

WYNIKI BADANIA TECHNOLOGICZNEGO WODY PODZIEMNEJ
ze studni nr 1 i nr 2 na ujęciu wód podziemnych z utworów
czwartorzędowych w miejscowości
KRZYWIE
gm. Gostynin pow. gostyniński woj. mazowieckie

Na zlecenie **Biura Inżynierii Środowiska s.c.**
Ewa Pianowska & Marek Pianowski
ul. Staroszkolna 16/28, 85-209 Bydgoszcz
opracował zespół

PROJEKTOWANIE PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH
UZDATNIANIA WODY I OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW
mgr Andrzej Wichłacz
61-245 Poznań, Osiedle Rusa 9/44
tel. kom. 603-052-596, fax 61-250-64-32
NIP 782-107-13-87, Regon 632435131

Główny Konsultant
ds. ocen, opinii, raportów
Andrzej Wichłacz
mgr Andrzej Wichłacz

Poznań, maj 2023 roku

SPIS ZAWARTOŚCI

1. Wstęp.
2. Ocena aktualnej jakości wody podziemnej ze studni głębinowych nr 1 i nr 2 na ujęciu komunalnym w miejscowości KRZYWIE gm. Gostynin pow. gostyniński woj. mazowieckie
3. Opis przeprowadzonych badań technologicznych
4. Wytyczne procesu technologicznego uzdatniania wody podziemnej

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

- A. Wyniki badań wody podziemnej ze studni wierconej nr 1 na ujęciu czwartorzędowym we wsi Krzywie gm. Gostynin pow. gostyniński woj. mazowieckie
- B. Wyniki badań wody podziemnej ze studni wierconej nr 2 na ujęciu czwartorzędowym we wsi Krzywie gm. Gostynin pow. gostyniński woj. mazowieckie
- C. Wyniki badania fizyczno-chemicznego wody surowej z obu studni na tle obowiązujących klas jakości wód podziemnych, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11.10.2019 roku (*Dziennik Ustaw z dnia 7.11.2019 r. poz. 2148*) w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych - studnie nr 1 i nr 2 na ujęciu Krzywie gm. Gostynin
- D. Diagram składu chemicznego wody podziemnej oraz wody uzyskanej w przetestowanym procesie uzdatniania (*makroskładniki + zanieczyszczenia*), na tle obowiązujących warunków dla wody na cele produkcji spożywczej, zgodnie z załącznikiem do rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 roku (*poz. 417*)
- E. Zestawienie wyników badań technologicznych wody podziemnej - napowietrzanie, filtracja jednostopniowa przez standardowe złożo piaskowe, filtracja dwustopniowa (przez złożo standardowe i złożo wyposażone we wkładkę z masy piroluzytowej)
- F. Schemat zalecanego zasypu pionowych filtrów odżelaziających i odmanganiających w modernizowanej stacji uzdatniania wody
- G. Schemat procesu technologicznego uzdatniania wody podziemnej ze studni nr 1 i 2 na ujęciu w m. KRZYWIE (GZK w Gostyninie z siedzibą w Solcu)

1. Wstęp

Niniejsze badania wykonano w celu określenia aktualnego składu fizyczno-chemicznego wody podziemnej ze studni nr 1 i nr 2 eksploatowanych na dwuotworowym ujęciu czwartorzędowym w m. KRZYWIE gm. Gostynin pow. gostyniński woj. mazowieckie i opracowania nowej technologii uzdatniania wody podziemnej z tego ujęcia.

Próbki wody surowej do badań fizyczno-chemicznych i technologicznych z obu otworów hydrogeologicznych nr 1 i nr 2, pobrano w trakcie normalnej eksploatacji ujęcia Krzywie, w dniu 20 kwietnia 2023 roku.

Jakość wody uzdatnionej produkowanej przez nowoprojektowaną stację wodociągową we wsi KRZYWIE, musi odpowiadać warunkom stawianym wodzie przeznaczonej na cele pitne i gospodarcze, zgodnie z wytycznymi, wynikającymi z obowiązującego rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (*Dziennik Ustaw z dnia 11 grudnia 2017 roku poz. 2294*).

2. Ocena aktualnej jakości wody podziemnej ze studni głębinowych nr 1 i nr 2 na ujęciu komunalnym w miejscowości Krzywie gm. Gostynin woj. mazowieckie

Z uwagi na nieco zróżnicowaną jakość wody podziemnej ze studni nr 1 i nr 2 na ujęciu Krzywie, wyniki badania wody surowej, przedstawiono w postaci tabelarycznej w osobnych załącznikach **A** i **B** (próby 0742/2023 i 0743/2023). Pod względem graficznym wodę podziemną z obu otworów, scharakteryzowano graficznie w załączniku **C** zgodnie w rozporządzeniem Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11.10.2019 roku (*Dziennik Ustaw z dnia 7.11.2019 roku poz. 2148*) w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód oraz w załączniku **D** na diagramie wg Schoellera (*makroskładniki + zanieczyszczenia*), zgodnie z wytycznymi zawartymi w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku (*Dziennik Ustaw z dnia 11 grudnia 2017 roku poz. 2294*), w tym również dla zmieszanej napowietrzanej wody przefiltrowanej z obu studni, uzyskanej w przetestowanym procesie uzdatniania.

Aktualna jakość wody podziemnej ze studni NR 1

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z 11.10.2019 r. (*Dz. U. 7.11.2019 r. p. 2148*) w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód, określa się dobry stan chemiczny ujętej wody podziemnej. Woda mieści się w **II klasie dobrej jakości**, jest średnio zmineralizowana, zawierająca w 1 litrze $0,51 \text{ g/dm}^3$ substancji rozpuszczonych, pod względem proporcji makroskładników: *wodorowęglanowo-siarczanowo-wapniowa*, z przewagą zawartości $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ i MgSO_4 . Pod względem wartości wskaźników w/w rozporządzenia Ministra Zdrowia, woda jest o znacznej twardości ($311 \text{ mg CaCO}_3/\text{dm}^3$), o odczynie słabo zasadowym zbliżonym do obojętnego ($\text{pH} = 7,2$), o minimalnej zawartości *azotu amonowego* ($0,15 \text{ mg NH}_4/\text{dm}^3$), braku *azotynów*, *azotanów* i *fosforanów*, o przeciętnej zawartości *chlorków* i *siarczanów* ($14,2 \text{ mg Cl}/\text{dm}^3$ i $67,6 \text{ mg SO}_4/\text{dm}^3$), *niskosodowa* i *niskopotasowa* ($9,62 \text{ mg Na}/\text{dm}^3$ i $1,89 \text{ mg K}/\text{dm}^3$), o niewielkich wartościach wskaźników ogólnej zawartości substancji pochodzenia organicznego ($\text{OWO} = 2,3 \text{ mg C}/\text{dm}^3$, $\text{ChZT}_{\text{Mn}} = 2,1 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$), pod względem bakteriologicznym bez zastrzeżeń ($\text{NPL bakterii grupy coli i e. Coli} = 0/100 \text{ ml}$). Woda podziemna po kontakcie z tlenem powietrza mętnieje (do 12 NTU) i zabarwia się pozornie na słomkowo (do $50 \text{ mg Pt}/\text{dm}^3$), wskutek wytrącania się związków *żelaza* obecnych w znacznych ilościach ($1,420 \text{ mg Fe}/\text{dm}^3$ - przy zawartości dopuszczalnej w wodzie pitnej $0,200 \text{ mg Fe}/\text{dm}^3$), zawiera znaczne ilości związków *manganu* ($0,313 \text{ mg Mn}/\text{dm}^3$ - przy zawartości dopuszczalnej $0,050 \text{ mg Mn}/\text{dm}^3$). Skład ujętej wody podziemnej z otworu NR 1 nie odpowiada warunkom wody pitnej. Przed oddaniem do użytku na cele spożywcze, woda podziemna wymaga odżelazienia oraz odmanganienia.

Aktualna jakość wody podziemnej ze studni NR 2

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z 11.10.2019 r. (*Dz. U. 7.11.2019 r. p. 2148*) w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód, określa się dobry stan chemiczny ujętej wody podziemnej. Woda mieści się w **II klasie dobrej jakości**, jest średnio zmineralizowana, zawierająca w 1 litrze $0,53 \text{ g/dm}^3$ substancji rozpuszczonych

pod względem proporcji makroskładników: wodorowęglanowo-wapniowa, z przewagą zawartości $Ca(HCO_3)_2$ i $MgSO_4$. Pod względem wartości wskaźników w/w rozporządzenia Ministra Zdrowia, woda jest o znacznej twardości ($330 \text{ mg } CaCO_3/dm^3$), o odczynie słabo zasadowym zbliżonym do obojętnego ($pH = 7,3$), o minimalnej zawartości azotu amonowego ($0,17 \text{ mg } NH_4/dm^3$), braku azotynów, azotanów i fosforanów, o przeciętnej zawartości chlorków i siarczanów ($15,8 \text{ mg } Cl/dm^3$ i $56,4 \text{ mg } SO_4/dm^3$), niskosodowa i niskopotasowa ($8,11 \text{ mg } Na/dm^3$ i $1,72 \text{ mg } K/dm^3$), o niskich wartościach wskaźników ogólnej zawartości substancji pochodzenia organicznego ($OWO = 2,8 \text{ mg } C/dm^3$, $ChZT_{Mn} = 2,3 \text{ mg } O_2/dm^3$), pod względem bakteriologicznym bez zastrzeżeń (NPL bakterii grupy coli i $e. Coli = 0/100 \text{ ml}$). Woda podziemna po kontakcie z tlenem powietrza mętnieje (do 14 NTU) i zabarwia się pozornie na słomkowo (do $50 \text{ mg } Pt/dm^3$), wskutek wytrącania się związków żelaza obecnych w znacznych ilościach ($1,450 \text{ mg } Fe/dm^3$ - przy zawartości dopuszczalnej w wodzie pitnej $0,200 \text{ mg } Fe/dm^3$), zawiera znaczne ilości związków manganu ($0,322 \text{ mg } Mn/dm^3$ - przy zawartości dopuszczalnej $0,050 \text{ mg } Mn/dm^3$).

Skład ujętej wody podziemnej z otworu NR 2 nie odpowiada warunkom wody pitnej. Przed oddaniem do użytku na cele spożywcze, woda podziemna wymaga odżelazienia oraz odmanganienia.

3. Opis przeprowadzonych laboratoryjnych badań technologicznych

Założenia zastosowanego procesu technologicznego

W przeprowadzonych testach, z uwagi na to, że woda podziemna ze studni NR 1 i NR 2 z ujęcia we wsi KRZYWIE, spełnia kryterium:

zasadowość wody podziemnej w $mval/dm^3 \sim 5,0 \text{ mval/dm}^3$

zastosowano napowietrzanie ciśnieniowe (za pomocą sprężarki).

Testy technologiczne prowadzono w kierunku osiągnięcia możliwie maksymalnego stopnia oczyszczenia wody podziemnej z nadmiaru związków żelaza i manganu, a mianowicie:

- odżelazienia do poziomu $< 0,01 \text{ mg } Fe/dm^3$
- odmanganienia do poziomu $< 0,01 \text{ mg } Mn/dm^3$

Ponieważ dodatkowo woda z ujęcia KRZYWIE spełnia następujące kryteria chemiczne:

- indeks nadmanganianowy $ChZT_{Mn} < 0,15 \text{ Fe}^{2+} + 3$
- zawartość $H_2S \ll 0,2 \text{ mg } H_2S/dm^3$
- odczyn pH wody napowietrzonej $> 7,0$
- zawartość żelaza ogólnego $< 5 \text{ mg } Fe/dm^3$

w zastosowanej metodyce badań technologicznych uwzględniono jedynie warianty procesu oparte na klasycznym uzdatnianiu: filtrację napowietrzonej wody przez standardowe lub pokryte tlenkami manganu złoża kwarcowe, bez wstępnego przetrzymania wody i bez korekty odczynu (pH).

W celu przetestowania metody uzdatniania, pobraną zmieszaną wodę podziemną z obu studni, poddano następującym próbom technologicznym w skali laboratoryjnej:

- A) wodę napowietrzono za pomocą sprężarki, w aeratorze ciśnieniowym, przy **10 %** - owym stosunku objętości powietrza do wody i przy czasach kontaktu wody z powietrzem T_k wynoszących **1, 3** oraz **5 minut**, uzyskując w zupełności zadowalającą aerację wody i całkowite usunięcie nawet śladów siarkowodoru przy czasie kontaktu $T_k = 5 \text{ minut} = 300 \text{ s}$
- B) napowietrzoną wodę po **5 minutach** czasu kontaktu z powietrzem, przefiltrowano jednostopniowo, przez standardowe złożo piaskowe, z szybkościami filtracji $v_f = 15, 12$ i **10 m/h**, uzyskując całkowicie zadowalające rezultaty jedynie w przypadku odżelaziania
- C) napowietrzoną wodę po **5 minutach** czasu kontaktu z powietrzem, przefiltrowano dwustopniowo przez standardowe złożo piaskowe (odżelaziacz), a następnie przez złożo kombinowane (odmanganiacz), zaopatrzone w umieszczoną w dolnej części złoża, wkładkę z granulowanej katalitycznej masy piroluzytowej (MnO_2) o miąższości **50 cm**, z szybkościami filtracji wynoszącymi $v_f = 15, 12$ i **10 m/h**, uzyskując optymalne rezultaty zarówno pod względem odżelaziania jak i odmanganiania przy szybkości $v_f = 10 \text{ m/h}$

Charakterystyka użytego filtra doświadczalnego (odmanganiacza):

Parametr, jednostka	Złoże filtracyjne
<i>Całkowita wysokość wypełnienia złoża, mm</i>	1.400
<i>Wysokość żwirowej warstwy podtrzymującej, mm</i>	400
<i>Wysokość warstwy czynnej (piasek + piroluzyt), mm</i>	1.000
<i>Średnie uziarnienie piaskowej warstwy czynnej, mm</i>	0,8 - 1,4
<i>Efektywna średnica ziaren złoża piaskowego, d_{10}, mm</i>	0,80
<i>Grubość katalitycznej warstwy piroluzytowej MnO_2, mm</i>	500
<i>Średnica ziaren warstwy piroluzytowej MnO_2, mm</i>	1,0 - 3,0
<i>Grubość warstwy piasku nad warstwą piroluzytową</i>	500

Wyniki analiz przesączów uzyskanych z poszczególnych testów filtracyjnych, przedstawiono w tabeli zbiorczej, w załączniku **E**.

Analiza zamieszczonych tam rezultatów wskazuje, że optymalny efekt uzdatniania (obniżenia zakładanego poziomu zawartości żelaza i manganu do wartości $\leq 0,01 \text{ mg/dm}^3$), uzyskano w procesie dwustopniowej filtracji silnie napowietrzonej wody, przez odżelaziacz (złoże standardowe), a następnie przez "złoże kombinowane" odmanganiacza zawierające w swej dolnej części **50 - cm** wkładkę z masy katalitycznej (typu **G-1**), z szybkością nie przekraczającą $v_f = 10 \text{ m/h}$.

Uzyskany w badaniach filtrat jest klarowny, bezbarwny i zawiera śladowe ilości żelaza oraz manganu na poziomie $\leq 0,01 \text{ mg/dm}^3$.

4. Wytyczne procesu technologicznego uzdatniania wody

Na przetestowany badaniami technologicznymi w skali laboratoryjnej, proces uzdatniania wody podziemnej z czwartorzędowego ujęcia dwuotworowego **KRZYWIE** gm. Gostynin pow. gostyński woj. mazowieckie, składa się szereg następujących operacji jednostkowych:

A) Napowietrzanie wody surowej w centralnym mieszaczu wodno-powietrznym zapewniającym:

- 10 %** - owego stosunku objętości powietrza do wody
- 5 minut** czasu kontaktu wody surowej ze sprężonym powietrzem w zbiorniku

Dodatkowo zaleca się użycie dyszy ciśnieniowej, zapewniającej napowietrzanie drobнопęczerzykowe (*do wmontowania na kolektorze wody surowej przed zbiornikiem mieszacza*)

B) Dwustopniowa filtracja napowietrzonej wody przez:

- 1 - przez standardowe złożo piaskowe (*odżelaziacz*) o wysokości **140 cm**
- 2 - przez złożo kombinowane wysokości min. **140 cm** (odmanganiacz), zawierające wewnątrz wkładkę filtracyjną z granulowanej masy piroluzytowej (typu **G-1**), o grubości warstwy **50 cm**: od dołu filtra, odpowiedniej miąższości podkład żwirowy.

Warstwa masy katalitycznej - w dolnej części warstwy czynnej, na złożu podtrzymującym (p. rysunek projektowanego zasypu filtrów w załączniku **F**).

Zalecana granulacja masy katalitycznej piroluzytowej: **1,0 - 3,0 mm** (*bez pyłu MnO_2 !*).

Szybkość dwustopniowej filtracji wody przez w/w złożo filtracyjne: $v_f = 10 \text{ m/h}$.

Schemat technologiczny procesu uzdatniania wody - p. rysunek w załączniku **G**.

C) Pompowanie przefiltrowanej wody na zbiorniki wody czystej

D) Przeprowadzone badania składu chemicznego wody podziemnej z ujęcia Krzywie wykazały, że woda ta nie jest agresywna jako środowisko chemiczne względem betonu i stali.

Woda podziemna i uzdatniona, jest stabilna i nie wykazuje agresywności węglanowej, siarczanowej, magnezowej, amonowej ani też kwasowej.

Stwierdzone na instalacji wodociągowej SUW Krzywie, liczne miejsca świadczące o korozji elementów żeliwnych czy stalowych, nie są wynikiem złej jakości wody.

Data poboru prób: 20.04.2023 r.

Nr próbki laboratorium Salubris: 0742/2023

Miejscowość: KRZYWIE gm. Gostynin pow. gostyniński woj. mazowieckie

Użytkownik ujęcia: GMINNY ZAKŁAD KOMUNALNY w GOSTYNINIE z siedzibą w SOLCU
 WYNIKI BADANIA WODY PODZIEMNEJ ZE STUDNI NR 1

Parametr, jednostka	KRZYWIE studnia nr 1 woda podziemna	Identyfikator metody badawczej	Wartości dopuszczalne*
Mętność, NTU	12	PN-EN ISO 7027:2016-09	1,0
Barwa pozorna/sączona, mg Pt/dm ³	50/10	PN-EN ISO 7887:2012 met. wizualna	15
Zapach	akceptowalny	PB-14 wyd.1 z 18.06.2009	akceptowalny
Odczyn (pH)	7,2	PN-EN ISO 10523:2012	6,5 - 9,5
Przewodność właściwa w 25 °C, µS/cm	601	PN-EN 2788:1999	2500
Amonowy jon, mg NH ₄ /dm ³	0,15	PN EN ISO 14911:2002	0,50
Azotyny, mg NO ₂ /dm ³	< 0,05	PN EN ISO 10304-1:2009/AC:2012	(0,50)
Azotany, mg NO ₃ /dm ³	< 0,10	PN EN ISO 10304-1:2009/AC:2012	50
Chlorki, mg Cl/dm ³	14,2	PN EN ISO 10304-1:2009/AC:2012	250
Siarczany, mg SO ₄ /dm ³	67,6	PN EN ISO 10304-1:2009/AC:2012	250
Fluorki, mg F/dm ³	0,23	PN EN ISO 10304-1:2009/AC:2012	1,5
Fosforany, mg PO ₄ /dm ³	< 0,05	PN EN ISO 10304-1:2009/AC:2012	b.d.
Indeks nadmanganianowy, mg O ₂ /dm ³	2,1	PN-EN ISO 8467-1:2001	5,0
Ogólny węgiel organiczny, mg C/dm ³	2,3	PN-EN 1484:1999	5,0
Żelazo ogólne, mg Fe/dm ³	1,420	PN-ISO 8288:2002 metoda A	0,200
Mangan, mg Mn/dm ³	0,313	PN-ISO 8288:2002 metoda A	0,050
Twardość ogólna, mg CaCO ₃ /dm ³	311	PB-09 wyd.2 z 05.08.2009	60 - 500
Twardość ogólna, mval/dm ³	6,2	PB-09 wyd.2 z 05.08.2009	1,2 - 10
Zasadowość ogólna, mval/dm ³	4,9	PN EN ISO 9963-1:2001	b.d.
Wodorowęglany, mg HCO ₃ /dm ³	299	PN EN ISO 9963-1:2001	b.d.
Wapń, mg Ca/dm ³	102	PN EN ISO 14911:2002	200
Magnez, mg Mg/dm ³	13,6	PN EN ISO 14911:2002	(30)
Sód, mg Na/dm ³	9,62	PN EN ISO 14911:2002	200
Potas, mg K/dm ³	1,89	PN EN ISO 14911:2002	b.d.
Siarkowódor i siarczki, mg H ₂ S/dm ³	< 0,02	PB-20d wyd.1 z 16.07.2008	b.d.
Mineralizacja ogólna, mg/dm ³	509	PB-17a wyd.1 z 02.07.2010	b.d.
Sucha pozostałość z 1 litra, mg/dm ³	362	PB-22 wyd.1 z 28.03.2008	b.d.
Bakterie grupy coli, NPL/100 ml	0	PN-EN ISO 9308-2:2014-06	0
Escherichia coli, NPL/100 ml	0	PN-EN ISO 9308-2:2014-06	0

* - wartości dopuszczalne w wodzie do picia zgodnie z załącznikami do rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dziennik Ustaw z dnia 11 grudnia 2017 roku poz. 2294)

OCENA JAKOŚCI WODY PODZIEMNEJ Z OTWORU NR 1 (KRZYWIE)

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z 11.10.2019 r. (Dz. U. 7.11.2019 r. p. 2148) w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód, określa się dobry stan chemiczny ujętej wody podziemnej. Woda mieści się w **II klasie dobrej jakości**, jest średnio zmineralizowana, zawierająca w 1 litrze 0,51 g/dm³ substancji rozpuszczonych, pod względem proporcji makroskładników: wodorowęglanowo-siarczanowo-wapniowa, z przewagą zawartości Ca(HCO₃)₂ i MgSO₄. Pod względem wartości wskaźników w/w rozporządzenia Ministra Zdrowia, woda jest o znacznej twardości (311 mg CaCO₃/dm³), o odczynie słabo zasadowym zbliżonym do obojętnego (pH = 7,2), o minimalnej zawartości azotu amonowego (0,15 mg NH₄/dm³), braku azotynów, azotanów i fosforanów, o przeciętnej zawartości chlorków i siarczanów (14,2 mg Cl/dm³ i 67,6 mg SO₄/dm³), niskosodowa i niskopotasowa (9,62 mg Na/dm³ i 1,89 mg K/dm³), o niewielkich wartościach wskaźników ogólnej zawartości substancji pochodzenia organicznego (OWO = 2,3 mg C/dm³, ChZT_{Mn} = 2,1 mg O₂/dm³), pod względem bakteriologicznym bez zastrzeżeń (NPL bakterii grupy coli i e. Coli = 0/100 ml). Woda podziemna po kontakcie z tlenem powietrza mętnieje (do 12 NTU) i zabarwia się pozornie na słomkowo (do 50 mg Pt/dm³), wskutek wytrącania się związków żelaza obecnych w znacznych ilościach (1,420 mg Fe/dm³ - przy zawartości dopuszczalnej w wodzie pitnej 0,200 mg Fe/dm³), zawiera znaczne ilości związków manganu (0,313 mg Mn/dm³ - przy zawartości dopuszczalnej 0,050 mg Mn/dm³). Skład ujętej wody podziemnej z otworu NR 1 nie odpowiada warunkom wody pitnej. Przed oddaniem do użytku na cele spożywcze, woda podziemna wymaga odżelazienia oraz odmanganienia.

Na podstawie badania laboratorium SALUBRIS (akredytacja AB 1127) opracował

Data poboru prób: 20.04.2023 r.

Nr próbki laboratorium Salubris: 0743/2023

Miejscowość: **KRZYWIE** gm. Gostynin pow. gostyński woj. mazowieckie

Użytkownik ujęcia: GMINNY ZAKŁAD KOMUNALNY w GOSTYNINIE z siedzibą w SOLCU
WYNIKI BADANIA WODY PODZIEMNEJ ZE STUDNI NR 2

Parametr, jednostka	KRZYWIE studnia nr 2 woda podziemna	Identyfikator metody badawczej	Wartości dopuszczalne*
Mętność, NTU	14	PN-EN ISO 7027:2016-09	1,0
Barwa pozorna/sączona, mg Pt/dm ³	50/10	PN-EN ISO 7887:2012 met. wizualna	15
Zapach	akceptowalny	PB-14 wyd.1 z 18.06.2009	akceptowalny
Odczyn (pH)	7,3	PN-EN ISO 10523:2012	6,5 - 9,5
Przewodność właściwa w 25 °C, µS/cm	646	PN-EN 2788:1999	2500
Amonowy jon, mg NH ₄ /dm ³	0,17	PN EN ISO 14911:2002	0,50
Azoty, mg NO ₂ /dm ³	< 0,05	PN EN ISO 10304-1:2009/AC:2012	(0,50)
Azotany, mg NO ₃ /dm ³	< 0,10	PN EN ISO 10304-1:2009/AC:2012	50
Chlorki, mg Cl/dm ³	15,8	PN EN ISO 10304-1:2009/AC:2012	250
Siarczany, mg SO ₄ /dm ³	56,4	PN EN ISO 10304-1:2009/AC:2012	250
Fluorki, mg F/dm ³	0,19	PN EN ISO 10304-1:2009/AC:2012	1,5
Fosforany, mg PO ₄ /dm ³	< 0,05	PN EN ISO 10304-1:2009/AC:2012	b.d.
Indeks nadmanganianowy, mg O ₂ /dm ³	2,3	PN-EN ISO 8467-1:2001	5,0
Ogólny węgiel organiczny, mg C/dm ³	2,8	PN-EN 1484:1999	5,0
Żelazo ogólne, mg Fe/dm ³	1,450	PN-ISO 8288:2002 metoda A	0,200
Mangan, mg Mn/dm ³	0,322	PN-ISO 8288:2002 metoda A	0,050
Twardość ogólna, mg CaCO ₃ /dm ³	330	PB-09 wyd.2 z 05.08.2009	60 - 500
Twardość ogólna, mval/dm ³	6,6	PB-09 wyd.2 z 05.08.2009	1,2 - 10
Zasadowość ogólna, mval/dm ³	5,4	PN EN ISO 9963-1:2001	b.d.
Wodorowęglany, mg HCO ₃ /dm ³	329	PN EN ISO 9963-1:2001	b.d.
Wapń, mg Ca/dm ³	108	PN EN ISO 14911:2002	200
Magnez, mg Mg/dm ³	14,4	PN EN ISO 14911:2002	(30)
Sód, mg Na/dm ³	8,11	PN EN ISO 14911:2002	200
Potas, mg K/dm ³	1,72	PN EN ISO 14911:2002	b.d.
Siarkowódor i siarczki, mg H ₂ S/dm ³	< 0,02	PB-20d wyd.1 z 16.07.2008	b.d.
Mineralizacja ogólna, mg/dm ³	533	PB-17a wyd.1 z 02.07.2010	b.d.
Sucha pozostałość z 1 litra, mg/dm ³	373	PB-22 wyd.1 z 28.03.2008	b.d.
Bakterie grupy coli, NPL/100 ml	0	PN-EN ISO 9308-2:2014-06	0
Escherichia coli, NPL/100 ml	0	PN-EN ISO 9308-2:2014-06	0

* - wartości dopuszczalne w wodzie do picia zgodnie z załącznikami do rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dziennik Ustaw z dnia 11 grudnia 2017 roku poz. 2294)

OCENA JAKOŚCI WODY PODZIEMNEJ Z OTWORU NR 2 (KRZYWIE)

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z 11.10.2019 r. (Dz. U. 7.11.2019 r. p. 2148) w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód, określa się **dobry stan chemiczny ujętej wody podziemnej**. Woda mieści się w **II klasie dobrej jakości**, jest średnio zmineralizowana, zawierająca w 1 litrze 0,53 g/dm³ substancji rozpuszczonych, pod względem proporcji makroskładników: wodorowęglanowo-wapniowa, z przewagą zawartości Ca(HCO₃)₂ i MgSO₄. Pod względem wartości wskaźników w/w rozporządzenia Ministra Zdrowia, woda jest o znacznej twardości (330 mg CaCO₃/dm³), o odczynie słabo zasadowym zbliżonym do obojętnego (pH = 7,3), o minimalnej zawartości azotu amonowego (0,17 mg NH₄/dm³), braku azotynów, azotanów i fosforanów, o przeciętnej zawartości chlorków i siarczanów (15,8 mg Cl/dm³ i 56,4 mg SO₄/dm³), niskosodowa i niskopotasowa (8,11 mg Na/dm³ i 1,72 mg K/dm³), o niskich wartościach wskaźników ogólnej zawartości substancji pochodzenia organicznego (OWO = 2,8 mg C/dm³, ChZT_{Mn} = 2,3 mg O₂/dm³), pod względem bakteriologicznym bez zastrzeżeń (NPL bakterii grupy coli i e. Coli = 0/100 ml). Woda podziemna po kontakcie z tlenem powietrza mętnieje (do 14 NTU) i zabarwia się pozornie na słomkowo (do 50 mg Pt/dm³), wskutek wytrącania się związków żelaza obecnych w znacznych ilościach (1,450 mg Fe/dm³ - przy zawartości dopuszczalnej w wodzie pitnej 0,200 mg Fe/dm³), zawiera znaczne ilości związków manganu (0,322 mg Mn/dm³ - przy zawartości dopuszczalnej 0,050 mg Mn/dm³). Skład ujętej wody podziemnej z otworu NR 2 nie odpowiada warunkom wody pitnej. Przed oddaniem do użytku na cele spożywcze, woda podziemna wymaga odżelazienia oraz odmanganienia.

Na podstawie badania laboratorium SALUBRIS (akredytacja AB 1127) opracował

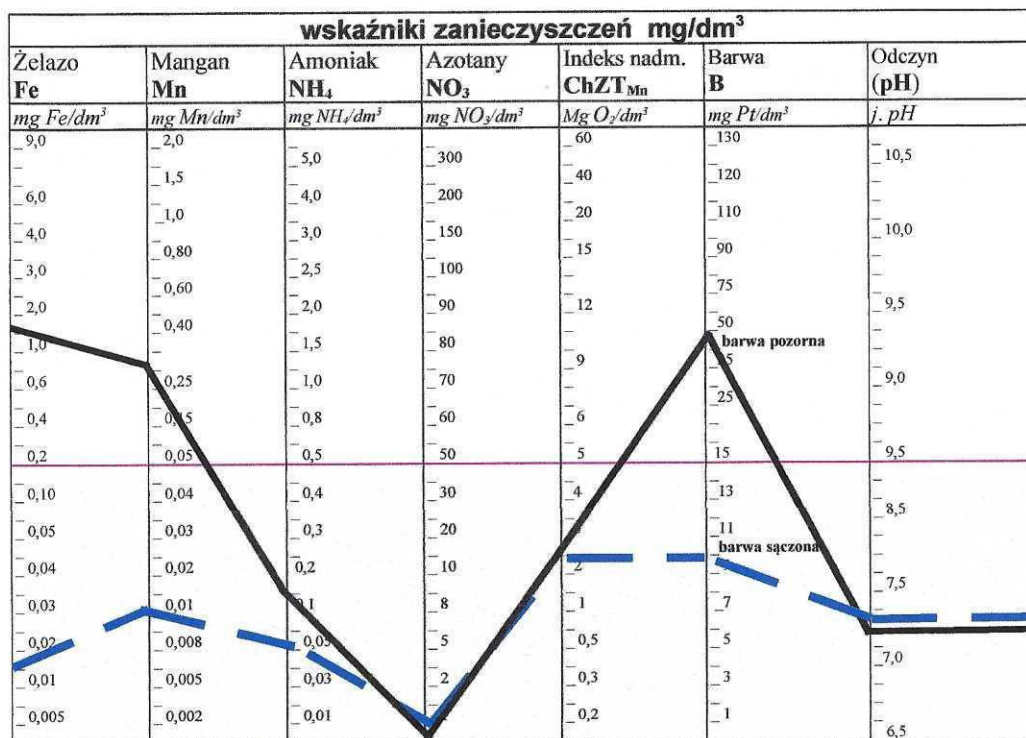
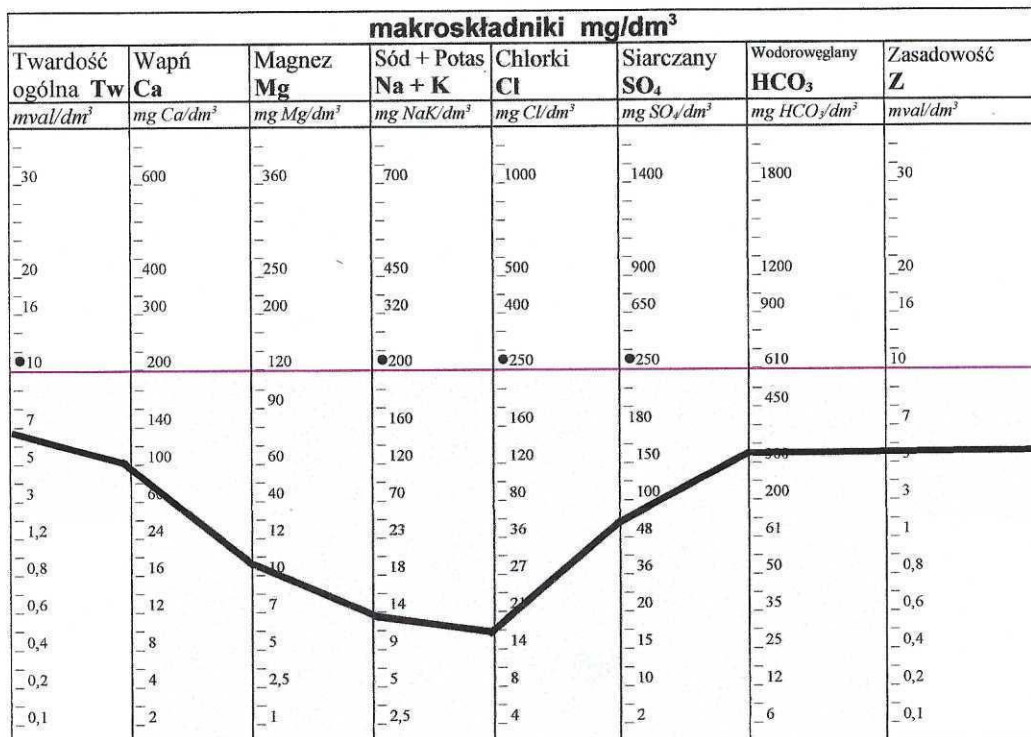
I, II, III, IV, V - KLASY JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH - rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z 11.10.2019 r. (Dz.U. z 7.11.2019 roku)

Przewodność $\mu S/cm$	OWO $mg\ Ca/dm^3$	Wapń $mg\ Ca/dm^3$	Odczyn pH	Amoniak $mg\ NH_4/dm^3$	Azotyiny $mg\ NO_2/dm^3$	Azotany $mg\ NO_3/dm^3$	Chlorki $mg\ Cl/dm^3$	Siarczany $mg\ SO_4/dm^3$	Fosforany $mg\ PO_4/dm^3$	Żelazo $mg\ Fe/dm^3$	Mangan $mg\ Mn/dm^3$	Sód $mg\ Na/dm^3$	Wodorowęglany $mg\ HCO_3/dm^3$
> 3.000 V	> 20	> 300	< 6,5 lub > 9,5	> 3,0	> 1,0	> 100	> 500	> 500	> 5	> 10,0	> 1,0	> 300	> 800
3.000 IV	20	300	< 6,5 lub > 9,5	3,0	1,0	100	500	500	5	10,0	1,0	300	800
2.500 III	10	200	6,5 - 9,5	1,5	0,50	50	250	250	1	5,0	1,0	200	500
2.500 II	10	0	6,5 - 9,5	1,0	0,15	25	250	250	0,5	1,0	0,40	200	350
700 I	5	50	6,5 - 9,5	0,5	0,03	10	60	60	0,5	0,2	0,05	60	200
0	0	0	10,0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,0	0,00	0	100

Skład hydrochemiczny wody podziemnej ze studni nr 1 i nr 2 na ujęciu we wsi KRZYWIE gm. Gostynin



Miejscowość: KRZYWIE gm. Gostynin pow. gostyniński woj. mazowieckie	MONITORING LOKALNY WÓD PODZIEMNYCH	
— woda podziemna ze studni eksploatacyjnej nr 1	podano maksymalne dopuszczalne stężenia lub zakresy	
— woda podziemna ze studni eksploatacyjnej nr 2	wskazników dla poszczególnych klas jakości wód podziemnych	
Data poboru prób wody: 20.04.2023 roku	Opracował mgr A. Wichtacz	Załącznik C



Obiekt: **SUW KRZYWIE** gm. Gostynin pow. gostyniński woj. mazowieckie

Rodzaj próby: zmieszana surowa oraz uzdatniona woda podziemna ze studni nr 1 i nr 2

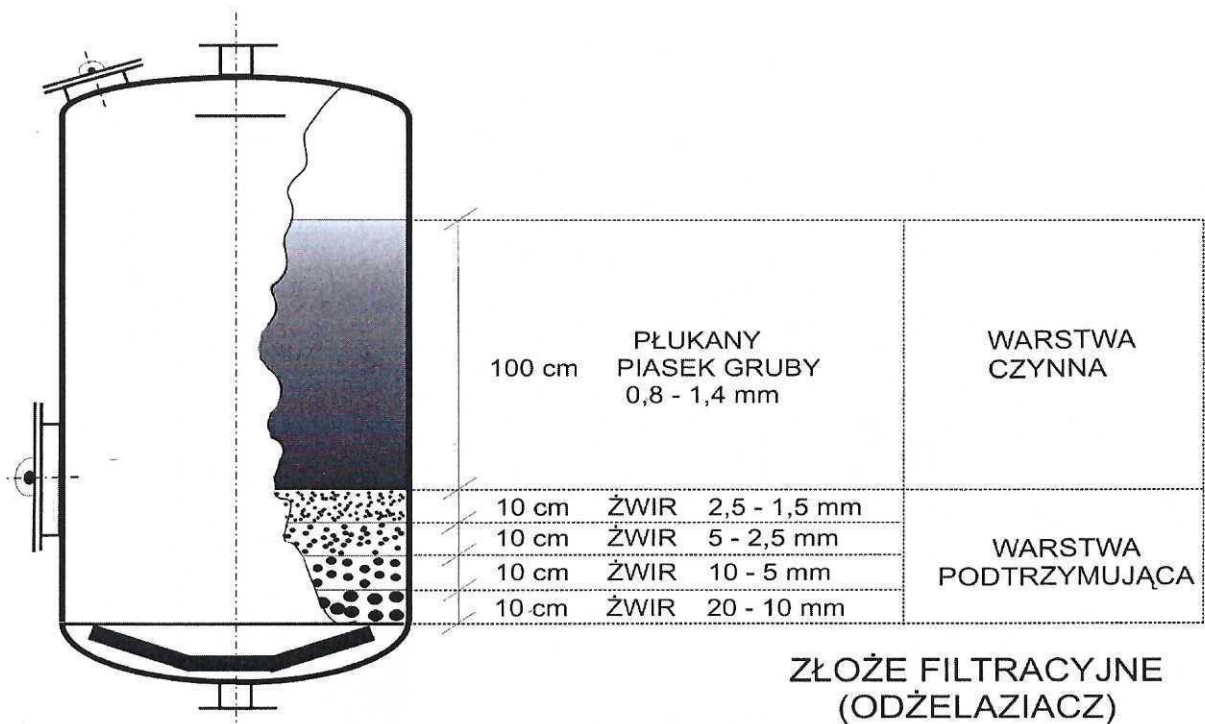
PROJEKTOWANIE PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH UZDATNIANIA WODY I OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW mgr Andrzej Wichłacz Osiedle Rusa 9/44 61-245 Poznań	
Diagram składu chemicznego zmieszanej wody podziemnej z obu otworów oraz uzyskanej wody uzdatnionej - wg Schoellera (makroskładniki + zanieczyszczenia), na tle dopuszczalnych maksymalnych wartości wskaźników zanieczyszczeń, zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do picia przez ludzi (Dziennik Ustaw z dnia 11 grudnia 2017 roku poz. 2294)	
Oznaczenie próby	Wyszczególnienie
—	woda podziemna zmieszana ze studni nr 1 i nr 2 (w stosunku jak1:1)
— — — — —	woda uzyskana w przetestowanym procesie uzdatniania
Opracował mgr A. Wichłacz	Załącznik D

ZESTAWIENIE WYNIKÓW TESTÓW TECHNOLOGICZNYCH ZMIESZANEJ WODY
 PODZIEMNEJ ZE STUDNI WIERCONYCH NR 1 i NR 2 (w stosunku jak 1 : 1)
 na ujęciu dwuotworowym w m. KRZYWIE gm. Gostynin
 pow. gostyniński woj. mazowieckie

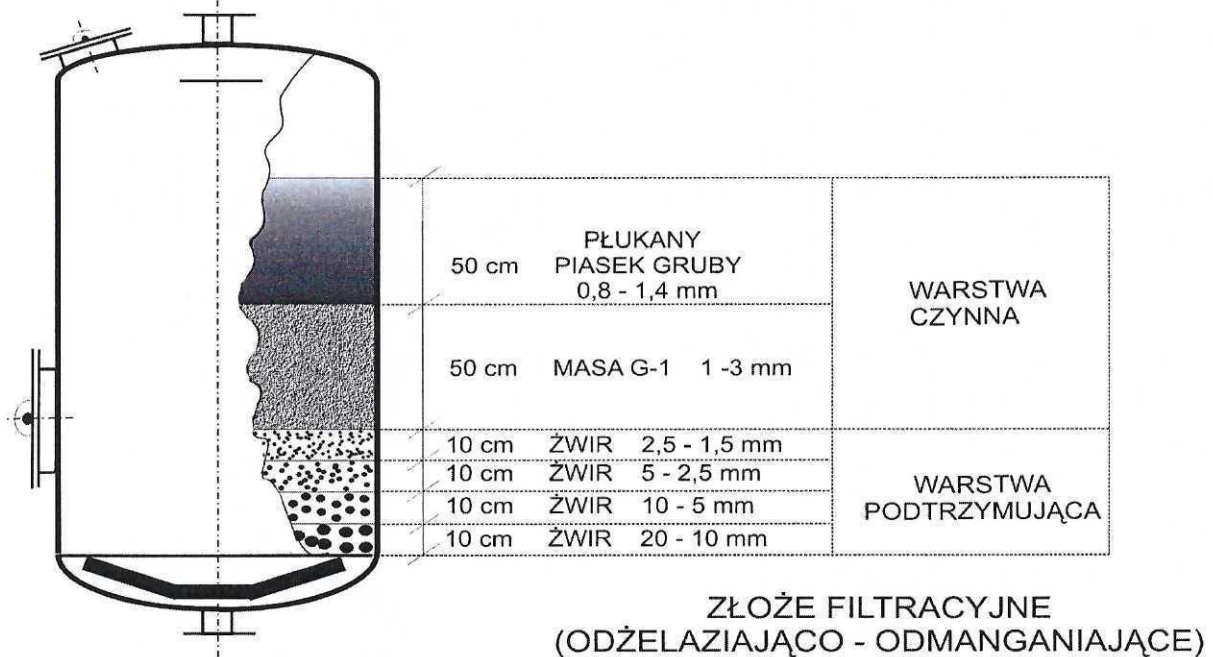
Parametr, jednostka	Surowa woda podziemna ze studni NR 1 i NR 2	Woda surowa napowietrzana w aeratorze ciśnieniowym		
		Czas kontaktu wody z powietrzem w aeratorze ciśnieniowym, minuty		
		1	3	5
Mętność, NTU	0/12-14	6	10	14
Barwa pozorna/sączona, mg Pt/dm ³	50/10	30	40	50
Odczyn (pH)	7,2/7,3	7,2	7,3	7,3
Siarkowódor i siarczki, mg H ₂ S/dm ³	< 0,02	< 0,01	0,00	0,00
Amoniak, mg NH ₄ /dm ³	0,15/0,17	0,15	0,13	0,12
Tlen rozpuszczony, mg O ₂ /dm ³	0,7	6,6	6,8	7,1

Parametr, jednostka	Wartości dopuszczalne	Surowa woda podziemna ze studni NR 1 i NR 2	Woda po 5 minutach czasu kontaktu z powietrzem w aeratorze ciśnieniowym, filtrowana przez standardowe złożo piaskowe		
			Szybkość jednostopniowej filtracji przez złożo piaskowe standardowe, m/h		
			15	12	10
Mętność (w terenie i po 2h), NTU	1	0/12-14	1,4	1,0	0,5
Odczyn, (pH)	6,5 - 9,5	7,2/7,3	7,3	7,3	7,3
Barwa pozorna/sączona, mg Pt/dm ³	15	50/10	15	15	10
ChZT _{Mn} , mg O ₂ /dm ³	5,0	2,1/2,3	1,9	1,9	1,8
Żelazo, mg Fe/dm ³	0,20	1,42/1,45	0,12	0,09	0,06
Mangan, mg Mn/dm ³	0,05	0,31/0,32	0,19	0,16	0,15
Amoniak, mg NH ₄ /dm ³	0,5	0,15/0,17	0,14	0,14	0,12
Tlen rozpuszczony, mg O ₂ /dm ³	b.d.	0,7	7,1	7,0	7,2

Parametr, jednostka	Wartości dopuszczalne	Surowa woda podziemna ze studni NR 1 i NR 2	Woda napowietrzona, po 5 minutach czasu kontaktu z powietrzem, filtrowana dwustopniowo: przez złożo piaskowe (I° odżelaziacz) i złożo II° (odmanganiacz - zawierające w dolnej części wkładkę z granulowanej masy katalitycznej piroluzytowej o miąższości 50 cm)		
			Szybkość filtracji dwustopniowej przez oba złoża filtracyjne, m/h		
			15	12	10
Mętność (w terenie i po 2h), NTU	1	0/12-14	0,5	0,2	0,1
Odczyn, (pH)	6,5 - 9,5	7,2/7,3	7,3	7,3	7,4
Barwa pozorna/sączona, mg Pt/dm ³	15	50/10	12	10	10
ChZT _{Mn} , mg O ₂ /dm ³	5,0	2,1/2,3	1,8	1,6	1,6
Żelazo, mg Fe/dm ³	0,20	1,42/1,45	0,07	0,03	0,01
Mangan, mg Mn/dm ³	0,05	0,31/0,32	0,06	0,04	0,01
Amoniak, mg NH ₄ /dm ³	0,5	0,15/0,17	0,12	0,09	0,08
Tlen rozpuszczony, mg O ₂ /dm ³	b.d.	0,7	7,2	7,2	7,3

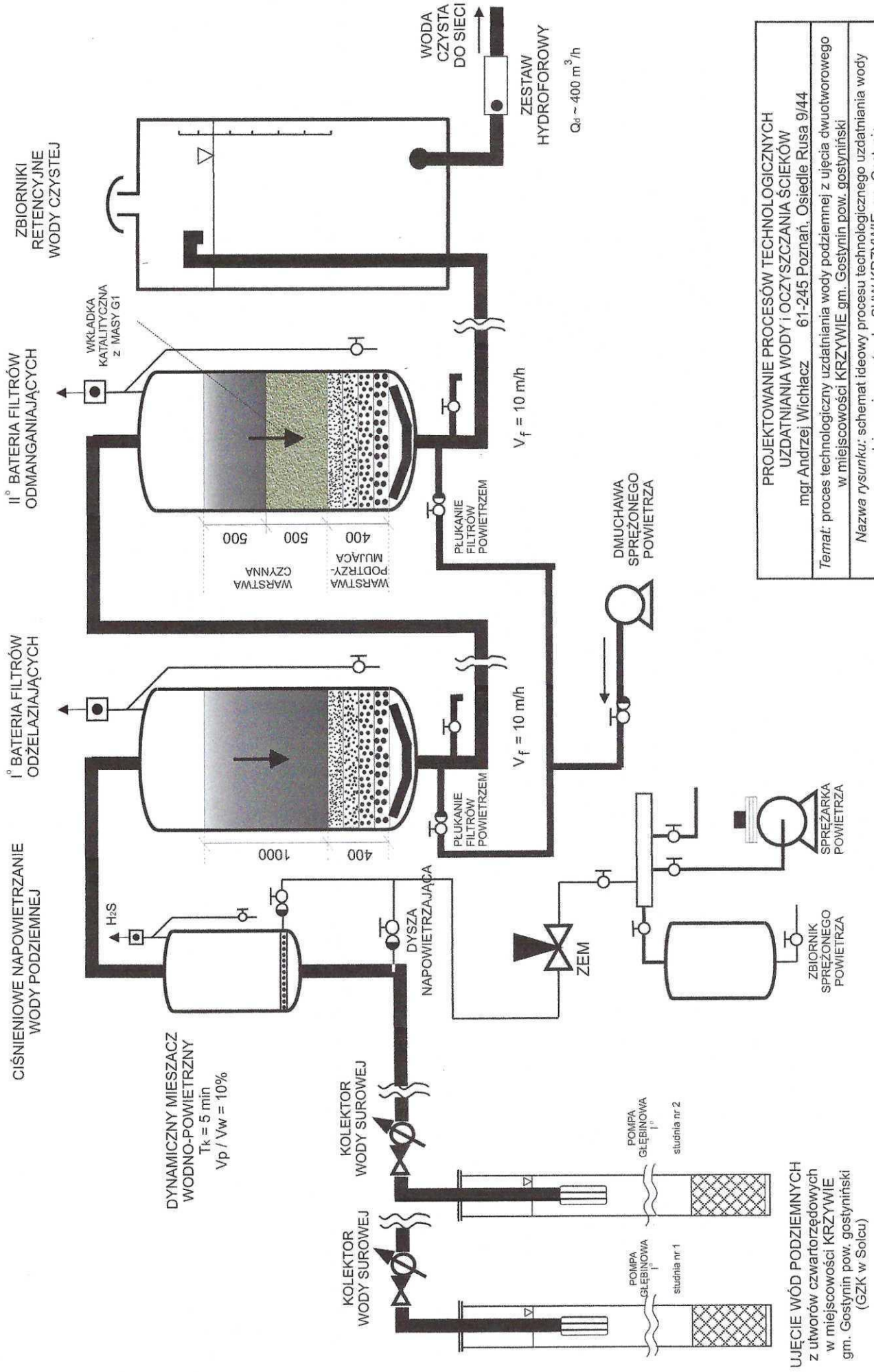


**PIONOWY ZBIORNIK
FILTRACYJNY**



**PIONOWY ZBIORNIK
FILTRACYJNY**

PROJEKTOWANIE PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH UZDATNIANIA WODY I OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW mgr Andrzej Wichłacz Osiedle Rusa 9/44 61-245 Poznań	
<i>Temat:</i> proces technologiczny uzdatniania wody podziemnej ze studni 1 i 2 na czwartorzędowym ujęciu wody w m. KRZYWIE gm. Gostynin woj. mazowieckie	
<i>Nazwa rysunku:</i> schemat zalecanego zasypu pionowych filtrów baterii odżelaziającej i odmanganiającej w odernizowanej SUW KRZYWIE	
<i>Opracował mgr A. Wichłacz</i>	Załącznik F



UJĘCIE WÓD PODZIEMNYCH z utworów czwartorzędowych w miejscowości KRZYWIE gm. Gostyń pow. gostyński (GZK w Solcu)

PROJEKTOWANIE PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH UZDATNIANIA WODY I OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW mgr Andrzej Wichlacz 61-245 Poznań, Osiedle Rusa 9/44	
Temat: proces technologiczny uzdatniania wody podziemnej z ujęcia dwutorowego w miejscowości KRZYWIE gm. Gostyń pow. gostyński	
Nazwa rysunku: schemat ideowy procesu technologicznego uzdatniania wody podziemnej na potrzeby SUW KRZYWIE gm. Gostyń	
Opracował mgr A. Wichlacz	Załącznik nr G

Główny Konsultant
ds. ocen opinii raportów
mgr Andrzej Wichlacz
61-245 Poznań, Osiedle Rusa 9/44