



Politechnika
Śląska



2023-07-25

TYTUŁ
OPRACOWANIA

***Ocena wpływu na zdrowie konsumentów
podwyższonych stężeń azotanów w wodzie
uzdatnionej, włączanej do Systemu Zaopatrzenia
w wodę w Dąbrowie Białogardzkiej***

Autorzy opracowania:

Prof. dr hab. inż. Izabela ZIMOCH,

dr hab. inż. Iwona KŁOSOK-BAZAN, prof. PO

Gliwice, 2023

Spis treści

1.	Podstawa formalna opracowania	2
2.	Zakres opracowania	4
3.	Opis problemu.....	4
4.	Identyfikacja zagrożeń	9
5.	Oszacowanie narażenia.....	12
5.1.	Metodyka przeprowadzonej analizy.....	12
5.2.	Omówienie uzyskanych wyników	14
6.	Charakterystyka i ocena ryzyka	15
7.	Wnioski i rekomendacje.....	22

1. Podstawa formalna opracowania

Niniejsze opracowanie sporządzono na zlecenie Regionalnych Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o., ul. Ustronie Miejskie 1, 78-200 Białogard, która eksploatuje ujęcie wód podziemnych w miejscowości Dąbrowa Białogardzka.

Przedmiotowe zlecenie dotyczące oceny wpływu ponadnormatywnych, maksymalnych dopuszczalnych wartości stężeń azotanów w wodzie uzdatnionej, na zdrowie konsumentów w Dąbrowie Białogardzkiej skierowano do Katedry Inżynierii Wody i Ścieków na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej w dniu 22 czerwca br. pismem o numerze L.dz. KW.1713/2023.

Przedmiotowa ocena została przygotowana w oparciu o dostarczone wyniki analiz oraz dokumenty Spółki, jak również akty prawne i dane literaturowe obejmujące:

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ZDROWIA z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U.2017 poz. 2294);

USTAWA z dnia 7czerwca 2001r o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków (Dz.U. 2017 poz. 328 z póź. zm.);

DYREKTYWA RADY 91/676/EWG z dnia 12 grudnia 1991 r. dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego, OJ L 375, 31.12.1991, p. 1–8;

DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) 2020/2184 z dnia 16 grudnia 2020 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. OJ L 435, 23.12.2020, p. 1–62.

DYREKTYWA KOMISJI (UE) 2015/1787 z dnia 6 października 2015 r. zmieniająca załączniki II oraz III do dyrektywy Rady 98/83/WE w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, OJ L 260, 7.10.2015, p. 6–17;

DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY EUROPY 2000/60/WE z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej, tzw. „Ramowa Dyrektywa Wodna”, OJ L 327, 22.12.2000, p. 1–73;

WHO, Guidelines for drinking-water quality, 4th edition (2017);

WHO, Nitrate and nitrite in drinking-water, Background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality (2011) dostępne na stronie: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/75380/WHO_SDE_WSH_04.03_56_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y;

DŽUGAN M., PASTERNAKIEWICZ A.: Ocena dziennego pobrania azotanów z wyrobami mięsnymi i wodą pitną, w Proceedings of ECOpole, ed. M. Wacławek et al., vol. 1, No 1/2 (2007) s. 129-132;

GUPTA S.K., GUPTA R.C., CHHABRA S.K., ESKIOCAK S., GUPTA A.B, GUPTA R. 2008. Health issues related to N pollution in water and air. Current Science vol. 94/11 (2008) s. 1469–1476.

GRUDZIŃSKI I.P.: Wpływ azotanów i azotynów na jelito cienkie, Rocznik PZH vol. 49 (1998) s. 321-330;

JAMALUDIN N., SHAM S.M., ISMAIL S.N.S.: Health risk assessment of nitrate exposure in well water of residents in intensive agriculture area. American Journal of Applied Science vol. 10/5 (2013) s. 442-448;

KOŚCIAŃSKA B., RODECKA-GUSTAW E.: Nawozy sztuczne, azotyny a nowotwory złośliwe, Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu, vol. 17/1 (2011) s. 33-38;

KOWAL A. L., ŚWIDERSKA-BRÓŹ M.: Oczyszczanie wody, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa (1996);

KRÓLAK E., RACZUK J., SAKOWICZ D., BARDZKA E.: Quality of drinking water from the agricultural area treated with pitcher water filters. Rocznik PZH vol. 69 (2018) s. 87-93;

MARKOWSKA A. , FURMANEK, W., GACKOWSKA L., SIWEK B.: Zawartość azotanów i azotynów w całodziennych racjach pokarmowych dzieci w wieku przedszkolnym. Rocznik PZH vol. 50 (1999) s. 289-297;

PIETRZAK S.: Presja rolnictwa a ochrona wód – wyzwania przy realizacji postanowień dyrektywy azotanowej, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa (2012);

RACZUK J., BIARDZKA E., MICHALCZYK M.: Związki azotu w wodzie studziennej w świetle ryzyka zdrowotnego mieszkańców gminy Wodynie, Woda, Środowisko, Obszary wiejskie, vol.9, z. 1/25 (2009) s. 87-97;

ROSS S i inni: Health risk assessment for exposure to nitrate in drinking water from village wells in Semarang, Indonesia. Environmental Pollution, vol. 216 (2016) s. 738-745;

ROHMANN U., SONTHEIMER H.: Nitrate im Grundwasser – Ursachen, Bedeutung, Lösungswege, DVGW - Forschungsstelle am Engler – Bunte – Institut der Universität Karlsruhe, (1985);

SZCZERBIŃKI R, KRACZEWSKI J., FILON J.: Azotany[V] w wodzie do picia jako czynnik ryzyka zdrowotnego ludności województwa podlaskiego. Rocznik PZH vol. 57 (2006) s. 39-48;

TOCIU C., MARCU E, CIOBOTARU I.E., CRISTINA M.: Risk assessment of population exposure to nitrates/nitrites in groundwater: a case study approach. ECOTERRA - Journal of Environmental Research and Protection, vol.13/3 (2016) s. 39-45;

WAWRZYŃIAK A., HAMUŁKA J., PAJĄK M.: Ocena pobrania azotanów(V) i azotanów(III) z żywnością w gospodarstwach domowych w Polsce w latach 1996-2005, Rocznik PZH vol. 59 (2008) s. 9-18;

ZIMOCH I., PACIEJ J.: Spatial risk assessment of drinking water contamination by nitrates from agricultural areas in the Silesia province. Desalination and Water Treatment, vol. 57/3 (2016) s. 1084–1097.

Analiza ryzyka dla komunalnego ujęcia wód podziemnych w miejscowości Dąbrowa Białogardzka, dla lokalizacji Dąbrowa Białogardzka, dz. nr 12/26, obr. 0041, Stawno, 2022;

Przebudowa (modernizacja) i rozbudowa Stacji Uzdatniania Wody w miejscowości Dąbrowa Białogardzka, gmina Rąbin. 13. Operat wodno-prawny. Przedsiębiorstwo Produkcyjno –Usługowe EKOWARK Sp. z o.o., sierpień 2010.

Dane archiwalne – Badania jakości wody surowej i uzdatnionej SU Dąbrowa Białogardzka lata 2019-2023.

2. Zakres opracowania

Opracowania pn. „Ocena wpływu na zdrowie konsumentów podwyższonych stężeń azotanów w wodzie uzdatnionej, włączanej do Systemu Zaopatrzenia w Wodę w Dąbrowie Białogardzkiej” obejmuje:

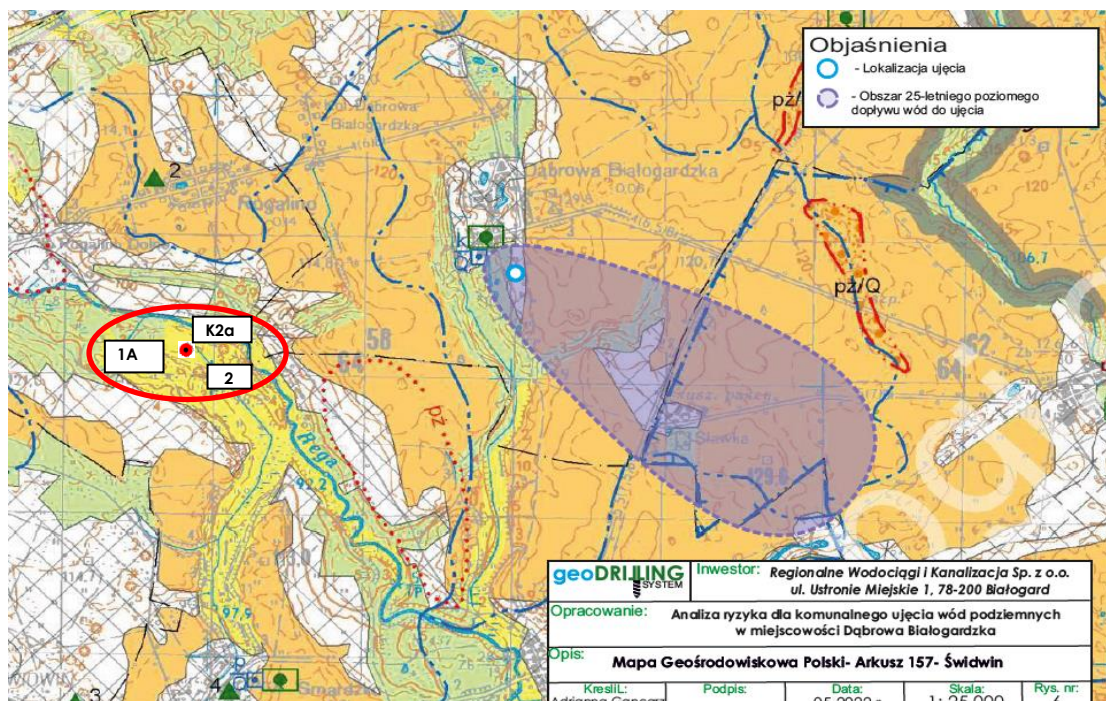
1. Analizę danych archiwalnych dotyczących jakości wody dostarczanej konsumentom z Systemu Zaopatrzenia w Wodę z wodociągu w Dąbrowie Białogardzkiej;
2. Analizę przyczyn występowania w wodzie przekroczeń dopuszczalnych parametrów w odniesieniu do azotanów oraz powodów, dla których nie jest możliwa niezwłoczna poprawa istniejącej sytuacji;
3. Określenie wartości maksymalnych stężeń azotanów w wodzie, które mogą się pojawić w okresie realizacji planu naprawczego;
4. Oszacowanie ryzyka zdrowotnego, konsumentów w okresie realizacji programu naprawczego, dla zaproponowanych maksymalnych wartości stężenia azotanów wykonane w oparciu o wytyczne WHO i dane literaturowe.

3. Opis problemu

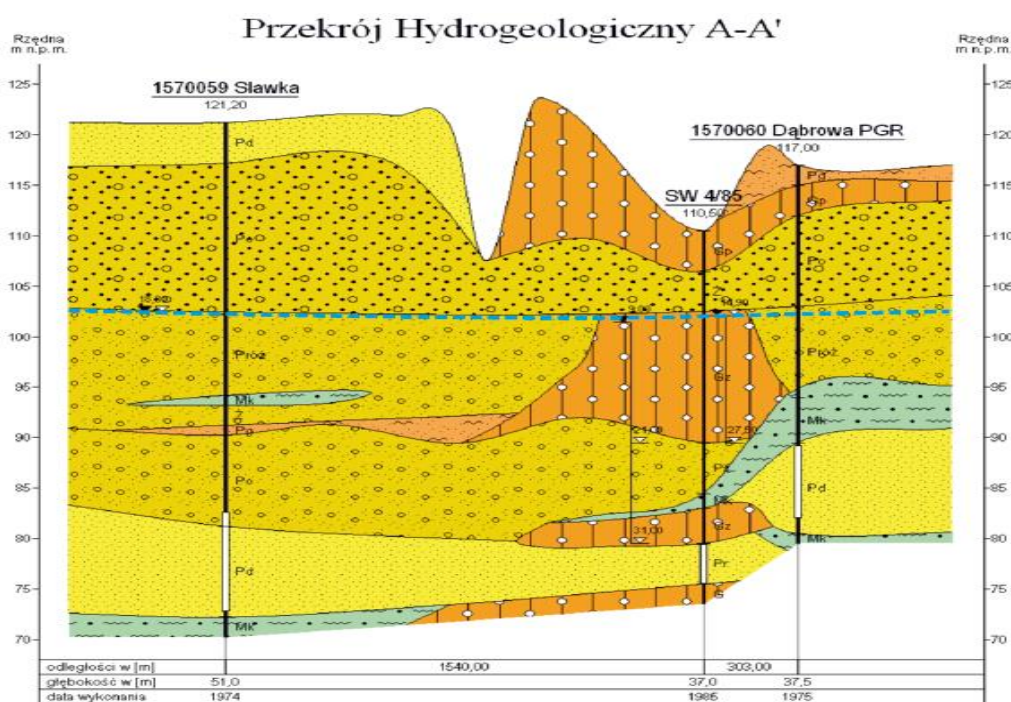
Problem dotyczy identyfikacji ponadnormatywnych stężeń azotanów w wodzie podziemnej, dostarczanej do konsumentów wody Systemu Zaopatrzenia w Wodę Dąbrowa Białogardzka (SZW Dąbrowa). SZW Dąbrowa eksploatuje zasoby czwartorzędowych wód podziemnych pierwszego poziomu wodonośnego. Woda pobierana jest na potrzeby socjalno-bytowe mieszkańców miejscowości: Dąbrowa Białogardzka, Kolonia Dąbrowa Białogardzka, Role, Modrzewiec, Nielep, Kłodzino oraz Dołganów. Średniodobowa produkcja wody w latach 2017-2022 wahała się od 55 m³ w roku 2022 do 80 m³ w roku 2021.

Według Mapy Hydrogeologicznej Polski, obszar zasilania ujęcia położony jest w jednostce 4[Q/cQTrIII] o bardzo niskim stopniu zagrożenia, dobrej izolacji i wysokiej oraz średniej odporności poziomu głównego¹.

¹ Analiza ryzyka dla komunalnego ujęcia wód podziemnych w miejscowości Dąbrowa Białogardzka, dla lokalizacji Dąbrowa Białogardzka, dz. nr 12/26, obr. 0041, Sławno, 2022



Rysunek 1. Lokalizacja ujęcia wody w Dąbrowie Białogardzkiej – usytuowanie studni ¹



Rysunek 2. Przekrój hydrogeologiczny ¹

Przedmiotowe ujęcie wody stanowi jedna studnia o głębokości 37 m, zlokalizowana na działkach 12/26, natomiast stacja uzdatniania wody mieści się na

działce 12/22 w miejscowości Dąbrowa Białogardzka (usytuowanie ujęcia wraz z zaznaczonym obszarem 25-letniego poziomego dopływu wód do ujęcia zaprezentowano na rysunku 1, z kolei przekrój geologiczny zaprezentowano na rysunku 2).

Analizowane ujęcie posiada ustanowioną strefę ochrony bezpośredniej, na podstawie decyzji wydanej przez Zarząd Zlewni w Gryficach, z dnia 11.06.2018 r., znak: SZ.ZUZ.1.4100.126.2.2018.JG.

Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w dokumentacji hydrogeologicznej w ilości $Q = 60,0 \text{ m}^3/\text{h}$, przy depresji $s = 6,5 \text{ m}$, decyzją zatwierdzoną przez Wojewodę Koszalińskiego, z dnia 12.02.1986 r., znak: OŚ-V-8530/85/86.

Dla przedmiotowego ujęcia udzielono pozwolenie wodnoprawne na pobór wód podziemnych w ilości:

$$Q_{\max, h.} = 20,08 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{śr.dobowe}} = 167,39 \text{ m}^3/\text{d.}$$

Decyzja wydana została przez Starostę Świdwińskiego, w dniu 31.12.2010 r., znak: OŚ-6223/62/2010 i obowiązuje do dnia 30 grudnia 2030r.

Zgodnie z informacją zawartą w operacie wodnoprawnym² woda surowa w roku 2010 charakteryzowała się bardzo dobrymi parametrami fizyko-chemicznymi. Odnotowano minimalne poziomy żelaza i manganu, poniżej wartości parametrycznych określonych w rozporządzeniu Ministra Zdrowia dot. jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Niemniej jednak przedmiotowe ujęcie zostało wyposażone w układ uzdatniania wody obejmujący procesy napowietrzania i filtracji. Proces napowietrzania prowadzi się z wykorzystaniem aeratora kaskadowego typu KA-800-06 produkcji Ekopartner o średnicy 800 mm i wysokości 1,5m. Filtracja realizowana jest w dwóch filtrach ciśnieniowych o średnicy 1200 mm i wysokości warstwy czynnej 1 m. W układzie znajduje się zbiornik retencyjny o objętości 50 m³, który zapewnia zapas wody na pokrywanie zwiększonych poborów chwilowych.

Niestety w trakcie eksploatacji ujęcia, jakość wody ulegała systematycznemu pogorszeniu, z biegiem lat identyfikowano coraz więcej zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego. W szczególności problem ten dotyczy azotanów, które w roku 2023 utrzymują się stale na podwyższonym poziomie.

² BOSY S., Przebudowa (modernizacja) i rozbudowa Stacji Uzdatniania Wody w miejscowości Dąbrowa Białogardzka, gmina Rąbin. 13. Operat wodno-prawny. Przedsiębiorstwo Produkcyjno –Usługowe EKOWARK Sp. z o.o., sierpień 2010.

Tabela 1. Zestawienie wyników analiz fizykochemicznych na zawartość azotanów w wodzie z ujęcia Dąbrowa Białogardzka

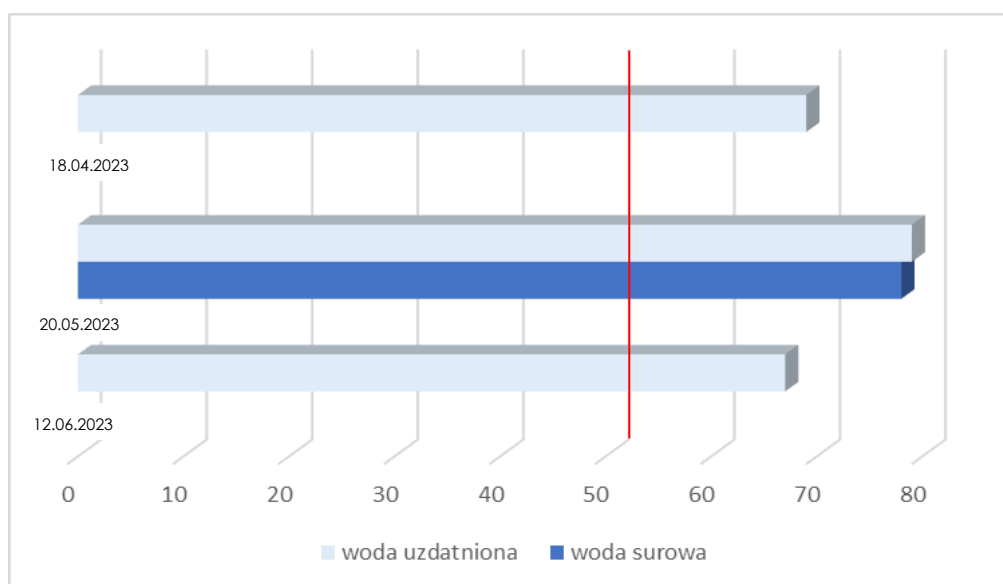
Data pobrania	Azotany [mg/L]
12.09.1996*	7,97
02.02.2010*	42,2
2017*	47,0
2018*	53,8
11.04.2018	45,6
03.12.2019	48,3
2020*	48,3
02.03.2021	49,7
2021*	50,1
2022*	43,7
15.12.2022	75,8
18.04.2023	67,0
30.05.2023	78,1
14.06.2023	68,9

*oznacza wyniki opisane w analizie ryzyka

pozostałe wyniki na podstawie sprawozdań z badań dostarczonych przez zamawiającego

Analiza dynamiki zmian wielkości stężeń azotanów w wodzie za lata 2018 - 2023 wykazuje wyraźną tendencję wzrostową (tabela 1). Zgodnie z prowadzoną kontrolą jakości wód, w kwietniu 2018 roku odnotowano stężenie azotanów na poziomie $45,6 \pm 9,2$ mg/L, a w grudniu 2019 - 48,3 mg/L. Kolejne badania wykonane w marcu 2021 roku, wykazały stężenie azotanów w stężeniu zbliżonym do maksymalnego dopuszczalnego w wodzie do picia, i wynosiło wtedy $49,7 \pm 7$ mg/L (wartość parametryczna 50 mg/L). W marcu 2022 (15 grudnia) odnotowano ponad 50% przekroczenie wartości parametrycznej, stężenie azotanów wynosiło wtedy 75,8 mg/L. Dla lepszego zobrazowania problemu, wyniki analiz zawartości azotanów w przedmiotowej wodzie w roku 2023 zaprezentowano również na rysunku 3. Czerwona linia odcinająca oznacza maksymalny, dopuszczalny poziom azotanów w wodzie do picia zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia³. Zaprezentowane wyniki, jednoznacznie wskazują na fakt, że przekroczenie wartości parametrycznej nie było zdarzeniem incydentalnym.

³ ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ZDROWIA z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U.2017 poz. 2294)



Rysunek 3. Odnótowane stężenia azotanów w studni na ujęciu wody w Dąbrowie Białogardzkiej, na podstawie dostępnych danych z roku 2023

Tabela 2. Matryca oceny ryzyka dla ujęcia wód podziemnych w Dąbrowie Białogardzkiej⁴

poz.	Zagrożenie	Kategoryzacja parametru		P*C	Kategoria podatności na zagrożenie V*	R (P*C*V)
		prawdopodobieństwa P	następstw zagrożenia C			
1.	wprowadzanie ścieków do wód lub do ziemi;	5	4	20	4	80
2.	rolnicze wykorzystanie ścieków;	5	4	20	4	80
4.	stosowanie nawozów oraz środków ochrony roślin;	5	3	15	4	60
5.	budowę nowych dróg, linii kolejowych, lotnisk lub lądowisk;	1	3	3	4	12
6.	wykonywanie urządzeń melioracji wodnych oraz wykopów ziemnych;	1	2	2	4	8
7.	lokalizowanie zakładów przemysłowych oraz ferm chowu lub hodowli zwierząt;	5	3	15	4	60
8.	lokalizowanie magazynów produktów ropopochodnych oraz innych substancji, a także rurociągów do ich transportu;	3	5	15	4	60
9.	lokalizowanie składowisk odpadów niebezpiecznych, innych niż niebezpieczne i obojętne oraz obojętnych;	1	5	5	4	20
10.	mycie pojazdów mechanicznych;	2	3	6	4	24
12.	lokalizowanie nowych ujęć wody;	2	5	10	4	40
13.	lokalizowanie cmentarzy oraz grzebanie martwych zwierząt;	1	4	4	4	16
14.	wydobywanie kopalin;	1	3	3	4	12
15.	wykonywanie odwodnień budowlanych lub górniczych;	1	2	2	4	8
16.	lokalizowanie budynków mieszkalnych oraz obiektów budowlanych związanych z turystyką;	1	1	1	4	4
18.	urządzanie przyz kiszonkowych;	3	3	9	4	36
20.	pojenie oraz wypasanie zwierząt;	1	3	3	4	12
24.	lokalizowanie nowych przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko;	5	4	20	4	80
25.	składowanie opakowań po nawozach i środkach ochrony roślin;	5	5	25	4	100
26.	stosowanie i składowanie chemicznych środków zimowego utrzymania dróg.	1	2	2	4	8

⁴ Analiza ryzyka dla komunalnego ujęcia wód podziemnych w miejscowości Dąbrowa Białogardzka, dla lokalizacji Dąbrowa Białogardzka, dz. nr 12/26, obr. 0041, Sławno, 2022

Oceniając przyczyny takiego stanu, należy odwołać się do analizy ryzyka dla komunalnego ujęcia wód podziemnych w miejscowości Dąbrowa Białogardzka, wykonanej w roku 2022. Z matrycy ryzyka zamieszczonej w w/w dokumencie (Tabela 2) wynika jednoznacznie, że zagrożeniem dla jakości wody mogą być wprowadzane do wód i do ziemi ścieki oraz ich rolnicze wykorzystanie, a także stosowanie nawozów oraz lokalizacja obiektów hodowli zwierząt. Dla wymienionych powyżej czynników, autorzy opracowania oszacowali poziom ryzyka jako nieakceptowalny (ryzyko $R > 50$, tabela 2). Wymienione powyżej zagrożenia można jednoznacznie łączyć z obserwowanym wzrostem stężenia azotanów w ujęciu wody w Dąbrowie Białogardzkiej.

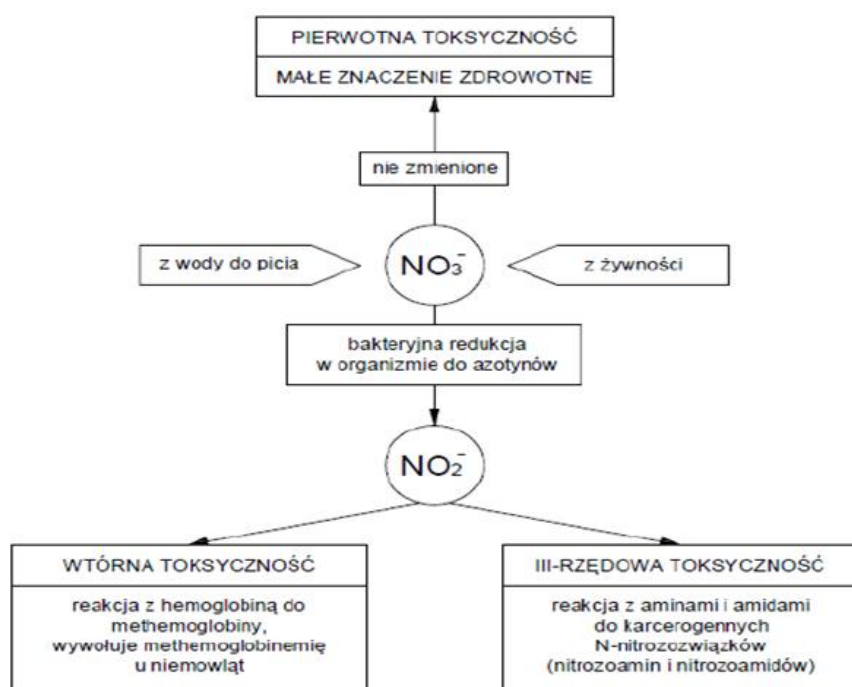
W związku z przekroczeniem stężenia azotanów w próbce z dnia 18 kwietnia 2023, Państwowy Powiatowy Inspektor Sanitarny w Świdwinie w dniu 11 maja 2023 przestał do Regionalnych Wodociągów i Kanalizacji z siedzibą w Białogardzie zawiadomienie o wszczęciu postępowania administracyjnego.

4. Identyfikacja zagrożeń

Przeprowadzone badania wskazują na występowanie wielu niekorzystnych objawów zarówno u zwierząt, jak i u ludzi, narażonych na spożywanie wody o podwyższonej zawartości azotanów i azotynów. Azotany (V) nie są związkami toksycznymi. Ich szkodliwość wynika z własności utleniających i możliwości redukcji do azotanów (III). Mogą powodować utlenianie hemoglobiny do methemoglobiny (niedokrwistość), utlenianie witaminy A, której niedobór pociąga za sobą szereg groźnych zaburzeń, upośledzenie wykorzystywania składników pokarmowych, takich jak białka i tłuszcze, a także nie przyswajanie witamin z grupy B.

Szczególnie niebezpieczne są zatrucia azotynami u małych dzieci, głównie niemowląt, ponieważ mogą powodować methemoglobinemię. Jest to choroba polegająca na występowaniu w hemoglobinie żelaza na III stopniu utleniania, a nie na II. Skutkuje to utratą zdolności do transportu tlenu przez krew. Jest to zjawisko szczególnie niebezpieczne dla niemowląt ze względu na zawartość w ich organizmie krwi płodowej w ilości 60-80%, która utlenia się dwukrotnie szybciej. Ponadto podatność dzieci na działanie azotanów wynika z dużo niższego pH w dziecięcych żołądkach, co sprzyja szybszej redukcji do azotynów.

Badania dowodzą, że regularne spożywanie przekroczonych dawek azotanów może negatywnie odbijać się na rozwoju psychofizycznym, wpływając negatywnie na przyrost masy ciała, czynność tarczycy i układu nerwowego. Methemoglobina w krwioobiegu powoduje niedotlenienie ośrodkowego układu nerwowego i mięśnia sercowego. Azotany są zdolne do przenikania przez łożysko, dlatego produkty spożywcze i woda o wysokiej zawartości azotanów nie powinny być spożywane przez kobiety w ciąży. Objawami sinicy są najczęściej bóle brzucha, zaczerwienienie skóry, zawroty głowy, duszności, silny odcień skóry (widoczny szczególnie na twarzy), spadek ciśnienia krwi, aż do zapaści. Niestety nie tylko spożywanie azotanów wpływa na methemoglobinemię. Aż 25% azotanów przedostaje się z krwi do śliny, aby następnie w środowisku mikroflory jamy ustnej ulec redukcji do azotynów. Nadmiar azotanów natomiast może powodować podrażnienie śluzówki jelita cienkiego. Pod wpływem kwaśnego środowiska w żołądku, azotany reagują z II-go i III-cio rzędowymi aminami tworząc nitrozoaminy działające kancerogennie. Zawartość nitrozoamin może mieć również wpływ na wystąpienie takich nowotworów jak rak żołądka, jelita grubego, przełyku, trzustki, jajników, piersi, a także białaczki u dzieci. Reasumując, poziomy toksyczności azotanów i azotynów na zdrowie człowieka przedstawiono na rysunku 4.



Rysunek 4. Toksyczność azotanów i azotynów dla człowieka⁵

⁵ ROHMANN U., SONTHEIMER H. (1985): Nitrate im Grundwasser – Ursachen, Bedeutung, Lösungswege, DVGW - Forschungsstelle am Engler – Bunte – Institut der Universität Karlsruhe

Zgodnie z wytycznymi WHO, z uwagi na możliwość równoczesnego występowania azotanu (azotanu V) i azotynu (azotanu III) w wodzie do picia, suma stosunków stężenia (C) notowanego na ujęciu do wartości normatywnej (GV) nie powinna przekraczać 1:

$$C_{N(III)} / GV_{N(III)} + C_{N(V)} / GV_{N(V)} \leq 1 \quad (1)$$

gdzie:

$C_{N(III)}$ - stężenie azotanów (III) w źródle;

$GV_{N(III)}$ - rekomendowane stężenie azotanów (III);

$C_{N(V)}$ - stężenie azotanów (V) w źródle;

$GV_{N(V)}$ - rekomendowane stężenie azotanów (V).

Przeprowadzona analiza dynamiki zmian zawartości związków azotu w wodzie w ujęciu Dąbrowa Białogardzka (rozdział 3) uzasadnia przyjęcie w analizie zagrożeń zdrowotnych konsumentów wody w Dąbrowie Białogardzkiej trzech poziomów stężeń azotanów i azotynów. Poziomy te przyjęto także w celu wyliczenia zalecanej przez WHO wartości wskaźnika sumy form występowania związków azotu do ich wartości rekomendowanych (zależność 1).

Wyliczone z 5,5 letniego okresu analizy (lata: 2018-2023) średnie stężenie azotanów w ujmowanej wodzie wynosiło 57 mg/L, przy czym średnia z roku 2023, była wyższa i wynosiła 71 mg/L. Maksymalne stężenie azotanów odnotowano zimą 2022 roku, na poziomie 78 mg/L. Do szacowania ryzyka przyjęto zatem następujące poziomy:

- pierwszy poziom przyjęto stężenie 60 mg/L – stanowiące wartość średnią z okresu obserwacji, zaokrąglana do dziesiątek oraz stanowiące nieznaczne 20% przekroczenie wartości parametrycznej;
- drugi poziom przyjęto stężenie 80 mg/L – wartość zbliżoną do maksymalnego stężenia azotanów zidentyfikowanego na ujęciu, stanowiącą 140% odnotowanej wartości średniej z okresu 2018-2023;
- trzeci poziom przyjęto stężenie 90 mg/L – wartość jak dotąd nieidentyfikowaną w ujęciu, jednak stężenie azotanów w analizowanym ujęciu ma tendencję wzrostową z linią trendu wyrażoną wzorem $y = 3,8683x + 39,536$ ($R^2 = 0,6245$), zatem poziom 90 mg/L przyjęto jako potencjalnie maksymalny w okresie prowadzonych prac naprawczych.

Jeżeli chodzi o stężenia azotu azotynowego do analizy przyjęto:

- wartość 0 jako wartość najniższą - najczęściej identyfikowaną (znacząca część uzyskanych wyników mieściła się poniżej zakresu pomiarowego analizy);

- średnią wartość 0,028 – średnia arytmetyczna wyliczona z dostępnych wyników w okresie analizy obejmującym lata 2028-2023;
- jako wartość maksymalną przyjęto najwyższą wartość $C_{N(III)}$ jaką odnotowano na ujęciu w lata 2028-2023 w dniu 2.02.2010 (Tabela 1).

Tabela 3. Wyliczona suma stosunków $C_{N(III)} / GV_{N(III)} + C_{N(V)} / GV_{N(V)}$ dla trzech przyjętych poziomów stężenia azotanów (III) i azotanów (V) w wodzie ujęcia Dąbrowa Białogardzka.

	min.	śr.	max.	GV
$C_{N(III)}$ [mg/l]	0	0,028	0,063*	0,5
$C_{N(V)}$ [mg/l]	60	80	90	50
$C_{N(III)} / GV_{N(III)} + C_{N(V)} / GV_{N(V)}$	1,2	1,7	1,9	

Jak można zauważyć w tabeli 1 wartość $C_{N(III)} / GV_{N(III)} + C_{N(V)} / GV_{N(V)}$ dla wody ujmowanej w Dąbrowie Białogardzkiej nawet w najbardziej korzystnych warunkach przekracza rekomendowany poziom 1. Zatem konieczne jest podjęcie działań naprawczych i oszacowanie ryzyka związanego z eksportacją ujęcia do czasu wdrożenia rekomendowanych działań naprawczych.

5. Oszacowanie narażenia

Zagrożenie zdrowia azotanami (V) dostarczonymi wraz z wodą do organizmu konsumentów wodę dostarczanej z SZW w Dąbrowie Białogardzkiej, oceniono porównując dopuszczalne dzienne spożycie ADI (Acceptable Daily Intake – ilość substancji chemicznej, w tym opracowaniu azotanów, jaką człowiek może przyjmować codziennie bez uszczerbku na zdrowiu) z wartością oszacowanego dziennego spożycie EDI (Estimated Daily Intake – ilość azotanów jaką konsument wody przyjmuje w związku z piciem wody).

5.1. Metodyka przeprowadzonej analizy

Do analizy wykorzystano dane pozyskane z monitoringu jakości wody dla ujęcia w Dąbrowie Białogardzkiej za ostatnie 5,5 lat tj. za lata 2018-2023. Dane dotyczące ilości obsługiwanej ludności oraz miejscowości obsługiwanych przez analizowany system pozyskano od spółki Regionalne Wodociągi i Kanalizacja Sp. z o.o z siedzibą

w Białogardzie. Dla potrzeb analizy wyliczono średnie stężenie azotanów w wodzie dostarczanej konsumentom.

W szacowaniu ryzyka zdrowotnego opierano się na zaleceniach Komisji Kodeksu Żywnościowego FAQ (Food and Agriculture Organization of the United Nations) oraz Światowej Organizacji Zdrowia WHO (World Health Organization). Komisja FAQ jest obecnie najważniejszą organizacją międzynarodową zajmującą się problematyką dotyczącą bezpieczeństwa żywności, zdrowiem konsumentów i zapewnieniem uczciwych praktyk w handlu żywnością, w tym wodą. Z kolei WHO od wielu lat działa na rzecz zwiększenia współpracy między państwami w dziedzinie ochrony zdrowia i zwalczania epidemii chorób zakaźnych, a także ustalanie norm dotyczących składu lekarstw i jakości żywności, w tym również wody.

Zgodnie z wytycznymi Komisji FAQ, dopuszczalne dzienne spożycie azotanów (ADI) wynosi 3,7 miligrama na kilogram masy ciała^{6,7}. Należy jednak pamiętać, że woda nie jest jedynym źródłem azotanów. Na podstawie szacunkowej oceny pobrania z żywnością azotanów i azotynów w latach 1996-2005 w polskich gospodarstwach domowych stwierdzono, że istotnym źródłem azotanów w diecie są warzywa oraz mięso i jego przetwory. Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto, że dopuszczalne dzienne spożycie azotanów (ADI) pochodzące od wody nie powinno przekroczyć 80% wartości rekomendowanej przez FAQ, zatem nie powinno przekroczyć **3 miligrama na kilogram masy ciała**.

Szacowane dzienne spożycie EDI pochodzące z wody, przypadające na kilogram masy ciała na dzień, wyznaczono ze wzoru (2):

$$EDI = (F \cdot R) / M \quad (2)$$

gdzie:

F - przeciętne dzienne spożycie wody [l/d];

R – średnie stężenie azotanów (V) w analizowanym ujęciu [mg/l];

M - masa ciała [kg].

⁶ Nathan S. Bryan, Joseph Loscalzo (2017) Nitrite and Nitrate in Human Health and Disease, Humana Press, Springer Publishing, p. 148

⁷ Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) dostępne na stronach WHO pod adresem <http://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=709>

Według zaleceń Instytutu Żywności i Żywienia noworodek do 2 miesiąca wypija około 0,64 ml wody i jest to składnik jego jedynego pożywienia. Niemowlak powinien wypijać ok. 100 ml wody na każdy kilogram swojego ciała. Taka ilość jest wskazana dla dzieci, które ważą do 10 kg. Dla dzieci starszych na każdy kilogram z kolejnych 10 przypada 50 ml wody, a na następne dziesięć kilogramów - po 20 ml na każdy kilogram masy ciała, osiągając wartość 2l, przyjmowaną jako wymagane, dobowe spożycie wody dla osób dorosłych.

5.2. Omówienie uzyskanych wyników

W analizie zagrożeń zdrowotnych konsumentów wody w Dąbrowie Białogardzkiej przyjęto trzy poziomy stężeń azotanów (tabela 3, rozdział 4) odpowiednio: 60 mg/L (średnia 57 mg/L zaokrąglona do dziesiątek), 80 mg/L i 90 mg/L, dla których wyznaczono poziomy EDI (tabela 4).

Tabela 4. Wyliczone poziomy EDI dla przyjętych trzech poziomów stężenia azotanów w wodzie do picia.

	Noworodki 0-2 m-cy	Niemowlęta 2-6 m-cy	Niemowlęta 6 -12 m-cy	Dzieci 1- 6 roku	Dzieci 6 - 15 roku	Dzieci i dorośli pow. 15 roku
Średnia masa ciała [kg]	2-7	7-10	10-14	14-30	30-70	70 i powyżej
Ilość spożytej wody [l]	0,64	0,7-1	1-1,2	1,2-2	2	2
EDI min stężenie NO₃⁻ 60 mg/l	5,5 -19,2	6,0	5,1-6,0	4,0-5,1	1,7-4,0 ¹	1,7 i poniżej
EDI śr stężenie NO₃⁻ 80 mg/l	7,3-26,6	8,0	5,7-8,0	5,3-6,8	2,3-5,3 ²	2,3 i poniżej
EDI max stężenie NO₃⁻ 90 mg/l	8,2 – 28,8	9,0	7,7-9,0	6,0-7,7	2,6-6,0 ³	2,6 i poniżej

¹ Graniczna masa ciała, dla której przekroczony zostanie ADI wynosi 40 kg

² Graniczna masa ciała, dla której przekroczony zostanie ADI wynosi 53 kg

³ Graniczna masa ciała, dla której przekroczony zostanie ADI wynosi 60 kg

Należy również zwrócić uwagę, na fakt, że przegotowanie wody prowadzi do zateżnienia azotanów, zatem metoda ta nie powinna być w żadnym wypadku rekomendowana jako, metoda poprawienia jakości wody dostarczanej konsumentom. Na podstawie badań przeprowadzonych w roku 2018 przez Królak

i inni, jako metodę usuwania azotanów można rekomendować domowe filtry dzbankowe, które skutecznie obniżały poziom azotanów w uzdatnianej wodzie⁸.

Jednocześnie dla oszacowania i oceny ryzyka związanego z piciem wody przez osoby dorosłe wyliczono, że dla przyjętych założeń (ADI – 3 mg / kg masy ciała / dzień; waga osoby dorosłej 70 kg), granicznym bezpiecznym stężeniem azotanów w wodzie do picia dla osób dorosłych jest poziom **105** mg/l. Wartości ta jest zbliżona do wytycznych WHO, która dopuszcza przejściowe dostarczanie wody o stężeniu azotanów na poziomie 100 mg/l (narażenie krótkotrwałe)⁹. Zatem przyjęte maksymalne stężenie azotanów w wodzie w SZW Dąbrowa Białogardzka jako 90 mg/L, stanowi 86% wartości granicznej bezpiecznego stężenia azotanów w wodzie do picia dla osób dorosłych.

6. Charakterystyka i ocena ryzyka

W przeprowadzonej analizie ryzyka przyjęto poziom ADI równy 3 miligramy azotanów (V) na kilogram masy ciała na dzień, jako bezpieczny dla zdrowia dorosłego konsumenta w narażeniu krótkotrwałym, co przekłada się na maksymalne, graniczne bezpieczne stężeniem azotanów w wodzie do picia dla osób dorosłych na poziom 105 mg/l. Ponadto, dla trzech poziomów stężeń azotanów (tabela 4) oszacowano maksymalną masę w grupie wiekowej konsumentów 6-15 lat, dla której wartość ADI nie zostanie przekroczona. Zgodnie z informacją zawartą w wytycznych WHO¹⁰ podstawą wyznaczenia zalecanej wartości stężenia azotanów na poziomie 50 mg/dm³ jest methemoglobinemia. Choć istotna klinicznie methemoglobinemia w wyniku bardzo wysokiego spożycia azotanów, może wystąpić zarówno u osób dorosłych, jak i u dzieci, to jednak najbardziej symptomatyczna jest ona u niemowląt sztucznie karmionych butelką. Wody o wysokich stężeniach azotanów (powyżej 50 mg/dm³) uznaje się za główne źródło ryzyka narażenia na methemoglobinemię noworodków i niemowląt karmionych sztucznie. Zatem noworodki i niemowlęta

⁸ KRÓLAK E., RACZUK J., SAKOWICZ D., BARDZKA E.: Quality of drinking water from the agricultural area treated with pitcher water filters. Rocznik PZH vol. 69 (2018) s. 87-93;

⁹ WHO, (2003), Nitrate and nitrite in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. dostępne na stronie: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/75380/WHO_SDE_WSH_04.03_56_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y;

¹⁰ WHO, (2011), Guidelines for Drinking Water Quality. Fourth edition. ISBN 978 92 4 154815 1

karmione sztucznie uznaje się za grupę populacji najbardziej narażoną, choć zdarzały się przypadki methemoglobinemii u dzieci karmionych naturalnie w okresie odstawiania ich od piersi i zastosowania w diecie warzyw o dużej zawartości azotanów. WHO podaje również, iż w badaniach epidemiologicznych oraz subklinicznego wzrostu poziomów methemoglobinemii, powiązanych z narażeniem na azotany w wodzie do picia, aż 97% przypadków miało miejsce przy stężeniach przekraczających 44,3 mg/dm³. Jednak obserwowane objawy kliniczne wiązano ze znacznie wyższymi stężeniami azotanów w wodzie. Odnotwane zachorowania dotyczyły prawie wyłącznie populacji niemowląt poniżej 3 miesiąca życia. Podsumowując zebrane dane i wnioski z analiz, WHO¹⁰ wskazuje również, iż w badaniach epidemiologicznych nie stwierdzono methemoglobinemii u niemowląt karmionych sztucznie w rejonach, gdzie stężenie azotanów w wodzie jest mniejsze od 50 mg/dm³. Istotna jest również informacja, iż methemoglobinemia u niemowląt najczęściej związana jest równoczesną biegunką, dlatego ważne jest zapewnienie bezpieczeństwa mikrobiologicznego wody. WHO, w Wytycznych z 2011 roku¹⁰ podaje, iż do przygotowywania pokarmu dla niemowląt, nie należy stosować wody, w której stężenie azotanów przekracza 100 mg/dm³. Do przygotowywania pokarmu dla niemowląt (narażenie krótkotrwałe) może być używana woda o stężeniu azotanów między 50 a 100 mg/dm³, pod warunkiem, że wykorzystywana woda jest bezpieczna pod względem mikrobiologicznym i zachowana jest zwiększona czujność stosownych służb sanitarnych i instytucji do spraw zdrowia publicznego. Powyższe wskazania i zalecenia WHO wykorzystano w przeprowadzonej analizie ryzyka zdrowotnego konsumentów wody z SZW Dąbrowa.

W analizie ryzyka wykorzystano metodę ilościowo-jakościową opartą na macierzy ryzyka, w której ryzyko jest funkcją prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń niebezpiecznych i ich skutków. Zgodnie z podstawą teorii ryzyka, ryzyko interpretowane jest jako iloczyn prawdopodobieństwa występowania zdarzenia niebezpiecznego oraz jego konsekwencji. Zatem w metodzie macrycowej, ryzyko wyznaczane jest według poniższej formuły:

$$r = W_1 \times W_2 \quad (3),$$

gdzie: W_1 – waga prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia niebezpiecznego;

W_2 – waga konsekwencji.

W analizie przyjęto graniczny próg stężeń azotanów 80 mg/dm^3 (tabela 5, zaokrągloną najwyższą wartość azotanów odnotowaną w analizowanym ujęciu). Graniczny próg stężenia azotanów na poziomie 80 mg/dm^3 stanowi identyfikator zagrożenia dla wody ujmowanej z zasobów wód głębinowych SZW Dąbrowa. Dane z monitoringu jakości wody w studni z okresu 2018-2023 poddano analizie statystycznej (tabela 5).

Tabela 5. Podstawowe statystyki dla stężenia azotanów w wodzie w ujęciu Dąbrowa Białogardzka za okres 2018-2023

Stężenie azotanów mg/dm^3					
Liczebność próby N	Min	Max	Średnia	Mediana	Odchylenie standardowe
11	43,7	78,1	57,2	50,1	12,09

Dla zdefiniowanej wartości granicznych stężeń azotanów na poziomie 80 mg/dm^3 w analizie matrycowej określono prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia niebezpiecznego wraz z przypisaniem wagi W_1 , jako:

♦ prawdopodobieństwo w przedziale $p \in (0; 0,136364)$, wystąpienia stężenia azotanów w ujmowanej wodzie przewyższającego wartość graniczną, co odpowiada wystąpieniu stężenia azotanów w wodzie powyżej 80 mg/dm^3 nie częściej niż raz w tygodniu, lub nie częściej niż 50 dni w ciągu roku

prawdopodobieństwo małe – waga 1

♦ prawdopodobieństwo w przedziale $p \in (0,136364; 0,727273)$, wystąpienia stężenia azotanów w ujmowanej wodzie przewyższającego wartość graniczną, co odpowiada wystąpieniu stężenia azotanów w wodzie powyżej 80 mg/dm^3 nie częściej niż 5 razy w tygodniu, lub nie częściej niż 250 dni w ciągu roku,

prawdopodobieństwo średnie – waga 2

♦ prawdopodobieństwo w przedziale $p \in (0,727273; 1)$, wystąpienia stężenia azotanów w ujmowanej wodzie przewyższającego wartość graniczną, co odpowiada wystąpieniu stężenia azotanów w wodzie powyżej 80 mg/dm^3 częściej niż 5 dni w tygodniu, lub częściej niż 250 dni w ciągu roku

prawdopodobieństwo duże – waga 3.

W oparciu o dokonany przegląd literatury oraz wskazane powyżej zalecenia WHO dla konsekwencji (skutków) zdarzeń niebezpiecznych tj. wystąpienia wysokich stężeń azotanów w ujmowanych wodach SZW Dąbrowa w okresie prowadzonych działań naprawczych przez Regionalne Wodociągi i Kanalizację Sp. z o.o. w Białogardzie opracowano 3-stopniową skalę charakteryzującą wagę negatywnych skutków W₂:

♦ stężenie azotanów w ujmowanej wodzie powyżej 50 mg/dm³, identyfikowane jako sytuacja, zdarzenie długotrwałe), jednak nie przekraczające wartości granicznej 80 mg/dm³, wymagane działania:

1. regularne badanie, raz na dwa tygodnie, stężenia azotanów w wodzie do chwili uzyskania w ujmowanych wodach stężenia poniżej 50 mg/dm³ utrzymującego się ponad 2 tygodnie;
2. zamieszczenie informacji na stronie internetowej Spółki o jakości wody i związanych z nią zagrożeń zdrowotnych, szczególnie dla noworodków i niemowląt poniżej 3 miesiąca życia;
3. zalecenia o stosowania w diecie dzieci do 3 roku życia produktów o niskiej zawartości azotanów szczególnie zawartych w warzywach i peklowanym mięsie;
4. zalecenia stosowania w diecie składników o właściwościach przeciwutleniających, takich jak kwas askorbinowy, zielona herbata, czy kakao.

konsekwencje małe - waga 1

♦ stężenie azotanów w ujmowanej wodzie powyżej wartości 80 mg/dm³, jednak nie przekraczające górnej wartości granicznej 90 mg/dm³, wymagane działania:

1. regularne badanie, raz na dwa tygodnie, stężenia azotanów w wodzie;
2. zamieszczenie na stronie internetowej wodociągów informacji o przekroczeniach wartości parametrycznych stężenia azotanów w wodzie w ujęciu Dąbrowa Białogardzka i związanych z tym zagrożeniach zdrowotnych, szczególnie dla noworodków i niemowląt poniżej 3 miesiąca życia;
3. zalecenie stosowania domowych filtrów do usuwania azotanów;

4. zalecenia do stosowania w diecie dzieci do 3 roku życia produktów o niskiej zawartości azotanów szczególnie zawartych w warzywach i peklowanym mięsie,
5. zalecenia stosowania w diecie składników o właściwościach przeciwutleniających takich jak kwas askorbinowy, zielona herbata, czy kakao, produkty z dużą zawartością witaminy C, E i A

konsekwencje średnie - waga 3

♦ stężenie azotanów w ujmowanej wodzie w zakresie powyżej górnej wartości granicznej 90 mg/dm³, wymagane działania:

1. codzienne badanie stężenia azotanów w wodzie wraz codzienną kontrolą parametrów mikrobiologicznych wody;
2. informacje o zakazie stosowania wody do przygotowywania pokarmów i mieszanek mlecznych dla dzieci poniżej 1 roku życia - przy stężeniu azotanów powyżej 100 mg/L alternatywne dostawy wody dla celów konsumpcyjnych do gospodarstw domowych z małymi dziećmi;
3. zamieszczenie na stronie internetowej wodociągów informacji o przekroczeniach wartości parametrycznych stężenia azotanów w wodzie w ujęciu Dąbrowa Białogardzka i wynikających z tego potencjalnych zagrożeń zdrowotnych związanych z methemoglobinemią, szczególnie dla noworodków i niemowląt poniżej 3 miesiąca życia;
4. zalecenie stosowania domowych filtrów do usuwania azotanów;
5. zalecenia o stosowania w codziennej diecie produktów o niskiej zawartości azotanów szczególnie zawartych w warzywach i peklowanym mięsie;
6. zalecenia stosowania w codziennej diecie składników o właściwościach przeciwutleniających, takich jak kwas askorbinowy, zielona herbata, czy kakao, produkty z dużą zawartością witaminy C, E i A;
7. w sytuacjach występowania stężenia azotanów w wodzie powyżej 105 mg/dm³ przez okres powyżej 10 dni, wstrzymanie dostaw wody dla celów konsumpcyjnych z ujęcia Dąbrowa Białogardzka; wyznaczenie i zapewnienie punktów alternatywnej dostawy wody dla celów spożywczych.

konsekwencje duże - waga 5.

Dla przyjętej trójstopniowej skali prawdopodobieństwa i konsekwencji w oparciu o formułę ryzyka (3) opracowano matrycę ryzyka i dokonano jego kategoryzacji w okresie prowadzonych przez Spółkę działań naprawczych (tabela 6)

Tabela 6. Matryca ryzyka dla SZW Dąbrowa

		Waga punktowa konsekwencji W_2		
		Małe - 1	Średnie 3	Duże - 5
Prawdopodobieństwo W_1	Małe 1	1	3	5
	Średnie – 2	2	6	10
	Duże - 3	3	9	15

Klasyfikacja ryzyka

1-2	(kolor zielony)	ryzyko akceptowalne
3-9	(kolor żółty)	ryzyko kontrolowane
10-15	(kolor czerwony)	ryzyko nieakceptowalne

Wymagane działania:

Ryzyko akceptowalne:

1. regularne badanie, raz na dwa tygodnie, stężenia azotanów w wodzie;
2. zamieszczenie na stronie internetowej wodociągów informacji o przekroczeniach wartości parametrycznych stężenia azotanów w wodzie w ujęciu Dąbrowa Białogardzka i związanych z tym zagrożeniach zdrowotnych, szczególnie potencjalnego narażenia noworodków i niemowląt poniżej 3 miesiąca życia na methemoglobinemię;
3. zalecenie stosowania lokalnych filtrów do usuwania azotanów;
4. zalecenia o stosowania w diecie dzieci do 3 roku życia produktów o niskiej zawartości azotanów szczególnie zawartych w warzywach i peklowanym mięsie,
5. zalecenia stosowania w diecie składników o właściwościach przeciwutleniających takich jak kwas askorbinowy, zielona herbata, czy kakao, produkty z dużą zawartością witaminy C, E i A;

Ryzyko kontrolowane:

1. regularne badanie, raz na dwa tygodnie, stężenia azotanów w wodzie;
2. zamieszczenie na stronie internetowej wodociągów informacji o przekroczeniach wartości parametrycznych stężenia azotanów w wodzie w ujęciu Dąbrowa Białogardzka i związanych z tym zagrożeniach zdrowotnych, szczególnie potencjalnego narażenia noworodków i niemowląt poniżej 3 miesiąca życia na methemoglobinemię;
3. zalecenie stosowania lokalnych filtrów do usuwania azotanów
4. zalecenia o stosowania w diecie dzieci do 3 roku życia produktów o niskiej zawartości azotanów, szczególnie zawartych w warzywach i peklowanym mięsie,
5. zalecenia stosowania w diecie składników o właściwościach przeciwutleniających takich jak kwas askorbinowy, zielona herbata, czy kakao, produkty z dużą zawartością witaminy C, E i A,
6. w sytuacji wystąpienia stężenia azotanów powyżej 100 mg/l informacja o zakazie wykorzystywania wody do celów konsumpcyjnych dla dzieci poniżej 1 roku.

Ryzyko nieakceptowalne:

1. codzienne badanie stężenia azotanów w wodzie wraz kontrolą 2 razy w tygodniu (np. poniedziałek piątek) parametrów mikrobiologicznych wody (zgodnie z załącznikiem 1A tabela 1 i 1C tabela 2-Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz. U. 2017, poz.2294) ;
2. kontrola występowania chorób jelitowo-żołądkowych, szczególnie biegunek u dzieci poniżej 3 roku życia;
3. informacje o zakazie stosowania wody do przygotowywania pokarmów i mieszanek mlecznych dla dzieci poniżej 1 roku życia - alternatywne dostawy wody dla celów konsumpcyjnych do gospodarstw domowych z małymi dziećmi;
4. w sytuacjach występowania stężenia azotanów w wodzie powyżej 105 mg/dm³ przez okres powyżej 10 dni, wstrzymanie dostaw wody dla celów konsumpcyjnych z ujęcia Kalinowice; wyznaczenie i zapewnienie punktów alternatywnej dostawy wody dla celów spożywczych.

Analiza jakości wody w ujęciu Dąbrowa Białogardzka w 2023 r., przeprowadzona na podstawie danych archiwalnych przekazanych przez Regionalne Wodociągi i Kanalizację Sp. z o.o. w Białogardzie, wykazała, iż prawdopodobieństwo występowania wody o stężenie azotanów powyżej wartości granicznej wynosi $p=0,08484$, któremu przypisano wagę – $W_1=1$.

Uwzględniając, podjęte przez Spółkę działania oraz określone w kategoryzacji konsekwencji procedury, przypisano istniejącym skutkom wagę - $W_2=3$.

Oszacowane ryzyko wynosi:

$$r = 1 \cdot 3 = 3 - \text{ryzyko kontrolowane}$$

7. Wnioski i rekomendacje

1. Stan jakości zasobów wód podziemnych, stanowiących źródło wody dla SZW Dąbrowa Białogardzka charakteryzuje się podwyższonym stężeniem azotanów (V) co wymaga podjęcia działań naprawczych takich jak:
 - ograniczenie stężenia azotanów (V) w zasobach wodnych poprzez właściwe zarządzanie dobrymi praktykami w rolnictwie opartymi na minimalizacji stosowania nawozów azotanowych i obornika. Efektów takich działań można się spodziewać w długim okresie ich realizacji, co najmniej 10 lat, poza tym wprowadzenie takich praktyk w strefie bezpośredniego oddziaływania na jakość ujmowanych wód w Dąbrowie Białogardzkiej pozostaje poza kompetencjami spółki Regionalnych Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o z siedzibą w Białogardzie.
 - modernizacja układu zasilania SZW Dąbrowa Białogardzka poprzez wprowadzenia układu technologicznego redukującego zawartość azotanów (V) w uzdatnionej wodzie.
2. Aktualnie woda w ujęciu w Dąbrowie Białogardzkiej, pomimo przekroczenia wartości parametrycznych, nie stanowi potencjalnego zagrożenia zdrowotnego dla osób dorosłych – **wyliczonym granicznym bezpiecznym stężeniem azotanów w wodzie do picia dla osób dorosłych jest poziom 105 mg/l**, dla przyjętych wartości ADI 3 mg / kg masy ciała / dzień oraz wagi osoby dorosłej 70 kg.

3. Uwzględniając wytyczne i zalecenia WHO, która dopuszcza przejściowe dostarczanie wody o stężeniu azotanów na poziomie 100 mg/l, woda w SZW Dąbrowa Białogardzka dla której przyjęto górną wartość graniczną stężenia azotanów jako 90 mg/dm³, może być wykorzystywana do przygotowywania pokarmów dla noworodków i niemowląt poniżej 3 miesiąca życia, niemniej jednak należy prowadzić wśród kobiet w ciąży oraz matek dzieci do 3 lat kampanie informacyjne na temat potencjalnych zagrożeń narażenia na methemoglobinemię oraz zleceń stosowania w diecie produktów z niską zawartością azotanów i wysoką zawartością antyutleniaczy.
4. **W sytuacji wystąpienia stężeń azotanów w wodzie powyżej 100 mg/dm³** (wynik powtórzony, w ciągu dwóch dni) **wprowadzenie zakazu wykorzystywania wody do celów konsumpcyjnych dzieci.** Natomiast w sytuacji wystąpienia w wodzie zanieczyszczenia na poziomie wyliczonego **granicznego bezpiecznego stężenia azotanów (V) w wodzie do picia dla osób dorosłych powyżej 105 mg/l** przez okres 10 dób - **wprowadzenie zakazu wykorzystywania wody do celów konsumpcyjnych.**