [17] podatność warstwy wodonośnej w rejonie ujęcia generalnie jest bardzo mała. Według *Mapy hydrogeologicznej Polski 1 : 50 000* stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego (GUPW) [5] w rejonie ujęcia w Żołędowie jest niski. Izolacja warstwy wodonośnej jest określana jako średnia, brak jest natomiast potencjalnych ognisk zanieczyszczeń.

Podobne czasy dopływu zanieczyszczeń do warstwy wodonośnej obliczono w dokumentacji hydrogeologicznej dla ujęcia [1].

Podsumowując, naturalna ochrona dla wód ujmowanego pietra wodonośnego jest uzależniona od występowania w profilu utworów niespoistych czwartorzędu, głównie glin. Obliczone czasy przesączania wód do poziomu wodonośnego mieszczą się w przedziale od 27 do 32 lat. Biorąc pod uwagę obliczony czas przesączania się wód do ujmowanego poziomu wodonośnego, własności sorpcyjne nadkładu, a także układ ciśnień w poszczególnych warstwach wodonośnych, w chwili obecnej można uznać, że naturalna podatność obu poziomów wodonośnych na zanieczyszczenie w rejonie ujmowanych studni i w rejonie obszarów spływu wód do nich jest wystarczająca do zapewnienia prawidłowej ochrony ujmowanych wód.

Wniosek: zgodnie z aktualnie obowiązującymi przepisami nie ma konieczności wyznaczenia terenu ochrony pośredniej.

7.3. Zagospodarowanie przestrzenne i sposób użytkowania terenu

Ogólna charakterystyka gospodarcza gminy

Osielsko to średniej wielkości gmina o charakterze wiejskim położona w zachodniej części województwa kujawsko-pomorskiego. Powierzchnia gminy to ok. 101,7 km², podzielone między siedem sołectw: Bożenkowo, Jaruzyn, Maksymilianowo, Niemcz, Niwy-Wilcze, Osielsko, Żołędowo. Gminę zamieszkuje 14 771 osób (2019), co daje gęstość zaludnienia na poziomie 131 os/km². Siedzibą władz gminy jest Osielsko. Wzrost liczby ludności w stosunku do roku 2014 wyniósł ok. 2000 osób (15%). Sieć osadnicza gminy liczy tylko 12 miejscowości. Charakter zabudowy gminy jest specyficzny, typowy dla zurbanizowanych obszarów podmiejskich. Zabudowa skupia się w starych częściach miejscowości oraz ich sąsiedztwa, jak i w realizacji dużych osiedli nowej zabudowy mieszkaniowej, realizowanych często w pewnym oddaleniu od zasadniczej zabudowy danej miejscowości i niewykazującej silnych związków z centralną częścią tej zabudowy. W tego typu zabudowie zamieszkuje ludność migrująca do obszarów podmiejskich a osiedla takie cechuje bardzo

dynamiczny wzrost liczby mieszkańców. Są to osiedla o charakterze sypialnianym, których mieszkańcy są związani z Bydgoszczą, w której pracują, uczą się, załatwiają potrzeby w zakresie handlu, usług i rekreacji. Właśnie ta forma zagospodarowania jest na terenie gminy najbardziej widocznym efektem procesu suburbanizacji. Miejscowości, w których znajdują się tego typu osiedla nie wykazują integralności wewnętrznej, a ich stare, historyczne centra nie pełnią istotnych funkcji usługowych dla „nowych” mieszkańców. W największych miejscowościach duża jest także liczba mieszkańców w zabudowie rozciągającej się wzdłuż dróg – powoduje to dużą rozciągłość przestrzenną zabudowy.

Powierzchnia użytków rolnych wynosi ok. 3 053 ha, z czego 83% to grunty orne. Na terenie gminy jest ok. 370 gospodarstw rolnych. Ich powierzchnia przeważnie nie przekracza 1 ha. W rolnictwie, leśnictwie zatrudnionych jest 16,7% aktywnych zawodowo mieszkańców gminy. Gleby na terenie gminy ocenia się jako słabej jakości. Są to przeważnie gleby brunatne wyługowane, kwaśne i płowe oraz gleby pseudobielicowe. Zaledwie 9,7% gleb należy do klasy bonitacyjnej III i wyższej, przy czym gleby klasy I nie występują w ogóle. Stosunkowo niewielką powierzchnię zajmują tereny użytków zielonych. Występują one wzdłuż cieków, w niewielkich podmokłych zagłębieniach. Nie tworzą one zwartych powierzchni. Ponad 60% powierzchni gminy zajmują lasy. Zarząd nad nimi sprawuje Nadleśnictwo Żołądowo oraz Nadleśnictwo Różanna. Dominują siedliska borowe. Podstawowym gatunkiem jest sosna pospolita. Oprócz tego występują dęby i brzozy. Znaczna część lasów na terenie gminy pełni funkcje ochronne.

Według danych Głównego Urzędu Statystycznego, stan na 31 grudnia 2019 roku, na terenie gminy zarejestrowanych było 2 834 podmiotów gospodarczych, z tego ok. 80% to osoby fizyczne prowadzące działalność gospodarczą. Dominujące rodzaje działalności gospodarczej to: handel, budownictwo, transport drogowy, przemysł i budownictwo. Na terenie gminy zarejestrowanych jest siedem przedsiębiorstw zatrudniających powyżej 50 pracowników.

Struktura branżowa zarejestrowanych na terenie gminy podmiotów nie jest typowa, podobnie jak bardzo nietypowy jest stan rozwoju poszczególnych działalności. W roku 2013 przeciętnie na obszarach wiejskich województwa, podmioty działające w usługach stanowiły prawie 67% wszystkich, podmioty działające w przemyśle i budownictwie – ponad 26%, a podmioty działające w rolnictwie i leśnictwie – nieco ponad 7%. W gminie Osielesko pierwsza grupa stanowiła aż 81% ogółu, a druga – ponad 17%, trzecia – zaledwie nieco ponad 1%

W 2019 roku z instalacji wodociągowej korzystało 99,4% mieszkańców gminy, z kanalizacyjnej – ok. 50%. W gminie sukcesywnie trwa rozbudowa sieci wodociągowej oraz kanalizacyjnej (przyłącza do nowych inwestycji). Woda dostarczana jest na potrzeby mieszkańców gminy za pomocą stacji uzdatniania wody w Żołądowie, Niemczu, Niwach i Bożenkowie. Dodatkowo na terenie gminy działa kilkadziesiąt ujęć zakładowych. Długość wodociągowej sieci rozdzielczej wynosi 199,7 km. Długość kanalizacyjnej sieci rozdzielczej to niespełna 37 km. Ścieki z terenu gminy oczyszczane są w oczyszczalni ścieków w Bydgoszczy-Fordonie. Wiele gospodarstw w gminie posiada również przydomowe oczyszczalnie ścieków. W ramach nadzorowania prawidłowej gospodarki ściekowej na terenach nieskanalizowanych prowadzona jest ewidencja i kontrola zbiorników bezodpływowych, m.in. częstotliwość wywozu nieczystości z szamb, zgodnie z ustawą o utrzymaniu czystości i porządku w gminach. Do właścicieli nieruchomości położonych na terenach skanalizowanych wysyłane są pisma przypominające o obowiązku podłączenia nieruchomości do istniejącej sieci kanalizacyjnej.

Przeprowadzone kontrole wykazały, że w większości szamba są szczelne, a częstotliwość wywozu nie powoduje ich przepętniania. W trakcie kontroli pouczano o właściwym zabezpieczeniu, zachowaniu odległości oraz opróżnianiu zbiorników z nieczystości ciekłych z częstotliwością gwarantującą zabezpieczenie ich przed przepętnieniem.

Podstawą prawną regulującą gospodarowanie odpadami na terenie województwa kujawsko-pomorskiego jest *Plan Gospodarki Odpadami dla Województwa Kujawsko-Pomorskiego na lata 2016 – 2022 z perspektywą na lata 2023 – 2028*, jest to jeden z elementów służących do osiągnięcia celów założonych w polityce ekologicznej państwa oraz wypełnienie wymogu ustawowego wyrażonego w nowej ustawie o odpadach. Obowiązująca ustawa o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 r. (t.j. Dz. U. z 2018 r., poz. 21 poz. 992, ze zm.) zniósła obowiązek opracowywania gminnych i powiatowych planów gospodarki odpadami. Gmina Osielsko należy do Regionu Bydgosko-Toruńskiego (projektowany region Zachodni). Odpady komunalne przeznaczone do składowania z terenu gminy przewożone są do regionalnej instalacji do mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych i wydzielenia ze zmieszanych odpadów komunalnych frakcji nadających się w całości lub w części do odzysku CORIMP, PRONATURA i REMONDIS znajdujących się w Bydgoszczy. Składowisko odpadów komunalnych w Żołądowie zostało zamknięte w 2017 roku i obecnie podlega procesom rekultywacyjnym.

Przez gminę przebiega droga krajowa nr 5 łącząca Trójmiasto oraz aglomerację: bydgoską, poznańską, wrocławską i wałbrzyską. Swój bieg kończy na granicy z Czechami w Lubawce (powiat kamiennogórski).

Gmina Osielsko w latach 1980 - 1990 była miejscem badań mających na celu identyfikację zasobów surowcowych. Na terenie gminy, w okolicy miejscowości Żołądowo, Jastrzębie, Wilcz, Niwy i Smukały stwierdzono występowanie piasków eolicznych. Utwory te znajdujące się w już nieczynnych dzikich piaskowniach oceniono negatywnie do eksploatacji. Na południe od Jaruzyna stwierdzono pospółkę. Ponadto w okolicy Bożenkowa zinventaryzowano dwa złoża: złożo torfów (złożo Bożenkowo I), o powierzchni ok. 1,14 ha oraz złożo kruszywa naturalnego (piasków) (złożo Bożenkowo II) o powierzchni 1,66 ha. Złożo położone jest w południowej części gminy, wśród terenów leśnych, w strefie ochrony pośredniej wewnętrznej ujęcia wody Czyżkówko. Zasoby bilansowe wynoszą 81 tys. m³. Na terenie gminy nie wyznaczono terenów górniczych ani obszarów górniczych. Obecnie na terenie gminy nie prowadzi się koncesjonowanego wydobycia kopalin.

Zagospodarowanie terenu bezpośrednio w rejonie ujęcia

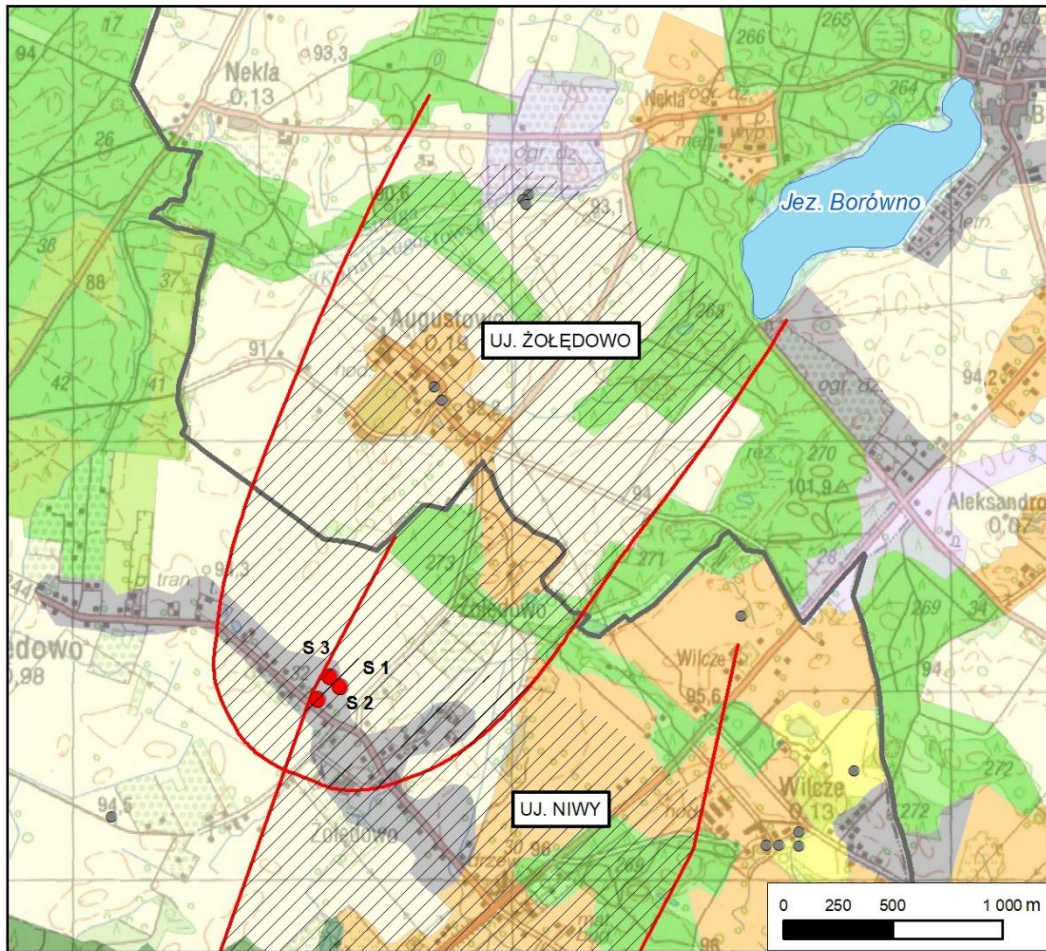
Aktualny sposób wykorzystania terenu w rejonie ujęcia w oparciu o projekt Corine Land Cover (CLC) przedstawiono na rycinie 11. Projekt CLC 2018 realizowany był w ramach europejskiego programu monitorowania Ziemi - Copernicus Land Monitoring. Podstawowym celem projektu było wykazanie zmian pokrycia terenu/użytkowania ziemi jakie zaszły w latach 2012-2018 i budowa jednolitej bazy danych o sposobie pokrycia terenu. Prace nad projektem koordynowane były przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Do opracowania bazy danych wykorzystano mapy satelitarne

wykonane w 2011, 2012 oraz 2017 roku. Ujęcie znajduje się na terenie zabudowanym, natomiast obszar spływu wód to tereny wykorzystywane rolniczo oraz tereny lasów, łąk.

Obszar spływu wód do ujęcia znajduje się na terenie dwóch gmin: Osielsko i Dobrcz. Zgodnie ze studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Osielsko uchwalonego uchwałą nr X/99/2015 Rady Gminy Osielsko z dnia 17 listopada 2015 roku w południowej części obszaru spływu wód do studni ujęcia dominują tereny rolne ze wskazaniem docelowego przeznaczenia na terenie zabudowy oraz tereny wykorzystywane pod zabudowę mieszkaniową. Centralna i północna część obszaru spływu wód do ujęcia znajduje się w obrębie gminy Dobrcz i objęta jest studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Dobrcz uchwalonego uchwałą nr XXX/2021 Rady Gminy Dobrcz z dnia 23 marca 2021 roku. W sposobie wykorzystania terenu dominują tereny rolne z możliwością przekształcenia w tereny zabudowane. Zgodnie z kierunkami rozwoju przedstawionymi w studium nie przewiduje się znaczących zmian w sposobie zagospodarowania tego terenu.

Na terenie ujęcia oraz obszaru spływu wód do niego nie są zlokalizowane obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody NATURA 2000.

W rejonie ujęcia oraz obszaru spływu wód do niego nie ma wyznaczonych terenów górniczych. W rejonie tym nie zidentyfikowano też obszarów zagrożonych wystąpieniem osuwisk. W rejonie ujęcia oraz jego obszaru spływu nie ma zlokalizowanych obiektów uzdrowiskowych ani sanatoryjnych podlegających przepisom ustawy o uzdrowiskach i lecznictwie uzdrowiskowym.



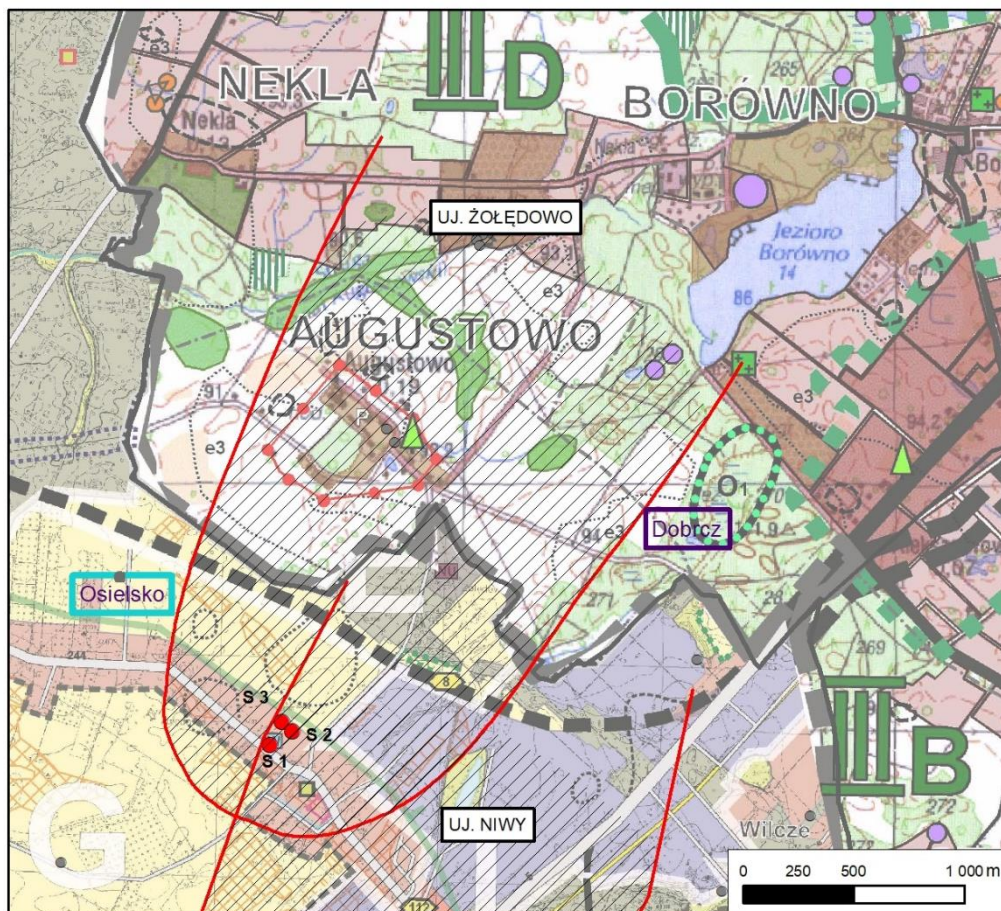
- studnie ujęcia wodociągowego
- pozostałe otwory eksploatacyjne oraz badawcze
- obszar spływu wód do ujęcia dla studni ujmujących czwartorzędowe piętro wodonośne
- ▨ obszar spływu wód do ujęcia ograniczony izochroną 25-letniego czasu dopływu (Q)

Zagospodarowanie terenu według Corine Land Cover 2018

"Projekt Corine Land Cover 2018 w Polsce został zrealizowany przez Instytut Geodezji i Kartografii i sfinansowany ze środków Unii Europejskiej.
Źródło: www.clc.gios.gov.pl."

- Zabudowa miejska luźna
- Tereny przemysłowe i handlowe
- Grunty orne
- Łąki i pastwiska
- Złożone systemy upraw i działek
- Tereny rolnicze z roślinnością naturalną
- Lasy liściaste
- Lasy iglaste
- Lasy mieszane
- Lasy i roślinność krzewiasta
- Bagna
- Zbiorniki wodne

Rycina 11. Sposób zagospodarowania terenu w obszarze spływu wód do ujęcia według Corine Land Cover



- studnie ujęcia wodociągowego
- pozostałe otwory eksploatacyjne oraz badawcze
- obszar spływu wód do ujęcia dla studni ujmujących czwartorzędowe piętro wodonośne
- ▨ obszar spływu wód do ujęcia ograniczony izochroną 25-letniego czasu dopływu (Q)

KIERUNKI ZMIAN W PRZEZNACZENIU TERENÓW

- tereny zabudowy mieszkaniowej oraz mieszkaniowej z towarzyszącymi i nieuciążliwymi usługami
- tereny zabudowy o funkcjach gospodarczych
- tereny zabudowy o funkcjach usługowych
- tereny rodzinnych ogrodów działkowych
- tereny lasów
- tereny rolne
- tereny rolne, ze wskazaniem docelowego przekształcenia na cel zabudowy
- tereny rolne - ze wskazaniem zalesień jako równorzędnej alternatywnej formy zagospodarowania
- tereny zieleni o dużym lokalnym znaczeniu ekologicznym

OBSZARY ZABUDOWY WSI

- tereny zainwestowania
- tereny dla których należy sporządzić miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego
- tereny potencjalne dla sporządzenia miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego

Rycina 12. Sposób zagospodarowania terenu w obszarze spływu wód do ujęcia – studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania

7.4. Ustalenia wynikające z planu gospodarowania wodami

Plan gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły został stworzony w ramach wytycznych Ramowej Dyrektywy Wodnej, która weszła w życie 22 grudnia 2000 roku. Jej najważniejszym przesłaniem jest ochrona zasobów wodnych dla przyszłych pokoleń. Wprowadza ona zintegrowaną politykę wodną mającą na celu zapewnienie ludziom dostępu do czystej wody pitnej po rozsądnej cenie, która umożliwi rozwój gospodarczy i społeczny przy równoczesnym poszanowaniu potrzeb środowiska. Głównym celem RDW jest osiągnięcie dobrego stanu wszystkich części wód, poprzez określenie i wdrożenie koniecznych działań w ramach zintegrowanych programów, które powinny opierać się na pracach prowadzonych w podziale na dorzecza. Plany gospodarowania wodami są narzędziem planistycznym, które ma usprawnić proces osiągania celów środowiskowych. Stanowią one podstawę do podejmowania decyzji mających wpływ na stan zasobów wodnych oraz zasady gospodarowania wodami w przyszłości i powinny zostać uwzględnione w dokumentach planistycznych na poziomie lokalnym, regionalnym i krajowym. Plan dla obszaru Dorzecza Wisły przyjęto uchwałą Rady Ministrów z dnia 22 lutego 2011 roku (M.P. z dnia 21.06.2011 r., nr 49, poz. 549).

Jednolite Części Wód Podziemnych

Rejon ujęcia oraz jego obszaru spływu wód znajduje się w jednolitej części wód podziemnych o numerze 36. Około 61% jej powierzchni zajmują obszary rolne, około 35% obszary leśne i zielone, niespełna 2% to obszary antropogeniczne. Pozostałe tereny to tereny obszarów podmokłych i wodnych. Występują tu trzy piętra wodonośne: czwartorzędowe, neogeńsko-paleogeńskie oraz kredowe. Piętro kredowe ma charakter porowo-szczelinowy, pozostałe piętra mają charakter porowy. Rozprzestrzenienie i zasięg poziomów są zmienne. Piętro czwartorzędowe dzieli się na trzy poziomy wodonośne: międzyglinowy górny, międzyglinowy środkowy, międzyglinowy dolny. Schemat krążenia wody i drenażu jest dosyć skomplikowany. Poziom międzyglinowy górny drenowany jest przez wody powierzchniowe (układ lokalny). Poziom międzyglinowy środkowy drenowany jest w rejonach wciętych dolin rzek oraz przez odpływ do poziomów głębszych. Poziom międzyglinowy dolny drenowany jest głównie poprzez Brdę. Lokalnie poziom drenowany jest przez piętro trzeciorzędowe. W obrazie hydroizohips zaznacza się silny drenujący charakter rzeki Brdy na odcinku od Przechlewa do Bydgoszczy. Poziom neogeński zasilany jest z przesączania pionowego z poziomów wodonośnych czwartorzędu, ponadto duży udział w zasilaniu ma dopływ zewnętrzny z poza zlewni. Poziom kredowy zasilany jest na drodze przesączania wód z poziomu neogeńskiego i poprzez dopływ boczny spoza zlewni. JCWPd leży w obrębie obszaru tranzytowego wód kredowych, regionalny kierunek ich odpływu odbywa się z kierunku zachodniego i północnego do doliny Noteci i Wisły. Doliny tych rzek stanowią główne bazy drenażu. Drenujący charakter Brdy w rejonie Bydgoszczy został zniwelowany z uwagi na duży pobór wód podziemnych. Intensywna eksploatacja doprowadziła do wytworzenia leja depresji o głębokości rzędu 30 m w centrum ujęcia i zasięgu znacznie przekraczającym granice zlewni rzeki Brdy. Bezpośrednio w JCWPd 36 nie występują leje depresji. Brak jest objawów ingresji lub ascenzji wód słonych do wód podziemnych.

Według bazy danych Prowadzonej przez Państwową Służbę Hydrogeologiczną (PSH) zasoby dyspozycyjne obszaru bilansowego G-6 o powierzchni 4829 km² wynoszą 543 120 m³/d (stan na 2020 rok). Zasoby perspektywiczne nie zostały określone. Pobór na ujęciu w Żołędowie według pozwolenia wodnoprawnego nie przekroczy 1 280 m³/d. Stanowi to 0,23% zasobów dyspozycyjnych obszaru. Ujęcie działa od wielu lat, zatem rozbiór wody na ujęciu został przewidziany w opracowanych zasobach dyspozycyjnych. Praca ujęcia nie będzie miała negatywnego wpływu na zasoby wód podziemnych w tym rejonie. Praca ujęcia nie będzie miała negatywnego wpływu na cele środowiskowe jakie powinny zostać osiągnięte w jednolitej części wód podziemnych.

Jednolitej Części Wód Powierzchniowych

Rejon ujęcia Żołędowo oraz jego obszaru spływu wód znajduje się w zasięgu jednolitej części wód powierzchniowych Kotomierzycza (RW20001729295929) znajdującej się w regionie wodnym Dolnej Wisły. Jest to jednolita część wód o statusie naturalnej części wód. Potencjał ekologiczny określono jako umiarkowany. Stan chemiczny jest dobry. Na skutek pracy ujęcia nie nastąpi wpływ na cele środowiskowe dla jednolitej części. Prowadzona eksploatacja wód podziemnych nie ma wpływu na wody powierzchniowe.

7.5. Przynależność do Głównych Zbiorników Wód Podziemnych

Główne zbiorniki wód podziemnych to struktury geologiczne lub ich fragmenty wykazujące w skali regionów hydrogeologicznych najwyższą wodonośność i zasobność, stanowiące obecnie lub mogące stać się w przyszłości podstawowym źródłem zaopatrzenia w wodę mieszkańców. Główne zbiorniki wód podziemnych muszą spełniać następujące wymagania: wydajność potencjalna otworu studziennego powyżej 70 m³/h, wydajność ujęcia powyżej 10 000 m³/d, wodoprzewodność warstwy wodonośnej wyższa niż 10 m²/h, jakość wody wskazuje na to, że nadaje się ona do spożycia w stanie surowym lub po ewentualnym prostym uzdatnieniu. W obszarach deficytowych w wodę kryteria ilościowe mogą być znacznie niższe, lecz wyróżniające zbiornik na tle ogólnie mniej korzystnych warunków hydrogeologicznych. Wydzielone główne zbiorniki wód podziemnych wymagają szczególnej ochrony stanu chemicznego i ilościowego wód podziemnych oraz odpowiedzialnego zarządzania zasobami, z zachowaniem priorytetu dla zbiorowego zaopatrzenia w wodę do spożycia i zaspokojenia niezbędnych potrzeb przyrodniczych i gospodarczych. Obszary o najwyższej zasobności w wodę i potencjalnej wysokiej wodonośności nie są bezpośrednio powiązane z jednolitymi częściami wód podziemnych (JCWPd) ani zlewniowym układem krążenia wód podziemnych. Wydzielono je w oparciu o kryterium możliwości wykorzystania do zaopatrzenia ludności w wodę, tam, gdzie miąższość i parametry warstw wodonośnych zapewniają największe zasoby wód, które mogą być eksploatowane i zagospodarowane bez szkody dla środowiska. Wskazania ochronne, są indywidualnie ustalane dla każdego ze zbiorników i powinny uwzględniać powszechnie obowiązujące programy działań ochrony wód podziemnych zgodne z celami Ramowej Dyrektywy Wodnej i wynikające z krajowych przepisów prawnych.

Rejon ujęcia w m. Żołędowo znajduje się w granicach wyznaczonego w latach 90-tych poprzedniego stulecia przez Kleczkowskiego Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 140 – Subzbiornik

Bydgoszcz. Zasoby eksploatacyjne zbiornika zostały udokumentowane szacunkowo dla piętra kredowego zalegającego na średniej głębokości 180 m. Praca ujęcia ze względu na fakt, że związana jest z eksploatacją piętra czwartorzędowego nie będzie miała wpływu na stan ilościowy i jakościowy wód podziemnych zbiornika. Przyszłe ewentualne wprowadzenie obostrzeń związanych z ochroną wód podziemnych w granicach zbiornika będzie miało jednocześnie wpływ na ochronę wód ujęcia.

7.6. Ustalenia wynikające z Planu Zarządzania Ryzykiem Powodziowym (PZRP)

Plany zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy zostały przyjęte przez Radę Ministrów w formie rozporządzeń Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie przyjęcia planów zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy Odry, Wisły oraz Pregoty. Plany te powstały zgodnie z zaleceniami dyrektywy 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 roku w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim (Dyrektywa Powodziowa) [27] i wymagają m.in. przygotowania planów zarządzania ryzykiem powodziowym.

Głównym celem PZRP jest ograniczenie potencjalnych negatywnych skutków powodzi dla życia i zdrowia ludzi, środowiska, dziedzictwa kulturowego oraz działalności gospodarczej, poprzez realizację działań służących minimalizacji zidentyfikowanych zagrożeń. Działania te prowadzić będą m.in. do obniżenia strat powodziowych. W ramach PZRP zaplanowano prowadzenie monitoringu stanu realizacji działań pozwalającego na ocenę osiągnięcia przyjętych celów zarządzania ryzykiem powodziowym w wyznaczonym terminie oraz pozwalającego na wskazanie ewentualnych przyczyn opóźnienia w realizacji działań i tym samym zidentyfikowanie ryzyka nieosiągnięcia celów i zaplanowanie działań zaradczych.

Plany Zarządzania Ryzykiem Powodziowym realizowane są przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowy Instytut Badawczy – Centra Modelowania Powodzi i Suszy w Gdyni, Poznaniu, Krakowie, Wrocławiu, które przygotowały mapy zagrożenia powodziowego (MZP) oraz mapy ryzyka powodziowego (MRP) dla obszaru Polski. Mapy te zostały udostępnione w ramach projektu ISOK - Informatyczny System Osłony Kraju przed nadzwyczajnymi zagrożeniami. Dla obszarów narażonych na niebezpieczeństwo powodzi wyznaczonych we wstępnej ocenie ryzyka powodziowego zidentyfikowano m.in. obszary, gdzie prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest wysokie i wynosi raz na 10 lat (Q10%) oraz obszary, gdzie prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest średnie i wynosi raz na 100 lat (Q1%). Obszary zagrożenia powodziowego przedstawione na powyższych mapach uzyskano w wyniku modelowania hydraulicznego w oparciu m.in. o szczegółowe modele powierzchni terenu oraz dane hydrologiczne z wielolecia. Zatem obszary, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi wynosi 10% zostały wyznaczone na podstawie danych o maksymalnym przepływie wody i prawdopodobieństwie jego wystąpienia wynoszącym 10%. Jednocześnie należy pamiętać, że prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi wynoszące 10% oznacza, że odpowiednie natężenie przepływu pojawi się w przekroju wodowskazowym jeden raz w ciągu 10 lat, ale nie jeden raz co 10 lat. Analogicznie sytuacja ma miejsce dla prawdopodobieństwa pojawienia się powodzi raz na 100 lat.

Rejon ujęcia Żołędowo z nie znajduje się w strefie zagrożonej na zalanie w przypadku wystąpienia zjawiska powodzi określonym w ramach wstępnej oceny ryzyka powodziowego programu ISOK.

Pobór wód podziemnych na ujęciu nie stoi w sprzeczności z Planem Zarządzania Ryzykiem Powodziowym dla regionu wodnego Dolnej Wisły.

7.7. Ustalenia wynikające z Planu Przeciwdziałania Skutkom Suszy (PPSS)

Opracowywany w latach 2016 – 2020 Plan Przeciwdziałania Skutkom Suszy obejmuje następujące cele szczegółowe: skuteczne zarządzanie zasobami wodnymi dla zwiększenia dostępnych zasobów wodnych, zwiększanie retencjonowania (magazynowania) wód, edukacja w zakresie suszy i koordynacja działań powiązanych z suszą, stworzenie mechanizmów realizacji i finansowania działań służących przeciwdziałaniu skutkom suszy. Najważniejszym elementem PPSS jest katalog działań, w którym znajdują się konkretne, mierzalne rozwiązania, które należy wdrożyć, aby ograniczyć skutki suszy. PPSS nie stanowi planu inwestycyjnego, prezentuje jedyne plany budowy, przebudowy i remontu urządzeń wodnych, które zostały zawarte w innych dokumentach planistycznych z zakresu gospodarki wodnej. PPSS jest zgodny z celami środowiskowymi, w zakresie dobrego stanu wód, o których jest mowa w Ramowej Dyrektywie Wodnej.

Obszar gminy Osielsko jest znacznie narażony na suszę atmosferyczną (III klasa), hydrologiczną (III klasa) i hydrogeologiczną (III klasa). Rejon ten jest szczególnie narażony na suszę rolniczą (IV klasa). Działalność ujęcia pozwoli zatem na zaopatrzenie potrzeb bytowych mieszkańców z jednoczesnym uwzględnieniem zasady zrównoważonego rozwoju. Działalność ujęcia nie narusza udokumentowanych zasobów wodnych obszaru oraz warunków określonych w pozwoleniu wodnoprawnym na pobór wody. Zasoby eksploatacyjne ujęcia mają pełne pokrycie w odnawialnych zasobach dynamicznych dla przedmiotowego obszaru. Prowadzona eksploatacja nie powoduje powstania leja depresyjnego, przez co nie wpływa negatywnie na warunki wilgotnościowe warstw przypowierzchniowych, a w szczególności gleby i nie ma wpływu na powstanie suszy glebowej oraz jej nie pogłębia.

7.8. Ustalenia wynikające z Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych

Prowadzona gospodarka wodno-ściekowa w rejonie ujęcia wpisuje się w cele priorytetowe i ustalenia Krajowego Programu Oczyszczania ścieków Komunalnych.

8. Identyfikacja ryzyka

8.1. Identyfikacja zagrożenia stanu ilościowego wód podziemnych w rejonie ujęcia

W granicach obszaru spływu wód do studni ujęcia w Żołędowie znajdują się dwie studnie prywatne o statusie szczególnego korzystania z wód ujmujące czwartorzędowy poziom wodonośny. Nie można natomiast wykluczyć, że w rejonie tym, eksploatowane są studnie czy to kopane czy wiercone, o głębokości do 30 m, które zgodnie z przepisami ustawy *Prawo Wodne*, o ile funkcjonują wyłącznie na potrzeby własne, służą tak zwanemu zwykłemu korzystaniu z wód. Pobór wody dla takiej studni, w ujęciu średniorocznym nie może przekroczyć 5 m³/d. Biorąc pod uwagę warunki hydrogeologiczne w rejonie obszaru spływu wód do ujęcia wodociągowego, ilość opadu i ogólne warunki zasilania, pobór wody z tego typu studni nie wpłynie istotnie na ogólne warunki zasilania przedmiotowego ujęcia wodociągowego.

Aktualny pobór wody na ujęciu wynosi ok. 58 - 63% wielkości poboru dopuszczonego pozwoleniem wodnoprawnym. Na analizowanym obszarze według opracowania *Prognoza sytuacji hydrogeologicznej w strefach zasilania i poboru wód podziemnych na okres od 01.06.2021 do 31.08.2021* (PIG-PIB, czerwiec 2021) nie prognozuje się również wystąpienia niżówki hydrogeologicznej. Prognoza ta dotyczy pierwszego, przypowierzchniowego poziomu wodonośnego. Jednocześnie właściwy poziom wód pierwszego poziomu wodonośnego zapewnia odpowiednie zasilanie poziomów głębszych, w tym ujmowanego. Biorąc pod uwagę wielkość poboru wody na ujęciu, warunki zasilania oraz analizując głębokość stabilizacji zwierciadła ujmowanego poziomu wodonośnego, a także to, że poziom ten w rejonie obszaru spływu wód do ujęcia nie jest ujmowany innymi studniami, stan ilościowy wód podziemnych aktualnie można uznać za niezagrożony.

8.2. Identyfikacja zagrożenia stanu chemicznego wód podziemnych w rejonie ujęcia

Prace obejmujące identyfikację elementów mogących zagrozić jakości oraz stanowi wód podziemnych wykonano zgodnie z metodyką przedstawioną w rozdziale 4.

8.2.1. Punktowe potencjalne ogniska zanieczyszczeń

W obszarze spływu wód do ujęcia w m. Żołędowo nie zidentyfikowano punktowe potencjalne ogniska zanieczyszczeń, które mogłyby mieć wpływ na stan chemiczny wód podziemnych ujmowanych na ujęciu wodociągowym.

8.2.2. Liniowe potencjalne ogniska zanieczyszczeń

W obszarze spływu wód do ujęcia do liniowych potencjalnych ognisk zanieczyszczeń można zaliczyć zagrożenia związane z systemem dróg lokalnych oraz drogą nr 5 o statusie drogi krajowej. Drogi mogą oddziaływać na środowisko gruntowo-wodne poprzez:

- emisje liniowe pyłów i gazów pochodzących ze spalania benzyny i oleju napędowego,
- spływ chlorków stosowanych powszechnie w środkach zimowego utrzymania dróg,

- zanieczyszczenie węglowodorami czy innymi substancjami niebezpiecznymi mające miejsce na skutek awarii czy katastrofy w ruchu drogowym.

W założeniu środki chemiczne stosowane w zimowym utrzymaniu dróg powinny oprócz szybkiej i skutecznej likwidacji śliskości zimowej powinny być nieszkodliwe dla środowiska i nie wpływać negatywnie na materiał, z którego wykonano nawierzchnię. Zgodnie z warunkami rozporządzenia (Dz. U. z 2005 r., Nr 230, poz. 1960) dopuszcza używanie się środków nie chemicznych: piasku i kruszywa naturalnego oraz środków chemicznych: chlorku sodu, chlorku magnezu, chlorku wapnia lub ich mieszanki. Powszechnie stosowana jest tzw. sól drogowa czyli mieszanina chlorku sodu (97% NaCl), chlorku wapnia (2,5% CaCl₂) oraz heksacyjanożelazianu potasu (0,5% K₄[Fe(CN)₆]) stanowiącego dodatek antyzbrylający. Stałe przedostawania się chlorku sodu do środowiska gruntowo-wodnego prowadzi do podwyższenia stężenia chlorków w płytkich wodach podziemnych i glebie w okresie zimowym a następnie jego uwalnianie. Negatywnym skutkiem działania soli drogowej jest także oddziaływanie na organizmy żywe, co przyczynia się do zmniejszenia bioróżnorodności. W wyniku nadmiernej zawartości soli w glebie następuje zahamowanie wzrostu roślin przydrożnych. Zasolenie ogranicza także biodostępność wody, co prowadzi do zaburzeń prawie wszystkich procesów życiowych u roślin. Sól drogowa przyczynia się również do wymywania pierwiastków i związków chemicznych z gleby oraz do wzrostu jej pH. Wykazano, że szczególnie wiosną dzięki wysokiej zawartości chlorku sodu w glebie uwalniane są metale ciężkie (Cu, Cr, Pb i Ni) z koloidów i substancji organicznych, co ułatwia im migrację do głębszych warstw wodonośnych [28]. Niestety, sól drogowa to wciąż najtańszy sposób na utrzymanie zimowe dróg, a więc i zapewnienie na nich bezpieczeństwa. Obecnie jedynym możliwym środkiem zapobiegającym przedostaniu się jej do środowiska gruntowo-wodnego jest stosowanie liniowego odwodnienia dróg i odpowiednie podczyszczanie ścieków drogowych.

Komunikacyjne emisje liniowe powstają głównie na drogach o dużym natężeniu ruchu kołowego. Emisje liniowe wynikają z procesów spalania paliw w pojazdach, w wyniku ścierania nawierzchni dróg, opon, okładzin, a także w związku z unoszeniem się pyłu z dróg. Do powietrza emitowane są głównie: tlenki azotu, pyły, węglowodory aromatyczne, tlenek i dwutlenek węgla oraz metale ciężkie. Wpływają one na pogorszenie jakości powietrza atmosferycznego. Ilość emitowanych zanieczyszczeń zależy od wielu czynników między innymi od: natężenia i płynności ruchu, konstrukcji silnika i jego stanu technicznego, zastosowanych filtrów, rodzaju paliwa, parametrów technicznych i stanu drogi. Najbardziej zagrożone na emisję liniową są tereny przyległe do ciągów komunikacyjnych. Niekorzystny wpływ obserwuje się głównie na uprawy polowe. Szkodliwe substancje związane z komunikacją samochodową stanowią źródło zanieczyszczenia nie tylko powietrza, ale również gleby, a w konsekwencji wymywania zanieczyszczeń z powierzchni gruntu również wód.

Drogowy transport substancji niebezpiecznych jest potencjalnym źródłem zanieczyszczenia dla wód podziemnych. Warunki tego transportu regulowane są przepisami prawa (Dz. U. z 2019 r., poz. 382) i nadzorowane przez Wojewódzkie Centrum Zarządzania Kryzysowego, które dysponuje informacjami dotyczącymi przewozu substancji niebezpiecznych, np. trasie przejazdu, rodzaju i ilości substancji przewożonej, danymi dotyczącymi samochodu oraz kierowcy. Dla zwiększenia nadzoru przestrzegania przepisów w zakresie drogowego przewozu materiałów niebezpiecznych prowadzone są akcje kontroli tych przewozów koordynowane przez policję, przy udziale Państwowej Straży

Pożarnej, Transportowego Dozoru Technicznego, Inspekcji Transportu Drogowego i Inspekcji Ochrony Środowiska. Nie można jednak wykluczyć sytuacji, kiedy w wyniku kolizji drogowej czy awarii pojazdu przewożącego ładunek niebezpieczny dostanie się do środowiska gruntowo-wodnego. Nie ma praktycznie możliwości by takiej sytuacji w pełni zapobiec. Jednocześnie, ze względu na szeroki zakres przewożonych potencjalnie substancji nie ma w zasadzie możliwości odniesienia się do konkretnej substancji.

8.2.3. Obszarowe potencjalne ogniska zanieczyszczeń

Rejon ujęcia znajduje się w terenie o specyficznym rodzaju zabudowy. Jest to teren wiejski, o dosyć zwartej zabudowie, na którą składają się zarówno zabudowania jednorodzinne jak i niewielkie budynki wielorodzinne. Obszary zabudowane, w ogólności uznaje się za potencjalnie zagrażające stanowi chemicznemu wód podziemnych. Istotne znaczenie ma stopień skanalizowania, który w OSW do ujęcia jest stosunkowo wysoki. Zmniejsza to w znaczący sposób prawdopodobieństwo przedostania się do warstwy wodonośnej zanieczyszczeń pochodzących z nieszczelnych, często celowo szamb i zbiorników. Sieć kanalizacyjna podlega przeglądom i konserwacji i ryzyko jej rozszczelnienia, szczególnie, gdy powstała ona w przeciągu kilkunastu lat wstecz jest niewielkie. Potencjalny źródłem zanieczyszczenia wód podziemnych w omawianym rejonie mogą być wszelkie substancje składowane przez mieszkańców, wycieki z zaparkowanych samochodów czy też ich mycie na terenie posesji prywatnych. Nie ma praktycznie możliwości całkowitego uniknięcia ryzyka pochodzącego od prywatnych posesji. Dlatego w celu jego ograniczenia konieczna jest odpowiednia edukacja mieszkańców w kwestii prawidłowych zasad ochrony środowiska. Na terenach zabudowanych może stosunkowo łatwo dojść również do zanieczyszczenia węglowodorami. Wszystkie wymienione źródła zanieczyszczeń w sposób szczególny zagrażają przypowierzchniowej, niez izolowanej warstwie wodonośnej. Problem zanieczyszczeń pochodzących z transportu drogowego omówiono osobno w rozdziale 8.2.2.

9. Ocena zagrożeń zdrowotnych

9.1. Opis przyjętej metodyki

Ocena ryzyka przeprowadzona jest w oparciu o określenie poziomu ryzyka rozumianego jako iloczyn prawdopodobieństwa wystąpienia tego ryzyka i jego następstw obliczony, z uwzględnieniem podatności warstwy wodonośnej na zanieczyszczenie, według wzoru [29], [14], [15], [30], [19]:

$$R = P \cdot S \cdot V$$

gdzie:

R – poziom ryzyka

P – prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia

S - skutki wystąpienia zagrożenia

V - podatność na zagrożenia

Zastosowanie trójparametrycznej matrycy ryzyka jest szczególnie istotne w przypadku oceny ryzyka przeprowadzanej dla wód poziomych. Parametr „prawdopodobieństwa” pozwala na określenie z jakim prawdopodobieństwem wybrane zdarzenie może nastąpić lub z jakim prawdopodobieństwem zdarzenie to występuje (tab. 7). Prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia określamy dla normalnych warunków pracy ujęcia, bez wprowadzenia nadzwyczajnych środków zaradczych czy zabezpieczających. Parametr „dotkliwości” określa skutki jakie może wywołać zajście określonego zdarzenia (ryc. 8). Parametr „podatności” (tab. 9) pozwala na uwzględnienie czasu wymiany wód w warstwie wodonośnej i wynikającego stąd opóźnienia w migracji zanieczyszczeń. Parametr ten określa naturalne możliwości „obronne” warstwy wodonośnej. Przy czym przy obliczaniu czasu przesączania się wód z powierzchni terenu do warstwy wodonośnej uwzględnia się informacje o jej litologii, litologii nadkładu oraz układzie piezometrycznym warstw. Nie uwzględnia się natomiast naturalnych w warstwach wodonośnych i rozdzielających procesów jak sorpcja czy dyspersja.

Przyjęcie trójparametrycznej matrycy ryzyka daje możliwość uzyskania wskaźnika ryzyka w przedziale od 1 do 125. Przyjęto, że dla poziomu ryzyka ≤ 20 ryzyko ocenia się jako akceptowalne. W zakresie poziomu ryzyka > 20 i ≤ 50 ryzyko ocenia się jako kontrolowane. Dla poziomu ryzyka > 50 ryzyko ocenia się jako nieakceptowalne.

Tabela 6. Kategoryzacja parametru prawdopodobieństwa (P)

Prawdopodobieństwo P	Punkty	Opis zdarzenia
Bardzo mało prawdopodobne	1	Zdarzenie do tej pory prawdopodobnie nie wystąpiło, ale nie można go wykluczyć
Mało prawdopodobne	2	Zdarzenie wystąpiło raz i może się powtórzyć
Umiarkowanie prawdopodobne	3	Zdarzenie wystąpiło lub wystąpi na pewno w ciągu kilku lat i może powtarzać się cyklicznie
Prawdopodobne	4	Zdarzenie wystąpiło kilkakrotnie w ciągu kilku lat lub wystąpi na pewno w ciągu kilku lat i będzie powtarzać się cyklicznie
Bardzo prawdopodobne	5	Zdarzenie wystąpi na pewno w ciągu roku lub kilku lat, powtarza się cyklicznie lub występuje ciągle

Tabela 7. Kategoryzacja parametru dotkliwości -skutków wystąpienia zagrożenia (S)

Dotkliwość następstw zagrożeń S	Punkty	Opis zdarzenia
Nieistotna	1	Zdarzenie nie wpłynie negatywnie na jakość wód podziemnych na terenie ujęcia oraz na pracę ujęcia, brak zagrożenia zdrowotnego dla konsumentów
Niewielka	2	Straty małe, dostrzegalne zmiany organoleptyczne wody (zapach, barwa, mętność), brak zagrożenia zdrowotnego dla konsumentów, możliwe czasowe obniżenie jakości wody do III klasy
Umiarkowana	3	Straty średnie, znaczna uciążliwość organoleptyczna wody (odór, barwa, mętność), jakość wody obniżona do III klasy, wody zdatne do picia jednak jakość wody może w kolejnych latach ulec pogorszeniu i zagrazić bezpieczeństwu zdrowotnemu
Poważna	4	Straty duże, możliwość narażenia licznej grupy konsumentów na spożycie wody o pogorszonej jakości, przesłanki do eskalacji zdarzenia, powstania tzw. efektu domina, jakość wód podziemnych może być obniżona w wyniku zanieczyszczeń, wody występują w III klasie, przejściowo w IV klasie, część studni może być czasowo wyłączona z eksploatacji; jakość wód podziemnych w strefie dopływu może być zagrożona pogorszeniem stanu do V klasy
Katastrofalna	5	Straty bardzo duże, możliwość narażenia licznej grupy konsumentów na spożycie wody o pogorszonej jakości, wyniki badań ujawniające wysoki poziom substancji toksycznych, konieczność podjęcia leczenia szpitalnego osób narażonych, wody podziemne na terenie ujęcia ulegają degradacji, wody plasują się w IV i V klasie jakości, studnie muszą być wyłączone z eksploatacji

Tabela 8. Kategoryzacja parametru podatności na zagrożenia (V)

Podatność na zagrożenie	Czas dopływu wody do ujęcia	Punkty
Bardzo mała	> 25 lat	1
Mała	5 – 25 lat	2
Średnia	1 – 5 lat	3
Duża	30 dni – 1 rok	4
Bardzo duża	Poniżej 30 dni	5

9.2. Ocena ryzyka dla ujęcia

Ocenę ryzyka dla każdego z opisanych w rozdziale 8.2 potencjalnych zagrożeń dla wód podziemnych przeprowadzono w oparciu o dostępne dane archiwalne oraz o doświadczenie. Prawdopodobieństwo wystąpienia danego zdarzenia przyjęto zgodnie z tabelą 7.

Ujęcie w miejscowości Żołędowo zlokalizowane jest w terenie zabudowanym, o zabudowie przeważnie rozproszonej, w bezpośredniej bliskości Bydgoszczy. Teren jest niemal w całości skanalizowany, co znacząco zmniejsza wpływ jego wykorzystania na środowisko gruntowo-wodne. W rejonie obszaru spływu wód do ujęcia brak jest innych potencjalnych ognisk zanieczyszczeń, które nie są związane bezpośrednio ze sposobem wykorzystania terenu. Przyjęto, że prawdopodobieństwo zajścia zdarzeń związanych z emisją pyłów i gazów czy też zimowym utrzymaniem dróg jest prawdopodobna, a zdarzenia ta występują cyklicznie. Zagrożenie ze względu na infrastrukturę kanalizacyjną jest umiarkowanie prawdopodobne, ale również może powtarzać się cyklicznie. Zdarzenia związane z nagłymi awariami na drodze są bardzo mało prawdopodobne. Dotkliwość skutków wystąpienia zdarzenia jest największa w przypadku katastrofy w ruchu kołowym oraz wycieku węglowodorów. W pozostałych przypadkach dotkliwość jest nieistotna do umiarkowanej. Podatność na zagrożenie dla ujęcia jest bardzo mała.

Tabela 9. Ocena ryzyka dla wód podziemnych

Potencjalne zagrożenie dla wód podziemnych	P	S	V	R	Ocena ryzyka
Zagrożenia liniowe (opis w rozdziale 8.2.2.)					
Emisje pyłów i gazów	4	3	1	12	akceptowalne
Zimowe środki utrzymania dróg	4	1	1	4	akceptowalne
Wyciek węglowodorów i innych substancji chemicznych na skutek normalnego korzystania z dróg	1	4	1	4	akceptowalne
Katastrofa w ruchu drogowym z udziałem środków niebezpiecznych	1	5	1	5	akceptowalne
Zagrożenia obszarowe (opis w rozdziale 8.2.3.)					
Nieszczelne bezodpływowe zbiorniki na nieczystości płynne	3	2	1	6	akceptowalne
Nieszczelna kanalizacja	3	2	1	6	akceptowalne
Składowanie materiałów na prywatnych posesjach	3	4	1	12	akceptowalne

10. Podsumowanie

Ujęcie w miejscowości Żołędowo jest ujęciem wodociągowym pobierającym wodę z czwartorzędowej warstwy wodonośnej za pomocą trzech studni. Woda surowa poddawana jest procesowi odżelaziania i odmanganiania. Zasoby eksploatacyjne dla ujęcia zostały zatwierdzone w wysokości $Q_e = 190,0 \text{ m}^3/\text{h}$ przy depresji $S_e = 5,8 - 7,7 \text{ m}$. Pozwolenie wodnoprawne dopuszcza pobór w wysokości $Q_{\text{śr.d}} = 1\,280 \text{ m}^3/\text{d}$.

Eksploatacja odbywa się naprzemiennie ze wszystkich studni, w ilości ok. 420 tys. m^3/rok i nie przekracza wielkości dopuszczonej pozwoleniem wodnoprawnym. Woda nie budzi zastrzeżeń pod kontem bakteriologicznym. Ze względu na podwyższoną zawartość żelaza i manganu woda podlega procesowi uzdatniania. Pozostałe parametry wody klasyfikują ją w II klasie jakości. Warstwę wodonośną budują piaski o różnej granulacji. Czwartorzędowa warstwa wodonośna jest izolowana od powierzchni terenu za pomocą nadkładu glin zwałowych i iłów miąższości ok. 25 - 28 m. Zwierciadło wody o charakterze napiętym stabilizuje się ok. 24 m p.p.t.

Obszar spływu wód do studni S 1, S 2, S 3 rozciąga się generalnie w kierunku północno-wschodnim. Powierzchnia obszaru spływu wód do ujęcia ograniczonego izochroną 25-letniego czasu dopływu wynosi ok. 430 ha. Naturalna podatność poziomu wodonośnego na zanieczyszczenie z powierzchni terenu jest średnia. Czas dopływu zanieczyszczenia w rejonie ujęcia wynosi od 62 do 175 lat. Obliczenia nie biorą pod uwagę zjawiska sorpcji oraz samooczyszczania się wód, które to mogą prowadzić do znacznego zmniejszenia ładunku potencjalnego zanieczyszczenia.

Jakość ujmowanych wód podziemnych nie zmieniała się negatywnie wraz z czasem i prowadzoną eksploatacją ujęcia. Stan chemiczny wód podziemnych nie wykazuje wpływu zanieczyszczeń antropogenicznych, także tych pochodzenia rolniczego.

W rejonie obszaru spływu wód do ujęcia zidentyfikowano zaledwie kilka potencjalnych ognisk zanieczyszczeń, do których zaliczono głównie sposób wykorzystania terenu. W przypadku każdego z tych potencjalnych ognisk stwierdzono, że ryzyko jakie ono wywołuje jest akceptowalne.

11. Wnioski

1. Zgodnie z przedstawioną powyżej analizą ryzyka dla ujęcia Żołędowo w chwili obecnej ryzyko związane obecnością potencjalnych ognisk zanieczyszczeń jest akceptowalne. W rejonie ujęcia oraz obszarze spływu wód do niego zidentyfikowano zaledwie kilka potencjalnych ognisk zanieczyszczeń, które przy aktualnie prowadzonej gospodarce wodnej nie będą miały negatywnego wpływu na ujęcie. Stwierdzone ryzyko dla każdego z potencjalnych ognisk zanieczyszczeń jest akceptowalne.
2. Naturalna podatność ujmowanego poziomu wodonośnego na zanieczyszczenie z powierzchni terenu jest bardzo mała. Czas dopływu zanieczyszczeń konserwatywnych do warstwy wodonośnej przekracza 25 lat. Warstwę izolującą stanowi ciągła warstwa utworów bardzo słaboprzepuszczalnych: glin zwałowych, iłów.
3. Biorąc pod uwagę obliczone czasy przesączania zanieczyszczeń z powierzchni terenu do warstwy wodonośnej, naporowy charakter tej warstwy oraz uwarunkowania morfologiczne i geologiczne w obszarze spływu wód do ujęcia w chwili obecnej, **nie widzi się konieczności** wyznaczania dla tego ujęcia terenu ochrony pośredniej.
4. Zaleca się prowadzenie obserwacji głębokości do zwierciadła wód podziemnych, zarówno statycznego jak i dynamicznego, i notowanie tych obserwacji w książkach eksploatacji studni, co najmniej dwa razy do roku.
5. Zaleca się wykonywanie analiz wody surowej, w zakresie: mętność, barwa, zapach, odczyn, żelazo, mangan, jon amonowy, jak dotychczas.
6. Aktualizację analizy ryzyka należy zgodnie z art. 133. ust. 6. ustawy *Prawo wodne* przeprowadzić w terminie do 10 lat od daty wykonania niniejszego opracowania.
7. Niniejsze opracowanie należy przekazać do Wojewody Kujawsko-Pomorskiego.

12. Literatura

- [1] Z. Domżańska, „Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych z utworów czwartorzędowych na terenie wiejskiego grupowego ujęcia wody w miejscowości Żołędowo”. 1996.
- [2] Z. Domżańska, „Dodatek nr 1 do dokumentacji hydrogeologicznej zasobów wody podziemnej z utworów czwartorzędowych ustalający zasoby eksploatacyjne studni nr 2 (po rekonstrukcji) na terenie komunalnego ujęcia wody w m. Żołędowo”. 2011.
- [3] Z. Domżańska, „Dodatek nr 2 do dokumentacji hydrogeologicznej zasobów wody podziemnej z utworów czwartorzędowych, ustalający zasoby eksploatacyjne studni nr 1 (po rekonstrukcji) na terenie komunalnego ujęcia wody w miejsc. Żołędowo, gmina Osielsko, powiat bydgoski, woj. kujawsko-pomorskie”. 2014.
- [4] M. Pietrucin, „Opert wodnoprawny na szczególne korzystanie z wód: pobór wód podziemnych i odprowadzanie ścieków (sklarowanych wód popłucznych) do wód dla komunalnego ujęcia wód podziemnych zlokalizowanego w Żołędowie, gmina Osielsko”. 2013.
- [5] I. Nowak, „Mapa hydrogeologiczna Polski. Arkusz Żołędowo (280)”, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 2000.
- [6] J. Mikołajków i K. Piotrowska, „Mapa hydrogeologiczna Polski. Pierwszy poziom wodonośny. Występowanie i hydrodynamika. Arkusz Żołędowo (280)”, Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, 2005.
- [7] M. Kozłowska i I. Kozłowski, „Szczegółowa mapa geologiczna Polski. Arkusz Żołędowo (280)”, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 1985.
- [8] K. Seifert, „Mapa geosrodowiskowa Polski (II). Plansza A. Arkusz Żołędowo (280)”, Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, 2016.
- [9] D. Kafara, „Mapa geosrodowiskowa Polski (II). Plansza B. Arkusz Żołędowo (280)”, Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, 2016.
- [10] „Strategia rozwoju gminy Osielsko do roku 2020+”. Lech Consulting Sp. z o.o., 2015.
- [11] „Aktualizacja programu ochrony środowiska dla Gminy Osielsko na lata 2012 - 2015 z perspektywą na lata 2016 - 2019”. Zakład Sozotechniki Sp. z o.o., 2012.
- [12] T. Bocheńska, J. Dowgiałło, A. S. Kleczkowski, S. Krajewski, A. Macioszczyk, i T. Macioszczyk, *Słownik hydrogeologiczny*. Wydawnictwo TRIO.
- [13] M. Lidzbarski, „Analiza ryzyka w procesie ustanawiania strefy ochronnej ujęć wód podziemnych «Osowa» i «Dolina Radości» w Gdańsku”, *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, t. 475, nr 475, s. 125–133, 2019.
- [14] J. Rak i B. Tchórzewska-Cieślak, „Review of matrix methods for risk assessment in water supply system”, *Journal of KONBiN*, t. 1, nr 1, s. 67–76, 2006.
- [15] J. Rak, „Bezpieczeństwo systemów zaopatrzenia w wodę”, *PAN Instytut Badań Systemowych*, 2009.
- [16] B. Tchórzewska-Cieślak, „Zarządzanie bezpieczeństwem dostaw wody”, *Journal of KONBiN*, t. 41, s. 171–188.
- [17] B. Tchórzewska-Cieślak, „Zarządzanie ryzykiem w ramach planów bezpieczeństwa wody”, *Ochrona Środowiska*, t. 31, nr 4, s. 57–60.
- [18] B. Tchórzewska-Cieślak, „Metody analizy i oceny ryzyka awarii podsystemu dystrybucji wody”, *Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej*, 2011.
- [19] S. Witczak, J. Kania, i E. Kmieciak, „Nowe podejście dotyczące ustanawiania stref ochronnych ujęć wód podziemnych jako elementu planów bezpieczeństwa wody”, *Bezpieczeństwo zbiorowego zaopatrzenia w wodę na terenach objętych antropopresją. Monografia.*, s. 7–19, 2018.
- [20] D. Wróblewski, *Zarządzanie ryzykiem. Przegląd metod badawczych*. Józefów - Warszawa: CNBOP PIB, 2018.
- [21] J. Kondracki, *Geografia regionalna Polski*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2014.

- [22] T. Macioszczyk, „Czas przesączania pionowego wody jako wskaźnik stopnia ekranowania warstw wodonośnych”, *Przegląd Geologiczny*, t. 47, nr 8, s. 731–736, 1999.
- [23] Z. Pazdro i B. Kozerski, *Hydrogeologia ogólna*, Wyd. 4. uzup. Warszawa: Wydaw. Geol, 1990.
- [24] R. Duda, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica (Kraków), i G. i O. Ś. Wydział Geologii, *Metodyka wyboru optymalnej metody wyznaczania zasięgu stref ochronnych ujęć zwykłych wód podziemnych z uwzględnieniem warunków hydrogeologicznych obszaru RZGW w Krakowie*. Kraków: Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie. Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, 2013.
- [25] R. Duda, S. Witczak, i A. Żurek, „Mapa wrażliwości wód podziemnych na zanieczyszczenie”, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, 2011.
- [26] B. Bielec, G. Badacz, i T. Operacz, „Mapa hydrogeologiczna Polski. Arkusz Jarosław (984)”, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 1998.
- [27] *Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 roku w sprawie oceny ryzyka powodziowego zarządzania nim*.
- [28] N. Mazur, „Wpływ soli do odladzania dróg na środowisko przyrodnicze”, *Inżynieria i Ochrona Środowiska*, t. 18, nr 4, s. 449–458, 2015.
- [29] *Bezpieczeństwo zaopatrzenia w wodę do spożycia. Zarządzanie ryzykiem. Zasady i wytyczne. PN-ISO 31000:2012*. Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny, 2012.
- [30] J. Rak, „Bezpieczna woda wodociągowa. Zarządzanie ryzykiem w systemie zaopatrzenia w wodę”, *Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej*, 2009.