

Pola irygacyjne osobowice – historia i terażniejszość

Wojciech Łyczko¹

¹ Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska, ul. C.K. Norwida 25, 50-375 Wrocław, e-mail: wojciech.lyczko@upwr.edu.pl

STRESZCZENIE

Pola irygacyjne Osobowice pełniły przez przeszło 100 lat funkcję naturalnej oczyszczalni ścieków wrocławskiej aglomeracji miejskiej. Obiekt ten położony jest na Równinie Wrocławskiej, w północnej części Wrocławia – pomiędzy korytami dwóch rzek: Odry i Widawy. Początki funkcjonowania oczyszczalni sięgają lat 80. XIX w. – powierzchnia pól irygowanych zajmowała wtedy około 560 ha. Z czasem obszar ten ulegał systematycznemu powiększaniu, prawie do 1300 ha. W związku z uruchomieniem (i modernizacją w 2012 r.) Wrocławskiej Oczyszczalni Ścieków na Janówku, udział pól irygowanych w procesie oczyszczania ścieków ulegał systematycznemu zmniejszaniu – zarówno pod względem ilości ścieków, jak i powierzchni zalewanej. Eksploatację pól zakończono ostatecznie w roku 2013. W znacznej części powierzchni obszar ten stanowi obecnie użytek ekologiczny, w związku z występowaniem na tym obszarze bogatej fauny i flory. W pracy przedstawiono historię obiektu, szczegóły jego funkcjonowania i gospodarki wodnej w trakcie eksploatacji a także obecny stan pól, głównie pod kątem wód gruntowych, które po zakończeniu zasilania tego terenu ściekami obniżyły się wyraźnie na znacznej jego części.

Słowa kluczowe: rolnicze wykorzystanie ścieków, glebowa oczyszczalnia ścieków

Osobowice irrigation fields – history and present time

ABSTRACT

Osobowice irrigation fields served as a natural sewage treatment plant of the Wrocław urban agglomeration for over 100 years. The object is located on the Wrocław Plain, in the north part of Wrocław – between two river beds: Odra and Widawa. The beginning of the exploitation of the fields dates back to the year 1880. The irrigated area, at that time, was about 560 ha. In next years, the fields were systematically expanded almost to 1300 ha. After the Janowek Sewage Treatment Plant start-up (and its modernization in 2012) the share of irrigated fields in the sewage treatment process has been systematically decreased, both in terms of the amount of sewage and the flooded area. The fields exploitation was finished in 2013. A large part of the area, now constitutes the ecological area, due to the occurrence of a rich fauna and flora in this area. The work presents the history of object, details of the facility's operation and characteristics of water management during its operation, as well as the current state of the fields, mainly in terms of groundwater levels, which – without flooding this area with sewage – have decreased in a significant part of this terrain.

Keywords: agriculture waste water use, plant-soil waste water treatment plant

WPROWADZENIE

Jedne z pierwszych współczesnych systemów wodno-kanalizacyjnych pojawiły się w Europie w połowie XIX w. Systematyczne powiększanie się aglomeracji oraz rozwój przemysłu powodował w konsekwencji zwiększanie się ilości ścieków, które zaczęły stanowić zagrożenie epidemiologiczne, przedostając się w niekontrolowany sposób do rzek [Ashton & Ubido 1991].

W celu zmniejszenia tego zagrożenia w pobliżu większych miast zaczęły powstawać i rozwijać się pierwsze glebowe oczyszczalnie ścieków – w postaci pól irygacyjnych. Pionierem w tej technologii była Anglia, ale obiekty tego typu zaczęły również powstawać na terenie ówczesnych Niemiec. W 1868 r. pola irygacyjne pojawiły się w Hamburgu, kolejne powstały w Gdańsku (1871 r.),

Berlinie (1878 r.), Wrocławiu (1881 r.), Legnicy (1895 r.) i Królewcu (1898) [Łomotowski 2003]. Wrocławskie pola irygacyjne zwane również polami irygacyjnymi Osobowice od końca XIX w. do roku 2013 pełniły, w mniejszym lub większym stopniu, funkcję oczyszczalni ścieków dla miasta Wrocławia.

Podobne rozwiązania powstawały również na terenie Francji - jak np. oczyszczalnia w Gennevilliers (1872 r.) odbierająca i przetwarzająca ścieki z całego Paryża [Tzanakakis et al. 2014].

Na przełomie XIX i XX w. rozwój tego systemu oczyszczania ścieków został zahamowany, głównie z powodu pojawienia się i rozwoju technologii oczyszczania ścieków w warunkach sztucznych. W porównaniu do nich metody naturalne cechowały pewne ograniczenia, związane m.in. z większą uciążliwością odorową dla otoczenia czy potrzebą wydzielenia większych powierzchni, na odpowiednio przepuszczalnych gruntach. Pewne obawy budziły tu również zagrożenia sanitarne i higieniczne. Liczne badania wykazały jednak, że zachowanie zasad prawidłowej eksploatacji takich systemów i odpowiednich okresów karencji ogranicza takie zagrożenia do minimum [Boćko 1965, Kutera 1988].

POLA IRYGACYJNE OSOBOWICE – WYBÓR LOKALIZACJI

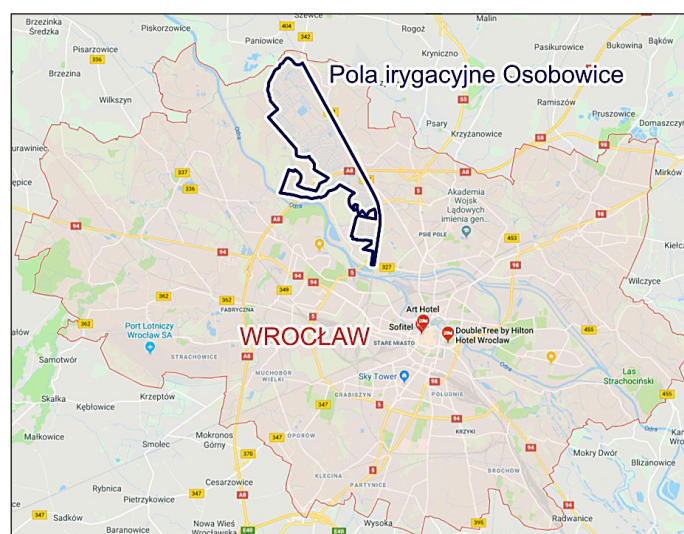
Zasięg i granice wrocławskich pól irygacyjnych, w ciągu przeszło 100 lat eksploatacji, ulegały pewnym zmianom. Obiekt w granicach, w których wykorzystywany był na początku XXI w.,

czyli pod koniec okresu eksploatacji, położony był całkowicie w obrębie granic administracyjnych Wrocławia, po prawej stronie Odry (rys. 1). Od strony zachodniej granice pól wyznacza m.in. Las Osobowicki i Las Rzędziński oraz osiedla mieszkaniowe Lesica, Rzędzin i Osobowice. Część wschodnia obszaru ograniczona jest częściowo tzw. obwodnicą śródmiejską (w ciągu drogi krajowej nr 5) oraz, dalej na północ, trasą linii kolejowej Wrocław - Poznań. Od północy teren ograniczony jest wałem przeciwpowodziowym rzeki Widawy.

Decyzja o ostatecznym wyborze lokalizacji oczyszczalni wiązała się z koniecznością przeprowadzenia szeregu analiz. Podstawowym kryterium wyboru była własność gruntu – obszar przeznaczony na ten cel powinien być w posiadaniu gminy. Z tego względu pod uwagę wzięto obszar o powierzchni ok. 840 ha, położony w Rzędzinie oraz obszar o powierzchni ok. 700 ha, w Praczach Odrzańskich. Nie bez znaczenia było też kryterium odległości pól od centrum Wrocławia, z czym wiązały się koszty wybudowania kolektora pod dnem Odry, transportującego ścieki z przepompowni Port, zlokalizowanej na lewym brzegu rzeki. Ostatecznie jako lokalizację wybrany został Rzędzin, położony około 7 km od centrum miasta.

WARUNKI TOPOGRAFICZNE, HYDROGEOLOGICZNE I GLEBOWE

Aby obszar mógł być skutecznie wykorzystywany jako glebowa oczyszczalnia ścieków



Rys. 1. Lokalizacja pól irygacyjnych
Fig. 1. Localisation of irrigation fields

poszczególne kwatery ukształtowane powinny być w taki sposób, aby teren był stosunkowo płaski, co umożliwi równomierne rozprószanie ścieków na powierzchni. Wybrany teren spełniał te kryteria. Był on również odpowiedni pod względem warunków gruntowo-glebowych. W podłożu występować powinny przepuszczalne gleby lekkie, co sprzyja infiltracji ścieków w głąb profilu. Zalegają tu bowiem utwory pochodzące z czwartorzędu (głównie aluwialne), zbudowane z glin lekkich, rzadziej średnich lub ciężkich, podścielone piaskami luźnymi, piaskami słabogliniastymi, piaskami gliniastymi lekkimi i gliniastymi mocnymi. Występują tu również powierzchnie pokryte piaskami gliniastymi mocnymi i piaskami słabogliniastymi, podścielonymi na głębokości 50-100 cm utworami lżejszymi, rzadziej glinami lekkimi i średnimi. Gleby te zaliczane są do mad rzecznych, głównie średnich lub lekkich [Pr. zbior. 2008].

Podczas prac hydrogeologicznych wykonywanych podczas budowy tunelu kolejowego przy południowo-wschodniej granicy obiektu stwierdzono, że na podłożu triasowym zalegają osady trzeciorzędowe (o miąższości powyżej 200 m) utworzone z ilów, pyłów i mułków, przewarstwiane piaskami dronozarnistymi, często pylastymi natomiast osady czwartorzędowe (o miąższości od 10 do 30 m) zbudowane są z piasków o różnej granulacji a także żwirów z otoczkami, które przekładane są warstwami glin piaszczystych o niewielkiej miąższości [Kapuścianek 1996].

Współczynnik filtracji dla utworów przepuszczalnych (obliczony wzorem USBC na podstawie analizy granulometrycznej) kształtuje się w przedziale $0,00319 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ w żwirach do $0,000208 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ w piaskach. Współczynnik filtracji dla utworów słaboprzepuszczalnych (określony za pomocą badań enometrycznych) wynosi odpowiednio od $1,68 \cdot 10^{-7}$ do $3,64 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ dla mad oraz $1,56 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ dla słabo przepuszczalnych ilów. Zwierciadło wody podziemnej w czasie wykonywania pomiarów [POWIZ 2007] miało na większości obszaru charakter swobodny, a w miejscach gdzie słabo przepuszczalne mady zalegają na stropie warstwy wodonośnej, przy wyższych poziomach wody, miało charakter napięty i znajdowało się pod małym ciśnieniem. Głębokości wody gruntowej kształtowały się w przedziale od 0,46 do 3,96 m. Analiza materiałów archiwalnych zamieszczonych w opracowaniu IMUZ [Czyżyk & Talik 1985] wskazuje, że w tym okresie głębokości zwierciadła wody gruntowej układały się

w przedziale od 0,3 m do ponad 2,0 m. Ustabilizowane głębokości zwierciadła wody określone w sondach glebowych wykonanych przez URGEOS [Szczepański 2002] w 2001 r. kształtowały się natomiast od wartości 0,8 do 1,1 m. Kolejne warunki, którymi były odpowiednie poziomy i kierunki spływu wód podziemnych (w kierunku Odry) również zostały spełnione [Łomotowski 2003].

HISTORIA POWSTANIA I ROZWOJU PÓL IRYGACYJNYCH

Historia wrocławskich pól irygacyjnych sięga lat 80. XIX w., kiedy to został zrealizowany ogólnospławny system kanalizacji Wrocławia, doprowadzających ścieki do głównej pompowni Port, skąd były tłoczone na usytuowane poza miastem pola irygowane [Pr. zbior. 2002]. Analiza materiałów archiwalnych dokonana na potrzeby opracowania wykonanego przez Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu [Pr. zbior. 2009] pozwoliła jego autorom na określenie szczegółów związanych z początkiem i kolejnymi latami eksploatacji pól osobowickich. Analiza ta potwierdza oddanie do eksploatacji pierwszych urządzeń w roku 1881. Wg danych historycznych w 1886 r. powierzchnia pól irygowanych wynosiła 560,71 ha, i była rozmieszczona odpowiednio: w Osobowicach - 293,51 ha, w Lipie Piotrowskiej - 92,19 ha oraz w Rędzinie - 175,01 ha. W budowie były natomiast dodatkowe pola w Osobowicach, o powierzchni 7,69 ha i w Rędzinie 90,60 ha. Planowana do końca 1886 r. powierzchnia oczyszczalni miała osiągnąć 659,00 ha. W obrębie tego obszaru znajdowały się urządzenia i elementy związane z funkcjonowaniem pól. Były to m.in. wały, osadniki, rowy, doprowadzalniki czy drogi, które łącznie zajmowały około 10% powierzchni pól. W kolejnych latach nastąpiła pewna modyfikacja w areale pól. Łączna powierzchnia obiektu w 1895 r. osiągnęła 676,51 ha. Powierzchnię powiększono w Rędzinie i w Osobowicach a zmniejszono w Lipie Piotrowskiej, prawdopodobnie z powodu budowy linii kolejowej. W wyniku ciągłego rozwoju terytorialnego i demograficznego Wrocławia zachodziła konieczność oczyszczania coraz większej ilości ścieków. W 1898 r. miasto stało się posiadaczem gruntów w obrębie miejscowości Świniary i przeznaczyło ten teren pod dalszą rozbudowę glebowej oczyszczalni ścieków. Na początku XX w. całkowita powierzchnia pól iry-

gowanych wyniosła ok. 1280 ha. Plany zakładające powiększenie tego obszaru, z uwagi na prognozowany rozwój miasta, do 1600 ha nie zostały ostatecznie zrealizowane [Pr. zbior 2009].

OKRES PO II WOJNIE ŚWIATOWEJ

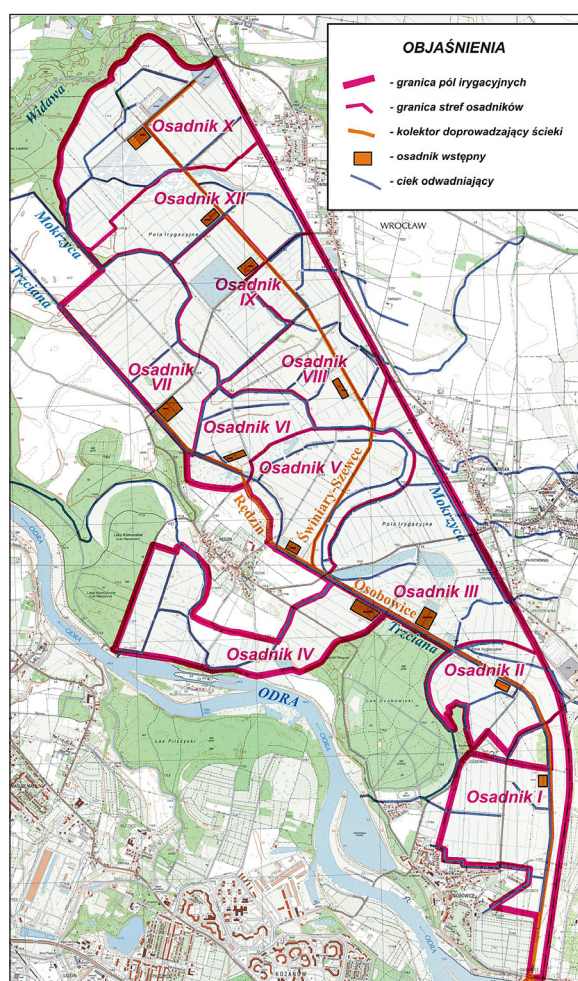
Pod koniec II wojny światowej, podczas oblężenia Wrocławia w 1945 r., pola zostały zamienione, zalane i częściowo zdewastowane. W okresie powojennym pola zostały przywrócone do funkcjonalności i włączone do powstałego Państwowego Gospodarstwa Rolnego Osobowice, które zajmowało się ich eksploatacją i utrzymaniem. Maksymalne obciążenie pól ściekami przypadło na lata 80. XX w. Dobowa ilość ścieków przekraczała wówczas nawet 200 tys. m³. Po likwidacji PGR Osobowice pola zostały skomunalizowane. Obszar znajdujący się na terenie gminy Wrocław przeszedł we władanie miasta a część pól położoną w miejscowości Szewce przekazano gminie Wisznia Mała. Administrowaniem, utrzymaniem i eksploatacją pól osobowickich, jako oczyszczalni ścieków, zajmowało się, w imieniu miasta, Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji sp. z o.o. Oczyszczanie ścieków na polach irygacyjnych, w ostatnich latach eksploatacji, prowadzone było na podstawie uzyskanego w roku 1999 pozwolenia wodno-prawnego, które określało maksymalną dobową ilość ścieków odprowadzanych na pola na poziomie 70 tys. m³. Pozwolenie zostało wydane na okres do końca grudnia 2015 r. [Pr. zbior. 2009].

Równoległe z funkcjonowaniem pól irygacyjnych, w 1976 r., rozpoczęto budowę Wrocławskiej Oczyszczalni Ścieków (WOŚ), zwanej wówczas Centralną. Z powodu braku środków finansowych inwestycję po dwóch latach wstrzymano a prace wznowiono w roku 1982. Pierwszy etap budowy został zakończony i przekazany MPWiK w styczniu 1996 r. Przed wybudowaniem WOŚ oczyszczanie wrocławskich ścieków odbywało się głównie na polach irygacyjnych. W roku 1994 było to ok. 77% wszystkich ścieków (reszta oczyszczana była w kilku mniejszych oczyszczalniach, których udział systematycznie zmniejszał się z powodu ich zamykania). W roku 1996 pola osobowickie odebrały przeszło 82% (48,6 mln m³) a rozpoczynająca funkcjonowanie WOŚ ok. 13% (ok. 7,7 mln. m³) wszystkich ścieków. Ostateczne zakończenie rozruchu i uroczyste oddanie Wrocławskiej Oczyszczalni Ścieków

nastąpiło 4 lipca 2001 r. Była to wówczas jedna z najnowocześniejszych w Polsce, ekologiczna, mechaniczno-biologiczna oczyszczalnia z chemicznym wspomaganie usuwania związków fosforu. Pozwoliło to na zmianę w proporcjach ilości ścieków odprowadzanych do WOŚ i na pola irygacyjne, które w 2001 r. odebrały już tylko ok. 22,6 mln m³, co stanowiło ok. 32% całości [Pr. zbior. 2002].

PODSTAWOWE SZCZEGÓŁY TECHNICZNE

Układ kolektorów zasilających, położenie osadników oraz ich stref przedstawiono na rysunku 2. Ścieki wprowadzano na teren pól, w części południowej obiektu, podwójnym kolektorem (Ø900 mm i Ø1000 mm) biegnącym pod korytem Odry z Przepompowni Port. Dalej ścieki dostawały się do kolektora Osobowice (2×Ø1200 mm) o długości 3,8 km, który w środkowej czę-



Rys. 2. Rozmieszczenie stref poszczególnych osadników

Fig. 2. Location of sewage reservoir zones



Rys. 3. Osadnik ściekowy
Fig. 3. Sewage reservoir

ści obiektu rozdziela się na otwarte kanały – lewy (kolektor Rędzin, o długości 2,2 km) i prawy (kolektor Świniary-Szewce o długości 5,2 km). Poszczególne kolektory rozprowadzały ścieki do kolejnych osadników, w których odbywało się wstępne oczyszczanie mechaniczne z zawieszin i części stałych (rys. 3).

Z osadników ścieki wprowadzane były na kwatery zalewowe – za pomocą układu doprowadzalników i odpowiednich wpustów z zastawkami. System ten pozwala zalewać niezależnie kolejne kwatery, zgodnie z założonym harmonogramem przestrzenno-czasowym. Poszczególne kwatery ukształtowane są w taki sposób, aby teren na nich był stosunkowo płaski, co umożliwia równomierne rozprowadzenie ścieków na ich powierzchni. Ścieki infiltrowały w głąb profilu, gdzie następował m.in. proces usuwania z nich zanieczyszczeń poprzez ich zatrzymywanie i mineralizację w naturalnym środowisku glebowym. Podczas procesu oczyszczania w glebie pozostają składniki pokarmowe zawarte w ściekach, które mogą być wykorzystywane przez rośliny. Rośliny pobierały również część wody znajdującej się w ściekach i wykorzystywały ją w procesie ewapotranspiracji. Reszta wilgoci przenikała do głębszych warstw profilu glebowego. Z uwagi na stosowanie w tym systemie dużych dawek polekowych, i konieczność prowadzenia zalewu bez zrzutów wody, kwatery wyposażone są w odwadniający system drenarski, który zbierał oczyszczoną wodę i odprowadzał ją do sieci cieków

powierzchniowych. Na terenie pól irygowanych Osobowice funkcję taką pełniły głównie dwa podstawowe ciek – Trzciana i jej dopływ Mokrzyca. Trzciana jest prawobrzeżnym dopływem Odry, który w warunkach niskich stanów wody odprowadza ją grawitacyjnie. Podczas okresów wezbraniowych woda odprowadzana była z terenu pól irygowanych poprzez przepompownię Rędzin, która na początku swej eksploatacji napędzana była maszyną parową a po modernizacji silnikami elektrycznymi.

POLA IRYGACYJNE PO WYŁĄCZENIU ICH Z EKSPLOATACJI

Proces wyłączenia pól irygowanych z eksploatacji odbywał się w sposób stopniowy. W roku 2009 rozpoczęto modernizację i rozbudowę powstałej w 1996 r. Wrocławskiej Oczyszczalni Ścieków, co pozwoliło na dostosowanie jej parametrów technicznych do wymagań przepisów unijnych i zwiększenie średniodobowej przepustowości do 140 tys. m³. Prace zakończono w roku 2012, jednak już od końca grudnia 2010 r. WOŚ miała możliwość oczyszczania ścieków z całego miasta, co pozwoliłoby na całkowite wyłączenie z eksploatacji oczyszczalni glebowej na Osobowicach. Z uwagi na wyjątkowe walory przyrodnicze tego obszaru uznano, że należy pozostawić część tego terenu w dalszej eksploatacji. Pola irygacyjne są bowiem bardzo cen-

nym miejscem ostoi lęgowych i migracyjnych rzadkich i chronionych ptaków wodno-błotnych. „Inwentaryzacja przyrodniczo-faunistyczna pól irygowanych na Osobowicach we Wrocławiu” wykonana w 2009 r. wykazała występowanie na tym terenie 220 gatunków ptaków. Na podstawie kryteriów ornitologicznych obszar zakwalifikowano jako ostoję IBA (Important Bird Area) [Pr. zbior. 2016]. Pola zalewane były ostatecznie do roku 2013, głównie na północnej części obszaru – z wyłączeniem stref osadnika I i II przekazanych przez MPWiK Zarządowi Zieleni Miejskiej.

Badania prowadzone przez pracowników Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu [Pr. zbior. 2009] wykazały, że w końcowych latach eksploatacji pól irygacyjnych ilość ścieków wprowadzanych na ten teren była porównywalna z wysokością zasilających go w analogicznym okresie opadów atmosferycznych, co w znacznym stopniu wpływało na kształtowanie się poziomów wód gruntowych tego obszaru. Badania te prognozowały, że zaprzestanie wprowadzania ścieków na ten teren spowoduje obniżenie się poziomów wód gruntowych, co znalazło swoje potwierdzenie w obserwacjach i pomiarach prowadzonych na obszarze pól w okresie późniejszym [Łyczko 2017].

Z przeprowadzonych analiz [Pr. zbior. 2009] wynikało również, że niekorzystnym zmianom w środowisku można zapobiec poprzez utrzymanie zwierciadła wód gruntowych na poziomie zbliżonym do dotychczasowego (co może zmniejszyć tempo mineralizacji substancji organicznej) oraz poprzez ochronne wapnowanie gleb, które przyczynić się może do obniżenia kwasowości gleb.

Jednym ze sposobów na utrzymania niezmiennych stosunków gruntowo-wodnych, warunkujących prawidłowe funkcjonowanie cennych ekosystemów na części tego obszaru, miała być koncepcja polegająca na dalszym wprowadzaniu na ten teren ścieków z kanalizacji deszczowej, z domieszką ścieków z kanalizacji ogólnospławnej [Pr. zbior. 2016]. Pomysł ten spotkał się jednak z bardzo dużym oporem i protestami mieszkańców nowopowstałych, na południowy wschód od pól irygacyjnych, osiedli mieszkaniowych.

PODSUMOWANIE

Pola irygacyjne Osobowice, powstałe w 1881 r., były jedną z pierwszych w Europie oczyszczalni ścieków. Wyboru lokalizacji dokonano przy

uwzględnieniu warunków własnościowych oraz odpowiednim rozpoznaniu warunków topograficznych, hydrogeologicznych i glebowych. Z czasem powierzchnia oczyszczalni, z początkowych 560 ha powiększyła się przeszło dwukrotnie. Największe obciążenie pól ściekami, w ilości około 200 tys. m³ na dobę, przypadało na lata 80. XX w. W związku z rozwojem aglomeracji i ciągłym wzrostem ilości ścieków podjęto decyzję o budowie, a następnie modernizacji, Wrocławskiej Oczyszczalni Ścieków, która docelowo pozwoliła na przejście całej ilości wrocławskich ścieków. Spowodowało to jednak zaburzenie gospodarki wodnej na terenie pól irygacyjnych, które do tej pory zasilane były powierzchniowo poprzez opady i zalewanie ściekami. Istniejący na obiekcie skuteczny system odwadniający składający się z drenów (położonych znacznie głębiej niż na tradycyjnych użytkach rolniczych) i sieci cieków powoduje szybkie odprowadzanie wód, które w obecnej sytuacji pochodzą tylko z opadów atmosferycznych. Taka sytuacja spowodowała trwałe obniżenie się dotychczasowych poziomów wód gruntowych. Biorąc pod uwagę występowanie na tym terenie obszarów cennych przyrodniczo należałoby zastosować działania mające na celu zatrzymanie procesu obniżania się wód gruntowych, co jest szczególnie wyraźne podczas występowania w okresie letnim dłuższych okresów bezopadowych.

BIBLIOGRAFIA

1. Ashton J., Ubido J. 1991. The Healthy City and the Ecological Idea. *J. Soc. Soc. Hist. Med.*, 4, 173–181.
2. Boćko J. 1965. Gleba jako środowisko oczyszczania ścieków. *Roczniki Gleboznawcze*, t. 15, z. 2, 497–540.
3. Czyżyk F., Talik B. 1985. Badania pól irygowanych m. Wrocławia w Osobowicach. Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Zakład Rolniczego Wykorzystania Ścieków. Wrocław.
4. Kapuścianek S. 1996. Uproszczona dokumentacja hydrogeologiczna z prac hydrogeologicznych wykonanych do czasowego odwodnienia wykopu pod projektowany tunel na stacji Wrocław – Osobowice. Oprac. dla Dolnośląskiej Okręgowej Dyrekcji Kolei Państwowych. Wrocław. Maszynopis.
5. Kutera J. 1988. Wykorzystanie ścieków w rolnictwie. PWRiL Warszawa.
6. Łomotowski J. 2003. Oczyszczanie ścieków na gruntach naturalnych. Materiały konferencyjne, niepublikowane.

7. Łyczko W. 2017. Analiza dotycząca zmienności poziomów wód gruntowych na terenie Pól Irygacyjnych we Wrocławiu (za okres 01.05 – 31.08.2017 r.) – oprac. Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu dla MPWiK we Wrocławiu. Maszynopis.
8. POWIZ. 2007. Dokumentacja geotechniczna ze wstępnego rozpoznania warunków gruntowo - wodnych obszaru wrocławskich pól irygowanych. Przedsiębiorstwo Oczyszczania Wód i Ziemi POWIZ Sp. z o.o. dla LIMITLESS L.C.C. z United Arab Emirate. Wrocław. Maszynopis.
9. Pr. zbior. 2002. Informator o stanie środowiska Wrocławia 2002. Dolnośląska Fundacja Ekorozwoju na zlec. Gminy Wrocław. Wyd. s.c., A.P.W. Bierońscy.
10. Pr. zbior. 2008. Studium hydrologiczne ekosystemu znajdującego się na obszarze oczyszczalni ścieków Pola Osobowickie, określające zakres i charakter zmian tego terenu w przypadku zaprzestania odprowadzania ścieków na ten teren - etap I. Praca pod kier. Janusza Łomotowskiego. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu dla MPWiK we Wrocławiu. Maszynopis.
11. Pr. zbior. 2009. Studium hydrologiczne ekosystemu znajdującego się na obszarze oczyszczalni ścieków Pola Osobowickie, określające zakres i charakter zmian tego terenu w przypadku zaprzestania odprowadzania ścieków na ten teren – część I (Synteza), część II (Pola Irygowane Osobowice: Historia, rozwiązania techniczne, uwarunkowania środowiskowe, kulturowe i krajobrazowe). Praca pod kier. Janusza Łomotowskiego. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu dla MPWiK we Wrocławiu. Maszynopis.
12. Pr. zbior. 2016. Środowisko Wrocławia. Informator 2014-2016. Pr. pod kier. Zbigniewa Lewickiego LEMITOR Ochrona Środowiska Sp. z o.o. we Wrocławiu aktualizowana przez pracowników Wydziału Środowiska i Rolnictwa Urzędu Miejskiego Wrocławia.
13. Szczepański J. 2002. Opracowanie ekofizjograficzne dla obszaru w rejonie zespołu urbanistycznego Rędzina i północnej części Osobowickich Pól Irygacyjnych we Wrocławiu. Opracowanie Wielobranżowego Przedsiębiorstwa Usługowo-Produkcyjnego URGEOS sp. z o.o. Wrocław.
14. Tzanakakis, V.E.; Koo-Oshima, S.; Haddad, M.; Apostolidis, N.; Angelakis, A.N. 2014. The history of land application and hydroponic systems for wastewater treatment and reuse. In: Angelakis A.N., Rose J.B. (Eds.), Evolution of Sanitation and Wastewater Management through the Centuries, IWA Publishing, London, UK, 459–482.