

Inwestor:

Gmina Górno

Górno 169
26-008 Górno



Dokumentacja hydrogeologiczna

**ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wody podziemnej
z utworów dewonu środkowego w miejscowości Radlin,
gmina Górno dla zaopatrzenia osiedla domów jednorodzinnych**

Lokalizacja:

dz. nr 617/2, obręb ewidencyjny 0011 Radlin, gm. Górno, pow. kielecki, woj. świętokrzyskie

Branża:

Geologia

Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Specjalność	Data	Podpis
Bogusław Bielec	IV - 0323	geologia	06.2021	
Marian Hnatko	-	geologia	06.2021	
Grzegorz Bujak	V – 1646, VII - 1428	geologia	06.2021	
Urszula Ulanicka	VII-2005	geologia	06.2021	

Dokumentacja hydrogeologiczna

ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wody podziemnej z utworów dewonu środkowego
w miejscowości Radlin, gmina Górno dla zaopatrzenia osiedla domów jednorodzinnych

KARTA INFORMACYJNA DOKUMENTACJI HYDROGEOLOGICZNEJ USTALAJĄCEJ ZASOBY EKSPLOATACYJNE UJĘCIA WÓD PODZIEMNYCH

Tytuł dokumentacji: **Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wody podziemnej z utworów dewonu środkowego w miejscowości Radlin, gmina Górno dla zaopatrzenia osiedla domów jednorodzinnych**

Podstawa wykonania prac (nr decyzji): **GP.6530.2.2020 z dnia 03.03.2020 r. wraz ze zmianą RO.III.6530.5.2021 z dnia 02.03.2021 r.**

Wykonawca prac: **Zakład Wierceń Studziennych Jerzy Wilman
25-139 Kielce, ul. Chodkiewicza 96**

Zamawiający: **GMINA GÓRNO
Górno 169, 26-008 Górno**

Okres realizacji prac: **10 ÷ 28.05.2021 r.**

Miejscowość: **Radlin**

Gmina: **Górno**

Powiat: **kielecki**

Województwo: **świętokrzyskie**

Zlewnia rzeki (do IV rzędu): **Czarnej Nidy**

Region wodny: **Górnej Wisły**

Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej (siedziba): **31-109 Kraków,
ul. Marszałka J. Piłsudskiego 22**

Zbiornik wód podziemnych (porowy/szczelinowy, odkryty/zakryty): **szczelinowy, zakryty**

Arkusz mapy 1:50.000: **M-34-42-B Bodzentyn**

Położenia ujęcia w państwowym układzie współrzędnych¹:

x = **5 635 387.89**, y = **7 482 460.33**

Układ odniesienia: **"2000"**

Rzędna ujęcia²: **283,60 m n.p.m.**

Stratygrafia pięter wodonośnych objętych ustalaniem zasobów: **dewon środkowy**

Zasoby eksploatacyjne ustalone według stanu rozpoznania hydrodynamicznego na:

maj 2021 r.

(miesiąc, rok)

Zasoby eksploatacyjne	Depresja zwierciadła wody na ujęciu	
$Q_e = 20,2 \text{ m}^3/\text{h}$	w warstwie wodonośnej	w otworze
Liczba otworów: 1	$S_w = 19,50 \text{ m}$	$S_c = 18,82 \text{ m}$
Klasa jakości wody: III (z uwagi na zawartość: NO_3)	Typ chemiczny: zwykła (słodka)	Mineralizacja: ~400* mg/l.
Obszar zasobowy o powierzchni 0,808 km² określony w granicach przedstawionych w załączniku nr 3.2.		

* - na podstawie przewodności elektrolitycznej właściwej (PEW) - zał. 7.

Sporządzający dokumentację (imię i nazwisko): **Bogusław Bielec**

Numer uprawnień geologicznych: **IV-0323**

Kielce, 30.06.2021 r.

(Miejscowość, data)

Spis treści

1. Przedmiot i zakres opracowania	4
1.1 Podstawa formalna	4
1.2 Cel wiercenia	4
1.3 Omówienie zapotrzebowania i wymagań odnośnie jakości wody	4
2. Materiały wykorzystane do opracowania dokumentacji	4
3. Akty prawne wykorzystane przy opracowaniu dokumentacji	5
4. Charakterystyka terenu badań	5
4.1 Położenie, morfologia, hydrografia	5
4.2 Zagospodarowanie terenu i stan środowiska w rejonie ujęcia	6
4.3 Budowa geologiczna	6
4.3.1. Utwory czwartorzędowe	6
4.3.2. Utwory przedczwartorzędowe	7
4.4 Warunki hydrogeologiczne	7
4.5 Jakość wód podziemnych	8
5. Opis wykonania zadania geologicznego	8
5.1 Uzasadnienie geologiczne i hydrogeologiczne lokalizacji ujęcia	8
5.2 Przebieg prac wiertniczych	9
5.3 Przebieg badań hydrogeologicznych	9
5.4 Zakres prac zrealizowanych w stosunku do projektu robót geologicznych	10
6. Omówienie wyników badań hydrogeologicznych	10
6.1 Ocena współczynnika filtracji	10
6.2 Określenie dopuszczalnej przepustowości filtra	11
6.3 Ocena jakości wody	14
7. Ustalenie zasobów eksploatacyjnych ujęcia	15
8. Ochrona ustalonych zasobów ujęcia – projekt stref ochronnych	15
9. Wyznaczenie strefy spływu wody do ujęcia	17
10. Omówienie racjonalnej eksploatacji ujęcia	18
11. Wnioski	18

Dokumentacja hydrogeologiczna

ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wody podziemnej z utworów dewonu środkowego
w miejscowości Radlin, gmina Górnó dla zaopatrzenia osiedla domów jednorodzinnych

Załączniki:

Załącznik 1.1. Mapa przeglądowa, skala 1: 100 000.

Załącznik 1.2. Mapa dokumentacyjna, skala 1: 10 000.

Załącznik 2.1. Mapa lokalizacji dokumentowanego otworu S-1, skala 1: 500.

Załącznik 2.2. Umowa użyczenia i oświadczenia właścicieli działki 617/2.

Załącznik 3.1. Mapa geologiczna rejonu dokumentowanych robót, skala 1: 50 000.

Załącznik 3.2. Mapa hydrogeologiczna, skala 1: 10 000.

Załącznik 3.3. Mapa sozologiczna rejonu dokumentowanych robót, skala 1: 50 000.

Załącznik 3.4. Przekrój hydrogeologiczny, skala 1 : 2 000/1: 50 000.

Załącznik 4. Zbiórce zestawienie wyników wiercenia otworu S-1, skala 1: 250.

Załącznik 5. Wyniki pompowania pomiarowego otworu S-1 na działce nr 617/2 w miejscowości Radlin
(22÷25.05.2021 r.).

Załącznik 6. Wykres zależności $s = f(Q)$ i $s = f(q)$ dla otworu S-1.

Załącznik 7. Wyniki analizy fizykochemicznej i bakteriologicznej wody z otworu S-1.

Załącznik 8.1. Decyzja Starosty Kieleckiego zatwierdzająca projekt robót geologicznych dla wykonania
otworu S-1.

Załącznik 8.2. Zmiana decyzji Starosty Kieleckiego zatwierdzającej projekt robót geologicznych dla wykonania
otworu S-1.

Załącznik 9. Inwentaryzacja geodezyjna.

Uwaga:

Mapy stanowiące zał. 1.1, 1.2, 2.1 i 3.2 sporządzone zostały na podkładzie map pozyskanych
z państwowego zasobu geodezyjno-kartograficznego.

1. Przedmiot i zakres opracowania

1.1 Podstawa formalna

Zlecniodawcą niniejszej dokumentacji jest Gmina Górno, Górno 169, 26-008 Górno.

Ujęcie S-1 jest nowym ujęciem, które zaopatrywać będzie w wodę powstające osiedle domów jednorodzinnych w miejscowości Radlin, gmina Górno.

W dokumentacji przedstawiono wyniki wiercenia otworu S-1 wraz z wynikami próbnego pompowania i analizą jakości ujętej wody.

1.2 Cel wiercenia

Celem projektowanego wiercenia było ujęcie wód zwykłych z utworów dewonu środkowego dla zaopatrzenia w wodę osiedla domów jednorodzinnych w miejscowości Radlin, gm. Górno, pow. kielecki, woj. świętokrzyskie.

1.3 Omówienie zapotrzebowania i wymagań odnośnie jakości wody

Zapotrzebowanie na wodę określone zostało przez Zlecniodawcę i wynosiło ok. 25 m³/h (Kos, 2020). Z dokumentowanego otworu S-1 uzyskano wydajność maksymalną 20,2 m³/h, przy depresji w otworze 19,5 m, należy zatem stwierdzić, że zgłoszone zapotrzebowanie nie zostało w całości pokryte.

Woda używana będzie na potrzeby pitne, socjalno-bytowe i gospodarcze, dlatego jej jakość powinna odpowiadać wymaganiom określonym w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017, poz. 2294).

2. Materiały wykorzystane do opracowania dokumentacji

1. Cebulska M., Szczepanek R., Twardosz R., 2013 - Rozkład przestrzenny opadów atmosferycznych w dorzeczu górnej Wisły. Opady średnie roczne (1952-1981). WIS PK, IGiGP UJ, Kraków.
2. Kos M., 2020 - Projekt robót geologicznych na wykonanie studni wierconej w miejscowości Radlin, gmina Górno, powiat kielecki, województwo świętokrzyskie.
3. Filonowicz P, 1962 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1: 50 000, arkusz 816 Bodzentyn. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

Dokumentacja hydrogeologiczna

ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wody podziemnej z utworów dewonu środkowego
w miejscowości Radlin, gmina Górnica dla zaopatrzenia osiedla domów jednorodzinnych

4. Wróblewska E., Herman G., 1997 – Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1: 50 000, arkusz 816 Bodzentyn. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
5. Kondracki J., 2002 – Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN.
6. Macioszczyk T., Rodzich A., Frączek E., 1994 – Projektowanie stref ochronnych źródeł i ujęć wód podziemnych. Poradnik Metodyczny. Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Departament Geologii, Warszawa.
7. Pazdro Z., 1983 – Hydrogeologia ogólna, Wydawnictwa Geologiczne.
8. Turek S. (red.), 1971 – Poradnik hydrogeologa. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
9. Dąbrowski S., Górski J., Kapuściński J., Przybyłek J., Szczepański A., 2004 – Metodyka określania zasobów eksploatacyjnych ujęć zwykłych wód podziemnych. Poradnik metodyczny. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
10. Dąbrowski S., Przybyłek J., 2005 – Metodyka próbnych pompowań w dokumentowaniu zasobów wód podziemnych. Poradnik metodyczny. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.

3. Akty prawne wykorzystane przy opracowaniu dokumentacji

1. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze (tekst jednolity: Dz.U. 2020, poz. 1064 ze zmianami).
2. Ustawa Prawo wodne z dnia 20.07.2017 r. (tekst jednolity: Dz.U. 2021, poz. 624 ze zmianami).
3. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz.U. 2016, poz. 2033).
4. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11.10.2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019, poz. 2148).
5. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017, poz. 2294).
6. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24.05.2004 r. w sprawie wzorów tablic informacyjnych o strefie ochronnej ujęcia wody (Dz.U. 2004, Nr 136, poz. 1457 ze zmianami).
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jednolity: Dz.U. 2019, poz. 1065 ze zmianami).

4. Charakterystyka terenu badań

4.1 Położenie, morfologia, hydrografia

Według Kondrackiego (2002) miejscowość Radlin położona jest w centralnej części Gór Świętokrzyskich (342.34-5). Pod względem administracyjnym teren badań leży w granicach

Dokumentacja hydrogeologiczna

ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wody podziemnej z utworów dewonu środkowego
w miejscowości Radlin, gmina Górnó dla zaopatrzenia osiedla domów jednorodzinnych

gminy Górnó, powiat kielecki, woj. świętokrzyskie. Rzędne terenu w sąsiedztwie dokumentowanego otworu wahają się od ok. 261 m n.p.m. (w dolinie Warkocza) do 326,8 m n.p.m. (Ostra Górka na SW od dokumentowanego otworu S-1). Rzędna terenu w miejscu wiercenia wynosi 283,6 m n.p.m. (zał. 4 i 9). Współrzędne otworu w układzie "2000" wynoszą (zał. 4 i 9):

$$x = 5\ 635\ 387.89$$

$$y = 7\ 482\ 460.33$$

Pod względem hydrograficznym teren dokumentowanych robót położony jest w zlewni Czarnej Nidy (zał. 1.1 i 1.2). Ciekami bezpośrednio odwadniającym teren dokumentowanych robót jest Warkocz.

Dokumentowany otwór S-1 zlokalizowany został w obrębie działki nr 617/2 (zał. 2.1), której właścicielami są pp. Anna i Sylwiusz Węglowscy zam. ul. Kolonia 87A, 26-115 Skarżysko Kościelne. Wyznali oni zgodę na wykonanie otworu poszukiwawczego na działce 617/2 (Kos, 2020) oraz wyrazili zgodę na przedłużenie terminu ważności decyzji Starosty Kieleckiego zatwierdzającej projekt robót geologicznych (zał. 2.2).

4.2 Zagospodarowanie terenu i stan środowiska w rejonie ujęcia

Działka nr 617/2 położona jest w południowo-zachodniej części miejscowości Radlin i obecnie nie jest zabudowana. Działki sąsiednie oraz najbliższe otoczenie stanowią grunty rolne oraz nieużytki. Zagospodarowanie działki nr 617/2 (przebieg linii energetycznych, telekomunikacyjnych, gazowych i innych) nie ograniczało prowadzenia robót geologicznych.

Omawiany teren leży poza granicami obszarów Natura 2000 (najbliższy - SOO Dolina Warkocza - ok. 1,1 km na SE) oraz innych obszarów chronionych takich jak rezerваты przyrody, parki narodowe czy parki krajobrazowe. Znajduje się natomiast w obrębie Podkieleckiego Obszaru Chronionego Krajobrazu. Nie było przeciwwskazań dla wykonania otworu S-1 w obrębie i sąsiedztwie ww. obszarów prawnie chronionych.

Teren badań położony jest poza aktualnymi obszarami górniczymi.

4.3 Budowa geologiczna

Budowę geologiczną terenu badań omówiono na podstawie Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Bodzentyn (816). Fragment tej mapy przedstawia zał. 3.1.

4.3.1. Utwory czwartorzędowe

Osady czwartorzędowe występują w formie porozrywanych płatów głównie na wzniesieniach zbudowanych ze skał starszych. Reprezentowane są przede wszystkim przez

Dokumentacja hydrogeologiczna

ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wody podziemnej z utworów dewonu środkowego w miejscowości Radlin, gmina Górno dla zaopatrzenia osiedla domów jednorodzinnych

plejstocénskie gliny zwałowe. W dolinach cieków powierzchniowych występują również plejstocénskie piaski i żwiry rzeczne z soczewkami glin. Miąższość utworów czwartorzędowych dochodzić może miejscami do 20 m.

W dokumentowanym otworze S-1 stwierdzono występowanie utworów czwartorzędowych (gliny i piaski) do głębokości 18 m (zał. 4).

4.3.2. Utwory przedczwartorzędowe

Rejon dokumentowanych robót leży w obrębie tzw. trzonu paleozoicznego Gór Świętokrzyskich. Położony jest na styku antykliny Niestrachowa i synkliny Radlina. Podłoże skalne stanowią tu utwory dewonu dolnego - głównie piaskowce oraz zlepieńce i łupki, a także dewonu środkowego i górnego - reprezentowane przede wszystkim przez dolomity i wapienie.

W dokumentowanym otworze S-1 bezpośrednio pod czwartorzędem (Q) stwierdzono występowanie ilów z okruchami wapieni oraz niżej wapieni i piaskowców z wkładkami ilów - dewon środkowy (zał. 4).

4.4 Warunki hydrogeologiczne

W rejonie dokumentowanych robót woda podziemna występuje przede wszystkim w utworach przedczwartorzędowych (dewon górny i środkowy) oraz podrzędnie w czwartorzędowych. Piętro dewońskie związane jest z występowaniem wapieni i dolomitów oraz piaskowców. Zasobność piętra dewońskiego jest zróżnicowana. Zwierciadło wody ma najczęściej charakter naporowy. Wielkość naporu może dochodzić do kilkunastu metrów. Wydajność pojedynczego otworu studziennego wynosi przeważnie od kilku do kilkudziesięciu m³/h.

Tabela 1

Charakterystyka najbliższych otworów

Numer zgodny z mapą zał. 1.2	Miejscowość Użytkownik	Otwór			Warstwa wodonośna			Wydajność Q	Depresja s
		Rok wykonania	Głębokość [m] Stratygrafia spągu	Rzędna [m npm]	Straty- grafia	Głębokość zw. wody			
						nawiercone [m ppt]	ustalone [m ppt]		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8160024	Radlin Szkoła S-1	1970	28,5 D3	291,5	D3	1,2 12,0	1,2 1,7	1,87	12,5
8160032	Radlin Szkoła S-2	1974	30,0 D3	291,5	D3	1,5 10,0	1,5 2,7	5,0	14,5
8160060	Niestrachów studnia prywatna	1984	24,0 Q	261,5	Q	7,0 13,0	7,0 4,5	3,6	4,5

Dokumentowany otwór S-1 ujmie poziom środkowego dewonu. W rejonie miejscowości Radlin wyróżniono GPU (główny poziom użytkowy) w utworach dewonu środkowego i górnego. Otwór S-1 zlokalizowany został w obrębie jednostki hydrogeologicznej o symbolu 11aD_{2,3}III (Wróblewska, Herman, 1997).

Dokumentacja hydrogeologiczna

ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wody podziemnej z utworów dewonu środkowego
w miejscowości Radlin, gmina Górnica dla zaopatrzenia osiedla domów jednorodzinnych

W otworze S-1 zwierciadło wody miało charakter naporowy. Nawiercone na głębokości 36,0 m ustabilizowało się 15,0 m p.p.t. W trakcie badań hydrogeologicznych uzyskano z otworu maksymalną wydajność 20,2 m³/h.

Rejon dokumentowanych robót znajduje się w obszarze bilansowym K-05 (Wisła od Dunajca do Wisłoki) o powierzchni 6 609,68 km². Zasoby dyspozycyjne tego obszaru szacowane są na 723 848 m³/d zaś zasoby perspektywiczne na 0 m³/d (wg. stanu na 31.12.2020 r.). Dodatkowo teren dokumentowanych robót objęty został *Dokumentacją hydrogeologiczną ustalającą zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zlewni Nidy bez rejonu Kielc*. Dokumentacja ta została zatwierdzona decyzją Ministra Środowiska z dnia 12.04.2012 r. (znak: DGiKGhg-4731-13/6894/15036/12/MJ). W ww. dokumentacji określono zasoby dyspozycyjne obszaru zlewni o pow. 3 444,2 km² w ilości 468 000 m³/d. Przedstawione do zatwierdzenia zasoby eksploatacyjne otworu S-1 nie naruszają podanych powyżej zasobów dyspozycyjnych.

4.5 Jakość wód podziemnych

Wody piętra dewońskiego mają odczyn obojętny lub słabo zasadowy, nie zawierają podwyższonych zawartości związków azotu. Niekiedy stwierdza się w nich podwyższone zawartości żelaza i manganu.

Jakość wód ujętych dokumentowanym otworem S-1 omówiona została w rozdz. 6.3.

5. Opis wykonania zadania geologicznego

Celem badań i projektowanych robót było poszukiwanie i ujęcie wody zwykłej dla potrzeb własnych Zleceniodawcy (zaopatrzenie osiedla domów jednorodzinnych). W celu zrealizowania postawionego zadania geologicznego wykonany został jeden otwór S-1 w utworach środkowego dewonu. Projekt robót geologicznych (Kos, 2020) zakładał wykonanie otworu do głębokości 100 m. Cel prac został zrealizowany poprzez wykonanie otworu do głębokości 80 m i ujęcie poziomu środkowego dewonu.

5.1 Uzasadnienie geologiczne i hydrogeologiczne lokalizacji ujęcia

Lokalizacja dokumentowanego otworu przedstawiona została na wszystkich mapach tematycznych (zał. 1 ÷ 3). Przy wyborze miejsca wykonania otworu brano pod uwagę następujące przesłanki:

- budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne,
- ukształtowanie terenu warunkujące możliwość prowadzenia prac wiertniczych a później łatwe doprowadzenie wody do osiedla domów jednorodzinnych,

Dokumentacja hydrogeologiczna

ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wody podziemnej z utworów dewonu środkowego
w miejscowości Radlin, gmina Górnó dla zaopatrzenia osiedla domów jednorodzinnych

- możliwość dojazdu urządzenia wiertniczego,
- zagospodarowanie działki.

5.2 Przebieg prac wiertniczych

Otwór wykonany został systemem udarowym przez Zakład Wierceń Studziennych Jerzy Wilman, 25-139 Kielce, ul. Chodkiewicza 96.

Do głębokości 24,0 m wiercenie prowadzone było świdrem pod rury ϕ 457 mm z jednoczesnym rurowaniem rurami stalowymi ϕ 457 mm (18"). Rury te po zafiltrowaniu otworu zostały wyciągnięta z otworu. Dalsze wiercenie do głębokości 42 m prowadzone było w rurach ϕ 406 mm (16"). Następnie rura ϕ 406 mm (16") została postawiona w korku iłowym. W dalszej kolejności wiercenie prowadzone było młotkiem ϕ 320 mm do głębokości 80 m. Po stwierdzeniu korzystnych warunków hydrogeologicznych zdecydowano o zakończeniu wiercenia. Następnie otwór S-1 został zafiltrowany kolumną rur PVC DN 225 mm o konstrukcji podanej na zał. 4. W interwale 80-20 m wykonana została obsypka żwirowa ϕ 1,4 - 2,0 mm, natomiast w interwale 20-5 m uszczelnienie ıłowe z kompakttonitu.

Konstrukcja otworu jest następująca (zał. 4):

- rura nadfiltrowa PCV DN 225 mm, długość 43,0 m,
- część czynna filtra - rura PCV DN 225 mm z perforacją szczelinową o szerokości szczelin 3 mm, długość 33,0 m,
- rura podfiltrowa PCV DN 225 mm z dnem, długość 4,0 m.

5.3 Przebieg badań hydrogeologicznych

Pompowanie oczyszczające rozpoczęte zostało dnia 20.05.2021 r. o godzinie 10⁰⁰. Trwało łącznie 24,0 godziny, tj. do godziny 10⁰⁰ dnia 21.05.2021 r. Po zakończeniu pompowania oczyszczającego otwór został zachlorowany. Pompowanie pomiarowe rozpoczęto dnia 22.05.2021 r. o godzinie 15⁰⁰. Prowadzone było na trzech poziomach dynamicznych w łącnym czasie 73 godziny (24/24/25h). W trakcie pompowania pomiarowego uzyskano następujące wyniki:

$Q_1 = 7,1 \text{ m}^3/\text{h}$	$s_1 = 6,70 \text{ m}$	$q_1 = 1,060 \text{ m}^3/\text{h}/1\text{ms}$
$Q_2 = 14,1 \text{ m}^3/\text{h}$	$s_2 = 13,45 \text{ m}$	$q_2 = 1,048 \text{ m}^3/\text{h}/1\text{ms}$
$Q_3 = 20,2 \text{ m}^3/\text{h}$	$s_3 = 19,50 \text{ m}$	$q_3 = 1,036 \text{ m}^3/\text{h}/1\text{ms}$

Przebieg pompowania przedstawiają zał. 5 i 6.

Pod koniec III stopnia pompowania (w dniu 25.05.2021 r.) pobrana została próbka wody do badań fizyko-chemicznych i bakteriologicznych (zał. 7). Badania wykonano w Laboratorium

Dokumentacja hydrogeologiczna

ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wody podziemnej z utworów dewonu środkowego w miejscowości Radlin, gmina Górnio dla zaopatrzenia osiedla domów jednorodzinnych

Badań Środowiskowych Przedsiębiorstwa Geologicznego Sp. z o.o. w Kielcach.

5.4 Zakres prac zrealizowanych w stosunku do projektu robót geologicznych

W projekcie robót geologicznych (Kos, 2020) przewidywano wykonanie jednego otworu S-1 o głębokości 100 m. Poniżej przedstawiono zestawienie porównawcze prac projektowanych i zrealizowanych w dokumentowanym otworze.

Wykaz prac	Projektowanych	Zrealizowanych
Głębokość otworu	100 m	80 m
Stosowane narzędzia wiertnicze (rodzaj i średnica)	świder do rur ϕ 406 mm świder do rur ϕ 356 mm	świder do rur ϕ 457 mm świder do rur ϕ 406 mm młotek ϕ 320 mm
Rura osłonowa (rodzaj, średnica, głębokość posadowienia, uszczelnienie)	stalowa, ϕ 406 mm, do głębokości 10 m wyciągnięta po zafiltrowaniu; stalowa, ϕ 356 mm, do głębokości 100 m wyciągnięta po zafiltrowaniu;	stalowa, ϕ 457 mm, do głębokości 24 m wyciągnięta po zafiltrowaniu; stalowa, ϕ 406 mm, do głębokości 42 m w korku iłowym;
Kolumna filtrowa: - rodzaj i średnica - perforacja - siatka - rura nadfiltrowa - część czynna filtra - rura podfiltrowa	- PCV DN 250 mm - szczelinowa, szer. nie podano - brak - 0-40 m - 40-97 m - 97-100 m	- PCV DN 225 mm - szczelinowa, szerokość 3 mm - nr 8 - 0-43 m - 43-76 m - 76-80 m
Obsypka (rodzaj, średnica, interwał)	żwirowa, 3 - 5 mm, 100-0 m	żwirowa, 1,4 -2,0 mm, 80-20 m
Uszczelnienie (rodzaj i interwał)	brak	iłowe (kompaktonit), 20 - 5 m

6. Omówienie wyników badań hydrogeologicznych

6.1 Ocena współczynnika filtracji

Na podstawie wyników próbnego pompowania przeprowadzonego na trzech poziomach dynamicznych obliczono współczynnik filtracji "k" utworów wodonośnych dewonu środkowego, w których wykonany został dokumentowany otwór S-1. Obliczenia wykonano przy pomocy wzoru Dupuite'a dla studni ujmujących wodę o naporowym zwierciadle wody:

$$k = \frac{0.366 \cdot Q \cdot \lg \frac{R}{r}}{m_{\alpha} \cdot s} \cdot \frac{1}{b}$$

Dokumentacja hydrogeologiczna

ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wody podziemnej z utworów dewonu środkowego w miejscowości Radlin, gmina Górnó dla zaopatrzenia osiedla domów jednorodzinnych

gdzie:

Q – wydajność na badanym poziomie dynamicznym [m^3/h]

r – promień otworu wraz z obsypką; $r = 0,160 \text{ m}$

m – miąższość strefy aktywnej [m]; $m_{\alpha 1} = 49,2 \text{ m}$, $m_{\alpha 2} = 68,7 \text{ m}$, $m_{\alpha 3} = 82,4 \text{ m}$

R – promień leja depresji [m]; $R = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k}$

s – depresja w otworze [m];

b – poprawka Forchheimera, w której uwzględniono długość części czynnej filtra; $l = 33,0 \text{ m}$

$$b = \sqrt{\frac{l}{m_{\alpha}}} \cdot \sqrt[4]{\frac{2 \cdot m_{\alpha} - l}{m_{\alpha}}}$$

Uzyskano następujące wyniki:

$$k_1 = 6,21 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$k_2 = 5,59 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$k_3 = 5,25 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

Średni współczynnik filtracji wynosi: $k_{sr} = 5,68 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$, tj. $0,49 \text{ m/d}$.

Dla średniej wartości $k = 5,68 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ i dla wnioskowanego $s_e = 19,5 \text{ m}$ zasięg leja depresji R wynosi 139 m .

6.2 Określenie dopuszczalnej przepustowości filtra

Do obliczenia dopuszczalnej przepustowości filtra (Q_f) posłużono się wzorem:

$$Q_f = V_{dop} \Pi d l$$

gdzie:

V_{dop} – dopuszczalna prędkość wlotowa wody do filtra wg wzoru (k w m/d)

$$V_{dop} = 65 \sqrt[3]{k}$$

dla $k = 0,49 \text{ m/d}$

$$V_{dop} = 51,24 \text{ m/d} = 2,14 \text{ m/h}$$

d – średnica otworu = $0,320 \text{ m}$

l – część czynna filtra wynosi 33 m

$$Q_f = 71 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dokumentacja hydrogeologiczna

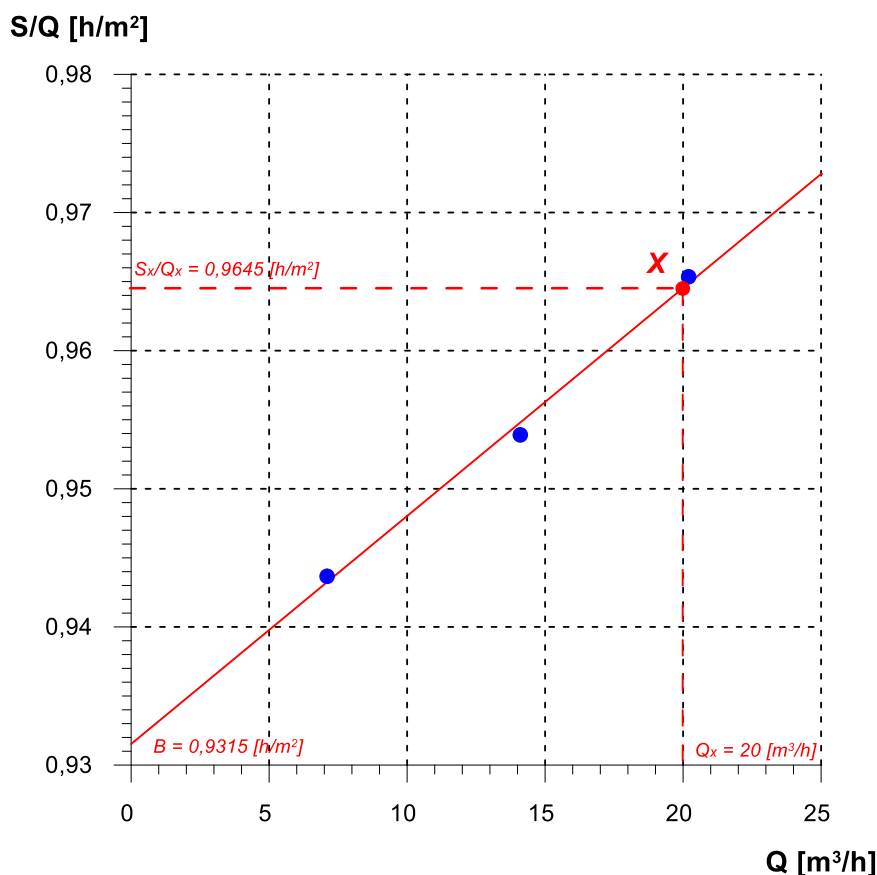
ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wody podziemnej z utworów dewonu środkowego
w miejscowości Radlin, gmina Górnio dla zaopatrzenia osiedla domów jednorodzinnych

Do wyznaczenia sprawności otworu S-1 wykorzystano zalecenia zawarte w „Metodyce próbnych pompowań w dokumentowaniu zasobów wód podziemnych” (Dąbrowski, Przybyłek, 2005). Do obliczeń wykorzystano graficzną metodą oceny stanu technicznego otworu. Obliczono stosunek depresji S do wydajności Q na każdym stopniu pompowania.

Tabela 2. Parametry wykorzystane w graficznej metodzie oceny stanu technicznego otworu S-1

Stopień pompowania	Wydajność pompowania Q [m ³ /h]	Depresja całkowita S [m]	S / Q [h/m ²]
I	7,1	6,70	0,9437
II	14,1	13,45	0,9539
III	20,2	19,50	0,9653

Na podstawie danych zawartych w tab. 2 sporządzono wykres zależności $S/Q = f(Q)$. Następnie na podstawie wykresu odczytano współczynnik oporu warstwy wodonośnej B , który wynosi: 0,9315 [h/m²]. Na dopasowanej do punktów pomiarowych prostej zaznaczono punkt "X" odpowiadający dowolnie wybranej wydajności Q_x (w tym przypadku $Q_x = 20$ m³/h) i odczytano pozostałe dane do obliczenia współczynnika oporu C (rys. 1).



Rys. 1. Wykres $s/Q = f(Q)$ wykorzystany w graficznej metodzie oceny stanu technicznego studni S-1

Dokumentacja hydrogeologiczna

ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wody podziemnej z utworów dewonu środkowego
w miejscowości Radlin, gmina Górnó dla zaopatrzenia osiedla domów jednorodzinnych

Współczynnik oporu studni C wyznaczono ze wzoru:

$$C = \frac{\frac{S_x}{Q_x} - B}{Q_x}$$

gdzie:

S_x – depresja odpowiadająca wydajności Q_x [m]

Q_x – wydajność dla punktu "X" [m^3/h]

Współczynnik oporu studni wynosi:

$$C = 0,00165 \text{ h}^2/\text{m}^5$$

Wartość dodatnia współczynnika oporu warstwy wodonośnej B oznacza, że strefa okółofiltrowa w otworze S-1 charakteryzuje się nieco słabszymi własnościami filtracyjnymi w porównaniu do warstwy wodonośnej; zatem w strefie tej mogą być generowane straty ciśnienia. Natomiast współczynnik oporu studni C, którego wartość przekracza $0,0012 \text{ h}^2/\text{m}^5$ może wskazywać na zakolmatowanie lub zanieczyszczenie otworu (Dąbrowski S., Przybyłek J., 2005).

Dla określenia rodzaju filtracji (laminarna, turbulentna, mieszana) posłużono się metodą zaproponowaną przez Pazdro (Pazdro, 1983). W tym celu obliczono parametry q , q' i q'' dla każdego ze stopni pompowania za pomocą następujących wzorów:

$$q = \frac{Q}{s} \text{ (laminarna)} \quad q' = \frac{Q}{\sqrt{s}} \text{ (turbulentna)} \quad q'' = \frac{Q}{\sqrt[3]{s^2}} \text{ (mieszana)}$$

Następnie określono odpowiednio stosunek $q_{\max}/q_{\min}$, $q'_{\max}/q'_{\min}$ i $q''_{\max}/q''_{\min}$. Rodzaj filtracji określa najbliższy jedności stosunek $q_{\max}/q_{\min}$, $q'_{\max}/q'_{\min}$ i $q''_{\max}/q''_{\min}$. Wyniki zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Określenie rodzaju filtracji dla otworu S-1 (Pazdro, 1983)

Q	s	q	$q_{\max}/q_{\min}$	q'	$q'_{\max}/q'_{\min}$	q''	$q''_{\max}/q''_{\min}$
7,1	6,70	1,060	1,023	2,743	1,668	1,998	1,396
14,1	13,45	1,048		3,845		2,493	
20,2	19,50	1,036		4,574		2,788	

Dokumentacja hydrogeologiczna

ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wody podziemnej z utworów dewonu środkowego w miejscowości Radlin, gmina Górnio dla zaopatrzenia osiedla domów jednorodzinnych

Na podstawie uzyskanych wyników można powiedzieć, że w przypadku otworu S-1 mamy do czynienia z filtracją laminarną.

Wykorzystując określone wcześniej wartości współczynników oporu warstwy wodonośnej (B) i oporu studni (C) określono depresję rzeczywistą (s_w) w warstwie wodonośnej, depresję całkowitą w studni (s_c) oraz zeskok hydrauliczny (Δs) i sprawność studni (η). Wyniki zawiera tabela 4.

Tabela 4. Wyniki obliczeń parametrów hydrogeologicznych dokumentowanego otworu S-1

Q [m ³ /h]	$s_w = B \cdot Q$ [m]	$\Delta s = C \cdot Q^2$ [m]	$s_c = B \cdot Q + C \cdot Q^2$ [m]	$\eta = s_w/s_c$
7,1	6,61	0,08	6,70	0,988
14,1	13,13	0,34	13,45	0,976
20,2	18,82	0,68	19,50	0,965

6.3 Ocena jakości wody

Pod koniec III stopnia pompowania pomiarowego pobrano próbkę wody do analizy fizykochemicznej. Wyniki zawiera zał. 7.

Na podstawie przeprowadzonych badań fizyko-chemicznych stwierdzono, że woda posiada odczyn lekko zasadowy (pH = 7,9). W próbce nie zanotowano podwyższonych zawartości związków azotowych oraz żelaza i manganu. Stwierdzono natomiast nieznacznie podwyższone parametry w zakresie barwy i mętności, co może być spowodowane koniecznością chwilowego wyłączenia pompy w celu dezynfekcji kurka probierczego. Ponowne uruchomienie pompy poskutkowało prawdopodobnie niewielkim zmętnieniem wody. W zakresie pozostałych oznaczanych składników woda odpowiada dopuszczalnym normom określonym w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017, poz. 2294). Pod względem bakteriologicznym ujęta woda nie budzi zastrzeżeń.

Na podstawie uzyskanych wyników, w odniesieniu do Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11.10.2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019, poz. 2148) wodę z otworu S-1 można zakwalifikować do III klasy czystości z uwagi na zawartość azotanów.

Analizując wyniki wykonanych badań wody (zał. 7) a także zagospodarowanie terenu i stan środowiska w rejonie ujęcia (rozdz. 4.2) należy się spodziewać, że ujęta woda będzie się charakteryzować stałością składu chemicznego.

7. Ustalenie zasobów eksploatacyjnych ujęcia

Na podstawie danych zgromadzonych i omówionych w niniejszej dokumentacji można stwierdzić, że zasoby dokumentowanego otworu zostały rozpoznane w stopniu wystarczającym dla ustalenia ich jako zasoby eksploatacyjne.

Ustala się zasoby eksploatacyjne otworu S-1 położonego na działce nr 617/2 w miejscowości Radlin w ilości:

$$Q_e = 20,2 \text{ m}^3/\text{h}, \quad \text{tj. } 484,8 \text{ m}^3/\text{d}.$$

Poziom eksploatacyjny, tzn. poziom dynamiczny zwierciadła wody w studni wynosi:

$$H_s = 249,1 \text{ m npm}, \quad \text{tj. } 34,5 \text{ m ppt}, \quad s_e = 19,5 \text{ m}$$

Ustalona wielkość zasobów eksploatacyjnych nie będzie powodowała powstawania depresji rejonowej i regionalnej. Jednocześnie należy stwierdzić, że eksploatacja wody podziemnej otworem S-1 w ilości ustalonych zasobów eksploatacyjnych nie naruszy ukształtowanych warunków hydrodynamicznych i nie stoi w sprzeczności z wielkościami zasobów dyspozycyjnych tego obszaru określonymi w *Dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zlewni Nidy bez rejonu Kielc* (patrz rozdz. 4.4).

8. Ochrona ustalonych zasobów ujęcia – projekt stref ochronnych

Podstawę prawną wyznaczenia stref ochronnych ujęcia wody stanowi Ustawa Prawo Wodne z dnia 20.07.2017 r. (tekst jednolity: Dz.U. 2021, poz. 624 ze zmianami).

Zgodnie z w/w ustawą istnieje konieczność ustanowienia stref ochronnych dla ujęć wody służących m.in. do zbiorowego zaopatrzenia ludności w wodę do picia, do produkcji artykułów żywnościowych, a także ze względu na ochronę zasobów wodnych.

Potencjalny czas migracji wód z powierzchni terenu poprzez utwory strefy aeracji do zbiornika wód podziemnych oceniony został na podstawie czasu wymiany wody w gruntach tej strefy poprzez strumień wód pochodzących z infiltracji opadów.

Czas migracji określa się wzorem:

$$t_a = \frac{1000 \cdot w \cdot m}{\omega}$$

Dokumentacja hydrogeologiczna

ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wody podziemnej z utworów dewonu środkowego w miejscowości Radlin, gmina Górnó dla zaopatrzenia osiedla domów jednorodzinnych

gdzie:

t_a – czas migracji przez strefę aeracji [lata],

w – wilgotność objętościowa gruntów w strefie aeracji czyli stosunek objętości wody do objętości skały [nie mianowana]; $w = 0,10$

m – miąższość gruntów w strefie aeracji [m]; $m = 36$ m
(głębokość do poziomu wodonośnego)

ω – intensywność infiltracji [mm/rok]; średnia $\omega = 76,32$ mm/rok

Do obliczenia ω przyjęto:

- wysokość rocznych opadów atmosferycznych (Cebulska i in., 2013) wynosi 0,649 m/rok (Kielce-Suków) i 0,623 m/rok (Daleszyce), przyjęto średnio: **0,636 m/rok**;

- średni wskaźnik infiltracji = **0,12**

Obliczony czas przesiąkania przez grunty strefy aeracji wynosi zatem:

$$t_a = 47,2 \text{ roku}$$

Z uwagi na miąższość strefy aeracji (36 m – zał. 4) przedostawanie się ewentualnych zanieczyszczeń do warstwy wodonośnej jest utrudnione. Dobrą ochronę stanowią gliny czwartorzędowe oraz warstwy iłów w obrębie stropowej części dewonu środkowego, które budują strefę aeracji w rejonie otworu S-1. Wskazuje na to obliczony czas migracji przez strefę aeracji wynoszący 47,2 roku. Biorąc powyższe pod uwagę proponuje się zrezygnować z wyznaczania strefy ochrony pośredniej dokumentowanego otworu. Proponuje się natomiast wykonanie ogrodzenia otworu S-1 z metalowej siatki, które stanowić będzie teren ochrony bezpośredniej, co wynika z art. 121, ust. 3 Prawa wodnego (tekst jednolity: Dz.U. 2020, poz. 310 ze zmianami). Wielkość ogrodzenia ok. 5 x 5 m.

Na terenie ochrony bezpośredniej zabronione jest użytkowanie gruntów do celów niezwiązanych z eksploatacją ujęcia wody. Na terenie tym należy zapewnić:

- odprowadzenie wód opadowych w taki sposób, aby nie mogły przedostawać się one do urządzeń służących do poboru wody,
- ograniczenie do niezbędnych potrzeb przebywania osób nie zatrudnionych stale przy urządzeniach służących do poboru wody,
- zagospodarować teren zielenią.

9. Wyznaczenie strefy spływu wody do ujęcia

Określenie teoretycznego zasięgu strefy spływu wody do dokumentowanego ujęcia przeprowadzono wg podanych poniżej wzorów (Macioszczyk T. i in., 1994):

- szerokość strefy spływu wody B:

$$B = \frac{Q}{k \cdot m \cdot I}$$

promień strefy tzn. odległość do punktu neutralnego (w dół strumienia wód podziemnych):

$$x_o = \frac{Q}{2\pi \cdot k \cdot m \cdot I}$$

- szerokość strefy na wysokości ujęcia:

$$B' = \frac{B}{2} = \frac{Q}{2 \cdot k \cdot m \cdot I}$$

- prędkość efektywna przepływu wód:

$$U = \frac{k \cdot I}{n_e}$$

Do obliczeń przyjęto następujące wartości:

m – miąższość warstwy wodonośnej (obliczona): 82,4 m

k – współczynnik filtracji średni dla ujętej warstwy wodonośnej: $5,68 \cdot 10^{-6}$ m/s

I – gradient hydrauliczny strumienia naturalnego: 0,005

$n_e = n_f$ – porowatość efektywna: 0,10

Q – wydatek otworu równy ustalonym zasobom eksploatacyjnym: 20,2 m³/h.

Dla ww. wartości uzyskano następujące wyniki:

$$B = 2395,8 \text{ m}$$

$$B' = 1197,9 \text{ m}$$

$$x_o = 381,5 \text{ m}$$

$$U = 0,0010 \text{ m/h}$$

Wykonane obliczenia dają tylko orientacyjne wyobrażenie o zasięgu obszaru spływu wody do ujęcia. Według Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1: 50 000 ark. 816 Bodzentyn (Wróblewska, Herman, 1997) otwór S-1 znajduje się w granicach GPU o symbolu 11aD_{2,3}III. Jednostka hydrogeologiczna wydzielona została w obrębie utworów dewonu środkowego i górnego. Ma ona jednak niewielki zasięg przestrzenny (zał. 3.2) co powoduje, ograniczenie strefy spływu w stosunku do wielkości wynikających z obliczeń. Wielkość jednostkowych zasobów dyspozycyjnych stanowiących podstawę obliczeń wielkości obszaru zasobowego przyjęto na poziomie 300 m³/d·km². Obszar zasobowy stanowi część obszaru spływu wody do ujęcia, w którym formuje się co najmniej połowa jego zasobów eksploatacyjnych. Zatem dla

otworu S-1, przy wydajności eksploatacyjnej $20,2 \text{ m}^3/\text{h}$, powierzchnia obszaru zasobowego wyniesie ok. $0,808 \text{ km}^2$. Obliczony teoretycznie obszar spływu oraz kierunki dopływu wody do ujęcia przedstawiono graficznie na zał. 3.2.

W wyznaczonym obszarze zasobowym i obszarze spływu brak jest innych ujęć wody. W rejonie otworu S-1 spływ wód następuje generalnie w kierunku południowo-wschodnim. Obszar zasobowy w całości stanowią grunty rolne i nieużytki (zał. 3.2). Stan środowiska w obszarze zasobowym należy uznać za dobry. Nie zidentyfikowano tu istniejących i potencjalnych ognisk zanieczyszczenia wód podziemnych.

10. Omówienie racjonalnej eksploatacji ujęcia

W celu zapewnienia racjonalnej eksploatacji ujęcia otwór S-1 należy przede wszystkim eksploatować z wydajnością nieprzekraczającą ustalonych zasobów (rozdz. 7). Ważne jest, aby nie przekraczać zarówno wydajności jak i depresji eksploatacyjnej. Do poboru wody należy użyć pompy głębinowej, której wydajność nominalna będzie dostosowana do wydajności eksploatacyjnej otworu S-1. Urządzenia techniczne służące do poboru wody muszą być sprawne, okresowo konserwowane i poddawane przeglądom. Jakość wody należy systematycznie badać. Należy również prowadzić książkę eksploatacji ujęcia, w której powinno się notować pobór, położenie zwierciadła wody oraz wydajność chwilową. W książce tej należy również notować wszelkie uwagi związane z bieżącą eksploatacją (wymiana pompy, czyszczenie ujęcia itp.).

11. Wnioski

1. W niniejszej dokumentacji ustalone zostały zasoby eksploatacyjne otworu S-1 w ilości $Q_e = 20,2 \text{ m}^3/\text{h}$, przy depresji w otworze $s_e = 19,5 \text{ m}$.
2. Ustalona wielkość zasobów eksploatacyjnych nie będzie powodowała powstawania depresji rejonowej i regionalnej.
3. Woda z dokumentowanego otworu nie będzie wymagała uzdatniania. Z uwagi na dobry stan bakteriologiczny nie będzie wymagać stałej dezynfekcji.
4. Przed rozpoczęciem eksploatacji konieczne jest wykonanie obudowy studni oraz uzyskanie pozwolenia wodnoprawnego zgodnie z obowiązującymi przepisami.
5. Dokumentację niniejszą Zleceniodawca (Inwestor) zobowiązany jest przedłożyć w 4 egzemplarzach w Starostwie Powiatowym w Kielcach celem zatwierdzenia.