

OPINIA HYDROGEOLOGICZNA

na wykonanie ujęcia wód podziemnych na działce o nr ewidencyjnym
114/9 zlokalizowanej w miejscowości Dzikie Bórze
gm. Szczutowo, pow. sierpecki, woj. mazowieckie

Inwestor: Wioletta Gołębiewska

Opracował zespół:

mgr Łukasz Sopel
nr upr. geol. V-1776, XI-044

mgr Mateusz Hajdas
nr upr. geol. V – 1868, XI-078

Inż. Bartosz Wrona

Kozilas, 2023 r.

Spis treści:

1. WSTĘP	4
1.1. PRZEDMIOT I CEL OPRACOWANIA	4
1.2. LOKALIZACJA PROJEKTOWANEGO UJĘCIA.....	4
1.3. ZAGOSPODAROWANIE TERENU	5
1.4. WIELKOŚĆ ZAPOTRZEBOWANIA.....	5
1.5. PRZEZNACZENIE WODY I WYMAGANIA CO DO JEJ JAKOŚCI	5
2. CHARAKTERYSTYKA TERENU WOKÓŁ PROJEKTOWANEGO UJĘCIA	6
2.1. MORFOLOGIA I HYDROGRAFIA.....	6
2.2. BUDOWA GEOLOGICZNA I WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE	6
2.2.1. BUDOWA GEOLOGICZNA	7
2.2.2. WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE	7
2.2.3. PRZEWIDYWANY PROFIL GEOLOGICZNY W MIEJSCU PROJEKTOWANEGO UJĘCIA....	12
2.2.4. JAKOŚĆ WÓD PODZIEMNYCH	12
2.2.5. UZDATNIANIE WODY.....	12
3. WSTĘPNE OBLICZENIA HYDROGEOLOGICZNO-TECHNICZNYCH PARAMETRÓW EKSPLOATACJI PROJEKTOWANEGO UJĘCIA WÓD PODZIEMNYCH.....	13
4. ZAKRES PRAC I ROBÓT GEOLOGICZNYCH.....	15
4.1. WIERCENIE OTWORU	15
4.2. POBIERANIE PRÓBEK GRUNTU, BADANIA LABORATORYJNE I POMIARY ZWIERCIADŁA WODY	15
4.3. FILTROWANIE OTWORU	16
4.4. ZALECENIA NA ETAPIE REALIZACJI PRZEDSIĘWZIĘCIA	17
5. OPIS PRZEDSIĘWZIĘĆ MAJĄCYCH NA CELU ZAPEWNIENIE BEZPIECZEŃSTWA POWSZECHNEGO I OCHRONĘ ŚRODOWISKA.....	18
5.1. BEZPIECZEŃSTWO POWSZECHNE I BEZPIECZEŃSTWO PRACY.....	18
5.2. OCHRONA ŚRODOWISKA	20
5.3. WPŁYW ZAMIERZONYCH ROBÓT NA OBSZARY CHRONIONE	21
6. ZAGROŻENIA DLA JAKOŚCI PLANOWANEJ DO UJĘCIA WARSTWY WODONOŚNEJ	22
6.1. ETAP REALIZACJI PRZEDSIĘWZIĘCIA	22
6.2. ETAP EKSPLOATACJI PRZEDSIĘWZIĘCIA	22
7. SPIS LITERATURY:.....	24

TABELA 1 ZESTAWIENIE WYBRANYCH UJĘĆ WÓD PODZIEMNYCH ZLOKALIZOWANYCH W POBLIŻU PROJEKTOWANEGO UJĘCIA UJMUJĄCYCH CZWARTORZĘDOWY POZIOM WODONOŚNY.....	10
TABELA 2 SCHEMATYCZNA KONSTRUKCJA FILTRA.....	16

1. Wstęp

1.1. Przedmiot i cel opracowania

Celem niniejszego opracowania jest wstępne zaprojektowanie i określenie możliwości lokalizacji studni wierconej ujmującej wody czwartorzędowego poziomu wodonośnego w celu budowy ujęcia wody na potrzeby budowy chlewni. Woda z ujęcia przeznaczona będzie na cele produkcyjne, socjalno – bytowe, budowlane oraz do podlewania terenów zielonych.

Niniejsze opracowanie uwzględnia obowiązujące prawo, w tym:

- Ustawą Prawo geologiczne i górnicze z dnia 9 czerwca 2011 r. ze zmianami (tekst jedn.: Dz. U. z 2023 poz. 633 ze zmianami) [23],
- Ustawa Prawo wodne z dnia 20 lipca 2017 r. ze zmianami (tekst jedn.: Dz. U. z 2023 r., poz. 877 ze zmianami) [24],
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. 2015 poz. 964 z późniejszymi zmianami) [12].

Do opracowania opinii wykorzystano dokumenty i opracowania:

- Poradnik metodyczny – Metodyka określania zasobów eksploatacyjnych ujęć zwykłych wód podziemnych, S. Dąbrowski i in., Warszawa, 2004 r. [3],
- Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1: 50 000 arkusz Sierpc, (365) wraz z objaśnieniami, PIG – PIB - PIB, Warszawa [**Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**, **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**],
- Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1: 50 000, arkusz Sierpc,(365,),PIG - PIB, Warszawa [2, **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**]
- Mapa geośrodowiskowa Polski w skali 1:50 000 arkusz Sierpc, (365,), plansza A, plansza B, PIG - PIB, Warszawa
- Karwacka S., i inni, 2016, Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zlewni Mołtawy i Skrwy Prawej, , HYDROEKO – Biuro Poszukiwań i Ochrony Wód Andrzej Rodzoch S.A., Warszawa. [3].

1.2. Lokalizacja projektowanego ujęcia

Otwór studzienny projektuje się wykonać na działce o nr ewidencyjnym 114/9 w miejscowości Dzikie Bórze, która administracyjnie należy do gminy Szczutowo, powiatu sierpeckiego, województwa mazowieckiego

Lokalizacja projektowanego ujęcia wód podziemnych powinna być zgodna z wymogami prawa zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2015 poz. 1422) [13].

1.3. Zagospodarowanie terenu

Działka o nr ewidencyjnym 114/9 zlokalizowana w miejscowości Dzikie Bórze nie jest objęta miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego. Analizowany obszar charakteryzuje się małym zróżnicowaniem w zagospodarowaniu terenu i dominują obszary o charakterze rolniczym. Na sąsiadujących terenach znajdują się pola uprawne i łąki. Na północ od projektowanego otworu znajdują się zabudowania. Teren działki Inwestora pozbawiony jest roślinności średniej (krzewy) i wysokiej (drzewa), pokryty małowartościową, pozbawioną roślin chronionych roślinnością niską - roślinność łąk, pastwisk i ugorów (chwasty, trawy, roślinność ruderalna).

1.4. Wielkość zapotrzebowania

Zgodnie z zapotrzebowaniem Inwestora projektowane ujęcie powinno zapewnić wydajność eksploatacyjną w wysokości $Q \approx 3,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

1.5. Przeznaczenie wody i wymogi co do jej jakości

Woda z ujęcia przeznaczona będzie na cele produkcyjne, socjalno – bytowe, budowlane oraz do podlewania terenów zielonych. Woda podziemna musi zatem spełniać wymagania dotyczące jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [20].

Zgodnie z ustawą Prawo wodne z dnia 20 lipca 2017 r. [24] w celu zapewnienia odpowiedniej jakości wody podziemnej ujmowanej do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia oraz zaopatrzenia zakładów wymagających wody wysokiej jakości, a także ze względu na ochronę zasobów wodnych, dla opisywanego ujęcia należy wyznaczyć strefę ochronną w postaci terenu ochrony bezpośredniej, poprzez ogrodzenie terenu o wymiarach 3 m x 3 m. Z uwagi na izolację warstwy wodonośnej przez miąższy kompleks utworów słabo przepuszczalnych (gliny zwałowe) w rejonie projektowanego ujęcia nie będzie potrzeby wyznaczania terenu ochrony pośredniej.

2. Charakterystyka terenu wokół projektowanego ujęcia

2.1. Morfologia i hydrografia

Według podziału fizyczno-geograficznego Polski J. Kondrackiego [2] teren działki przeznaczonej pod budowę ujęcia wód podziemnych położony jest, w granicach megaregionu Pozaalpejska Europa Środkowa, w prowincji Niż Środkowoeuropejski, w podprowincji Niziny Środkowopolskie, w makroregionie Pojezierze Chełmińsko Dobrzyńskie, w obrębie mezoregionu Równina Urszulewska (315,16).

Projektowane ujęcie położone jest około 700 m na południowy zachód od rzeki Skrwy, 2300 m na wschód od jeziora Urszulińskiego. Według podziału hydrograficznego Polski opisywany teren znajduje się w zlewni czwartego rzędu – Skrawa (Skrawa prawa) [7]. W najbliższym rejonie projektowanego ujęcia powierzchnia terenu jest płaska, z maksymalnymi deniwelacjami nie przekraczającymi 1,5 m, w zakresie rzędnych 117,0–118,5 m n.p.m.

Według podziału hydrograficznego Polski opisywany teren znajduje się w zlewni drugiego rzędu – Wisła od Narwi do Drwęcy [7].

Obszar, na którym projektuje się wykonanie ujęcia wód podziemnych wraz z urządzeniami służącymi do poboru wody znajduje się, wg Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 28 grudnia 2017 r. (Dz. U. 2017 poz. 2505) w sprawie sposobu ustalenia i ewidencjonowania przebiegu granic obszarów dorzeczy, regionów wodnych oraz zlewni, na terenie dorzecza Wisły, w obszarze bilansowym Z - 17 – Wisła od Narwi do Korabnika poniżej Włocławka (Środkowa Skrwa wraz Sierpianicą po Jeżowo). Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 27 grudnia 2017 r. w sprawie zlewni (Dz. U. 2017 poz. 2509) omawiany teren przynależy do w regionu wodnego Środkowej Wisły i administrowany jest zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 28 grudnia 2017 r. (Dz. U. 2017 poz. 2506) w sprawie nadania statutu Państwowemu Gospodarstwu Wodnemu Wody Polskie, przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie, Zarząd Zlewni we Włocławku, Nadzór wodny w Sierpcu.

2.2. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne

Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne omawianego terenu zostały rozpoznane w oparciu o opracowania kartograficzne wykonane dla arkusza Sierpc, (365): Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000 [Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.] i Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 [Błąd! Nie można odnaleźć źródła

odwołania., Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., 7, 8], dane o okolicznych ujęciach, a także opracowania archiwalne wykonane na analizowanym terenie.

2.2.1. Budowa geologiczna

Teren arkusza położony jest na skłonie prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej, w zasięgu wyniesienia mazursko - suwalskiego.

Opisywany teren znajduje się w obrębie Niecki Mazowieckiej, której podłoże stanowią utwory mezozoiczne, a wypełniają osady paleogenu, neogenu i czwartorzędu. Z uwagi na fakt, że ujęcie wód podziemnych będzie ujmować wodę z utworów czwartorzędowych, opis budowy geologicznej starszego podłoża pominięto.

Osady czwartorzędowe zalegają na burowęglowych osadach miocenu, których strop w okolicy miejscowości Lutocin znajduje się na głębokości ok. 90 - 100 m p.p.t. Analiza opracowań archiwalnych oraz profili sąsiednich otworów wykazała, iż strop utworów paleogeńsko – neogeńskich jest bardzo urozmaicony i charakteryzuje się występowaniem w nim znacznych obniżzeń oraz rynien erozyjnych. W otworze w Lutocinie (około 10 km na wschód od terenu badań) strop utworów paleogeńsko – neogeńskich nawiercono na głębokości około 90 m, natomiast otwór w Bieżuniu) wiercony do głębokości 150 m nie sięgnął spągu utworów czwartorzędowych. Miąższość utworów czwartorzędowych w rejonie ujęcia sięga przeważnie około 100 m i wykształcone one są w postaci naprzemianległych sekwencji osadów piaszczystych i glin zwałowych.

W okolicach planowanego ujęcia utwory powierzchniowe w części przypowierzchniowej reprezentowane są przez piaski ze żwirami wodnolodowcowe (sandrowe) osadzone przez wody roztopowe wypływające od czoła lądolodu podczas górnego stadiału Zlodowacenia Wisły. Osady te podścielone są serią glin zwałowych Zlodowacenia Warty, przewarstwionych serią osadów piaszczystych o różnej granulacji, powstałych również w trakcie Zlodowacenia Warty.

2.2.2. Warunki hydrogeologiczne

W rejonie miejscowości Dzikie Bórze występują dwa użytkowe piętra wodonośne: czwartorzędowe, trzeciorzędowe. Głównym użytkowym piętrzem wodonośnym stanowiącym podstawę zaopatrzenia ludności w wodę jest piętro czwartorzędowe,.

Zgodnie z Mapą hydrogeologiczną Polski (MhP GUPW) w skali 1 50 000 w obrębie inwestycji można wyróżnić dwa poziomy wodonośne: pierwszy – czwartorzędowy, drugi trzeciorzędowy.

Na obszarze jednostki nr 2 $\frac{bQI}{Tr}$ o powierzchni 103,4 km² występuje czwartorzędowa warstwa wodonośna stanowiąca główny poziom użytkowy. Są to osady wodnolodowcowe związane ze zlodowaceniem Warty. Warstwa ta występuje pod 30 - 40 metrowym kompleksem glin zwałowych, utworów zastoiskowych i piasków sandrowych. Miąższość warstwy użytkowej jest zmienna – zależna od miąższości całego kompleksu czwartorzędowego i powiązana jest z deniwelacjami stropu utworów czwartorzędowych. W pobliżu jednostki 1 wynosi 5 – 10 m i rośnie w kierunku wschodnim i południowym do ok. 30 m. W okolicach miejscowości Szczechowo miąższość piasków fluwioglacjalnych zlodowacenia Warty maleje, a większego znaczenia zaczynają nabierać osady piaszczyste interglacjału wielkiego. Również głębokość występowania warstwy użytkowej jest zmienna.

W rejonie jeziora Urszulewskiego mogą pojawiać się lokalnie miejsca, w których gliny zwałowe w nadkładzie tej jednostki mogą być częściowo wyerodowane lub zaburzone glacitektonicznie, przez co izolacja może być mniejsza niż 15 m. Jednak ze względu na bardzo ograniczone rozprzestrzenienie takich stref (rozpoznane badaniami geofizycznymi), związane przed wszystkim z jeziorem Urszulewskim i jego zachodnim brzegiem, nie uwzględniono tego w zapisie jednostki. Poniżej osadów czwartorzędowych można spodziewać się występowania użytkowego poziomu wodonośnego w utworach trzeciorzędowych miocenu. Moduły zasobów odnawialnych i dyspozycyjnych wód podziemnych oszacowano odpowiednio w wysokości 171,8 m³/24h/km² i 84 m³/24h/km² (poprzez analogię do zasobów wyznaczonych dla zlewni Wkry)

Dla analizowanego obszaru została wykonana „Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zlewni Mołtawy i Skrwy Prawej”. Opracowana została w 2016 roku przez firmę HYDROEKO – Biuro Poszukiwań i Ochrony Wód Andrzej Rodzoch S.A. (Karwacka K. z zespołem) na zlecenie Ministerstwa Środowiska. Zgodnie z wyżej wymienioną dokumentacją działka o numerze ewidencyjnym 224/9 położona w obrębie gruntów należących do miejscowości Zamość zlokalizowana jest w obrębie jednostki bilansowej Z 17B o powierzchni 602,5 m². Ustalone zasoby dyspozycyjne utworów piętra czwartorzędowego dla tej jednostki według stanu na 2016 r. wynoszą 59 290,0 m³/d. Zasoby odnawialne w przedmiotowej jednostce bilansowej zostały oszacowane w ilości 189 530 m³/d. Badania modelowe wykonane w ramach określenia zasobów dyspozycyjnych zlewni zlewni Mołtawy i Skrwy Prawej wykazały, że analizowana jednostka bilansowa o numerze Z 17B nie została zakwalifikowana jako region o niskich rezerwach zasobów dyspozycyjnych, bądź region

o braku rezerw zasobów dyspozycyjnych. Z powyższych danych wynika, że pobór wody z przedmiotowego ujęcia w ilości 7 m³/h nie naruszy stosunków wodnych w jednostce bilansowej nr Z 17B oraz nie przekroczy zasobów dyspozycyjnych określonych dla tego obszaru. Projektowane do wykonania ujęcie wód podziemnych nie będzie miało negatywnego wpływu na zasoby naturalne wód podziemnych, na ich stan ilościowy i chemiczny.

Analiza materiałów archiwalnych [2, 11] wykazała, że w sąsiedztwie projektowanego ujęcia są zlokalizowane inne ujęcia wód podziemnych. Zgodnie z bazą Bank Hydro w odległości około 2,5 km na północny wschód zlokalizowany jest otwór hydrogeologiczny 3650016 (numer zgodny z bazą Bank Hydro), ujmujące czwartorzędowy poziom wodonośny i należące do gminnego ujęcia wód przy szkole. Z uwagi na znaczną odległość otworów, a także na dobre wykształcenie warstwy wodonośnej oraz jej rozprzestrzenienie nie przewiduje się negatywnego oddziaływania otworów na siebie. Dane odnośnie charakterystyki sąsiadujących ujęć zestawiono w Tabeli 1, a ich lokalizację przedstawia Zał. nr 2

Tabela 1 Zestawienie wybranych ujęć wód podziemnych zlokalizowanych w pobliżu projektowanego ujęcia ujmujących czwartorzędowy poziom wodonośny

Lp.	nr otworu wg Banku Hydro lub MhP	lokalizacja	nazwa obiektu	Stratygrafia warstwy	stan ujęcia*	rzędna terenu	głębokość otworu	warstwa wodonośna			zwierciadło wody	
						[m n.p.m.]		strop [m p.p.t.]	miąższość warstwy bez przewarstwień [m]	litologia warstwy	data pomiaru	rzędna zwierciadła wody [m n.p.m.]
1	3660016	Czarna Duża	Szkoła 1	Q	cz	118,0	24,0	19,0	4,5	Piaski drobnoziarniste	1968	1,9

*Stan obiektu: cz – czynny, ncz – nieczynny, z – zlikwidowany, a – awaryjny, P - piezometr

2.2.3. Przewidywany profil geologiczny w miejscu projektowanego ujęcia

Na podstawie analizy materiałów archiwalnych [Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., 7] przewiduje się, że profil geologiczny w miejscu projektowanego ujęcia będzie następujący:

Czwartorzęd:

- 0,0 – 5,0 m p.p.t. piaski drobnoziarniste
- 5,0 – 19,0 m p.p.t. gliny zwałowe;
- 19,0 – 24,0 m p.p.t. piaski drobnoziarniste
- >24,0 m p.p.t. gliny zwałowe

Proponuje się ujęcie warstwy wodonośnej w przelocie głębokości 19,0 – 21,0 m p.p.t. (piaski drobnoziarniste). Przewiduje się, że zwierciadło wody o charakterze napiętym występuje na głębokości około 19 m p.p.t. i stabilizować się będzie na głębokości około 2,0 m p.p.t.

2.2.4. Jakość wód podziemnych

Główny użytkowy poziom wodonośny ma charakter porowy i występuje w piaszczystych utworach czwartorzędowych. Wody głównego poziomu są typu HCO₃-Ca, a ich mineralizacja nie przekracza zwykle 600 mg/dm³. Wody głównego poziomu użytkowego mają na ogół słabą jakość (klasa II). Woda wymaga uzdatniania.

2.2.5. Uzdatnianie wody

Z uwagi na prawdopodobieństwo podwyższonych wskaźników dla żelaza, azotu amonowego i barwy w wodach podziemnych przewiduje się uzdatnianie wody. Najprawdopodobniej zastosowane zostaną filtry w postaci złożów piasków i żwirów kwarcytowych. W typowych procesie technologicznych na złożach tych osadza się w głównej mierze żelazo oraz mangan. Złoża te wymagają płukania. W procesie oczyszczania filtrów (złoż kwarcowych) powstają tzw. wody popłuczne o ponadnormatywnej zawartości żelaza oraz zawiesiny w swym składzie. Na obecnym etapie prac, bez wykonanego otworu trudno jest określić wymaganą częstotliwość płukania filtrów. Na podstawie praktyk, przewiduje się płukanie złoża raz na tydzień. Ilość powstających wód popłucznych określa się na 5 m³ w jednym cyklu. Przewiduje się budowę zbiornika o pojemności ok 100 m³. Obiór wód popłucznych następować będzie przez odpowiednią firmę zajmującą się utylizacją ścieków/ odpadów. Alternatywnie projektuje się odprowadzanie wód popłucznych, po ich wcześniejszym oczyszczeniu do

pobliskiego rowu znajdującego się w północno wschodniej części działki. Odprowadzanie wód popłucznych do rowu wymaga uzyskania stosownego pozwolenia wodnoprawnego. W wodach popłucznych odprowadzanych do rowu poziom zawiesiny nie może przekraczać 35 mg/l oraz żelaza w wysokości 10 mg/l.

Wody popłuczne odprowadzane będą do odстойnika popłuczyn, gdzie podlegają procesowi sedymentacji.

Zakłada się zainstalowanie filtru o powierzchni filtracji $1,0 \text{ m}^2$. Filtr płukany będzie średnio co 15 dni. Płukanie odbywać się będzie z intensywnością $q = 1,0 \text{ dm}^3/\text{s m}^2$ w czasie $t = 10 \text{ min}$. Ilość popłuczyn powstałych z płukania filtrów wynosi:

$$V_w = 1,0 \text{ dm}^3/\text{s m}^2 \times 1,0 \text{ m}^2 \times 10 \text{ min} \times 60 \text{ sek} \times 2 \text{ (filtry)} = 1\,200 \text{ dm}^3 = 1,2 \text{ m}^3$$

W ciągu miesiąca zakłada się powstanie ok $2,4 \text{ m}^3$ wód popłucznych przy cyklu płukania filtrów co 15 dni.

Rocznie ilość powstałych wód popłucznych szacuje się na ok $26,3 \text{ m}^3$

Powyższe obliczenia są szacunkowe. Zakłada się odbiór wód popłucznych przez specjalistyczne zakłady utylizacji mających doświadczenie z przewozem i utylizacją powyższych ścieków

3. Wstępne obliczenia hydrogeologiczno-technicznych parametrów eksploatacji projektowanego ujęcia wód podziemnych

Projektuje się ujęcie warstwy wodonośnej w przelocie 19,0 – 21,0 m p.p.t. (piaski drobnoziarniste), filtrem szczelinowym PVC, \varnothing zew. 160 mm o długości 2,0 m, z obsypką do średnicy \varnothing 350 mm.

Teoretyczną dopuszczalną wydajność projektowanej studni (Q_{dop}) obliczono wg wzoru:

$$Q_{\text{dop}} = \Pi \cdot l \cdot d \cdot V_{\text{dop}} [\text{m}^3/\text{h}]$$

gdzie:

l – długość części roboczej filtra [m], $l = 2,0 \text{ m}$,

d – średnica filtra łącznie z obsypką [m], $d = 0,350 \text{ m}$,

V_{dop} – dopuszczalna prędkość dopływu wody do filtra [m/h].

Teoretyczną dopuszczalną prędkość dopływu do filtra (V_{dop}) obliczono wzorem Sichardta (dla studni, które mają pracować w sposób nieciągły, od kilku do kilkunastu godzin na dobę):

$$V_{\text{dop}} = \frac{\sqrt{k}}{15}$$

gdzie:

k – współczynnik filtracji [m/s].

Przyjęto wartość współczynnika filtracji (k) na podstawie danych archiwalnych m.in. z otworu studziennego zlokalizowanego w miejscowości Łukomie (Studnia Wodociąg Gminny 1) $k = 0,0000248$ m/s. Teoretyczna dopuszczalna prędkość dopływu wody do filtra (V_{dop}) wynosi:

$$V_{\text{dop}} = 2,4 \text{ m/h}$$

Teoretyczna dopuszczalna wydajność (Q_{dop}):

$$Q_{\text{dop}} = \Pi \cdot l \cdot d \cdot V_{\text{dop}} = 5,28 \text{ m}^3/\text{h}$$

Gdzie:

$$\Pi = 3,14159265359$$

l – długość części roboczej filtra = 2,0 m

d – średnica filtra wraz z obsypką = 0,350 m

Projektowana studnia, o całkowitej długości części roboczej filtra 2,0 m, zabudowanym w otworze o \varnothing 350 mm obliczeniowo zapewnia wydajność około 5,28 m³/h.

Przy założonej w niniejszym opracowaniu budowie geologicznej, parametrach warstwy i filtra, wyliczona teoretyczna dopuszczalna wydajność pozwala na uzyskanie określonego przez Inwestora zapotrzebowania na wodę ze studni wynoszącego ok. 3,0 m³/h oraz ok 72 m³ na dobę.

Wartość depresji eksploatacyjnej oraz promienia lejki depresji oszacowano na podstawie pompowania sąsiednich otworów ujmujących czwartorzędową warstwę wodonośną. Przewiduje się, że przy wydajności eksploatacyjnej (Q_e) równej 3,0 m³/h depresja eksploatacyjna (S_e) w projektowanej studni wyniesie około 10,0 m.

Przewidywany zasięg lejki depresji R dla wydatku studni wynoszącego 7,0 m³/h i depresji 10,0 m wg wzoru Sichertarda wyniesie [22]:

$$R = 3000s\sqrt{k} = 15,0 \text{ m}$$

s - depresja [m] równa 0,5 m,

k – współczynnik filtracji równy 0,0001 m/s

4. Zakres prac i robót geologicznych

4.1. Wiercenie otworu

Planowany do wykonania otwór rozpoznawczo - eksploatacyjny proponuje się odwiercić systemem obrotowym przy użyciu płuczki wiertniczej o średnicy gryzera \varnothing 350 mm do głębokości 24,0 m (Zał. nr 6).

Dopuszcza się również wykonanie otworu metodą udarową bez użycia płuczki wiertniczej.

Jeśli w trakcie wiercenia zostaną napotkane płycej występujące horyzonty wodonośne należy dokonać ich zamknięcia, które ma celu nienaruszenie naturalnej izolacji poszczególnych poziomów, ochronę różnych poziomów przed skażeniem bakteriologicznym oraz ochronę przed mieszaniem się wód o różnym składzie fizyko-chemicznym. Potencjalne zamykanie horyzontów wodonośnych powinno uniemożliwić kontakt hydrauliczny z innymi warstwami wodonośnymi zwłaszcza z projektowanym do ujęcia poziomem wodonośnym. Do zamykania poziomów wodonośnych projektuje się użyć substancji nieprzepuszczalnej m.in. kompakttonitu, bądź zastosować cementowanie.

Przewidywane warunki geologiczne mogą różnić się od występujących w terenie. Dlatego na miejscu podczas wiercenia, należy w razie potrzeby dostosować wiercenie do warunków geologicznych napotkanych na miejscu oraz brać pod uwagę możliwość źle przewidzianej głębokości i miąższości danej warstwy wodonośnej.

W przypadku nie napotkanie warstwy wodonośnej na przewidywanej głębokości planuje się przegłębienie otworu do głębokości 45 m.

Ostateczną konstrukcję otworu, kolumny filtrowej i obudowy nadzór geologiczny dostosuje do rzeczywistych warunków geologicznych i hydrogeologicznych uzyskanych podczas wiercenia.

4.2. Pobieranie próbek gruntu, badania laboratoryjne i pomiary zwierciadła wody

Podczas wiercenia należy pobierać próbki gruntu:

- z każdej warstwy wyróżniającej się litologicznie,
- z warstwy wodonośnej co 1 m.

Próbki należy umieszczać w znormalizowanych skrzynkach wiertniczych o pojemności przegród 1 dm^3 i dokonywać ich makroskopowego opisu oraz określać głębokość zalegania poszczególnych warstw. Wykonawca prac geologicznych jest zobowiązany do przechowywania próbek w magazynie próbek, aż do momentu przyjęcia dokumentacji hydrogeologicznej niniejszego ujęcia przez właściwy organ administracji geologicznej, co jest zgodne z wymogami Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznych [14].

W trakcie wiercenia należy rejestrować poziom stabilizacji wód podziemnych przewiercanego poziomu wodonośnego.

4.3. Filtrowanie otworu

Kolumnę filtrową planuje się posadowić w otworze na głębokości 21,0 m.

Podczas posadawiania kolumny filtrowej na rurze podfiltrowej oraz nadfiltrowej należy umieścić centralizatory, umożliwiające centryczne ustawienie kolumny w otworze.

Projektuje się, że kolumna filtrowa będzie składała się z następujących rur filtrowych:

Tabela 2 Schematyczna konstrukcja filtra

odcinek kolumny filtrowej	długość [m]	strefa głębokości [m p.p.t.]	średnica rur [mm]	rodzaj rury	uwagi
rura nadfiltrowa	30,0	0,0 – 19,0	Ø zew. 160	PVC typu PN 12,5	
część robocza filtra	2,0	19,0 – 21,0	Ø zew. 160	PVC typu PN 12,5 filtr szczelinowy, owinięty siatką studniarską SP 12	
rura podfiltrowa	3,0	21,0 – 24,0	Ø zew. 160	PVC typu PN 12,5	zakończona denkiem

Wokół kolumny filtrowej projektuje się wykonać następujące prace:

- 0,0 – 5,0 m p.p.t. piaski drobnoziarniste
- 5,0 – 19,0 m p.p.t. gliny zwałowe;
- 19,0 – 24,0 m p.p.t. piaski drobnoziarniste
- >24,0 m p.p.t. gliny zwałowe

Konstrukcję otworu, kolumnę filtrową, dobór szczelin, granulometrię obsypki i obudowę studni nadzór geologiczny dostosuje do rzeczywistych warunków geologicznych i hydrogeologicznych w miejscu odwiertania otworu.

4.4. Zalecenia na etapie realizacji przedsięwzięcia

Na etapie realizacji przedsięwzięcia w celu zminimalizowania jego oddziaływania na środowisko gruntowo-wodne, zaleca się zastosowanie następujących działań:

- roboty były ograniczone do terenu przedsięwzięcia, tj. działki nr 114/9;
- teren robót został ograniczony do niezbędnej powierzchni wymaganej dla bezpieczeństwa ich prowadzenia, a prace były wykonywane w sposób umożliwiający ochronę gruntów rolnych oraz wód powierzchniowych i podziemnych;
- transport urządzenia wiertniczego i sprzętu wiertniczego, a także materiałów do zabudowy otworów i sprzętu do próbnego pompowania odbywał się po istniejących drogach dojazdowych;
- zaplecze budowy było urządzone zgodnie z wymogami ochrony środowiska, w sposób eliminujący zagrożenie przedostania się zanieczyszczeń do otoczenia, przez wykorzystanie sprawnego technicznie sprzętu;
- dla zminimalizowania emisji hałasu zastosować, elementy amortyzujące (podkładki elastyczne) oraz zastosować tłumiki w silnikach spalinowych,
- do budowy przedsięwzięcia zastosować materiały o odpowiedniej jakości, zgodnie z obowiązującymi normami, posiadające wymagane atesty i certyfikaty,
- prace związane z wykorzystaniem sprzętu mechanicznego były prowadzone w sposób ograniczający ewentualną możliwość wycieku substancji ropopochodnych oraz przedostawaniem się smarów do środowiska gruntowo-wodnego (używanie mat absorpcyjnych, wyłożenie terenu folią),

- urobek z wiercenia (kod odpadu 17 05 04) gromadzony był w miejscu do tego przygotowanym, a po zakończeniu prac zostanie rozplantowany na terenie przedsięwzięcia,
- gromadzenie odpadów (niewielkie ilości odpadów w postaci sorbentów, materiałów filtracyjnych itp. (15 02 03) i niesegregowanych odpadów komunalnych (20 03 01), odbywało się w sposób selektywny na terenie placu budowy, zaś później, odpady przewozić przez wyspecjalizowaną firmę, posiadającą zezwolenie na transport i unieszkodliwianie tego typu odpadów,
- zorganizowane było pomieszczenie socjalno-bytowe dla pracowników (przevoźna przyczepa),
- projektowane roboty były wykonywane tylko w porze dziennej,
- otwór studzienny przed rozpoczęciem eksploatacji zostanie zabezpieczony szczelną głowicą oraz zabudową studzienną, aby nie przedostawały się do ich wnętrza ewentualne zanieczyszczenia z powierzchni terenu,
- zastosowane zostaną estetyczne obudowy naziemne (mały rozmiar obudowy, punktowe rozmieszczenie), które zminimalizują wpływ przedsięwzięcia na otaczający krajobraz,
- po ukończeniu prac teren robót zostanie uporządkowany i w miarę możliwości przywrócony do stanu maksymalnie zbliżonego do stanu sprzed rozpoczęcia prac,
- w celu ochrony jakości wody podziemnej powierzchnia terenu wokół otworu zostanie wyprofilowana, tak aby zapewnić odpływ wód opadowych z jego bezpośredniego sąsiedztwa,
- Maksymalna głębokość wiercenia: 45 m.

5. Opis przedsięwzięć mających na celu zapewnienie bezpieczeństwa powszechnego i ochronę środowiska

5.1. Bezpieczeństwo powszechne i bezpieczeństwo pracy

Roboty geologiczne powinny być wykonywane z zachowaniem bezpieczeństwa powszechnego, pożarowego, bezpieczeństwa i higieny pracy pracowników, ochrony środowiska, a także zapobiegania szkodom i ich naprawiania.

Roboty geologiczne powinny być również realizowane z zachowaniem wymogów Rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących

przewodzenia ruchu zakładów górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi [15].

Zaleca się stosowanie normy PN-G-02305-5:2002 [9], dotyczącej wymagań bezpieczeństwa przy wykonywaniu wierceń małosrednicowych i hydrogeologicznych, a także, przy wykonywaniu i odbiorze studni, normy PN-G-02318 [10].

Pracownicy firmy wykonującej roboty geologiczne powinni być przeszkoleni w zakresie przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy oraz wyposażeni w odpowiednią odzież ochronną.

Projektuje się, że wiercenie otworu wykonywane będzie zestawem wiertniczym przystosowanym do wierceń obrotowo przy użyciu płuczki wiertniczej, który posiada napęd z silnika spalinowego wysokoprężnego. Konstrukcja zbiorników paliwa zestawu wiertniczego oraz ich ustawienie powinny zapewniać bezpieczeństwo przeciwpożarowe, uzupełnianie paliwa bez straty oraz ochronę przed zanieczyszczeniem środowiska.

Energia elektryczna potrzebna do przeprowadzenia próbnego pompowania studni oraz zasilania urządzeń socjalnych będzie leżała w gestii wykonawcy wiercenia.

Podłączenie energii elektrycznej powinno być wykonane przez uprawnionego elektryka. Silnik elektryczny pompy głębinowej, należy chronić przed wystąpieniem nadmiernego natężenia prądu poprzez stosowanie zabezpieczenia elektrycznego (bezpieczniki elektryczne). Ochronę przed dotykiem pośrednim stanowi samoczynny wyłącznik zasilania.

Wiertnica powinna być uziemiona przy pomocy sondy z linką stalową. Protokoły z przeprowadzonych pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej instalacji i urządzeń niskiego napięcia oraz uziemienia wieży wiertniczej powinny znajdować się w aktach wiertni.

Wiertnica powinna być tak ustawiona, aby obszar niebezpieczny ze względu na zagrożenie upadku przedmiotów wokół otworu o promieniu 1,5-krotnej wysokości masztu lub wieży wiertnicy, nie obejmował sąsiednich zabudowań, zbiorników wodnych, rzek, drogi i sieci energetycznej.

Konstrukcja wiertnicy powinna eliminować możliwość tarcia lub nawijania się węży hydraulicznych oraz przewodów elektrycznych na elementy obracające się w czasie pracy.

Teren robót geologicznych powinien być zabezpieczony przed możliwością wtargnięcia na niego przez osoby nieupoważnione.

5.2. Ochrona środowiska

Teren projektowanych robót należy ograniczyć do niezbędnej powierzchni wymaganej dla bezpieczeństwa ich prowadzenia, a prace należy wykonywać w sposób umożliwiający ochronę gruntów rolnych oraz wód powierzchniowych i podziemnych.

Transport urządzenia wiertniczego i sprzętu wiertniczego, a także materiałów do zabudowy studni i sprzętu do próbnego pompowania powinien odbywać się po istniejących drogach dojazdowych.

Przed przystąpieniem do wiercenia otworu w miejscu dołu urobkowego należy zdjąć warstwę gleby i złożyć na pryzmie poza obrębem zestawu wiertniczego. Natomiast dół płuczkowy po jego wykonaniu należy wyłożyć folią nieprzepuszczalną uniemożliwiającą ewentualne przesączenie się płuczki wiertniczej do gleby.

Nie planuje się odzyskiwać płuczki wiertniczej. Wiercenie wykonywane będzie na prawy obieg płuczki tj. płuczka wiertnicza zasysana będzie przez przewód wiertniczy z dołu płuczkowego następnie podawana będzie na świder i dalej płuczka wynosić będzie zwierciny przestrzenią pierścieniową na powierzchnię na sita wiertnicze i dalej do dołu płuczkowego. Sita wiertnicze mają za zadanie zatrzymać jedynie najgrubsze fragmenty gruntu, by geolog mógł opisać i zbadać próbkę gruntu. Nie planuje się stosować urządzeń do oczyszczania płuczki. Płuczka wiertnicza sporządzona będzie na bazie bentonitu (minerał ilasty). Podczas przewiercania osadów gliniastych oraz ilastych istnieje możliwość wiercenia na wodę bez dodatków bentonitowych z uwagi na fakt, iż osady te zawierają w swoim składzie minerały ilaste i w naturalny sposób dochodzi do zagęszczania płuczki na bazie wody.

Wydobyty podczas wiercenia urobek będzie składowany obok otworu, na terenie placu budowy. Według Ustawy o odpadach [24] i rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie katalogu odpadów [19], odpady wiertnicze z odwiertów wody słodkiej nie stanowią odpadu niebezpiecznego dla środowiska i mogą być składowane w sposób nieselektywny, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie rodzajów odpadów, które mogą być składowane na składowisku odpadów w sposób nieselektywny [16]. Pozostała płuczka wiertnicza po wykonaniu otworu stanowi odpad o nr 01 05 04, który należy zutylizować w specjalnym przystosowanym do tego celu zakładzie zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie katalogu odpadów.

W trakcie wiercenia otworu nastąpi nieznaczna emisja hałasu i spalin, która nie będzie miała odczuwalnego wpływu na środowisko.

Podczas pompowania oczyszczającego i pomiarowego woda będzie odprowadzana do beczkowni lub alternatywnie na teren inwestora. W rozumieniu Prawa wodnego [24], wody podziemne pochodzące z próbnego pompowania nie są ściekami.

Po zakończeniu robót geologicznych odwiercony otwór należy zabezpieczyć huczką do czasu ich uzbrojenia, dół urobkowy dla każdego otworu zlikwidować i przykryć warstwą uprzednio zdjętej gleby, a teren placu wiercenia doprowadzić do stanu pierwotnego.

5.3. Wpływ zamierzonych robót na obszary chronione

Planowane prace związane z wykonaniem ujęcia wód podziemnych nie będą miały negatywnego wpływu na środowisko naturalne i nie będą zlokalizowane w obszarze Parków Narodowych, jak również Natura 2000. Planowane prace zlokalizowane są na Obszarze Chronionego Krajobrazu Przysiężce Skrzy Prowej, jednakże planowane ujęcie wystawać będzie około 0,5 m ponad powierzchnię terenu co nie stanowi zagrożenia dla zmiany krajobrazu jak również otoczenia. Stąd w wyniku realizacji przedsięwzięcia zmianie i przekształceniu nie ulegną obszary wymagające specjalnej ochrony ze względu na występowanie gatunków roślin i zwierząt oraz ich siedlisk przyrodniczych objętych ochroną, w tym obszary sieci Natura 2000 wyznaczone w trybie ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. 2013 poz. 627).

Płuczka wiertnicza nie będzie miała negatywnego wpływu na środowisko, przy wykonywaniu otworów hydrogeologicznych powstaje ona na bazie naturalnych składników tj. wody oraz bentonitu (minerał ilasty), które są neutralne dla środowiska.

Z uwagi na specyfikę robót geologicznych nie przewiduje się by miały one negatywny wpływ na środowisko.

Z uwagi na zmniejszenie ryzyka potencjalnego wpływu na środowisko należy:

- Przed przystąpieniem do prac należy zdjąć wierzchnią warstwę humusu, a po wykonanych pracach ułożyć ją ponownie w pierwotne miejsce,
- Dół płuczki należy wyłożyć nieprzepuszczalną folią by przeciwdziałać infiltracji płuczki do gruntu,
- Wszelkie awarie należy usuwać poza obszarem inwestycji w miejscach (warsztatach) do tego przystosowanych.

Z uwagi na ujęcie warstwy wodonośnej występującej na głębokości 19,0 m p.p.t. i nie mającej kontaktu hydraulicznego z warstwą wodonośną przypowierzchniową nie

przewiduje się by pobór wód podziemnych miał wpływ (obniżenie zwierciadła wody) na środowisko przyrodnicze.

6. Zagrożenia dla jakości planowanej do ujęcia warstwy wodonośnej

6.1. Etap realizacji przedsięwzięcia

Jak już wspomniano we wcześniejszych rozdziałach najważniejszą kwestią związaną z wykonywaniem otworów wiertniczych jest posiadanie sprawnego sprzętu wiertniczego. Ze sprzętu nie mogą dokonywać się wycieki (paliwa, smaru).

Płuczka wiertnicza nie będzie miała negatywnego wpływu na środowisko, przy wykonywaniu otworów hydrogeologicznych powstaje ona na bazie naturalnych składników tj. wody oraz bentonitu (minerał ilasty) które są neutralne dla środowiska.

Studnia wiertnicza wykonana będzie w pierwszym etapie prac, przed wykonaniem prac budowlanych związanych z budynkami inwentarskimi. Stąd nie przewiduje się wpływu prac budowlanych na projektowane ujęcie wód.

6.2. Etap eksploatacji przedsięwzięcia

Na etapie eksploatacji przedsięwzięcia nie przewiduje się zagrożenia pogorszenia jakości ujmowanej wody podziemnej.

W przypadku wystąpienia awarii, wycieku na powierzchni terenu warstwa wodonośna izolowana jest miększym pakietem (25 m) utworów słabo przepuszczalnych – glin zwałowych dla których średni współczynnik filtracji wynosi ok 0,0000001 m/s. Oznacza to że potencjalny pionowy czas przesączania się zanieczyszczeń do warstwy wodonośnej przekracza 25 lat. Dodatkowo w celu odcięcia ujmowanej warstwy wodonośnej planuje się wykonać 2-3 m uszczelnienie z kompakttonitu. Kompakttonit zostanie umieszczony ponad częścią roboczą filtra w przestrzeni między ścianą otworu a filtrem. Kompakttonit wykazuje się pęcznieniem w przypadku styku z wodą (zanieczyszczeniami). Dzięki temu wykazuje cechy praktycznie nieprzepuszczalnego materiału.

Ocena czasu przesączania się potencjalnego zanieczyszczenia z powierzchni terenu dokonano według wzoru prędkości przesączania.

Do obliczeń przyjęto 45 m pakiet osadów słabo przepuszczalnych (glin zwałowych).

$$V_a = \frac{1}{n_o} \sqrt[3]{\omega^2 * k}$$

gdzie:

n_o – porowatość aktywna, $n_o = 0,36$,

k – współczynnik filtracji skał słabo przepuszczalnych $k = 0,00864$ m/d,

ω - średnia roczna infiltracja, $\omega = 0,0002$ m/d,

$$V_a = 0,001949 \text{ m/d,}$$

$$t_p = \frac{19}{0,001949} = 9\,748 \text{ dni} \approx 26,7 \text{ lat.}$$

Po wykonaniu studni planuje się wyznaczyć teren ochrony bezpośredniej ujęcia o promieniu ok 3 m. Teren ten będzie ogrodzony, a dostęp do niego będą miały jedynie osoby upoważnione.

7. Spis literatury:

1. Czarnecka H. i inni, 2005, Atlas podziału hydrograficznego Polski, w skali 1: 200 000, IMGiW Warszawa.
2. Kondracki J., 2002, Geografia regionalna Polski, PWN Warszawa.
3. Karwacka S., i inni, 2016, Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zlewni Mołtawy i Skrwy Prawej, , HYDROEKO – Biuro Poszukiwań i Ochrony Wód Andrzej Rodzoch S.A., Warszawa.
4. Kotarbiński J., 1998, Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, arkusz Sierpc (366), PIG - PIB, Warszawa.
5. Kotarbiński J., 2001, Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, arkusz Sierpc (365), PIG - PIB, Warszawa.
6. Macioszczyk A., 1987, Hydrogeochemia, Wyd. Geologiczne, Warszawa.
7. Mikołajków J., 2002, Mapa hydrogeologiczna Polski 1:50 000, arkusz Sierpc (365), PIG - PIB, Warszawa.
8. Mikołajków J., 2002, Objaśnienia do mapy hydrogeologicznej Polski 1:50 000, arkusz Sierpc (365), PIG - PIB, Warszawa.
9. Polska Norma PN-G-02305-5:2002 Wiercenia małośrednicowe i hydrogeologiczne. Wiertnice. Wymagania bezpieczeństwa.
10. Polska Norma PN-G-02318 Studnie wiercone – zasady projektowania, wykonania i odbioru.
11. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 25 kwietnia 2014 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu zakładów górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi (Dz.U. 2014 poz. 812).
12. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. 2011 nr 288 poz. 1696 z późniejszymi zmianami).
13. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U.2015.1422 ze zm).
14. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz.U. 2017 nr 2075).

15. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 25 kwietnia 2014 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu zakładów górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi (Dz.U. 2014 poz. 812).
16. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 16 stycznia 2015 r. w sprawie rodzajów odpadów, które mogą być składowane na składowisku odpadów w sposób nieselektywny (Dz.U. 2015 poz. 110).
17. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełniać przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. 2014 Poz. 1800).
18. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno – inżynierskiej (Dz.U. 2016 poz. 2033).
19. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. 2014 poz. 1923).
20. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017 poz. 2294).
21. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2148).
22. Turek S. (red.), 1971, Poradnik hydrogeologa, WG Warszawa.
23. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (tekst jedn.: Dz. U. Dz.U. 2023 poz. 633).
24. Ustawa Prawo wodne z dnia 20 lipca 2017 r. (tekst jedn.: Dz. U. z 2023 r., poz. 877,).
25. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (tekst jedn.: Dz.U. 2020 poz. 310)

