



## **Wpływ zaprzestania nawadniania pól irygacyjnych we Wrocławiu na stosunki wodne**

dr Sylwester Kraśnicki

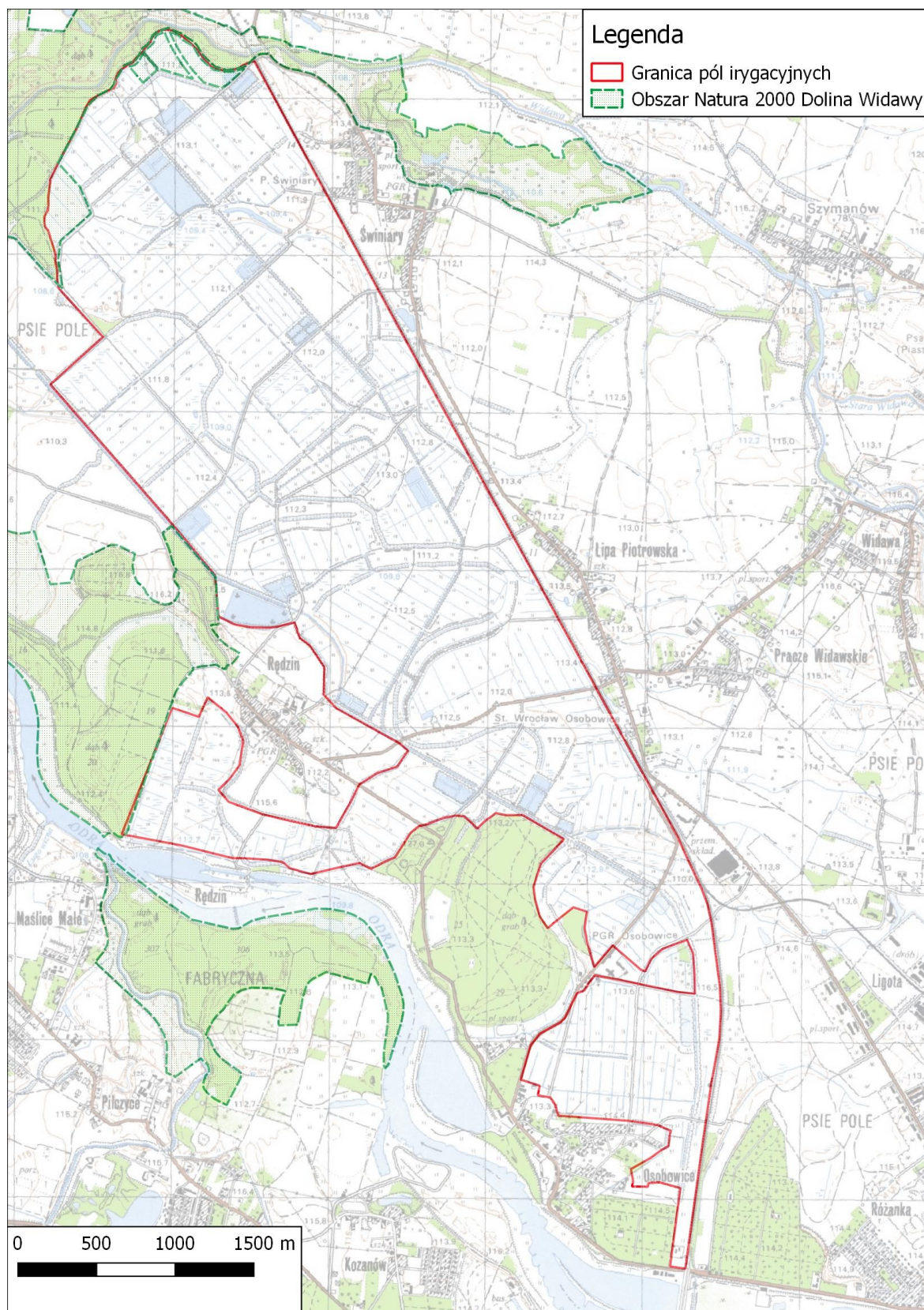
Ludów Polski, październik 2019 r.

### **Wstęp**

Wrocławskie pola irygacyjne to oczyszczalnia ścieków tego miasta użytkowana w latach 1881-2015 o powierzchni dochodzącej do 1300 ha. Położone są one w gminie Wrocław pomiędzy Osobowicami, Rędzinem, Rędzinem Leśnym, Świniarami i Lipą Piotrowską, a pod względem fizycznogeograficznym w Pradolinie Wrocławskiej (318.52) (Ryc. 1.). W latach 80-tych XX wieku na polach irygacyjnych oczyszczano największe ilości ścieków, nawet 200 tys. m<sup>3</sup>/d. W latach 90-tych pola irygacyjne nadal przyjmowały większość ścieków Wrocławia, przykładowo w 1996 roku było to 82%, czyli 48,6 mln m<sup>3</sup>. Po wybudowaniu oczyszczalni ścieków na Janówku ilość ścieków odprowadzanych na pola irygacyjne zmalała o ponad połowę, do 22,6 mln m<sup>3</sup> w 2001 roku (Kondracki 2002, Łyczko 2018).

### **Warunki geologiczne i hydrogeologiczne**

Skały lite na obszarze pól irygacyjnych nie odsłaniają się na powierzchni terenu lecz zalegają na głębokości 150-160 metrów. Są to triasowe piaskowce pstre z przewarstwieniami iłowców i mułowców. Przykryte są one mioceńskimi iłami z przewarstwieniami piasków i węgla brunatnego o łącznej miąższości 120-130 metrów. Na nich zalegają wodnolodowcowe piaski żwiry o miąższości kilkunastu metrów i lokalnie mułki piaski mułki rzeczne o miąższości kilku metrów, a na nich piaski i żwiry rzeczne tarasów nadzalewowych (5-6 metrów nad korytem) Odry o miąższości około 10 metrów. Utwory powierzchniowe na omawianym obszarze to wyłącznie holocieńskie utwory teras zalewowych Odry i Widawy o miąższości kilku metrów. Wśród nich największe rozprzestrzenienie mają iły, mułki i mady, a lokalnie także piaski i żwiry terasy zalewowej położonej 4,5-5 metrów nad poziomem rzeki. W rejonie Osobowic pola irygacyjne przecięte są doliną cieką wypełnioną namułami piaszczysto-mułkowymi (Gizler 1982, Łabno 1986, Winnicka 1985).

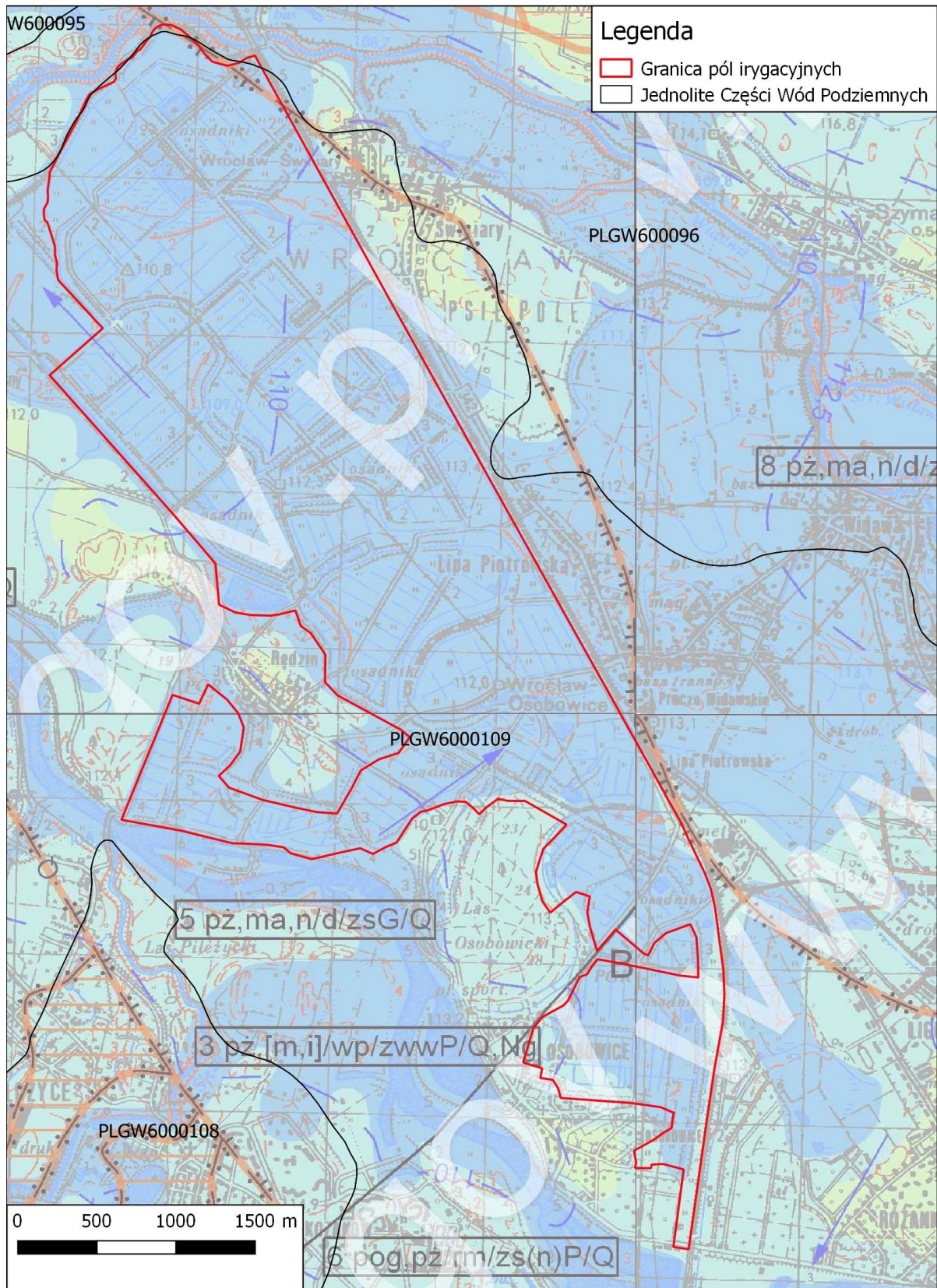


Ryc. 1. Lokalizacja pól irygacyjnych Wrocławia.

Głównym użytkowym piętrzem wodonośnym na omawianym obszarze jest piętro czwartorzędowe, a cały obszar pól infiltracyjnych znajduje się w obrębie jednostki 8aQ/TrII (arkusz Oborniki Śląskie), która na arkuszu Leśnica kontynuuje się jako 2aQ/TrII, a na arkuszu Wrocław jako 1aQ/TrII. Podatność na zanieczyszczenie wód głównego poziomu wodonośnego jest bardzo wysoka. Jakość wód podziemnych na całym obszarze pól irygacyjnych jest zła, a woda wymaga skomplikowanego uzdatniania. Jest to po części wynikiem użytkowania tego terenu jako wylewiska ścieków miejskich przez ponad 100 lat, a także oddziaływania licznych ognisk zanieczyszczeń na terenie samego Wrocławia na płytkie wody podziemne. Przekroczone są dopuszczalne stężenia azotanów (Kielczawa, Mroczkowska 1997, Wojciechowska 1997, Żuk 2000).

Współczynnik filtracji dla utworów powierzchniowych wynosi dla piasków i żwirów 18-275 m/d, a dla słabo przepuszczalnych ma 0,014-0,314 m/d. Pierwszy poziom wodonośny nie jest głównym poziomem użytkowym na omawianym obszarze. Zwierciadło wód pierwszego poziomu jest swobodne i znajduje się na głębokości mniejszej niż 1 metr, a na krańcach w rejonie Osobowic głębokość ta rośnie do 1-2 m. Historycznie jednak na tym terenie położenie zwierciadła wód podziemnych podlegało wahaniom, a głębokość jego występowania zmieniała się w granicach 0,3-3,96 m. Wody podziemne płyną ku Odrze i Widawie, które stanowią bazę drenażu. W północnej części pól irygacyjnych jest to kierunek północno-zachodni, a w południowej części jest to kierunek południowo-zachodni (Ryc. 2.). Podatność na zanieczyszczenie wód pierwszego poziomu wodonośnego jest bardzo wysoka (Chudzik, Wojtkowiak 2006, Kielczawa 2006, Zawistowski, Wojtkowiak 2006, Łyczko 2018).

Cały obszar pól irygacyjnych znajduje się na obszarze Jednolitej Części Wód Podziemnych nr PLGW6000109 o powierzchni 4258,3 km<sup>2</sup>. Jej stan chemiczny oraz ilościowy określono jako dobry, a osiągnięcie celu (dobry stan) jako niezagrażone. Przez omawiany obszar przepływa Trzciana, która jest Jednolitą Częścią Wód Powierzchniowych nr RW60001713392 o długości 9,36 km i zlewni o powierzchni 32,27 km<sup>2</sup>. Pola irygacyjne położone są w całości na obszarze zlewni Trzciany. Stan ekologiczny tej silnie zmienionej części wód (SZCW JCWP) określono jako słaby, a stan chemiczny jest poniżej dobrego m. in. ze względu na azot amonowy, ogólny, fosforany i fosfor ogólny. Cel osiągnięcia dobrego stanu ekologicznego i chemicznego jest uznany za zagrożony (Wody Polskie 2019).



Ryc. 2. Warunki hydrogeologiczne pól irygacyjnych.

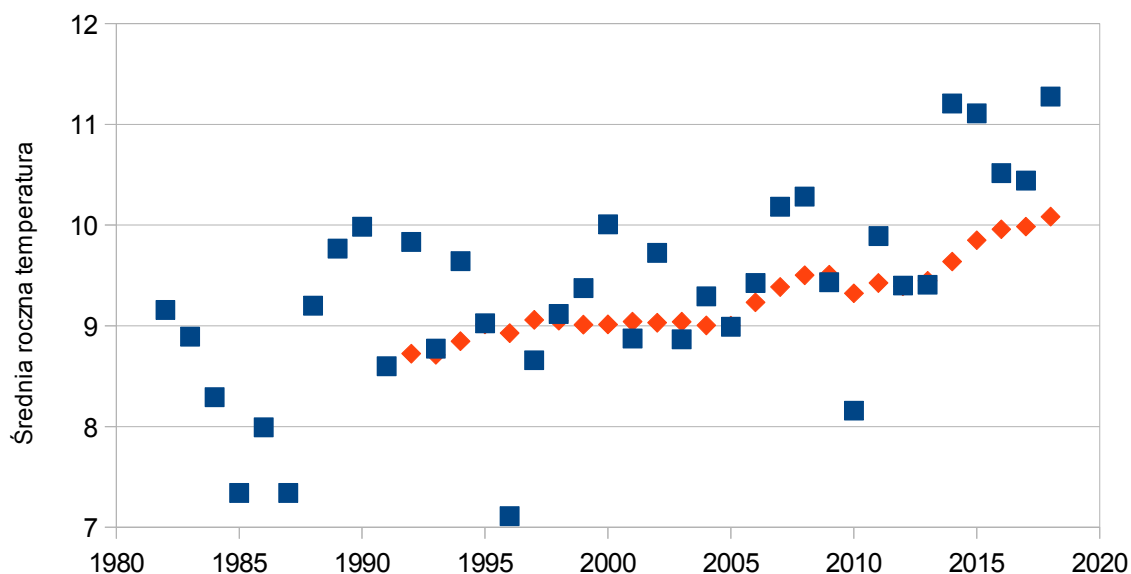
Spośród obszarów chronionych prawnie z polami irygacyjnymi od zachodu i północy sąsiaduje obszar Natura 2000 "Dolina Widawy" PLH020036. Ten obszar Natura 2000 bezpośrednio graniczy z polami irygacyjnymi, a na niektórych odcinkach zachodzi na nie.

### **Skutki osuszania terenu pól irygacyjnych**

Na skutek ponadstuletniego użytkowania terenu pól irygacyjnych jako wylewiska ścieków oraz bliskości zwartej zabudowy Wrocławia wody podziemne na tym terenie są zdegradowane jakościowo. Głównym jonem zanieczyszczającym są tutaj azotany, których dostawa zanikła wraz zaprzestaniem wylewania ścieków. Pola irygacyjne wyłączano z eksploatacji stopniowo zmniejszając dostawę ścieków na ich teren. Po 2010 roku uznano jednak, że należy częściowo nadal użytkować pola irygacyjne w celu utrzymania właściwego poziomu płytkich wód podziemnych. Od nich bowiem zależy stan cennego siedliska przyrodniczego dla ptaków wodno-błotnych bytujących na tym terenie. W 2015 roku jednak zaprzestano wylewania ścieków na teren pól irygacyjnych, a po paru latach zaobserwowano systematyczne opadanie zwierciadła płytkich wód podziemnych na tym terenie (Łyczko 2018).

Obecnie przebiegające na tym terenie procesy naturalnego samooczyszczania się wód podziemnych mogą się okazać mało efektywne, ponieważ obserwujemy obecnie intensywne zmiany klimatu na terenie Polski. Z prowadzonych obserwacji meteorologicznych wynika, że w Polsce zmiany klimatu przejawiają się przede wszystkim we wzroście temperatury powietrza. Znamienny jest fakt, iż najcieplejsze lata kalendarzowe w całej historii prowadzenia pomiarów przypadają w ostatnich kilkunastu latach. Dla Wrocławia, w którym pomiary temperatury prowadzone są od 1792 roku, pięć najcieplejszych lat kalendarzowych (zaczynając od najcieplejszego) to następujące lata: 2018, 2014, 2015, 2016 i 2017 (Ryc. 3.).

O ile w całym XX wieku średnia roczna temperatura powietrza wzrosła o 0,8°C to pod koniec tego stulecia tempo ocieplania się klimatu uległo wyraźnemu przyspieszeniu i w latach 1990-2010 średnia roczna temperatura powietrza rosła już tempie w tempie 0,3-0,35°C/10 lat (3-3,5°C/100 lat), czyli w tempie czterokrotnie większym. W ostatnich 10 latach tempo to uległo dalszemu zwiększeniu i dla okresu 2009-2018 wynosi 0,58°C/10 lat. W związku z obserwowanymi tendencjami należy się spodziewać nie tylko dalszego wzrostu temperatury średniej powietrza, ale również wzrostu tempa ocieplania się klimatu w nadchodzących dziesięcioleciach. W przeciwieństwie do zmian temperatury, zmiany sumy opadów rocznych nie wykazują jednoznacznego trendu wzrostowego lub malejącego.



Ryc. 3. Średnia roczna temperatura powietrza we Wrocławiu w latach 1982-2018 oraz średnia 10-letnia. (wg dane IMGW)

Parametr ten, wahając się w pewnych granicach pozostaje stały, ale zmienia się charakter opadów i wzrasta częstotliwość pojawiania się opadów nawałnych (ulewy, nawałnice), a mniejsza część sumy opadów rocznych to opady rozlewne.

Opisane powyżej negatywne tendencje zmian klimatu wpływają na bilans wodny. Wzrost średniej rocznej temperatury powietrza w połączeniu z sumą rocznych opadów, która nie ulega zasadniczym zmianom powoduje, że z czasem coraz większa część bilansu wodnego przypada na parowanie terenowe kosztem odpływu oraz infiltracji. Na skutek tego zjawiska wody podziemne zasilane są w coraz mniejszym stopniu przez infiltrację wód opadowych, a to powoduje opadanie zwierciadła wód podziemnych na terenach bardziej oddalonych od Odry. Głębokość zwierciadła wód podziemnych była badana w sieci 31 piezometrów w latach w ramach badań Instytutu Kształtowania i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Z kilkuletnich obserwacji prowadzonych od maja do sierpnia w latach 2013-2017 wynika, że w tym okresie zwierciadło wód podziemnych w większości piezometrów opadło o kilkadziesiąt centymetrów, a w niektórych o ponad metr. W części tych piezometrów odbudowywało się ono sukcesywnie w latach 2015-2017, ale nie osiągnęło ono rzędnych z 2013 roku (Łyczko 2017).

Kontrolowanie zalewanie wodami Odry terenu pól irygacyjnych pomogłoby utrzymać zwierciadło wód podziemnych na odpowiednim poziomie i zapobiec jego opadaniu. Infiltracja wód rzecznych, które podobnie jak wody opadowe nie zawierają związków azotu w takich ilościach jak ścieki, pomogłoby w szybszej wymianie wód podziemnych i przyspieszyłoby naturalne procesy ich samooczyszczania się na tym obszarze. Ponadto, pola irygacyjne wyposażone są systemem drenażowy zdolny do szybkiego odprowadzania wód do Odry. Należałoby się zastanowić nad zmniejszeniem drożności tego systemu tak, aby wody napływające na ich obszar wody mogły być tam zatrzymywane na dłużej. W razie niepodjęcia żadnych działań służących przywróceniu poziomu wód podziemnych sprzed 2013 roku należy spodziewać się jego dalszego obniżania, szczególnie w latach suchych. Ilość wody jaką należałoby dostarczyć na obszar pól irygacyjnych powinna być zbliżona do ilości ścieków wylewanych na ich obszar, czyli około 60 mln m<sup>3</sup> rocznie (Łyczko 2018). Taka ilość wody oznaczałaby ich pobór z Odry w ilości 1,9 m<sup>3</sup>/s. Średni przepływ Odry (SSQ) w latach 1961-2010 w Malczycach (poniżej Wrocławia) wynosi 165 m<sup>3</sup>/s, a w Oławie (powyżej Wrocławia) wynosi 142 m<sup>3</sup>/s (IMGW 2011). Stanowiłoby to zatem około 1,1-1,3% średniego przepływu w tych posterunkach. Nie byłoby to zatem znaczący ubytek zasobów wód Odry na wysokości Wrocławia zwłaszcza, że wody infiltrujące odprowadzane są za pośrednictwem systemu drenażowego do Odry lub jej dopływów.

Wody podziemne obszaru pól irygacyjnych pozostają w ścisłym związku hydraulicznym z wodami przyległego obszaru Natura 2000 Dolina Widawy. Dalsze obniżenie zwierciadła wód na obszarze pól irygacyjnych spowoduje obniżenie się zwierciadła wody na tym obszarze Natura 2000. To z kolei oznacza, że zaniechanie jakichkolwiek działań nawadniających na obszarze pól irygacyjnych może doprowadzić do degradacji chronionych siedlisk i zagrozi przedmiotom ochrony na tym obszarze Natura 2000. Należy przy tym nadmienić, że nawadnianie jedynie niewielkiej części pól irygacyjnych (na przykład 25%) nie przyniesie spodziewanego efektu, ponieważ nie zapewni odbudowy zasobów wód podziemnych na tym obszarze do poziomu sprzed 2013 roku. Może co najwyżej spowodować, że zwierciadło wód podziemnych będzie opadało wolniej, a samo jego obniżenie byłoby wtedy mniejsze niż gdyby nie nawadniano wcale. W takiej sytuacji zagrożenia związane z osuszaniem siedlisk chronionych na obszarze Natura 2000 nie zostaną wyeliminowane.

Niedoszacowanie niekorzystnych oddziaływań na stosunki wodne obszaru Natura 2000 położonego w pobliżu jednej z inwestycji w Polsce jest obecnie przedmiotem dochodzenia ze strony Komisji Europejskiej. Sytuacja taka miała już miejsce w przypadku modelu

hydrogeologicznego dla kopalni odkrywkowej węgla brunatnego Tomisławice. W tym przypadku model hydrogeologiczny opracowany na potrzeby sporządzenia dokumentacji hydrogeologicznej złoża Tomisławice został zatwierdzony 06.02.2008 r. (Szczepiński et al 2007). Niedościgał on możliwości wystąpienia negatywnych oddziaływań dla obszarów Natura 2000: "Jezioro Gopło" i "Ostoja Nadgoplańska" ze względu na niewłaściwe metody modelowania. Model ten stał się przedmiotem dochodzenia ze strony Komisji Europejskiej, która w 2012 roku zobowiązała PAK Kopalnię Węgla Brunatnego Konin S.A. do wykonania nowego modelu hydrogeologicznego dla odkrywki Tomisławice. Model wykonany w 2014 roku potwierdził zagrożenie wystąpienia poważnych negatywnych skutków na wymienione wyżej obszary Natura 2000 ze względu na zakłócenie równowagi hydrologicznej wokół Jeziora Gopło (Komisja Europejska 2017).

Jednym ze skutków obniżania się zwierciadła wód podziemnych na obszarze pól irygacyjnych jest przesuszenie profilu glebowego, w tym mad rzecznych zawierających materię organiczną. Wylewanie ścieków przez ponad 100 lat na tym obszarze spowodowało, że metale ciężkie znajdujące się w ściekach były sorbowane przez materię organiczną gleb na tym obszarze. Według badań wykonanych przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu w roku 2014 zanieczyszczenie gleb metalami ciężkimi (cynk, ołów, kadm, chrom, miedź, nikiel) stwierdzono w kilku punktach. Na osiem punktów poboru próbek zawartość przynajmniej jednego metalu ciężkiego była podwyższona lub wykazano zanieczyszczenie od słabego po średnie (Tabela 1) (Meinhardt et al 2015).

Tabela 1. Zawartość metali ciężkich w glebach na terenie pól irygacyjnych w mg/kg. Wartości podwyższone zostały wytłuszczone, słabe zanieczyszczenie – pojedyncze podkreślenie, średnie zanieczyszczenie – podwójne podkreślenie. W nawiasach podano numery piezometrów w pobliżu których pobrano próbki gleby (Meinhardt et al 2015).

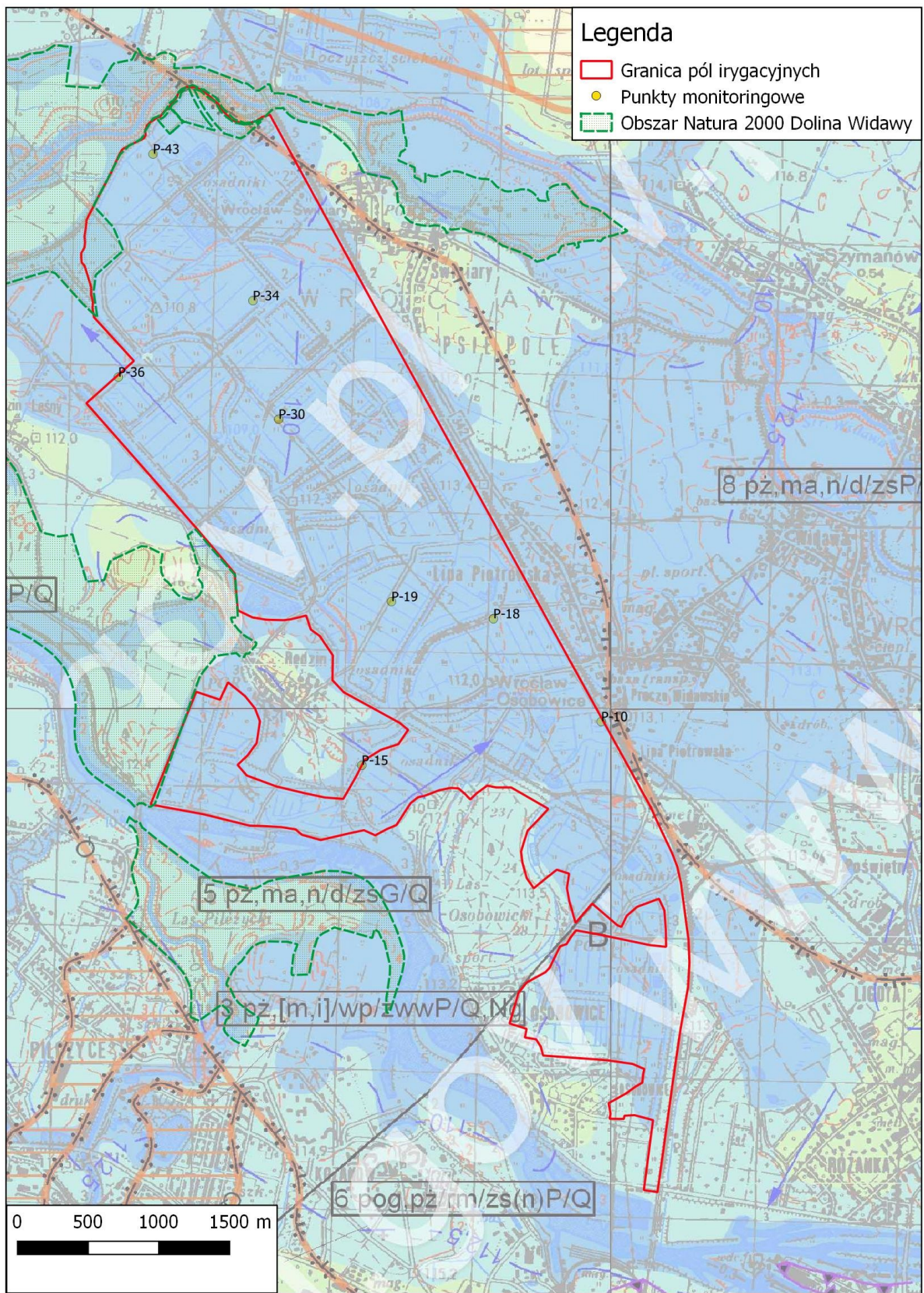
| Nr punktu (nr piezometru) | Zn         | Pb          | Cd           | Cr        | Cu          | Ni          |
|---------------------------|------------|-------------|--------------|-----------|-------------|-------------|
| 1 (P10)                   | 192        | 59,8        | <0,13        | 40,7      | 34,6        | 20          |
| 2 (P18)                   | 204        | 50,3        | 1,340        | 38,5      | 40,4        | 22          |
| 3 (P19)                   | <u>272</u> | <u>76,3</u> | <u>2,530</u> | <u>41</u> | <u>38,7</u> | <u>15,9</u> |
| 4 (P15)                   | 109        | 32,4        | 0,508        | 30,6      | 17,6        | 13,7        |
| 5 (P30)                   | <u>179</u> | 24,9        | <u>1,280</u> | 37,5      | 24,8        | 19,6        |
| 6 (P34)                   | <u>198</u> | 49,9        | <u>1,610</u> | 33,3      | 27,5        | 15,1        |
| 7 (P36)                   | <u>166</u> | 52          | 0,629        | 48,3      | 23,4        | 21,6        |
| 8 (P43)                   | <u>250</u> | 48,9        | <u>2,050</u> | 35,8      | <u>35,9</u> | 15,5        |



Z danych na temat zanieczyszczenia metalami ciężkimi wynika, że punkty o średnim zanieczyszczeniu jednym z metali (pkt. nr 3 i 8) są również zanieczyszczone pozostałymi metalami lub przynajmniej notuje się tam wartości podwyższone. Punkt nr 3 zlokalizowany jest pomiędzy Rędzinem a Lipą Piotrowską w środkowej części pól irygacyjnych, a punkt nr 8 przy północnej granicy tego obszaru nad Widawą (Ryc. 4.). Poza tym słabe zanieczyszczenie metalami lub ich podwyższone zawartości notowano w punktach 5, 6 i 7 zlokalizowanych w północnej części pól irygacyjnych.

Przesuszenie profilu glebowego prowadziło będzie z czasem do utleniania i rozkładu materii organicznej, która w nim występuje oraz do murszenia gleb, a wtedy zaadsorbowane metale ciężkie (m. in. chrom, kadm, miedź, cynk) mogą zostać uwolnione do wód podziemnych i powierzchniowych. O tym, że zjawiska takie mogą zachodzić już obecnie, wskazują wyniki badań Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska z lat 2010 i 2016. Szczególnie wysokie stężenia metali ciężkich obserwowano w piezometrze P30 zlokalizowanym w północnej części pól irygacyjnych (Tabela 2) (WIOŚ 2010, WIOŚ 2016).

| Tabela 2. Stężenia metali ciężkich w wodach podziemnych na polach irygacyjnych w mg/dm <sup>3</sup> (WIOŚ 2010, WIOŚ 2016). |      |        |       |         |         |         |          |
|---|------|--------|-------|---------|---------|---------|----------|
| Punkt monitoringowy   | Rok  | Cr     | Zn    | Cd      | Cu      | Pb      | Hg       |
| P15   | 2010 | <0,01  | 0,073 | <0,0011 | 0,0300  | <0,01   | 0,00038  |
|   | 2016 | <0,001 | 0,046 | <0,0001 | 0,0035  | <0,0016 | <0,00002 |
| P18   | 2010 | <0,01  | 0,111 | <0,001  | 0,0270  | <0,01   | 0,00050  |
|   | 2016 | <0,001 | 0,136 | <0,0001 | <0,0018 | <0,0016 | <0,00002 |
| P30   | 2010 | <0,01  | 0,494 | 0,0015  | 0,0190  | <0,01   | 0,00149  |
|   | 2016 | <0,001 | 73,1  | 0,0150  | 0,0178  | <0,0016 | <0,00002 |
| P36   | 2010 | 0,01   | 0,501 | <0,001  | <0,01   | <0,01   | 0,00036  |
|   | 2016 | <0,001 | 0,843 | <0,0001 | 0,00305 | <0,0016 | <0,00002 |
| P43   | 2010 | <0,01  | 0,051 | <0,001  | <0,01   | <0,01   | 0,00032  |
|   | 2016 | <0,001 | 0,123 | <0,0001 | <0,0018 | <0,0016 | <0,00002 |



Ryc. 4. Monitoring hydrogeologiczny i formy ochrony przyrody pól irygacyjnych Wrocławia.

Na znacznej części omawianego obszaru wody podziemne odpływają w kierunku północno-zachodnim, co oznacza, że migrujące metale ciężkie będą przemieszczały się na obszar Natura 2000 Dolina Widawy. Należy również zauważyć, że wyższe zawartości metali ciężkich w glebach notowane są w północnej części pól irygacyjnych, a punkcie nr 8 (przy piezometrze P43) położonym przy granicy obszaru Natura 2000, obserwowano jedne z najwyższych wartości (Tabela 1). Migracja metali ciężkich stanowi dodatkowe zagrożenie dla chronionych siedlisk i gatunków na tym obszarze.

## **Wnioski**

Powyższe rozważania prowadzą do następujących konkluzji:

1. Zaprzestanie wylewania ścieków na pola irygacyjne Wrocławia spowodowało opadanie zwierciadła wód podziemnych na tym obszarze o kilkadziesiąt centymetrów w latach 2013-2017.
2. Niekorzystnie zmiany klimatu z lat 2013-2018 dodatkowo potęgują to zjawisko.
3. Obniżenie zwierciadła wód podziemnych na obszarze pól irygacyjnych prowadzi do osuszania terenu i powoduje obniżanie się zwierciadła wód podziemnych na obszarze Natura 2000 Dolina Widawy.
4. Obniżanie się zwierciadła wód podziemnych na obszarze Natura 2000 prowadzi do degradacji siedlisk i stanowi zagrożenie dla jego przedmiotów ochrony.
5. Obniżanie się zwierciadła wód podziemnych prowadzi do przesuszenia gleb (mad rzecznych) i może spowodować uwalnianie z nich metali ciężkich, które także będą migrowały na obszar Natura 2000, stanowiąc dodatkowe zagrożenie dla siedlisk i gatunków.
6. Aby zapobiegać niekorzystnym zmianom środowiskowym wynikającym z obniżania się zwierciadła wód podziemnych należy obszar ten nawadniać wodami Odry w ilości niezbędnej do utrzymania poziomu zwierciadła wód podziemnych z okresu sprzed 2013 roku. Ilość wody potrzebnej do tego celu stanowi około 1,2% zasobów wodnych Odry na wysokości Wrocławia.
7. Nawadnianie obszaru pól irygacyjnych wodami Odry przyspieszy proces oczyszczania się zdegradowanych jakościowo wód podziemnych na tym obszarze.
8. Nawadnianie jedynie części obszaru pól irygacyjnych (na przykład 25%) nie zapobiegnie opadaniu zwierciadła wód podziemnych i wynikającym z tego niekorzystnym zmianom.

## Bibliografia

1. Chudzik L., Wojtkowiak A., 2006, Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50000. Pierwszy poziom wodonośny, występowanie i hydrodynamika. Arkusz Wrocław (764). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
2. Gizler H., 1982, Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50000. Arkusz Oborniki Śląskie (726). Instytut Geologiczny, Warszawa.
3. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, 2011, Raport z wykonania map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego. Załącznik nr 1. Warszawa.
4. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, 2019, Dane o średniej rocznej temperaturze powietrza oraz sumie opadów rocznych dla posterunku Wrocław Strachowice za lata 1982-2018.
5. Kielczawa J., 2006, Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50000. Pierwszy poziom wodonośny, występowanie i hydrodynamika. Arkusz Leśnica (763). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
6. Kielczawa J., Mroczkowska B., 1997, Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50000. Arkusz Leśnica (763). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
7. Komisja Europejska, 2017, Postępowania o uchybienie zobowiązaniom państwa członkowskiego: główne decyzje podjęte w czerwcu. Ochrona przyrody: Komisja wzywa Polskę do zapewnienia zgodności przepisami dotyczącymi ochrony przyrody w przypadku jeziora Gopła. Bruksela. Adres URL: [http://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-17-1577\\_pl.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-17-1577_pl.htm)
8. Kondracki J., 2002, Geografia regionalna Polski. Warszawa, PWN.
9. Łabno A., 1986, Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50000. Arkusz Leśnica (763). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
10. Łyczko W., 2017, Analiza dotycząca zmienności poziomów wód gruntowych na terenie pól irygacyjnych we Wrocławiu (za okres 01.05-31.08.2017) (maszynopis). Wrocław.
11. Łyczko W., 2018, Pola irygacyjne Osobowice – historia i teraźniejszość. [w:] Inżynieria Ekologiczna vol. 19, z. 4, ss 37-43.
12. Meinhardt B., Danielska I., Kubacka L., Hanula P., 2015, Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb w województwie dolnośląskim w 2014 roku. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu.
13. Szczepiński J., Muskała M., Małecki M., Kusek L., 2007, Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z projektowaniem

odwodnienia do wydobycia węgla brunatnego ze złoża Tomisławice. Poltegor-Projekt Sp. z o. o., Wrocław.

14. Winnicka G., 1985, Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50000. Arkusz Wrocław (764). Instytut Geologiczny, Warszawa.
15. Wody Polskie, 2019, Mapy Jednolitych części Wód Powierzchniowych i Podziemnych. Adres URL: <https://polska.e-mapa.net/>
16. Wojciechowska R., 1997, Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50000. Arkusz Oborniki Śląskie (726). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
17. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu, 2010, Wyniki badań wód podziemnych i powierzchniowych na terenie pól irygacyjnych we Wrocławiu w latach 2010. Wrocław.
18. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu, 2016, Wyniki badań wód podziemnych i powierzchniowych na terenie pól irygacyjnych we Wrocławiu w latach 2016. Wrocław.
19. Zawistowski K., Wojtkowiak A., 2006, Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50000. Pierwszy poziom wodonośny, występowanie i hydrodynamika. Arkusz Oborniki Śląskie (726). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
20. Żuk U., 2000, Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50000. Arkusz Wrocław (764). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.