

Dr inż. Antoni Grzywna

Załącznik 3

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Wydział Inżynierii Produkcji

Katedra Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji

**AUTOREFERAT INFORMUJĄCY O OSIĄGNIĘCIACH
W DZIAŁALNOŚCI NAUKOWEJ, DYDAKTYCZNEJ
I ORGANIZACYJNEJ**

Lublin, 2018

Spis treści

1. Przebieg kariery naukowej	3
2. Osiągnięcie naukowe stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego	3
2.1. Wstęp.....	5
2.2. Wahania zwierciadła wody gruntowej	7
2.3. Ilość wody powierzchniowej	11
2.4. Jakość wody powierzchniowej	14
2.5. Wnioski.....	16
3. Osiągnięcia w działalności naukowej	21
3.1. Osiągnięcia przed uzyskaniem stopnia doktora.....	21
3.2. Osiągnięcia po uzyskaniu stopnia doktora	25
4. Zestawienie dorobku naukowego	31
5. Osiągnięcia w działalności dydaktycznej i organizacyjnej	33
6. Udział w stażach i szkoleniach	34
7. Współpraca z instytucjami i przedsiębiorstwami	35
8. Recenzowanie publikacji w czasopismach.....	35
9. Nagrody i wyróżnienia	36

1. Przebieg kariery naukowej

- 28 czerwca 1995 roku obroniłem pracę magisterską pt. „Znaczenie sieci dróg rolniczych w kształtowaniu koncepcji zagospodarowania przestrzennego wsi Lipnik w gminie Wiśniowa” (promotor: Prof. dr hab. Włodzimierz Rajda). Uzyskałem stopień magistra inżyniera w zakresie inżynieria środowiska. Akademia Rolnicza im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji.
- 30 października 2003 roku na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „Analiza stosunków wodno-glebowych wybranego fragmentu doliny rzeki Tyśmienicy” (promotor: prof. dr hab. Stanisław Pałys) uchwałą Rady Wydziału uzyskałem stopień naukowy doktora nauk rolniczych w dyscyplinie inżynieria rolnicza. Akademia Rolnicza w Lublinie, Wydział Techniki Rolniczej.

2. Osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego

Tytuł osiągnięcia naukowego: **Zmiany ilości i jakości wody na obiektach melioracyjnych Polesia Zachodniego**

Oryginalne publikacje naukowe będące podstawą opracowania:

- P.1. Grzywna A.** 2011. Zmiany położenia zwierciadła wody gruntowej w latach 2006-2009 na zmeliorowanym obiekcie Sosnowica. Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 10, 359-360. [IF = 0, MNiSW = 5 pkt., udział własny – 100 %]
- P.2. Grzywna A.** 2012. Zmiany położenia zwierciadła wody w przekroju melioracyjnym Uhnin. Acta Scienarium Polonorum, Formatio Circumiectus, 11 (3), 13-20. [IF = 0, MNiSW = 5 pkt., udział własny – 100 %]
- P.3. Grzywna A.** 2013. Fluctuations of depth of land drainage in Uhnin grasland in years 2011-2012. Teka Komisji Ochrony Kształtowania Środowiska Przyrodniczego, 10, 115-122. [IF = 0, MNiSW = 4 pkt., udział własny – 100 %]
- P.4. Grzywna A.** 2013. Głębokość odwodnienia w Sosnowicy w warunkach regulowanego odpływu. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 43 (3), 55-62. [IF = 0, MNiSW = 5 pkt., udział własny – 100 %]

- P.5. Grzywna A.,** Tarkowska-Kukuryk M., Bochniak A., Marczuk A., Józwiakowski K., Marzec M., Mazur A., Obroślak R., Nieścioruk K., Zarajczyk J. 2015. Zastosowanie wskaźników chemicznych i biologicznych do oceny potencjału ekologicznego sztucznych cieków wodnych. *Przemysł Chemiczny*, 94(11), 1954-1957. [IF = 0,367, MNiSW = 15 pkt., udział własny – 25 %]
Rola i udział: współdział w opracowaniu koncepcji badań, badaniach terenowych i laboratoryjnych, analizie danych, redakcji tekstu i wniosków pracy.
- P.6. Grzywna A.,** Kamińska A., Bochniak A. 2016. Analysis of spatial variability in the depth of the water table in grassland areas. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 18, 291-302. [IF = 0,705, MNiSW = 15 pkt., udział własny – 70 %]
Rola i udział: opracowanie koncepcji badań, badania terenowe, współdział w analizie danych, redakcji tekstu i wniosków pracy.
- P.7. Grzywna A.,** Z. Czarnecki, T. Węgorzek. 2016. Ocena elementów składowych bilansu wodnego odwodnionego torfowiska. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 18, 519-530. [IF = 0,705, MNiSW = 15 pkt., udział własny – 80 %]
Rola i udział: opracowanie koncepcji badań, analiza danych, współdział w badaniach terenowych, redakcji tekstu i wniosków pracy.
- P.8. Grzywna A.** 2017. The change of quantity and quality outflow of water in Ochożanka River basin. *Journal of Water and Land Development*, 35, 57-62. [IF = 0, MNiSW = 14 pkt., udział własny – 100 %]
- P.9. Grzywna A.,** Kowalczyk-Juśko A., Józwiakowski K. 2017. The changes of surface and ground water level on the effect of regulated outflow. *Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW, Land Reclamation*, 49 (4), 269-276. [IF = 0, MNiSW = 14 pkt., udział własny – 80 %]
Rola i udział: opracowanie koncepcji badań, badania terenowe, analizie danych, współdział w redakcji tekstu i wniosków pracy.

Łączna suma punktów za oryginalne prace twórcze wchodzące w skład cyklu jednotematycznych publikacji wynosi 92, z czego 70 punktów to udział własny. Łączny IF tych publikacji wynosi 1,777. W załączniku 7 zamieszczono oświadczenia wszystkich współautorów cyklu publikacji.

2.1. Wstęp

Całkowite zasoby wód płynących Polski w latach przeciętnych wynoszą 62,2 mld m³/rok, z czego zasoby własne to 54,3 mld m³/rok (87 %) [Chełmicki 2002]. Zasoby wodne kraju są nierównomiernie rozłożone czasowo i przestrzennie. Wielkość rocznych zasobów wahała się od 37,6 w 1954 roku do 90,7 mld m³ w 1981 roku [Bajkiewicz-Grabowska, Mikulski 2006]. Obszary największego deficytu wody obejmują pas nizin środkowopolskich i związane są głównie z niedostatkiem opadów. Ogólną wielkość obszaru deficytowego szacuje się na 30 % powierzchni kraju, w tym również Polesie Zachodnie [Kowalczak i in. 1997; Chmielewski, Sławiński 2009].

Pomimo dobrych warunków naturalnych, bardzo ograniczona jest retencja wód i jej magazynowanie. Całkowita pojemność zbiorników retencyjnych wynosi 3,9 mld m³ co stanowi 6,5 % objętości średniego rocznego odpływu, przy potencjalnych możliwościach zmagazynowania 15 %. Niska retencja nie zapewnia skutecznych możliwości reagowania na występujące lokalnie deficyty wody oraz ograniczania skutków nadmiaru wód w okresach wezbrań. Zdecydowanie należy promować zwiększenie retencji, renaturyzację koryt małych cieków wodnych, utrzymanie tarasów zalewowych oraz ich naturalne formowanie i odtwarzanie, co ma znaczenie z punktu widzenia ochrony przeciwpowodziowej [Łoś 2002].

Odbudowa retencji to działanie spójne z wymogami Ramowej Dyrektywy Wodnej stanowiącej o ochronie wód i ekosystemów od wody zależnych oraz zalecającej podejmowanie takich działań, które doprowadzą do osiągnięcia do 2015 roku, dobrego stanu i potencjału wód. Poprawa bilansu wodnego metodami małej retencji jest działaniem proekologicznym, nie zagrażającym środowisku przyrodniczemu [Stasik i in. 2008].

W ostatnich latach nastąpiła wyraźna zmiana poglądów na rolę i znaczenie zabiegów melioracyjnych. Uważa się, że system osuszania i nawadniania obszarów rolniczych musi brać pod uwagę nie tylko wymagania produkcyjne, a jednocześnie należy powiązać go z gospodarką wodną całej zlewni. Gospodarowanie zasobami wodnymi w rolnictwie musi uwzględniać ich dużą zmienność uzależnioną od serii lat mokrych i suchych. Dlatego też są i będą nadal niezbędne zabiegi melioracyjne, których zadaniem jest przystosowanie warunków środowiska do potrzeb produkcji roślinnej. Obecnie zakres melioracji w większym stopniu wyznaczany jest przez kryteria środowiskowe, umożliwiające utrzymywanie w nim równowagi. Działania melioracyjne, oprócz stwarzania optymalnych warunków dla produkcji rolniczej poprzez zwiększenie retencji, uwzględniają potrzebę zachowania walorów przyrodniczych oraz ochronę krajobrazu. Melioracje powinny być ukierunkowane na

działania nawadniające, regulujące stosunki wodne i zwiększanie ogólnych zasobów wody przez gromadzenie jej zapasów oraz zwiększanie retencji wodnej gleb i podglebia [Chmielewski 2000; Mosiej, Somorowski 2001; Brandyk 2002; Mioduszewski 2003; Liberacki, Stachowski 2008; Kanownik i in. 2013].

Istota zabiegów małej retencji wodnej, pozostaje w ścisłym związku z melioracjami prowadzonymi na obszarach użytkowanych rolniczo, szczególnie melioracjach nawadniających, których podstawowym zadaniem jest zatrzymanie jak największej ilości wody w gruncie. Niezadowalający stan melioracji podstawowych jest odzwierciedleniem niewłaściwego podejścia i zaniedbań w zakresie prac małej retencji wodnej. Zły stan melioracji potwierdza powierzchnia użytków zielonych z urządzeniami wymagającymi odbudowy lub modernizacji, która wynosiła 32 % powierzchni zmeliorowanej w woj. Lubelskim. Powierzchnia zmeliorowanych użytków zielonych wynosiła wówczas 173 tys. ha co stanowi 45,7 % powierzchni. Spośród tego tylko 49 tys. ha jest przystosowane do nawodnień, a nawodnienia są realizowane tylko na 6 tys. ha [Grzywna 2009].

Analizowany fragment Polesia Lubelskiego położony jest w rejonie Lasów Parczewskich (Natura 2000). Zagrożeniem jest obniżenie poziomu wód gruntowych, zanieczyszczenie wód, zaniechanie lub intensyfikacja gospodarki pastwiskowo-łąkarskiej w siedliskach otwartych. Analizowany obszar położony jest w południowej części Polesia Zachodniego na terenie rezerwatu przyrody UNESCO. Pomimo bardzo gęstej sieci hydrograficznej w postaci małych cieków i rowów obszar ten charakteryzuje się deficytem wody i zaliczany jest do 1 kategorii potrzeb małej retencji [Chmielewski, Sławiński 2009].

W ramach osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego przeanalizowano następujące zagadnienia:

- Wahania zwierciadła wody gruntowej,
- Zmienność ilości wody powierzchniowej,
- Zmienność jakości wody powierzchniowej.

Dotychczas prowadzone badania obejmowały najczęściej tylko jedno z tych zagadnień. Rzadkością są badania obejmujące dwa zagadnienia. Brak jest natomiast kompleksowych badań obejmujących wszystkie trzy zagadnienia. Stanowi to mój niewątpliwie w rozwój dyscypliny ochrona i kształtowanie środowiska. Badania prowadzono na zmeliorowanych torfowiskach Polesia Zachodniego.

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie najważniejszych problemów badawczych dotyczących wpływu sposobu eksploatacji obiektów melioracyjnych na

kształtowanie się ilości i jakości wody powierzchniowej i gruntowej. Cele szczegółowe prezentowanych publikacji były następujące:

- Określenie zmienności czasowej wahań głębokości położenia zwierciadła wody gruntowej w warunkach odwodnienia [P.1, P.2],
- Określenie dynamiki zmian głębokości odwodnienia terenu w warunkach nawodnienia [P.3, P.4, P.6],
- Określenie zależności pomiędzy poziomami wody gruntowej i stanami wody powierzchniowej [P.6, P.9],
- Analiza zmian parametrów fizyko-chemicznych wody w rzece i rowach melioracyjnych [P.5, P.8],
- Ocena ekologicznych skutków stosowania nawadniania podsiąkowego [P.8, P.9],
- Analiza dynamiki i wielkości odpływu wody w rzece przy stosowaniu nawodnienia [P.7, P.9].

2.2. Wahania zwierciadła wody gruntowej

Zasilanie powierzchniowe jest nieregularne i związane jest z występowaniem opadów deszczu lub roztopów. Natomiast zasilanie podziemne jest zwykle stabilne i wynika z wydajności źródeł wody. Woda pochodząca z zasilania podziemnego stanowi niekiedy 50 % odpływu rzeczny [Harasimiuk i in. 1998; Michalczyk, Wilgat 1999]. Głębokość zalegania wody gruntowej jest uzależniona od wielkości dopływu wody do gleby oraz jej zdolności retencyjnych. Jest ona także modyfikowana przez wielkość ewapotranspiracji i odpływu.

W latach 2006-2009 prowadzono badania kształtowania się poziomu zwierciadła wody gruntowej na obiekcie Sosnowica w warunkach odwodnienia. Studzienki zlokalizowane były na ekstensywnych użytkach zielonych położonych na przeobrażonych glebach torfowo-murszowych, w przekroju od Kanału Wieprz-Krzna (KWK) przez rzekę Piwonia do stawu Hetman. Najwyższe położenie zwierciadła wody zanotowano w marcu, a najniższe w lipcu i sierpniu. Największą głębokość położenia zwierciadła wody zanotowano w studziencie położonej 20 m od KWK (działanie drenujące). Najmniejszą głębokość zanotowano w studziencie w sąsiedztwie stawu. Średnia głębokość położenia zwierciadła wody gruntowej na obiekcie Sosnowica wynosiła od 52 do 92 cm. We wszystkich punktach badań zwierciadło wody wykazywało dużą stabilność, bowiem współczynnik zmienności wynosił od 13 do 32 % [P.1]. Moim osiągnięciem było poszukiwanie zależności pomiędzy poziomami wody w

poszczególnych punktach. Analiza statystyczna polegała na wyznaczeniu współczynników korelacji dla wszystkich punktów przekroju. W większości przypadków korelacja pomiędzy stanami wody gruntowej była istotna statystycznie, jedynie w trzech przypadkach była nieistotna. Najwyższe współczynniki korelacji występują pomiędzy sąsiednimi studzienkami. Istotna zależność pomiędzy stanami wody gruntowej wskazuje na istnienie więzi hydraulicznej pomiędzy nimi, mimo oddzielających je rowów melioracyjnych. Prowadzone w Wielkopolsce badania wskazują, że opady atmosferyczne odgrywają decydującą rolę w kształtowaniu zasobów wód podziemnych [Murat-Błażejewska i in. 2005]. Zmienność stanów wody gruntowej wykazuje roczną cykliczność i zależy od rozkładu opadów, temperatury powietrza, rodzaju gleby, użytkowania terenu i sieci wód powierzchniowych [Pływaczyk, Kowalczyk 2002; Szajda 2009; Liberacki, Szafranski 2013].

Badania poziomów zwierciadła wody gruntowej prowadzone są najczęściej w warunkach naturalnego odpływu. Moim wkładem do rozwoju dyscypliny było prowadzenie pomiarów w warunkach regulowanego odpływu na terenie wschodniej Polski. Moim osiągnięciem była analiza głębokości położenia zwierciadła wody w odniesieniu do kryterium minimalnej i maksymalnej normy osuszenia dla danego rodzaju gleby. W warunkach odwodnienia na obiekcie melioracyjnym Sosnowica nadmierne obniżenie zwierciadła wody gruntowej miało miejsce w sąsiedztwie Kanału przez cały okres wegetacji oraz w sąsiedztwie rzeki w pełni wegetacji roślin [P.1]. W sąsiedztwie Kanału występowało zjawisko suszy glebowej (stały niedobór wody).

Głównym problemem przedstawionym w wielu badaniach jest duża zmienność wahań zwierciadła wody gruntowej w ciągu roku. W pełni okresu wegetacji (sierpień) często dochodzi do nadmiernego obniżenia poziomu wody gruntowej. Prowadzi to do suszy glebowej, strat plonów oraz zanikania roślin hydrofilnych. W celu ograniczenia ekologicznie niekorzystnych zjawisk podjąłem się zadania sterowania retencją krajobrazową.

W latach 2010-2014 prowadzono badania w warunkach regulowanego odpływu wody (nawodnienia). Na skutek prowadzenia nawodniania średnia głębokość położenia zwierciadła wody gruntowej w Sosnowicy wynosiła od 40 do 80 cm. W pobliżu stawu w marcu głębokość odwodnienia była mniejsza od minimalnej normy osuszenia terenu (krótkotrwałe podtopienie). Wówczas głębokość odwodnienia w tych punktach nie przekraczała 30 cm. Moim osiągnięciem było zmniejszenie głębokości odwodnienia o 20 cm. W tych warunkach niedostateczne uwilgotnienie gleby występowało jedynie w pobliżu KWK, a zostało zatrzymane w pobliżu rzeki. W lipcu w okresie wykonywania sianokosów konieczne było obniżenie poziomu wody przez otwarcie piętrzeń. Niestety ze względu na

niskie zasoby wodne niemożliwy był powrót do stanu poprzedniego. Z tego powodu do końca września następowało szybkie obniżanie się poziomu zwierciadła wody. Największe obniżenie zwierciadła wody miało miejsce w 2012 i 2013 roku [P.4].

W 2015 roku przeprowadzono piętrzenie wody zarówno w rowach i w rzece. W efekcie regulowania odpływu wody w rzece Piwonia w okresie wiosennym i letnim nastąpiło nadmierne podniesienie poziomu wody gruntowej. Głębokość położenia zwierciadła wody gruntowej wynosiła wówczas od 7 cm w sąsiedztwie stawu do 45 cm w sąsiedztwie rzeki. W warunkach całkowitego zamknięcia zastawki na rzece głębokość odwodnienia zmniejszyła się nawet o 30 cm. Na koniec lipca w celu umożliwienia sianokosów zastawki zostały otwarte. Spowodowało to szybkie i bardzo wyraźne obniżenie poziomu wody gruntowej. Głębokość odwodnienia w okresie jesiennym wynosiła od 50 do 80 cm. W warunkach naturalnego odpływu poziom wody gruntowej obniżył się o 40 cm. Zarówno układ jak i szybkość obniżania się zwierciadła wody gruntowej świadczą o bardzo silnym drenującym charakterze rzeki [P.6]. Moim osiągnięciem było sterowanie głębokością położenia zwierciadła wody gruntowej. Prowadzenie nawodnień powodowało jednak podtopienie terenu w pobliżu stawu. Zjawisko to jest niekorzystne na użytkach zielonych, jednak może być pożądane na nieużytkowanych torfowiskach. Utrzymywanie głębokości odwodnienia na średnim poziomie 23 cm przyczynia się do zatrzymania osiadania torfowiska [Jurczuk 2000].

Podobnie sytuacja przedstawiała się na obiekcie Uhnin. Studzienki zlokalizowane były w przekroju hydrometrycznym przebiegającym od odprowadzalnika do rowu opaskowego. Dynamika wahań zwierciadła wody gruntowej pierwszego poziomu wodonośnego kształtowana była przez opady atmosferyczne i rzeźbę terenu. Najwyższe położenie zwierciadła wody zanotowano w marcu, a najniższe we wrześniu. Największą głębokość położenia zwierciadła wody zanotowano w studziencie położonej 20 m od odprowadzalnika (nadmierny odpływ podziemny). Najmniejszą głębokość zanotowano w studziencie położonej 200 m od odprowadzalnika i 70 m od rowu opaskowego. Na skutek drenującego działania rowu opaskowego zwierciadło wody obniżało się w jego kierunku. Ze względu na głęboki odprowadzalnik oraz spadek terenu w kierunku rzeki Piwonia następował nadmierny i szybki odpływ wody. Moim zdaniem sytuacja ta przyczyniała się niekiedy do całkowitego wysychania rowów melioracyjnych. W warunkach naturalnego odpływu średnia głębokość położenia zwierciadła wody w Uhninie wynosiła od 40 do 90 cm. W warunkach odwodnienia na torfowisku w Uhninie nadmierne obniżenie zwierciadła wody gruntowej miało miejsce na obrzeżach obiektu przez cały okres wegetacji oraz w centralnej jego części w pełni wegetacji roślin [P.2]. W odległości 150 m od doprowadzalnika w marcu głębokość odwodnienia była

mniejsza od minimalnej normy osuszenia terenu (krótkotrwałe podtopienie). Moim osiągnięciem było zmniejszenie głębokości odwodnienia o 10 cm poprzez zastosowanie nawodnienia podsiąkowego metodą regulowanego odpływu [P.3].

Nieco inaczej sytuacja wyglądała na obiekcie Ambona. Stosunki wodne na tym obiekcie były kształtowane przez centralnie położoną rzekę Ochożanka (Ochożówka) oraz rowy opaskowe. Szerokość dna doliny (odległość pomiędzy rowami opaskowymi) wynosiła od 200 do 400 m. W związku z takim układem urządzeń melioracyjnych układ zwierciadła wody gruntowej przyjmował kształt paraboliczny (typowy dla sieci odwadniającej). Największą głębokość położenia zwierciadła wody zanotowano w bezpośrednim sąsiedztwie rowu opaskowego. Najmniejszą średnią głębokość zanotowano na środku kwatery. W warunkach naturalnego odpływu średnia głębokość odwodnienia na obiekcie Ambona wynosiła od 35 do 90 cm (średnia z wielolecia wynosi 64 cm). W okresie wegetacji zmienność poziomów wody gruntowej dochodziła do 70 cm. W okresie wegetacji średnia głębokość odwodnienia łąki w zasięgu piętrzenia wynosiła 47 cm. Głębokość odwodnienia terenu wahała się od 30 cm na początku okresu wegetacji do 65 cm na koniec tego okresu. W przypadku poziomów wody gruntowej zmienność ta nie przekraczała 35 cm [P.9]. Dopuszczalna maksymalna norma odwodnienia dla analizowanego torfowiska olesowego wynosi 80 cm [Szuniewicz i in. 1991]. W warunkach regulowanego odpływu wody do nadmiernego obniżenia poziomu wody gruntowej doszło jedynie w 2012 roku. Pomimo zróżnicowania opadów atmosferycznych w poszczególnych latach moim osiągnięciem było stabilizowanie poziomów wody gruntowej. W wyniku całorocznego regulowania odpływu udało się zahamować proces obniżania się zwierciadła wody i uniknąć skutków przesuszenia.

Moim osiągnięciem była eliminacja nadmiernego przesuszenia torfowiska w warunkach prowadzenia nawadniania. Niekorzystny układ warunków meteorologicznych i stan urządzeń regulujących odpływ powoduje nadmierne obniżenie poziomu wody gruntowej i związane z tym występowanie niedoborów wody w glebie. Z nadmiernym przesuszeniem gleby mamy do czynienia najczęściej na glebach mineralnych oraz na przeobrażonych glebach torfowych, położonych w strefie drenującego działania rzeki i kanału. Tam, gdzie występują torfy średnioprzeobrażone i brak jest głębokich rowów, poziom wody nie obniża się poniżej normy osuszenia h_3 . Warto zauważyć także, że po wiosennych roztopach i letnich ulewach głębokość położenia zwierciadła wody jest mniejsza niż wartość minimalnej normy osuszenia h_1 [Oleszczuk i in. 2012]. W warunkach wysokiego położenia zwierciadła wody następuje podtopienie terenu, co uniemożliwia prowadzenie zabiegów pielęgnacyjnych [Łoś 1993, Kiryłuk 1998]. Wkładem Habilitanta do rozwoju dyscypliny jest poszerzenie wiedzy

związanej z wahaniami zwierciadła wody gruntowej w warunkach naturalnego i regulowanego odpływu. Analizę położenia zwierciadła wody gruntowej na środku kwatery przeprowadzono z uwzględnieniem wartości minimalnej i maksymalnej normy odwodnienia [Szuniewicz et al. 1991]. Moim osiągnięciem praktycznym jest wykorzystanie retencji glebowej do przeciwdziałania suszy.

2.3. Zmienność ilości wody powierzchniowej

Zasoby wodne określane są najczęściej na podstawie wielkości odpływu jednostkowego. Z terenu Polski średni odpływ jednostkowy wynosi $5,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Badania Michalczyka i in. [2017] wykazały, że na terenach nizinnych odpływy jednostkowe wynoszą od 3 do $4 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ zaś na Pojezierzu Mazurskim osiągają od 6 do $8 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie charakteryzuje się bardzo niskimi zasobami wodnymi, bowiem średni odpływ jednostkowy wynosi tu $3,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Jest ono zaliczane do obszarów I kategorii potrzeb retencjonowania wody (bardzo wysokie zagrożenie suszą).

Współczesne badania terenowe nad dynamiką odpływu wody ze zlewni melioracyjnych w Polsce są bardzo rzadkie. Dobrze rozpoznanym problemem jest duża zmienność stanów i przepływów wody w dużych rzekach (monitoring). Słabo ten problem jest obecnie przedstawiany w przypadku małych rzek. Prowadzone badania dotyczyły wpływu prowadzenia nawodniania na dynamikę odpływu wody. Moim wkładem do dyscypliny ochrona i kształtowanie środowiska jest ustalenie wpływu funkcjonowania systemu melioracyjnego na zmienność ilości wody powierzchniowej.

Analizę zmienności jednostkowego odpływu wody przeprowadzono w latach 2009/10-2015/16 dla obiektów melioracyjnych w profilu zamykającym zlewnię. W zlewni rzeki Ochożanka realizowano całoroczne nawodnienia metodą regulowanego odpływu. Piętrzenie wody odbywało się przy wykorzystaniu zastawek i przepustów na rzece. Na obiektach Sosnowica i Uhnin realizowano nawodnienia metodą regulowanego odpływu w okresie od stycznia do lipca. Piętrzenie wody odbywało się zarówno na rzece, jak i w rowach. Ze względu na wykonywanie sianokosów niemożliwe były całoroczne nawodnienia.

Z analizy danych dla zlewni Ochożanka wynika, że w przekroju zamykającym zlewnię średni roczny odpływ jednostkowy w analizowanym okresie wynosił $3,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Odpływ jednostkowy w poszczególnych latach i półroczach hydrologicznych charakteryzował się wysoką zmiennością. W poszczególnych latach zmieniał się od $2,35 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ w roku 2011/2012 do $3,56 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ w roku 2013/2014. Przepływ w półroczu

letnim charakteryzował się mniejszą zmiennością, bowiem odpływ jednostkowy wahał się w zakresie od $1,64 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ w roku 2011/2012 do $2,84 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ w roku 2009/2010. Wysokie wartości odpływu latem 2010 roku wynikały z wyższej od średniej sumy opadów atmosferycznych w maju i wrześniu. Suma opadów z maja i września 2010 roku w zlewni wynosiła około 50% opadów letniego półrocza hydrologicznego. Znacznie większa zmienność odpływu miała miejsce w półroczu zimowym, kiedy to wynosił on od $2,09 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ w roku 2009/2010 do $4,57 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ w roku 2013/2014 [P.8].

Średni roczny odpływ jednostkowy z obiektu Sosnowica w analizowanym okresie wynosił $3,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. W poszczególnych latach zmieniał się od $2,06 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ w roku 2011/12 do $4,12 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ w roku 2009/10. Najbardziej wyrównany był przepływ w półroczu zimowym, kiedy to odpływ jednostkowy wahał się w zakresie od $2,22 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ w roku 2012/13 do $2,85 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ w roku 2010/11. Znacznie większa zmienność odpływu miała miejsce w półroczu letnim, kiedy to wahał się on od $1,59 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ w roku 2011/12 do $5,71 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ w roku 2009/10 [P.7].

Zarówno opad, jak i odpływ jednostkowy ze zlewni charakteryzuje się bardzo dużym zróżnicowaniem. W okresie 5 lat średni opad był o 100 mm wyższy od średniej z wielolecia. Ponadto opad z półrocza letniego był niemal 3-krotnie wyższy niż opad z półrocza zimowego. Odmienne sytuacja przedstawiała się w przypadku odpływu. Moim zdaniem stwierdzono istotny wpływ użytkowania zlewni i sposobu gospodarowania wodą na dynamikę odpływu. W badanych zlewniach rzeki Ochożanka i rowu K-2 (torfowiska) w następstwie regulowania odpływu nastąpiło wyrównanie przepływu. Odpływ jednostkowy ze zlewni rzeki Ochożanka, który był o 52 % wyższy w półroczu zimowym niż w półroczu letnim [P.9]. Poprzez retencje krajobrazową znacznie ograniczono zjawiska wiosennych powodzi i letnich suszy. W zlewni rolniczej odpływ wody w półroczu zimowym jest o 200 % wyższy niż w półroczu letnim [Koc i in. 2007; Pulikowski i in. 2011]. Nieco inaczej sytuacja przedstawia się w zlewni leśnej. W Wielkopolsce w zlewni rowu G występowały lata, kiedy odpływ wody w półroczu zimowym i letnim był na tym samym poziomie 2 mm [Stasik i in. 2008]. Występowały jednak również lata kiedy odpływ w półroczu zimowym był 3-krotnie wyższy niż w półroczu letnim. Na podstawie danych historycznych dla profilu Sosnowica z lat 1976-80 stwierdzono, że wielkość przepływu w półroczu zimowym była tylko o 25 % większa niż w półroczu letnim. Obecnie w wyniku regulowania odpływu w okresie od stycznia do lipca proporcje uległy odwróceniu. Odpływ w zlewni rowu K-2 był o 35 % w półroczu zimowym niższy niż w półroczu letnim [P.7]. Zjawisko to było spowodowane otwarciem zastawek w lipcu, co spowodowało gwałtowny odpływ zgromadzonej wody. W przypadku średniego rocznego

odpływu nie stwierdzono istotnych różnic. Średni roczny odpływ jednostkowy jest niższy o 10-20 % od średniej wielkości charakterystycznej dla Polesia Zachodniego wynoszącej $3,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ [Michalczyk 1999].

W latach 2010-2016 stwierdzono istotną statystycznie korelację pomiędzy rocznymi sumami opadów atmosferycznych i wartościami średnich odpływów jednostkowych. Również analiza wielkości średnich rocznych odpływów rzeki Głównej [Sojka i in. 2016] wskazywała na istnienie wpływu zmienności opadów na wielkość odpływu. Na rozkład i wielkość odpływu wody ze zlewni wpływ miało dominujące leśne użytkowanie terenu, retencja mokradeł oraz eksploatacja urządzeń piętrzących. Podobne wnioski uzyskano na innych obiektach. Murat-Błażejewska i in. [2008] stwierdzili, że na wielkość odpływu wody znaczny wpływ wywierają parametry zlewni oraz eksploatacja urządzeń wodnych.

Z wielkością przepływu wody w rzece są ściśle związane stany wody powierzchniowej. Stany wody w rzece oddziałują na stosunki wodne w małych zlewniach rolniczych [Olszewska i in. 2007]. Stany wody w rzekach Piwonia i Ochożanka charakteryzowały się typową dla rzek nizinnych zmiennością. Najwyższe napełnienie rzeki Ochożanka miało miejsce w okresie wczesnowiosennym, najniższe zaś w okresie wczesnojesiennym. W wyniku eksploatacji piętrzeń uzyskiwano większą stabilizację stanów wody powierzchniowej i poziomu wody gruntowej. W warunkach regulowanego odpływu zmienność stanów wody powierzchniowej nie przekraczała 22 cm. Stan wody w rzece wahał się od 55 do 77 cm. Średni stan wody w warunkach regulowanego odpływu wynosił 70 cm. Na stanowiskach znajdujących się poza strefą oddziaływania piętrzeń w analogicznym okresie zmienność stanów wody powierzchniowej wynosiła do 31 cm. Napełnienie rzeki wahało się od 28 do 59 cm. Średni stan wody w warunkach naturalnego odpływu wynosił 39 cm [P.9]. Najwyższe średnie stany wody zanotowano w bardzo wilgotnym roku hydrologicznym 2009/2010. Najniższe średnie stany wody zanotowano w normalnym roku hydrologicznym 2011/2012. Niestety wówczas na stanowiskach znajdujących się poza strefą oddziaływania piętrzenia dochodziło do wysychania rowów (susza hydrologiczna).

Moim wkładem do rozwoju dyscypliny jest znaczne poszerzenie wiedzy związanej ze zmiennością odpływu wody w warunkach naturalnego i regulowanego odpływu. Moim osiągnięciem naukowym jest udokumentowanie tezy o pozytywnym wpływie prowadzenia nawodnień na zmianę dynamiki odpływu wody. Praktyczne znaczenie badań polega na wyeliminowaniu zjawiska suszy hydrologicznej oraz wyrównaniu przepływu z półrocza zimowego i letniego. Moim osiągnięciem jest wykorzystanie retencji korytowej.

2.4. Zmienność jakości wody powierzchniowej

Badania nad jakością wody w rzekach Polski prowadzone są na szeroką skalę przez jednostki naukowe i samorządowe. Moim wkładem do rozwoju dyscypliny było prowadzenie badań jakości wody zarówno w rzece jak i rowach melioracyjnych. Badania jakości wody w sztucznych ciekach w Polsce są rzadkością. Moim osiągnięciem naukowym była weryfikacja poglądów związanych z redukcją zanieczyszczeń pod wpływem piętrenia wody.

Przy opisanym przebiegu warunków hydrometeorologicznych oraz sposobie użytkowania wody rzeki Ochożanka charakteryzowały się najczęściej dobrym stanem chemicznym pod względem stężeń substancji. Jedyne w okresie wiosennym w przypadku azotu Kjeldahla i fosforanów miały miejsce przekroczenia dopuszczalnych norm. Z analiz wynika, że stężenia azotu ogólnego i azotu amonowego były na niskim poziomie. Na podstawie wartości stężeń tych biogenów wszystkie próbki wody zaliczono do I klasy jakości wód [Rozporządzenie 2016]. W przypadku azotu ogólnego najwyższe wartości odnotowano w miesiącach wiosennych, natomiast najniższe w miesiącach jesiennych. Stężenia azotu amonowego charakteryzowały się sezonową zmiennością. Najwyższe występowały w miesiącach zimowych, natomiast najniższe w miesiącach letnich [Pulikowski i in. 2011, Jarvie i in. 2010]. Pod względem stężeń azotu azotanowego wartości były na niskim poziomie. Najwyższe wartości azotu azotanowego odnotowano przy maksymalnych przepływach wiosennych, natomiast najniższe w pełni lata. Inną sytuację zaobserwowano w przypadku azotu Kjeldahla bowiem w okresie zimowym w około 35 % próbek wody stężenia były wyższe od wartości granicznej dla II klasy jakości – $2 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Wysokie stężenia azotu Kjeldahla wynikają z mineralizacji masy organicznej torfowisk niskich wypełniających w 80 % dno bezleśnej doliny rzecznej [P.8].

Z badań wynika, że w analizowanym okresie w próbkach wody stężenia fosforu i fosforanów były najczęściej niższe od wartości dopuszczalnej określonej dla II klasy jakości wód tj. $0,4 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ [Rozporządzenie 2016]. Jednak w okresie letnim w 20 % pobranych próbek występowały przekroczenia wartości granicznej dla II klasy jakości. Wysokie stężenia fosforu i fosforanów wynikają ze stosowania na plantacji borówki amerykańskiej środków grzybobójczych oraz wyflukiwania masy torfowej.

W zlewni rzeki Ochożanki stężenie azotu ogólnego wynosiło $3,7 \text{ mgN} \cdot \text{dm}^{-3}$ i było znacznie niższe w porównaniu z zlewnią Miękinia ($5,3 \text{ mgN} \cdot \text{dm}^{-3}$). Uzyskane wyniki badań wskazują wyraźnie na wysoką sezonowość odpływu azotu z obszaru zlewni leśnej. Na terenach nizinnych główne zagrożenie występuje wczesna wiosną. Wynika to z rozmarzania

gleby i braku pobierania biogenów przez rośliny. W przypadku stężenia fosforu ogólnego jego zmienność w półroczach hydrologicznych była niższa [P.8]. Obliczone całkowite obciążenia fosforem wynosiły $0,29 \text{ mgP} \cdot \text{dm}^{-3}$ i były wyższe niż w przypadku zlewni Miękinia ($0,22 \text{ mgP} \cdot \text{dm}^{-3}$) i niższe niż w zlewni Samotwór ($0,37 \text{ mgP} \cdot \text{dm}^{-3}$) [Pokładek, Nyc 2007].

W zlewniach rolnych i leśnych biogeny przemieszczają się szybko w formach krajobrazowych, takich jak: bruzdy, rowy, kanały, linie erozyjne oraz podziemne korytarze fauny glebowej [Weiler, McDonnell 2007]. Uzyskane wyniki badań są podobne do wyników badań prowadzonych w centralnej części Niziny Wielkopolskiej i Kujaw. Odnoszą się one do oceny obciążeń składników biogennych wypływających z zlewni Mała Wełna. Wykazały one, że w półroczu zimowym udział azotu azotanowego stanowił 83% jego rocznego ładunku [Sojka, Murat-Błażejewska 2009; Kanclerz 2011].

Wody z rowów na torfowisku Sosnowica charakteryzowały się najczęściej złym stanem chemicznym pod względem substancji biogennych. Z analiz wynika, że stężenia azotu ogólnego i azotu amonowego, azotu azotanowego były na niskim poziomie. Na podstawie stężeń tych biogenów wszystkie próbki wody zaliczono do I klasy jakości wód [Rozporządzenie 2016]. W przypadku azotu i jego form najwyższe wartości odnotowano w miesiącach wiosennych, natomiast najniższe w miesiącach jesiennych. Z badań wynika, że w analizowanym okresie w próbkach stężenia fosforu były najczęściej wyższe od wartości dopuszczalnej określonej dla II klasy jakości wód [Rozporządzenie 2016]. W nie przepływowych rowach wartość ChZT przekraczała $60 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ co jest wielkością charakterystyczną dla warunków beztlenowych. Wysokie stężenia fosforu oraz bardzo wysokie zapotrzebowanie na tlen wynika z braku przepływu wody w rowach. Dodatkowym czynnikiem pogarszającym jakość wody jest występowanie *Lemna minor* [P.5].

Najwyższe stężenia biogenów notowane są w marcu i związane są ze zwiększonym odpływem wody oraz brakiem okrywy roślinnej. Wówczas często dochodzi do przekroczenia norm środowiskowych dobrego stanu chemicznego. Najniższe stężenia biogenów notowane są w sierpniu i związane są ze zmniejszonym odpływem wody oraz pobieraniem ich przez rośliny [Nyc, Pokładek 2004; Pokładek, Nyc 2007]. W przypadku rzek Piwonia i Ochożanka dla wartości średnich rocznych stężeń zanieczyszczeń nigdy nie następuje przekroczenie wartości granicznych dobrego stanu chemicznego. Odmienne sytuacja przedstawia się w przypadku rowów. W związku z bardzo małym przepływem notujemy tutaj bardzo wysokie stężenia fosforu i bardzo niskie natlenienie. Z badań wielu autorów [Mainstone, Parr 2002; Nachlik 2004; Liberacki, Szafranski 2008; Nyc, Pokładek 2011] wynika, że w wodach rowów stężenia fosforu znacznie przekraczają $0,4 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, a ChZT przekracza $20 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ [P.5].

Moim wkładem do rozwoju dyscypliny jest wskazanie i rozwinięcie problemu zmian jakości wody w warunkach naturalnego i regulowanego odpływu. Moim osiągnięciem naukowym jest udokumentowanie tezy o pozytywnym wpływie prowadzenia nawodnień na jakość wody w rzece. Praktyczne znaczenie badań polega na ograniczeniu odpływu biogenów ze zlewni oraz zmniejszeniu dynamiki zmian ich stężeń. Moim osiągnięciem jest wykorzystanie zjawiska samooczyszczania wody w rzece.

2.5. Wnioski

W opracowaniu przedstawiono wyniki badań prowadzonych w latach hydrologicznych 2006-2016 nad wpływem regulacji stosunków wodnych na zmiany środowiska przyrodniczego. Badania prowadzono na odwodnionych torfowiskach, zagospodarowanych jako użytki zielone, położonych na Polesiu Zachodnim.

1. Badania prowadzone na torfowiskach wykazały bardzo małe zasoby wodne. Zlewnie charakteryzują się odpływem jednostkowym wynoszącym średnio $3-3,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, przy średniej dla Polski $5,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$.
2. Odpływ w zlewni rzeki Ochożanka był o 52 % wyższy w półroczu zimowym niż w półroczu letnim. Odpływ w zlewni rowu K-2 był o 35 % w półroczu zimowym niższy niż półroczu letnim. Moim osiągnięciem praktycznym było zmniejszenie dynamiki zmian odpływu wody (ograniczenie występowania zjawisk ekstremalnych)
3. Zarówno opad, jak i odpływ jednostkowy ze zlewni torfowiska charakteryzuje się bardzo dużym zróżnicowaniem. W okresie 5 lat średni opad wynosił 627 mm i był o 100 mm wyższy od średniej z wielolecia. Ponadto opad z półrocza letniego był niemal 3-krotnie wyższy niż opad z półrocza zimowego.
4. Zaobserwowano statystycznie istotną różnicę pomiędzy stanami wody w warunkach naturalnego i regulowanego odpływu wody. Napętnienie rzeki Ochożanka w zasięgu piętrzeń wynosiło 70 cm i było o 31 cm wyższe niż poza ich zasięgiem. Moim osiągnięciem praktycznym było przeciwdziałanie suszy hydrologicznej.
5. W warunkach naturalnego odpływu średnia głębokość odwodnienia wynosi 60-70 cm. W okresie pełnej wegetacji głębokość ta przekracza wartość maksymalnej normy osuszenia. W pobliżu głębokich kanałów wodnych i rzeki dochodziło do okresowego przesuszania gleb.
6. W wyniku prowadzenia nawodnień metodą regulowanego odpływu średnia głębokość odwodnienia zmniejszyła się o 15 do 30 cm. Głębokość położenia zwierciadła wody

gruntowej zbliżona była najczęściej do wartości optymalnej normy osuszenia. Na nieużytkowanych łąkach dochodziło do potopienia terenu. Moim osiągnięciem praktycznym było zwiększenie zasobów wody gruntowej.

7. Przeprowadzona analiza czasowych trendów zmian stanów wód powierzchniowych i gruntowych polegała na testowaniu hipotezy o zerowym nachyleniu prostych regresji. Analiza wykazała, że w rzece i studzienkach piezometrycznych testowana hipoteza jest statystycznie istotna.
8. Zależność pomiędzy stanami wody wskazuje na silną hydrauliczną więź wód powierzchniowych i płytkich wód podziemnych, które charakteryzują się podobną dynamiką zmian determinowaną głównie przez przebieg warunków meteorologicznych.
9. Wody powierzchniowe charakteryzowały się zwykle dobrym stanem chemicznym pod względem badanych parametrów. W przypadku naturalnego odpływu stężenia azotu Kjeldahla, tlenu i ChZT oraz fosforu ogólnego przekroczone niekiedy są dopuszczalne wartości dla klasy II. Moim osiągnięciem praktycznym było spełnienie wymagań środowiskowych dla odpływającej wody w warunkach nawadniania.

Za najważniejsze osiągnięcia, uzyskane w cyklu publikacji, które uważam za znaczące z punktu widzenia dyscypliny ochrona i kształtowanie środowiska są następujące:

1. Określenie zmienności w wieloleciu wahań zwierciadła wody gruntowej w odniesieniu do norm osuszenia terenu w warunkach odwodnienia.
2. Określenie wpływu stosowania nawadniania podsiąkowego na dynamikę wahań zwierciadła wody gruntowej.
3. Określenie wpływu stanów wody powierzchniowej na głębokość położenia zwierciadła wody gruntowej.
4. Określenie dynamiki zmian odpływu wody ze zlewni w warunkach stosowania nawadniania podsiąkowego.
5. Oszacowanie elementów składowych bilansu wodnego obiektu melioracyjnego.
6. Określenie wpływu stosowania nawadniania podsiąkowego na zmiany jakości wody w rzece i rowach melioracyjnych.

Literatura

1. Bajkiewicz-Grabowska E., Mikulski Z. 2006. Hydrologia ogólna. Warszawa, PWN, ss. 330. ISBN 83-01-14579-X.
2. Borowiec J. 1990. Torfowiska regionu Lubelszczyzny. Wyd. LTN Lublin, ss. 180, 1990.

3. Brandyk T. 1990. Podstawy regulowania uwilgotnienia gleb dolinowych. Rozprawy Naukowe i Monografie. SGGW Warszawa.
4. Brandyk T. 2002. Stan retencji wodnej siedlisk hydrogeniczych i jego uwarunkowania. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie, nr 1, 18-21.
5. Chełmicki W. 2002. Woda. Zasoby, degradacja, ochrona. Warszawa, PWN, ss. 305.
6. Chmielewski T. J. (red.) 2000. Renaturyzacja obiektów przyrodniczych – aspekty ekologiczne i gospodarcze. UMCS, Lublin.
7. Chmielewski T. J., Sławiński C. (red.) 2009. Nature and landscape monitoring system in the West Polesie Region. UMCS, Lublin, ss. 269.
8. Dojlido J. R. 2000. Chemia wód powierzchniowych. Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok.
9. Grzywna A. 2009. Stan i perspektywy rozwoju melioracji w województwie lubelskim. Wiad. Mel. i Łąk., nr 1, s. 12-14.
10. Harasimiuk M., Michalczyk Z., Turczyński M. 1998. Jeziora łączyńsko-włodawskie. Monografia przyrodnicza. UMCS Lublin, ss. 176.
11. Jarvie H.P., Withers P.J.A., Bowes M.J., Palmer-Felgate E.J., Harper D.M., Wasiak K., Wasiak P., Hodgkinson R.A., Bates A., Stoate C., Neal M., Wickham H.D., Harman S.A., Armstrong L.K. 2010. Stream water phosphorus and nitrogen across a gradient in rural-agricultural land use intensity. Agriculture & Ecosystem Environment, 135: 238-252.
12. Jurczuk S. 2000. Wpływ regulacji stosunków wodnych na osiadanie i mineralizację gleb organicznych. Biblioteka Wiadomości IMUZ, t. 96, ss. 120.
13. Kaczorowska Z. 1962. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. Przegląd Geograficzny IG PAN. Nr 33, ss. 112.
14. Kanclerz J. 2011. Wpływ jeziora Gorzuchowskiego na jakość wód rzeki Małej Wełny. Nauka, Przyroda, Technologia. 5: 73-82.
15. Kanownik W., Kowalik T., Bogdał A., Ostrowski K. 2013. Quality Categories of Stream Waters Included in a Small Retention Program. Polish Journal of Environmental Studies, 22, 1, 159–165.
16. Kiryluk A. 1997. Skutki zmian warunków wodnych na torfowisku w dolinie Supraśli. W: Woda jako czynnik warunkujący wielofunkcyjny i zrównoważony rozwój wsi i rolnictwa. IMUZ Falenty, 215–220.

17. Kiryluk A. 1998. Dynamika wód gruntowych na zmeliorowanym torfowisku, jej skutki gospodarcze i przyrodnicze. *Przegląd Naukowy Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska*, z. 16, 23-35.
18. Koc J., Solarski K, Rochwerger A. 2007. Effect of land reclamation system on the volume and seasonality of nitrate runoff from croplands. *Journal of Elementology*, 12(2): 121-133.
19. Kowalik T., Kanownik W., Bogdał A., Policht-Latawiec A. 2014. Wpływ zmian użytkowania zlewni wyżynnej na kształtowanie jakości wody powierzchniowej. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 16, 223-238.
20. Kowalczak P., Farat R., Kępińska-Kasprzak M., Mager P., Pietras W. 1997. Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji w Polsce. IMGW Warszawa.
21. Lai, Y. C., Tu, Y. T., Yang, C. P., Surampalli, R. Y., Kao C. M. 2013. Development of a water quality modeling system for river pollution index and suspended solid loading evaluation. *Journal of Hydrology*, 478, 89–99.
22. Liberacki D., Stachowski P. 2008. Ocena małej retencji wodnej w Puszczy Zielonka i jej otulinie. *Rocznik Ochrona Środowiska*. t.10, s.657-678.
23. Liberacki D., Szafrąński Cz. 2008. Contents of Biogenic Components in Surface Waters of Small Catchments in the Zielonka Forest. *Rocznik Ochrona Środowiska*, t. 10, s. 181-192.
24. Liberacki D., Szafrąński Cz. 2013. Tendencje zmian położenia zwierciadła wody gruntowej w wybranych zlewniach na obszarze Puszczy Zielonka. *Rocznik Ochrona Środowiska*, t. 15, s. 2425-2436.
25. Łoś M. 1993. Potrzeby i możliwości usprawnienia gospodarki wodnej w systemie Kanału Wieprz-Krzna. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie*, nr 4, 151-153.
26. Łoś M. J. 2002. Mała retencja – nadzieje i ograniczenia, *Gospodarka Wodna*, z. 8.
27. Mainstone Ch. P., Parr W. 2002. Phosphorous in rivers – ecology and management. *The Science of the Total Environment* 282/283: 25-47.
28. Michalczyk Z., Wilgat T. 1999. *Stosunki wodne Lubelszczyzny*. Wyd. UMCS Lublin.
29. Mioduszewski W. 1999. *Ochrona i kształtowanie zasobów wodnych w krajobrazie rolniczym*. Wydawnictwo IMUZ Falenty.
30. Mioduszewski W. 2003. *Mała retencja. Ochrona zasobów wodnych i środowiska naturalnego*. Poradnik, Wyd. IMUZ Falenty.

31. Mosiej J., Somorowski Cz. 2001. Aktualne problemy gospodarowania wodą w rolnictwie dla zrównoważonego i wielofunkcyjnego rozwoju obszarów wiejskich. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie, nr 1, 2-7.
32. Murat-Błazejewska S., Kanclerz J., Sojka M. 2005. Zmienność stanów wód gruntowych i powierzchniowych w zlewni rzeki Małej Wełny w latach hydrologicznych 2000-2004. Zeszyty Problemowe Nauk Rolniczych, z. 506, 303-308.
33. Nachlik E. (red.). 2004. Identyfikacja i ocena oddziaływań antropogenicznych na zasoby wodne dla wskazania części wód zagrożonych nieosiągnięciem celów środowiskowych. Politechnika Krakowska.
34. Nyc K., Pokładek R. 2004. Rola małej retencji w kształtowaniu ilości i jakości wód. Zeszyty Naukowe AR Wrocław, z. 502, s. 343-352.
35. Nyc K., Pokładek R. 2011. Gospodarowanie wodą w obszarach dolinowych. Postępy Nauk Rolniczych Nr 1, 79-89.
36. Oleszczuk R., Chrzanowski S., Gnatowski T. 2012. Analiza stosunków powietrzno wodnych gleby torfowo-murszowej w zasięgu działania systemu nawodnień podsiąkowych Woda Środowisko Obszary Wiejskie, t. 37, 93-104.
37. Olszewska B., Pływaczyk L., Łyczko W. 2007. Wpływ spiętrzenia rzeki na przepływy wody w małym cieku w dolinie rzecznej. Acta Scientiarum Polonorum – Formatio Circumiectus, z. 6 (1), s. 27-32.
38. Pływaczyk L., Kowalczyk T. 2002. Wpływ regulowanego odpływu na kształtowanie się wód gruntowych terenów zalesionych, wcześniej użytkowanych rolniczo na przykładzie obiektu Ługowianka. Roczniki AR w Poznaniu, ser. Melioracje i Inżynieria Środowiska, nr 23, s. 401-409.
39. Pokładek R., Nyc K. 2007. Możliwości gospodarowania wodą w małych zlewniach rolniczych. Zeszyty Problemowe Nauk Rolniczych, z. 519, 259-268.
40. Pokładek R., Nyc K. 2008. Skuteczność działania regulowanego odpływu w okresach suszy hydrologicznej i ekstensywnej eksploatacji obiektu. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z. 528, s. 149-155.
41. Pulikowski K., Czyżyk F., Pawęska K., Strzelczyk M. 2011. Zmiany sezonowe w wielkości odpływu ładunku azotu ze zlewni użytkowanej rolniczo Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 10: 161-171.
42. Rozporządzenie Ministra Środowiska z 21 lipca 2016 roku. W sprawie sposobu klasyfikacji stanu ekologicznego jednolitych części wód powierzchniowych i środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych. Dz. U. 2016 poz. 1187.

43. Sojka M., Murat-Błażejewska S. 2009. Stan fizykochemiczny i hydromorfologiczny małej rzeki nizinnej. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 11, 727–737.
44. Stasik, R., Szafrąński, C., Liberacki, D., Korytowski, M. 2008. Ocena wybranych składników bilansów wodnych małych zlewni leśnych o zróżnicowanych warunkach siedliskowych. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 10, 557-565.
45. Szajda J. 2009. Przeciwdziałania skutkom suszy meteorologicznej na glebach torfowo-murszowych i murszowatych. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Rozprawy naukowe i monografie*. Nr 26, ss. 75.
46. Szuniewicz J., Jaros H., Nazaruk G. 1991. Gospodarka wodna gleb torfowych. *Bibl. Wiad. IMUZ*. Nr 77 s. 43-58.
47. Weiler M., McDonnell J.J. 2007. Conceptualizing lateral preferential flow and flow networks and simulating the effects on gauged and un gauged hill slopes. *Water Resource*, 43(3): 1-13.

3. Osiągnięcia w działalności naukowej

3.1. Osiągnięcia przed uzyskaniem stopnia doktora

Głównym nurtem moich zainteresowań naukowo-dydaktycznych jest problematyka ochrony i kształtowania środowiska, a zwłaszcza problematyka gospodarowania wodą na zmeliorowanych torfowiskach niskich z uwzględnieniem badania zmian ilości i jakości wód powierzchniowych i gruntowych.

Przed uzyskaniem stopnia doktora podejmowałem następujące problemy badawcze:

- Wpływ sposobu użytkowania terenu na natężenie procesów erozyjnych,
- Wpływ parametrów technicznych sieci melioracyjnej na głębokość odwodnienia i wielkość zapasu wody w strefie korzeniowej użytków zielonych,
- Analiza florystyczna i fitosocjologiczna zbiorowisk roślinnych.

Badania były realizowane w ramach projektów finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Narodowe Centrum Nauki oraz w ramach badań własnych i statutowych Katedry.

W październiku 1997 roku rozpocząłem pracę naukowo-badawczą w ówczesnej Katedrze Melioracji i Budownictwa Rolniczego Akademii Rolniczej w Lublinie. Mój pierwszy artykuł naukowy pt. „Charakterystyka dróg rolniczych w koncepcji zagospodarowania wsi Lipnik” był wynikiem analiz prowadzonych w ramach pracy

magisterskiej. Na początku pracy uczestniczyłem w badaniach prowadzonych w ramach tematu badań statutowych „Erozja gleb i stosunki wodne wybranych ekosystemów” (A: 1-3; B: 1-2). Celem badań była ocena wpływu sposobu użytkowania terenu na natężenie procesów erozyjnych w ujęciu ilościowym. Dla osiągnięcia założonego celu wykonano pomiary terenowe oraz badania laboratoryjne i studyjne w dwóch suchych dolinach w silnie urzeźbionym fragmencie zlewni na terenie Zakładu Doświadczalnego w Elizówce. Teren badań położony jest bezpośrednio przy północnej granicy miasta Lublin. Do badań wytypowano dwa dna dolin lessowych. W pierwszym z nich uprawa płużna odbywała się na tarasach poprzecznie do zbocza, zaś na drugim z nich uprawa płużna odbywała się wzdłuż spadku zbocza. Badania polegały na wykonaniu porównawczych pomiarów wysokościowych terenu metodą niwelacji geometrycznej. W przypadku obydwóch dolin z okresowym przepływem wody najwyższą miąższość namulów zmierzono wzdłuż linii ciekowej. W przypadku doliny z uprawą tarasową namuły wynosiły od 7 do 51 cm, średnio w dnie doliny 11 cm. Na linii ciekowej doliny z uprawą wzdłuż stoku namuły wynosiły od 23 do 62 cm, a średnio w dnie doliny 25 cm. Zawartość próchnicy w wykonanych odkrywkach glebowych nie uległa istotnej zmianie i dla warstwy ornej wynosiła 1,6 – 1,9%.

Od 1999 roku rozpoczęto badania w ramach tematu badań własnych „Wpływ melioracji i użytkowania na stosunki wodno-glebowe w śródleśnej dolinie Ochożówki”. Celem badań była analiza zmian poziomu wód gruntowych i uwilgotnienia gleby torfowej. W ramach tego tematu wykonano analizy florystyczne zbiorowisk roślinnych odwodnionego torfowiska. Dla osiągnięcia założonego celu wykonano badania i obserwacje terenowe, laboratoryjne i kameralne w zlewni rzeki Ochożówka. W strukturze użytkowania zlewni 80 % stanowiły lasy, a 20 % zaniedbane użytki zielone. W pierwszym roku badań (1998) wykonano uzbrojenie terenu w urządzenia pomiarowe. Na zmeliorowanym w 1934 roku dnie doliny wyznaczono 5 przekrojów hydrometrycznych. Zainstalowano wówczas 15 łat wodowskazowych (stany wody powierzchniowej) i 45 piezometrów z rur PCV (poziomy wody gruntowej). Na środku wytypowanych kwater melioracyjnych wykonano 8 odkrywek glebowych, opisano profile glebowe oraz pobrano próbki gruntu z poszczególnych warstw genetycznych. Wyniki czteroletnich kompleksowych badań (1999-2003) stanowiły podstawę rozprawy doktorskiej.

Celem pracy doktorskiej było określenie istniejących warunków wodnych i glebowych w aspekcie działania odwadniającego systemu melioracyjnego Ochoża. Pozwoliło to na poznanie związków hydraulicznych zachodzących pomiędzy stanami wody w cieku a

głębokością odwodnienia. Określono także stopień degradacji siedliska i wielkość zapasu wody w korzeniowej warstwie gleby. W zakres opracowania wchodziły:

- waloryzacja użytkowania terenu obiektu melioracyjnego Ochoża w 1999 roku,
- identyfikacja zbiorowisk roślinnych (122 zdjęcia fitosocjologiczne),
- pomiary hydrologiczne (stany wody powierzchniowej i gruntowej, zapas wody),
- badania właściwości chemicznych gleb (zawartość NPK, popielność, odczyn pH),
- właściwości wodne gleb (porowatość, kurczliwość, przepuszczalność).

Badania terenowe prowadzone były w śródleśnej dolinie ciek Ochożówka stanowiącej obiekt melioracyjny o powierzchni 484 ha. Ciek Ochożówka (Ochożanka) jest prawostronnym dopływem rzeki Tyśmienica na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. 80 % powierzchni obiektu melioracyjnego jest pokryte torfowiskami. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że na obiekcie zarówno gospodarowanie wodą, jak i użytkowanie terenu jest nieprawidłowe. Do 1999 roku dominowały tu nieużytki, które stanowiły 60 % powierzchni obiektu. Jedynie w ujściowym i źródłowym odcinku rzeki zlokalizowane były ekstensywnie użytkowane łąki. Brak użytkowania terenu wynikał z położenia w centralnej części Lasów Parczewskich, gdzie brak jest sieci osadniczej. W 2000 roku w centralnej części obiektu na powierzchni 100 ha rozpoczęto zagospodarowanie terenu metodą pełnej uprawy przy użyciu pługofrezarki. W tym samym roku wprowadzono nasadzenia borówki amerykańskiej i porzeczki czerwonej. W celu ochrony roślin przed zwierzyną leśną cały obiekt ogrodzono, co na długości 3,5 km spowodowało blokadę migracji zwierząt. W 2003 roku dla ochrony plantacji przed przymrozkami wybudowano 8 aeratorów, posadzono pasy zadrzewień i zamontowano ruchomą deszczownię.

Najważniejszym elementem badań przed obroną pracy doktorskiej były badania stosunków wodnych gleb na obiekcie melioracyjnym Ochoża. Badania obejmowały pomiary stanów wód powierzchniowych w rzece i rowach, pomiary stanów wód gruntowych w piezometrach i badania wilgotności gleby w strefie korzeniowej K (0-30 cm).

Przeprowadzona inwentaryzacja wykazała, że rzeka Ochożanka została zamieniona w kanał wodny o głębokości 1,2-1,5 m. Z kolei rowy melioracyjne wykonane zostały w rozstawie około 150 m i głębokości 1-1,2 m. Wobec gęstej sieci głębokich rowów wysoki wiosenny poziom wody bardzo szybko się obniżał. Najniższe wartości głębokości odwodnienia obiektu zanotowano na początku kwietnia. Na 8 analizowanych kwaterach łąkarskich głębokość odwodnienia wynosiła od 30 do 60 cm. Jedynie w kwietniu 1999 roku przy wysokich opadach deszczu głębokość odwodnienia na 2 kwaterach wynosiła 25 cm. Z

powodu szybkiego odprowadzania wody oraz zużycia jej na parowanie następowało nadmierne obniżenie zwierciadła wody gruntowej już w maju. Wówczas głębokość odwodnienia niektórych kwater przekraczała maksymalną wartość normy osuszenia terenu (60, 70 cm). Z reguły maksymalne wartości głębokości odwodnienia notowano na przełomie czerwca i lipca. W późniejszym okresie ze względu na koszenie łąk zwierciadło wody powierzchniowej i gruntowej było na stabilnym poziomie. W mokrym 2000 roku maksymalna zanotowana głębokość odwodnienia wynosiła od 60 do 90 cm. Najgorsza sytuacja pod tym względem miała miejsce w bardzo suchym 2002 roku. Wówczas suma opadów rocznych wynosiła 344 mm i była o 180 mm niższa od przeciętnej. Przyczyniło się to do drastycznego obniżenia poziomu zwierciadła wód powierzchniowych i gruntowych. W sierpniu 2002 roku maksymalna głębokość odwodnienia wynosiła od 88 do 117 cm. Tak wysokie wartości głębokości odwodnienia przyczyniły się do nadmiernego przesuszenia gleby i trwałego wędnięcia roślin. Na fragmencie niezadarnionej części plantacji borówki amerykańskiej pokrytej glebami murszastymi zachodziła erozja wietrzna. Natomiast na głębokim torfowisku niskim doszło na jednej kwaterze do pożaru. Przez cały okres badań najniższy stan wody występował w rzece, zaś najwyższy w środku odwadnianej kwatery. Krzywa depresji ma układ charakterystyczny dla systemu odwadniającego. Średnia wielkość strzałki krzywej depresji wynosi 30 cm. Wysoka jej wartość wynika z odcięcia kwatery od rzeki przez drogę gruntową. Pomiedzy stanami wody w rzece i na środku kwatery (głębokość odwodnienia) istnieje istotnie statystycznie zależność. Współczynnik korelacji stanów wody wynosi wówczas od 0,48 do 0,83. Na stany wody gruntowej oprócz głębokości i stanu technicznego rowów wpływ wywiera rozkład opadów atmosferycznych. Przedstawiony układ stosunków wodnych jest bardzo niekorzystny i wymaga zmiany. Można to osiągnąć przez stosowanie nawodnień podsiąkowych, ale brak jest wystarczającej ilości zastawek piętrzących wodę na rzece. W okresie badań większość obiektu była użytkowana jako jednokośne półnaturalne łąki. Jedynie w centralnej części obiektu na powierzchni 100 ha (ogólna powierzchnia obiektu 484 ha) powstała plantacja borówki amerykańskiej (A:4-6).

Zarówno sposób użytkowania terenu jak i warunki glebowe i stosunki wodne wpływają na kształtowanie się zbiorowisk roślinnych. Prace terenowe prowadzono w okresie wegetacyjnym w 2001 roku w zbiorowiskach łąkowych z klasy *Molinio-Arrhenatheretea*. W zbiorowiskach tych wykonano 84 zdjęcia fitosocjologiczne powszechnie stosowaną metodą Braun-Blanqueta. Wyróżniono 8 zespołów oraz 6 zbiorowisk o nieustalonej randze fitosocjologicznej. Szeroko rozpowszechniony w dolinie był zespół *Deschampsietum caespitosae*. Płaty tej asocjacji pojawiają się na zaniedbanych i rzadko użytkowanych łąkach.

W podobnych warunkach pojawia się zespół *Holcetum lanati* z panującym *Holcus lanatus*, osiągającym zwarcie od 70 do 100%. Grupę zbiorowisk łąkowo-pastwiskowych reprezentuje zespół *Epilobio-Juncetum effusi*, występujący w małych lokalnych obniżeniach terenu. Na wilgotnych łąkach występuje zespół *Alopecuretum pratensis*. Na niewielkich mineralnych wyniesieniach występuje zespół *Arrhenatheretum elatioris*. Największą powierzchnię w dolinie zajmuje zespół *Poa-Festucetum rubrae*. Fitocenoza ta występuje na przesuszonych glebach torfowo-murszowych. W przypadku słabego nawożenia i dużego przesuszenia gleb w zbiorowisku tym pojawiają się mało wartościowe trawy, jak: *Holcus lanatus* i *Anthoxanthum odoratum*. Uwagę zwracają ubogie pod względem składu gatunkowego, zbiorowiska charakteryzujące się dużym udziałem *Urtica dioica* lub *Anthriscus sylvestris*. Z badań wynika, że występują one masowo na glebach torfowych silnie przesuszonych i rozpulchnionych, z dużą zawartością azotu uwalnianego w procesach mineralizacji (A: 7-8).

Wyniki badań wykonanych przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora zostały przedstawione w 8 oryginalnych publikacjach naukowych.

2.2 . Osiągnięcia po uzyskaniu stopnia doktora

Po uzyskaniu stopnia doktora moja działalność obejmowała następujące zagadnienia:

- Analiza możliwości retencjonowania wody na obiektach melioracyjnych,
- Analiza wpływu regulowanego odpływu na układ zwierciadła wody gruntowej,
- Ocena przekształceń terenu krajobrazów hydrogenicznych,
- Ocena elementów składowych bilansu wodnego zlewni,
- Analiza jakości wód powierzchniowych i gruntowych na torfowiskach,
- Analiza indykacyjną zbiorowisk roślinnych,
- Analiza rozwoju infrastruktury technicznej.

Kompleksowe badania terenowe realizowane na obiektach melioracyjnych Ochoża (torfowiska Ambona i Jedlanka) i Piwonia-Uhnin (torfowiska Sosnowica i Uhnin) obejmowały: rozpoznanie warunków hydrogeologicznych, inwentaryzację stanu technicznego rowów i urządzeń piętrzących, procesy glebowe oraz ich wpływ na walory krajobrazowe.

Od 2005 roku w ramach tematu badań statutowych "Erozja gleb i stosunki wodne wybranych ekosystemów" kontynuowałem badania na obiekcie melioracyjnym Ochoża oraz rozpocząłem badania na obiekcie Piwonia-Uhnin. Na nowym obiekcie wyznaczono 2 przekroje badawcze, w których zainstalowano 18 piezometrów i 2 łaty wodowskazowe.

Podstawowym obszarem badań były zmiany warunków hydrologicznych, które uzależnione były od warunków meteorologicznych, fizjograficznych i eksploatacyjnych obiektów badań. Warunki meteorologiczne w wieloleciu 2004-2016 charakteryzowała duża zmienność wielkości opadów miesięcznych i rocznych. Najniższe wartości głębokości odwodnienia odnotowano w mokrym 2010 roku. Wartości minimalne stwierdzono w warunkach regulowanego odpływu przy płytkich rowach melioracyjnych w przekroju Sosnowica. Głębokość odwodnienia była najmniejsza w sąsiedztwie stawów rybnych na wskutek podziemnej filtracji wody. Natomiast największą głębokość odwodnienia odnotowano w pobliżu głębokiego na 2 m Kanału Wieprz-Krzna. Na wiosnę głębokość odwodnienia wynosiła od 5 do 60 cm. Jesienią po otwarciu zastawek głębokość odwodnienia znacznie się zwiększyła. Zależnie od lokalizacji punktu badań wynosiła ona wówczas od 30 do 90 cm. Najwyższe wartości głębokości odwodnienia odnotowano w suchym 2012 roku. W warunkach odwodnienia na torfowisku Jedlanka przy głębokości rowów wynoszącej 1,2 m głębokość odwodnienia wynosiła od 40 cm na wiosnę do 100 cm w pełni lata.

Na użytkach zielonych obiektu melioracyjnego Ochoża podjęto próbę waloryzacji przyrodniczej i produkcyjnej zbiorowisk roślinnych. Waloryzacja przyrodnicza polegała na określeniu dla zbiorowisk roślinnych wskaźników ekologicznych [Oświt 1992]. Waloryzacja produkcyjna polegała na określeniu potencjalnych siedlisk wilgotnościowych dla głównych rodzajów gleb [Banaszuk 1992]. Dokonano także identyfikacji uwilgotnienia siedlisk łąkowych przy wykorzystaniu metody Oświta. W celu pełnej charakterystyki szaty roślinnej na obiekcie Ochoża w zbiorowiskach z klasy *Phragmitetea* wykonano 53 zdjęcia fitosocjologiczne. Na obiekcie wyróżniono 17 zespołów roślinności szuwarowej ze związku *Phragmition* i *Magnocaricion*. Największe powierzchnie obejmowała asocjacja *Phalaridetum arundinacea*. Ocena zbiorowisk roślinnych z klasy *Phragmitetea* i *Molinio-Arrhenatheretea* (137 zdjęć fitosocjologicznych) wykazała, że obiekt odznacza się umiarkowanymi walorami przyrodniczymi (IV klasa). Na podstawie oceny aktualnej wartości rolniczej siedlisk glebowych zaliczono je do III klasy bonitacyjnej (A:15, 22, 38, 49, 58; B: 8, 12-14).

W 2006 roku byłem kierownikiem tematu badawczego pt. „Projekt badania uwilgotnienia użytków rolnych w terenach przyległych do zbiornika wodnego Nielisz na powierzchni 1020 ha wraz z wykonaniem i zamontowaniem w terenie studzienek obserwacyjnych i wykonaniem pierwszego pomiaru”. Badania wykonano na zlecenie Wojewódzkiego Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych w Lublinie. W ramach opracowania zainstalowano i oznakowano 100 studzienek piezometrycznych w sąsiedztwie zbiornika wodnego Nielisz. Analiza wykonanych pomiarów potwierdziła prognozowany w

badaniach modelowych zasięg oddziaływania zbiornika na tereny przyległe. Budowa zbiornika wodnego spowodowała podniesienie poziomu wody gruntowej tylko w samych dolinach rzecznych. Nie stwierdzono oddziaływania zbiornika na pola uprawne.

W 2008 roku byłem członkiem zespołu ekspertów opracowania pt. „Program ochrony przed suszą dla województwa lubelskiego”. Analizę wykonano na zlecenie Wojewódzkiego Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych w Lublinie. Moim zadaniem było określenie uwarunkowań hydrologicznych w aspekcie potrzeb nawodnień z uwzględnieniem Kanału Wieprz-Krzna. W tym celu określono wielkości przepływu wody w większych rzekach Lubelszczyzny oraz powierzchnię zmeliorowanych użytków rolnych w poszczególnych jednostkach administracyjnych. Na podstawie tych zestawień stwierdzono, że systemy nawadniające praktycznie nie funkcjonują ze względu na przestarzałą infrastrukturę hydrotechniczną. W gminach brak jest często obiektów przystosowanych do nawodnień. Jedną z przyczyn złego stanu melioracji jest finansowanie budowy zbiorników retencyjnych jako jedyne sposobu zwiększania retencji wodnej. Z wielu badań wynika, że bez zwiększania retencji krajobrazowej przeciwdziałanie suszy jest niemożliwe.

W latach 2008 – 2009 byłem wykonawcą projektu badawczego finansowanego przez MNiSW pt. „Przekształcenia struktury i aktualne warunki funkcjonowania krajobrazów hydrogenicznego rezerwatu biosfery Polesie Zachodnie oraz perspektywy zachowania ich walorów przyrodniczych”, kierownikiem którego był dr hab. Tadeusz Chmielewski. Moim zadaniem był monitoring stanów i przepływów wody w rzekach: Włodawka, Tarasienka, Piwonia, Bobrówka i Tyśmienica. Współpraca zaowocowała trzema publikacjami dotyczącymi zmienności zasobów wodnych w zlewniach rzek Polesia. Jedna z tych publikacji prezentowana była na konferencji naukowej PAN w Lublinie (A: 24, 25, 31; D: 1). Z badań wynika, że analizowany obszar charakteryzuje się bardzo niskimi zasobami wody. Średni odpływ jednostkowy z obszaru rezerwatu biosfery wynosił $3.0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ i był o 20% niższy od średniej z wielolecia 1975-90. Niedobór wody w środowisku przyrodniczym chronionych obszarów mokradłowych jest główną przyczyną zanikania biotopów. W warunkach suszy następuje mineralizacja torfu (efekt cieplarniany), stepowanie krajobrazu oraz migracja zwierząt.

W latach 2010 – 2013 brałem udział w realizacji dwóch projektów badawczych finansowanych przez NCN. W pierwszym pt.: „Geneza i ewolucja małych śródpolnych i śródleśnych torfowisk Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego i Obniżenia Dorohuckiego oraz ocena i ochrona ich walorów przyrodniczych”, kierownikiem była dr hab. Danuta Urban. Moim zadaniem było wykonanie analiz właściwości fizykochemicznych wody pobranej z

oczek wodnych powstałych okresowo na torfowiskach. Współpraca zaowocowała wspólną publikacją dotyczącą jakości wody retencjonowanej (A: 34;.D: 2). Z badań wynika, że woda na nieodwodnionych torfowiskach charakteryzowała się bardzo złymi parametrami jakości. Charakteryzowała się ona bardzo wysokimi stężeniami fosforu ($> 1 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) i azotu organicznego ($> 2 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) oraz niskim odczynem ($\text{pH} < 6$). Tak wysokie stężenia biogenów wynikają z gromadzenia się wody w bezodpływowych oczkach wodnych porośniętych dodatkowo roślinnością. Jest to zjawisko charakterystyczne dla procesów akumulacji materii organicznej i na tym etapie ewolucji torfowiska jest korzystne.

Najważniejszy dla moich dokonań naukowych był drugi projekt „Zmiany ilości i jakości wody w wyniku nawadniania na obiektach melioracyjnych Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego” (D: 3). Badania wykonane w ramach tego projektu obejmowały:

- określanie zmian wybranych właściwości fizycznych i chemicznych gleby,
- określenie wielkości osiadania i mineralizacji masy torfowej,
- określenie sukcesji roślinności w fitocenozach łąkowych,
- ocenę oddziaływania regulowanego odpływu wody na poziom wody,
- ocenę stanu chemicznego i ekologicznego wód gruntowych i powierzchniowych.

Wyniki badań wykazały, że na odwodnionych torfowiskach zasoby wodne są niewielkie. W latach przeciętnych występuje ujemna retencja wodna, zaś niedobory wody występują nawet w mokrych pod względem opadów okresach wegetacyjnych. Bezpośrednią przyczyną zmienności warunków hydrologicznych jest rozkład opadów atmosferycznych. Naturalny reżim hydrologiczny rzek nizinnych charakteryzują dwa okresy wyżówek. Pierwszy okres nadmiaru wody zanotowano w okresie roztopów wiosennych, a drugi w okresie letnim po obfitych opadach atmosferycznych. Wykazano, że oprócz warunków meteorologicznych na zmienność przepływów rzek wpływają zdolności retencyjne torfowisk i eksploatacja urządzeń piętrzących wodę. Niekorzystne warunki hydrauliczne: trapezowy przekrój poprzeczny, małe spadki, zamulenie dna i brak konserwacji skarp koryta, przyczyniły się do zmniejszenia przepustowości rowów melioracyjnych. Nadmierne głębokości odwodnienia wynikały jednak ze zbyt gęstej sieci głębokich rowów (rozstawa 120 – 150 m, głębokość 1 – 1,2 m). W latach 2004-2010 w warunkach naturalnego odpływu głębokość odwodnienia wahała się od 35 do 85 cm. Najmniejszą głębokość odwodnienia stwierdzono na wiosnę w sąsiedztwie stawów rybnych (zasilanie gruntowe). Najwyższe jej wartości notowano latem w sąsiedztwie Kanału Wieprz-Krzna o głębokości 2 m. Wyniki pomiarów hydrometrycznych poddano analizie matematycznej. Analiza statystyczna

wykazała istotnie wysoką zależność pomiędzy głębokością położenia zwierciadła wody a zapasem wody glebowej w korzeniowej warstwie gleby. Analiza geostatystyczna wykazała istotnie wysokie zróżnicowanie czasowe i przestrzenne głębokości położenia zwierciadła wody gruntowej (A: 16, 20, 27, 28, 42, 54).

Na podstawie pomiarów hydrologicznych i meteorologicznych przeanalizowano bilans wodny zlewni torfowiska Sosnowica. Poszczególne lata i miesiące charakteryzowały się dużą zmiennością opadów atmosferycznych. Najniższą sumę opadów miesięcznych odnotowano w listopadzie 2011 roku, kiedy to wynosiły one 1,9 mm. Najwyższą sumę opadów miesięcznych odnotowano w lipcu 2011 roku – 242,4 mm. Przeciętna wielkość opadów w wieloleciu 2010-15 wynosiła 627 mm i była o 100 mm wyższa od średniej z wielolecia 1985 – 2014. Sumy opadów rocznych wahały się od 521 mm w 2012 roku do 683 mm w 2014 roku. Z analizy równania bilansu wodnego wynika, że 80 % zużywane jest na parowanie a prawie 20 % na odpływ powierzchniowy i podziemny. Zmiany retencji są bardzo niewielkie. W roku przeciętnym zaobserwowano jednak spadek retencji co świadczy o konieczności prowadzenia nawodnień metodą regulowanego odpływu (A: 41, 44, 55).

Kolejnym obszarem badań była analiza jakości wód powierzchniowych i gruntowych na torfowisku Sosnowica. Ramowa Dyrektywa Wodna Unii Europejskiej zobowiązuje Polskę do osiągnięcia dobrego stanu ekologicznego wód do 2015 roku. Pod względem wskaźników zasolenia i substancji biogennej wody powierzchniowe zaliczane są do I i II klasy jakości wody. Jednak w przypadku fosforanów występowały przekroczenia dopuszczalnej normy zanieczyszczeń. Zjawisko to wynika prawdopodobnie z występowania zanieczyszczeń obszarowych pochodzących ze źródeł rolniczych. Znacznie gorszymi parametrami wody charakteryzują się w przypadku wskaźników tlenowych. Wynika to często z braku przepływu wody w rowach. Niestety w większości przypadków woda nie osiąga dobrego stanu chemicznego. Zły stan chemiczny wody powierzchniowej wynikał z wysokich stężeń fosforanów i bardzo wysokiego chemicznego zapotrzebowania tlenu (ChZT). W przypadku wód gruntowych zaobserwowano wysoce istotną zmienność czasową i przestrzenną jakości wody. Najgorszą jakość stwierdzono na wiosnę, zaś najlepszą latem w pełni wegetacji roślin. Zły stan chemiczny wód gruntowych wynikał z wysokich stężeń jonów fosforanów, azotu Kjeldahla i azotu azotanowego (A: 26, 36, 40, 51, 52, 62, 64, 65; B: 16, 19).

Na obiekcie Piwonia-Uhnin oprócz analizy parametrów fizyko-chemicznych wykonano ocenę stanu ekologicznego rowów melioracyjnych na podstawie elementów biologicznych. Analiza wykazała, że bioróżnorodność była na niskim poziomie. Niskie wartości wskaźników biologicznych były wynikiem parametrów hydromorfologicznych koryt

cieków. Cieką charakteryzowała mała szerokość 1-3 m i głębokość 0,2-0,9 m oraz antropogeniczne modyfikacje koryta (przekrój trapezowy umocniony płotkiem faszynowym). Rzeka i kanał charakteryzują się umiarkowanym stanem ekologicznym (III klasa), zaś bezodpływowe rowy złym stanem ekologicznym (V klasa) (A: 45, 48) .

W ramach projektu badawczego na glebach organicznych wykonano 6 odkrywek oraz 2 przekroje stratygraficzne. Analizowane gleby murszowo-torfowe charakteryzuje kwaśny i bardzo kwaśny odczyn – pH wynosi poniżej 5,5. W większości profili glebowych stwierdzono dwukrotnie większe zawartości fosforu, potasu i żelaza w warstwie 5–10 cm niż w warstwach głębszych. Najmniej ich zawierała najczęściej gleba w warstwie 35–40 cm. Analizowane próbki gleb organicznych charakteryzowała najczęściej mała i średnia zawartość azotu ogólnego – w zakresie 1,03–3,15%. Popielność poziomów torfowych wynosiła średnio 17%, poziomów murszowych ponad 25%, poziomów z namułami ponad 40%. Wielkość osiadania terenu określono na podstawie bezpośrednich pomiarów niwelacyjnych wykonanych w latach 1974–2012. Złoże torfowe sklasyfikowano jako torfowisko typu niskiego, zbudowane z torfu trzcinowego o średniej miąższości 3 m w Sosnowicy i 0,64 m w Uhninie. Zmierzona wielkość obniżania się poziomu terenu torfowiska mieści się w zakresie od 9 cm do 33 cm, podczas gdy gleb mineralnych od 0 do 4 cm. Średnia wielkość zanikania torfowiska w Sosnowicy wynosiła 24 cm w okresie 38 lat, co daje obniżenie 0,6 cm na rok, czyli ubytek masy torfowej w wysokości 11,5% całkowitych zasobów (A: 15, 22, 38, 49, 58).

Nieco osobny aspekt stanowiła kartograficzna analiza antropogenicznych przekształceń krajobrazu dolin rzecznych. W poszczególnych artykułach przeanalizowano zmiany gęstości układu sieci wodnej. Analizy takie przeprowadzono dla stawów Sosnowickich, jezior Uściwierskich, Jeziora Rogóźno oraz rzek Piwonia i Tyśmienica. W połowie XIX wieku rzeka Tyśmienica brała początek z jeziora Krzcień, a główne prace melioracyjne wykonano na początku XX wieku. Po I wojnie światowej nastąpił rozwój gospodarki stawowej bowiem istnienie stawów chroniło majątek przed parcelacją. Największe zmiany stosunków wodnych zaszły w latach 1954–1961, kiedy to wybudowano Kanał Wieprz-Krzna a w dolinie powstało kilka obiektów melioracyjnych. W latach 60-tych kanał wodny stanowiący początek Tyśmienicy poprowadzono omijając od wschodu jezioro Krzcień. W wyniku prac hydrotechnicznych długość rzeki wzrosła z 62 do 74,5 km, a jej początek przesunięto do Jeziora Rogóźno. W przypadku rzeki Piwonia jej długość wzrosła z 40 km w 1838 roku do 62 km w 1972 roku. W zlewni jezior Uściwierskich długość cieków wodnych wzrosła z 16 km w 1838 roku do 56 km w 1972 roku (A: 35, 37, 43, 50, 56; B: 18).

Wyniki badań wykonanych po uzyskaniu stopnia naukowego doktora zostały przedstawione w 57 oryginalnych publikacjach naukowych, z czego 9 stanowi podstawę rozprawy habilitacyjnej.

4. Zestawienie dorobku naukowo-badawczego

Mój dotychczasowy dorobek naukowy i wdrożeniowy obejmuje łącznie 104 pozycji, w tym 63 to oryginalne prace twórcze (8 z Impact Factor), 2 rozdziały w monografii, 1 artykuł popularno-naukowy, 26 doniesień i komunikatów naukowych, 7 ekspertyz na zlecenie samorządu i przedsiębiorców, 5 raportów z badań (Tabela 1). Oryginalne prace twórcze są opublikowane w 26 różnych czasopismach (Tabela 2), w tym 4 znajduje się w bazie JCR.

Łączna suma punktów zgodnie z listą czasopism MNiSW obowiązującą w roku wydania wynosi **470 pkt.**, **IF=6,32** (Tabela 2). W tym 9 monotematycznych publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe o łącznej sumie punktów **92 (IF=1,777)**. Największy udział w strukturze dorobku naukowego stanowią oryginalne prace twórcze (63 %), z czego znaczna część, bo 35 % to prace samodzielne.

W tabeli 3 przedstawiono zestawienie cytowań według baz czasopism.

Tabela 1. Zbiorcze zestawienie dorobku naukowego

Wyszczególnienie		Przed doktoratem	Po doktoracie	Razem
Prace oryginalne	autor	4	22	26
	współautor	4	33	37
Rozdziały w monografii		-	2	2
Razem		8	57	65
Komunikaty, streszczenia		4	22	26
Prace popularno-naukowe		-	1	1
Ekspertyzy		-	7	7
Sprawozdania z badań		-	5	5
Ogółem		12	92	104
Udział w konferencjach		6	23	29
Wygłaszanie referatów		1	12	13

Tabela 2. Liczbowe zestawienie opublikowanych prac

Nazwa czasopisma	Liczba	Punkty MNiSW	Suma	Impact Factor
Lista A				
Environmental Earth Science	1	25	25	1,569
Przemysł Chemiczny	2	15	30	0,734
Rocznik Ochrona Środowiska	2	15	60	1,410
	2			1,410
Water Science & Technology	1	20	20	1,197
Lista B				
Acta Agrophysica	2	3	14	
	2	4		
Acta horticulturae et regiotecturae	1	3	3	
Acta Scientiarum Polonorum, Formatio Circumietus	3	5	25	
	1	10		
Acta Scientiarum Polonorum, Technica Agraria	1	2	2	
Annales UMCS, Sect. E	2	4	8	
Annals of Warsaw University of Life Sciences	1	14	14	
Colloquium Biometricum	1	2	2	
Gaz, Woda i Technika Sanitarna	2	5	10	
Gospodarka Wodna	1	5	5	
Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich	2	4	8	
Inżynieria Ekologiczna	4	5	29	
	1	9		
Inżynieria i Ochrona Środowiska	1	4	4	
Inżynieria Rolnicza	1	4	4	
Journal of Ecological Engineering	6	12	67	
Journal of Water and Land Development	4	14	56	
Polish Journal of Environmental Studies	1	10	10	
Przegląd Naukowy, Inżynieria i Kształtowanie Środowiska	1	4	4	
Roczniki AR w Poznaniu	2	3	6	
Roczniki Gleboznawcze	1	4	4	
Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego	4	4	24	
	1	8		
Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie	3	4	12	
Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie	4	5	20	
Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych	1	3	3	
	1	0		
Zeszyty Naukowe AR Kraków	2	1	2	
Rozdział w monografii (polski)	1	4	4	
Rozdział w monografii (angielski)	1	5	5	
Razem	65		470	6,32
W tym w skład osiągnięcia	9		92	1,777

Punktacja zgodnie z rokiem publikowania

Tabela 3. Wykaz cytowań artykułów naukowych

Nazwa bazy	Liczba artykułów	Liczba cytowań	Index Hirscha
Web of Science	14	4	1
Scopus	13	8	1
Google Scholar	44	77	4

5. Osiągnięcia w działalności dydaktycznej i organizacyjnej

W ramach zajęć dydaktycznych dla studentów I^o i II^o studiów stacjonarnych i niestacjonarnych prowadziłem lub prowadzę zajęcia z przedmiotów:

1. Wydział Inżynierii Produkcji
(elementy infrastruktury technicznej, planowanie infrastruktury technicznej wsi, budownictwo drogowe, urządzenia wodno-melioracyjne)
2. Wydział Agrobiotechnologii
(melioracje z elementami melioracji, melioracje, odwodnienia terenów rolniczych, melioracje wodne w lasach)

Brałem udział w pracach na rzecz Wydziału Inżynierii Produkcji i Wydziału Agrobiotechnologii w opracowaniu programów nauczania. W ramach wdrażania Krajowych Ram Kwalifikacji przygotowywałem odpowiednią dokumentację. Opracowałem kartę nauczyciela akademickiego oraz karty i opis modułów z przedmiotów: melioracje z elementami melioracji, melioracje, odwodnienia terenów rolniczych, urządzenia wodno-melioracyjne, budownictwo drogowe.

Byłem lub jestem współorganizatorem ćwiczeń terenowych z przedmiotów „Rekultywacja środowiska” oraz „Melioracje z elementami melioracji” dla studentów studiów stacjonarnych I^o Wydziału Agrobiotechnologii. Pod moją opieką w latach 2006-17 zrealizowanych zostało 47 prac inżynierskich i 23 prace magisterskie na kierunkach: Ochrona Środowiska, Inżynieria Kształtowania Środowiska, Technika Motoryzacyjna i Energetyka, Inżynieria Środowiska, Geodezja i Kartografia.

Od rozpoczęcia pracy w Akademii Rolniczej w Lublinie do uzyskania stopnia naukowego doktora moja działalność dotyczyła pracy w ówczesnej Katedrze Melioracji i Budownictwa Rolniczego na Wydziale Techniki Rolniczej. W latach 1997 – 1999 byłem współorganizatorem badań na obiektach we wsiach Ochoża, Elizówka, Opoka Duża. Na obiektach tych przeprowadzono badania do trzech prac doktorskich.

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora w 2003 roku moja działalność dotyczyła pracy na Wydziale Techniki Rolniczej. W 2004 roku byłem organizatorem badań na obiektach w Sosnowicy i Uhninie. W dniach 30-31 sierpnia 2005 roku byłem członkiem komitetu organizacyjnego konferencji naukowej „Rekultywacja środowisk zdegradowanych” organizowanej w Piasecznie (E: 11). W 2008 roku byłem organizatorem montażu 5 limnigrafów pływakowych na rzekach Tyśmienica, Piwonia, Bobrówka, Włodawka i Tarasienka. W 2010 roku byłem organizatorem badań prowadzonych w ramach grantu NCN, które obejmowały montaż piezometrów i łat wodowskazowych oraz rejestratorów poziomu wody Mini Diver. W dniach 22-24 maja 2017 roku byłem członkiem komitetu organizacyjnego konferencji naukowej „Innowacje w inżynierii kształtowania środowiska i geodezji” organizowanej w Białce (E: 27).

Swoje dokonania prezentowałem na 29 konferencjach naukowych, w ramach Lubelskiego Festiwalu Nauki i w czasopiśmie branżowych.

6. Udział w stażach lub szkoleniach

1. 1998 – kurs pedagogiczny dla nauczycieli akademickich
2. 2000 – szkolenie użytkowników aparatury firmy WTW
3. 2004 – szkolenie „Pomiary fizykochemiczne w laboratorium”, Pol-Eko Aparatura.
4. 2006 – szkolenie „Techniki pomiarów hydrometrycznych”, Geomor-Technik
5. 2007 – szkolenie „Zasady eksploatacji zbiorników wodnych”, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Wodnych Melioracji, Lublin-Nielisz.
6. 27.03.2008 – warsztaty: „Melioracje w gospodarce wodnej i ochronie środowiska rolniczego”. Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Wodnych Melioracji, Warszawa.
7. 1-30.03.2011 – szkolenie „Sporządzanie świadectw charakterystyki energetycznej budynku/lokalu”. Certyfikat Ministerstwa Infrastruktury.
8. 5-8.05.2011 – Warsztaty hydromorfologiczne: Ocena zrównoważonego stanu rzek i potoków. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Kraków-Białka.
9. 4-9.12.2016 – Staż naukowy, 1 tydzień, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie.
10. 3-17.09.2017 – Staż naukowy, 2 tygodnie, Politechnika Lwowska.
11. 3-9.12.2017 – Erasmus+, 1 tydzień, Uniwersytet Rolniczy w Nitrze.

7. Współpraca z instytucjami i przedsiębiorstwami

1. Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Lubelska
2. Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska, Wydział Agrobiotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
3. Katedra Zastosowań Matematyki i Informatyki, Wydział Inżynierii Produkcji, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
4. Zakład Ekologii Krajobrazu i Ochrony Przyrody, Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
5. Katedra Łąkarstwa i Kształtowania Krajobrazu, Wydział Agrobiotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
6. Instytut Melioracji Użytków Zielonych w Falentach, oddział Lublin
7. Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Lublinie.
8. Poleski Park Narodowy, Urszulin
9. Urząd Gminy Janów Lubelski
10. Urząd Gminy Siedliszcze
11. Urząd Gminy Dębowa Kłoda
12. Urząd Gminy Sosnowica
13. Urząd Miasta Lublin
14. „Geomor-Technik”, ul. Białowieska 2, 71-010 Szczecin.
15. „FS HOLDING”, ul. Diamentowa 7, 20-447 Lublin
16. „AdEko”, ul. Witosa 35/4, 30-612 Kraków
17. „HEN-BUD” , ul. Mełgiewska 20, 20-950 Lublin

8. Recenzowanie publikacji w czasopiśmie międzynarodowym i krajowym

1. Michalczyk Z., Głowacki S., Sposób J. 2010. Dynamics of groundwater table in Polesie National Park. Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego, 7, 251-259.
2. Jaroszewicz A., Radawiec B., Komar M. 2011. Implementation of the water framework directive in the province of Pomerania. Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego, 8, 49-55.
3. Michalczyk Z., Chmiel S., Głowacki S., Siwek K., Sposób J. 2012. Surface runoff in the urbanized catchment of Głęboka Street in Lublin in the summer of season 2011. Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego, 9, 107-115.

4. Jakubiak M., Urbański K. 2016. Urban planning solutions in the context of dispersion of road pollution. *Journal of Water and Land Development*, 30, 71-80.
5. Turczyński M., Mięsiak-Wójcik K., Sposób J., Chmiel S., Głowacki S., Janusz-Emerla J. 2016. Shallow groundwater in Polesie National Park in the period after increased rainfall recharge. *Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego*, 13, 130–137.
6. Żarnowiec W., Bogdał A., Kowalik T., Kanownik W., Ostrowski K, Rajda W. 2017. Rainwater management in protected areas. *Journal of Ecological Engineering*, 18, 2, 69–77.
7. Pradela A., Zygmuniak A. 2017. Changes to the structure of the hydrographic network within the Silesia-Cracow area of zinc and lead exploitation. *Environmental & Socio-economic Studies*, 5(2), 37-48. doi:10.1515/environ-2017-0010.
8. Urbański K., Jakubiak M. 2017. Impact of land use on soils microbial activity. *Journal of Water and Land Development*, 35, 249–257. DOI: 10.1515/jwld-2017-0091.
9. Michalczyk Z., Chmiel S., Głowacki S., Sposób J., Zielińska B. 2017. Hydrological characteristics of the Krężniczanka river. *Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego*, 14, 52-63.

9. Nagrody i wyróżnienia

- 2004 – nagroda indywidualna II^o za osiągnięcia naukowe, Rektor AR w Lublinie
- 2008 – wyróżnienie za osiągnięcia naukowo-dydaktyczne, Rektor UP w Lublinie
- 2009 – Brązowy Medal Zasługi, Prezydent RP
- 2012 – wyróżnienie za osiągnięcia naukowo-dydaktyczne, Rektor UP w Lublinie
- 2015 – srebrna odznaka, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Wodnych Melioracji,
- 2017– nagroda indywidualna II^o za osiągnięcia naukowe, Rektor UP w Lublinie

Antoni Gnywca