

# TRASA ZWIEDZANIA TERENÓW POPPRZEMYSŁOWYCH W BYDGOSKO - TORUŃSKIM MIEJSKIM OBSZARZE FUNKCJONALNYM

Zakłady Chemiczne “Zachem” w Bydgoszczy

05-2017

Autorzy: Dr inż. Dorota Pierri, Dr inż. Mariusz Czop





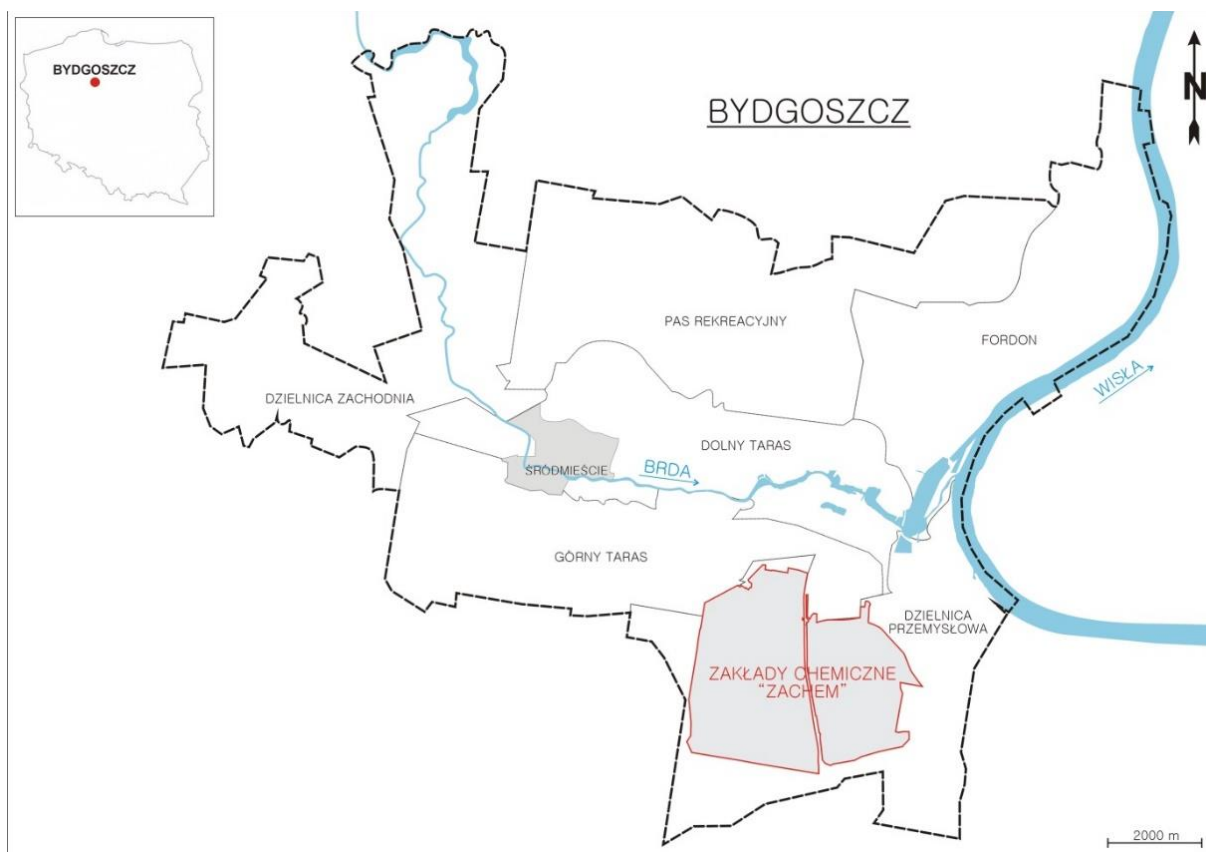
## SPIS TREŚCI

---

<b>Położenie Zakładów Chemicznych "Zachem" .....</b>	<b>3</b>
<b>Rys historyczny Zakładów Chemicznych „Zachem” .....</b>	<b>4</b>
<b>Opis wycieczki po terenie dawnych ZCh "Zachem" w Bydgoszczy .....</b>	<b>5</b>
punkt 1. Ujęcie wody pitnej „S” wraz ze strefą ochronną.....	7
punkt 2. Zakładowa Straż Pożarna – Stacja Ratownictwa Chemicznego „Zachem” .....	8
Exploseum – placówka muzealna w Bydgoszczy.....	10
punkt 3. Składowisko odpadów przemysłowych „Lisia” .....	11
punkt 4. Składowisko odpadów przemysłowych EPI.....	13
punkt 5. Obszar instalacji TDI/TDA.....	14
punkt 6. Strefa soczewki nitrobenzenu.....	15
punkt 7. Składowisko odpadów przemysłowych „Zielona” .....	16
punkt 8. Pola Irygowane oraz elektrociepłownia.....	19
punkt 9. Brdyujście .....	19
punkt 10. Strefa pamięci podbozu niemieckiego.....	19
punkt 11. Oczyszczalnia ścieków „Kapuściska” .....	20
punkt 12. Strefa ruchów masowych .....	22
punkt 13. Ujęcie barierowe studni.....	22
punkt 14. Infrastruktura po dawnych ZCh „Zachem” .....	22
<b>Wstępna lista priorytetowych ognisk zanieczyszczeń .....</b>	<b>23</b>
<b>Uwagi ogólne na temat sieci monitoringowej dawnych ZCh „Zachem” w Bydgoszczy .....</b>	<b>24</b>
<b>Podsumowanie .....</b>	<b>25</b>
<b>Literatura .....</b>	<b>26</b>
<b>Spis rysunków.....</b>	<b>27</b>
<b>Spis fotografii .....</b>	<b>27</b>

## POŁOŻENIE ZAKŁADÓW CHEMICZNYCH „ZACHEM”

Jedne z najstarszych i jednocześnie największych w Polsce, Zakłady Chemiczne „Zachem” S.A. pod względem administracyjnym położone są w województwie kujawsko – pomorskim, powiecie bydgoskim, w granicach grodzkiego Miasta Bydgoszczy (Rys. 1). Zlokalizowane są w południowo – wschodniej części miasta w odległości około 7 km od centrum.



Rys. 1. Położenie Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy

W aspekcie regionalizacji geograficznej Zakłady Chemiczne położone są w prowincji Niż Środkowoeuropejski, podprowincji Pojezierze Południowobałtyckie, makroregionie Pradolina Toruńsko – Eberswaldzka i w mezoregionie Kotlina Toruńska (Kondracki, 2009), co odzwierciedla się w warunkach klimatycznych i hydrologicznych badanego obszaru.

Omawiany obszar badań ma powierzchnię około 2000 ha. Aktualnie, na terenie zajmowanym przed rokiem 1992 przez Zakłady Chemiczne „Zachem”, ma swoje siedziby szereg samodzielnych podmiotów gospodarczych. Najczęściej dzierżawią one budynki, które na ich koszt dostosowane zostały do prowadzenia różnorodnej działalności gospodarczej. Podmioty te zawierają odrębne umowy na dostawę energii, wody oraz zrzut ścieków do sieci kanalizacyjnej. Część podmiotów gospodarczych zakupiła od Zakładów teren wraz z budynkami, gdzie prowadzą działalność. W niniejszej pracy pojęcie - obszar Zakładów Chemicznych „Zachem” - jest więc terminem historycznym i umownym, odnoszącym się do terenu zajmowanego przez Zakłady Chemiczne w Bydgoszczy przed rokiem 1992. Cały ten obszar został objęty wstępnymi badaniami z uwagi na wysoki potencjał zagrożenia środowiska gruntowo-wodnego.



## RYS HISTORYCZNY ZAKŁADÓW CHEMICZNYCH „ZACHEM”

Najistotniejszym aspektem dla scharakteryzowania stanu środowiska naturalnego, a co za tym idzie rozpoznania substancji zanieczyszczających środowisko gruntowo-wodne w rejonie Zakładów Chemicznych „Zachem”, jest zidentyfikowanie wszystkich substancji stosowanych w procesach produkcyjnych. Niezbędne zatem jest szczegółowe studium historii produkcji prowadzonej w Bydgoszczy.

Zakłady Chemiczne „Zachem” w Bydgoszczy do roku 2013 były jednym z największych producentów chemii organicznej na polskim rynku. Studium archiwalnych map topograficznych dowodzi, iż Zakłady zostały założone dokładnie w miejscu pruskiej wytwórni materiałów wybuchowych, zbudowanych w czasie trwania II wojny światowej (Schiegel, 1878; Sckerl, 1878). *Dynamit-Aktien Gesellschaft* (DAG) Fabrik Bromberg była ogromną fabryką zbrojeniową, przeznaczoną do zadań militarnych III Rzeszy Niemieckiej. Powstała pod Bydgoszczą w latach 1939 – 1945. Szczególny rozwój kombinatu tajnej produkcji prochu i wypełniania amunicji, wzniesionego rękoma robotników przymusowych, przypada na lata reżimu hitlerowskiego. Podstawowymi produktami DAG w strefie Bauleitung I (Kaltwasser) była nitroceluloza ( $C_6H_7O_{11}N_3$ ), proch bezdymny oraz nitrogliceryna ( $C_3H_5N_3O_9$ ). W strefie Bauleitung II (Brahna) produkowano trotyl ( $C_7H_5N_3O_6$ ), dinitrobenzen ( $C_6H_4(NO_2)_2$ ), pociski V1, jak również bomby lotnicze, pociski artyleryjskie oraz ładunki prochowe (Pszczółkowski, 2011). Masowa produkcja prochu została podjęta przez dyrektora zakładów Adolfa Kämpfa w lipcu 1942 roku, z czasem ulegając systematycznemu zwiększaniu. W 1944 roku wyprodukowano łącznie 13,7 tys. ton materiału. Produkcję nitrocelulozy podjęto dopiero w 1943 roku, a trotylu w styczniu 1945, później również produkcję nitrogliceryny (Pszczółkowski, 2011).

Za symboliczny początek Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy uważa się luty 1945 roku, podczas gdy wznowienie produkcji przypadło na rok 1948, kiedy to początkowo produkowane były materiały strzałowe dla górnictwa. Następnie produkcja została dostosowana do potrzeb zarówno wojskowych jak i cywilnych, gdzie wytwarzano trotyl ( $C_7H_5N_3O_6$ ), pentryt ( $C_5H_8N_4O_{12}$ ) i tetryl ( $C_7H_5N_5O_8$ ). Po pięciu latach produkowano barwniki, półprodukty barwnikarskie, pigmenty oraz fenol ( $C_6H_6O$ ). Produkowano również dinitrotoluen (DNT  $C_7H_6N_2O_4$ ), nitrobenzen ( $C_6H_5NO_2$ ), anilinę ( $C_6H_5NH_2$ ), wyroby z przetworzonego PCW. Dodatkowo prowadzono denitrację kwasów i gospodarkę kwasami nitracyjnymi.

Z początkiem lat 60. ubiegłego wieku testowano w Zakładach doświadczalne instalacje produkcji izocyjanianów, dienów i poliwęglanów. Prowadzono prace studialne dla budowy kompleksu poliuretanowego. W następnej dekadzie zainwestowano w produkcję elastycznych pianek poliuretanowych, instalacje elektrolizy solanki, fosgeny, DNT ( $C_7H_6N_2O_4$ ), toluenodiaminy (TDA  $C_7H_{10}N_2$ ), toluenodiiizocyjanianu (TDI  $C_9H_6N_2O_2$ ) i epichlorohydryny (EPI  $C_3H_5ClO$ ) oraz pianek sztywnych i kształtek z pianek PUR dla przemysłu motoryzacyjnego. Profil produkcji Zakładów Chemicznych ewoluował przez dekady uwzględniając potrzeby rynku oraz sytuację polityczno-ekonomiczną kraju. Zależał również od zastoju inwestycyjnego, który w ubiegłym wieku wynikał z kłopotów gospodarczych Polski. Podstawowe i najważniejsze produkty wytwarzane w Zakładach w ostatnim okresie ich działalności to toluenodiiizocyjanian TDI, chlorek allilu, epichlorohydryna EPI, kwas solny, wodorotlenek sodu i podchloryn sodu. Z wyrobów produkowanych na znaczącą skalę wymienić można pianki poliuretanowe. Związki te (poliuretany PUR lub PU) to polimery, które wytwarza się na drodze addycyjnej polimeryzacji, wielofunkcyjnych izocyjanianów oraz amin i alkoholi (Pietrucin, 2013a; 2014).

Podstawową cechą wyróżniającą poliuretały od innych polimerów jest występowanie w ich głównych łańcuchach grup uretanowych [-O-CO-NH-]. Ilościowo najważniejszym zastosowaniem poliuretanów są



pianki. Pianki PU wykorzystuje się w przemyśle meblarskim (gąbki tapicerskie, materacowe), samochodowym (gąbki tapicerskie, sztywne pianki zderzaków, elementy wystroju wnętrza, amortyzatory) oraz obuwniczym, a także tekstylnym (tkaniny z podszewkami gąbczastymi, tkaniny dociepleniowe). Ostatnim zastosowaniem produktów są gąbki do kąpeli i rozmaite materiały izolacyjne, kity uszczelniające, spoiwa jak również kleje.

Od 14 sierpnia 2013 r. Zakłady Chemiczne „Zachem” w Bydgoszczy funkcjonowały jako Infrastruktura Kapuściska S.A. pozostając własnością Grupy Chemicznej Ciech. Cztery miesiące później zaprzestano produkcji organicznych i nieorganicznych związków chemicznych. Działalność firmy koncentrowała się przede wszystkim na świadczeniu usług związanych z zarządzaniem infrastrukturą oraz z zaopatrywaniem w media podmiotów prowadzących działalność gospodarczą w sąsiedztwie spółki. Z dniem 14 marca 2014 r. spółkę postawiono w stan upadłości, a majątkiem zarządza syndyk.

Omawiany obszar badań dawnych Zakładów Chemicznych "Zachem" w Bydgoszczy ma powierzchnię około 2000 ha. Aktualnie, na terenie zajmowanym przed rokiem 1992 przez Zakłady, ma swoje siedziby szereg samodzielnych podmiotów gospodarczych. Najczęściej dzierżawią one budynki, które na ich koszt dostosowane zostały do prowadzenia różnorodnej działalności gospodarczej. Podmioty te zawierają odrębne umowy na dostawę energii, wody oraz zrzut ścieków do sieci kanalizacyjnej. Część podmiotów gospodarczych zakupiła od Zakładów teren wraz z budynkami, gdzie prowadzą działalność. W niniejszej pracy pojęcie - obszar Zakładów Chemicznych „Zachem” - jest więc terminem historycznym i umownym, odnoszącym się do terenu zajmowanego przez Zakłady Chemiczne w Bydgoszczy przed rokiem 1992. Cały ten obszar został objęty wstępnymi badaniami z uwagi na wysoki potencjał zagrożenia środowiska gruntowo-wodnego. Badania należy prowadzić również poza granicami Zakładów, aż do rzeki Wisły i jej lewobrzeżnego dopływu Brdy, które stanowią lokalną i regionalną bazę drenażu wód podziemnych.

## OPIS WYCIECZKI PO TERENIE DAWNYCH ZCh "ZACHEM" W BYDGOSZCZY

Wycieczka po terenie dawnych Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy została wyznaczona w oparciu o 15 punktów oznaczonych na poniższej mapie (Rys. 2), tak aby pokazać zwiedzającym prawdziwe oblicze terenów przemysłowych o silnym stopniu skażenia środowiska gruntowo-wodnego. Punktem początkowym i końcowym trasy wycieczki jest Exploseum w Bydgoszczy, położone przy ul. Spokojnej – placówka muzealna, oddział Muzeum Okręgowego im. Leona Wyczółkowskiego w Bydgoszczy.

Trasa przejazdu po dawnych Zakładach Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy oraz rejonie Łęgnowa:

1. Ujęcie wody pitnej „S” wraz ze strefą ochronną,
2. Zakładowa Straż Pożarna – Stacja Ratownictwa Chemicznego „Zachem”  
**Exploseum** – placówka muzealna, oddział Muzeum Okręgowego im. Leona Wyczółkowskiego w Bydgoszczy
3. Składowisko odpadów przemysłowych przy ul. Lisiej, tzw. „Lisia”
4. Składowisko odpadów przemysłowych z produkcji epichlorohydryny, tzw. EPI
5. Obszar instalacji produkcji toluenodiiizocyanianu i toluenodiaminy, tzw. TDI/TDA
6. Strefa występowania silnego zanieczyszczenia, soczewki nitrobenzenu
7. Składowisko odpadów przemysłowych przy ul. Zielonej, tzw. „Zielona” wraz z wykonaniem podstawowych badań terenowych w wybranych piezometrach sieci monitoringowej środowiska gruntowo-wodnego ZCh „Zachem” – *postój całej grupy, zajęcia około 30 min.*

8. Pola lrygowane oraz elektrociepłownia
9. Brdujście
10. Strefa pamięci podobozu niemieckiego, nazistowskiego obozu koncentracyjnego
11. Oczyszczalnia ścieków „Kapuściska”
12. Strefa ruchów masowych na wysoczyźnie
13. Ujęcie barierowe studni przechwytyjących
14. Infrastruktura po dawnych ZCh „Zachem”, odstojniki



**Rys. 2. Trasa wycieczki po terenie dawnych Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy**

Legenda: kolor szary – granica ZCh „Zachem”, kolor zielony – strefa ochronna ujęcia „S”, kolor czerwony – trasa wycieczki po ZCh „Zachem”, koło – punkty przejazdu

## **PUNKT 1. UJĘCIE WODY PITNEJ „S” WRAZ ZE STREFĄ OCHRONNĄ**

Jakość wód podziemnych ma charakter mozaiki, tj. na obszarze dawnych Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy występują rejon wód czystych, ujmowanych do celów pitnych o I klasie jakości i dobrym stanie chemicznym, ale występują też obszary wód silnie skażonych na skutek działalności przemysłowej o V klasie jakości i słabym stanie chemicznym.

Ujęcie wody pitnej „S” (Fot. 1) zlokalizowane jest w południowo – zachodniej części Zakładów, na napływie czystych, niezanieczyszczonych czwartorzędowych wód podziemnych. Ujęcie charakteryzuje się stałością składu chemicznego wód, znajduje się pod stałą kontrolą Powiatowej Stacji Sanitarno – Epidemiologicznej w Bydgoszczy, a eksploatowana woda nadaje się do spożycia, bez procesu usuwania żelaza i manganu.

Niezanieczyszczone wody podziemne czwartorzędowego piętra wodonośnego charakteryzują się typem hydrogeochemicznym Ca-HCO<sub>3</sub>, o mineralizacji wody 242 do 406 mg/L, przy średniej arytmetycznej na poziomie 353 mg/L. Stężenia dominujących jonów wynoszą 42 do 79 mg/L dla wapnia oraz 165 do 254 mg/L dla wodorowęglanów. Stężenia żelaza i manganu występują poniżej 0,1 mg/L, mimo iż generalnie czwartorzędowe wody podziemne na Kujawach charakteryzują się podwyższonymi geogenicznie wartościami tych pierwiastków. Odczyn wód jest lekko zasadowy (7,72 do 8,25 pH) i charakteryzują się one wartościami Eh w granicach +61 do +232 mV, po redukcji do sondy wodorowej (Pietrucin, 2015).

Podczas eksploatacji ujęcia „S” kilkakrotnie wykryto stężenia fenoli w wodach podziemnych. Zjawisko to zachodziło podczas zwiększonego poboru wód podziemnych na ujęciu, co bezpośrednio wiąże się ze zwiększeniem leja depresji i dopływem zanieczyszczeń z ognisk znajdujących się w większej odległości.



Fot. 1. Studnia głębinowa nr 18 wchodząca w skład ujęcia wody pitnej „S” (fot. D. Pierri)



Wskazuje to na fakt, iż mimo przeprowadzonej wnikliwej inwentaryzacji składowisk odpadów na terenie Zakładów Chemicznych „Zachem”, zidentyfikowanych jako obiekty stanowiące ogniska zanieczyszczenia środowiska wodnego, możliwe jest występowanie nierozpoznanych dotychczas ognisk. Przy czym w wyniku długotrwałej działalności Zakładów, jak również braku uporządkowanej gospodarki odpadami, szczególnie w początkowym etapie istnienia tego typu, niezidentyfikowanych ognisk może być znacznie więcej.

## **PUNKT 2. ZAKŁADOWA STRAŻ POŻARNA - STACJA RATOWNICTWA CHEMICZNEGO „ZACHEM”**

Zakładowa Straż Pożarna – Stacja Ratownictwa Chemicznego „Zachem” mieści się na terenie Bydgoskiego Parku Przemysłowo - technologicznego przy ulicy Wojska Polskiego. Ratownictwo chemiczne powołano 6 maja 1970 roku w sześciu zakładach przemysłu chemicznego. Jednostka „Zachem”, w którym do dziś funkcjonuje Stacja Ratownictwa Chemicznego, była jedną z nich. Rejon działania jednostki obejmuje dawny teren jednego z największych w kraju Zakładów Chemicznych „Zachem”. Zakłady „Zachem” to przede wszystkim produkcja ciężkiej chemii typu epichlorohydryna, toluenodiazocyanian, chlorek allilu, dinitrotoluen czy podchloryn sodu lub fosgen, substancje szczególnie niebezpieczne dla otoczenia. W latach, kiedy zakłady rozwijały się silnie, własna stacja ratownictwa chemicznego była jednym z najważniejszych czynników bezpieczeństwa, tym bardziej, że odnotowywano awarie i niebezpieczne wypadki. Przy produkcji materiałów wybuchowych i toksycznych substancji prawdopodobieństwo skażenia było bardzo wysokie.

### ***Tragedia 19 listopada 1952 roku (autor: Mariusz R. Fryckowski)***

*Jest 2005 rok, przechadzam się wzdłuż ulicy Gdańskiej w Bydgoszczy, jest piekielnie gorąco. Tuż obok kościoła Klarysek w przygodnym sklepiku, kupiłem coś zimnego do picia. Po wyjściu ze sklepu dostrzegłem niewielki plac, gdzie stały ławki, wokół mnóstwo gołębi. Kątem oka szukam jakiegoś miejsca, aby usiąść i odpocząć. Wszystkie ławki są zajęte prócz jednej, gdzie odpoczywa dwoje starszych osób. Podeszedłem do nich i zapytałem, czy mogę usiąść? Skinieniem głowy małżeństwo zgodziło się, przez chwilę siedzieliśmy w milczeniu. Oni karmili wiecznie głodne gołębie, a ja z lubością popijałem obrzydliwy, ale zimny sok. Po kilku chwilach zaczęliśmy rozmawiać o jakichś błahostkach. Później dowiedziałem się, że od lat mieszkają na Gdańskiej, zaświtała mi myśl, że być może ci państwo wiedzą coś na temat tamtych chwil, kiedy w doszło do awarii w Zachemie. Nie pomyliłem się, zaprosili mnie do siebie na kawę.*

*Najbardziej poruszającym fragmentem był ten, gdzie starszy pan opowiedział o tym, jak tamtego dnia w dwóch jego pokojach wyleciały szyby z okien, a po chwili do jego uszu dobiegł huk detonacji. Małżeństwo opowiedziało mi o strachu, który towarzyszył im przez kolejne kilka godzin. Publiczną tajemnicą było to, że w zakładach chemicznych produkowano materiały wybuchowe, jakie? Tego oficjalnie nikt nie wiedział, nieoficjalnie, całe miasto i okolice, z Maksymilianowem włącznie (największa w tamtym czasie w Europie, kolejowa stacja rozrządowa).*

*Trotyl to jasnożółta, krystaliczna substancja stała. Topi się w temperaturze ponad 80 stopni Celsjusza. Wybucho przy podgrzaniu do ponad 290 stopni Celsjusza. Wybuch jest bardzo gwałtowny. Detonacja przebiega z prędkością 6950 m/s. Podczas wybuchu wytwarza się temperatura ok. 2820 stopni Celsjusza. Trotyl (TNT) to 2,4,6-trinitrotoluen, (NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> – organiczny związek chemiczny, nitrozwiązek, stosowany masowo jako kruszący materiał wybuchowy.*





*Jako materiał wybuchowy, jest trwały, mało wrażliwy na uderzenie, tarcie i ma wysoką temperaturę wymaganą do zainicjowania wybuchu. Dzięki temu jest stosunkowo bezpieczny w użytkowaniu i przechowywaniu, jednak musi być odpalany za pomocą silnych detonatorów. Trotyl lany, w przeciwieństwie do prasowanego, pali się – pod wpływem płomienia – nie detonuje. Trotyl można także zdetonować bezpośrednio lontem detonującym owijając, co najmniej 2 razy ładunek albo jedną z jego kostek. W celu obniżenia temperatury detonacji TNT do 295 °C można do niego dodać 10% siarki lub 2% tlenku żelaza(III). Do napełniania pocisków i min używany jest w postaci lanej lub prasowanej. Luzem przeważnie występuje w prasowanych kostkach 200 i 400 g oraz jako walcowy 75 g nabój wiertniczy. Bywa również w postaci kostek o masie 1 kg oraz ładunków cylindrycznych o wadze 5 lub 8 kg. Jest składnikiem m.in. oktolu, torpeksu*

*Mieszkańcy Bydgoszczy właśnie tamtego dnia zdali sobie sprawę z tego, z czym mają do czynienia i jak niebezpieczna produkcja prowadzona jest w opłotkach ich domów. Ryk syren i aktywność służb w tym zakresie zapewniła im przekonanie, że w Zachemie doszło do tragedii.*

*W gigantycznym budynku, gdzie produkowano trotyl 19 listopada, tuż po północy wybuchł pożar. Zanim zareagowała straż przemysłowa, nastąpiła niezwykle silna detonacja. Huk słyszano w odległości pięciu kilometrów od epicentrum. Ze swoich domów wybiegali przerażeni i zdezorientowani ludzie. Nikt nie wiedział, jak postępować, gdzie się schronić. Wielki budynek, w którym doszło do wybuchu... zniknął, pozostał po nim tylko lej w ziemi gigantyczne bryły uzbrojonego betonu (fragmenty budynku) przelatowały w powietrzu nawet ćwierć kilometra niszcząc w momencie upadku dosłownie wszystko. Pamiętam relację jednego ze świadków, który pracując przy suwaniu skutków wybuchu wspominał, że na jednej ze ścian budynku sąsiadującego z głównym, gdzie produkowano TNT pozostała cień, pozostałość po ciele jednej z ofiar. Świadek wspomina także fakt, gdzie jedna z oderwanych od budynku brył betonu spadła na pobliskie przedszkole.*

*Na początku wspominało, że doszło do detonacji aż 100 ton trotylu – niepodobna, taka ilość odpowiada skutkom wybuchu jądrowego niewielkiej mocy. Skutki takiej detonacji możemy prześledzić na poglądowym filmie, który wykonano na jednym z poligonów amerykańskich. Prześledzić można dokładnie skutki wybuchu takiej ilości TNT. Film pokazuje falę uderzeniową i zniszczenia, kolejno anihilację dwóch myśliwców w locie, uszkodzenia zakotwiczone w porcie okrętów wojennych, zniszczenie stacji radarowej i skutki fali uderzeniowej działającej na ciało człowieka. Film opatrzyłem tytułem „Sto ton”.*

*W rzeczywistości było inaczej.*

*Do dziś nie wiadomo dokładnie, ile ton trotylu wybuchło, ile osób zginęło, na ile wyceniono straty. Śledztwo było tajne i nastawione na ujęcie sabotażystów. Zamiast defektów technicznych czy błędów organizacyjnych szukano dolarów w mieszkaniu dyrektorów. Nic nie znaleziono, a mimo to stracili posady, trafili do aresztu i wytoczono im proces. – Nawet wiele lat później mnie, inżynierowi, który pracował na odbudowanej linii trotylowej, nie wolno było pytać o przyczyny wybuchu. Nie mogliśmy o tym między sobą rozmawiać – wspomina Zbigniew Gruszka. Nieoficjalnie policzono, że zginęło ok. 20 osób, rannych zostało ponad 100. A wybuchło nie mniej niż pięć, ale nie więcej niż 15 ton trotylu. Reszta z 80 ton na szczęście rozwiła się po okolicy.*

*To jeszcze nie wszystko. Niewielu wie, a jeszcze mniej pamięta o tym, że w 1968 roku doszło do kolejnej awarii, której skutkiem był kolejny wybuch. Jednak w tym przypadku bardzo szybko odrzucono hipotezę sabotażu, ustalono mianowicie, że wina była po stronie pracowników. Załoga chcąc przerwać jedną z gwałtownych reakcji chemicznych użyła gaśnic śniegowych, których zastosowanie nie przyniosło zamierzonych efektów, mało tego,*



doprowadziło do całkowitego zablokowania (zamrożenia) zaworów bezpieczeństwa. Ofiarą tej awarii było niewspółmiernie mniej w stosunku do poprzedniej katastrofy. Zginął mistrz zmianowy.

źródło: (<http://tokis.pl/historia-regionu/newsweek-rzetelnym-zrodlem-informacji-katastrofa-w-bydgoskim-zachemie/>)

## **EXPLOSEUM - PLACÓWKA MUZEALNA W BYDGOSZCZY**

Podstawą do utworzenia Exploseum były opuszczone po 1945 r., niedostępne dla osób postronnych i w większości niewykorzystane obiekty dawnej Fabryki Prochu i Amunicji DAG Fabrik Bromberg z okresu II wojny światowej. Kombinat tajnej produkcji prochu i wypełniania amunicji, wzniesiony rękoma robotników przymusowych należał do przedsiębiorstwa Dynamit-Aktien Gesellschaft (DAG), którego korzenie sięgają lat 60. XIX wieku i postaci Alfreda Nobla.

Jesienią 1939 roku, wkrótce po zajęciu Bydgoszczy, w lesie blisko podmiejskiego Łęgnowa, Niemcy rozpoczęli budowę ogrodzenia, które objęło powierzchnię 23 km<sup>2</sup> – areal przyszłej fabryki. Do końca 1944 roku powstało ponad 1000 budynków, 400 km dróg i 40 km torów kolejowych. Kompleksowy program budowy obejmował budynki produkcyjne, obiekty infrastruktury elektrycznej, cieplnej, wodnej i kanalizacyjnej, schrony, laboratoria, warsztaty, budynki straży pożarnej, ambulatoria, obiekty administracyjne i socjalne, kordegardy, budynki nadzoru, osiedla mieszkalne dla kadry kierowniczej oraz obozy baraków dla robotników przymusowych.

Zakład dzielił się na dwie części, oddzielone przebiegającą południkowo magistralą węglową Śląsk-Porty. Część zachodnia (niem. *DAG Kaltwasser*) dzieliła się na *NC-Betrieb* (nitroceluloza), *POL-Betrieb* (proch bezdymny) z placem prób balistycznych oraz *NGL-Betrieb* (nitrogliceryna). Obszar wschodni (niem. *DAG Brahnau*) składał się z *TRI-Betrieb* i *DI-B-Betrieb* (trotyl i dinitrobenzen, wykorzystywany m.in. w pociskach V1) oraz *Füllstelle* (elaboracja amunicji, m.in. bomb lotniczych, pocisków artyleryjskich i ładunków prochowych).

Według założeń fabryka w Bydgoszczy-Łęgnowie miała być największym zakładem koncernu Dynamit DAG. Był to jeden z największych zakładów przemysłowych wzniesionych przez władze III Rzeszy na polskich terenach okupowanych i najbardziej na wschód wysunięta hitlerowska fabryka produkująca materiały wybuchowe. Szacuje się, że ogółem w fabryce pracowało 30-40 tys. robotników, w tym bezpośrednio przy produkcji – około 10 tysięcy (ponad 50% stanowili Polacy, resztę Niemcy oraz jeńcy wojenni z kilkunastu krajów Europy). Produkcję kontynuowano do ostatnich dni przed wkroczeniem Armii Czerwonej. Żołnierze radzieccy wywieźli wszystkie urządzenia techniczne do ZSRR, zaś puste obiekty przekazano polskim władzom. Te z kolei zamknęły teren dla osób postronnych ze względu na prowadzoną tu od lat 50. XX w. ściśle tajną produkcję materiałów wybuchowych oraz produktów chemicznych.

Przez długie lata setki obiektów, połączonych tunelami i zamaskowanych w zalesionym terenie było eksplorowanych w tajemnicy przez miłośników techniki i wojskowości, a cały teren dawnej fabryki otaczała aura tajemniczości. Po II wojnie światowej część obszaru fabryki została zajęta przez instalacje chemiczne zakładów Zachem i Nitrochem, zaś od 2004 r. w południowej części terenu rozpoczęto budowę Bydgoskiego Parku Przemysłowo-Technologicznego.

Wzrost zainteresowania historią tajemniczych obiektów oraz zagrożenie ich wyburzenia związane z rozbudową BPPT, było podstawą decyzji władz miejskich zorganizowania na tym terenie placówki muzealno-turystycznej. Zadanie stworzenia skansenu architektury przemysłowej i trasy turystycznej na terenie tzw. NGL-Betrieb – strefy produkcji nitrogliceryny, powierzono Muzeum Okręgowemu im. Leona



Wyczółkowskiego w Bydgoszczy. Inicjatywa trafiła na listę projektów kluczowych Regionalnego Programu Operacyjnego województwa kujawsko-pomorskiego 2007-2011, umożliwiającego sfinansowanie przedsięwzięcia z funduszy Unii Europejskiej. Wartość całkowita projektu wynosiła 8,4 mln zł, z czego dofinansowanie z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego wyniosło 5,3 mln zł.

Prace adaptacyjne rozpoczęto w listopadzie 2008 r., a ukończono w maju 2011 r. 7 lipca tego roku placówkę otwarto dla zwiedzających ([wikipedia.pl](http://wikipedia.pl)).

### **PUNKT 3. SKŁADOWISKO ODPADÓW PRZEMYSŁOWYCH „LISIA”**

Składowisko odpadów przemysłowych położone przy ul. Lisiej jest kolejnym, bardzo niebezpiecznym ogniskiem skażeń środowiska gruntowo – wodnego na terenie dawnych Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy. Położone jest w centrum obszaru badań. Głównym odpadem, deponowanym na składowisku był siarczyn sodu silnie zanieczyszczony fenolem (podobnie jak w przypadku składowiska odpadów przemysłowych „Zielona”, a także smoły poeksploatacyjne z produkcji toluenodiaminy (TDI) oraz toluenodiiizocyanianu (TDI). Historia składowiska i szczegółowe studium literaturowe wskazuje, iż pierwotnie doły szlamowe były uszczelnione i skonstruowane z płyt betonowych, płytek ceramicznych i/lub wystane bituminami. Doły miały również system drenażowy odbierający odcieki pochodzące ze składowiska. Niestety w okresach silnej eksploatacji terenu używano materiałów wybuchowych do kruszenia składowanych odpadów, co w oczywisty sposób naruszyło konstrukcję składowiska i rozszczelniło podłoże. Należy zatem mieć na uwadze, że już z początkiem funkcjonowania składowiska odpadów przy ul. Lisiej, stanowiło ono intensywne ognisko skażenia gruntów i wód podziemnych. Zanieczyszczenia bezpośrednio infiltrowały do środowiska naturalnego (Czop & Pietrucin, 2016).

Budowa geologiczna oraz warunki hydrogeologiczne w rejonie składowiska odpadów „Lisia” są skomplikowane. Podobnie, jak na obszarze całych Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy, główną warstwą wodonośną, w której odbywa się migracja zanieczyszczeń jest piętro czwartorzędowe. Należy jednak zwrócić uwagę, że litologia jest silnie zaburzona utworami nieprzepuszczalnymi o współczynniku filtracji rzędu  $10^{-9}$  m/s. Oznacza to, że podczas rozpatrywania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń ze składowiska należy szczegółowo przeprowadzić analizę zarówno budowy geologicznej oraz warunków zalegania zwierciadła wód podziemnych. Ponadto w rejonie składowiska przebiega wododział czwartorzędowych, co powoduje, że część zanieczyszczeń odpływa w kierunku północnym do Brdy, a część w kierunku północno – wschodnim do Wisły.

Archiwalne badania hydrogeochemiczne wykazują, że już w latach '80 ubiegłego wieku rejon składowiska odpadów przemysłowych „Lisia” wykazywał silne skażenie substancjami organicznymi i nieorganicznymi. Dominującymi zanieczyszczeniami były: fenol, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, wysoki ekstrakt eterowy, ale przede wszystkim nitrobenzen, toluidyna oraz nitrotoluen. Z substancji nieorganicznych, wysokie stężenia oznaczono dla siarczanów, sodu oraz jonów amonowych (Czop & Pietrucin, 2016).

Podczas badań naukowych, prowadzonych na terenie dawnych Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy, dokonano jednorazowego opróbowania rejonu składowiska „Lisia”. Próbką wody z piezometru PSS8 została poddana analizie zawartości WWA, co wykazało zawartość naftalenu, acenaftenu, fluorenu i fluorantenu, przy sumie WWA 0,192 mg/L (Fot. 2). Należy jednak zaznaczyć, że zanieczyszczenie w tym piezometrze przy braku znajomości spągu warstwy wodonośnej, w której odbywa się migracja zanieczyszczeń, może pochodzić równie prawdopodobnie ze składowiska EPI.

Spośród substancji nieorganicznych, należy zwrócić uwagę na wysokie stężenia chlorków 2571 mg/L oraz siarczanów 2075 mg/L.



Fot. 2. Filtr strzykawkowy 0,45  $\mu\text{m}$  przed i po filtracji zanieczyszczonych wód podziemnych (fot. D. Pierri)

Schemat postępowania dla potrzeb remediacji: Kluczowym etapem rozpoznania stanu skażenia środowiska naturalnego w obszarze badań jest szczegółowa analiza czwartorzędowej budowy geologicznej, która jest silnie zaburzona, a ma dominujący wpływ na kierunki przepływu wód podziemnych, w tym migrację zanieczyszczeń.

Rozpoznanie hydrogeologiczne obszaru składowiska „Lisia” wymaga znacznego poszerzenia, szczególnie dokładnego kartowania hydrogeologicznego, dla dokładnego rozpoznania zalegania zwierciadła wody podziemnej. Należy zgodnie z przyjętym harmonogramem powtórzyć szczegółowe badania w sieci monitoringowej, obejmujące zarówno pomiary podstawowych parametrów fizyko – chemicznych *in situ* w wodach podziemnych, jak również opróbowanie z przyjętą, jak w przypadku składowiska „Zielona”, techniką „low flow” uwzględniającą stratyfikację stężeń zanieczyszczeń w słupie wody. Wody te należy rzetelnie zbadać w laboratorium hydrogeochemicznym, uwzględniając specyfikę terenu, tzn. ze szczególnym uwzględnieniem charakterystycznych substancji chemicznych, skażających środowisko naturalne – fenol, toluidyna, nitrobenzen, nitrotoluen i WWA.

W związku z faktem, iż sieć monitoringowa wód podziemnych jest niewystarczającą, zaleca się dowiercenie kilku piezometrów lub przynajmniej igłofiltrów – na napływie wód podziemnych z kierunku południowo – zachodniego (aktualnie park przemysłowy) oraz na kierunku odpływu ze składowiska po dokładnym określeniu propagacji chmury zanieczyszczeń. Należy również wykonać badania określające stan zanieczyszczenia gleb i ziemi, jak również pobrać próbki odpadów do badań wymywalności, które pozwolą określić faktyczną ilość odpadów, nadal zalegających na składowisku a mających znaczny wpływ na wszystkie omówione komponenty środowiska naturalnego.



Dopiero uszczegółowienie, a właściwie zebranie rzetelnych informacji o składowisku i migracji zanieczyszczeń pozwoli na skuteczne zaprojektowanie scenariusza remediacyjnego dostosowanego do indywidualnych i specyficznych warunków panujących w rejonie składowiska „Lisia”. Już teraz można jednak podjąć decyzję o likwidacji ogniska zanieczyszczeń lub przynajmniej doszczelnieniu składowiska od powierzchni, celem ograniczenia dalszego wymywania zanieczyszczeń z bryły odpadów. Uszczelnienie powierzchni jest metodą mającą na celu ograniczenie lub powstrzymanie aktywności ogniska zanieczyszczeń, jakim jest składowisko odpadów przemysłowych „Lisia”. Dotychczasowe działania nie spełniają swojego zadania, co sugeruje, że proces wymywania zanieczyszczeń zdeponowanych na składowisku zachodzi w dalszym ciągu. Dla ograniczenia kosztów zastosowania tej metody, można wykorzystać lokalne utwory słabo przepuszczalne w postaci glin czwartorzędowych (Koot i in., 2011). Warstwa utworów zapewni znaczące ograniczenie procesu infiltracji wód opadowych. Dla zachowania aspektów estetycznych, pokrycie warstwy gliny humusem umożliwi sukcesję flory (Czop & Pietrucin, 2016).

#### **PUNKT 4. SKŁADOWISKO ODPADÓW PRZEMYSŁOWYCH EPI**

Rejon składowiska EPI tworzą staw sedymentacyjny osadów poneutralizacyjnych z produkcji epichlorohydryny, jak również składowisko szlamu oraz popiołów pochodzących z elektrociepłowni w Bydgoszczy. Analiza historii tych składowisk, świadczy, że znaczna ilość zanieczyszczeń przedostała się do środowiska gruntowo – wodnego podczas eksploatacji tego terenu przez dawne Zakłady Chemiczne „Zachem” w Bydgoszczy. Obiekty te położone są w centralnej części zakładów, i podobnie jak w przypadku składowiska „Lisia” leżą na wododziale czwartorzędowych wód podziemnych, co oznacza, że część zanieczyszczeń z ognisk migruje w kierunku północnym, a część północno – wschodnim. Na obszarze tym czwartorzędowa budowa geologiczna jest zaburzona, gdzie w bliskiej odległości występują utwory dobrze przepuszczalne i prawie izolujące.

Ponadto prócz podstawowych składowisk odpadów, dodatkowymi ogniskami zanieczyszczeń mogą być: rurociąg solanki z Inowrocławia, awaryjny zrzut ścieków do bezodpornego zagłębienia pomiędzy stawem sedymentacyjnym, a dołami składowymi przy ul. Lisiej oraz wycieki z kanalizacji ścieków przemysłowych zakładów. Awaria kanalizacji pod koniec lat '80 była źródłem skażenia wody podziemnej i gruntu na terenie dawnego Wydziału Syntezy Tworzyw, a próbki pobrane w tym obszarze wykazywały pH 11, a stężenie chlorków dochodziło do 20 g/L. W latach tych składowisko popiołów było opróżniane, a popiół samochodami ciężarowymi wywożono na teren planu spalań w Żółwinie. W trakcie opróżniania składowiska popiołu szlam solankowy zrzucano prawdopodobnie do stawu sedymentacyjnego, co spowodowało zmiany chemizmu wody w stawie z odczynu pH 7,4 – 7,7 do poziomu 11,3 do 11,5. Ponadto oznaczono w wodach obecność fenoli, nitrobenzenu, toluidyny i nitrotolenu.

Podobnie jak w przypadku składowiska „Lisia”, chmura zanieczyszczeń migruje w kierunku północy do Brdy i północno – wschodnim do Wisły. Są to zanieczyszczenia zarówno nieorganiczne, jak i organiczne o charakterze kancerogennym, mutagennym i toksycznym (fenole, nitrobenzen, toluidyna, nitrotoluen). Zanieczyszczeniu uległy wszystkie komponenty środowiska gruntowo – wodnego, w szczególności wody podziemne czwartorzędowego piętra wodonośnego. Stwierdzenie to opiera się na wykonanych w roku 2008 badaniach terenowych i dalszemu modelowaniu regionalnemu, które jednak wymaga weryfikacji ze stanem obecnym.

Wyniki badań terenowych, prowadzonych w roku 2012, przeprowadzone w piezometrach PSS10 i PSS12, wykazują, iż środowisko jest skażone, a w wodach oznaczany jest nawet arsen na poziomie nawet



do 30  $\mu\text{g/L}$ . Wody podziemne wykazują odczyn lekko zasadowy o przewodności elektrolitycznej właściwej do około 10000  $\mu\text{S/cm}$  w piezometrze PSS12 (Czop & Pietrucin, 2016).

Schemat postępowania dla potrzeb remediacji: Zarówno budowa geologiczna, jak i warunki hydrogeologiczne w rejonie składowiska EPI są nierozpoznane. Są wynikiem interpretacji pozostałych pomiarów bądź efektem badań modelowych. Piezometry, będące w otoczeniu składowiska nie dają żadnych wymiernych informacji. A zatem schemat postępowania dla potrzeb remediacji należy przyjąć jak dla terenów nierozpoznanych:

1. Analiza budowy geologicznej,
2. Analiza warunków hydrogeologicznych (stanu hydrogeochemicznego wraz z dynamiką wód),
3. Charakterystyka ogniska zanieczyszczeń wraz z identyfikacją substancji chemicznych używanych i produkowanych,
4. Model konceptualny przepływu wód podziemnych,
5. Model konceptualny migracji zanieczyszczeń,
6. Model numeryczny migracji zanieczyszczeń,
7. Projekt optymalnego scenariusza remedacyjnego wzbogacony szczegółowymi badaniami hydrogeochemicznymi oraz identyfikacją procesów hydrogeochemicznych warunkujących transformacje chemiczne w górotworze.

Należy jednak pamiętać, że wykonanie projektu remedacyjnego z pominięciem któregoś z powyższych punktów skutkuje błędnymi założeniami, co w efekcie może spowodować poniesienie wysokich kosztów instalacyjnych i praktycznie niezauważalną poprawę stanu środowiska naturalnego.

## **PUNKT 5. OBSZAR INSTALACJI TDI/TDA**

W centralnej części dawnych Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy położone są jeszcze 3 obiekty, wymagające działań naprawczych. Są to obszar zanieczyszczony toluenodiaminą i toluenodiizocyjanianem (Fot. 3), dawny magazyn propylenu oraz obszar instalacji dinitrotoluenu. Składowiska te omówiono łącznie, ponieważ ich podstawowa charakterystyka jest tożsama.

Historia użytkowania tych obiektów jest nieznana. Studium literatury nie wykazało też żadnych doniesień na temat awarii i niekontrolowanych ucieczek substancji chemicznych do gruntu, a co za tym idzie do wód podziemnych. Informacja jednak o produkcji toluenodiaminy, toluenodiizocyjanianu, propylenu i dinitrotoluenu jest wystarczająca, aby założyć, iż substancje te także dostawały się w odpadach zanieczyszczonych w/w substancjami do środowiska naturalnego. Substancje organiczne są silnie zagrażające zdrowiu i życiu człowieka, jak również mają degradujący wpływ na florę i faunę. Odnosząc się do wyników regionalnego modelowania numerycznego, można założyć, że chmury zanieczyszczeń z udokumentowanych ognisk zanieczyszczeń, mogą wybiegać już do granic dawnych Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy. Należy więc podjąć pilne działania naprawcze środowiska gruntowo – wodnego.

Stan zanieczyszczenia środowiska gruntowo – wodnego w rejonie 3 omawianych ognisk zanieczyszczeń jest nieznane. Można jednak wnioskować, że zanieczyszczenie w tych obszarach ma charakter zarówno nieorganicznych i organicznych, tj. toluenodiamina, toluenodiizocyjanian, propylen i dinitrotoluen.

Schemat postępowania dla potrzeb remediacji: Postępowanie prowadzące do projektu remedacyjnego dla każdego z obszarów badań należy rozpocząć od działań podstawowych. Obejmuje to oczywiście początkowe założenie sieci monitoringowej, badania hydrogeologiczne gruntu, wód podziemnych, gleb

i ziemi oraz dalej postępowanie według przyjętych 7 podstawowych punktów. Dopiero pierwsze, pełne rozpoznanie obszarów ognisk zanieczyszczeń wraz z ich wpływem na środowisko pozwoli zaplanować dalsze postępowania naprawcze. Podobnie jak w powyższych przypadkach, jeśli udokumentowano przez RDOŚ Bydgoszcz występowanie zanieczyszczeń w ognisku, należy natychmiastowo podjąć działania zmierzające do ograniczenia i/lub likwidacji ogniska, aby zapobiec dalszemu przedostawaniu się zanieczyszczeń do gruntu i wód podziemnych.



Fot. 3. Instalacja TDI/TDA w dawnych Zakładach Chemicznych „Zachem” (źródło: zachem.com.pl)

#### **PUNKT 6. STREFA SOCZEWKI NITROBENZENU**

W północno – wschodniej części dawnych Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy, na podstawie danych archiwalnych i wywiadów terenowych, zdiagnozowano występowanie soczewki nitrobenzenu. W obniżeniu utworów słabo przepuszczalnych zebrały się wody podziemne bardzo silnie skażone nitrobenzenem i pochodnymi, które pochodzą w wycieków z sieci kanalizacji ścieków przemysłowych, lub z hali mycia cystern. Nieznana jest jednak objętość zanieczyszczeń zgromadzonych w obniżeniu morfologicznym.

Stan zanieczyszczenia środowiska gruntowo – wodnego stwierdzono już w latach '80, kiedy analizy chemiczne wód pobranych z piezometru P7 wykazały do 420 mg/L nitrobenzenu, 18 mg/L nitrotoluenu, 4 mg/L fenoli, a nawet do 0,4 mg/L cyjanków. Analizy wód z tego piezometru, pobrane w roku 2012 wykazały silne zanieczyszczeni, a przewodność elektrolityczna właściwa tych wód waha się od 4800 do 7400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Próbką została poddana analizie nieorganicznej, natomiast wstępna ocena organoleptyczna potwierdziła bardzo wysokie stężenia substancji organicznych, w tym nitrobenzenu (charakterystyczny migdałowy zapach) i jego pochodnych (Czop & Pietrucin, 2016).

Schemat postępowania dla potrzeb remediacji: Oczyszczenie soczewki, o prawdopodobnie nie dużej powierzchni, a co za tym idzie objętości wód podziemnych, powinno być zadaniem o stosunkowo małej trudności. Początkowo należy przeprowadzić rozpoznanie budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych. Dodatkowo proponuje się wykonanie kilku otworów rozpoznawczych, uzupełniających informacje pochodzące z piezometru P7.

Docelowy projekt remediacyjny powinien obejmować wykonanie studni ekstrakcyjnej w środku soczewki i wypompowanie całego zanieczyszczenia zalegającego w obniżeniu morfologicznym. W związku z silnym skażeniem wód podziemnych zaleca się zrzucenie wypompowanych wód w formie ścieków do oczyszczalni, która posiada doświadczenie w usuwaniu tak wysokich stężeń substancji organicznych w ściekach. Do czasu podjęcia procesu wypompowywania nitrobenzenu (wraz z substancjami towarzyszącymi) warto jest zaizolować powierzchnię soczewki. Opad atmosferyczny spadający na powierzchnię, infiltruje przez strefę aeracji i zasila wody zgromadzone w obniżeniu bezodpływowym. Dochodzi co prawda do nieznacznego rozcieńczenia zanieczyszczenia, ale wzrasta znacznie objętość tych zanieczyszczeń. Należy mieć na uwadze, że przy nieznanym dokładnym kształcie obniżenia nie jest znany czas, kiedy dojdzie do przepełnienia obniżenia, a następnie zanieczyszczenia zaczną się rozlewać w niekontrolowanych kierunkach, zgodnie z morfologią stropu utworów nieprzepuszczalnych. Dodatkowo niebezpiecznym jest fakt, iż w rejonie piezometru P7 występują okna hydrogeologiczne, co może oznaczać, że w przypadku „przelania się” obniżenia może dojść również do zanieczyszczenia głębszych warstw wodonośnych (Czop & Pietrucin, 2016).

#### **PUNKT 7. SKŁADOWISKO ODPADÓW PRZEMYSŁOWYCH „ZIELONA”**

Historia depozycji odpadów i działalności eksploatacyjnej w rejonie składowiska „Zielona” sięga lat 40. XX wieku. Początkowo związana była z produkcją DAG Fabrik Bromberg. Produkcję, a co za tym idzie i depozycję odpadów, po II wojnie światowej wznowiono w roku 1948. Kolejnym etapem eksploatacji terenu było wydobycie surowca mineralnego o genezie fluwioglacjalnej, piasku. Nieznany jest jednak dokładny zasięg wyrobiska (Pietrucin, 2013b).



Fot. 4. Składowisko odpadów „Zielona” na terenie ZCh „Zachem” – część ISO (fot. D. Pierri)

W latach 1960–1975 nieczynne wyrobisko funkcjonowało jako składowisko odpadów niebezpiecznych, głównie paku pofenolowego z produkcji fenolu oraz kleju Rezokol, w skład którego wchodził pofenolowy



siarczyn sodowy, a także odpady z produkcji barwników i półproduktów barwnikarskich. Szacuje się, iż na powierzchni 4 ha zdeponowano około 82 tys. ton odpadów (Narwojsz, 2007). Dotychczasowe składowisko odpadów niebezpiecznych przekształcono w latach 1984 – 1994 na plac spalań odpadów innych niż niebezpieczne, niebezpiecznych z produkcji specjalnych (odpadowe nitrozwiązki) oraz wypalanie urządzeń i armatury wygumowanej. W związku z brakiem izolacji podłoża, drenażu odcieków, a przede wszystkim brak zabezpieczeń chroniących powietrze przed emisją zanieczyszczeń, plac spalań został zlikwidowany. W roku 1989, na wschód od placu spalań, zapoczątkowano budowę składowiska ogólnozakładowego odpadów innych niż niebezpieczne.

Wszystkie odpady produkcyjne deponowane na składowisku były prawdopodobnie zmieszane z mniej licznymi odpadami z produkcji w skali półtechnicznej i z dwóch stanowisk spalania odpadów. Dostrzegalne są ślady odpadów pochodzące z produkcji związków grzybobójczych (chlorofenole) i z wymienników ciepła lub odpadów surowców (glikole). Dopuszcza się możliwość, iż niektóre odpady były własnością innych podmiotów niż Zakłady Chemiczne „Zachem” i jego prawni poprzednicy (Narwojsz, 2007).

W latach 1987 – 1991 wybudowano Izolowane Składowisko Odpadów (ISO) na zachód od placu spalań, a częściowo na terenie dawnego wyrobiska. Podczas budowy, osady z obszaru ISO deponowano na składowisku ogólnozakładowym. Obiekt o powierzchni 4 ha zaprojektowano na przyjęcie odpadów o pojemności 188 tys. m<sup>3</sup>. Od roku 1992 składowisko przyjmowało osady z Centralnego Zbiornika Uśredniania Ścieków. Po uruchomieniu Centralnej Stacji Neutralizacji Ścieków (CSN) osady przetwarzano bezpośrednio do ISO, a po wprowadzeniu procesu odwirowania osadów przewożono je samochodami (Pietrucin, 2015) (Fot. 4, 5).



Fot. 5. Składowisko odpadów „Zielona” na terenie ZCh „Zachem” – część ISO (2) (fot. D. Pierr)

Chmura zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych migrujących w czwartorzędowych wodach podziemnych ze składowiska odpadów przemysłowych „Zielona” rozciąga się w kierunku północno-wschodnim i sięga za „ujęcie barierowe”. Szacuje się, że objętość zanieczyszczonych wód podziemnych wynosi około 6 mln m<sup>3</sup>. Skład chemiczny wód podziemnych jest bardzo złożony. Głównymi substancjami organicznymi, zanieczyszczającymi wody w tym rejonie, i jakie udało się w toku badań oznaczyć bezdyskusyjnie są: fenol C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH, anilina C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>, toluidyna CH<sub>3</sub>C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>NH<sub>2</sub>, chloroanilina ClC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>NH<sub>2</sub>,



oktylofenole  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$  i estry oktylofenolooksyetylenowe, hydroksybifenyle  $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{O}$  oraz difenylosulfon  $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{O}_2\text{S}$ . Wszystkie te substancje mają charakter kancerogenny, mutagenny i toksyczny. Ponadto w wodach podziemnych w rejonie składowiska „Zielona” występują bardzo wysokie stężenia (niespotykane na świecie) adsorbowalnych substancji chloroorganicznych (tzw. AOX), w tym PCE i TCE (tetrachloroeten oraz trichloroeten). Wykryto również zanieczyszczenie wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi, w tym naftalen, antracen, piren, fluoren, fenantren oraz fluoranten. Ponadto wysokie stężenia substancji nieorganicznych stwierdzono dla wszystkich jonów głównych w wodach podziemnych (Cl,  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{SO}_4$ , Ca, K, Mg, Na), a także metali m.in. żelaza, manganu, arsenu, baru, cynku i niklu (Czop & Pietrucin, 2016).

Schemat postępowania dla potrzeb remediacji: W związku z pełnym rozpoznaniem hydrogeologicznym i geologicznym, jak również znajomości procesów hydrogeochemicznych warunkujących transformacje chemiczne w górotworze, spełnione są wszystkie wymagania potrzebne dla projektowania scenariusza remediacyjnego składowiska odpadów przemysłowych „Zielona”. Aktualnie zaprojektowany scenariusz należy zatem dostosować do możliwości finansowych wykonawcy i wymagań formalno – prawnych. Wstępny scenariusz remediacyjny obejmuje analizę migracji chmury zanieczyszczeń, z uwzględnieniem możliwości ograniczenia ich rozprzestrzeniania się. Podjęcie procesu usuwania zanieczyszczeń z warstwy wodonośnej skutkuje zmniejszeniem obszaru zanieczyszczonego, a dodatkowo prowadzi do poprawy stanu środowiska naturalnego. Proponowany scenariusz remediacyjny obszaru badań obejmuje 3 etapy działań naprawczych, począwszy od zastosowania metody odpompowania zanieczyszczeń z ich jednoczesnym oczyszczeniem (ang. pump-and-treat) oraz z barierą reaktywną i systemem przestron izolacyjnych kontrolujących kierunek migracji zanieczyszczeń (ang. funnel-and-gate), następnie w razie potrzeb wykorzystane zostaną techniki uzupełniające. Końcowy etap obejmuje procesy samooczyszczania środowiska wodnego - metodę MNA (ang. monitored natural attenuation), z możliwością intensyfikacji poprzez elementy wspomaganie procesów samooczyszczania (ang. enhanced monitored natural attenuation) (Czop & Pietrucin, 2016).



Fot. 6. Badania terenowe w dawnych Zakładach Chemicznych „Zachem” (fot. D. Pierri)

Zaleca się jednak rozpoczęcie pełnego rozpoznania stopnia zanieczyszczenia gleb i ziemi w rejonie składowiska, wraz z analizami atmogeochemicznymi, które stwierdzą możliwość ekshalacji gazów (siarkowódor, metan, dwutlenek węgla) z zanieczyszczonych wód podziemnych, przez strefę aeracji do



powierzchni terenu. Założenie regularnej siatki opróbowania gleby i dalsze analizy pozwolą dokonać oceny stopnia zanieczyszczenia wierzchnich komponentów środowiska naturalnego.

Zaleca się prowadzenie dalszego monitoringu środowiska w rejonie składowiska „Zielona” obejmującego wody podziemne i powierzchniowe. Wymagane byłoby również dowiercenie 2 piezometrów na wybiegu chmury zanieczyszczeń pomiędzy granicą dawnych Zakładów Chemicznych a barierą odwadniającą (Czop & Pietrucin, 2016).

## **PUNKT 8. POLA IRYGOWANE ORAZ ELEKTROCIĘPŁOWNIA**

Polia irygowane w Bydgoszczy były eksploatowane w latach 1907–2003. Miejskie Wodociągi i Kanalizacja w Bydgoszczy rozpoczęły badania stanu środowiska gruntowo-wodnego w lipcu 2002 r., tj. jeszcze w trakcie eksploatacji i kontynuowały do 2009 r. Osady z wylewisk miejskich zaklasyfikowano jako niebezpieczne z powodu zawartości metali ciężkich (Zn, Pb, Cr, Cd, Hg, Ba) oraz trzech pestycydów (DDD, DDE,  $\gamma$ -HCH). Rekultywację rozpoczęto od dyslokacji osadów z osadników ziemnych na tace betonowe, rozbiórki elementów betonowych, wycinki zbędnej roślinności, plantowania grobli i osadników. W 2008 r. wprowadzono wierzbę wiciową (*Salix viminalis L.*), stokłosę bezostną (*Bromus inermis Leyss.*) i pokrzywę zwyczajną (*Urtica dioica L.*), które wykazały duże zdolności do akumulowania metali ciężkich w tkankach (Majtkowski i in., 2011). Należy jednak zwrócić uwagę, że na terenie wylewiska ścieków komunalnych nigdy nie przeprowadzono remediacji. Potencjalnie cały ładunek zanieczyszczeń nadal może być zakumulowany w środowisku gruntowo-wodnym.

Obok Pól Irygowanych w Bydgoszczy, na północ od granicy dawnych Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy zlokalizowana jest Elektrociepłownia ECII. Zespół Elektrociepłowni Bydgoszcz S.A. oddział przedsiębiorstwa PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A. zbudowany jest z trzech elektrociepłowni, odpowiednio I, II i III, przy czym EC III nie stanowi wyodrębnionej jednostki produkcyjnej i organizacyjnie wchodzi w skład struktury EC II. Elektrociepłownia ta leży na terenie graniczącym od północy z dawnymi Zakładami Chemicznymi „Zachem”, a jej historia depozycji odpadów poprodukcyjnych jest silnie z nimi związana. W 1971 r. powołano Zespół Elektrociepłowni Bydgoszcz, w którego skład wchodziła również nowo wybudowana Elektrociepłownia Bydgoszcz II w Czersku Polskim (część północna). W 1972 r. przejęto również elektrociepłownię przemysłową Zakładów Chemicznych „Organika-Zachem” – dzisiejszą EC III. Zdolność produkcyjna EC II obejmuje moc cieplną osiągalną 664 MW, moc elektryczną zainstalowaną 227 MW oraz moc elektryczną osiągalną na poziomie 187 MW.

## **PUNKT 9. BRDUJŚCIE**

Malownicze ujście rzeki Brdy do Wisły (Fot. 7). Jednocześnie jest ważnym aspektem komunikacyjnym.

Położenie Bydgoskiego Węzła Wodnego (BWW) około 500 m od Zakładów Chemicznych „Zachem” w kierunku północno – wschodnim gwarantowało idealne skomunikowanie drogą wodną. Bydgoski Węzeł Wodny jest uznawany za najcenniejszy zasób środowiska Bydgoszczy. Stanowi on element międzynarodowych dróg wodnych: E70 łączącej wschód i zachód Europy oraz drogi E40 łączącej Morze Bałtyckie z Morzem Czarnym.

## **PUNKT 10. STREFA PAMIĘCI PODOBOZU NIEMIECKIEGO**

W lipcu 1944 r. w zakładach chemicznych AEG w Bydgoszczy-Łęgnowie został utworzony podobóz niemieckiego nazistowskiego obozu koncentracyjnego w Stutthofie – Aussenarbeitslager Bromberg-

Brahnau. 15 lipca 1944 r. do obozu przybył transport około tysiąca Żydówek w wieku od kilkunastu do dwudziestu lat, które zakwaterowano w sześciu barakach wzniesionych na terenie zakładu.



Fot. 7. Ujście rzeki Brdy (źródło: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Brda>)

Więźniarki były zmuszane do ciężkich prac przy produkcji bomb i granatów. Dodatkowo w zakładzie w Zimnych Wodach produkowano materiały pirotechniczne, między innymi proch i nitroglicerynę. Kontakt z artykułami chemicznymi powodował bolesne podrażnienia skóry, oczu, dróg oddechowych, serca; występowały skurcze, wymioty, poparzenia i infekcje. Brak odpowiedniej odzieży sprawiał też, że prawie wszystkie więźniarki dotykały schorzenia wywołane wyziębieniem. Komendantem obozu był SS-Hauptscharführer Paul Landgrave. Bardzo szybko dał się poznać więźniom jako osoba o skłonnościach sadystycznych, karząca za najmniejsze przewinienie torturami i karcerem.

Wobec zbliżania się frontu wschodniego, 20 stycznia 1945 r. obóz został zlikwidowany. Niemcy przystąpili do ewakuacji więźniarek do obozu koncentracyjnego w Sachsenhausen-Oranienburgu. Około tysiąca Żydówek z Aussenarbeitslager Bromberg-Brahnau połączono w jedną kolumnę marszową z Żydówkami z obozu Bromberg-Ost i wyprowadzono przez Koronowo w kierunku Sępólna Krajeńskiego. Na długiej trasie więźniarki nie otrzymywały żadnego pożywienia. Szły w szybkim, morderczym tempie, w samym środku srogiej zimy. Drogę przemarszu znaczyły ciała osób, które zmarły z wycieńczenia lub zostały zabite przez strażników. Na odcinku Złotów–Czaplinek więźniarki zostały przewiezione odkrytymi wagonami towarowymi. Kolejnym etapem ich podróży był Złocieniec. Ostatecznie po kilkunastu dniach kobiecy, które przetrwały gehenną podróż, zostały wyzwolone przez oddziały Armii Czerwonej (autor: Drywa, 2001).

## **PUNKT 11. OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW „KAPUŚCISKA”**

Największą i najbliższą położoną rejonu dawnych Zakładów Chemicznych „Zachem” oczyszczalnią ścieków jest biologiczna Oczyszczalnia Ścieków „Kapuściska” należąca do „Chemwik” Sp. z o.o., spółka zależna od Miejskich Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Bydgoszczy (Fot. 8). Przepustowość obiektu wynosi 28 tys. m<sup>3</sup>/d dla ścieków o charakterze przemysłowym i 43 tys. m<sup>3</sup>/d dla komunalnych.

Dodatkową infrastrukturą dotyczącą zarządzania ściekami jest Centralna Stacja Neutralizacji Ścieków (CSN) z 1977 roku o wielkości 7 ha, do której prowadzono osady powstałe w wyniku mieszania ścieków. Już niefunkcjonujący zbiornik w dużej części wypełniony był osadami. W latach 1986-1987 wskutek awarii nie funkcjonował, a ścieki z przemysłu chemicznego rowem otwartym zrzucano do Wisły. W latach 1987-1991 wybudowano Izolowane Składowisko Odpadów (ISO). Podczas budowy, osady z obszaru ISO deponowano na składowisku ogólnozakładowym. Obiekt o powierzchni 4 ha zaprojektowano na przyjęcie odpadów o pojemności 188 tys. m<sup>3</sup>. Od roku 1992 składowisko przyjmowało osady z CSN. Po uruchomieniu CSN osady przetłaczano bezpośrednio do ISO, a po wprowadzeniu procesu odwirowania osadów przewożono je samochodami. Kolejnym elementem, już nieistniejącym, był Centralny Zbiornik Uśredniania Ścieków (CZU). Kanalizację ściekową uzupełniały jeszcze podczyszczalnia ścieków i tzw. ujęcie barierowe, nieskutecznie przechwytyjące zanieczyszczone wody podziemne, oraz kanalizacja zakładowa (ogólnospławna, poprodukcyjna kwaśna i obojętna) ze starymi kolektorami, przede wszystkim kanalizacji kwaśnej w południowej części zakładów.



Fot. 8. Oczyszczalnia ścieków „Kapuściska” w Bydgoszczy (źródło: [www.chemwik.pl](http://www.chemwik.pl))

Centralny Zbiornik Uśredniania Ścieków (CZU) (Fot. 9). Brak jest szczegółowych danych charakteryzujących prace samej podczyszczalni ścieków, tj. Centralnego Zbiornika Uśredniania Ścieków (CZU). Jednak już w roku 2005 podczas konferencji naukowej Współczesne Problemy Hydrogeologii, w przewodniku sesji terenowej „Hydrogeologia Kujaw i Dolnego Powiśla” pracownicy Wydziału Ochrony Środowiska ZCh „Zachem” wspominają o „nieistniejącym obecnie Centralnym Zbiorniku Uśredniania Ścieków (CZU)”.

Odpompowywane z ujęcia barierowego wody podziemne kierowano do zakładowej sieci kanalizacyjnej i dalej do Centralnego Zbiornika Uśredniania Ścieków (CZU). Wkrótce po uruchomieniu ujęcia barierowego w 1992 roku okazało się, że ciągła eksploatacja w założonym okresie kwiecień – listopad i tak nie jest możliwa. Zrzut silnie zanieczyszczonych wód do sieci kanalizacyjnej, w sytuacji, gdy znajdowały się w niej ścieki o odczynie kwaśnym, powodował bowiem silną emisję siarkowodoru do atmosfery. Intensyfikacja procesu zachodziła w kolektorach kanalizacyjnych, kaskadach oraz nieistniejącym już obecnie CZU, przy stężeniu sumy siarkowodoru i siarczków ( $H_2S + S^{2-}$ ) wynoszącym 30 do 40 mg/L (Smarzyński, 2005).



Fot. 9. Centralny Zbiornik Uśredniania Ścieków (fot. D. Pierri)

## **PUNKT 12. STREFA RUCHÓW MASOWYCH**

Skłón Doliny Wisły jest strefą aktywną, a ruchy masowe występują w postaci m.in. osuwisk. Jest to obszar również istotny w związku z występowaniem wycieków i wysąceń wód podziemnych w związku z obniżeniem poziomu zalegania zwierciadła wód oraz gradientów hydraulicznych.

## **PUNKT 13. UJĘCIE BARIEROWE STUDNI**

Ujęcie barierowe mające na celu przechwytywanie zanieczyszczeń ze składowiska odpadów przemysłowych „Zielona” zostało wykonane w latach 1991 do 1992. Zlokalizowane jest w odległości około 800 ÷ 1000 m w kierunku na wschód od granicy Zakładów Chemicznych, w rejonie skrzyżowania ul. Płatnowskiej i linii kolejowej Bydgoszcz – Toruń.

Ujęcie zbudowane było pierwotnie z trzech studni A, B i C o głębokości od 19,0 do 23,5 m oraz otworów obserwacyjnych BP1, BP2 i BP3. Wydajność eksploatacyjną ujęcia barierowego zatwierdzono na 85 m<sup>3</sup>/h przy depresji 4,0 m (Ułanowicz, 1992). W pozwoleniu wodno-prawnym dozwolony pobór wody z niewiadomych przyczyn ustalony został jednak na 30 m<sup>3</sup>/h i 700 m<sup>3</sup>/d (Smarzyński, 2005). Pod względem formalnym ujęcie pracowało w ramach zasobów eksploatacyjnych ujęcia wody chłodniczej rejonu d900 Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy. Po roku 1996, w związku ze znacznym spadkiem wydajności studni A, zlikwidowano ją a w roku 1997 wykonano otwór zastępczy A<sub>1</sub> (Zaleski, 1997).

## **PUNKT 14. INFRASTRUKTURA PO DAWNYCH ZCH „ZACHEM”**

Osadniki mułu ze stacji ujęcia wody przemysłowej (Fot. 10). Pierwszy z nich to odstojniki żelbetowe wód popłucznych z filtracji, a drugi to odsączalnia mułu z odstojników wyłożona płytami.



Fot. 10. Infrastruktura pozostała po Zakładach Chemicznych (fot. D. Pierri)

## WSTĘPNA LISTA PRIORYTETOWYCH OGNISK ZANIECZYSZCZEŃ

Opracowanie i zaprojektowanie optymalnego scenariusza remediacyjnego środowiska gruntowo – wodnego dla poszczególnych ognisk zanieczyszczeń powinno być zrównoważone pomiędzy czynnikami społecznymi, środowiskowymi a ekonomicznymi. Należy również pamiętać, że poszczególne scenariusze muszą być dostosowane do indywidualnych, specyficznych warunków panujących w rejonie wybranego ogniska zanieczyszczeń. W związku z ograniczeniami ekonomicznymi, które zawsze są jednym z decydujących aspektów przy doborze technik remediacyjnych, proponuje się przyjęcie kolejności, w jakiej ze środowiskowego punktu widzenia należy podjąć priorytetowe działania naprawcze:

1. Składowisko odpadów przemysłowych „Zielona”, w tym:
  - nieczynne wyrobisko zaadoptowane na składowisko odpadów niebezpiecznych, głównie paku pofenolowego z produkcji fenolu oraz kleju Rezokol,
  - składowisko odpadów niebezpiecznych przekształcone na plac spalań odpadów innych niż niebezpieczne, niebezpiecznych z produkcji specjalnych (odpadowe nitrozwiązki) oraz wypalanie urządzeń i armatury wygumowanej,
  - Izolowane Składowisko Odpadów (ISO),
2. Składowisko odpadów przemysłowych „Lisia”,
3. Składowisko odpadów z produkcji epichlorohydryny, w tym:
  - docelowy staw sedymentacyjny osadów poneutralizacyjnych z produkcji EPI,
  - składowisko szlamu oraz popiołów pochodzących z elektrociepłowni w Bydgoszczy,
4. Składowisko szlamu anilinowego, obejmujące 3 doły szlamowe i hałdę,
5. Ogniska zanieczyszczeń zlokalizowane w centralnej części Zakładów Chemicznych, w tym:
  - obszar zanieczyszczony toluenodiaminą i toluenodiiizocyanianem,
  - dawny magazyn propylenu,
  - obszar instalacji dinitrotoluenu,
6. Soczewka nitrobenzenu.

W następnej kolejności, poza listą rankingową należy jednak w miarę możliwości prowadzić działania remediacyjne środowiska gruntowo – wodnego dla ognisk zanieczyszczeń, które w mniejszym stopniu niż w/w mają negatywny wpływ na poszczególne komponenty środowiska. W historii Zakładów



Chemicznych „Zachem” znane są przypadki beładnego składowania zanieczyszczeń bezpośrednio w dołach na powierzchni terenu. Najczęstsze punkty zrzutu zanieczyszczeń odbywały się w lasach przyzakładowych.

Problemem związanym z dawnym działaniem ZCh „Zachem”, może być także ujęcie wody pitnej „S”, które zlokalizowane jest w południowo – zachodniej części Zakładów, na napływie czystych, niezanieczyszczonych czwartorzędowych wód podziemnych. Ujęcie charakteryzuje się stałością składu chemicznego wód, a eksploatowana woda nadaje się do spożycia, bez procesu usuwania żelaza i manganu. Podczas eksploatacji ujęcia „S” kilkakrotnie wykryto stężenia fenoli w wodach podziemnych. Zjawisko to zachodziło podczas zwiększonego poboru wód podziemnych na ujęciu, co bezpośrednio wiąże się ze zwiększeniem leja depresji i dopływem zanieczyszczeń z ognisk znajdujących się w większej odległości. Wskazuje to na fakt, iż mimo przeprowadzonej wnikliwej inwentaryzacji składowisk odpadów na terenie Zakładów Chemicznych „Zachem”, zidentyfikowanych jako obiekty stanowiące ogniska zanieczyszczenia środowiska wodnego, możliwe jest występowanie nierozpoznanych dotychczas ognisk. Przy czym w wyniku długotrwałej działalności Zakładów, jak również braku uporządkowanej gospodarki odpadami, szczególnie w początkowym etapie istnienia tego typu, niezidentyfikowanych ognisk może być znacznie więcej (Czop & Pietrucin, 2016).

Kolejnym obszarem, na który należy zwrócić uwagę jest rejon aktualnego Muzeum Exploseum, założonego na pozostałej infrastrukturze Dynamit Aktien-Gesellschaft Fabrik Bromberg, specjalizujących się w produkcji nitrocelulozy, prochu bezdymnego oraz nitrogliceryny, jak również trotylu, dinitrobenzenu, pocisków V1, bomb lotniczych, pocisków artyleryjskich oraz ładunków prochowych. Dane terenowe z podobnych obiektów, wykazują, iż w pozostawionej infrastrukturze przesyłowej może się nadal znajdować do kilku tysięcy ton trinitrotoluenu.

Analizy chemiczne składników nieorganicznych, odniesione do tła hydrogeochemicznego, wskazują, iż cały obszar Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy należy traktować jako zanieczyszczony, a nawet stanowiący średnio obszarowe ognisko zanieczyszczeń. Obserwuje się tu pełne zróżnicowanie wód podziemnych pod względem typu hydrogeochemicznego.

## **UWAGI OGÓLNE NA TEMAT SIECI MONITORINGOWEJ DAWNYCH ZCH „ZACHEM” W BYDGOSZCZY**

Sieć monitoringowa, do której zalicza się wszystkie możliwe punkty poboru wód podziemnych na terenie Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy, obejmuje 100 punktów. Zalicza się nich piezometry, studnie ujęcia wody pitnej „S”, studnie ujęciowe w zakładach, stare studnie głębinowe o zakładach niemieckich (Fot. 11), otwory wchodzące w skład ujęcia barierowego oraz 2 otwory przy brzegu rzeki Wisły i dreny. Obserwuje się jednak intensywny proces niszczenia piezometrów, które dają najwięcej informacji o rzeczywistym stanie zanieczyszczenia środowiska gruntowo – wodnego. Otwory te są wyrwane z gruntu podczas adaptowania terenów pod nowe użytkowanie, m.in. pod Bydgoski Park Przemysłowo – Technologiczny.

Dotąd sieć piezometrów była planowana indywidualnie, tworząc monitoring tylko indywidualnych ognisk zanieczyszczeń, a nie obszaru wpływu tego ogniska na środowisko naturalne. W związku jednak z niezrozumieniem warunków hydrogeologicznych i następnie migracji zanieczyszczeń otwory te często są za płytkie i błędnie zlokalizowane. W takich przypadkach próbki wód pobierane z piezometrów dają zafałszowany obraz dobrego stanu chemicznego wód podziemnych, gdy w rzeczywistości skażenie substancjami nieorganicznymi i organicznymi jest ekstremalne, stanowiąc w Polsce obszar najbardziej



zanieczyszczony. Ponadto lokalizowanie aktualnych piezometrów nie przewidywało zjawiska nakładania się chmur zanieczyszczeń z poszczególnych ognisk. W związku ze źle dobraną siecią monitoringową niemożliwe jest dokonanie poprawnej oceny granic poszczególnych chmur i kontrola ocena procesów hydrogeochemicznych.



Fot. 11. Stara studnia głębinowa S6 zaadaptowana na piezometr (fot. D. Pierr)

W celu polepszenia jakości prowadzonego monitoringu czwartorzędowych wód podziemnych na obszarze dawnych Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy proponuje się, przy zachowaniu obecnie istniejących piezometrów, dowieńcenie kolejnych otworów, dających pełniejszy pogląd na rzeczywiste warunki. Dla każdego indywidualnego ogniska zanieczyszczeń należy dowieńcić co najmniej 1 piezometr na napływie wód niezanieczyszczonych (co pozwoli na określenie lokalnego tła hydrogeochemicznego i odniesienie do wymiernego zanieczyszczania środowiska przez indywidualne ognisko) oraz co najmniej 2 do 5 piezometrów na obrysie chmury zanieczyszczeń. Sieć taka zapewni pełną wiedzę na temat stanu wód na terenie zakładów. Ponadto należy w miejscach newralgicznych wykonać otwory obserwacyjne, dla pełniejszej diagnozy stanu. W celu obniżenia kosztów inwestycyjnych związanych z dowieńcaniem kolejnych piezometrów, proponuje się zastosowanie, w obszarach, gdzie to możliwe, igłofiltrów, również zapewniające pobór wód podziemnych do dalszych analiz oraz pomiar głębokości zalegania zwierciadła wód podziemnych, niezbędny dla dalszego kreślenia map hydroizohips oraz modelowania warunków przepływu.

## PODSUMOWANIE

Rejon dawnych Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy jest jednym z najbardziej zanieczyszczonych obszarów przemysłowych nie tylko w Polsce, ale również na świecie. Nazwa „bomby ekologicznej” jest w tym kontekście bardzo adekwatna, gdyż na omawianym obszarze występuje duże nagromadzenie ognisk zanieczyszczeń (niespełna 30 szt.), a ponadto środowisko gruntowo-wodne jest zanieczyszczone substancjami o dużym potencjale toksyczności, w tym kancerogenami.



Remediacja środowiska gruntowo-wodnego na terenie dawnych Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy jest konieczna z uwagi na dużą toksyczność zanieczyszczeń, przemieszczanie się ich w strumieniu wód podziemnych na obszary zabudowane i użytkowane rolniczo. Wysokie koszty remediacji wszystkich ognisk zanieczyszczeń powodują, że należy rozpocząć tego typu działania od obiektów stwarzających najpoważniejsze zagrożenia tj. 1) składowiska odpadów „Zielona”, 2) składowisko odpadów „Lisia”, 3) składowisko odpadów z produkcji epichlorohydryny, 4) składowisko szlamu anilinowego, 5) ogniska zanieczyszczeń zlokalizowane w centralnej części Zakładów Chemicznych oraz 6) soczewka nitrobenzenu.

## LITERATURA

1. Czop M., Pietrucin D., 2016 - - Kompleksowa ocena stanu zanieczyszczenia środowiska gruntowo-wodnego na terenie dawnych Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy wraz z określeniem wykazu działań koniecznych dla skutecznej remediacji. Kraków (*praca niepublikowana*)
2. Drywa D., 2001 – Zagłada Żydów w obozie koncentracyjnym Stutthof 1939 – 1945. Gdańsk
3. Fryckowski M.R., 2017 (dostęp) – Tragedia 19 listopada 1952 roku (<http://tokis.pl/historia-regionu/newsweek-rzetelnym-zrodlem-informacji-katastrofa-w-bydgoskim-zachemie/>)
4. Kondracki J., 2009 - Geografia regionalna Polski. PWN Warszawa
5. Koot C., Van der Wijk M., Stook P., Van der Pal J.C.N., 2011 – Natural capping of the landfill volgermeer polder [w:] pod red. Malina G.: Rekultywacja i rewitalizacja terenów zdegradowanych. Poznań
6. Majtkowski W., Golimowski R., Boroń M., Szulc P.M., 2011 – Rekultywacja Pól Irygowanych w Bydgoszczy z wykorzystaniem metody fitoremediacji. Problemy Inżynierii Rolniczej 2/2011
7. Narwojsz A., 2007 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów ujęć wody podziemnej z utworów czwartorzędowych na terenie Zakładów Chemicznych w Bydgoszczy. Przedsiębiorstwo Hydrogeologiczne. Gdańsk (*praca niepublikowana*)
8. Pietrucin D., 2013 (a) - Monitoring of the aquatic environment of an industrial area with multiple sources of pollution. Bulletin of Geography. Physical Geography Series (6): 43–58
9. Pietrucin D., 2013 (b) - Zanieczyszczenie środowiska wodnego w rejonie składowiska odpadów przemysłowych Zielona Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego z. XIV/2: Współczesne problemy hydrogeologii s.451–455
10. Pietrucin D., Czop M., 2014 - Modelowanie migracji substancji chemicznych w warunkach nakładania się wpływów wielu zróżnicowanych ognisk zanieczyszczeń dla obszaru Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy. Modele matematyczne w hydrogeologii. Wyd. Nauk. UMK. Toruń s.181-186
11. Pietrucin, D., - Migracja zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych w środowisku wodnym, na przykładzie składowiska odpadów przemysłowych „Zielona” w Zakładach Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy. Kraków (*rozprawa doktorska AGH w Krakowie*)
12. Pszczołkowski M., Czechowski M., 2011 – Wybuchowa historia Bydgoszczy. Informator. Muzeum Okręgowe im. Leona Wyczółkowskiego w Bydgoszczy Exploseum DAG Fabrik Bromberg, Bydgoszcz
13. Schiegel, 1878 – Mafsstab 1:25000 der natürlichen Länge. Hopfengarten 1507
14. Sckerl, 1878 – Mafsstab 1:25000 der natürlichen Länge. Bromberg 1427
15. Smarzyński A., Sadowski O., 2005 – Ujęcie barierowe jako element systemu przejmującego zanieczyszczone wody gruntowe z rejonu składowisk przy ul. Zielonej w Bydgoszczy. Hydrogeologia Kujaw i Dolnego Powiśla. Przewodnik Sesji terenowych. Toruń
16. Ułanowicz M., 1992 – Dokumentacja hydrogeologiczna i projekt badań hydrogeologicznych ujęcia barierowego Zakładów Chemicznych w Bydgoszczy przy ul. Płatnowskiej, Przedsiębiorstwo Geologiczne Zakład w Gdańsku. Gdańsk (*praca niepublikowana*)
17. Zaleski A., 1997 – Aneks do dokumentacji hydrogeologicznej ujęcia wód podziemnych z utworów czwartorzędowych – wykonanie otworu zastępczego A1 oraz likwidacja studni A na terenie ujęcia „barierowego” Zakładów Chemicznych „Organika – Zachem” przy ul. Płatnowskiej w Bydgoszczy, Przedsiębiorstwo Hydrogeologiczne Sp. z o.o. w Gdańsku. Gdańsk (*praca niepublikowana*)



Strony internetowe: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Brda>  
[www.chemwik.pl](http://www.chemwik.pl)  
[http://www.wikiwand.com/pl/Bydgoskie\\_zakole\\_Wis%C5%82y](http://www.wikiwand.com/pl/Bydgoskie_zakole_Wis%C5%82y)  
[zachem.com.pl](http://zachem.com.pl)

## SPIS RYSUNKÓW

Rys. 1. Położenie Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy .....	3
Rys. 2. Trasa wycieczki po terenie dawnych Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy .....	6

## SPIS FOTOGRAFII

Fot. 1. Studnia głębinowa nr 18 wchodząca w skład ujęcia wody pitnej „S” .....	7
Fot. 2. Filtr strzykawkowy 0,45 µm przed i po filtracji zanieczyszczonych wód podziemnych .....	12
Fot. 3. Instalacja TDI/TDA w dawnych Zakładach Chemicznych „Zachem” .....	15
Fot. 4. Składowisko odpadów „Zielona” na terenie ZCh „Zachem” – część ISO .....	16
Fot. 5. Składowisko odpadów „Zielona” na terenie ZCh „Zachem” – część ISO (2) .....	17
Fot. 6. Badania terenowe w dawnych Zakładach Chemicznych „Zachem” .....	18
Fot. 7. Ujście rzeki Brdy .....	20
Fot. 8. Oczyszczalnia ścieków „Kapuściska” w Bydgoszczy .....	21
Fot. 9. Infrastruktura pozostała po Zakładach Chemicznych .....	23
Fot. 10. Centralny Zbiornik Uśredniania Ścieków .....	22
Fot. 11. Stara studnia głębinowa S6 zaadaptowana na piezometr .....	25