Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna
państwowa służba hydrogeologiczna

Raport z badań wykonanych w celu identyfikacji ogniska zanieczyszczenia wód podziemnych związkami chlorowcopochodnymi w gminach Grodzisk Mazowiecki i Milanówek, woj. mazowieckie

Wykonano w ramach realizacji zadania p.n. ”Prowadzenie działań zespołu ds. badań zasięgów zanieczyszczeń zaistniałych w wyniku zdarzeń incydentalnych, awarii lub katastrof (art.380 pkt. 7 i 8 ustawy Prawo Wodne)

Zespół autorski:
[redacted]

Kierownik Zakładu Monitoringu Wód Podziemnych:
[redacted]

Warszawa, październik 2024 r.

pgi.gov.pl

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000, biuro@pgi.gov.pl

Sąd Rejonowy dla m. st. Warszawy w Warszawie
XIII Wydział Gospodarczy KRS, Nr 0000122099
NIP 525-000-80-40

Zespół wykonawców:



Spis treści

1 Wstęp 7

2 Cel prowadzonych prac 7

3 Charakterystyka związków zanieczyszczających 7

4 Normy prawne dotyczące dopuszczalnych zawartości lotnych związków organicznych w gruntach i wodach podziemnych 9

4.1 Grunty 9

4.2 Wody podziemne 10

5 Opis obszaru badań 11

5.1 Budowa geologiczna 12

5.2 Warunki hydrogeologiczne 12

6 Wykonane prace 13

6.1 Wyniki prac kameralnych i terenowych 14

6.1.1 Strefa A: Obszar dawnej Fabryki Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM" 16

6.1.2 Strefa B: Obszar na zachód i północny-zachód od dawnej Fabryki Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM" 17

6.1.3 Strefa C: Obszar na południe od dawnej fabryki „MIFAM" 18

6.1.4 Strefa D: Obszar na północ i północny-wschód od dawnej fabryki „MIFAM" 19

6.2 Badania modelowe 20

6.2.1 Granice obszaru badań modelowych 20

6.2.2 Schematyzacja warunków hydrogeologicznych, parametry modelu 21

6.2.3 Warunki brzegowe 21

6.2.4 Algorytm obliczeniowy 22

6.2.5 Przyjęte założenia 22

6.2.6 Wyniki tarowania 22

6.2.7 Model transportu masy 23

6.2.8 Wyniki badań modelowych 24

7 Wnioski i rekomendacje 32

8 Literatura i źródła informacji 35

Spis załączników

1. [redacted]

1 Wstęp

Niniejszy raport opracowano w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym. Opisane w opracowaniu prace i badania wykonano w ramach statutowych zadań państwowej służby geologicznej, jakie wynikają z Ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. - Prawo wodne (Dz.U. 2024 poz. 1087). Przeprowadzone prace i badania sfinansowano ze środków budżetu Państwa.

W grudniu 2023 roku Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Grodzisku Mazowieckim (ZWiK Sp. z o.o. Grodzisk Mazowiecki) zwrócił się do Państwowego Instytutu Geologicznego - Państwowego Instytutu Badawczego (PIG-PIB) z prośbą o pomoc w ustaleniu przyczyn zanieczyszczenia chlorkiem winylu wody podziemnej ujmowanej studniami ujęcia miejskiego. W próbkach wody podziemnej ze studni [redacted] oraz [redacted] ujęcia „Cegielniana" należącego do ZWiK Sp. z o.o. Grodzisk Mazowiecki wykryto chlorek winylu w stężeniach odpowiednio (18 µg/l; 3,86 µg/l; 0,36 µg/l). W przypadku dwóch pierwszych studni wartość przekraczała dopuszczalne stężenie dla wód pitnych, określone w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. *w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi* (Dz.U. 2017 poz. 2294) - norma wynosi 0,5 µg/l.

Z analizy wyników badań próbek wód podziemnych pobieranych przez Powiatową Stację Sanitarno-Epidemiologiczną w Grodzisku Mazowieckim z obszaru Grodziska Mazowieckiego i Milanówka wynikało, że związki chlorowcopochodne obecne są w wodzie dystrybuowanej miejską siecią wodociągową już od dekady. Do roku 2023 poziomy wykrywanych stężeń mieściły się jednak w granicach normy dla wód pitnych. Wyniki badań próbek wód pobieranych z obszaru Grodziska Mazowieckiego wykazały obecność 1,2-dichloroetanu w próbce wody pobranej w roku 2016, zaś pierwszą obecność chlorku winylu wykryto w roku 2020. W roku 2023 zaobserwowano również obecność związków tri- i tetrachloroetenu. Od roku 2012 w próbkach wody pobranych z obszaru Milanówka wykrywano związki tri- i tetrachloroetenu. Obecnie obserwowany jest wzrost stężeń związków chlorowcopochodnych w wodzie surowej w studniach ujęć komunalnych „Cegielniana" i „Na Skraju" powyżej dopuszczalnej normy jakości dla wód pitnych.

Na podstawie zgłoszeń dokonanych w lutym br. przez władze samorządowe Grodziska Mazowieckiego i Milanówka, PIG-PIB podjął działania interwencyjne. Równolegle, w celu identyfikacji przyczyny zanieczyszczenia wód podziemnych, badania jakości wody w studniach prowadzone były przez Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Grodzisku Mazowieckim Sp. z o.o. Grodzisk Mazowiecki oraz Milanowskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. (PWiK Sp. z o.o. Milanówek).

2 Cel prowadzonych prac

Celem prowadzonych prac było zidentyfikowanie ogniska zanieczyszczenia wód podziemnych, wyznaczenie kierunków jego migracji oraz określenie przybliżonego zasięgu obszaru zanieczyszczenia.

3 Charakterystyka związków zanieczyszczających

W wyniku przeprowadzonych prac rozpoznano zanieczyszczenie środowiska gruntowo-wodnego lotnymi substancjami organicznymi (VOC), w tym związkami chlorowcopochodnymi (tetrachloroeten, trichloroeten, 1,2-dichloroetan, chlorek winylu, chloroform, 1,1,2,2-tetrachloroetan, 1,1-dichloroeten, cis 1,2-dichloroeten, trans 1,2-dichloroeten, 1,1,2-trichloroetan) oraz węglowodorami aromatycznymi (BTEX: benzen, toluen, etylobenzen, ksyleny).

Związki chlorowcopochodne mają szerokie zastosowanie w przemyśle jako rozpuszczalniki, środki czyszczące, płyny do czyszczenia chemicznego na sucho i odtłuszczania powierzchni metalowych oraz jako półprodukty przy wytwarzaniu szeregu syntetycznych substancji organicznych. Charakteryzują się niską rozpuszczalnością w wodzie oraz łatwym przechodzeniem w fazę gazową. Związki te uważane są za składniki rakotwórcze (https://www.who.int/publications/m/item/chemical-fact-sheets--vinyl-chloride). Najczęściej badane i wykrywane są związki tetrachloroeten, trichloroeten, dichloroetan i chlorek winylu.

- Tetrachloroeten to bezbarwna ciecz o wysokiej gęstości (1,62 g/l) i słodko eterycznym zapachu. Jest szeroko używany jako rozpuszczalnik do czyszczenia chemicznego i surowiec do produkcji innych syntetycznych substancji organicznych. Charakteryzuje się wysoką lotnością, szybko paruje z wody do atmosfery. Wysoka gęstość powoduje, że po przedostaniu się do wód podziemnych tetrachloroeten „tonie" i gromadzi się przy spągu warstwy wodonośnej. Tetrachloroeten może ulegać powolnej biodegradacji, w warunkach anaerobowych przechodząc przez trichloroeten, dichloroetan, chlorek winylu i eten do metanu. Obecność chlorku winylu jest zazwyczaj uznawana za wskaźnik, że zanieczyszczenie jest stare i uległo w znacznej mierze biodegradacji [1].
- Trichloroeten charakteryzuje się podobnymi właściwościami co tetrachloroeten, jest to ciecz o wysokiej gęstości (1,46 g/l) i zapachu chloroformu. Jego wysoka lotność sprawia, że szybko ulatnia się do atmosfery, wraz z opadami może zasilać wody podziemne [1].
- Dichloroetan, podobnie jak tetrachloreten i trichloroeten jest bezbarwną cieczą o gęstości 1,25 g/l i zapachu podobnym do chloroformu. Wykorzystywany najczęściej do produkcji chlorku winylu (podstawowego monomeru do produkcji polichlorku winylu czyli PVC), jako rozpuszczalnik, środek czyszczący oraz dawniej do produkcji pestycydów [2].
- Chlorek winylu jest bezbarwnym łatwopalnym gazem o lekko słodkim zapachu. Słabo rozpuszcza się w wodzie. Jest cięższy od powietrza i może rozprzestrzeniać się w środowisku, w szczególności w wodach podziemnych na duże odległości od pierwotnego źródła. Gdy przedostanie się do gruntu nie jest absorbowany w glebie, ale łatwo migruje do wód podziemnych, gdzie może zostać rozłożony do dwutlenku węgla i jonów chlorkowych lub pozostać niezmieniony przez miesiące lub lata. Jak wcześniej wspomniano może być produktem rozpadu tetrachloroetenu. Głównie wykorzystywany jest do produkcji polichlorku winylu (PCV) oraz chlorowanych rozpuszczalników. Groźne dla zdrowia jest zarówno picie jaki i wdychanie oparów wody zanieczyszczonej chlorkiem winylu [2].

Ze względu na trwałość i toksyczność, związki chlorowcopochodne mogą stanowić poważne zagrożenie dla środowiska, szczególnie dla wód podziemnych, gdyż są trudno biodegradowalne i mają zdolność do bioakumulacji.

Lotne węglowodory aromatyczne (BTEX) są związkami ropopochodnymi. W postaci fazy ciekłej (LNAPL) są to przeźroczyste, bezbarwne ciecze o charakterystycznym, aromatycznym zapachu. Gęstości od 0,864 do 0,873 g/cm3 świadczą o tym, że są one lżejsze od wody i będą pływać na zwierciadle wody podziemnej. Cechą charakterystyczną BTEX jest ich lotność. Głównymi źródłami BTEX w wodach podziemnych są depozycje atmosferyczne, przecieki z instalacji transportujących i magazynujących ropę i substancje ropopochodne w procesach transportu, produkcji i magazynowania. BTEX są również wykorzystywane w wielu gałęziach przemysłu chemicznego [1], są składnikami rozpuszczalników, farb, lakierów, środków czyszczących.

- Benzen jest przejrzystą, bezbarwną i łatwopalną cieczą o słodkim zapachu przypominającym benzynę. Występuje w powietrzu w wyniku spalania paliw, takich jak węgiel, benzyna i drewno. Benzen jest powszechny w paliwie bezołowiowym, gdzie jest dodawany jako substytut ołowiu, umożliwiając płynniejszą pracę. Benzen charakteryzuje się dużą rozpuszczalnością w wodzie [1].
- Toluen, znany również jako metylobenzen, jest bezbarwną cieczą, o silnym, podobnym do rozpuszczalnika zapachu. Toluen jest niedrogi i prosty w produkcji, jest szeroko stosowany w procesach przemysłowych jako rozpuszczalnik. W zastosowaniach nieprzemysłowych, toluen można znaleźć w benzynie jako wzmacniacz oktanowy oraz w klejach, rozpuszczalnikach i żywicach.
- Etylobenzen jest to ciecz otrzymywana ze smoły węglowej i ropy naftowej. Stosowany jest w syntezie organicznej przy produkcji np. styrenu, polisterynu jak również jako rozpuszczalnik i wysokooktanowy składnik paliw silnikowych.
- Ksylen jest terminem używanym do opisania trzech izomerów benzenu dimetylowego: m-ksylenu, p-ksylenu i o-ksylenu. Zazwyczaj stężenia każdego z nich są sumowane jako całkowita ilość ksylenów. Ksylen jest rafinowany z ropy naftowej i jest przejrzystą, tłustą cieczą. Ksylen jest szeroko stosowany w produkcji plastikowych butelek i odzieży z poliestru oraz jako rozpuszczalnik o szerokim zakresie zastosowań, od czyszczenia płytek drukowanych do rozcieńczania farb i lakierów.

Rozpuszczalność w wodzie toluenu, etylobenzenu i ksylenów jest dużo niższa niż benzenu, ale wyższe niż węglowodorów alifatycznych. Stąd mniejsze zagrożenie dla migracji w formie rozpuszczonej w wodzie podziemnej. Podczas migracji w wodach podziemnych BTEX mogą ulegać opóźnieniu w wyniku sorpcji, rozpadowi pod wpływem biodegradacji, a w płytkich warstwach wodonośnych ulatnianiu do strefy aeracji [1].

4 Normy prawne dotyczące dopuszczalnych zawartości lotnych związków organicznych w gruntach i wodach podziemnych

4.1 Grunty

Dopuszczalne stężenia lotnych związków organicznych w glebach i gruntach reguluje Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. *w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi* (Dz. U. 2016 poz. 1395), które określa dopuszczalną zawartość substancji powodujących ryzyko szczególnie istotne dla ochrony powierzchni ziemi, ich dopuszczalne zawartości w glebie oraz dopuszczalne zawartości w ziemi, zróżnicowane dla poszczególnych właściwości gleby oraz grup gruntów, wydzielonych w oparciu o sposób ich użytkowania.

Zgodnie ze sposobem użytkowania gruntów, uwzględniając głębokość pobieranych próbek >0,25 m p.p.t. za ww. Rozporządzeniem, na badanym obszarze przyjęto zaliczenie gruntów do grupy I (tereny mieszkaniowe, inne tereny zabudowane, zurbanizowane tereny niezabudowane lub w trakcie zabudowy, grunty rolne zabudowane, tereny rekreacyjne i wypoczynkowe) oraz grupy IV (tereny przemysłowe, tereny komunikacyjne) na poziomie:

Tabela 1 Dopuszczalne wartości stężeń węglowodorów aromatycznych w gruntach, zgodnie z RMŚ z dn. 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz. U. 2016 poz. 1395)

Lp.	Substancja	Dopuszczalne zawartości substancji powodujących ryzyko z podziałem na grupy gruntów oraz wodoprzepuszczalność gleby i ziemi*)			
		Grupa gruntów I, II, III		Grupa gruntów IV	
		Wartość wyższa lub równa $1x10^{-7}$ m/s	Wartość niższa niż $1x10^{-7}$ m/s	Wartość wyższa lub równa $1x10^{-7}$ m/s	Wartość niższa niż $1x10^{-7}$ m/s
WĘGLOWODORY AROMATYCZNE					
1	Benzen	1	25	3	150
2	Etylobenzen	1	75	10	250
3	Toluen	1	75	5	230
4	Ksyleny**)	1	35	5	150
5	Styren	1	5	2	100
WĘGLOWODORY CHLOROWANE					
1	Alifatyczne chlorowane***)	0,1	5	1	20
2	Dichloroeten	0,1	5	0,1	5
3	Trichloroeten	0,1	5	0,1	5
4	Tetrachloroeten	0,1	5	0,1	5

*) Wodoprzepuszczalność gleby i ziemi określa się wartością współczynnika filtracji.

**) Ortoksylen, metaksylen, paraksylen.

***) Indywidualne związki: dichlorometan, trichlorometan, tetrachlorometan, chloroetan, 1,2-dichloroetan, 1,1,2-trichloroetan, 1,1,2,2-tetrachloroetan.

4.2 Wody podziemne

Dopuszczalne stężenia lotnych związków organicznych w wodach podziemnych regulują wymienione poniżej akty prawne:

Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. *w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych* (Dz. U. 2019 poz. 2148) określa następujące wartości graniczne dla słabego stanu wód podziemnych:

- tetrachloroeten powyżej 50 µg/l;
- trichloroeten powyżej 50 µg/l;
- benzen powyżej 10 µg/l;
- BTEX powyżej 100 µg/l;

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 7 grudnia 2017 r. *w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi*, (Dz. U. 2017 poz. 229), określa wartości graniczne dla wód pitnych na poziomie:

- 1,2-dichloroetan - 3 µg/l;
- chlorek winylu - 0,5 µg/l;
- suma trichloroetenu i tetrachloroetenu - 10 µg/l;
- benzen - 1 µg/l;

5 Opis obszaru badań

Obszar badań obejmuje wschodnią część Grodziska Mazowieckiego i zachodnią część Milanówka, sięgając od ujęcia wód podziemnych „Zachodnia" (PWiK Sp. z o.o. Milanówek) na północy, po miejscowości Kady i Opypy na południu. Na zachód sięga do studni [redacted] ujęcia „Cegielniana" (ZWiK Sp. z o.o. Grodzisk Mazowiecki), a na wschód poza dawną Fabrykę Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM" w Milanówku. Obszar badań przedstawiono na rycinie poniżej.



Rycina 1 Obszar objęty badaniami w ramach interwencji na terenie gmin Grodzisk Mazowiecki i Milanówek

5.1 Budowa geologiczna

Omawiany obszar znajduje się w południowo-zachodniej części struktury zwanej niecką mazowiecką. Jest to obniżenie w utworach mezozoicznych wypełnione osadami trzeciorzędowymi, których strop charakteryzuje się zróżnicowanymi głębokościami występowania. Związane jest to z przebiegającą przez wschodnią część opisywanego obszaru i rozciągającą się dalej na wschód doliną kopalną zwaną rynną brwinowską. W obrębie tej struktury utwory czwartorzędowe osiągają znacznie większe miąższości niż w zachodniej części obszaru badań, gdzie utwory trzeciorzędowe znajdują się tuż pod powierzchnią. W konsekwencji miąższość osadów czwartorzędowych, a co za tym idzie utworów wodonośnych stanowiących główny użytkowy poziom wodonośny na tym obszarze, jest bardzo zmienna, od kilku do kilkunastu metrów w zachodniej oraz północnej części omawianego obszaru, oraz do 70-90 m w rejonie centralnym.

5.2 Warunki hydrogeologiczne

W obrębie opisywanego obszaru występują dwa piętra wodonośne stanowiące źródło zbiorowego zaopatrzenia w wodę - czwartorzędowe i trzeciorzędowe. Trzeciorzędowe utwory wodonośne to przede wszystkim oligoceńskie piaski i żwiry z glaukonitem i fosforytami występujące na głębokości ponad 160 m poniżej powierzchni terenu.

Poziom ten ze względu na dużą miąższość utworów izolujących w nadkładzie jest dobrze chroniony przed przenikaniem zanieczyszczeń z powierzchni oraz z wyżej leżących warstw wodonośnych.

Wody podziemne poziomu czwartorzędowego stanowią główne źródło zaopatrzenia w wodę w obrębie badanego obszaru. Występuje ono w piaskach i żwirach pochodzenia lodowcowego, tworzących przeważnie jedną lub więcej warstw wodonośnych, pozostających w bezpośredniej więzi hydraulicznej [3]. Studnie ujęcia „Cegielniana", „Na Skraju" oraz „Zachodnia" ujmują wody podziemne poziomu czwartorzędowego.

Jak wyżej wspomniano, ze względu na położenie obszaru w brzeżnej części struktury kopalnej – rynny brwinowskiej, charakteryzuje się on zmiennością występowania i zróżnicowaną miąższością utworów budujących główny poziom wodonośny. W centralnej części występuje przegłębienie doliny kopalnej o przebiegu NW-SE. Miąższość utworów wodonośnych wynosi tam nawet ponad 40 m i występują one głębiej niż na pozostałym obszarze. W zasięgu obniżenia lub w jego pobliżu, zlokalizowane są niemal wszystkie studnie ujęcia „Cegielniana" (oprócz studni [redacted]), ujęcia „Na Skraju" oraz studnie dawnej fabryki jedwabiu naturalnego [redacted].

W kierunku zachodnim, północno-zachodnim oraz północno-wschodnim od obniżenia, następuje stopniowe zmniejszenie miąższości wodonośnych utworów czwartorzędowych oraz ich wypłycenie. Budowa geologiczna ma tam skomplikowany charakter, następuje wypiętrzenie podłoża plioceńskiego, które miejscami znacznie lub całkowicie redukuje występowanie czwartorzędowych utworów wodonośnych.

Poza opisanymi poziomami wodonośnymi stanowiącymi źródło zbiorowego zaopatrzenia w wodę, na znacznej części obszaru występuje poziom wód gruntowych ujmowany płytkimi studniami prywatnymi, głównie kopanymi. Budują go w szczególności soczewy i spiaszczenia w obrębie utworów słaboprzepuszczalnych, w mniejszym stopniu regularne warstwy piaszczyste o ciągłym rozprzestrzenieniu. Poziom wód gruntowych występuje na głębokości 2-5 m, charakteryzuje się niedużą miąższością i relatywnie słabą zasobnością. Z uwagi na brak, lub niewielką izolację, jest on szczególnie narażony na zanieczyszczenia przenikające z powierzchni terenu.

Zgodnie z opisem warunków hydrogeologicznych zawartych w Mapie Hydrogeologicznej Polski 1:50 000, arkusz nr 558 Grodzisk Mazowiecki [3], dominującym kierunkiem przepływu wód podziemnych w badanym obszarze jest kierunek północny.

6 Wykonane prace

Przeprowadzone prace obejmowały analizę materiałów archiwalnych, kartowanie hydrogeologiczne i sozologiczne, sondowania badawcze oraz opracowanie modelu matematycznego obrazującego dynamikę wód podziemnych na wyznaczonym obszarze.

W ramach prac kameralnych:

- zebrano i przeanalizowano materiały archiwalne (profile geologiczne, mapy, przekroje i dokumentacje geologiczne);
- pozyskano dokumentacje dotyczące miejskich ujęć wód podziemnych w Milanówku oraz Grodzisku Mazowieckim, wyniki badań wody na ujęciach oraz informacje dot. gospodarki wodno-ściekowej na podległych im obszarach;
- przeanalizowano wyniki badań związków organicznych w próbkach wody pitnej otrzymane z Powiatowej Stacji Sanitarno - Epidemiologiczej w Grodzisku Mazowieckim dla obszaru gmin Grodzisk Mazowiecki i Milanówek;
- zebrano informacje dotyczące działalności, w tym działalności przemysłowej, jaka miała i ma miejsce na terenie Grodziska Mazowieckiego, Milanówka i na terenach położonych na południe od tych miejscowości i która potencjalnie mogła spowodować zanieczyszczenie środowiska gruntowo-wodnego związkami chlorowcopochodnymi;
- pozyskano i przeanalizowano materiały posiadane przez obecnego właściciela terenu po dawnej Fabryce Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM" - [redacted] (szczegółowe mapy terenu, wyniki badań geotechnicznych i raport środowiskowy);
- sporządzono numeryczny model transportu masy, opis modelu zawarty został w rozdziale 6.2.

W ramach prac terenowych wykonano:

- kartowanie hydrogeologiczne, które obejmowało inwentaryzację istniejących studni kopanych i wierconych oraz pomiary położenia zwierciadła wody podziemnej. Kartowanie odbyło się w kilku etapach, zinwentaryzowano łącznie 68 studni;
- kartowanie sozologiczne polegające na identyfikacji obiektów, które potencjalnie mogły zanieczyścić wody podziemne opisywanymi związkami;
- sondowania badawcze mające na celu rozpoznanie stanu środowiska gruntowo-wodnego. Wykonano 37 sondowań, w tym: na terenie dawnej Fabryki Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM" oraz w rowach odprowadzających wodę i ścieki z terenu fabryki; na terenie dawniej fabryki jedwabiu naturalnego [redacted]; przy studniach [redacted] ujęcia „Cegielniana"; w rowie przebiegającym przy studni [redacted] ujęcia „Cegielniana" oraz na prywatnej posesji przy ulicy [redacted]. Łącznie pobrano 39 próbek gruntu;
- opróbowanie wód podziemnych na obecność związków chlorowcopochodnych. Odbyło się ono w kilku seriach. Łącznie pobrano 68 próbek wód podziemnych ze studni głębinowych, studni kopanych oraz sondowań badawczych;

Opisane prace terenowe przeprowadzone były przez pracowników Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego posiadających akredytację Polskiego Centrum Akredytacji (PCA) w zakresie poboru próbek gruntu i wód podziemnych.

Badanie laboratoryjne wód i gruntów wykonano w akredytowanym laboratorium Eurofins OBiKŚ Polska Sp. z o.o., ul. Owocowa 8, 40-158 Katowice oraz Dział Laboratoryjny Zakładu Wodociągów i Kanalizacji Sp. Z o.o. ul. Wierzbowa 52, 90-133 Łódź.

W opracowaniu wykorzystano również wyniki badań próbek wody wykonanych na własne potrzeby przez Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Grodzisku Mazowieckim i Milanowskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.

6.1 Wyniki prac kameralnych i terenowych

Wyniki przeprowadzonych prac i badań pozwoliły na zidentyfikowanie głównego ogniska zanieczyszczenia wód podziemnych jakim jest dawna Fabryka Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM" znajdująca się przy ul. Królewskiej w Milanówku. W wyniku działalności fabryki, a w szczególności w wyniku niewłaściwie prowadzonej gospodarki ściekami przemysłowymi, na przestrzeni lat dochodziło do zanieczyszczenia środowiska gruntowo-wodnego związkami chlorowcopochodnymi. Zanieczyszczenie rozprzestrzeniło się na znaczny obszar obejmujący północno-zachodnią część Milanówka oraz wschodnią część Grodziska Mazowieckiego, zagrażając ujęciom zbiorowego zaopatrzenia ludności w wodę oraz studniom prywatnym.

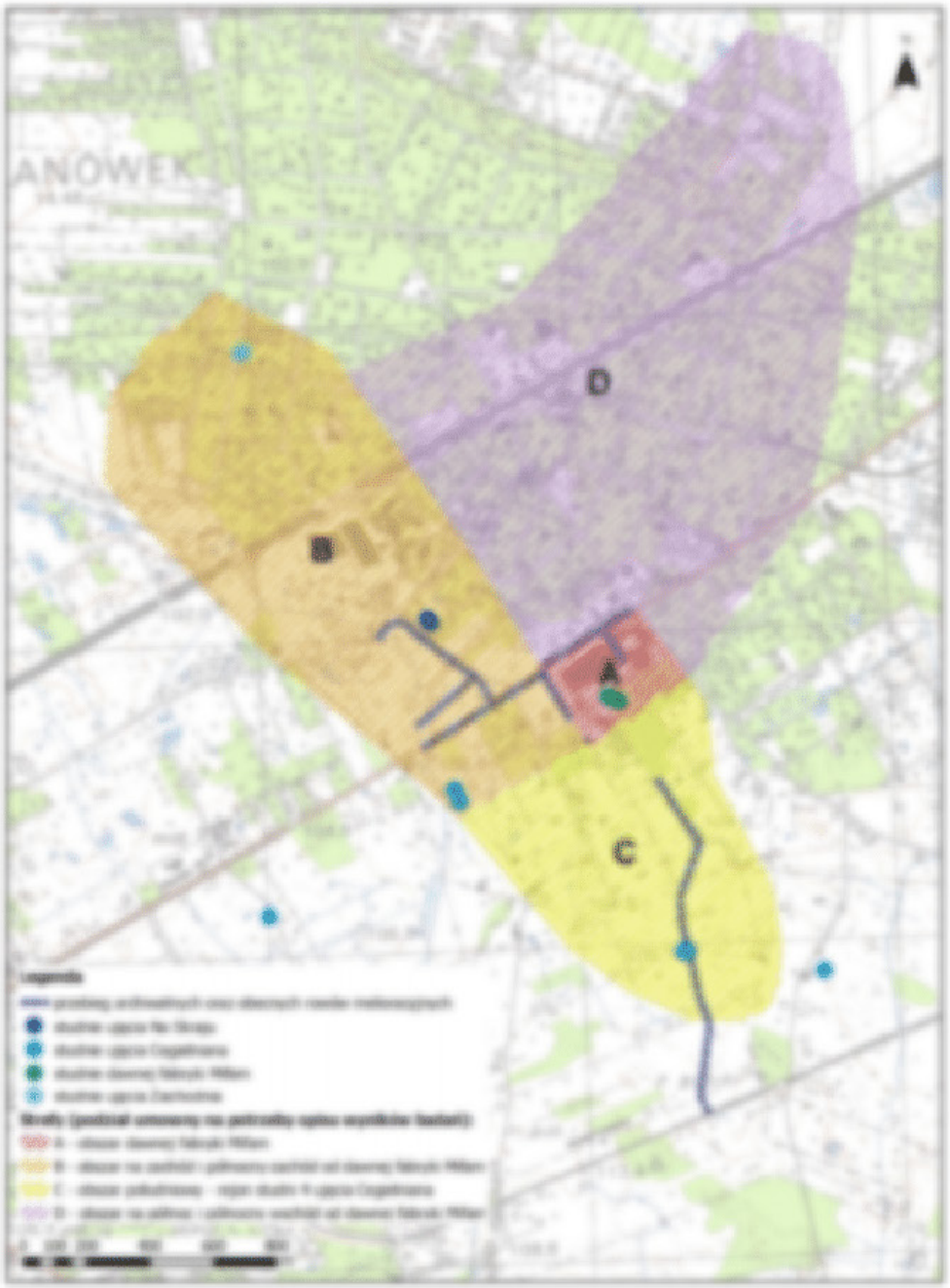
Teren dawnej fabryki „MIFAM" zajmuje obszar ok. 8 ha i zlokalizowany jest po południowej stronie ul. Królewskiej, między ulicami Nowowiejską i Dembowską w Milanówku. Produkcję narzędzi prowadzono od lat 40-tych XX w., aż do roku 2011. Fabryka początkowo funkcjonowała jako mały prywatny zakład, który po II Wojnie Światowej został znacjonalizowany i rozbudowany do dużej wielkości fabryki, w której największa produkcja realizowana była w latach 80-tych i 90-tych XX wieku. W procesie produkcji powszechnie wykorzystywany był tetrachloroeten i trichloroeten, głównie do mycia wytwarzanych materiałów [4]. Na terenie zakładu znajdowała się również galwanizernia. Na podstawie analizy materiałów archiwalnych ustalono, że w początkowych latach funkcjonowania, fabryka nie posiadała oczyszczalni ścieków przemysłowych. Ścieki te, odprowadzane były do rowów melioracyjnych okalających fabrykę oraz wywożone poza jej teren wozami asenizacyjnymi. Dopiero na początku lat 70-tych XX w. powstała oczyszczalnia ścieków przemysłowych, a w latach 80-tych zakład podłączony został do kolektora odprowadzającego ścieki do oczyszczalni w Grodzisku Mazowieckim. Jednakże, z operatu wodnoprawnego dotyczącego poboru wody podziemnej i odprowadzania ścieków z Fabryki Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych w Milanówku wynika, że oczyszczalnia nie miała wystarczającej przepustowości i ścieki nadal wywożone były beczkowozami poza jej teren [4, 5, 6, 7].

Nie jest znane miejsce zrzutu ścieków, jednak jest bardzo prawdopodobne, że dochodziło do niego na obszarach niezabudowanych, nieużytkach, do rowów i zagłębień bezodpływowych. Przypuszcza się, że zanieczyszczenie wody podziemnej ujmowanej w studni [redacted] ujęcia „Cegielniana" jest konsekwencją opisanej gospodarki ściekowej. Na tym etapie prac nie zidentyfikowano dokładnego miejsca/miejsc zrzutu ścieków.

W celu uporządkowania i lepszej wizualizacji wyników przeprowadzonych prac i badań, ich opis został podzielony na 4 strefy obszarowe A, B, C i D (**Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**). Wyniki badań w poszczególnych punktach dokumentacyjnych, omawianych poniżej, przedstawia załącznik nr 1 i 2.

Tabela 2 Charakterystyka obszaru badań

Strefa	Opis strefy
Strefa A	obejmuje teren dawnej Fabryki Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM" i stanowi zidentyfikowane ognisko zanieczyszczenia środowiska gruntowo-wodnego związkami chlorowcopochodnymi
Strefa B	obejmuje obszar znajdujący się na dominującym kierunku spływu wód podziemnych od terenu dawnej fabryki „MIFAM". W strefie B znajdują się trzy ujęcia wód podziemnych zbiorowego zaopatrzenia ludności w wodę, tj. ujęcia Cegielniana, ujęcie Na Skraju i ujęcie Zachodnia
Strefa C	obejmuje obszar znajdujący się na południe od Fabryki „MIFAM", częściowo znajdujący się pod presją nieudokumentowanego ogniska zanieczyszczenia
Strefa D	to obszar na północ i północny wschód od dawnej Fabryki Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM", jest to obszar potencjalnego zanieczyszczenia wód podziemnych wyznaczony na podstawie badań modelowych



Rycina 2 Podział obszaru badań na strefy A-D w celu szczegółowego omówienia wyników badań

6.1.1 Strefa A: Obszar dawnej Fabryki Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM"

Pobrane na terenie dawnej Fabryki Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM" próbki wód podziemnych i gruntów wykazały znaczne zanieczyszczenie związkami chlorowcopochodnymi. Próbki wód podziemnych pobrano z części stropowej czwartorzędowej warstwy wodonośnej (około 5,0 m p.p.t.) oraz z części spągowej, ujętej studniami zakładowymi dawnego „MIFAM-u" (studnie zafiltrowane na głębokości 30,0-50,0 m), a także z głębokiej studni zakładowej ujmującej poziom trzeciorzędowy. Próbki gruntu pobrano z sondowań wykonanych maksymalnie do głębokości 7,5 m.

W południowej części terenu dawnej fabryki „MIFAM" znajdują się 3 studnie głębinowe: dwie czwartorzędowe o głębokości 54,0 m ([redacted]) i 60,0 m ([redacted]) oraz jedna studnia trzeciorzędowa o głębokości 237,3 m ([redacted] Próbki wody ze studni czwartorzędowych zawierały chlorek winylu w stężeniach 15 µg/l ([redacted]) i 0,1 µg/l ([redacted]). W studni oligoceńskiej nie stwierdzono obecności związków chlorowcopochodnych. Wyniki oznaczeń chlorku winylu w próbkach wód podziemnych zamieszczono na Załączniku 1.

Na terenie dawnej Fabryki Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM" wykonano łącznie 7 sondowań (numery od so1 do so7, załącznik 4). Ze względu na zagospodarowanie terenu odstąpiono od wykonania wierceń na terenie, na którym obecnie znajduje się centrum handlowe Vendo Park Milanówek (dawniej wschodnia część fabryki).

Próbki wody podziemnej pobrano z głębokości so1 - 5,5 m; so4 - 5,25 m; so5 – 4,95 m; so6 - 4,3 m; so7 - 5,25 m (załącznik 1), natomiast grunty z głębokości so1 - 5,0 m; so2 - 7,5 m; so3 - 5,5 m; so5 – 4,95 i 7,0 m; so6 - 5,5 m; so7 - 6,5 m (załącznik 2).

Najwyższe stężenia związków chlorowcopochodnych w próbkach wody stwierdzono w sondowaniu so5, zlokalizowanym w północno-wschodniej części obszaru dawnej fabryki, w pobliżu centrum handlowego Vendo Park Milanówek oraz ulicy Królewskiej. Stężenia związków chlorowcopochodnych wynosiły: 1300 µg/l chlorku winylu, 2554 µg/l trichloroetenu, 3477 µg/l tetrachloroetenu, 2921,07 µg/l cis 1,2-dichloroetanu, 0,29 µg/l 1,2-dichloroetanu, 18,15 µg/l 1,1,2,2-tetrachloroetanu, 73,03 µg/l 1,1-dichloroetenu, 61,54 µg/l trans 1,2-dichloroetenu oraz 31,67 µg/l 1,1,2-trichloroetanu. Suma powyższych związków chlorowcopochodnych wynosi 10438,1 µg/l. W lokalizacji tej stwierdzono także obecność benzenu, toluenu i ksylenów w stężeniach – suma BTEX -57,58 µg/l. Próbki wody z pozostałych sondowań (so1, so4, so6 i so7) również zawierały wysokie stężenia związków chlorowcopochodnych, ich suma wynosiła odpowiednio w lokalizacji so4 – 5834,63 µg/l, so7 – 2838,66 µg/l, so1 – 16,36 µg/l, so6 – 7,57 µg/l. Wyniki oznaczeń przedstawiono na załącznikach nr 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

Obecność związków chlorowcopochodnych na terenie dawnego „MIFAM-u" stwierdzona została w próbkach gruntów w 3 lokalizacjach (so2, so5, so7), załącznik 12. W sondowaniu so5 (próbka z głębokości 7,0-7,1 m p.p.t.) stężenia przekraczały dopuszczalną zawartości substancji w próbkach gruntów dla terenów z grupy I, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. *w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi* (Dz. U. 2016 poz. 1395). W tej samej lokalizacji w próbkach gruntu stwierdzono obecność ksylenów.

Związki chlorowcopochodne zostały zidentyfikowane również w próbkach z sondowań wykonanych w rowach przy ulicy Królewskiej i Dembowskiej, którymi odprowadzane były ścieki, podczyszczone ścieki oraz woda opadowa z dawnej fabryki „MIFAM" do rzeki Rokitnicy. Obecność związków chlorowcopochodnych stwierdzona została w próbkach gruntów w 2 lokalizacjach (sondowania so8 – próbka z głębokości 0,3-0,5 i 3,2-3,4 m p.p.t., so16 – próbka z głębokości 4,3-4,4 m p.p.t.) oraz w próbkach wód podziemnych w 3 lokalizacjach (sondowania so14, so16, so17).

Najwyższe stężenia odnotowano w próbce wody gruntowej w sondowaniu so16, gdzie suma związków chlorowcopochodnych wynosiła 322,8 µg/l.

Wysokie stężenia związków chlorowcopochodnych stwierdzone w próbkach gruntu i wód gruntowych pobranych na terenie dawnej Fabryki Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM" potwierdziły przypuszczenie, że do zanieczyszczenia doszło w wyniku działalności fabryki, a jej teren stanowi główne ognisko zanieczyszczenia. Z uwagi na historyczny charakter, ustalenie jak dokładnie przebiegał proces przedostawania się związków chlorowcopochodnych z instalacji zakładowych do gruntu, najprawdopodobniej nie będzie już możliwe. Prawdopodobnym scenariuszem jest wieloletnie funkcjonowanie nieszczelnych instalacji do odprowadzania ścieków (np. kolektorów ściekowych), i/lub odprowadzanie ścieków bezpośrednio do rowów znajdujących się na terenie fabryki, z których infiltrowały one w głąb gruntu. Po przedostaniu się zanieczyszczeń do warstwy wodonośnej, rozpoczął się proces migracji wraz z kierunkiem przepływu wód podziemnych, co w konsekwencji doprowadziło do zanieczyszczenia studni ujęć komunalnych znajdujących się na terenie Grodziska Mazowieckiego i Milanówka. Dodatkowo, wyniki sondowań wykonane w rowach przy ul. Królewskiej i Dembowskiej potwierdzają zrzuty ścieków poza teren fabryki, do okolicznych rowów odprowadzających wody do rzeki Rokitnicy, co spowodowało „rozciągnięcie" zanieczyszczeń na północny-wschód od fabryki, a tym samym powiększenie zanieczyszczonego obszaru.

6.1.2 Strefa B: Obszar na zachód i północny-zachód od dawnej Fabryki Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM"

Obszar znajduje się na kierunku spływu wód podziemnych od dawnej Fabryki Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM", w kierunku zachodnim i północno-zachodnim. W strefie tej znajduje się teren od fabryki, aż po ujęcie „Zachodnia" na północy, swym zasięgiem obejmuje m.in. ujęcie Na Skraju oraz teren fabryki jedwabiu naturalnego [redacted]. Na zachód sięga studni [redacted] ujęcia „Cegielniana" dla m. Grodzisk Mazowiecki.

Najwyższe stężenia związków chlorowcopochodnych obserwuje się w studniach [redacted] ujęcia „Cegielniana" znajdujących się przy ulicy [redacted] w Grodzisku Mazowieckim. Studnie położone są w odległości ok. 450 m od terenu dawnej fabryki „MIFAM" w kierunku zachodnim. W studniach stwierdzono obecność chlorku winylu na poziomie odpowiednio: w studni [redacted] około 20 µg/l, w studni [redacted] <10 µg/l (około 8,7 µg/l). Identyfikowana jest także obecność tri i tetrachloroetenu (maksymalne stwierdzone stężenia to 3,1 µg/l w studni [redacted] 0,12 µg/l w studni [redacted] Przy studni [redacted] ujęcia Cegielniana wykonano 3 sondowania badawcze (so33, so34 i so35) w celu rozpoznania stanu chemicznego płytkich wód gruntowych. W pobranych próbkach wody nie stwierdzono obecności związków chlorowcopochodnych. Stwierdzono jednak występowanie toluenu w stężeniu od 0,3 do 1 µg/l.

Chlorkiem winylu zanieczyszczone są również studnie ujęcia „Na Skraju" położone [redacted] w Milanówku. Ujęcie zlokalizowane jest w odległości ok. 400 m w kierunku północno-zachodnim od terenu d. fabryki „MIFAM". Chlorek winylu występuje tu w stężeniach: studnia [redacted] – 3,8-5,7 µg/l, studnia [redacted] - 0,56-2,5 µg/l.

Innymi zanieczyszczonymi studniami w obszarze B są: prywatna studnia [redacted], gdzie stwierdzono obecność chlorku winylu (0,3 µg/l), 1,2-dichloroetanu (0,17 µg/l) oraz toluenu (0,25 µg/), dawna studnia fabryki [redacted] zlokalizowana przy SUW „Na Skraju" (st29), w której stwierdzono obecność cis 1,2-dichloroetenu (6,06 µg/l), trans 1,2-dichloroetenu (1,01 µg/l) oraz toluenu (0,28 µg/l) oraz studnia prywatna [redacted], w której stwierdzono obecność 1,2 – dichloroetanu (0,22 µg/l).

W północnej części obszaru obecność związków tri- i tetrachloroetenu stwierdzono w wodach podziemnych na ujęciu „Zachodnia" Milanowskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. Zanieczyszczenia pojawiają się w jednej z dwóch studni [redacted]), gdzie stężenia wynosiły 7,79 µg/l trichloroetenu oraz 0,6 µg/l tetrachloroetenu. Dodatkowo obecność trichloroetenu stwierdzono w prywatnej studni głębinowej [redacted], ok 100 m na południe od ujęcia „Zachodnia". Stężenie trichloroetenu było tu na poziomie 0,254 µg/l, stwierdzono również cis 1,2-dichloroeten – 0,3 µg/l.

Zanieczyszczenia związkami VOC wykryto również w próbkach wody pobranych podczas wykonywania sond terenowych, w tym w rowie wzdłuż ulic Królewskiej (sondowania so18, so19), gdzie stwierdzono obecność tetrachloroetenu w próbkach wody podziemnej (so18 - 0,685 µg/l; so19 - 11,6 µg/l), trichloroetenu (so19 - 1,39 µg/l) i cis 1,2-dichloroetenu (so19 - 0,633 µg/l) jak również w rowie przy ulicy Kasztanowej (so24 - tetrachloroeten - 0,539 µg/l) oraz na terenie byłej fabryki [redacted] (so30 –trichloroeten 0,75 µg/l, tetrachloroeten - 0,524 µg/l; so31 - tetrachloroeten – 1,39 µg/l; so32 - trichloroeten 0,81 µg/l, tetrachloroeten - 0,931 µg/l, cis-1,2 – dichloroeten 0,413 µg/l).

Sondowania prowadzone na terenie byłej fabryki [redacted] miały na celu zweryfikowanie hipotezy o występowaniu potencjalnego ogniska zanieczyszczeń na terenie fabryki. Stosowanie związków chlorowcopochodnych takich jak tri- i tertachloroeten jest powszechne w procesie produkcji materiałów tekstylnych jako rozpuszczalnik do czyszczenia tkanin oraz w barwieniu i wykańczaniu tekstyliów. Wykonane badania nie wykazały obecności żadnych związków chlorowcopochodnych, ani BTEX w pobranych próbkach gruntu. Obecność zanieczyszczeń stwierdzono natomiast w próbkach wody pochodzących z sondowań oznaczonych numerami so30, so31 i so32, co opisano wyżej. Brak związków chlorowcopochodnych w gruncie, a jednocześnie ich obecność w próbkach wody na głębokości 4 m, nie dają jednoznacznej odpowiedzi, czy na terenie fabryki dochodziło do zanieczyszczenia środowiska gruntowo-wodnego. Biorąc pod uwagę, że warstwę przypowierzchniową na terenie fabryki budują utwory dobrze przepuszczalne, sprzyjające szybkiej infiltracji wód opadowych i roztopowych, a tym samym migracji zanieczyszczeń w głąb profilu gruntowego do wód podziemnych, jest to możliwe.

Reasumując, po analizie rozkładu zanieczyszczeń w obszarze B można stwierdzić, że ujęcia wód podziemnych „Cegielniana" w Grodzisku Mazowieckim ([redacted]), „Na Skraju" i „Zachodnia" w Milanówku, z pewnością znajdują się w obszarze oddziaływania ogniska zanieczyszczeń jakim jest dawna Fabryka Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM". Dodatkowo, ujęcie „Zachodnia" znajduje się na kierunku odpływu wód podziemnych z terenu dawnych zakładów [redacted] Otrzymane wyniki badań przeprowadzonych na terenie dawnej fabryki [redacted] nie dają jednoznacznej odpowiedzi, czy obecnie obserwowane zanieczyszczenie w studniach ujęcia „Zachodnia", wynikają z działalności ww. zakładu, ale również tego nie wykluczają.

W próbkach wód cyklicznie pobieranych i badanych na przestrzeni ostatnich 10 miesięcy przez Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Grodzisku Mazowieckim i Milanowskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o., nie obserwuje się istotnych zmian stężeń wykrywanych związków.

6.1.3 Strefa C: Obszar na południe od dawnej fabryki „MIFAM"

Obszar C wyznaczono w związku z zanieczyszczeniem studni [redacted] ujęcia „Cegielniana" związkami chlorowcopochodnymi. W próbce wody pobranej w grudniu 2023 roku wykryto chlorek winylu w ilości 1,2 µg/l. W kolejnych badaniach stężenie stwierdzano w ilości od 0,33 do 0,76 µg/l. Poza chlorkiem winylu wykryto jeszcze 1,2-dichloroetan w ilości 1,0-2,28 µg/l oraz benzen w stężeniach 0,18-0,19 µg/l.

W lipcu 2023 roku badaniami na obecność związków chlorowcopochodnych objęto również nowo odwiercony otwór studzienny [redacted] zlokalizowany w obrębie strefy ochronnej studni [redacted]. Odległość między studniami wynosi 14 m i ujmują ten sam czwartorzędowy poziom wodonośny. Otwór studzienny [redacted] nie został dotychczas udokumentowany, jest nieuzbrojony w urządzenia do poboru wody i niepodłączony do sieci wodociągowej. W próbce wody stwierdzono obecność chlorku winylu w ilości 0,56 µg/l i 1,2-dichloroetenu w ilości 38,71 µg/l. Stężenie 1,2-dichloroetenu w studni [redacted] blisko 13-krotnie przekracza normę dla wód pitnych. W otworze [redacted] wykryto ponadto benzen w ilości 2,83 µg/l (załączniki nr 6, 9 i 11), również przekraczający dopuszczaną wartość dla wód przeznaczonych do spożycia (norma -1 µg/l).

Studnie [redacted] zlokalizowane są w odległości ok. 770 m na południe od dawnej Fabryki Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM". Z uwagi na północny kierunek przepływu wód podziemnych w tym obszarze, wyklucza się możliwość dopływu zanieczyszczeń z terenu fabryki, jak to ma miejsce w przypadku studni [redacted] ujęcia „Cegielniana", czy studni ujęcia „Na Skraju".

W celu zidentyfikowania ogniska zanieczyszczenia studni [redacted] przeprowadzono kartowanie sozologiczne. Teren prac objął obszar spływu wód do studni.

W wyniku przeprowadzonych prac nie zidentyfikowano obiektów mogących stanowić potencjalne ognisko zanieczyszczeń związkami chlorowcopochodnymi (zakładów stosujących substancje chlorowcopochodne, miejsc magazynowania/składowania w/w substancji, nielegalnych wysypisk i in.). Wysoce prawdopodobnym jest natomiast, że do zanieczyszczenia środowiska gruntowo-wodnego na tym obszarze doszło w wyniku wywożenia wozami asenizacyjnymi i zrzutu ścieków do rowów i zagłębień na terenie nieużytków na południe od centrum Milanówka, co w konsekwencji doprowadziło do zanieczyszczenia studni [redacted]. Zbieżność charakteru zanieczyszczeń stwierdzonych w studniach [redacted] ze związkami zanieczyszczającymi stwierdzonymi na terenie dawnej fabryki „MIFAM" wskazują na prawdopodobne powiązanie tych dwóch obiektów.

W celu zidentyfikowania miejsc nielegalnego zrzutu ścieków poprzemysłowych wykonano 8 płytkich sondowań (so11, so12, so13, so25, so26, so37, so38, so39) między innymi w otwartym rowie biegnącym od linii kolejowej WKD przez teren ochrony bezpośredniej studni [redacted] i dalej do ulicy Królewskiej oraz na terenie nieużytków w bezpośrednim rejonie ww. studni. Rów wytypowano, jako najbardziej prawdopodobne miejsce zrzutu ścieków. Z sondowań pobrano próbki gruntu i wód podziemnych. Ponadto, pobrano próbki wody ze studni prywatnych właścicieli, znajdujących się na obszarze spływu wód do ww. studni [redacted]. Zanieczyszczenie w postaci 1,2-dichloroetanu w stężeniu 1,16 µg/l wykryto jedynie w próbce wody podziemnej pobranej z sondowania so37 wykonanego w odległości ok. 30 m w kierunku północno-wschodnim od studni [redacted] (załącznik 2).

W wyniku podjętych działań nie zidentyfikowano dokładnego miejsca/miejsc, w których doszło do zanieczyszczenia środowiska. W próbkach gruntu i wody pobranych z rowu, typowanego jako najbardziej prawdopodobne miejsce zrzutu, nie stwierdzono obecności związków chlorowcopochodnych. Rozpoznanie ogniska zanieczyszczenia odpowiadającego za jakość wody w studni [redacted] ujęcia Cegielniana nadal pozostaje kwestią nierozwiązaną.

6.1.4 Strefa D: Obszar na północ i północny-wschód od dawnej fabryki „MIFAM"

Obszar położony na północny-wschód od terenu dawnej Fabryki Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM", wyznaczono w oparciu o przeprowadzone badania modelowe. Obszar w przybliżeniu obejmuje centralną część Milanówka, między ulicami Królewską i Piasta w kierunku północnym oraz ulicami Staszica i Daleką w kierunku wschodnim. Wynik modelowania wskazuje, że przepływ wód podziemnych w tym rejonie przyjmuje kierunek północno-wschodni, a nie jak zakładano

w początkowym stadium interwencji - północny. Jest to istotna informacja ze względu na możliwość rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń na znacznie większym obszarze niż pierwotnie przypuszczano.
W oparciu o wyniki modelowania przeprowadzono inwentaryzację istniejących studni prywatnych w celu wykonania w nich pomiarów położenia zwierciadła wody i pobrania próbek wód do badań. W lipcu 2024 r., we współpracy z Milanowskim Przedsiębiorstwem Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. pobrano łącznie 22 próbki wód podziemnych ze studni użytkowników prywatnych. Związki chlorowcopochodne wykryto jedynie w próbce wody pobranej ze studni prywatnej przy ulicy [redacted], w stężeniu 0,78 µg/l trichloroetenu.

Należy podkreślić, że z uwagi na właściwości fizyczne poszukiwanych związków chlorowcopochodnych (są one cięższe od wody), płytkie studnie, ujmujące stropową część warstwy wodonośnej, nie zawsze dokumentują rzeczywisty stan chemiczny ujmowanej warstwy wodonośnej. Cięższe związki migrują w wodach podziemnych bliżej spągu warstwy i mogą nie być wykrywane w próbkach pobranych z płytkich studni. Na przedmiotowym obszarze, brak jest jednak głębszych studni wierconych, które mogłyby być przedmiotem opróbowania. Niemniej, obecność trichloroetenu w próbce pobranej ze studni przy ul. Wspólnej wskazuje na migrację zanieczyszczeń od strony dawnej fabryki „MIFAM" w kierunku północno-wschodnim. Powyższe potwierdza, że założenia i wynik badań modelowych, są poprawne, a na wskazanym obszarze istnieje wysokie ryzyko występowania związków chlorowcopochodnych w wodach podziemnych.

6.2 Badania modelowe

Celem badań modelowych było wyznaczenie obszaru, w obrębie którego zanieczyszczenie wód podziemnych związkami chlorowcopochodnymi, które dostały się do środowiska gruntowo-wodnego w wyniki działalności dawnej Fabryki Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM" w Milanówku może przekroczyć wartości progowe dla wód pitnych.

Model matematyczny wykonano w programie Groundwater Vistas v. 6 (moduły liczące MODFLOW i MODPATH). Do zarządzania danymi uzyskanymi podczas prac terenowych oraz archiwalnymi danymi hydrogeologicznymi wykorzystano środowisko Arc GIS 10.8.2 oraz QuantumGIS 3.10. Model wykonano w układzie współrzędnych PUWG-1992.

Dla przeprowadzenia badań dokonano dyskretyzacji analizowanego obszaru, określono granice modelu, zdefiniowano jego warunki brzegowe, dokonano schematyzacji warunków hydrogeologicznych, wybrano odpowiedni algorytm obliczeniowy oraz wykonano kalibrację modelu i przeprowadzono symulacje dla ruchu nieustalonego.

Obszar badań zdyskretyzowany został kwadratową siatką o kroku 25 m. Rozmiar siatki wynosi 184 kolumn i 244 wierszy. Całkowita powierzchnia obszaru to 28 km^2, z czego powierzchnia aktywna wynosi 16,3 km^2.

6.2.1 Granice obszaru badań modelowych

Obszar badań modelowych znajduje się w zlewniach dwóch cieków: rzeki Rokitnicy i dopływu z Nowej Wsi. Wschodnia granica przebiega wzdłuż cieku Dopływ z Nowej Wsi, zachodnia po dziale wodnym między rzeką Rokitnicą a Rokicianką. Północna granica częściowo przebiega po dziale wodnym między Dopływem z Nowej Wsi, a Rokitnicą, południowa granica jest umowna (zamodelowana warunkiem brzegowym I rodzaju). W obrębie modelu znajdują się ujęcia wód podziemnych „Cegielniana", zarządzane przez Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Grodzisku Mazowieckim, ujęcia „Na Skraju" i „Zachodnia" Milanowskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o., dawna

Fabryka Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM", dawne zakłady [redacted] oraz znaczna część obszaru spływu wód od w/w ujęć.

6.2.2 Schematyzacja warunków hydrogeologicznych, parametry modelu

Stopień rozpoznania geologicznego obszaru badań jest wystarczający dla określenia modelu hydrogeologicznego, jak również dla przyjęcia niezbędnych zasad schematyzacji. Założono, że model obejmuje trzy leżące bezpośrednio na sobie warstwy, będące w kontakcie hydraulicznym. Ich właściwości hydrogeologiczne zostały zróżnicowane skategoryzowanymi wartościami współczynnika filtracji (tabela poniżej). Takie podejście jest, zdaniem autorów, najkorzystniejsze dla odwzorowania pionowego i lateralnego rozprzestrzeniania się substancji w środowisku gruntowo-wodnym.

- Warstwa I – przypowierzchniowa warstwa o głębokości występowania do około 15 m, przeważnie zbudowana z utworów przepuszczalnych, charakteryzująca się swobodnym, lokalnie napiętym, zwierciadłem wody, będąca w kontakcie hydraulicznym z wodami powierzchniowymi, ujmowana płytkimi studniami kopanymi, nawiercona płytkimi sondowaniami;
- Warstwa II – warstwa głębsza występująca do głębokości 40 m. W przeważającej części modelowanego obszaru charakteryzuje się dobrym współczynnikiem filtracji, jedynie w centralnej części obszaru badań (zagłębienie w dnie rynny brwinowskiej) zbudowana jest z utworów słaboprzepuszczalnych stanowiących izolację dla warstwy III. Warstwa II ujmowana jest studniami ujęć komunalnych;
- Warstwa III – jedynie w zagłębieniu – dnie rynny brwinowskiej zbudowana z utworów przepuszczalnych, poza tym obszarem zbudowana z trzeciorzędowych utworów słabo lub nieprzepuszczalnych. Występuje do głębokości ok 80 m. Warstwa III również ujmowana jest studniami ujęć komunalnych.

Tabela 3 Kategorie właściwości hydrogeologicznych utworów budujących warstwy modelowe na podstawie wartości współczynnika filtracji utworów geologicznych.

Kategoria	Współczynnik filtracji [m/d]	Przepuszczalność	Utwory budujące warstwy modelowe
I	10-11 m/d	Bardzo słaboprzepuszczalne	Iły
II	10-7 m/d	Słaboprzepuszczalne	Gliny
III	4 m/d	Przepuszczalne	Piaski pylaste, piaski gliniaste
IV	16 m/d	Przepuszczalne	Piaski i żwiry

Zasilanie efektywne modelowanej warstwy wodonośnej określone zostało poprzez zadanie wartości dla poszczególnych bloków obliczeniowych. Zasilanie zróżnicowano dzieląc obszar na dwie strefy o zasilaniu $8*10^{-5}$ m^3/d oraz $4,9*e^{-4}$ m^3/d, ze stałym natężeniem dopływu.

Aktualną wielkość poboru wody z poszczególnych ujęć oraz dane archiwalne dotyczące eksploatacji studni wodociągowych uzyskano w Zakładzie Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Grodzisku Mazowieckim i Milanowskim Przedsiębiorstwie Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. Dla potrzeb prognozy założono pobór na obecnym poziomie.

6.2.3 Warunki brzegowe

Północna granica modelu w pierwszej warstwie wodonośnej odzwierciedlona została warunkiem brzegowym I-go rodzaju H=const (Constant Head). Wschodnią granicę modelu stanowi warunek III-go rodzaju (Drain). Zachodnia granica przebiega po dziale wodnym, o który oparto warunek II-go rodzaju Q=0 (NoFlow).

Północna oraz wschodnia granica modelu w drugiej i trzeciej warstwie wodonośnej odwzorowana została warunkiem I-go rodzaju. Pozostałe granice modelu odwzorowano warunkiem II-go rodzaju (Q=0).

Zasilanie infiltracyjne wód podziemnych oraz pobór wód w obszarze modelu odwzorowano warunkiem brzegowym II-go rodzaju. Cieki przepływające przez obszar modelu odwzorowano warunkiem III-go rodzaju.

6.2.4 Algorytm obliczeniowy

Podstawę matematycznego modelu przepływu stanowi dwuwymiarowe równanie płaskiego strumienia wód podziemnych przy założonej stałej wartości przewodnictwa wodnego:

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(T_x \frac{\partial H}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(T_y \frac{\partial H}{\partial y}\right)+R+Q=S\frac{\partial H}{\partial t}$$

gdzie:

H - ciśnienie piezometryczne	[L]
Tx - przewodnictwo wodne wzdłuż osi x	[L^2/T]
Ty - przewodnictwo wodne wzdłuż osi y	[L^2/T]
R - natężenie infiltracji	[L^3/T]
Q - wydatek pompowania lub zatłaczania	[L^3/T]
S - współczynnik zasobności sprężystej	[1]

Przedstawione równanie rozwiązywane jest metodą różnic skończonych, przy zastosowaniu prostokątnej sieci dyskretyzacyjnej o zmiennym kroku.

6.2.5 Przyjęte założenia

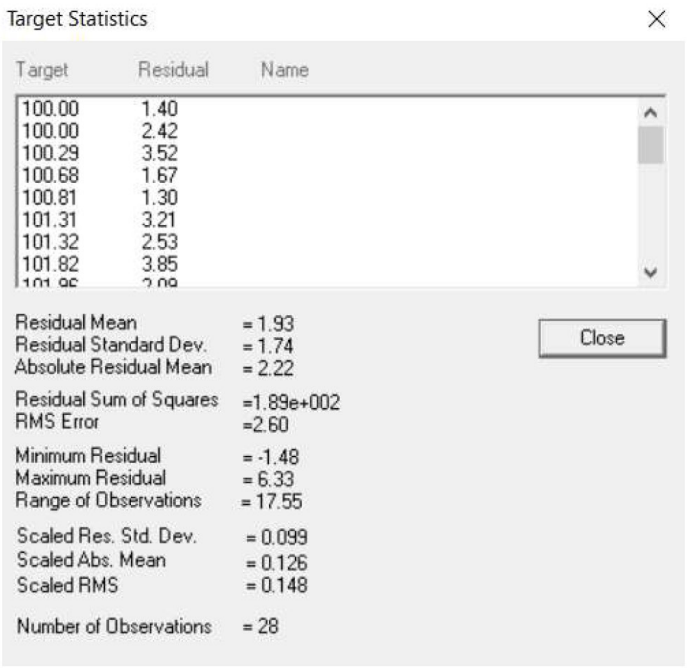
Warunki hydrogeologiczne występujące w obrębie modelowanej struktury pozwalają na zastosowanie następujących założeń modelowych:

- modelowaniu podlega ruch nieustalony;
- strumień wód podziemnych w obrębie poszczególnych warstw jest płaski, tzn. pomija się składową pionową ruchu wody w obrębie warstw, zachodzi wymiana wód pomiędzy warstwami modelu;
- rozkład parametrów przestrzennych modelu oraz niejednorodność warstwy wodonośnej uwzględniane są poprzez zróżnicowanie parametrów wewnątrz sieci dyskretyzacyjnej;
- spąg modelowanej warstwy trzeciej jest szczelny (brak przepływów przez dno modelu).

Model podlegał tarowaniu dla warunków ustalonych. Tarowanym parametrem była wartość współczynnika filtracji w poszczególnych kategoriach.

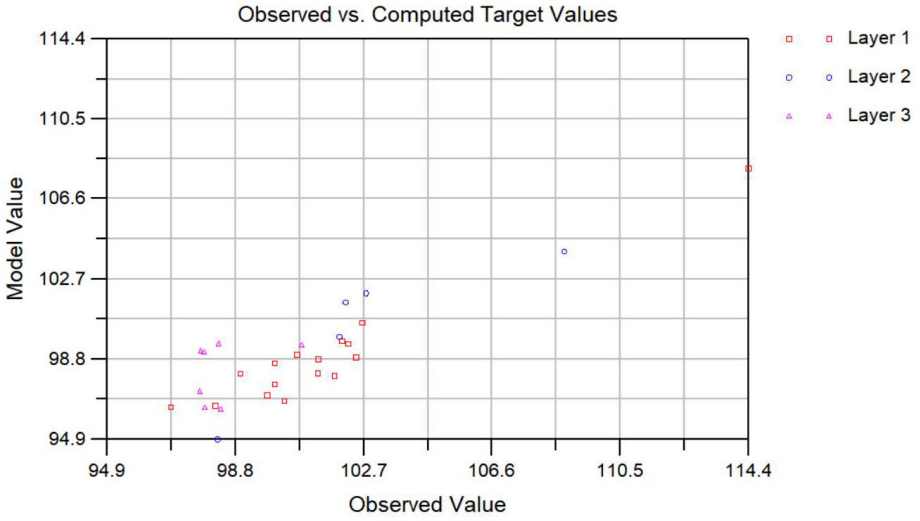
6.2.6 Wyniki tarowania

Tarowanie przeprowadzono dla ruchu ustalonego, z wykorzystaniem wyników pomiarów terenowych. Uzyskany błąd (Scaled RMS) jest nieco mniejszy od 15%, można więc przyjąć, że model wytarowany jest dostatecznie dla przewidywanego zadania. Błędy tarowania wynikają prawdopodobnie głównie z niedostabilizowania zwierciadła w mierzonych studniach wodociągowych – możliwe było tylko krótkotrwałe wyłączenie niektórych z nich z eksploatacji, oraz ze zmiennej wydajności chwilowej z jaką pracują ujęcia w otoczeniu mierzonych punktów.



Rycina 3 Wyniki tarowania modelu numerycznego

Zależność zwierciadła pomierzonego i obliczonego dla poszczególnych punktów przedstawiono na poniższym wykresie.



Rycina 4 Wykres korelacji pomiędzy wartościami położenia zwierciadła wody obserwowanymi i wymodelowanymi

6.2.7 Model transportu masy

Wykonany model hydrogeologiczny, po procesie tarowania, przetransformowano na ruch nieustalony obejmujący okres 100 lat (100 okresów po 366 dni). Dla poszczególnych okresów symulacji określono wydajność pracy ujęć, która jest jedynym, poza iniekcją zanieczyszczeń, czynnikiem zmiennym w czasie. Następnie przy użyciu modułu MT3D/RT3D, należącego do programu Groundwater Vistas, analizowano zmiany przestrzennej koncentracji czynnika zanieczyszczającego. Zastosowany model nie uwzględnia sorpcji oraz rozpadu substancji w czasie, co zwiększa bezpieczeństwo prognozy.

Ogniska zanieczyszczeń symulowano warunkiem II-go rodzaju (Well) dla którego zakładano wydajność iniekcji (FlowRate>0) i zawartość substancji zanieczyszczającej (Concentration>0).

6.2.8 Wyniki badań modelowych

Badania modelowe obejmowały symulacje rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w wodach podziemnych w okresie działalności dawnej Fabryki Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM" w Milanówku i w okresie po likwidacji zakładu. Program umożliwił przedstawienie sytuacji w poszczególnych latach, od roku 1950 do 2050. W niniejszym sprawozdaniu zamieszczono symulacje dla roku 2011, w którym fabryka zakończyła działalność, stan obecny (2024 r.), oraz prognozę na 2050 rok.

W badaniach modelowych przyjęto, że zanieczyszczenia infiltrowały do wód podziemnych na terenie zakładu oraz w otwartych rowach odprowadzających wody opadowe i ścieki, poza zakładem. Dodatkowo, z uwagi na zanieczyszczenie studni [redacted], znajdującej się na dopływie wód podziemnych do fabryki „MIFAM", zasymulowano ognisko zanieczyszczenia będące wynikiem zarzutu ścieków do rowów i obniżeń terenu na terenie nieużytków w południowej części miasta (**Rycina 5**). To miejsce zrzutu nie zostało potwierdzone, ale lokalizacja jest uzasadniona wykryciem związków chlorowcopochodnych w studni [redacted] ujęcia „Cegielniana".

Należy podkreślić, że zarówno wielkość ładunku zanieczyszczeń, jaki przedostawał się do środowiska, jak też okres, w jakim dochodziło do zanieczyszczenia, nie są udokumentowane. Założenia oparto na podstawie wyników stężeń otrzymywanych w próbkach wód podziemnych, informacji o ilości wytwarzanych ścieków w fabryce, historii i okresu działalności fabryki „MIFAM".

Lokalizację ognisk zanieczyszczeń na potrzeby badań modelowych oraz wyniki symulacji na lata 2011, 2024 i 20250 przedstawiono na rycinach 5-8.



Rycina 5 Lokalizacja ognisk zanieczyszczeń związkami chlorowcopochodnymi oraz zasięg strefy wysokiego ryzyka występowania związków chlorowcopochodnych wynikająca z badań modelowych, stan na rok 2011

Na podstawie symulacji modelowych, obarczonych dużą niepewnością w zakresie czasu i ładunku zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska, i w oparciu o wyniki badań aktualnych stężeń wykrywanych związków, określono prawdopodobny zasięg strefy, w której ryzyko przekroczenia wartości dopuszczalnych związków chlorowcopochodnych w wodach podziemnych jest wysokie. Za granicę strefy przyjęto wartość izolinii stężenia czynnika zanieczyszczającego, która dotarła do ujęcia

„Zachodnia" w roku 2012, co zostało potwierdzone wykonanymi wówczas badaniami związków chlorowcopochodnych w wodach tam ujmowanych. Następnie dokonano symulacji zmiany zasięgu tej strefy dla innych okresów. Proponowany zasięg strefy wynika z założenia, że do zanieczyszczenia środowiska gruntowo-wodnego doszło na terenie dawnej fabryki „MIFAM" w Milanówku, w rowach odprowadzających wody opadowe z terenu fabryki, a także w wyniku zrzutu zanieczyszczeń na terenie nieużytków na południe od Milanówka. Ponadto, ważną rolę w kształtowaniu kierunków i zasięgu występowania zanieczyszczenia w wodach podziemnych odegrała eksploatacja studni ujęć komunalnych i zakładowych (min. „MIFAM", [redacted]). Nie mniej istotne, szczególnie w kontekście kierunku północno-wschodniego, pozostają parametry hydrogeologiczne czwartorzędowego poziomu wodonośnego, którego wydajność wzrasta w obrębie struktury hydrogeologicznej, jaką jest rynna brwinowska.

Rycina 5 przedstawia symulację obszaru wysokiego ryzyka występowania związków chlorowcopochodnych na rok 2011, czyli w momencie zakończenia produkcji w fabryce „MIFAM".

Wyznaczony obszar ograniczony jest od zachodu ul. Cegielnianą w Grodzisku Mazowieckim, na północy sięga przecięcia ulicy Zachodniej i Słowackiego w Milanówku i przebiega wzdłuż ul. Słowackiego, Smoleńskiego, Krzywej odbijając na północny wschód wzdłuż ulic Piasta i Czubińskiej, aż po granicę Milanówka na Grudowie. Od wschodu granica obszaru przebiega wzdłuż ulicy Długiej i Skośnej, a na południu sięga torów kolejki WKD linii Grodzisk Mazowiecki – Podkowa Leśna. W obrębie wyznaczonego obszaru znajdują się ujęcia komunalne „Na Skraju", ujęcie „Zachodnia" oraz część studni ujęcia „Cegielniana".

Jak już wspomniano wyżej, pierwsze informacje na temat obecności oznaczalnych ilości związków chlorowcopochodnych w studniach ujęć komunalnych, konkretnie tri- i tetrachloroetenu, pochodzą z roku 2012 i dotyczą studni ujęcia „Zachodnia". Na tej podstawie przyjęto, że teoretyczne wartości stężeń obliczone dla takiego zasięgu w wyniku symulacji modelowej, będą stanowiły granicę zasięgu strefy ryzyka związanego z przekroczeniem wartości dopuszczalnych dla wód pitnych.

Według uzyskanych informacji, w badaniach wykonywanych w latach wcześniejszych, tj. 2009-2011, nie stwierdzano obecności tri- i tetrachloroetenu.

Brak jest natomiast danych archiwalnych odnoszących się do pojawienia związków chlorowcopochodnych w studniach ujęć „Cegielniana" i „Na Skraju".



Rycina 6 Zasięg strefy wysokiego ryzyka występowania związków chlorowcopochodnych wynikająca z badań modelowych, stan na rok 2024.

Porównanie wyników modelowania z roku 2011 i 2024 wskazuje na dominujący północny i północno-wschodni kierunek migracji zanieczyszczonych wód. Obserwuje się przemieszczanie zanieczyszczeń w kierunku ul. Królowej Jadwigi na północy i wzdłuż ul. Piasta i Czubińskiej na północnym-wschodzie, sięgając granicy miasta z gminą Brwinów .

W rejonie ognisk zanieczyszczeń, tj. dawnej fabryki „MIFAM" oraz nieużytków położonych na południe do Milanówka, zasięg strefy pozostaje zbliżony do symulacji dla roku 2011.

Przedstawiony obszar należy traktować, jako strefę wysokiego ryzyka zanieczyszczenia wód podziemnych związkami chlorowcopochodnymi. Z uwagi na zmienność warunków hydrogeologicznych oraz właściwości fizyczno-chemiczne w/w związków, w tym zdolność do sorpcji i biodegradacji zanieczyszczenia mogą koncentrować się w uprzywilejowanych strefach w obrębie warstw wodonośnych, występować w ilościach śladowych w obrębie warstwy lub nie pojawiać się w ogóle.

Istotny z perspektywy użytkowników studni znajdujących się na tym obszarze jest sposób w jaki wody podziemne są ujmowane. W przypadku płytkich studni gospodarskich, ujmujących stropową część warstwy wodonośnej, związki te najczęściej nie będą wykrywane. Potwierdzają to wykonane badania próbek pobranych ze studni prywatnych znajdujących się w obrębie wyznaczonej strefy. Tylko w nielicznych punktach udokumentowano obecność związków chlorowcopochodnych i najczęściej były to ilości śladowe. Należy dodać, że pobór wód z takich studni jest relatywnie mały, nie powoduje istotnych zmian kierunków przepływu, a zasięg oddziaływania minimalny. To oznacza, że płytkie studnie prywatne mogą być narażone na zanieczyszczenie tylko w przypadku, gdy znajdują się na linii przepływu smugi zanieczyszczeń w stropowej części warstwy wodonośnej.

Inaczej jest w przypadku studni wierconych, takich jak studnie ujęć komunalnych i zakładowych o większym poborze. Ich konstrukcja (zafiltrowanie), wymusza dopływ wody z pełnego profilu ujętej warstwy wodonośnej , a eksploatacja powoduje powstanie leja depresji i dopływ wód ze wszystkich kierunków w promieniu kilkuset metrów od studni. W takich warunkach istnieje bardzo duże prawdopodobieństwo 'zaciągania' smugi zanieczyszczenia.

Powyższe wyjaśnienia mają potwierdzenie w wykonanych badaniach. Znajdujące się w wyznaczonej strefie studnie głębinowe, w tym studnie ujęć komunalnych należących do Zakładu Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Grodzisku Mazowieckim i Milanowskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o., w większości dokumentują obecność w warstwie wodonośnej związków chlorowcopochodnych.

Poniżej, na rycinie 7, przedstawiono prognozowany na 2050 rok zasięg strefy, w obrębie której należy spodziewać się przekroczenia dopuszczalnych wartości stężeń związków chlorowcopochodnych w wodach podziemnych.



Rycina 7 Prognoza zasięgu strefy wysokiego ryzyka występowania związków chlorowcopochodnych wynikająca z badań modelowych, stan na rok 2050

Prognozowana symulacja wskazuje, że mimo upływu 25 lat od chwili obecnej, stan chemiczny wód podziemnych czwartorzędowego poziomu wodonośnego na obszarze Grodziska Mazowieckiego i Milanówka, nie ulegnie istotnym zmianom. Rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń w przyszłości nie będzie miało co prawda tak drastycznego przebiegu, jak to miało miejsce w czasie, gdy do środowiska

wprowadzane były duże ilości substancji chemicznych, jednak zanieczyszczenie nadal utrzymywać się będzie na dużym obszarze miasta Milanówka. Zasięg strefy wysokiego ryzyka zanieczyszczeniem, będzie zbliżony do tego, jaki obserwujemy aktualnie, z lekkim przesunięciem w kierunku północnym, docierając do przebiegu ulic Mickiewicza i Elizy Orzeszkowej.

Na kierunku południowym, zaznaczać się będzie nieznaczna poprawa, spowodowana dopływem wód niezanieczyszczonych związkami chlorowcopochodnymi z południa i 'spychaniem' zanieczyszczenia w kierunku północnym.

Przedstawiona symulacja jest mało optymistyczna w kontekście funkcjonowania istniejących na wskazanym obszarze ujęć wód podziemnych ujmujących czwartorzędowy poziom wodonośny. W szczególności dotyczy to ujęć komunalnych, w których wykrywane są związki chlorowcopochodne tetrachloroeten, trichloroeten, 1,2-dichloroeten i chlorek winylu. Jak wskazują przeprowadzone symulacje modelowe, poprawa sytuacji jest mało prawdopodobna i należy spodziewać się, że jakość ujmowanych wód nie ulegnie poprawie w perspektywie najbliższych dziesięcioleci, a wręcz istnieje ryzyko, że stężenia związków chlorowcopochodnych na ujęciach mogą być wyższe niż obecnie. Nie ma bowiem dokładnych danych dotyczących wielkości ładunku zanieczyszczeń, jaki został wprowadzony do środowiska i czasu (okresu), w jakim dochodziło do iniekcji.

Podsumowanie symulacji modelowych pokazujące kierunek przemieszczania się zanieczyszczeń zebrano na rycinie 8.



Rycina 8 Symulacje zasięgu strefy wysokiego ryzyka występowania związków chlorowcopochodnych w wodach podziemnych w latach 2011, 2024 i 2025.

7 Wnioski i rekomendacje

1. Niniejszy raport opracowano w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym. Raport opisuje zakres i wyniki prac, jakie przeprowadzono w związku z wykryciem obecności związków chlorowcopochodnych w studniach ujęć komunalnych położonych na terenie Grodziska Mazowieckiego i Milanówka. Formalne zgłoszenia zawierające wniosek o podjęcie działań w celu określenia przyczyny zanieczyszczenia studni, wpłynęły do Instytutu w lutym 2024 roku. Wnioskodawcą były władze samorządowe Grodziska Mazowieckiego i Milanówka. Badania prowadzono w okresie od lutego do lipca 2024 roku i obejmowały one:
    - zgromadzenie i analizę materiałów dotyczących działalności przemysłowej, jaka była i jest prowadzona na terenie Grodziska Mazowieckiego i Milanówka i stanowi potencjalnie ognisko zanieczyszczenia środowiska substancjami chemicznymi,
    - zgromadzenie informacji dotyczących ujęć wód podziemnych znajdujących się w obszarze o wysokim ryzyku zanieczyszczenia, w tym konstrukcji, stanu technicznego i wielkości poboru z poszczególnych studni,
    - inwentaryzację (kartowanie hydrogeologiczne) i opróbowanie płytkich studni prywatnych w celu określenia stopnia zanieczyszczenia i kierunków migracji zanieczyszczeń w wodach gruntowych,
    - kartowanie sozologiczne polegające na identyfikacji obiektów, które potencjalnie mogły zanieczyścić wody podziemne opisywanymi związkami,
    - wykonanie sondowań w celu rozpoznania stanu gruntów i wód podziemnych oraz udokumentowania ogniska zanieczyszczenia,
    - opracowanie modelu matematycznego, który pozwolił na wykreślenie obszaru, na którym należy spodziewać się występowania związków chlorowcopochodnych w stężeniach przekraczających dopuszczalne normy dla wód pitnych i stanowiących zagrożenie dla ujęć wód podziemnych
2. Opisane w raporcie prace i badania wykonane przez PIG-PIB sfinansowano ze środków budżetu państwa. Do interpretacji wyników wykorzystano również dane pozyskane od Zakładu Wodociągów i Kanalizacji w Grodzisku Mazowieckim oraz Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodno-Kanalizacyjnego w Milanówku.
3. W wyniku przeprowadzonych prac, udokumentowano historyczne zanieczyszczenie środowiska gruntowo-wodnego na terenie dawnej Fabryki Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych „MIFAM" w Milanówku. W sondowaniach wykonanych na terenie zakładu, w gruntach i wodach podziemnych stwierdzono wysokie stężenia związków chlorowcopochodnych. W sondowaniach wykonanych na terenie dawnej fabryki MIFAM oraz rowach ją okalających związki chlorowcopochodne były obecne we wszystkich pobranych próbkach wody podziemnej, występowały w różnych stężeniach i formach. Najwyższe zawartości sumy związków chlorowcopochodnych odnotowane zostały w wodzie podziemnej pobranej z sondowań so5 – 10438,1 µg/l, so4 – 5834,63 µg/l oraz so7- 2838,66 µg/l. Zanieczyszczenie jest najprawdopodobniej wynikiem wieloletniego funkcjonowania na terenie zakładu nieszczelnych instalacji do odprowadzania ścieków i/lub odprowadzanie ścieków bezpośrednio do rowów znajdujących się na terenie fabryki, z których infiltrowały one w głąb gruntu, a następnie do wód podziemnych. Ścieki odprowadzane były również poza zakład, do otwartych rowów prowadzących do rzeki Rokitnicy, co dodatkowo spowodowało rozproszenie zanieczyszczenia na większym obszarze. W rowach wzdłuż ulicy Królewskiej i Dembowskiej udokumentowano obecność związków chlorowcopochodnych, najwyższa wartość sumy odnotowana została w sondowaniu so16 – 322,8 µg/l.

4. Poza udokumentowanym ogniskiem zanieczyszczenia, na obszarze dopływu wód od studni [redacted] ujęcia „Cegielniana" położonej [redacted], znajduje się jeszcze co najmniej jedno miejsce wprowadzenia zanieczyszczeń do środowiska. Stanowi je najprawdopodobniej punkt, do którego dowożono ścieki wozami asenizacyjnymi i zrzucano bezpośrednio do rowu i/lub zagłębienia w terenie. Specyfika związków wykrywanych w studni [redacted] wskazuje na powiązanie zanieczyszczenia z działalnością dawnej fabryki „MIFAM". Mimo podjętych działań, polegających na wykonaniu sondowań i pobraniu próbek gruntu i wody, nie zidentyfikowano miejsca/miejsc, gdzie dochodziło do zrzutu ścieków. Rozpoznanie ogniska zanieczyszczenia odpowiadającego za jakość wody w studni [redacted] nadal pozostaje sprawą otwartą.
5. W wyniku działalności dawnej fabryki „MIFAM" w Milanówku zanieczyszczony został główny użytkowy poziom wodonośny stanowiący podstawowe źródło zaopatrzenia w wodę mieszkańców Grodziska Mazowieckiego i Milanówka. W strefie oddziaływania ogniska zanieczyszczenia znajdują się ujęcia komunalne należące do Zakładu Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Grodzisku Mazowieckim (ujęcie „Cegielniana") i Milanowskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. (ujęcie „Na Skraju" i „Zachodnia"). W każdym z tych ujęć wykrywane są związki chlorowcopochodne.
6. Strefę, na jakiej można spodziewać się zanieczyszczenia wód podziemnych związkami chlorowcopochodnymi przekraczającego normy dopuszczalne dla wód pitnych, wyznaczono w oparciu o symulacje modelowe przeprowadzone w programie Groundwater Vistas. Według obliczeń modelowych, strefa obejmuje powierzchnię ok. 4,0 km^2. Zanieczyszczenia mogły rozprzestrzenić się na obszarze ograniczonym od południa linią WKD Grodzisk Mazowiecki - Podkowa Leśna, od zachodu - ulicą Cegielnianą w Grodzisku Mazowieckim, od północy - wzdłuż linii ulic Zachodniej, Słowackiego i Piasta w Milanówku i na wschodzie - powyżej ulicy Falęckiej i Długiej w Milanówku. Należy jednak podkreślić, że uzyskane wyniki należy traktować jako szacunkowe i obarczone znaczną niepewnością, ze względu na to, że ustalenie rzeczywistej wielkości ładunku i czasu trwania iniekcji związków chlorowcopochodnych nie jest możliwe. Jednak biorąc pod uwagę obserwowane stężenia i miejsca gdzie wykrywane są związki chlorowcopochodne w wodach podziemnych, należy stwierdzić, że doszło do masywnego, trwałego zanieczyszczenia środowiska gruntowo-wodnego.
7. Prognozy modelowe wskazują, że stan chemiczny wód podziemnych w strefie oddziaływania dawnej fabryki „MIFAM" i miejsc zanieczyszczonych w wyniku działalności fabryki, nie ulegnie znaczącej poprawie na przestrzeni kolejnych lat.
8. Eksploatacja ujęć komunalnych, znajdujących się w obszarze oddziaływania ogniska zanieczyszczenia, uzależniona będzie wyłącznie od technicznych zdolności uzdatniania wody w zakresie możliwości redukcji stężeń związków chlorowcopochodnych do wartości dopuszczalnych normą dla wód pitnych.
9. Praca któregokolwiek z ujęć znajdujących się na przedmiotowym obszarze nie stanowi bariery ekranującej inne, zlokalizowane tu studnie. Świadczy o tym fakt, że związki chlorowcopochodne obecne są we wszystkich ujęciach komunalnych znajdujących się w strefie oddziaływania ogniska zanieczyszczenia. Tym samym, utrzymywanie poboru wyłącznie w celu ekranowania innych studni, jak to ma obecnie miejsce w przypadku ujęcia „Na Skraju", które jest eksploatowane w celu ochrony ujęcia „Zachodnia", nie spowoduje, że zanieczyszczenia nie będą dopływały do tego ujęcia. Obszar oddziaływanie pracującego ujęcia „Na Skraju", obejmuje jedynie niewielki fragment obszaru zasilania ujęcia „Zachodnia", w obrębie którego wykrywane są związki chlorowcopochodne.
10. Badania prowadzone od czasu wykrycia związków chlorowcopochodnych w studniach ujęć komunalnych pokazują, że na chwilę obecną ich stężenia utrzymują się na stabilnym poziomie. Z uwagi jednak na brak dokładnych danych na temat wielkości ładunku zanieczyszczeń, jaki został wprowadzony do środowiska, nie można wykluczyć, że jakość wody ulegnie pogorszeniu.

11. Właściciele ujęć indywidualnych w wyznaczonym terenie powinni zostać powiadomieni o możliwości skażenia wody związkami chlorowcopochodnymi w użytkowanych przez siebie studniach. Rekomenduje się regularną kontrolę jakości wody przeznaczonej do spożycia w zakresie obecności związków VOC i BTEX, w szczególności tetrachloroetenu, trichloroetenu, 1,2-dichloroetanu, chlorku winylu, chloroformu, 1,1,2,2-tetrachloroetanu, 1,1-dichloroetenu, cis 1,2-dichloroetenu, trans 1,2-dichloroetenu, 1,1,2-trichloroetanu oraz benzenu, toluenu, etylobenzenu i ksylenów. Podobny zakres analityczny powinien zostać wdrożony na ujęciach komunalnych w celu obserwacji zmienności stężeń ww. związków w czasie. Proponowany zakres analityczny jest szerszy niż wymagany przepisami dotyczącymi norm jakości dla wód pitnych i wynika z tego, że w toku prowadzonych prac, oprócz podstawowych związków chlorowcopochodnych uwzględnionych w normatywach prawnych wykryto również inne szkodliwe i toksyczne związki chlorowcopochodne, które występowały w wysokich stężeniach.
12. Biorąc pod uwagę prawdopodobny scenariusz, że jakość wód podziemnych zasilających istniejące ujęcia miejskie nie ulegnie poprawie w przewidywalnym okresie, samorządy Grodziska Mazowieckiego i Milanówka powinny podjąć działania zmierzające do zapewnienia alternatywy dla obecnych ujęć zbiorowego zaopatrzenia w wodę lub zapewnienia odpowiednich systemów uzdatniania wód (oczyszczania wód ze związków chlorowcopochodnych). Z uwagi na fakt, że na obszarze gmin Grodzisk Mazowiecki i Milanówek, poziom czwartorzędowy jest głównym użytkowym i najbardziej zasobnym poziomem wodonośnym, powinien on być przedmiotem szczegółowego rozpoznania w pierwszej kolejności. W procesie poszukiwania nowych źródeł zbiorowego zaopatrzenia w wodę należy uwzględnić również poziom oligoceński, pomimo iż jego ujęcie wiązać się będzie z wykonaniem studni o głębokości ponad 200 m, a co za tym idzie, wysokim kosztem inwestycji. Wydajność istniejących studni wierconych ujmujących ten poziom wynosi 40-70 m^3/h. Poziom oligoceński, z uwagi na dobrą izolację, nie jest zagrożony zanieczyszczeniem antropogenicznym, jednak posiada ograniczone możliwości do odnawiania zasobów.
13. Teren byłej fabryki „MIFAM" jest wciąż silnie zanieczyszczony i stanowi zagrożenie dla środowiska gruntowo-wodnego. Wskazany obszar wymaga przeprowadzenia remediacji, której sposób powinien być uzgodniony z właściwym organem ochrony środowiska. Wszelkie podejmowane działania mogą potencjalnie oddziaływać na środowisko gruntowo-wodne poza jego obszarem, w szczególności na kierunku przepływu wód, czyli w kierunku północnym. Wskazanym byłoby zatem opracowanie i wdrożenie systemu monitoringu wód podziemnych wokół terenu byłej fabryki „MIFAM", jak również w obszarze potencjalnego zanieczyszczenia, przed rozpoczęciem prac remediacyjnych i monitorowanie jakość wód podziemnych w ustalonych odstępach czasu.

8 Literatura i źródła informacji

[1]. Witczak S., Kania J. Kmiecik E. - Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 2013

[2]. Vinyl chloride in drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality

[3]. Mianowski Z. - Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1: 50 000 arkusz Grodzisk Mazowiecki 558, z objaśnieniami, Warszawa, 1997

[4]. Bujwid W. - Rozwój produkcji sprzętu medycznego w Polsce, w latach 1940-1989, na przykładzie Fabryki Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych w Milanówku, 2011

[5]. Operat wodnoprawny w zakresie poboru wody podziemnej i odprowadzania ścieków dla Fabryki Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych w Milanówku przy ulicy Nowowiejskiej 19, Zespół rzeczoznawców przy Zarządzie głównym stowarzyszenia inżynierów i techników wodnych i melioracyjnych NOT w Warszawie, ul. Czackiego 3/5, Warszawa wrzesień 1979-styczeń 1980

[6]. Onuch T. - Projekt techniczny podczyszczalni ścieków dla Zakładów Jedwabiu Naturalnego „Milanówek" w Milanówku cz. ogólna, Biuro Projektów Gospodarki Wodno-Ściekowej, Warszawa, 1976

[7]. Projekt ZTE cz. Technologiczna Fabryka Narzędzi Chirurgicznych i Dentystycznych w Milanówku. Modernizacja Oczyszczalny Ścieków Przemysłowych, Warszawa, 1977

[8]. Jałowiec L.- Ekspertyza hydrogeologiczna dotycząca zanieczyszczenia wód w Milanówku w rejonie ulic Warszawskiej i Fiderkiewicza, Warszawa, 1983

[9]. Włodkowski J. - Opinia hydrogeologiczna jako uzupełnienie ekspertyzy hydrogeologicznej dotyczącej zanieczyszczenia wód w Milanówku w rejonie ulic Warszawskiej i Fiderkiewicza, Warszawa czerwiec 1986

[10]. Kaliszuk M. - MIFAM S. A. w Milanówku - Rozbudowa i przebudowa Zakładu Raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko, Biała Podlaska, 2009

Wykorzystane strony internetowe:

-(https://www.who.int/publications/m/item/chemical-fact-sheets--vinyl-chloride), Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda, World Health Organization 2022 - 23.09.2024 r.