

RAPORT Z MONITORINGU
WÓD PODZIEMNYCH I POWIERZCHNIOWYCH
NA TERENIE OSIEDLA ŁĘGNOWO WIEŚ
W BYDGOSZCZY W 2025 ROKU

miejsowość: Bydgoszcz
gmina: Bydgoszcz
powiat: Bydgoszcz
województwo: kujawsko-pomorskie

Zamawiający: **Miasto Bydgoszcz**
ul. Jezuicka 1
85-102 Bydgoszcz

Wykonawca: **DEKONTA Polska Sp. z o.o.**
ul. Ściegiennego 252
25-116 Kielce

Opracował zespół:


.....
mgr inż. Karol Czapla
(upr. geol. nr III-0598, V-1818)


.....
mgr Jakub Romanek

Kielce, listopad 2025 r.

Spis treści

1. Wstęp	3
1.1. Podstawy formalno-prawne	3
1.2. Spis literatury i wykorzystanych materiałów archiwalnych	4
2. Charakterystyka terenu przeprowadzonych badań.....	5
2.1. Lokalizacja i zagospodarowanie terenu	5
2.2. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne	5
3. Opis przeprowadzonych prac i wykonanych badań	6
3.1. Prace i badania terenowe	6
3.2. Badania laboratoryjne	8
3.3. Prace kameralne.....	9
4. Zestawienie i analiza wyników badań laboratoryjnych	9
5. Podsumowanie całego okresu badań.....	20
6. Podsumowanie i wnioski	25

Spis załączników

Załącznik 1	<i>Mapa topograficzna, skala 1:50 000</i>
Załącznik 2	<i>Mapa dokumentacyjna, skala 1:7 500</i>
Załącznik 3	<i>Mapa jakości wód podziemnych i powierzchniowych, skala 1:7 500</i>
Załącznik 4	<i>Sprawozdanie z badań - raport z badań laboratoryjnych prób wód podziemnych i powierzchniowych</i>
Załącznik 5.1	<i>Certyfikat akredytacji laboratorium badawczego i2 Analytical Ltd.</i>
Załącznik 5.2	<i>Certyfikat akredytacji laboratorium badawczego SGS Polska Sp. z o.o.</i>
Załącznik 5.3	<i>Zakres akredytacji laboratorium badawczego SGS Institut Fresenius GmbH</i>

1. Wstęp

Niniejszy *Raport z monitoringu wód podziemnych i powierzchniowych na terenie osiedla Łęgnowo Wieś w Bydgoszczy w 2025 roku* opracowany został przez firmę DEKONTA Polska Sp. z o.o. na zamówienie Miasta Bydgoszcz, ul. Jezuitska 1, 85-102 Bydgoszcz, na podstawie Umowy nr WOS/12/2025 z dnia 14 lipca 2025 roku, dotyczącej *wykonania badań analitycznych wód podziemnych i powierzchniowych na terenie osiedla Łęgnowo Wieś w Bydgoszczy wraz z opracowaniem raportu z prac monitoringowych*.

Celem przeprowadzonego monitoringu jest bieżąca obserwacja odnotowywanego od wielu lat napływu zanieczyszczeń wód podziemnych migrujących z obszaru dawnego *Zachemu* i ich migracji w kierunku osiedla Łęgnowo Wieś, w kontekście oceny oddziaływania na mieszkańców osiedla jak i pogorszenia stanu jakości środowiska gruntowo-wodnego.

W przypadku monitoringu osiedla Łęgnowo Wieś celem jest stała obserwacja jakości środowiska gruntowo-wodnego w związku ze stwierdzonym wysokim ryzykiem zagrożenia zdrowotnego mieszkańców miasta i środowiskowego na terenach miejskich, a wyniki tego monitoringu są brane pod uwagę przy wyznaczaniu dalszych kierunków badań migracji zanieczyszczeń, oceny postępu prac remediacyjnych lub oceny presji antropogenicznej na jakość jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych.

Zadanie polegało na przeprowadzeniu badań analitycznych wód podziemnych oraz powierzchniowych na terenie osiedla Łęgnowo Wieś w Bydgoszczy. Badania zostały przeprowadzone na podstawie i w zakresie określonym Umową nr WOS/12/2025 z dnia 14 lipca 2025 roku oraz zgodnie z wymaganiami prawnymi określonymi w Ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 roku *Prawo ochrony środowiska* (Dz. U. z 2025 r., poz. 647, ze zm.), Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 roku w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. z 2019 r., poz. 2148) i Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 13 lipca 2021 roku w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. z 2021 r., poz. 1576).

Miejsca poboru prób środowiskowych zostały wskazane przez Zamawiającego na podstawie *Wytycznych metodycznych dla przeprowadzenia monitoringu środowiska gruntowo-wodnego w Bydgoszczy na terenie osiedla Łęgnowo-Wieś dla Miasta Bydgoszcz - w ramach działań pilotażowych projektu GreenerSites CE394 polegającego na badaniu wpływu zanieczyszczeń gruntu i wód gruntowych dawnych Zakładów Chemicznych „ZACHEM”, na tereny sąsiadujące oraz wyników badań, które przeprowadzone zostały w latach 2018-2024.*

1.1. Podstawy formalno-prawne

Podstawę prawną niniejszego raportu z monitoringu wód stanowią następujące akty prawne:

- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 roku *Prawo ochrony środowiska* (Dz. U. z 2025 r., poz. 647, ze zm.),
- Ustawa z dnia 18 lipca 2001 roku *Prawo wodne* (t.j. Dz. U. z 2025 r., poz. 960),
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 roku w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. z 2019 r., poz. 2148),

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 13 lipca 2021 roku w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. z 2021 r., poz. 1576),
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2017 r., poz. 2294),
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 roku w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych (Dz. U. z 2019 r., poz. 1311),
- Umowa nr WOS/12/2025 z dnia 14 lipca 2025 roku, dotycząca wykonania badań analitycznych wód podziemnych i powierzchniowych na terenie osiedla Łęgnowo Wieś w Bydgoszczy wraz z opracowaniem raportu z prac monitoringowych.

1.2. Spis literatury i wykorzystanych materiałów archiwalnych

Merytoryczną podstawę niniejszego raportu z monitoringu wód stanowią następujące opracowania:

1. *Regionalna geografia fizyczna Polski*. A. Richling i in., PAN, Poznań, 2021 r.
2. *Atlas hydrogeologiczny Polski 1:500 000*. B. Paczyński (red.), 1995 r.
3. *Hydrogeologia ogólna*. Z. Pazdro, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 1977 r.
4. *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000*, arkusz Bydgoszcz Wschód (319). M. Kozłowska, I. Kozłowski, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 1992 r.
5. *Mapa geośrodowiskowa Polski (II) w skali 1:50 000*, arkusz Bydgoszcz Wschód (319) - plansza A. K. Seifert, Państwowy Instytut Geologiczny- Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, 2016 r.
6. *Mapa geośrodowiskowa Polski (II) w skali 1:50 000*, arkusz Bydgoszcz Wschód (319) - plansza B. E. Gawlikowska, P. Różański, Państwowy Instytut Geologiczny- Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, 2016 r.
7. *Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000*, arkusz Bydgoszcz Wschód (319). J. Gurwin, P. Janczarski P., Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 2000 r.
8. *Wytyczne metodyczne dla przeprowadzenia monitoringu środowiska gruntowo-wodnego w Bydgoszczy na terenie osiedla Łęgnowo-Wieś dla Miasta Bydgoszczy - w ramach działań pilotażowych projektu GreenerSites CE394 polegającego na badaniu wpływu zanieczyszczeń gruntu i wód gruntowych dawnych Zakładów Chemicznych „ZACHEM”, na tereny sąsiadujące*. J. Kudłacik, A. Otrębski, M. Urbaniak, J. Michalak, Arcadis Sp. z o.o., Warszawa, 2019 r.
9. *Raport z prac monitoringowych z przeprowadzonych badań analitycznych wód podziemnych i powierzchniowych na terenie osiedla Łęgnowo-Wieś w Bydgoszczy*. E. Soból, E. Iwanicka, K. Kuna, REMEA Sp. z o.o., Warszawa, 2021 r.

10. *Raport z monitoringu wód podziemnych i powierzchniowych na terenie osiedla Łęgnowo Wieś w Bydgoszczy*. M. Tatera, J. Jońca, PROTE Technologie dla Środowiska Sp. z o.o., Poznań, 2022 r.
11. *Raport z monitoringu wód podziemnych i powierzchniowych na terenie osiedla Łęgnowo-Wieś w Bydgoszczy*. K. Czapla, J. Romanek, D. Sierawski, DEKONTA Polska Sp. z o.o., Kielce, 2023 r.
12. *Raport z monitoringu wód podziemnych i powierzchniowych na terenie osiedla Łęgnowo Wieś w Bydgoszczy w 2024 r.* M. Tatera, J. Jońca, PROTE Technologie dla Środowiska Sp. z o.o., Poznań, 2024 r.

2. Charakterystyka terenu przeprowadzonych badań

2.1. Lokalizacja i zagospodarowanie terenu

Teren przeprowadzonych prac monitoringowych położony jest w południowo-wschodniej części miasta Bydgoszcz, w odległości ok. 5 km od jego centrum, w województwie kujawsko-pomorskim. Osiedle Łęgnowo Wieś stanowiło niegdyś dawną wieś, a od 1977 roku zostało włączone administracyjnie do miasta Bydgoszcz. Dominuje tu zabudowa domów wolnostojących. Okoliczne tereny stanowią łąki i pola, użytkowane rolniczo. Oprócz zabudowań mieszkalnych i terenów użytkowanych rolniczo znajduje się tu m.in. oczyszczalnia ścieków *Kapuściska* spółki Chemwik Sp. z o.o., a także dawne zbiorniki ujęcia wody wiślanej.

Teren przeprowadzonych badań znajduje się w okolicy ujść rzek Wisły oraz Brdy. Są to tereny rozlewiskowe, chronione wałami przeciwpowodziowymi przed wylewami Wisły, porośnięte lokalnie lasem łęgowym lub łąkami łęgowymi. Pod względem geomorfologicznym dominują tu formy pochodzenia aluwialnego. W brzeżnej części obszaru terasy rzeczne erozyjno-akumulacyjne przechodzą w terasy erozyjno-akumulacyjne pochodzenia wodnolodowcowego, które wraz z terasami rzeczными silnie przekształciły się eolicznie (obszar dawnego *Zachemu*). Dolinę rzeczną od równiny terasowej pochodzenia wodnolodowcowego odgranicza wysoka krawędź morfologiczna o wysokości od kilkunastu do ponad 20 metrów. W południowej części osiedla stwierdzono występowanie równiny torfowej, a pozostała część osiedla zlokalizowana jest w obrębie rozległej doliny rzecznej.

Lokalizację terenu przeprowadzonych badań przedstawiono na mapie topograficznej (zał. 1), mapie dokumentacyjnej (zał. 2) i mapie jakości wód (zał. 3), stanowiących załączniki do niniejszego opracowania.

2.2. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne

Pod względem geologicznym w obrębie terenu przeprowadzonych badań najstarszymi rozpoznanymi utworami są utwory kredowe reprezentowane przez piaski i iłowce hoterywu. Strop tych utworów znajduje się na głębokości ok. 79,0 m p.p.t. W przeważającej części osady kredy reprezentują fację limniczną, brakiczno-morską i morską. Na nich bezpośrednio zalegają morskie utwory dolnego oligocenu: mułki ilaste, mułowce, iły i iłowce z glaukonitem, tworzące tzw. *warstwy mosińskie i czempińskie* - nierozdzielone. Powyżej oligocenu występują 20-30 metrowej miąższości miocenijskie piaski kwarcowe oraz iły i mułki z przewarstwieniami węgla brunatnego, tzw. *warstwy adamowskie*. Strop tych osadów stanowi w rozpatrywanym

obszarze bezpośrednio podłoże dla utworów czwartorzędowych i układa się zróżnicowanie od ok. 30 do -10 m n.p.m.

Mięższość utworów czwartorzędowych w obrębie terenu przeprowadzonych badań wynosi ok. 20-50 m. Najstarszymi utworami czwartorzędowymi są osady zlodowacenia środkowopolskiego reprezentowanego przez dwa poziomy glin morenowych, rozdzielonych utworami fluwiogłacialnymi i zastoiskowymi. Powyżej zalegają prawie wyłącznie utwory fluwalne związane z akumulacją rzeczną, stanowiące osady terasów rzecznych. Utwory te kontaktują się bezpośrednio z osadami fluwiogłacialnymi terasów pradolinnych. Bezpośrednio pod powierzchnią terenu dominują mułki i łyły z domieszką piasków, tzw. mady holoceniowe, a w strefie przykrawędziowej osady eoliczne.

Główny poziom wodonośny stanowi połączony piaszczysto-żwirowy kompleks aluwialnych osadów czwartorzędowych i piasków mioceńskich. Obszar charakteryzuje się swobodnym lub swobodno-naporowym zwierciadłem wody, które występuje na głębokości do 5,0 m, a mięższość warstwy wodonośnej waha się od 20 do 40 m. W zależności od zróżnicowania podłoża czwartorzędowego oraz obecności utworów gliniasto-ilastych poziom zwierciadła wody układa się najczęściej na głębokości 1-2 m p.p.t. oraz miejscami poniżej 1 m p.p.t. Głębiej zwierciadło wody zalega w rejonie południowo-zachodnim, wynosząc od ok. 5 do ok. 11 m p.p.t. i w tym kierunku wzrasta. Na badanym obszarze woda gruntowa przepływa w kierunku północno-wschodnim, zgodnie z drenażem rzek Wisły i Brdy.

Zasilanie poziomu wodonośnego odbywa się na drodze infiltracji bezpośredniej i dopływu lateralnego z rejonu południowo-zachodniego (od strony dawnego *Zachemu*). Ze względu na występujący brak izolacji poziomu wodonośnego i silne zagrożenie przez zanieczyszczone wody powierzchniowe Wisły oraz dopływy zanieczyszczonych wód z terenów byłych zakładów chemicznych, rejon ten charakteryzuje wysoki stopień zagrożenia antropopresją. Stopień podatności i tym samym wrażliwość na zanieczyszczenie pierwszego poziomu wodonośnego określono jako wysoki i bardzo wysoki.

3. Opis przeprowadzonych prac i wykonanych badań

Na zamówienie Miasta Bydgoszcz, firma DEKONTA Polska Sp. z o.o. przeprowadziła badania analityczne wód podziemnych i powierzchniowych na terenie osiedla Łęgnowo Wieś w Bydgoszczy. Prace związane z poborem próbek przeprowadzone zostały w dniach 14-16 października 2025 roku.

3.1. Prace i badania terenowe

Na potrzeby realizacji zadania polegającego na wykonaniu badań analitycznych wód podziemnych oraz powierzchniowych na terenie osiedla Łęgnowo Wieś w Bydgoszczy dokonano akredytowanego poboru próbek wód podziemnych i powierzchniowych z 33 punktów wytypowanych i ustalonych przez Zamawiającego, w tym z:

- 12 otworów piezometrycznych: PUM-01, PUM-02, PUM-04, PUM-05, PUM-08, PUM-09, PUM-10, PUM-11, PUM-12, PUM-13, PUM-14, PUM-15,
- 8 otworów piezometrycznych: 23/900, 29/900, 31/900, 17/900, MB1a, MB1b, MB2, MB2a,
- 7 studni gospodarczych: K1r, K4, K10, K19, K32, K22, K42,

- 5 punktów wcześniej monitorowanych wód powierzchniowych: W1, W2, W3, W4 i K30r,
- 1 punktu wód powierzchniowych: osadnik.

Zestawienie oraz podstawowe dane punktów poboru prób wody przedstawiono w tabeli nr 1. Lokalizację miejsc poboru prób przedstawiono na mapie dokumentacyjnej, stanowiącej załącznik nr 2 do niniejszego raportu.

Tab. 1. Wykaz punktów monitoringowych

Lp.	Oznaczenie punktu poboru	Rodzaj punktu poboru	Układ współrzędnych PL-2000		Głębokość zw. wody [m p.p.t.]
			Y	X	
1	PUM-01	piezometr	6507881,98	5884313,05	2,44
2	PUM-02	piezometr	6507909,67	5884268,90	0,90
3	PUM-04	piezometr	6508001,88	5884178,65	1,45
4	PUM-05	piezometr	6508027,37	5884132,40	0,97
5	PUM-08	piezometr	6508116,97	5883994,67	1,39
6	PUM-09	piezometr	6508064,09	5883920,95	10,76
7	PUM-10	piezometr	6508116,18	5883847,16	8,34
8	PUM-11	piezometr	6508147,45	5883783,97	5,80
9	PUM-12	piezometr	6508217,51	5883747,90	3,20
10	PUM-13	piezometr	6508236,46	5883680,84	5,20
11	PUM-14	piezometr	6508117,47	5884217,75	0,15
12	PUM-15	piezometr	6508442,12	5883741,55	0,03
13	23/900	piezometr	6508534,70	5883494,59	0,35
14	29/900	piezometr	6508382,64	5883558,71	2,38
15	31/900	piezometr	6508081,08	5884612,40	1,52
16	17/900	piezometr	6507865,82	5884565,92	0,05
17	MB1a	piezometr	6507855,65	5884128,90	9,39
18	MB1b	piezometr	6507850,46	5884124,09	9,89
19	MB2	piezometr	6508555,73	5883863,66	0,12
20	MB2a	piezometr	6508558,57	5883866,91	0,01
21	K1r	st. gospodarcza	6508151,69	5886050,00	-
22	K4	st. gospodarcza	6508296,14	5885634,35	-
23	K10	st. gospodarcza	6508354,27	5885300,21	-
24	K19	st. gospodarcza	6507821,02	5884846,12	-
25	K32	st. gospodarcza	6508846,44	5883934,31	-
26	K33	st. gospodarcza	6508461,91	5883537,09	1,63
27	K42	st. gospodarcza	6508974,28	5883896,33	-
28	W1	w. powierzchniowa	6508816,69	5883818,49	nd
29	W2	w. powierzchniowa	6508661,45	5884002,81	nd
30	W3	w. powierzchniowa	6508428,17	5884530,53	nd
31	W4	w. powierzchniowa	6508655,79	5884250,74	nd
32	K30r	w. powierzchniowa	6508471,47	5884377,96	nd
33	Osadnik	w. powierzchniowa	6508166,9	5884593,9	nd
			6508230,4	5884569,0	

Pobór prób wykonywany był zgodnie z aktualnymi wytycznymi i normami. Opróbowanie w miejscach gdzie nie jest prowadzona ciągła eksploatacja wód, zostało poprzedzone wykonaniem pompowania oczyszczającego, które pozwoliło na wymianę co najmniej dwukrotnej objętości słupa wody stagnującej w otworze. W przypadku studni

gospodarczych z ciągłą eksploatacją oraz instalacją poboru wody, próba wody pochodziła bezpośrednio z istniejącej instalacji. Główną zasadą podczas poboru prób była zasada reprezentatywności składu chemicznego w miejscu poboru.

Przed poborem prób wód podziemnych w otworach piezometrycznych dokonano pomiaru położenia zwierciadła wody za pomocą sondy hydrogeologicznej. Bezpośrednio podczas poboru prób wód podziemnych i powierzchniowych wykonane zostały terenowe pomiary wybranych parametrów fizykochemicznych (temperatura, odczyn pH, przewodność elektrolityczna właściwa, potencjał redox, tlen rozpuszczony).

Zgodnie z art. 147a Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 roku *Prawo ochrony środowiska* (Dz. U. z 2025 r., poz. 647, ze zm.), pobór prób wody wykonany został przez akredytowane laboratorium. Próby wód podziemnych i powierzchniowych zostały pobrane przez osobę posiadającą odpowiednie w tym zakresie uprawnienia (próbobiorca laboratorium badawczego i2 Analytical Ltd. Sp. z o.o.) oraz przekazane do akredytowanego laboratorium badawczego i2 Analytical Ltd. Sp. z o.o. Pobór prób wód podziemnych i powierzchniowych wykonany został metodami akredytowanymi. W ramach laboratorium i2 Analytical Ltd. Sp. z o.o. wykonywane były analizy podzlecane innym laboratorium badawczym: SGS Polska Sp. z o.o. i SGS Institut Fresenius GmbH.

Dokumenty potwierdzające akredytację laboratorium i2 Analytical Ltd. Sp. z o.o. (certyfikat akredytacji nr 4041), laboratorium SGS Polska Sp. z o.o. (certyfikat akredytacji nr AB 313) oraz laboratorium SGS Institut Fresenius GmbH (zakres akredytacji D-PL-14115-02-03) stanowią załączniki odpowiednio nr 5.1-5.3 do niniejszego opracowania. Sprawozdania z badań - raporty z badań laboratoryjnych pobranych prób wód podziemnych i powierzchniowych stanowią załącznik nr 4 do niniejszego opracowania.

3.2. Badania laboratoryjne

Na potrzeby realizacji zadania polegającego na wykonaniu badań analitycznych wód podziemnych oraz powierzchniowych na terenie osiedla Łęgnowo Wieś w Bydgoszczy dla wszystkich pobranych 33 próbek wód podziemnych i powierzchniowych przeprowadzono badania laboratoryjne w zakresie:

- substancje nieorganiczne: Ca, Mg, Na, K, Cl, SO₄, HCO₃, PO₄, NO₃, NO₂, NH₄, As, Al, B, Ba, Cr, Co, Cu, Fe, Li, Mn, Ni, Sb, Sr,
- substancje organiczne: ogólny węgiel organiczny (TOC), fenol, anilina, składniki BTEX (benzen, toluen, etylobenzen, ksylen), difenylosulfon, chloroanilina, hydroksybifenyle, nitrobenzen, oktylofenole, toluidyna, suma WWA, suma AOX, PCE i TCE.

Zgodnie z art. 147a Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 roku *Prawo ochrony środowiska* (Dz. U. z 2025 r., poz. 647, ze zm.), pobór oraz badania prób wód podziemnych i powierzchniowych wykonane zostały przez akredytowane laboratorium. Próby wód zostały pobrane przez osobę posiadającą odpowiednie w tym zakresie uprawnienia (próbobiorca laboratorium badawczego i2 Analytical Ltd. Sp. z o.o.) oraz przekazane do akredytowanego laboratorium badawczego i2 Analytical Ltd. Sp. z o.o. Pobór i analizy laboratoryjne prób wód podziemnych i powierzchniowych wykonane zostały zgodnie z metodami referencyjnymi, a w przypadku ich braku metodami opartymi na procedurach badawczych funkcjonujących w ramach polityki zarządzania jakością danego laboratorium badawczego.

Dokumenty potwierdzające akredytację laboratorium i2 Analytical Ltd. Sp. z o.o. (certyfikat akredytacji nr 4041), laboratorium SGS Polska Sp. z o.o. (certyfikat akredytacji nr

AB 313) oraz laboratorium SGS Institut Fresenius GmbH (zakres akredytacji D-PL-14115-02-03) stanowią załączniki odpowiednio nr 5.1-5.3 do niniejszego opracowania. Sprawozdania z badań - raporty z badań laboratoryjnych pobranych prób wód podziemnych i powierzchniowych stanowią załącznik nr 4 do niniejszego opracowania.

3.3. Prace kameralne

Wyniki przedstawionego powyżej zakresu prac terenowych i badań laboratoryjnych wraz z ich interpretacją przedstawiono w niniejszym opracowaniu pn. *Raport z monitoringu wód podziemnych i powierzchniowych na terenie osiedla Łęnowo Wieś w Bydgoszczy w 2025 roku*.

4. Zestawienie i analiza wyników badań laboratoryjnych

Na zamówienie Miasta Bydgoszcz, firma DEKONTA Polska Sp. z o.o. przeprowadziła prace monitoringowe wód podziemnych i powierzchniowych na terenie osiedla Łęnowo-Wieś w Bydgoszczy. Prace przeprowadzone zostały zgodnie z wymaganiami Zamawiającego oraz z uwzględnieniem *Wytocznych metodycznych dla przeprowadzenia monitoringu środowiska gruntowo-wodnego w Bydgoszczy na terenie osiedla Łęnowo-Wieś dla Miasta Bydgoszcz – w ramach działań pilotażowych projektu GreenerSites CE394 polegającego na badaniu wpływu zanieczyszczeń gruntu i wód gruntowych dawnych Zakładów Chemicznych „ZACHEM”, na tereny sąsiadujące* (Arcadis Sp. z o.o., 2019 r.).

Prace monitoringowe polegające na przeprowadzeniu pomiarów terenowych i poborów próbek wód podziemnych i powierzchniowych prowadzono w dniach 14-16 października 2025 roku. W pierwszym etapie przeprowadzono weryfikację możliwości poboru próbek w miejscach wyznaczonych przez Zamawiającego, głównie ze względu na dostęp do studni gospodarczych na posesjach prywatnych.

Wobec braku dostępu do studni K11, wyznaczono zamienną studnię zlokalizowaną w sąsiedztwie - po drugiej stronie ulicy pod adresem Toruńska 350, oznaczoną jako K10. Żadnych innych odstępstw od założeń programu monitoringu nie stwierdzono – pozostałe punkty pomiarowe i miejsca poboru próbek zrealizowano zgodnie z wymogami Zamawiającego.

W Polsce nie opracowano ustawodawstwa dotyczącego jakości wód podziemnych, które odpowiadałoby Rozporządzeniu w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi. Dlatego dla celów oceny stanu chemicznego wód podziemnych i powierzchniowych wykorzystywane są takie dokumenty jak: *Prawo wodne, Prawo ochrony środowiska, Ustawa o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie, Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych, Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i jednolitych części wód podziemnych, Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi oraz Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych*.

Ww. regulacje prawne są oparte na ocenie ryzyka z uwzględnieniem kryteriów takich jak możliwość szkodliwego wpływu na organizmy wodne, możliwość wykorzystywania wód podziemnych do celów zaopatrzenia ludzi w wodę oraz kontakt hydrauliczny analizowanej warstwy wodonośnej z innymi wodami podziemnymi lub powierzchniowymi.

Klasy wód podziemnych w Polsce zostały określone w rozporządzeniu Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej dnia 11 października 2019 roku w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. z 2019 r., poz. 2148). Klasyfikacja elementów fizykochemicznych stanu wód podziemnych obejmuje pięć klas jakości wód podziemnych (tab. 2).

Tab. 2. Klasy jakości wód podziemnych

Dobry stan chemiczny	○	I klasa	Wody bardzo dobrej jakości, w których wartości elementów fizykochemicznych: a) są kształtowane wyłącznie w efekcie naturalnych procesów zachodzących w wodach podziemnych i mieszczą się w zakresie tła hydrogeochemicznego, b) nie wskazują na wpływ działalności człowieka
	●	II klasa	Wody dobrej jakości, w których: a) wartości niektórych elementów fizykochemicznych są podwyższone w wyniku naturalnych procesów zachodzących w wodach podziemnych, b) wartości elementów fizykochemicznych nie wskazują na wpływ działalności człowieka albo wpływ ten jest bardzo słaby
	●	III klasa	Wody zadowalającej jakości, w których wartości elementów fizykochemicznych są podwyższone w wyniku: a) naturalnych procesów zachodzących w wodach podziemnych lub b) słabego wpływu działalności człowieka
Słaby stan chemiczny	●	IV klasa	Wody niezadowalającej jakości, w których wartości elementów fizykochemicznych: a) są podwyższone w wyniku naturalnych procesów zachodzących w wodach podziemnych, b) wskazują na wyraźny wpływ działalności człowieka
	✗	V klasa	Wody złej jakości, w których wartości elementów fizykochemicznych wskazują na znaczący wpływ działalności człowieka

Źródło: Raport z monitoringu wód podziemnych i powierzchniowych na terenie osiedla Łęgnowo Wieś w Bydgoszczy w 2024 r. (PROTE Technologie dla Środowiska Sp. z o.o., 2024 r.)

Zgodnie z ww. Rozporządzeniem oraz w odniesieniu do Ramowej Dyrektywy Wodnej 2000/60/EC, klasy I-III oznaczają dobry stan chemiczny, natomiast klasy IV-V słaby stan chemiczny.

Na potrzeby niniejszego opracowania, w ramach badań monitoringowych na terenie osiedla Łęgnowo Wieś w Bydgoszczy, do analiz laboratoryjnych pobrano łącznie 33 próby wód podziemnych i powierzchniowych. Poniżej zestawiono tabelarycznie otrzymane wyniki analiz laboratoryjnych w zakresie oznaczanych parametrów w pobranych próbach wód (tab. 3, tab. 4).

Normy krajowe

W tabelach nr 3 i 4 zestawiono wyniki analiz laboratoryjnych prób wody podziemnej pobranych z otworów piezometrycznych, studni gospodarczych oraz prób wody powierzchniowej pobranych z punktów monitoringowych wraz z odniesieniem do Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 roku w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. z 2019 r., poz. 2148).

Nazwa próbki	Jednostka	PUM-01	PUM-02	PUM-04	PUM-05	PUM-08	PUM-09	PUM-10	PUM-11	PUM-12	PUM-13	PUM-14	PUM-15	23/900	29/900	31/900	17/900	Wartości graniczne w klasach jakości					
																			I	II	III	IV	V
		14.10.2025	14.10.2025	14.10.2025	14.10.2025	14.10.2025	14.10.2025	14.10.2025	14.10.2025	14.10.2025	14.10.2025	14.10.2025	14.10.2025	15.10.2025	14.10.2025	14.10.2025	15.10.2025	14.10.2025					
Data poboru próbki																							
Elementy ogólne																							
Temperatura	°C	10,1	10,8	10,5	10,3	10,5	10,7	10,2	10,7	10,7	10,5	10,2	9,1	11,8	13,3	11	11,2	10	12	16	25	>25	
Odczyn pH	pH	6,9	6,8	7,2	7,6	7,7	7,8	7,9	8,2	8,2	8,4	7,5	9,1	8,8	8,8	7,5	7,4	6,5 – 9,5			6,5 lub >9,5		
Przewodność elektrolityczna właściwa	µS/cm	1700	910	14000	1200	1100	1400	1100	940	830	1500	700	1700	690	1500	1500	690	700	2500	2500	3000	>3000	
Potencjał redox	mV	5,2	130,2	78,2	39,3	-152,5	-28,9	21,2	-22,5	4	-12,9	-8,2	-90	118,1	97	-88,7	-30,6	nie ujęte w rozporządzeniu					
Tlen rozpuszczony	mg/l	5,3	4,4	2,2	2,2	2,3	2,2	2,2	2,8	1,8	2,4	2,6	3,1	3,3	1	4,8	2,6	>1	0,5-1	0,5	0,5	0,5	
Elementy nieorganiczne																							
Wapń (Ca)	mg/l	300	190	250	200	79	180	98	58	50	58	79	12	11	17	250	100	50	100	200	300	>300	
Magnez (Mg)	mg/l	41	13	22	15	8,9	16	16	8	6,2	6,8	8,5	0,92	6,7	5,9	23	12	30	50	100	150	>150	
Sód (Na)	mg/l	89	45	94	150	210	170	200	190	330	330	130	450	150	360	100	17	60	200	200	300	>300	
Potas (K)	mg/l	6,4	2,5	2,5	3,4	1,6	5,5	2	2,2	1,2	1,2	0,96	1,1	3,3	1,6	6,4	7,4	10	10	15	20	>20	
Chlorki (Cl)	mg/l	250	68	65	190	160	220	200	100	180	200	75	230	150	180	150	45	60	150	250	500	>500	
Siarczany (SO4)	mg/l	442	133	321	181	178	195	185	167	274	312	130	326	39,4	230	217	63,8	60	250	250	500	>500	
Wodorowęglany (HCO3)	mg/l	659	414	518	340	295	407	292	242														

Tab. 4. Zestawienie wyników analiz laboratoryjnych prób wody podziemnej pobranych z otworów piezometrycznych, studni gospodarczych oraz prób wody powierzchniowej pobranych z punktów monitoringowych (1)

Nazwa próbki	Jednostka	MB1a	MB1b	MB2a	MB2	K1r	K4	K10	K19	K32	K33	K42	W1	W2	W3	W4	K30r	Osadnik	Wartości graniczne w klasach jakości				
		14.10.2025	14.10.2025	14.10.2025	14.10.2025	16.10.2025	15.10.2025	16.10.2025	16.10.2025	15.10.2025	14.10.2025	15.10.2025	15.10.2025	15.10.2025	15.10.2025	15.10.2025	15.10.2025	14.10.2025	I	II	III	IV	V
Data poboru próbki		14.10.2025	14.10.2025	14.10.2025	14.10.2025	16.10.2025	15.10.2025	16.10.2025	16.10.2025	15.10.2025	14.10.2025	15.10.2025	15.10.2025	15.10.2025	15.10.2025	15.10.2025	15.10.2025	14.10.2025					
Elementy ogólne																							
Temperatura	°C	10,1	10,8	10,7	10,5	14	11,2	14,7	11,3	10	10,1	10,6	10,1	9,1	9,7	9,9	13	11,6	10	12	16	25	>25
Odczyn pH	pH	7,3	6,8	7,1	7,4	7,6	7,2	7,6	7,5	7,7	7,4	7,8	7,7	7,7	7,3	7,3	7,8	7,7	6,5 – 9,5		6,5 lub >9,5		
Przewodność elektrolityczna właściwa	µS/cm	450	1800	940	740	440	700	540	360	670	560	540	570	570	630	620	1300	1100	700	2500	2500	3000	>3000
Potencjał redox	mV	107,1	98,2	7,2	62,8	97,7	32,9	-82,6	-79,1	-147,1	134	-124	50,6	50,6	126,2	33,4	78,5	45,9	nie ujęte w rozporządzeniu				
Tlen rozpuszczony	mg/l	3,6	2,3	2,5	2,1	9,4	7,7	7	4,6	7,3	8,9	6,7	8,1	8,3	4,6	5,9	6,4	8,8	>1	0,5-1	0,5	0,5	0,5
Elementy nieorganiczne																							
Wapń (Ca)	mg/l	93	350	210	130	130	150	110	71	100	88	110	99	86	110	110	93	210	50	100	200	300	>300
Magnez (Mg)	mg/l	11	38	17	12	31	17	13	9	9,7	7,4	9,6	9,5	9,5	11	11	8,9	21	30	50	100	150	>150
Sód (Na)	mg/l	11	94	54	67	76	17	17	8,8	23	39	23	44	200	46	51	280	100	60	200	200	300	>300
Potas (K)	mg/l	1	4,7	3,7	2	6,1	3,9	2,4	1,5	1,9	11	1,7	1,5	2,1	4,6	6,1	5,2	3,7	10	10	15	20	>20
Chlorki (Cl)	mg/l	57	160	73	45	29	53	22	19	38	59	38	40	140	53	53	74	100	60	150	250	500	>500
Siarczany (SO4)	mg/l	9	378	323	172	95,2	90,4	41,9	17,1	19	74,3	19	107	180	63,8	76,1	300	293	60	250	250	500	>500
Wodorowęglany (HCO3)	mg/l	250	659	366	270	519	332	376	181	422	347	166	234	293	423	318	560	370	200	350	500	800	>800
Fosforany (PO4)	mg/l	<0,062	<0,062	<0,062	0,95	0,13	0,12	<0,062	0,23	<0,062	0,63	<0,062	0,27	0,94	0,22	<0,062	4,6	<0,062	0,5	0,5	1	5	>5
Azotany (NO3)	mg/l	< 0,05	222	< 0,05	0,2	1,83	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	18,6	< 0,05	<0,05	<0,05	0,86	<0,05	<0,05	46,7	10	25	50	100	>100
Azotyny (NO2)	mg/l	0,11	3,5	0,0092	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,021	<0,005	0,16	<0,005	<0,005	0,0079	0,19	<0,005	U/S	1,3	0,03	0,15	0,5	1	>1
Jony amonowe (NH4)	mg/l	0,054	12	0,37	0,45	0,016	<0,015	0,38	0,29	1,1	0,034	1,1	0,19	0,085	1,5	0,16	0,18	0,88	0,5	1	1,5	3	>3
Arsen (As)	mg/l	<0,001	0,0058	0,0014	<0,001	<0,001	0,0019	0,0018	<0,001	<0,001	<0,001	0,0016	<0,001	0,0039	<0,001	<0,001	0,0024	0,0011	0,01	0,01	0,02	0,2	>0,2
Glin (Al)	mg/l	< 0,012	< 0,012	< 0,012	0,013	0,025	0,017	0,024	< 0,012	4	0,034	< 0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	0,043	<0,012	0,1	0,2	0,2	1	>1
Bor (B)	mg/l	0,035	0,074	0,19	0,13	0,33	0,059	0,052	0,054	0,16	0,087	0,16	0,11	0,14	0,11	0,062	0,088	0,045	0,5	1	1	2	>2
Bar (Ba)	mg/l	0,067	0,041	0,024	0,061	0,061	0,066	0,084	0,035	0,045	0,05	0,044	0,054	0,048	0,079	0,062	0,052	0,036	0,3	0,5	0,7	3	>3
Chrom (Cr)	mg/l	0,0004	0,0008	0,0005	0,0007	0,0022	0,0007	0,0006	0,0005	<0,0004	0,0005	0,0007	0,0005	0,0014	0,0011	0,0008	0,0036	0,0005	0,01	0,05	0,05	0,1	>0,1
Kobalt (Co)	mg/l	0,0004	0,013	<0,0003	<0,0003	0,0005	0,0005	0,0005	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,0005	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,0004	0,0009	0,02	0,05	0,2	1	>1
Miedź (Cu)	mg/l	0,029	0,0007	0,0025	0,0061	0,016	0,0025	0,0012	0,0019	0,0023	0,0023	0,0008	0,0013	0,005	0,0015	0,0056	0,0014	0,0034	0,01	0,05	0,2	0,5	>0,5
Żelazo (Fe)	mg/l	0,044	< 0,004	0,005	0,04	0,007	0,004	0,017	0,031	0,011	0,01	0,015	0,013	0,034	0,028	0,016	0,21	<0,004	0,2	1	5	10	>10
Lit (Li)	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,013	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	nie ujęte w rozporządzeniu				
Mangan (Mn)	mg/l	0,27	4,5	0,13	0,084	0,0032	0,77	0,73	0,16	0,25	0,00035	0,25	0,024	0,036	0,0054	0,0049	0,038	0,0049	0,05	0,4	1	1	>1
Nikiel (Ni)	mg/l	0,001	0,01	0,0007	<0,0003	0,0026	0,0065</																

Tab. 5. Zestawienie wyników analiz laboratoryjnych prób wody podziemnej pobranych z otworów piezometrycznych (2)

Nazwa próbki	Jednostka	PUM-01	PUM-02	PUM-04	PUM-05	PUM-08	PUM-09	PUM-10	PUM-11	PUM-12	PUM-13	PUM-14	PUM-15	23/900	29/900	31/900	17/900	Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. (Dz.U. 2017 poz. 2294) - dotyczy wody do spożycia	Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. (Dz.U. 2019 poz. 1311) - dotyczy ścieków	Zawartość substancji wg Agencji ochrony środowiska Stanów Zjednoczonych EPA - Tapwater	Zawartość substancji wg Dutch Target an Intervention Values (the New Dutch list)	Zawartość subbstancji wg World Helath Organisation (4th Edition Drinking Water)
Data poboru próbki		14. 10. 2025	14. 10. 2025	14. 10. 2025	14. 10. 2025	14. 10. 2025	14. 10. 2025	14. 10. 2025	14. 10. 2025	14. 10. 2025	14. 10. 2025	14. 10. 2025	15. 10. 2025	14. 10. 2025	14. 10. 2025	15. 10. 2025	14. 10. 2025					
Elementy ogólne																						
Temperatura	°C	10,1	10,8	10,5	10,3	10,5	10,7	10,2	10,7	10,7	10,5	10,2	9,1	11,8	13,3	11	11,2	nie ujęte w rozporządzeniu	35	-	-	-
Odczyn pH	pH	6,9	6,8	7,2	7,6	7,7	7,8	7,9	8,2	8,2	8,4	7,5	9,1	8,8	8,8	7,5	7,4	6,5-9,5	6,5-9,0	-	-	-
Przewodność elektrolityczna właściwa	µS/cm	1700	910	14000	1200	1100	1400	1100	940	830	1500	700	1700	690	1500	1500	690	2500	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-
Potencjał redox	mV	5,2	130,2	78,2	39,3	-152,5	-28,9	21,2	-22,5	4	-12,9	-8,2	-90	118,1	97	-88,7	-30,6	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-
Tlen rozpuszczony	mg/l	5,3	4,4	2,2	2,2	2,3	2,2	2,2	2,8	1,8	2,4	2,6	3,1	3,3	1	4,8	2,6	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-
Elementy nieorganiczne																						
Wapń (Ca)	mg/l	300	190	250	200	79	180	98	58	50	58	79	12	11	17	250	100	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-
Magnez (Mg)	mg/l	41	13	22	15	8,9	16	16	8	6,2	6,8	8,5	0,92	6,7	5,9	23	12	7-125	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-
Sód (Na)	mg/l	89	45	94	150	210	170	200	190	330	330	130	450	150	360	100	17	200	800	-	-	-
Potas (K)	mg/l	6,4	2,5	2,5	3,4	1,6	5,5	2	2,2	1,2	1,2	0,96	1,1	3,3	1,6	6,4	7,4	nie ujęte w rozporządzeniu	80	-	-	-
Chlorki (Cl)	mg/l	250	68	65	190	160	220	200	100	180	200	75	230	150	180	150	45	250	1000	-	-	-
Siarczany (SO4)	mg/l	442	133	321	181	178	195	185	167	274	312	130	326	39,4	230	217	63,8	250	500	-	-	-
Wodorowegłany (HCO3)	mg/l	659	414	518	340	295	407	292	372	378	390	450	163	473	708	285		60-500	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-
Fosforany (PO4)	mg/l	<0,062	1,6	0,2	0,17	1,7	0,1	0,43	2,7	1,9	2,4	1,5	6	0,067	0,8	<0,062	0,13	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-
Azotany (NO3)	mg/l	< 0,05	105	131	48,7	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	50	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-
Azotyny (NO2)	mg/l	0,015	8,6	1,8	0,17	<0,005	<0,005	0,0054	0,012	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,0078	0,83	0,5	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-
Jony amonowe (NH4)	mg/l	27	7,3	4,5	0,39	0,83	0,33	0,28	0,25	0,43	0,33	0,15	0,34	<0,015	1,5	21	0,84	0,5	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-
Arsen (As)	mg/l	0,0048	0,0056	0,0024	<0,001	0,012	0,0029	0,006	0,013	0,0035	0,002	0,0022	0,011	<0,001	<0,001	0,0042	0,0012	0,01	0,1	-	-	-
Glin (Al)	mg/l	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	0,039	0,19	< 0,012	0,033	< 0,012	< 0,012	0,2	3	-	-	-
Bor (B)	mg/l	0,051	0,11	0,07	0,059	0,13	0,061	0,095	0,1	0,22	0,24	0,02	0,26	0,078	0,17	0,11	0,043	1	1	-	-	-
Bar (Ba)	mg/l	0,041	0,047	0,076	0,12	0,11	0,11	0,19	0,07	0,056	0,054	0,045	0,015	0,0034	0,017	0,13	0,053	nie ujęte w rozporządzeniu	2	-	-	-
Chrom (Cr)	mg/l	0,0097	0,0008	<0,0004	<0,0004	0,0005	<0,0004	0,0008	<0,0004	0,0014	0,0008	0,0008	0,0033	0,0009	0,0026	0,0006	0,0026	0,05	0,1	-	-	-
Kobalt (Co)	mg/l	0,0021	0,0053	0,0016	0,0006	<0,0003	0,0007	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,0004	<0,0003	0,0004	0,0003	0,0012	0,0004	nie ujęte w rozporządzeniu	1	-	-	-
Miedź (Cu)	mg/l	<0,0007	0,004	0,0024	0,0045	0,0018	0,0034	0,0018	0,0015	0,0032	0,0025	0,0038	0,0024	0,0026	0,004	0,0007	0,0047	2	0,5	-	-	-
Żelazo (Fe)	mg/l	0,063	0,015	0,007	0,017	0,04	0,005	0,009	0,068	0,072	0,063	0,15	0,24	0,004	0,6	0,062	0,014	0,2	10	-	-	-
Lit (Li)	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	0,04	-	-
Mangan (Mn)	mg/l	2,6	1,4	3,9	0,063	0,87	1,7	0,32	0,11	0,012	0,042	0,36	0,021	0,00024	0,062	0,25	0,2	0,05	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-
Nikiel (Ni)	mg/l	0,0075	0,006	0,0091	0,0019	0,0006	0,0012	0,0005	<0,0003	<0,0003	0,0003	0,0006	0,0015	0,0007	0,0006	0,0009	0,0018	0,02	0,5	-	-	-
Antymon (Sb)	mg/l	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	0,005	0,3	-	-	-
Stront (Sr)	mg/l	0,43	0,22	0,28	0,2	0,13	0,26	0,25	0,11	0,094	0,12	0,11	0,027	0,075	0,11	0,44	0,2	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	12	-	-
Elementy organiczne																						
Ogólny węgiel organiczny (TOC)	mg/l	4,35	12	6,79	6,92	3,6	2,25	2,96	3,25	3,8	3,8	8,7	19,7	2,89	15,4	5,64	4,3	bez nieprawidłowych zmian	30	-	-	-
Fenole (indeks fenolowy)	mg/l	<0,01	<0,01	0,15	<0,01	<0,01	0,038	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	nie ujęte w rozporządzeniu	100	-	-	-
Anilina	µg/l	3,9	3,4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	58	<0,5	0,7	0,9	<0,5	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	13	10	20
Benzen	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1	nie ujęte w rozporządzeniu	0,46	30	10
Toluen	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	1100	1000	700
Etylobenzen	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	1,5	150	300
Ksylene	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	190	70	500
Difenylosulfon	µg/l	0,5	1,3	1,7	0,12	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,09	71	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	15	-	-
Chloroanilina	µg/l	16,7	2,3	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	0,5	0,7	0,7	<1,0	<1,0	21	<1,0	3	1	<1,0	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	-	10	-
Hydroksybifenyle	µg/l	<0,1	0,9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1500	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	10	-	-
Nitrobenzen	µg/l	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	0,14	-	-
Oktylofenole	µg/l	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-
Toluidyna	µg/l	5,6	3,5	5,5	0,5	0,8	<0,5	1,2	2,7	1,1	1,7	4,8	235	<0,5	8,2	18,3	<0,5	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	2,5	-	-
Suma WWA	µg/l	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	0,1	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-
Adsorbowalne halogenki organiczne (AOX)	mg/l	0,02	0,02	0,05	0,01	0,02	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01	0,04	0,08	0,05	0,05	<0,01	nie ujęte w rozporządzeniu	1	-	-	-
Tetrachloroeten	µg/l	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	10 (TCE+PCE)	200	0,49	500	20
Trichloroeten	µg/l	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	10 (TCE+PCE)	nie ujęte w rozporządzeniu	11	40	40

Tab. 6. Zestawienie wyników analiz laboratoryjnych prób wody podziemnej pobranych z otworów piezometrycznych, studni gospodarczych oraz prób wody powierzchniowej pobranych z punktów monitoringowych (2)

Nazwa próbki	Jednostka	MB1a	MB1b	MB2a	MB2	K1r	K4	K10	K19	K32	K33	K42	W1	W2	W3	W4	K30r	Osadnik	Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. (Dz.U. 2017 poz. 2294) - dotyczy wody do spożycia	Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. (Dz.U. 2019 poz. 1311) - dotyczy ścieków	Zawartość substancji wg Agencji ochrony środowiska Stanów Zjednoczonych EPA - Tapwater	Zawartość substancji wg Dutch Target an Intervention Values (the New Dutch list)	Zawartość subbstancesi wg World Helath Organisation (4th Edition Drinking Water)	
Data poboru próbki		14.10.2025	14.10.2025	14.10.2025	14.10.2025	16.10.2025	15.10.2025	16.10.2025	16.10.2025	15.10.2025	14.10.2025	15.10.2025	15.10.2025	15.10.2025	15.10.2025	15.10.2025	15.10.2025	14.10.2025						
Elementy ogólne																								
Temperatura	°C	10,1	10,8	10,7	10,5	14	11,2	14,7	11,3	10	10,1	10,6	10,1	9,1	9,7	9,9	13	11,6	nie ujęte w rozporządzeniu	35	-	-	-	
Odczyn pH	pH	7,3	6,8	7,1	7,4	7,6	7,2	7,6	7,5	7,7	7,4	7,8	7,7	7,7	7,3	7,3	7,8	7,7	6,5-9,5	6,5-9,0	-	-	-	
Przewodność elektrolityczna właściwa	µS/cm	450	1800	940	740	440	700	540	360	670	560	540	570	570	630	620	1300	1100	2500	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-	
Potencjał redox	mV	107,1	98,2	7,2	62,8	97,7	32,9	-82,6	-79,1	-147,1	134	-124	50,6	50,6	126,2	33,4	78,5	45,9	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-	
Tlen rozpuszczony	mg/l	3,6	2,3	2,5	2,1	9,4	7,7	7	4,6	7,3	8,9	6,7	8,1	8,3	4,6	5,9	6,4	8,8	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-	
Elementy nieorganiczne																								
Wapń (Ca)	mg/l	93	350	210	130	130	150	110	71	100	88	110	99	86	110	110	93	210	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-	
Magnez (Mg)	mg/l	11	38	17	12	31	17	13	9	9,7	7,4	9,6	9,5	9,5	11	11	8,9	21	7-125	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-	
Sód (Na)	mg/l	11	94	54	67	76	17	17	8,8	23	39	23	44	200	46	51	280	100	200	800	-	-	-	
Potas (K)	mg/l	1	4,7	3,7	2	6,1	3,9	2,4	1,5	1,9	11	1,7	1,5	2,1	4,6	6,1	5,2	3,7	nie ujęte w rozporządzeniu	80	-	-	-	
Chlorki (Cl)	mg/l	57	160	73	45	29	53	22	19	38	59	38	40	140	53	53	74	100	250	1000	-	-	-	
Siarczany (SO4)	mg/l	9	378	323	172	95,2	90,4	41,9	17,1	19	74,3	19	107	180	63,8	76,1	300	293	250	500	-	-	-	
Wodorowęglany (HCO3)	mg/l	250	659	366	270	519	332	376	181	422	347	166	234	293	423	318	560	370	60-500	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-	
Fosforany (PO4)	mg/l	<0,062	<0,062	<0,062	0,95	0,13	0,12	<0,062	0,23	<0,062	0,63	<0,062	0,27	0,94	0,22	<0,062	4,6	<0,062	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-	
Azotany (NO3)	mg/l	< 0,05	222	< 0,05	0,2	1,83	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	18,6	< 0,05	<0,05	<0,05	0,86	<0,05	<0,05	46,7	50	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-	
Azotyny (NO2)	mg/l	0,11	3,5	0,0092	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,021	<0,005	0,16	<0,005	<0,005	0,0079	0,19	<0,005	U/S	1,3	0,5	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-	
Jony amonowe (NH4)	mg/l	0,054	12	0,37	0,45	0,016	<0,015	0,38	0,29	1,1	0,034	1,1	0,19	0,085	1,5	0,16	0,18	0,88	0,5	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-	
Arsen (As)	mg/l	<0,001	0,0058	0,0014	<0,001	<0,001	0,0019	0,0018	<0,001	<0,001	<0,001	0,0016	<0,001	0,0039	<0,001	<0,001	0,0024	0,0011	0,01	0,1	-	-	-	
Glin (Al)	mg/l	< 0,012	< 0,012	< 0,012	0,013	0,025	0,017	0,024	< 0,012	4	0,034	< 0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	0,043	<0,012	0,2	3	-	-	-	
Bor (B)	mg/l	0,035	0,074	0,19	0,13	0,33	0,059	0,052	0,054	0,16	0,087	0,16	0,11	0,14	0,11	0,062	0,088	0,045	1	1	-	-	-	
Bar (Ba)	mg/l	0,067	0,041	0,024	0,061	0,061	0,066	0,084	0,035	0,045	0,05	0,044	0,054	0,048	0,079	0,062	0,052	0,036	nie ujęte w rozporządzeniu	2	-	-	-	
Chrom (Cr)	mg/l	0,0004	0,0008	0,0005	0,0007	0,0022	0,0007	0,0006	0,0005	<0,0004	0,0005	0,0007	0,0005	0,0014	0,0011	0,0008	0,0036	0,0005	0,05	0,1	-	-	-	
Kobalt (Co)	mg/l	0,0004	0,013	<0,0003	<0,0003	0,0005	0,0005	0,0005	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,0005	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,0004	0,0009	nie ujęte w rozporządzeniu	1	-	-	-	
Miedź (Cu)	mg/l	0,029	0,0007	0,0025	0,0061	0,016	0,0025	0,0012	0,0019	0,0023	0,0023	0,0008	0,0013	0,005	0,0015	0,0056	0,0014	0,0034	2	0,5	-	-	-	
Żelazo (Fe)	mg/l	0,044	< 0,004	0,005	0,04	0,007	0,004	0,017	0,031	0,011	0,01	0,015	0,013	0,034	0,028	0,016	0,21	<0,004	0,2	10	-	-	-	
Lit (Li)	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,013	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	0,04	-	-	
Mangan (Mn)	mg/l	0,27	4,5	0,13	0,084	0,0032	0,77	0,73	0,16	0,25	0,00035	0,25	0,024	0,036	0,0054	0,0049	0,038	0,0049	0,05	nie ujęte w rozporządzeniu	-	-	-	
Nikiel (Ni)	mg/l	0,001	0,01	0,0007	<0,0003	0,0026	0,0065	0,0007	0,0006	<0,0003	0,001	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,0016	0,0017	0,0008	0,0055	0,02	0,5	-	-	-	
Antymon (Sb)	mg/l	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	<0,0017	0,005	0,3	-	-	-	
Stront (Sr)	mg/l	0,15	0,48	0,73	1,72	1,39	0,22	0,26	0,13	0,21	0,23	0,15	0,36	0,14	0,2	0,2	0,2	0,32	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	12	-	-	
Elementy organiczne																								
Ogólny węgiel organiczny (TOC)	mg/l	4,91	6,37	3,04	5,16	2,69	4,66	4,73	3,93	4,09	3,24	4,17	6,98	7,26	8,22	10,1	29,8	8,88	bez nieprawidłowych zmian	30	-	-	-	
Fenole (indeks fenolowy)	mg/l	<0,01	0,027	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	nie ujęte w rozporządzeniu	100	-	-	-	
Anilina	µg/l	0,8	7,1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	13	10	20	
Benzen	µg/l	2,5	<1,0	9,6	4,9	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	4,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	0,46	30	10
Toluen	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	1100	1000	700	
Etylobenzen	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	1,5	150	300	
Ksylene	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	190	70	500	
Difenylosulfon	µg/l	0,06	3,7	0,16	0,18	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,35	<0,05	0,33	0,3	<0,05	<0,05	0,13	0,33	<0,05	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	15	-	-	
Chloroanilina	µg/l	<1,0	1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	0,6	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	nie ujęte w rozporządzeniu	nie ujęte w rozporządzeniu	-	10	-	
Hydroksybifenyle	µg/l																							

Zakres wykonanych badań odnosił się bezpośrednio do specyficznych warunków związanych z funkcjonowaniem dawnych Zakładów Chemicznych *Zachem*. Badane próby wód podziemnych i powierzchniowych zostały poddane analizom chemicznym w zakresie występowania związków organicznych i nieorganicznych, stwierdzonych w badaniach archiwalnych na terenie osiedla Łęgnowo Wieś. Wykonane badania terenowe i laboratoryjne pozwalają na stwierdzenie ogólnej poprawy jakości wód podziemnych, w stosunku do badań wykonanych w 2018 roku.

Elementy ogólne

Temperatura wód mieściła się w przedziale ok. 9-13°C, co jest typowe dla wód podziemnych na tej głębokości. Odczyn wahał się od pH 6,5 do 7,7, mieszcząc się w zakresie naturalnych wartości dla wód gruntowych. Przewodność elektryczna właściwa (PEW) była zróżnicowana i mieściła się głównie w zakresie 300-1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, co wskazuje na dominację wód o mineralizacji niskiej do średniej. Jedynie pojedyncze punkty wykazały wartości powyżej 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, co sugeruje lokalnie podwyższoną zawartość rozpuszczonych składników mineralnych, lecz wciąż bez wskazań na oddziaływanie antropogeniczne. Bardzo wysoką przewodność odnotowano w punkcie PUM-04 (14 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Stężenie tlenu rozpuszczonego wykazało istotne zróżnicowanie (2-11 mg/l), co wynika z naturalnych uwarunkowań hydrogeochemicznych i zróżnicowanej intensywności napowietrzania (tab. 3, tab. 4).

Elementy nieorganiczne

Stężenia jonów wapnia i magnezu kształtowały się odpowiednio w przedziałach ok. 30-150 mg/l (Ca) oraz 5-40 mg/l (Mg), co jest typowe dla wód o charakterze wodorowęglanowo-wapniowym. Zawartości sodu i potasu pozostawały niskie do umiarkowanych (Na: ok. 5-150 mg/l, K: ok. 0,5-15 mg/l), bez wartości sugerujących wpływ zanieczyszczeń ze źródeł antropogenicznych. Stężenia chlorków i siarczanów mieściły się najczęściej w zakresach odpowiednio 10-150 mg/l oraz 30-150 mg/l, a ich zmienność może być powodowana głównie czynnikami naturalnymi (procesy wymywania oraz wymiany jonowej).

W większości punktów stężenia azotanów, azotynów i jonów amonowych pozostawały na poziomach niskich, często poniżej granicy oznaczalności. Jedynie pojedyncze próbki wykazywały wyższe wartości azotanów (do ok. 100 mg/l), mogące wskazywać na lokalne oddziaływanie powierzchniowych źródeł zanieczyszczeń, jednak nie odnotowano przestrzennych trendów wskazujących na rozległe oddziaływanie antropogeniczne. Azotyny utrzymywały się na poziomie śladowym, a stężenie jonów amonowych w większości próbek nie przekraczało 0,1 mg/l.

Stężenia arsenu w badanych próbkach mieściły się w zakresie <0,001-0,013 mg/l, co odpowiada I-III klasie jakości wód podziemnych. Nie odnotowano przekroczeń wartości granicznej określonej dla III klasy jakości. W zakresie zawartości glinu większość próbek wykazała stężenia poniżej granicy oznaczalności (<0,012 mg/l). Próba wody pobrana z punktu K33 wykazała w tym zakresie V klasę jakości wód. Stężenia boru mieszczą się w zakresie 0,02-0,33 mg/l - wszystkie wartości w granicach klasy I. Oznaczenia baru dały wyniki w granicach od 0,0034 mg/l do 0,19 mg/l - wszystkie wartości w granicach klasy I. W przypadku chromu, kobaltu, miedzi, niklu i antymonu stężenia w większości próbek były bardzo niskie, w większości poniżej granicy oznaczalności, co klasyfikuje je do I, maksymalnie II klasy jakości wód podziemnych. Najwyższe wartości (np. Cr: 0,0097 mg/l, Co: 0,013 mg/l) nie przekraczają dopuszczalnych poziomów dla II klasy jakości wód podziemnych. Stężenia żelaza wahają się od <0,004 do 0,60 mg/l. Najwyższe wartości w próbkach z otworów PUM-

15, 29/900 i K30r mieszczą się w II klasie jakości wód. Stężenia litu znajdują się w większości poniżej granicy oznaczalności zastosowanej metody badawczej, natomiast zawartości strontu na bardzo niskim poziomie (maks. 1,72 mg/l). Parametry te nie są ujęte w ww. rozporządzeniu. Zmienność stężenia manganu jest znaczna (0,00024-4,5 mg/l). W większości przypadków wody zaliczono do klasy I-II, natomiast najwyższe wartości (np. PUM-01, PUM-02, PUM-04, PUM-09, MB1b) odpowiadają klasie V (tab. 3, tab. 4).

Elementy organiczne

Stężenia TOC mieszczą się w zakresie 2,25-29,8 mg/l. Większość punktów osiąga wartości odpowiadające II-III klasie jakości. W kilku lokalizacjach odnotowano znaczne przekroczenia (do 29,8 mg/l), kwalifikujące próbki do IV-V klasy, co wskazuje na silną obecność substancji organicznych o pochodzeniu antropogenicznym. Wyraźne podwyższenia odnotowano w punktach PUM-2, PUM-15, 29/900, W4 i K30r.

W przypadku fenoli dominują stężenia <0,01 mg/l (I-III klasa). W pojedynczych punktach (PUM-09, MB1b) występują podwyższone wartości 0,027-0,038 mg/l (IV klasa), a w jednym przypadku (PUM-04) - 0,15 mg/l (V klasa).

Benzen notowany jest sporadycznie, osiągając I lub III klasę jakości. Maksymalną wartość 9,6 µg/l odnotowano w punkcie MB2a (IV klasa). Pozostałe BTEX pozostają poniżej granicy oznaczalności.

Wyniki analiz prób wód podziemnych i powierzchniowych w zakresie zawartości tri- i tetrachloroetenu znajdują się poniżej granicy oznaczalności zastosowanej metody badawczej.

Przedstawione w powyższych tabelach wyniki analiz laboratoryjnych 33 próbek wód pobranych na przedmiotowym terenie wykazały przekroczenia zawartości związków AOX tylko w 2 badanych próbkach (23/900, W2), dla których odnotowano 0,08 mg/l przy granicznych 0,06 mg/dm³ odpowiadającym III klasie jakości.

Większość wyników dla aniliny utrzymuje się poniżej 0,5 µg/l, natomiast dwa punkty PUM-15 i MB1b wykazują istotne podwyższenia, odpowiednio 58 i 7,1 µg/l. W punktach PUM-01 i PUM-02 odnotowano odpowiednio 3,9 i 3,4 µg/l. Wyniki analiz w przypadku pozostałych związków organicznych, dla których nie określono wartości granicznych, a które zostały oznaczone, wskazują na występowanie podwyższonych zawartości chloroaniliny (PUM-01, PUM-02, PUM-15, 29/900), hydroksybifenyli (PUM-02, PUM-15), difenylosulfonu (PUM-15) oraz toluidyny (PUM-15, 29/900, 31/900). Zawartości nitrobenzenu i oktylofenoli znajdują się poniżej granicy oznaczalności zastosowanej metody badawczej (tab. 3, tab. 4). Wszystkie wymienione substancje organiczne mają związek z profilem produkcyjnym dawnych Zakładów Chemicznych *Zachem* i należą do silnie toksycznych.

Biorąc pod uwagę stężenia substancji, których wartości graniczne zostały określone w załączniku do Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej dnia 11 października 2019 roku w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. z 2019 r., poz. 2148), 10 na 22 próbki których stan chemiczny został określony jako słaby, zostały zaklasyfikowane do IV i V klasy wyłącznie ze względu na zanieczyszczenia organiczne.

Monitoring wód obejmował kilkadziesiąt punktów pomiarowych, w tym wód podziemnych i powierzchniowych, dla których określono klasę jakości (I-V) i stan chemiczny (dobry/słaby). Dane pozwalają ocenić zmienność parametrów jakościowych w czasie, wskazać punkty stabilne, pogarszające się oraz poprawiające swoją klasę jakości i stan chemiczny (tab. 7).

**Tab. 7. Klasy jakości i stan chemiczny wód na podstawie monitoringu
prowadzonych w latach 2018-2025**

Oznaczenie punktu poboru	Stan „0”		2021 rok		2022 rok		2023 rok		2024 rok		2025 rok	
	Klasa jakości	Stan chemiczny	Klasa jakości	Stan chemiczny	Klasa jakości	Stan chemiczny	Klasa jakości	Stan chemiczny	Klasa jakości	Stan chemiczny	Klasa jakości	Stan chemiczny
PUM-01	V	słaby	V	słaby	V	słaby	V	słaby	V	słaby	V	słaby
PUM-02	V	słaby	V	słaby	V	słaby	V	słaby	V	słaby	V	słaby
PUM-04	V	słaby	-	-	-	-	-	-	-	-	V	słaby
PUM-05	V	słaby	III	dobry	IV	słaby	IV	słaby	IV	słaby	III	dobry
PUM-08	V	słaby	-	-	-	-	-	-	-	-	IV	słaby
PUM-09	V	słaby	-	-	-	-	-	-	-	-	V	słaby
PUM-10	V	słaby	V	słaby	V	słaby	III	dobry	IV	słaby	III	dobry
PUM-11	V	słaby	-	-	-	-	-	-	-	-	IV	słaby
PUM-12	V	słaby	V	słaby	IV	słaby	IV	słaby	IV	słaby	V	słaby
PUM-13	V	słaby	IV	słaby	IV	słaby	V	słaby	V	słaby	V	słaby
PUM-14	V	słaby	IV	słaby	V	słaby	IV	słaby	IV	słaby	IV	słaby
PUM-15	V	słaby	V	słaby	V	słaby	V	słaby	V	słaby	V	słaby
23/900	-	-	V	słaby	IV	słaby	III	dobry	IV	słaby	IV	słaby
29/900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	słaby
31/900	-	-	-	-	-	-	-	-	V	słaby	V	słaby
17/900	IV	słaby	V	słaby	IV	słaby	IV	słaby	V	słaby	IV	słaby
MB1a	-	-	V	słaby	IV	słaby	V	słaby	IV	słaby	III	dobry
MB1b	-	-	III	dobry	V	słaby	V	słaby	V	słaby	V	słaby
MB2	-	-	IV	słaby	IV	dobry	III	dobry	IV	słaby	III	dobry
MB2a	-	-	IV	słaby	III	dobry	III	dobry	III	dobry	IV	słaby
K1	V	słaby	IV	słaby	III	dobry	IV	słaby	III (K1r)	dobry	IV (K1r)	słaby
K4	-	-	II (K7)	dobry	III	dobry	III	dobry	III	dobry	III	dobry
K11	-	-	IV	słaby	II	dobry	II	dobry	III	dobry	III (K10)	dobry
K19	-	-	III	dobry	IV	słaby	III	dobry	V	słaby	III	dobry
K32	V	słaby	IV (K46)	słaby	IV	słaby	V	słaby	V	słaby	V	słaby
K33	-	-	IV	słaby	IV	słaby	V	słaby	V	słaby	III	dobry
K42	-	-	III	dobry	III	dobry	III	dobry	III	dobry	III	dobry
W1	-	-	III	dobry	III	dobry	IV	słaby	III	dobry	II	dobry
W2	-	-	II	dobry	III	dobry	IV	słaby	III	dobry	IV	słaby
W3	-	-	III	dobry	III	dobry	IV	słaby	IV	słaby	III	dobry
W4	-	-	III	dobry	III	dobry	III	dobry	IV	słaby	IV	słaby
K30	V	słaby	III	dobry	V	słaby	V	słaby	III (K30r)	dobry	V (K30r)	słaby
Osadnik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V	słaby

Objaśnienia:

(K10) - zmiana punktu monitoringowego ze względu na brak dostępu

 - dobry stan chemiczny
 - słaby stan chemiczny

Na podstawie uzyskanych wyników analiz laboratoryjnych i przyporządkowanie poszczególnym parametrom klasy jakości, zgodnie z Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej dnia 11 października 2019 roku w *sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych* (Dz. U. z 2019 r., poz. 2148) określono klasy jakości i stan chemiczny dla prób wód podziemnych i powierzchniowych pobranych z terenu osiedla Łęgnowo Wieś w Bydgoszczy. W odniesieniu do ww. rozporządzenia dokonano klasyfikacji jakości wód dla każdego punktu monitoringowego, uwzględniając wszystkie badane elementy fizykochemiczne (tab. 7).

W próbach wody pobranych z 11 punktów monitoringowych (PUM-05, PUM-10, MB1a, MB2, K4, K10 (K11), K19, K33, K42, W1 i W3) wartości badanych elementów fizykochemicznych nie przekraczają wartości granicznych określonych dla III klasy jakości wód podziemnych. Wody z tych punktów charakteryzują się dobrym stanem chemicznym (tab. 7).

Uzyskane wyniki analiz laboratoryjnych dla pozostałych 22 pobranych prób wody pozwoliły zakwalifikować je, na podstawie Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 roku w *sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych* (Dz. U. z 2019 r., poz. 2148) do IV lub V klasy jakości wód podziemnych - wody niezadawalającej i złej jakości. Wody te charakteryzują się słabym stanem chemicznym (tab. 7).

Wody w większości punktów charakteryzują się trwale niską jakością, co może wynikać z warunków geochemicznych, źródeł antropogenicznych, warunków hydrogeologicznych lub specyfiki gruntów. Zmienność jakości i składu chemicznego wód widoczna w niektórych punktach (np. K19, PUM-10, W2) może wynikać przede wszystkim ze zmian dopływu i cyrkulacji wód podziemnych oraz z naturalnej sezonowej zmienności poziomu wód gruntowych. Czynniki te wpływają na stopień kontaktu wód z warstwami geologicznymi, a tym samym na wymywanie lub akumulację zanieczyszczeń. Dodatkowo lokalne uwarunkowania geologiczne i okresowa presja antropogeniczna mogą wzmacniać obserwowane wahania parametrów. Punkty pomiarowe z zaobserwowaną poprawą (np. W1, PUM-05) pokazują, że lokalne procesy naturalne lub ograniczenie presji środowiskowej mogą prowadzić do częściowej regeneracji jakości wód.

Podsumowując wyniki monitoringu dla lat 2021-2025 oraz dla stanu „0” stwierdzono, że dominującą klasą jakości wód podziemnych w badanym obszarze jest klasa IV i V, co wskazuje na słabą jakość wód w większości punktów pomiarowych. Stan chemiczny określony został głównie jako słaby, jedynie w wybranych punktach (m.in. PUM-05, PUM-10, MB2, W1) odnotowano okresową poprawę do stanu dobrego.

W analizowanym okresie zidentyfikowano zarówno punkty stabilne, utrzymujące niezmiennie niską jakość (np. PUM-01, PUM-02, PIM-12, PUM-13, PUM-14, PUM-15), jak również punkty o zmiennych parametrach jakości i chemizmu. Najbardziej trwałą i wyraźną poprawę obserwowano w punkcie W1, gdzie klasa jakości poprawiła się z III/IV do II, a stan chemiczny w 2025 roku oceniono jako dobry.

W części punktów zaobserwowano pogorszenie jakości wód, szczególnie w latach 2023-2024 (np. K19, K32). Zjawisko to może być związane z lokalnymi zmianami warunków hydrogeologicznych i zwiększoną presją środowiskową.

Jakość wód podziemnych na większości punktów pozostaje niska, co wskazuje na utrzymujące się obciążenia środowiskowe. Pojedyncze punkty wykazują poprawę jakości

i stanu chemicznego, co potwierdza lokalną możliwość regeneracji wód podziemnych i ograniczenia presji.

Lokalizację miejsc poboru prób wody w odniesieniu do klas jakości oraz stanu chemicznego przedstawiono na mapie jakości wód podziemnych i powierzchniowych (zał. 3), stanowiącej załącznik do niniejszego raportu.

Normy międzynarodowe

W tabelach nr 5 i 6 zestawiono wyniki analiz laboratoryjnych prób wody podziemnej pobranych z otworów piezometrycznych, studni gospodarczych oraz prób wody powierzchniowej pobranych z punktów monitoringowych wraz z odniesieniem do:

- Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku w *sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi* (Dz. U. z 2017 r., poz. 2294),
- Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 roku w *sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych* (Dz. U. z 2019 r., poz. 1311),
- standardów/rekomendacji: amerykańskiej (EPA-TAPWATER), holenderskiej (Dutch Target and Intervention Values) i Światowej Organizacji Zdrowia WHO (4th Edition Drinking Water).

Większość (30 prób) spośród badanych prób wody nie spełnia wymagań Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku w *sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi* (Dz. U. z 2017 r., poz. 2294), natomiast większość (31 prób) spełnia Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 roku w *sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych* (Dz. U. z 2019 r., poz. 1311) (tab. 5, tab. 6).

Elementy ogólne

Parametry ogólne wskazują, że wody charakteryzują się odczynem pH w zakresie 6,8-9,1, mieszcząc się w większości w przedziałach dopuszczonych dla wód pitnych i ścieków. Przewodność wykazuje znaczną zmienność (360-14000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), przy czym znacznie podwyższoną wartość stwierdzono jedynie w punkcie PUM-04. Stężenia tlenu rozpuszczonego pozostają zróżnicowane (1,0-9,4 mg/l), co sugeruje występowanie zarówno środowisk redukcyjnych, jak i lepiej natlenionych.

Elementy nieorganiczne

W zakresie składników nieorganicznych stwierdzono lokalnie podwyższone stężenia siarczanów (maks. 442 mg/l), wodorowęglanów (maks. 708 mg/l), azotanów (maks. 222 mg/l), jonów amonowych (maks. 27 mg/l) oraz sodu (maks. 450 mg/l). Wartości te przekraczają normy dla wód pitnych, lecz nie przekraczają wartości granicznych dla ścieków wprowadzanych do wód/ziemi. Zwraca uwagę wysoka koncentracja manganu (do 4,5 mg/l) oraz w jednym przypadku glinu (4 mg/l), wyraźnie odbiegające od typowych wartości tła hydrogeochemicznego. Pozostałe metale ciężkie występują w większości przypadków na bardzo niskich poziomach - znacznie poniżej norm krajowych i międzynarodowych.

Elementy organiczne

W zakresie zanieczyszczeń organicznych podwyższoną wartość w zakresie aniliny stwierdzono w punkcie PUM-15 (58 µg/l), co stanowi przekroczenia progów EPA, Dutch List i WHO. Niższe zawartości (3,4-7,1 µg/l), nie stanowiące przekroczeń ww. wytycznych występują w punktach PUM-02, PUM-01 i MB1b. Stwierdzone wartości difenylosulfonu (71 µg/l w punkcie PUM-15), chloraniliny (16,7 µg/l w PUM-01, 21 µg/l w PUM-15) i hydroksybifenyli (1500 µg/l w PUM-15) wykazują przekroczenia progów międzynarodowych. Wartości w zakresie nitrobenzenu znajdują się poniżej granicy oznaczalności zastosowanej metody badawczej. Wartości benzenu (2,5-9,6 µg/l w MB1a, W2, MB2, MB2a) przekraczają wytyczne EPA (0,46 µg/l) oraz wody do spożycia (1 µg/l /l), lecz pozostają poniżej progów WHO i Dutch List. Stężenia fenoli (do 0,15 mg/l) i AOX (do 0,08 mg/l) mieszczą się w normach dla ścieków (odpowiednio 100 mg/l i 1 mg/l). Uzyskane wyniki analiz w zakresie toluidyny przekraczają wytyczne EPA (0,25 µg/l) w 9 punktach pomiarowych: PUM-01, PUM-02, PUM-04, PUM-11, PUM-14, PUM-15, 29/900, 31/900 i MB1a, dla których odnotowano od 3,5 µg/l (PUM-02) do 235 µg/l (PUM-15) (tab. 5, tab. 6).

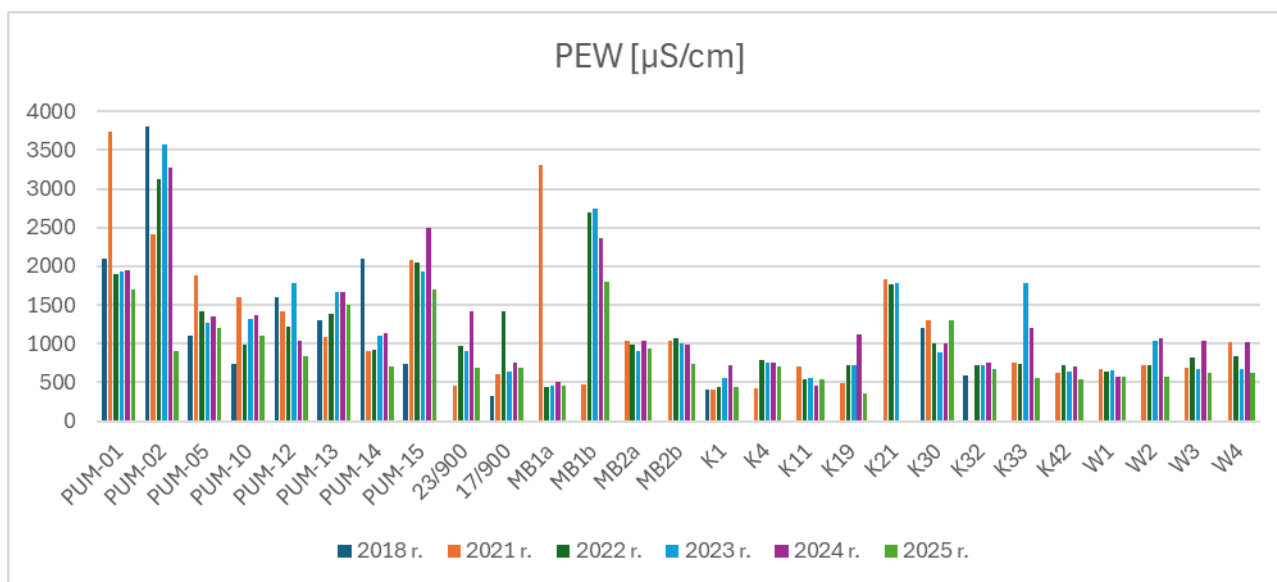
5. Podsumowanie całego okresu badań

Celem przeprowadzonego monitoringu była bieżąca obserwacja odnotowywanego od wielu lat napływu zanieczyszczeń wód podziemnych migrujących z obszaru dawnego *Zachemu* i ich migracji w kierunku osiedla Łęgnowo Wieś, w kontekście oceny oddziaływania na mieszkańców osiedla jak i pogorszenia stanu jakości środowiska gruntowo-wodnego.

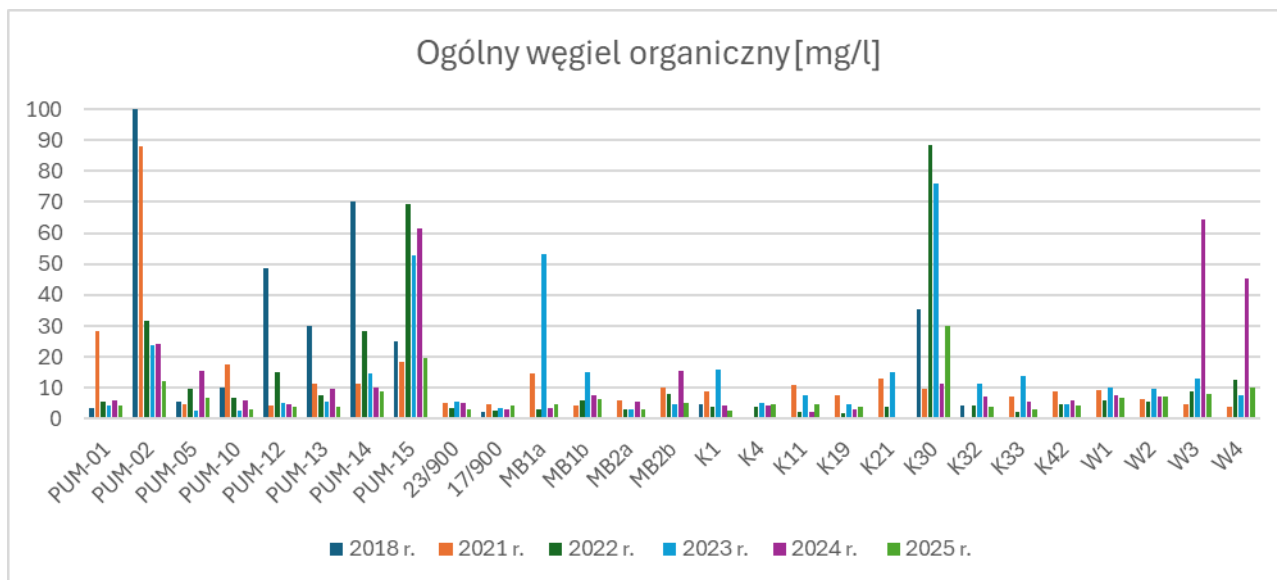
W przypadku monitoringu osiedla Łęgnowo Wieś celem była obserwacja jakości środowiska gruntowo-wodnego w związku ze stwierdzonym wysokim ryzykiem zagrożenia zdrowotnego mieszkańców miasta i środowiskowego na terenach miejskich, a wyniki tego monitoringu brane będą pod uwagę przy wyznaczaniu dalszych kierunków badań migracji zanieczyszczeń, oceny przeprowadzonych prac remediacyjnych lub oceny presji antropogenicznej na jakość jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych.

Ogólne substancje chemiczne zawarte w wodach podziemnych nie uległy zmianie, lecz ich stężenia są niższe w stosunku do badań wykonanych w 2018 roku w większości punktów monitoringowych. Należy zauważyć jednak, że w niektórych punktach pojawiły się substancje, które praktycznie nie były odnotowane w poprzednich seriach monitoringowych w 2021 i 2022 roku, tj. anilina, difenylosulfon, hydroksybifenyle, nitrobenzen czy toluidyna.

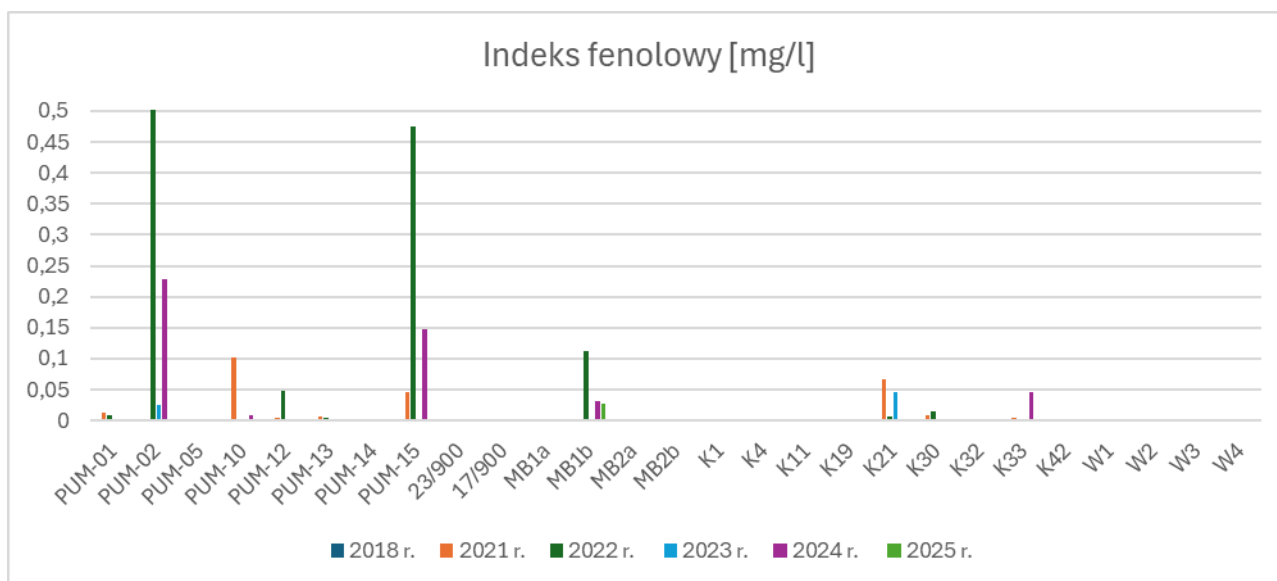
W latach 2018-2025 jakość wody w punktach pomiarowych ulegała stopniowej poprawie. Większość wskaźników chemicznych wykazuje trendy spadkowe, szczególnie po roku 2021. Wartości takich parametrów, jak AOX, TOC, fenole, anilina, difenylosulfon, oktylofenole czy przewodność elektrolityczna właściwa (PEW), systematycznie malały. Rok 2023 był okresem czasowych wzrostów wybranych związków organicznych (m.in. toluidyny, oktylofenoli, nitrobenzenu), jednak zjawisko to miało charakter epizodyczny i nie utrzymało się w czasie. W roku 2025 większość substancji występowała już na poziomach bardzo niskich lub poniżej granicy oznaczalności, co oznacza dalszą i stabilną poprawę jakości wody.



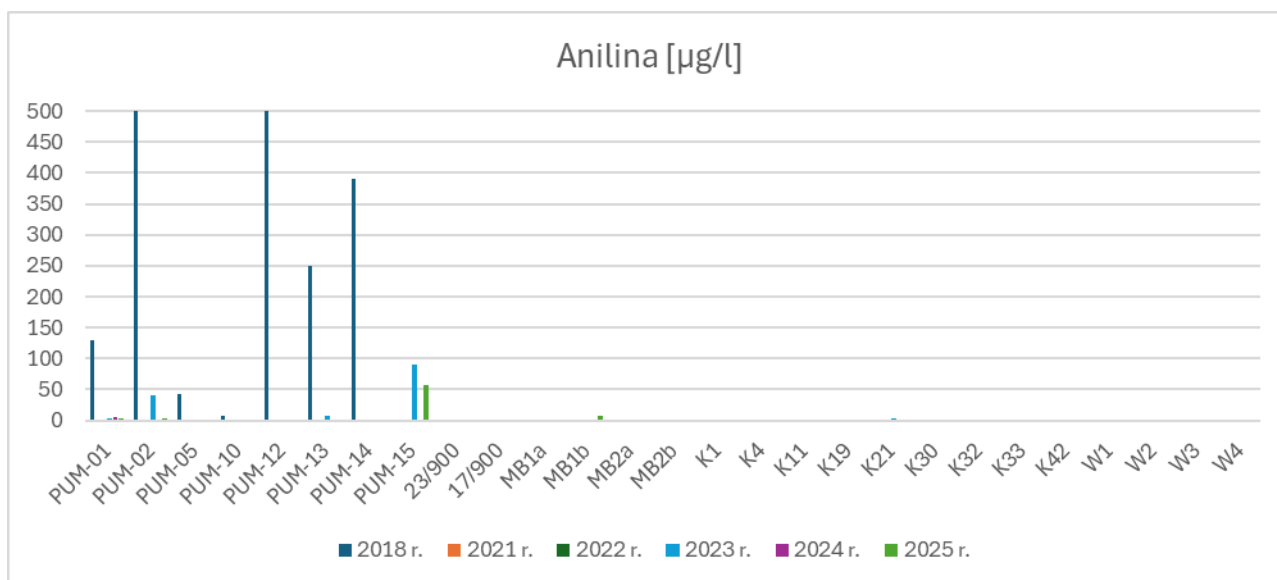
Rys. 1. Zmienność PEW w punktach pomiarowych w latach 2018-2025



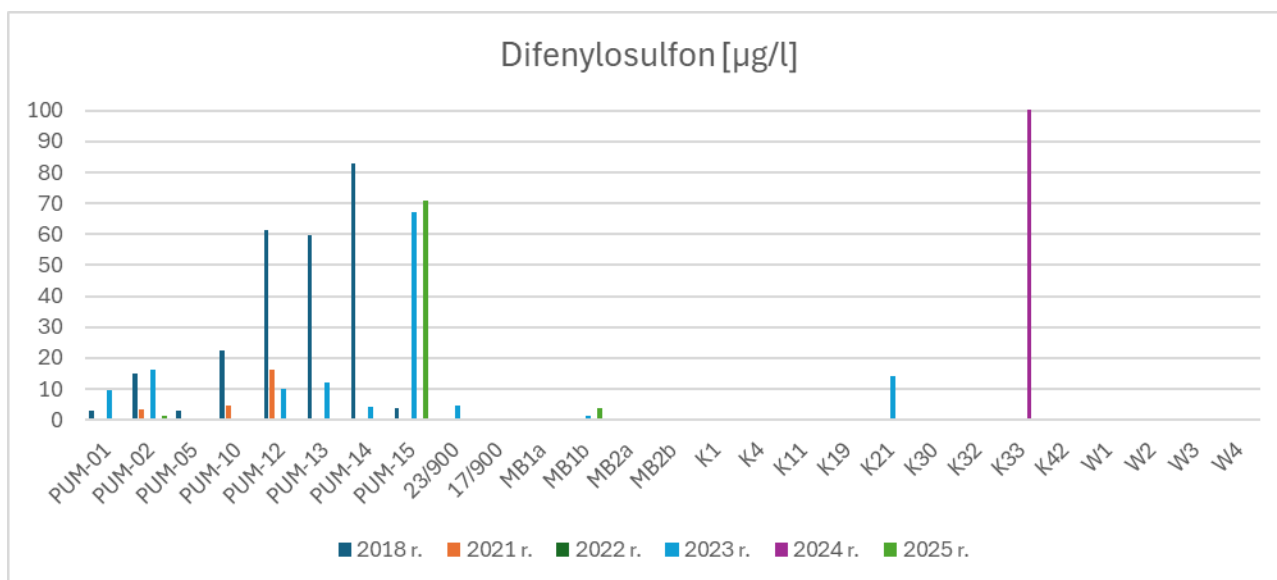
Rys. 2. Zmienność zawartości OWO w punktach pomiarowych w latach 2018-2025



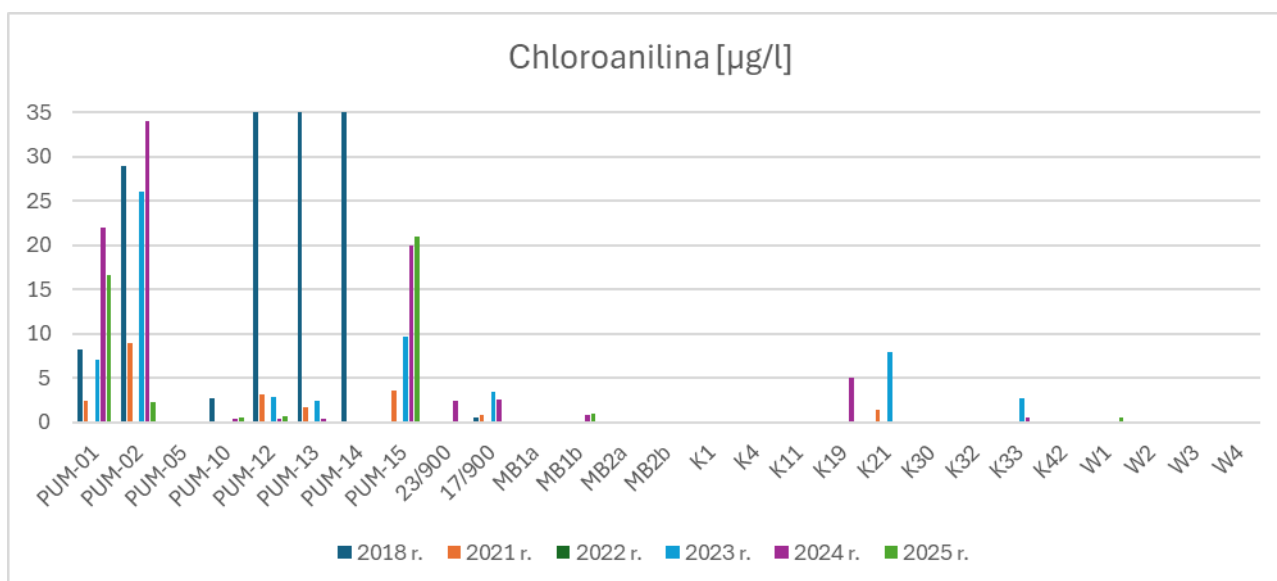
Rys. 3. Zmienność stężenia fenoli w punktach pomiarowych w latach 2018-2025



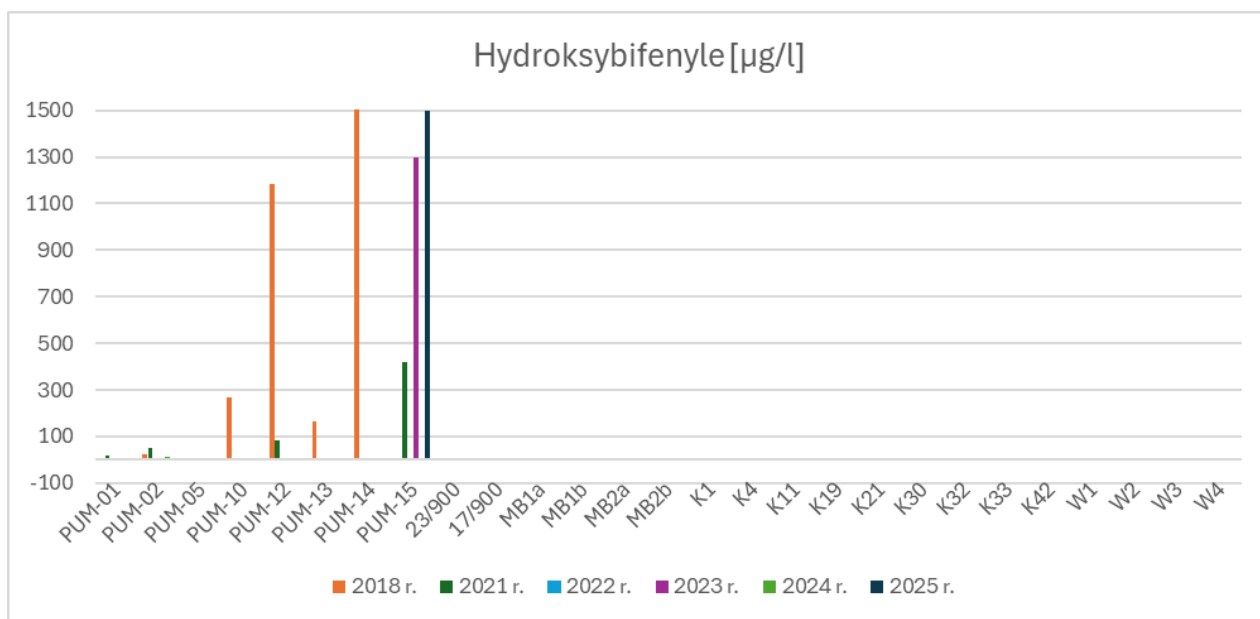
Rys. 4. Zmienność stężenia aniliny w punktach pomiarowych w latach 2018-2025



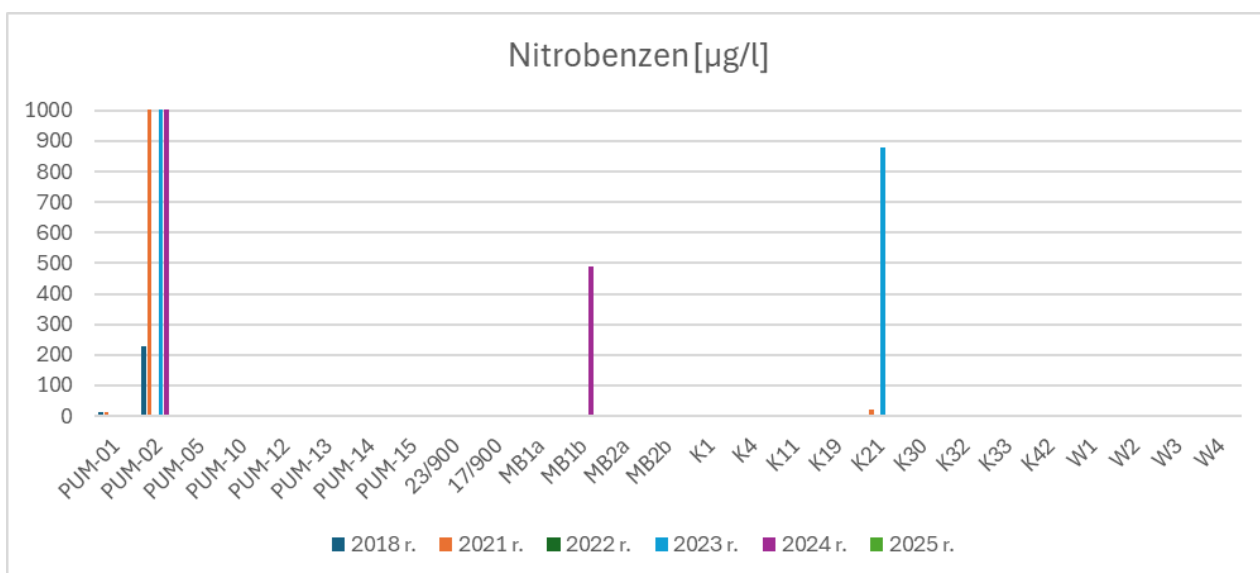
Rys. 5. Zmienność stężenia difenylosulfonu w punktach pomiarowych w latach 2018-2025



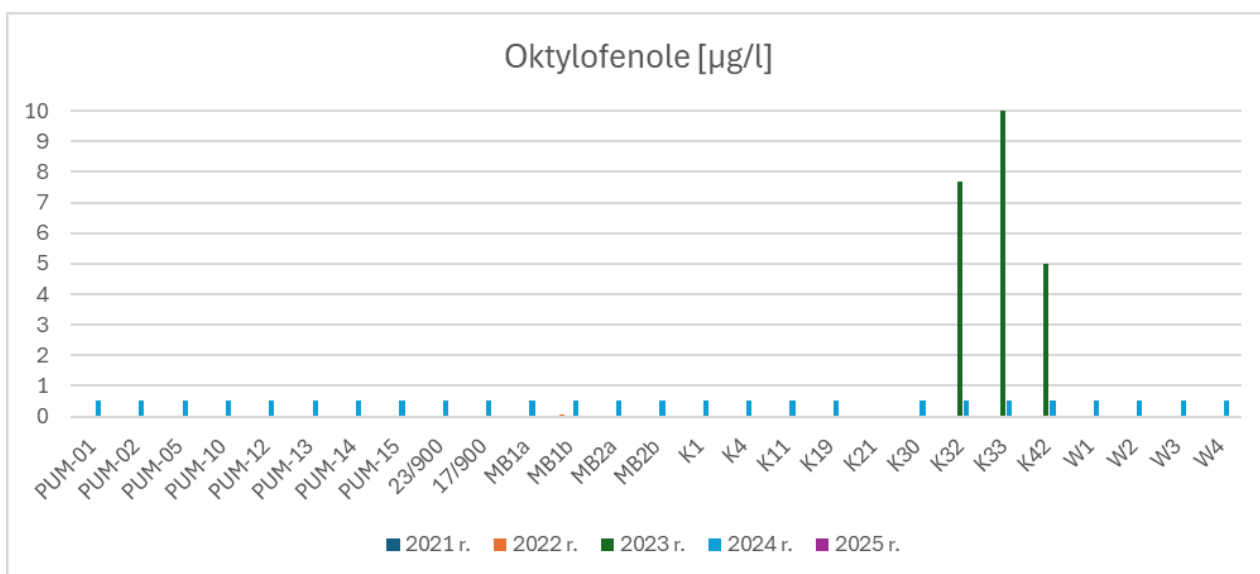
Rys. 6. Zmienność stężenia chloroaniliny w punktach pomiarowych w latach 2018-2025



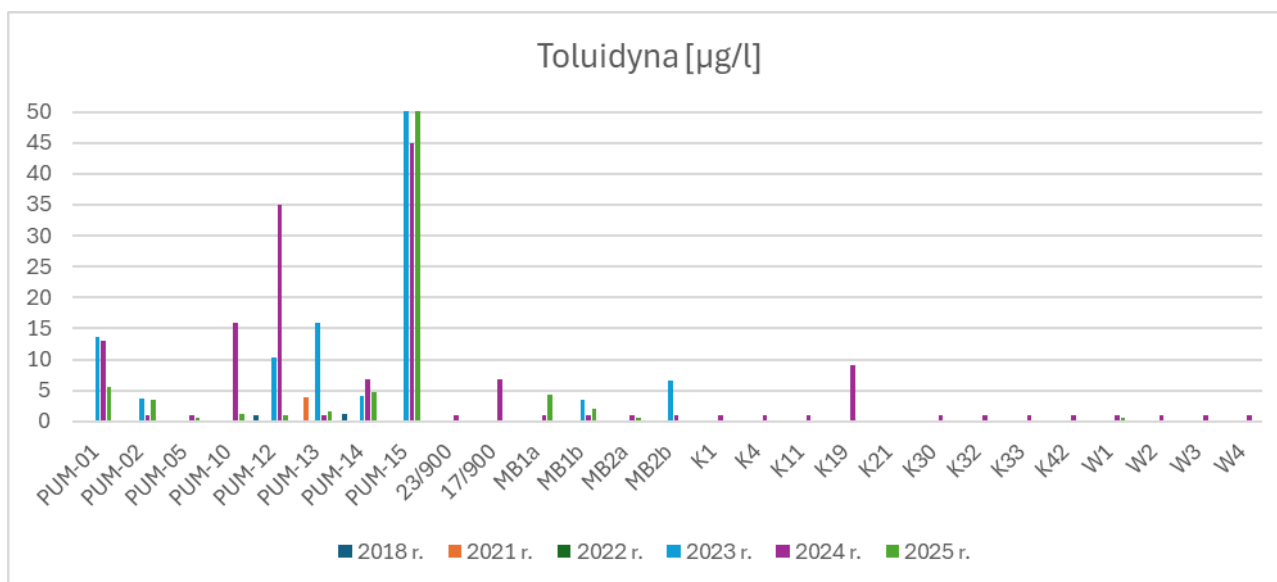
Rys. 7. Zmienność stężenia hydroksybifenyle w punktach pomiarowych w latach 2018-2025



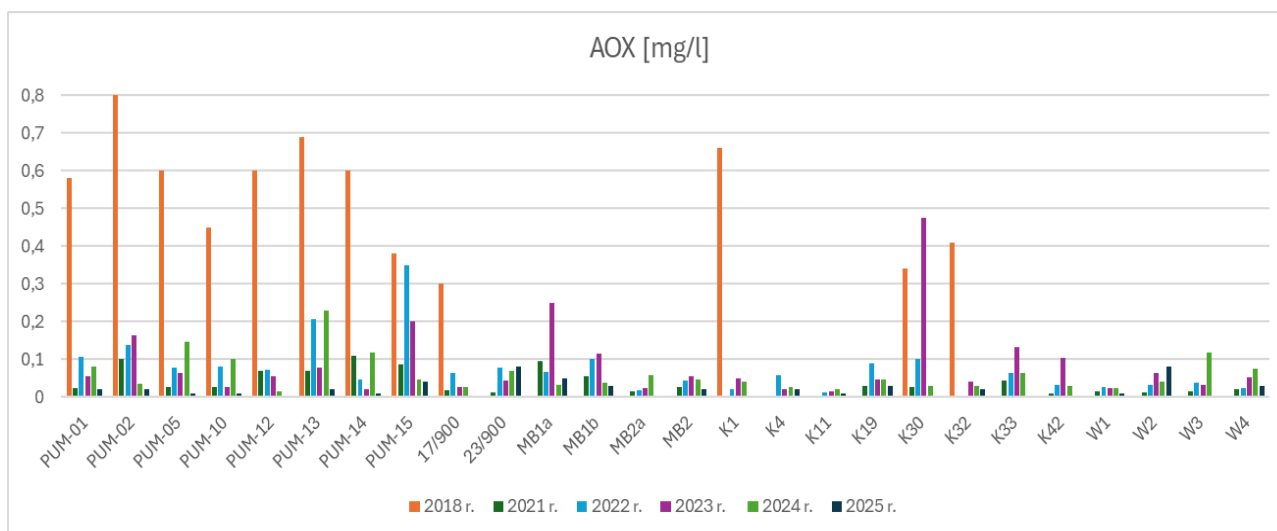
Rys. 8. Zmienność stężenia nitrobenzenu w punktach pomiarowych w latach 2018-2025



Rys. 9. Zmienność stężenia oktylofenoli w punktach pomiarowych w latach 2018-2025



Rys. 10. Zmienność stężenia toluidyny w punktach pomiarowych w latach 2018-2025



Rys. 11. Zmienność stężenia AOX w punktach pomiarowych w latach 2018-2025

Analiza danych pomiarowych dla lat 2018-2025 wskazuje na wyraźną, długookresową poprawę stanu jakościowego wód w monitorowanych punktach. Przeważająca część analizowanych parametrów chemicznych wykazuje tendencję malejącą, co świadczy o ograniczeniu ładunku zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska wodnego.

W latach 2018-2021 notowano jeszcze podwyższone wartości przewodności elektrolitycznej właściwej oraz wybranych substancji organicznych. Od roku 2022 widoczna jest stabilizacja większości wskaźników na poziomach niskich, z utrzymującym się trendem spadkowym. Szczególnie dotyczy to parametrów takich jak AOX, ogólny węgiel organiczny (TOC), indeks fenolowy, anilina, oktylofenole oraz difenylosulfon, które w ostatnich latach osiągają wartości bliskie granicy oznaczalności.

W roku 2023 odnotowano krótkotrwałe podwyższenia stężeń kilku związków (m.in. toluidyny, nitrobenzenu, oktylofenoli, chloroaniliny). Miały one charakter incydentalny i nie utrzymywały się w latach kolejnych. Dane z lat 2024-2025 wskazują na spadek stężeń do poziomów niskich lub bardzo niskich, choć w części punktów nadal notuje się obecność tych specyficznych substancji.

Należy podkreślić, że pomimo stabilizacji wyników, ogólny stan chemiczny wód pozostaje niezadowolający, a obserwowane zmiany, choć korzystne, nie są na tyle istotne, aby wskazywać na wyraźną poprawę środowiskową.

6. Podsumowanie i wnioski

Niniejszy *Raport z monitoringu wód podziemnych i powierzchniowych na terenie osiedla Łęgnowo Wieś w Bydgoszczy w 2025 roku* opracowany został przez firmę DEKONTA Polska Sp. z o.o. na zamówienie Miasta Bydgoszcz.

Celem przeprowadzonego monitoringu była bieżąca obserwacja odnotowywanego od wielu lat napływu zanieczyszczeń wód podziemnych migrujących z obszaru dawnego *Zachemu* i ich migracji w kierunku osiedla Łęgnowo Wieś, w kontekście oceny oddziaływania na mieszkańców osiedla jak i pogorszenia stanu jakości środowiska gruntowo-wodnego.

W przypadku monitoringu osiedla Łęgnowo Wieś celem jest stała obserwacja jakości środowiska gruntowo-wodnego w związku ze stwierdzonym wysokim ryzykiem zagrożenia zdrowotnego mieszkańców miasta i środowiskowego na terenach miejskich, a wyniki tego monitoringu są brane pod uwagę przy wyznaczaniu dalszych kierunków badań migracji zanieczyszczeń, oceny postępu prac remediacyjnych lub oceny presji antropogenicznej na jakość jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych.

Zadanie polegało na przeprowadzeniu badań analitycznych wód podziemnych oraz powierzchniowych na terenie osiedla Łęgnowo Wieś w Bydgoszczy. W ramach prac terenowych w dniach 14-16 października 2025 roku dokonano poboru łącznie 27 prób wód podziemnych i 6 prób wód powierzchniowych z miejsc wskazanych przez Zamawiającego.

Przed poborem prób wód podziemnych w otworach piezometrycznych dokonano pomiaru położenia zwierciadła wody za pomocą sondy hydrogeologicznej. Bezpośrednio podczas akredytowanego poboru prób wód podziemnych i powierzchniowych wykonane zostały terenowe pomiary parametrów fizykochemicznych takich jak: temperatura, odczyn pH, przewodność elektrolityczna właściwa, potencjał redox i zawartość tlenu rozpuszczonego.

Dla wszystkich pobranych 33 próbek wód podziemnych i powierzchniowych przeprowadzono badania laboratoryjne w zakresie:

- substancje nieorganiczne: Ca, Mg, Na, K, Cl, SO₄, HCO₃, PO₄, NO₃, NO₂, NH₄, As, Al, B, Ba, Cr, Co, Cu, Fe, Li, Mn, Ni, Sb, Sr,
- substancje organiczne: ogólny węgiel organiczny (TOC), fenol, anilina, składniki BTEX (benzen, toluen, etylobenzen, ksylen), difenylosulfon, chloroanilina, hydroksybifenyle, nitrobenzen, oktylofenole, toluidyna, suma WWA, suma AOX, PCE i TCE.

Zakres wykonanych badań odnosił się bezpośrednio do specyficznych warunków związanych z funkcjonowaniem dawnych Zakładów Chemicznych *Zachem*. Badane próby wód podziemnych i powierzchniowych zostały poddane analizom chemicznym w zakresie występowania związków organicznych i nieorganicznych, stwierdzonych w badaniach archiwalnych na terenie osiedla Łęgnowo Wieś.

W niniejszym opracowaniu oceny stanu wód podziemnych i powierzchniowych dokonano na podstawie Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 roku w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części

wód podziemnych (Dz. U. z 2019 r., poz. 2148). Klasyfikacja elementów fizykochemicznych stanu wód podziemnych obejmuje pięć klas jakości wód podziemnych.

W próbach wody pobranych z 11 punktów monitoringowych (PUM-05, PUM-10, MB1a, MB2, K4, K10 (K11), K19, K33, K42, W1 i W3) wartości badanych elementów fizykochemicznych nie przekraczają wartości granicznych określonych dla III klasy jakości wód podziemnych. Wody z tych punktów charakteryzują się dobrym stanem chemicznym.

Uzyskane wyniki analiz laboratoryjnych dla pozostałych 22 pobranych prób wody pozwoliły zakwalifikować je, na podstawie Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 roku w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. z 2019 r., poz. 2148) do IV lub V klasy jakości wód podziemnych - wody niezadawalającej i złej jakości. Wody te charakteryzują się słabym stanem chemicznym.

Analizy laboratoryjne wykazały, że większość parametrów nieorganicznych mieści się w zakresach charakterystycznych dla naturalnych warunków hydrogeochemicznych, odpowiadających głównie I-II klasie jakości wód. Stężenia głównych kationów oraz chlorków i siarczanów wskazują na wody typu wodorowęglanowo-wapniowego, a obserwowane zmienności przypisuje się procesom naturalnym (wymywanie, wymiana jonowa).

Związki biogenne (azotany, azotyny, amon) występują przeważnie na bardzo niskich poziomach - sporadyczne wyższe wartości azotanów mają charakter lokalny.

Większość oznaczonych metali (As, B, Ba, Cr, Co, Cu, Ni, Sb) występuje w stężeniach niskich, odpowiadających I-II klasie jakości. Wyższe wartości dotyczą jedynie glinu (V klasa w punkcie K33) oraz manganu, dla którego część próbek odpowiada V klasie, co wiąże się z lokalnymi warunkami redukcyjnymi. Stężenia żelaza były zróżnicowane, z najwyższymi wartościami w II klasie jakości. Parametry takie jak lit i stront odnotowano na bardzo niskich poziomach.

Wyniki analiz wskazują na znaczną zmienność stężeń związków organicznych oraz miejscami wyraźne oddziaływanie antropogeniczne. Stężenia TOC odpowiadają najczęściej II-III klasie jakości, jednak w kilku punktach (m.in. PUM-02, PUM-15, 29/900, W4, K30r) odnotowano wartości kwalifikujące wody do IV-V klasy.

Fenole w większości próbek występują na poziomie $<0,01$ mg/l (I-III klasa). Podwyższenia stwierdzono jedynie lokalnie, w tym V klasę jakości w PUM-04. Benzen notowano sporadycznie, z maksymalną wartością $9,6$ μ g/l (IV klasa). Pozostałe BTEX oraz chlorowane rozpuszczalniki (tri- i tetrachloroeten) pozostają poniżej granic oznaczalności.

Związki AOX przekroczone w dwóch próbkach (23/900, W2). Najwyższe stężenia aniliny wystąpiły w PUM-15 i MB1b, a dodatkowe oznaczenia wykazały obecność chloroanilin, hydroksybifenyli i toluidyny – substancji typowych dla historycznej działalności *Zachemu*.

Spośród 22 próbek poddanych ocenie stanu chemicznego, 10 zaklasyfikowano do IV-V klasy wyłącznie z powodu zanieczyszczeń organicznych. Świadczy to o istotnym wpływie historycznych źródeł przemysłowych na jakość wód podziemnych.

Wody w większości punktów charakteryzują się trwale niską jakością, co może wynikać z warunków geochemicznych, źródeł antropogenicznych, warunków hydrogeologicznych lub specyfiki gruntów. Zmienność jakości i składu chemicznego wód widoczna w niektórych punktach (np. K19, PUM-10, W2) może wynikać przede wszystkim ze zmian dopływu i cyrkulacji wód podziemnych oraz z naturalnej sezonowej zmienności poziomu wód

gruntowych. Czynniki te wpływają na stopień kontaktu wód z warstwami geologicznymi, a tym samym na wymywanie lub akumulację zanieczyszczeń. Dodatkowo lokalne uwarunkowania geologiczne i okresowa presja antropogeniczna mogą wzmacniać obserwowane wahania parametrów. Punkty pomiarowe z zaobserwowaną poprawą (np. W1, PUM-05) pokazują, że lokalne procesy naturalne lub ograniczenie presji środowiskowej mogą prowadzić do częściowej regeneracji jakości wód.

Podsumowując wyniki monitoringu dla lat 2021-2025 oraz dla stanu „0” stwierdzono, że dominującą klasą jakości wód podziemnych w badanym obszarze jest klasa IV i V, co wskazuje na słabą jakość wód w większości punktów pomiarowych. Stan chemiczny określony został głównie jako słaby, jedynie w wybranych punktach (m.in. PUM-05, PUM-10, MB2, W1) odnotowano okresową poprawę do stanu dobry.

W latach 2018-2025 jakość wody w punktach pomiarowych ulegała stopniowej poprawie. Większość wskaźników chemicznych wykazuje trendy spadkowe, szczególnie po roku 2021. Wartości takich parametrów, jak AOX, TOC, fenole, anilina, difenylosulfon, oktylofenole czy przewodność elektrolityczna właściwa (PEW), systematycznie malały. Rok 2023 był okresem czasowych wzrostów wybranych związków organicznych (m.in. toluidyny, oktylofenoli, nitrobenzenu), jednak zjawisko to miało charakter epizodyczny i nie utrzymało się w czasie. Dane z lat 2024-2025 wskazują na spadek stężeń do poziomów niskich lub bardzo niskich, choć w części punktów nadal notuje się obecność tych specyficznych substancji.

Należy podkreślić, że pomimo stabilizacji wyników, ogólny stan chemiczny wód pozostaje niezadowolający, a obserwowane zmiany, choć korzystne, nie są na tyle istotne, aby wskazywać na wyraźną poprawę środowiskową.