

Marzena BOROŃ

Miejskie Wodociągi i Kanalizacja  
w Bydgoszczy Sp. z o.o.

## ZMIANY JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH W TRAKCIE REKULTYWACJI TERENU PÓL IRYGOWANYCH W BYDGOSZCZY

### GROUNDWATER QUALITY CHANGES DURING RECLAMATION OF SEWAGE LAND IRRIGATION (SLI) IN BYDGOSZCZ

*The sewage land irrigation in Bydgoszcz with capacity 24 th.m<sup>3</sup>/d was operating between 1907-2003. No sewage deposits generated on this area were taken away and the waste from other sewage treatment plants and water stations were transported and stored there in accordance with permits. The area of the facility was about 130 ha, mainly irrigation plots, 11 sediment tanks (concrete and plain ground pits including sewage trucks disposal ones). The closed sewage plant is located within administrative borders of Bydgoszcz, 9 km away from the city centre. The irrigation fields were environmentally malpositioned on the hill, within the recharge area of MGR no. 140 unfavourably unconfined from the surface in its neighbourhood. The ground-water environment research was started by MWiK in July 2002, i.e. during the facility operation, and was continued until 2009. Ground was seriously contaminated with heavy metals. The surface and groundwater quality analyses results were similar to the treated wastewater ones and showed that the waters were beyond standards and contained N and metal compounds. Reclamation was started with quarantine, sewage deposits dislocation from ground sedimentation tanks onto concrete trays and their removal, dismantlement of concrete items as well as cutting down unwanted plants, leveling dykes and pits and introducing willow (*Salix viminalis*), grass (*Bromus inermis*) and nettle (*Urtica dioica*) which were chosen on the basis of MWiK's pot experiments from 2003.*

*Pola irygowane w Bydgoszczy o wydajności 24 tys. m<sup>3</sup>/d były eksploatowane w latach 1907-2003. Z terenu oczyszczalni nie wywożono osadów ściekowych, a dodatkowo na mocy decyzji administracyjnych składowano osady z innych miejskich oczyszczalni, stacji uzdatniania i utrzymywano miejskie wylewisko. Obiekt zajmował powierzchnię ok. 130 ha, głównie poletka oraz 11 osadników (ziemnych i betonowych w tym ziemnych wylewisk wozów asenizacyjnych). Teren byłej oczyszczalni położony jest w granicach administracyjnych Bydgoszczy, w odległości ok. 9 km od centrum miasta. Obiekt został zlokalizo-*

wany niewłaściwie pod względem środowiskowym, na wyniesieniu w obszarze zasilania GZWP nr 140, w rejonie pozbawionym pełnej izolacji poziomu użytkowego od powierzchni terenu. Badania stanu środowiska gruntowo-wodnego MWiK Bydgoszcz rozpoczęły w lipcu 2002 r., tj. w trakcie eksploatacji i kontynuowały do 2009 r. Grunty były silnie skażone metalami ciężkimi. Wody powierzchniowe i podziemne były jakościowo zbliżone do ścieków oczyszczonych i pozaklasowe, z powodu zawartości azotu i metali. Rekultywację rozpoczęto od kwarantanny oraz dyslokacji osadów z osadników ziemnych na tace betonowe, rozbiórki elementów betonowych, wycinki zbędnej roślinności, plantowania grobli i osadników, a w końcowej fazie wprowadzono wierzbę wiciową (*Salix viminalis* L.), stokłosę bezostną (*Bromus inermis* Leyss.) i pokrzywę zwyczajną (*Urtica dioica* L.), na podstawie badań wazonowych MWiK z 2003 r.

## 1. Wprowadzenie

Oczyszczalnie ścieków oparte na technologii pól irygowanych były powszechnie stosowane w Europie Zachodniej na przełomie XIX/XX w. po budowie systemów wodociągów i kanalizacji miejskich, jaka była efektem wielkiej epidemii cholery w pierwszej połowie XIX w. Zasada działania tych obiektów pozwalała dodatkowo na wykorzystanie ścieków komunalnych do nawożenia rolniczych terenów podmiejskich [1, 2]. Aktualnie technologia uzdatniania ścieków w gruncie (soil aquifer treatment SAT) jest wykorzystywana w krajach o ostrym deficycie wody (Izrael –Shafdan, USA Kalifornia, Teksas, Australia).

Teren byłej oczyszczalni położony jest w granicach administracyjnych Bydgoszczy, w odległości ok. 9 km na wschód od centrum miasta. Pola irygacyjne składały się z 2 samodzielnych części: „Kapuściska” na północnym zachodzie i „Czersko Polskie” na południowym wschodzie terenu. Obydwa kompleksy otoczone są obiektami przemysłowymi wybudowanymi na terenie poletek: EC II ze składowiskiem popiołów po hydrotransportie, „TRANSCHEMEM”, zakładami meblowymi „HELVETIA”, Państwowym Gospodarstwem Ogrodniczym oraz zakładami dawnego „ZACHEMU” / „NITROCHEMU” z Parkiem Przemysłowym i „POLGAZ-em”. Do poletek od strony wschodniej przylega szkoła i kompleks budynków mieszkalnych.

Komunalna oczyszczalnia ścieków na polach irygacyjnych w Bydgoszczy funkcjonowała nieprzerwanie w latach 1907-2003, z wydajnością 24 tys. m<sup>3</sup>/dobę. Początkowo zajmowała powierzchnię ok. 201.044 ha, która okresowo była wypasana. W latach 1970-85 teren poletek został ograniczony do 130 ha na skutek budowy w/w zakładów. Oczyszczalnia zachowała jednak tą samą przepustowość przy znacznym zwiększonym ładunku zanieczyszczeń przemysłowych i pogorszeniu warunków wodnych po budowie osadnika popiołu w 1984 r., kiedy na skutek podtopienia wyłączono kolejne 20 ha poletek. W okresie likwidacji oczyszczalnia składała się z: kwater irygacyjnych o pow. ok. 70 ha, 11 osadników (ziemnych i betonowych, w tym ziemnych wylewisk wozów asenizacyjnych) oraz komunikacji wewnętrznej. Przy obciążeniu ok. 24 tys. m<sup>3</sup>/dobę na powierzchni ok. 70 ha średnia roczna prędkość sztucznej infiltracji ścieków surowych do gruntu (przy okresowym wyłączeniu poletka z zasilania na odgarniecie osadu na groble) nie była niższa niż 0,34 m/d, co jest wartością wysoką. System bydgoskiej kanalizacji miejskiej był tak zaprojektowany, aby ścieki komunalne z rzędnej centrum miasta ok. 40 m n.p.m. były od początku tłoczone na wysokość 70 m n.p.m. Na terenie oczyszczalni

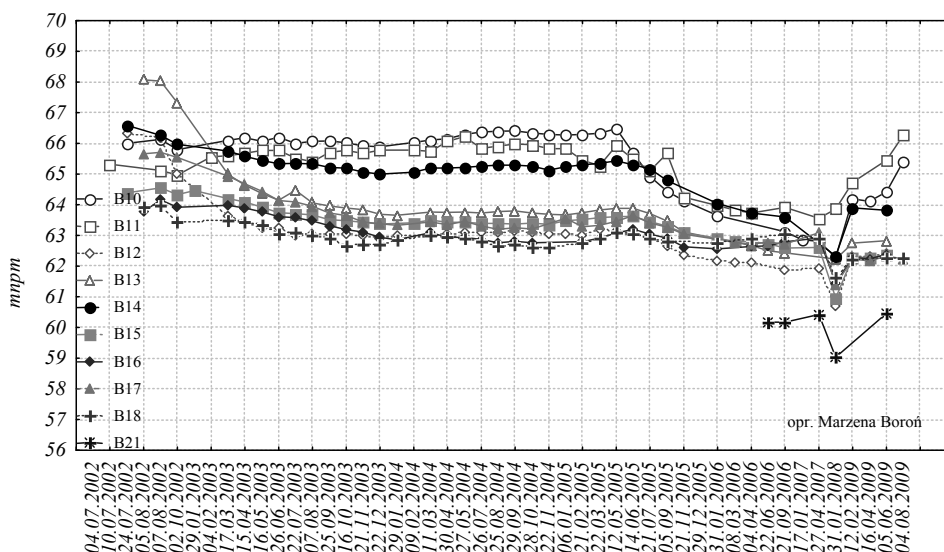
po sedymentacji zawiesiny łatwoopadającej na osadnikach wstępnych, ścieki przetłaczane były dalej na trawiaste poletka. Po odseparowaniu pozostałej zawiesiny, infiltrowały do gruntu podlegając: utlenieniu związków organicznych, amonifikacji związków azotu organicznego i nitryfikacji oraz częściowej denitryfikacji nieorganicznych form azotu, biodegradacji i częściowej dezynfekcji ścieków. Tak oczyszczone ścieki poprzez system drenaży zbiorczych spływały do rzeki Brdy i Wisły. Oczyszczalnia spełniała wymogi pozwolenia wodno-prawnego w zakresie wydajności, efektów technologicznych i dodatkowo miała niskie koszty eksploatacji. W 2003 r. ścieki komunalne zostały skierowane na oczyszczalnię przemysłową „ZACHEM” a pola irygowane zostały ostatecznie wyłączone.

## 2. Dynamika wód podziemnych

Rzędne terenu poletek irygowanych wynosiły od 64-70 m n.p.m. Od północy teren ograniczony jest Doliną Brdy, od wschodu – Doliną Wisły, od zachodu linią głębokiego do ok. 35 m n.p.m. parowu. Dna dolin Brdy i Wisły leżą na rzędnej ok. 32 m n.p.m. Pola irygacyjne zostały więc zlokalizowane na cyplu wyniesionym ok. 30 m nad dolinami rzek i parowów, zakończonym z trzech stron skarpami o wysokości względnej ok. 20-30 m. W podłożu poletek osadowych występują piaski średnioziarniste pochodzenia eolicznego. Tworzą je dobrze wysortowane, gładkie ziarna o wysokiej wodoprzepuszczalności od 8,5-85 m/d. Sprzyjało to dużej przepustowości oczyszczalni [3, 4, 5, 6].

W utworach przypowierzchniowych o miąższości ok. 20 m, przechodzących następnie w polodowcową dolinę kopalną o miąższości osadów piaszczystych 60-80 m, występują naturalne i sztucznie zasilane wody podziemne. Głębsze wody podziemne są eksploatowane w strefie 80-100 m, zaliczanej do miocenu (Główny Zbiornik Wód Podziemnych Polski nr 140) i są w kontakcie hydraulicznym z doliną kopalną i zanieczyszczonymi wodami gruntowymi [5, 6, 7]. Opady w Bydgoszczy należą do najniższych rocznych sum opadów w Polsce. Średnia suma z lat 1945÷1994 wynosiła 512 mm. Wahania roczne kształtują się od 269 mm (w 1989 roku) do 809 mm (w 1980 roku). Przy różnicy ok. 30m wysokości poletek i podstaw drenażu opady atmosferyczne nie są więc wystarczające do utrzymania naturalnego poziomu wodonośnego na tym terenie.

Monitoring położenia zwierciadła wód gruntowych prowadzony był z częstotliwością 1 x miesiąc. Po zakończeniu eksploatacji zwierciadło poziomu przypowierzchniowego znacznie się obniżyło, aż do całkowitego osuszenia w rejonie pól „Kapuściska”. Na „Czersku Polskim” wody przypowierzchniowe występują nadal, ale zasilane są od wschodu tj. strony osadnika popiołów po hydrotransporcie z ECII. Wskazują na to przemieszczenie się kulminacji wód podziemnych z terenu irygacji w rejon osadnika popiołów (podniesienie się wody w piezometrach B11 i B10), wahania stanu wody gruntowej w sezonie grzewczym i nietypowy chemizm wód o bardzo wysokiej twardości i zasadowym odczynie, odmiennie niż w piezometrach na terenach pól irygowanych w 2002 r. Wahania stanu wód gruntowych na „Czersku Polskim” przedstawia rys. 1.



Rys. 1 Stan wody po wyłączeniu oczyszczalni

Fig. 1. Groundwater level after retirement of exploitation

### 3. Jakość wód podziemnych

Pobór próbek wody do analiz fizyko-chemicznych realizowany był co 4 miesiące. Wyniki analiz odniesiono do norm sanitarnych i tła hydrogeochemicznego określonego indywidualnie dla Bydgoszczy przez PIG Warszawa 1994 r. Wg. aktualnego stanu prawnego jakość wody nie warunkuje rekultywacji, jednak dla ochrony GZWP 140 konieczne są działania mające na celu ograniczenie ilości azotanów poniżej poziomu 37,5 m/dm<sup>3</sup>.

Tab. 1. Jakość wody podziemnej poza terenem zanieczyszczonym

Tab. 1. The quality of groundwater outside of the polluted area

Wskaźnik	jednostka	Poziom Ia- gruntowy
Odczyn pH	skala pH	7,2-7,8
Zasadowość ogólna	mval/dm <sup>3</sup>	3,0-6,0
Azot amonowy	mg/dm <sup>3</sup>	0,02-0,15
Azot azotanowy	mg/dm <sup>3</sup>	0,1-10
Azot azotynowy	mg/dm <sup>3</sup>	0,007-0,06
Siarczany	mg/dm <sup>3</sup>	50-140
Chlorki	mg/dm <sup>3</sup>	11-80
Ołów	mg/dm <sup>3</sup>	0,01-0,02
Kadm	mg/dm <sup>3</sup>	0-0,002

W tabeli 2 przedstawiono porównawczo uśrednione wyniki badania ścieków surowych, kierowanych na pola irygacyjne i ścieków oczyszczonych odbieranych drenażem podziemnym a następnie kierowanych wylotem do rzeki.

Tab. 2. Jakość ścieków na terenie pól irygowanych

Tab. 2. The quality of waste waters in irrigated fields

ścieki surowe (raw waste waters)				
	jednostki	min.	max.	średnia
pH		7.33	8.2	7.765
Przewodność el.	μS/cm	1176	1380	1278
ChZT Cr	mg/dm <sup>3</sup>	144	717	430.5
Azot amonowy	mg/dm <sup>3</sup>	12.79	64.99	38.89
Azot azotynowy	mg/dm <sup>3</sup>	0	0.023	0.0115
Azot azotanowy	mg/dm <sup>3</sup>	0.029	0.167	0.098
Chlorki	mg/dm <sup>3</sup>	62.9	148.5	105.7
Fosfor og.	mg/dm <sup>3</sup>	2.99	12.89	7.94
ścieki oczyszczone (treated waste waters)				
	jednostki	min.	max.	średnia
pH		7.0	7.8	7.4
Przewodność el.	μS/cm	955	1170	1062.5
ChZT Cr	mg/dm <sup>3</sup>	26	692	359
Azot amonowy	mg/dm <sup>3</sup>	0.5	12.77	6.635
Azot azotynowy	mg/dm <sup>3</sup>	0.025	1.108	0.5665
Azot azotanowy	mg/dm <sup>3</sup>	3.501	27.04	15.2705
Chlorki	mg/dm <sup>3</sup>	56.2	124.5	90.35
Fosfor og.	mg/dm <sup>3</sup>	0.94	5.5	3.22

Pomimo początkowego silnego zanieczyszczenia gruntów metalami ciężkimi powyżej standardów C według Rozp. M.Ś. z 2002r. sytuacja na terenie pól irygowanych uległa znacznej poprawie. Po usunięciu osadów ściekowych na poletkach aktualnie zachodzą intensywnie procesy samoczyszczenia wspomagane dodatkowo czynnikami atmosferycznymi (utlenianie i wypłukiwanie zanieczyszczeń wodami opadowymi) i biologicznymi. Ma to odbicie w poprawie jakości wody w klasach III-V według kryteriów oceny Rozp. M.Ś. z 2008r. Wyniki badania próbek wody pobranej z piezometrów wykonane w kierunku oznaczenia **potencjału redox** oscylowały pomiędzy 151 (18B) a 576 mV (3B) aktualnie 43,8 do 163,1 mV (5B). **Odczyn wód** przypowierzchniowych wahał się od 6,6 (13B, 17B) do 7,8 (4B) i był tylko nieco niższy niż tło hydrogeochemiczne płytkich wód na terenie Bydgoszczy (tab. 1), aktualnie 7,17 do 7,86. Pomimo corocznego monitoringu gleby z seriami próbek ponad 200 szt. nie stwierdzono też niepożądanego obniżenia odczynu gleby w części silnie zanieczyszczonej metalami ciężkimi i substancją organiczną. **Przewodnictwo elektrolityczne** wód przypowierzchniowych wynosiło od 423 (otwór 16B na terenach wyłączonych z eksploatacji ok. 1984r.) do ok. 2000 μS/cm w

piezometrach 12B i 5B (**2335**  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), aktualnie 320- 2459  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (5B). W piezometrze 5B nadal obserwowany jest trend wzrostu przewodnictwa pomimo wyłączenia pól irygacyjnych (ścieki miały znacznie niższe przewodnictwo). **Twardość wody** na polach irygacyjnych waha się w przedziale od 150  $\text{mg}/\text{dm}^3$  (16B) do **1066**  $\text{mg}/\text{dm}^3$  (5B). Twardość wody w tym piezometrze zdecydowanie odbiega od twardości wody z pozostałych piezometrów na terenie pól irygacyjnych i jest wiązana z odciekami z innych obiektów. **Zasadowość** wód wynosiła od 2,7 (11B) do **11,7** (12B) i jest wyższa niż tło hydrogeochemiczne Bydgoszczy wynoszące 3,0-6,0  $\text{mval}/\text{dm}^3$ . Najwyższe stężenia **chlorków** tj. **378,3**  $\text{mg}/\text{dm}^3$  (czterokrotność tła) zanotowano w piezometrze 10B – zlokalizowanym przy osadniku popiołów ECII, a najniższe w 11,2  $\text{mg}/\text{dm}^3$  w 1B (położonym poza terenem eksploatacji). Zawartość **siarczanów** waha się w przedziale 12,18  $\text{mg}/\text{dm}^3$  (18B) do 434,65  $\text{mg}/\text{dm}^3$  (2B, trzykrotność tła). W piezometrze nr 12B chlorki i siarczany (max. 304  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) od 2004 r. wykazywały gwałtowny wzrost na skutek napływu wody gruntowej zasilanej od strony składowiska popiołów ECII.

Najostrzejsze odchylenia od tła hydrogeochemicznego występowały w zakresie związków azotowych: azotu amonowego, azotynowego i azotanowego, fosforu oraz żelaza i manganu. **Azot amonowy** oznaczono w granicach od  $<0,04$  (7B) do **50,37**  $\text{mg}/\text{dm}^3$  (w piezometrze 12B - początkowo jak w ściekach surowych). Rozkład przestrzenny stężeń azotu amonowego w glebie i gruncie koncentrował się wokół osadników i punktów zlewnych a w wodach podziemnych w pasie o przebiegu NW/SE na terenie „Czerska Polskiego”. **Azot azotynowy** obserwowany był w zakresie od 0,001 (18B) – 0,94  $\text{mg}/\text{dm}^3$  (2B – na poziomie ścieków oczyszczonych). Największe koncentracje azotu azotynowego w wodach podziemnych zaobserwowano na terenie „Kapuścisk” i w rejonie osadników ziemnych „Czerska Polskiego”. Wody podziemne z tego powodu są złej jakości, wielokrotnie przewyższają też tło hydrogeochemiczne Bydgoszczy, ale mieszczą w granicach norm dla wody do picia. **Azot azotanowy** oznaczono w zakresie od 0,12 (18B) do ok. **98,97**  $\text{mg}/\text{dm}^3$  (5B). Stężenia azotu azotanowego są wyższe niż tło i przekraczają normy sanitarne oraz normy określone dla terenów pod wpływem zanieczyszczeń rolniczych. Niepokojące jest bardzo wysokie i stałe stężenia azotanów w otworze 5B (położonym poza polami irygacyjnymi). Najwyższe stężenia **fosforu** ogólnego stwierdzono w piezometrze 12B (8,69  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) a najniższe w 2B – 0,03  $\text{mg}/\text{dm}^3$ , co jest związane z intensywnością zalewania terenu. **Żelazo** występuje w ilościach wysokich i znacznie odbiegających tła hydrogeochemicznego. Najbardziej zanieczyszczone związkami żelaza są wody w rejonie piezometrów: 2B (10,875-21,05  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), 6B (wzrost z 0,209 do 7,34  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), 9B (1,53 – 26,5  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) i 18B (3,86 – 38,55  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ). **Kadm** – najwyższe stężenia kadmu występowały w piezometrach 9B - 0,004  $\text{mg}/\text{dm}^3$  i 3B – 0,003  $\text{mg}/\text{dm}^3$ . Była to ilość wyższa niż występująca w tle płytkich wód na terenie Bydgoszczy związana z lokalnym zanieczyszczeniem gruntów w rejonie wylewisk wozów asenizacyjnych, jednak na granicy normy dla wody do picia – aktualnie poniżej 0,0003. Najwyższe stężenia **chromu** zanotowano w otworze: 9B (rejon wylewiska Sanipor) 0,01  $\text{mg}/\text{dm}^3$ . Na pozostałym terenie stężenia chromu w wodzie wynoszą od pon. 0,004  $\text{mg}/\text{dm}^3$  do 0,013  $\text{mg}/\text{dm}^3$  (19B). **Ołów** – najwyższe koncentracje zanotowano na „Kapuściskach”, gdzie w 2004 r. stwierdzono również przekroczenie standardów w glebach, szczególnie w otworze 6B (0,023 - 0,055  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) i 9B (0,23  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) na „Czersku Polskim”. Była to ilość znacznie przekraczająca tło dla płytkich wód w rejonie Bydgoszczy - powyżej norm dla wody do picia. Ostatnie badania ze wszystkich piezometrów wykazały już zawartość ołowiu poniżej 0,004  $\text{mg}/\text{dm}^3$ . **Miedź** – najwyższe stężenia miedzi występowały w otworze 5B (0,0978  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), aktualnie  $<0,002$   $\text{mg}/\text{dm}^3$ , wielkości te mieszczą się w granicach norm sanitarnych.

**W płytkich wodach podziemnych nie stwierdzono pestycydów, WWA i polichlorowanych bifenyli. Nie wyizolowano również jaj pasożytów: *Salmonella*, *Trichuris* i *Ascaris*. Wody te jednak były wyraźnie zanieczyszczone bakteriami *Coli*.**

## 4. Rekultywacja terenu

### 4.1. Cel

Cel zgodnie z Ustawą z dnia 27.04.2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627 z późniejszymi zmianami) i Ustawą z dnia 13.04.2007 r. (Dz.U. z 26.04.2007 r. nr 75 poz. 493) o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie, rekultywacja jest wymagana zarówno w przypadku negatywnego przekształcenia powierzchni terenu (osadniki ziemne i groble), jak i w przypadku przekroczenia standardów jakości gruntów (na podstawie Rozporządzenia MS z 2002 r.). Równie ważnymi powodami podjęcia rekultywacji tego terenu były: konieczność ochrony GZWP 140, likwidacja uciążliwości społecznej i zdrowotnej (odory pochodzące z terenu nieczynnej oczyszczalni, samozapłony osadu leżającego na polach irygowanych występujące aż do lata 2008 r. i wywiewanie suchego osadu na teren zamieszkały) oraz niekwestionowane walory gospodarcze tej rozległej nieruchomości położonej w granicach miasta częściowo uzbrojonej i dobrze skomunikowanej (w pobliżu droga krajowa nr 10 i linia kolejowa Warszawa-Gdańsk). Docelowy poziom rekultywacji przyjęty został zgodnie z zapisami planu zagospodarowania przestrzennego dla dzielnic Kapuściska i Łęgnowo, tj. jak na poziomie B - dla terenów zurbanizowanych.

### 4.2. Zakres

Zakres wykonanych prac rekultywacyjnych poprzedzających fitoremediację na terenach pól irygacyjnych obejmował: rozpoznanie stanu środowiska wierceniami, monitoringiem wody i gruntów w 22 piezometrach, ekstrapolację wyników metodami geofizycznymi na obszar 200 ha, symulację efektów stosowania metod technicznych i biologicznych oraz prace pilotowe (badania wazonowe, poletka doświadczalne). W efekcie podjęto konieczne czynności techniczne: wywóz silnie zanieczyszczonych osadów ściekowych dla ograniczenia wypłukiwania metali ciężkich, rozebranie i kruszenie elementów betonowych, żelbetowych, wywiezienie gruzu, zamulenie istniejących przewodów tłocznych ścieków surowych z rur żeliwnych o średnicy  $\phi$  500 mm, rozebranie grobli i nasypów, transport mas ziemnych w celu zasypania osadników ziemnych, makroniwelację terenu. Zabiegi agrotechniczne związane z uprawą wprowadzonych gatunków roślin (wierzby wiciowej, stokłosa bezostnej i pokrzywy zwyczajnej) obejmowały wycinkę zbędnej roślinności ruderalnej, przygotowanie gruntu. W czasie sezonu wegetacyjnego prowadzono prace pielęgnacyjne oraz zaadaptowano trzy piezometry dla ujęcia barierowego zatrzymującego ścieki na terenie pól w celu podlewania upraw. Kontynuowany jest również stały monitoring stanu i jakości wód, gleb, gruntów i roślin według uzgodnienia z WIOŚ.

## 5. Podsumowanie

Pola irygowane zostały wybudowane w 1907 r. w niekorzystnych warunkach środowiskowych, co sprzyjało rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń. Stopień zanieczyszczenia środowiska gruntowo-wodnego w 2002 r. był niepokojąco wysoki. Znaczną poprawę jakości gruntów i wód podziemnych uzyskano już z chwilą odcięcia dopływu ścieków i poddania terenu kwarantannie, kolejną po usunięciu zanieczyszczonych osadów ściekowych z kwater i osadników. Do fitoremediacji zanieczyszczonych gruntów wytypowano rośliny na podstawie wcześniejszych badań wazonowych MWiK z 2003 r., które zakończą proces rekultywacji terenu w 2015 r. Pozostała ilość zanieczyszczonych wód podziemnych zostanie stopniowo spompowana do podlewania plantacji wierzb.

## 6. Wnioski

1. Aktualnie ponad 96% próbek gruntów pobranych z terenu pól irygowanych w Bydgoszcy spełnia standardy C (poza osadnikiem na kwaterze 165 i punktem 3B), a 92% nawet B zgodnie z Rozporządzenie MS z 2002r. Najbardziej skażone tereny zostały obsadzone wierzbą, która wg. decyzji dot. warunków rekultywacji ma się zakończyć w 2015 r.
2. Na terenie pól irygowanych nadal wyraźnie opada poziom wód gruntowych, z całkowitym zanikiem na terenie „Kapuścisk”, znacznym obniżeniem na terenie „Czerska Polskiego” i przesunięciem kulminacji w kierunku aktualnego źródła zasilania - osadnika popiołów po hydrotransportie na terenie ECII.
3. Po odcięciu dopływu ścieków przeważają warunki utleniające sprzyjające procesom samooczyszczania. Nie stwierdzono niekorzystnego obniżenia odczynu gruntów i wód podziemnych a procesy fitoremediacji przebiegają prawidłowo.
4. Jakość wód podziemnych uległa znacznej poprawie ale pomimo 7 lat od zakończenia eksploatacji oczyszczalni nadal jest pod wpływem ścieków a aktualnie dodatkowo wód z osadnika ECII.

## Bibliografia

- [1] Boroń, M. Pola irygacyjne Bydgoszcz - stopień skażenia i problemy rekultywacji; Mat. konf. "Przyszłość wrocławskich pól irygacyjnych", Wrocław, 2003
- [2] Boroń, M. - Przygotowanie Bydgoszcy w obszarze środowisko do integracji z Unią Europejską; XII Forum ochrony środowiska, "Działania spółki MWiK w Bydgoszcy w zakresie ochrony wód podziemnych i gruntów w aspekcie integracji z Unią Europejską", Bydgoszcz, 2004
- [3] Boroń, M. i Woźniakowski, M. - Projekt monitoringu lokalnego z raportem z obserwacji w lokalnej sieci monitoringowej wód podziemnych i powierzchniowych, MWiK Bydgoszcz, Bydgoszcz, 2006



- [4] Boroń, M. - Realizacja dyrektyw Unii Europejskiej w Miejskich Wodociągach i Kanalizacji w Bydgoszczy Sp. z o.o. – Rekultywacja pól irygacyjnych; Mat. konf. „Wykorzystanie wód podziemnych w gospodarce komunalnej”, Częstochowa, 2006
- [5] Boroń, M. - Możliwości eksploataowania przypowierzchniowych poziomów wodonośnych na podstawie doświadczeń w Bydgoszczy; Mat. konf. „Wykorzystanie wód podziemnych w gospodarce komunalnej” Częstochowa, 2008 -67
- [6] Elektorowicz M., Kalinowska E., Boroń M. Mączko J. Oleszkiewicz J, - Ocena wpływu wyłączenia z ruchu pól irygowanych na jakość wód podziemnych; Mat. Konf. VI międzynarodowej konferencji "Jakość i ochrona wód", Poznań, 2004
- [7] Elektorowicz M., Kalinowska E., Boroń M. Mączko J. Oleszkiewicz J, - Potencjalne zmiany mobilności metali powodowane wyłączeniem z ruchu pól irygowanych; Mat. Konf. VI międzynarodowej konferencji "Jakość i ochrona wód", Poznań, 2004
- [8] Oleszkiewicz, J. i Elektorowicz, M. - Raport - analiza zamknięcia i rekultywacji pól irygowanych w Bydgoszczy, LEMTECH Konsulting sp. z o.o., Kraków, grudzień 2002
- [9] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 09.09.2002 r. w sprawie standardów jakości gleby i standardów jakości ziemi (Dz.U nr 165, poz. 1359),
- [10] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29.03.2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U nr 61, poz. 417),
- [11] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23.07.2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz.U nr 143, poz. 896),
- [12] Ramowa Dyrektywy Wodnej nr 2000/60/EC Parlamentu Europejskiego i Rady Wspólnoty Europejskiej z 23 dnia października 2000 r. ustalająca ramy działań Wspólnoty w zakresie polityki wodnej (Główne substancje zanieczyszczające - Aneks VIII),
- [13] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem (Bruksela 22.11.2006 r.),
- [14] niepublikowane materiały MWiK

