

dr inż. Dariusz Świerk
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Katedra Terenów Zieleni i Architektury Krajobrazu
Ul. Dąbrowskiego 159
60-594 Poznań
e-mail: dariusz.swierk@up.poznan.pl

AUTOREFERAT

PODSUMOWANIE OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH I ZAWODOWYCH

Spis treści

1. Edukacja i przebieg pracy naukowej	3
2. Przebieg pracy zawodowej	3
3. Działalność naukowo-badawcza	4
3.1. Omówienie cyklu publikacji powiązanych tematycznie, będących podstawą osiągnięcia naukowego	4
3.2. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych	20
3.2.1. Wpływ czynników środowiskowych na ekosystemy wodne	20
3.2.2. Wpływ zmiennych środowiskowych na stan zdrowotny wybranych gatunków drzew w mieście	21
3.2.3. Zieleń publiczna w terenach zurbanizowanych	23
3.2.4. Turystyka i rekreacja ze szczególnym uwzględnieniem terenów wodnych	25
3.2.5. Rewaloryzacja zabytkowych założeń ogrodowych	28
3.2.6. Publikacje pozostałe	29
4. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową	31
5. Osiągnięcia dydaktyczne	33
6. Osiągnięcia organizacyjne	35
7. Osiągnięcia projektowe	36
8. Udział w konferencjach	37
9. Podsumowanie	38

1. Edukacja i przebieg pracy naukowej

- 21 czerwca 2006 **magister inżynier** ochrony środowiska (Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Wydział Rolniczy; tytuł pracy: *Akumulacja metali ciężkich w biotycznych i abiotycznych elementach ekosystemów wodnych okolic Poznania*); promotor: prof. dr hab. Piotr Goliński (Katedra Chemii).
- 14 grudnia 2010 **doktor nauk rolniczych w zakresie ogrodnictwa**; specjalność: ochrona i kształtowanie środowiska (Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu; Wydział Ogródnictwa i Architektury Krajobrazu; tytuł pracy: *Opracowanie metody waloryzacji zbiorników wodnych na terenie Parku Krajobrazowego im. Gen. Dezyderego Chłapowskiego*); promotor: prof. dr hab. Barbara Szpakowska, recenzent: dr hab. Piotr Urbański, prof. nadzw., recenzent: prof. dr hab. Jerzy Karg.

2. Przebieg pracy zawodowej

- 1 października 2006 – 30 września 2010: Studia doktoranckie;
- 1 marca 2011 – 29 lutego 2012: Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Ogródnictwa i Architektury Krajobrazu; Katedra Terenów Zieleni i Architektury Krajobrazu. Stanowisko: instruktor;
- 1 marca 2012 – obecnie: Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Ogródnictwa i Architektury Krajobrazu; Katedra Terenów Zieleni i Architektury Krajobrazu. Stanowisko: adiunkt.

3. Działalność naukowo-badawcza

3.1. Omówienie cyklu publikacji powiązanych tematycznie, będących podstawą osiągnięcia naukowego

Zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2b ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z dnia 30 sierpnia 2018 r. poz. 1668) przedkładam osiągnięcie naukowe pt.:

Wpływ zmiennych środowiskowych na funkcjonowanie wybranych elementów zbiorników wodnych

udokumentowane cyklem powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b. Cykl składa się z 5 publikacji naukowych, w których jestem pierwszym (3 prace), drugim (1 praca) i trzecim (1 praca) autorem. Suma punktów tych prac (wyliczona w oparciu o wykazy MNiSW), zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 135, sumaryczny IF tych publikacji (zgodny z rokiem publikacji) wynosi 4,311.

Publikacje stanowiące osiągnięcie naukowe:

Lp. ¹		pkt. ²	IF ³	IF ⁴
B1	Świerk D., Szpakowska B. 2011. The effect of environmental factors on micropollutants in small water bodies. <i>Ecol. Chem. Eng. ser. S</i> , 18(4): 545-569.	15	0,423	1,226
B2	Szpakowska B., Świerk D., Gołdyn R., Barańkiewicz D. 2014. Contents of Cu, Zn, Cd, Pb and Fe In Rainwater Effluents Discharged to Surface Waters In the City of Poznań. <i>J. Elem.</i> 19(3): 779-794. DOI: 10.5601/jelem.2014.19.2.522	15	0,690	0,785
B3	Świerk D., Krzyżaniak M., Kosiada T., Urbański P., Behnke-Borowczyk J. 2018. Does the genetic variability of <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud determine the spatial distribution of the species? <i>Oceanological and Hydrobiological Studies</i> 47(4)2018: 405-414. DOI: 10.1515/ohs-2018-0038	15	0,674	0,854
B4	Świerk D., Krzyżaniak M. 2019. Is There a Pattern for Occurrence of Macrophytes in Polish Ponds? <i>Water</i> 11(9)1738:1-21. DOI:10.3390/w11091738	70	2,524	2,721
B5	Szpakowska B., Pajchrowska M., Świerk D. 2019. Funkcjonowanie drobnych zbiorników wodnych w krajobrazie rolniczym. W: Budzyńska A., Dondajewska-Pielka R., Rosińska J., Kozak A., Kowalczyńska-Madura K. (red.), <i>Ekosystemy wodne: funkcjonowanie, znaczenie, ochrona i rekultywacja</i> . Bogucki Wyd. Nauk., Poznań: s. 153-168	20	-	-

¹ numeracja oryginalnych prac twórczych odpowiada kolejności ich omawiania

² punkty za publikację (wg list MNiSW) zgodne z rokiem wydania

³ IF publikacji zgodny z rokiem wydania

⁴ IF 5-letni

Oświadczenia współautorów prac, dotyczące ich indywidualnego wkładu w powstanie publikacji, zawierają załączniki 4-8. Żadna z wyżej wymienionych prac nie była częścią monotematycznego cyklu prac w innym postępowaniu habilitacyjnym.

Hipoteza badawcza

Wpływ czynników środowiskowych determinuje zmiany zachodzące w małych zbiornikach słodkowodnych. Zmiany te widoczne są głównie w różnicach poziomów stężeń niektórych zanieczyszczeń w wodzie oraz w rozmieszczeniu wybranych gatunków i zmienności genetycznej *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.

Cele osiągnięcia:

1. Ocena wpływu czynników środowiskowych oraz spływu wód deszczowych na poziomy stężenie pierwiastków śladowych i biogenów w wodzie badanych zbiorników.
2. Ocena zależności między morfologią nadziemnych części roślin *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud, składem chemicznym gleby a zmiennością genetyczną, reprezentowaną przez wybrane markery, a także identyfikacja grup roślin jednorodnych pod względem wymagań siedliskowych i podobieństwa genetycznego.
3. Wpływ czynników środowiskowych na rozmieszczenie, w czasie i przestrzeni, gatunków makrofitów.
4. Możliwości zastosowania metod oceny stanu troficznego i ekologicznego jezior w monitoringu małych zbiorników wodnych.

Wprowadzenie do zagadnienia

Zbiorniki słodkowodne, takie jak jeziora, stawy i niewielkie zbiorniki śródpolne, są bardzo liczne i pokrywają ponad 3% powierzchni Ziemi. Badania wykazały, że niewielkie zbiorniki wodne (o powierzchni od 25 m² do 2 ha) mogą zwiększać bioróżnorodność makrofitów, jak również pozytywnie wpływać na występowanie wyższego odsetka gatunków rzadkich i endemicznych niż inne siedliska słodkowodne [Davies i in., 2008; Hill i in., 2016]. Ten pozytywny wpływ na bioróżnorodność może stać się szczególnie ważny w terenach zurbanizowanych oraz w intensywnie użytkowanych obszarach rolniczych – a więc środowiskach ubogich ekologicznie. Zbiorniki wodne mogą stanowić tam obszary różnorodności biologicznej i wysp siedlisk wodnych [Sayer i in., 2012; Céréghino i in., 2014]. Niewielkie zbiorniki słodkowodne zapewniają szereg usług ekosystemowych, w tym zrównoważone rozwiązania dotyczące gospodarki wodnej (magazynowanie wody i łagodzenie skutków powodzi), ograniczenie migracji zanieczyszczeń i kumulacji ich w osadach dennych oraz lokalną izolację CO₂ a także łagodzenie skutków oddziaływania miejskich wysp ciepła [Céréghino i in., 2014; Hassall 2014; Hill i in.,

2016]. Oczka wodne mają korzystny wpływ na bilans wodny, biorą udział w zatrzymywaniu niektórych składników mineralnych i stanowią schronienie dla wielu rzadkich gatunków zarówno zwierząt i roślin. Niewielkie zlewnie determinują zróżnicowane właściwości fizykochemiczne [Williams i in., 2004]. Zbiorniki słodkowodne są uważane za jedno z ekosystemów najbardziej zagrożonych antropopresją [Vitousek i in., 1997]. Nieprzepuszczalne nawierzchnie (drogi, podjazdy, chodniki), kanalizacja deszczowa i sztuczne systemy drenażowe (kanały) w zlewniach terenów zurbanizowanych dodatkowo zakłócają naturalne szlaki hydrologiczne i mogą przyczyniać się do zwiększonego transportu substancji odżywczych do zbiorników [Caccia i Boyer 2007; Bell i Moss 2008; Carey i in. 2013]. Eutrofizacja nadal stanowi główny problem wpływający na bioróżnorodność zbiorników słodkowodnych w XXI wieku [Rosset i in., 2014]. Ocieplenie klimatu, zmiany użytkowania gruntów i inne rodzaje antropopresji działają synergicznie, wpływając na przyspieszenie procesu eutrofizacji [Hering i in., 2010; Rosset i in., 2014]. Rozwój obszarów zurbanizowanych przyczynia się do zwiększenia produkcji ścieków, jednego z największych niekontrolowanych źródeł zanieczyszczeń, w tym biogenów [Carey i in., 2013]. Eutrofizacja może sprzyjać rozwojowi fitoplanktonu oraz roślin pływających, hamując wzrost makrofitów zanurzonych [Short i in., 2016]. Charakterystyczne problemy związane z eutrofizacją obejmują między innymi rozwój toksycznych i nietoksycznych zakwitów glonów [Glibert i in., 2006; Bricker i in., 2008]. Zakwity te mogą ograniczać przenikanie światła do makrofitów wodnych, zmniejszać przezroczystość wody i powodować występowanie niedotlenienia lub braku tlenu w wodzie [Heisler i in., 2008]. Związek między wpływem biogenów a jakością wody jest jednak złożony – zakwity glonów mogą występować również niezależnie od działalności człowieka, a podwyższone zawartości biogenów w wodzie mogą nie mieć wpływu na zakwit glonów [Heisler i in., 2008]. Nadmierna ilość biogenów w wodach małych zbiorników wodnych może powodować zmiany w botanicznym składzie gatunkowym – z dużego pokrycia roślinami wodnymi (stan czystowodny) do dominacji fitoplanktonu (stan mętnowodny) [Rinke i in., 2009; Scheffer i in., 2009; Pálffy i in., 2013]. Ewapokoncentracja biogenów i wzrost liczby ryb na jednostkę objętości wody może mieć negatywny wpływ na makrofity zanurzone, podczas gdy z drugiej strony obniżone poziomy wody mogą również poprawiać warunki świetlne dla rozwoju makrofitów [Bucak i in., 2012].

Zanurzone rośliny odgrywają ważną rolę w ekologicznej funkcji płytkich jezior, zbiorników i systemów odwadniających. Rośliny te stanowią ważne składniki słodkowodnych ekosystemów, tworząc schronienie dla zooplanktonu i młodych ryb oraz mogą być źródłem pożywienia dla ptaków roślinożernych. Zapobiegają również ponownemu zawieszaniu się osadów i są ważnymi konkurentami dla fitoplanktonu o biogeny i światło. Połączenie tych czynników często powoduje, że systemy zdominowane przez makrofity są klarowne i mają dobrą jakość wody [Short i in., 2016]. Rośliny wodne mogą wpływać na różnorodność gatunków na poziomie ekosystemu, w szczególności różnorodność bezkręgowców [Declerck i in., 2005; Vanacker i in., 2016], obniżać poziom składników odżywczych i

zmniejszać zmętnienie wody [van Donk i van de Bund 2002]. Te dwie grupy organizmów mogą służyć jako bioindykatory, ponieważ reagują na zmiany w środowisku i są przydatne do przewidywania zmian w ekosystemach [Pálffy i in., 2013; Beck i in., 2014].

Mimo wspomnianych wcześniej pozytywnych aspektów istnienia małych zbiorników słodkowodnych zwraca się uwagę, że wiele z nich bezpowrotnie zniknęło w XX wieku. Straty w różnych krajach Europy północno-zachodniej sięgają 40-90%. W Szwajcarii odsetek terenów podmokłych (w tym zbiorników śródpolnych) utraconych od 1800 roku oszacowano na 90% [Oertli i in., 2002]. Jak wykazują liczni naukowcy, nadal niewiele wiadomo o możliwej wrażliwości środowiskowej, strukturze, funkcjonowaniu zbiorników wodnych i ich związkach z elementami otaczającego krajobrazu oraz o tym, jakie są skutki oddziaływania człowieka na nie [Perotti i in., 2005; Declerck i in., 2006].

Omówienie prac stanowiących osiągnięcie naukowe

Przeprowadzone badania zawarte w cyklu publikacji koncentrowały się na:

1. Wpływie zmiennych środowiskowych na mikrozanieczyszczenia w drobnych zbiornikach wodnych.
2. Wpływie ścieków opadowych na wody powierzchniowe w mieście.
3. Wpływie czynników środowiskowych na zmienność genetyczną oraz cech morfologicznych *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud w drobnych zbiornikach wodnych.
4. Zmianach w funkcjonowaniu małych zbiorników wodnych oraz w występowaniu hydromakrofitów na przestrzeni lat oraz wskazanie czynników determinujących rozmieszczenie roślin wodnych w strefie litoralnej.
5. Funkcjonowaniu drobnych zbiorników wodnych w krajobrazie rolniczym.

Wszystkie badania były prowadzone w dwóch lokalizacjach:

- [1] miejskiej – fragment Obszaru Chronionego Krajobrazu Dolina Cybiny i związane z nim zbiorniki Antoninek i Olszak oraz Jezioro Swarzędzkie [B2, B3] oraz,
- [2] wiejskiej – obszar Parku Krajobrazowego im. Gen. D. Chłapowskiego, gdzie zbadano 13 drobnych zbiorników wodnych [B1, B3, B4] i 5 zbiorników w gminie Dopiewo [B5].

Wykonane analizy obejmowały badania:

- wody pod kątem pierwiastków śladowych oraz biogenów [B1, B2, B4],
- gleby i osadów dennych pod kątem zawartości wybranych składników pokarmowych [B3],
- zawartości chlorofilu w liściach *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud [B3],
- filogenetyczne *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud [B3].

Omówienie prac stanowiących osiągnięcie naukowe (numeracja zgodna z tabelą zamieszczoną na stronie 4).

[B1] Wpływ zmiennych środowiskowych na mikrozanieczyszczenia w drobnych zbiornikach wodnych
[cel nr 1]

Badania prowadzono w 13 małych zbiornikach wodnych położonych na terenie Parku Krajobrazowego im. Gen. D. Chłapowskiego. Zbiorniki różniły się lokalizacją, parametrami morfometrycznymi (głębokością, kształtem, powierzchnią) oraz roślinnością wodną i bagienną. Część z nich to typowe zbiorniki krajobrazów rolniczych, leśnych, pozostałe to zbiorniki położone na terenach wiejskich i w parkach. Analizowano poziomy stężeń pierwiastków śladowych (Li, Al, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Ag, Cd, Ba, Tl, Pb oraz Na, K, Fe, Ca, Mg), pierwiastków biogennych (N-NH₄, N-NO₃, N-NO₂, P-PO₄ i P) a także wartości pH w wodzie badanych zbiorników. Analizy prowadzono w latach 2008-2010. Powyższe parametry zostały poddane analizie statystycznej, dla których wykonane zostały modele RDA uwzględniające zmienne zależne oraz objaśniające.

Analizę RDA zastosowano do oceny zależności poszczególnych pierwiastków względem zmiennych środowiskowych oraz ich samych. Do grupy zmiennych objaśniających (środowiskowych) zaliczono pH, temperaturę wody, stan ekologiczny – metodyka zaproponowana przez autora [Świerk i Szpakowska 2013], a także lokalizację zbiornika oraz jego głębokość. Dokonano także porównania wszystkich 13 zbiorników pod względem występowania pierwiastków w wodzie oraz wyliczonych stanów ekologicznych (E). W analizie porównawczej uwzględniono także terminy badań w cyklu rocznym.

Do pierwiastków o zbliżonym poziomie zmienności koncentracji, które cechowały się dużą korelacją dodatnią, należały kobalt, ołów, żelazo i miedź. Zauważono, że niektóre analizowane pierwiastki układały się w pary (Ag i Ba, Sr i Li, K i Mn oraz Fe i Cu). Taka sytuacja świadczy o podobieństwach pierwiastków pod względem zmian poziomów stężeń w wodzie biorąc pod uwagę rok badań, termin w cyklu rocznym oraz lokalizację wszystkich trzynastu zbiorników. Wyraźna korelacja ujemna wystąpiła pomiędzy ołowiem, kobaltem i żelazem a strontem i litem. Te dwie grupy pierwiastków różniły się znacznie fluktuacjami w czasie. Gdy ołów, kobalt i żelazo charakteryzowały się tendencjami wzrostowymi, ogólna tendencja w koncentracji strontu i litu w wodzie była odmienna. Bardzo wyraźna korelacja ujemna wystąpiła pomiędzy odczynem wody a stężeniami niektórych pierwiastków. Przy niskich wartościach pH wzrastały poziomy stężeń takich pierwiastków jak glin, miedź, żelazo, ołów, kobalt czy cynk. Temperatura nie miała istotnego wpływu na rozkład pozostałych zmiennych. Natomiast stwierdzono ujemną korelację pomiędzy głębokością zbiornika a zawartością wanadu. Wody zbiorników bardzo płytkich zawierały większe ilości tego pierwiastka.

Lokalizacja okazała się czynnikiem determinującym stężenia określonych pierwiastków w wodzie. Najbardziej podobnymi zbiornikami pod względem stężeń metali w wodzie były zbiorniki zlokalizowane w pobliżu pól oraz zbiornik parkowy. W wodzie zbiorników leśnych dominowały głównie Fe, Al, Pb, Co oraz Zn. W wodzie zbiorników zlokalizowanych na terenach zabudowanych charakterystyczna była obecność K, Na oraz Li. Nie stwierdzono natomiast charakterystycznych pierwiastków w wodach zbiorników śródpolnych i parkowych – jedynymi elementami o niewielkich dodatnich korelacjach okazały się Ba, Ca i Mg. Wykazano także ujemną korelację pomiędzy wodą zbiorników leśnych a poziomami stężenia strontu. W wodzie zbiorników leśnych ten pierwiastek występował w zdecydowanie mniejszych ilościach w porównaniu z wodą pozostałych zbiorników.

[B2] Wpływ ścieków opadowych na wody powierzchniowe w mieście [cel nr 1]

W trakcie procesu urbanizacji przestrzeń miejska jest stopniowo przekształcana, co związane jest między innymi z budową dróg, chodników, budynków mieszkalnych i użytkowych. Prowadzi to do zwiększenia udziału procentowego powierzchni nieprzepuszczalnych, takich jak beton i asfalt, w przestrzeni miasta i jednoczesnego ubytku powierzchni przepuszczalnych i półprzepuszczalnych – takich jak podłoża naturalne, zadrzewienia i zakrzewienia. Konsekwencją takiej sytuacji jest przyspieszony spływ powierzchniowy wód opadowych oraz łatwiejsza migracja zanieczyszczeń do wód powierzchniowych [Göbel i in., 2007].

Teren analiz stanowił dolny odcinek rzeki Cybiny. Do badań wybrano 5 zlewni (o odmiennym sposobie użytkowania) odwadnianych kanalizacją deszczową uchodzącą do rzeki Cybiny i zbiornika Antoninek. Wodę pobierano z 13 stanowisk (5 z nich stanowiło wyloty z kanałów, 8 było usytuowanych na rzece lub zbiorniku powyżej i poniżej ujścia ścieków). Analizując uzyskane dane stwierdzić można, że woda deszczowa zawierała znaczący ładunek metali takich jak Cu, Zn, Cd, Pb czy Fe w porównaniu z wodą pobraną z rzeki Cybiny lub ze zbiornika Antoninek. Najwyższe wartości stwierdzono dla Fe, natomiast najniższe dla Cd. Najwyższe wartości dla Cu notowano w wodzie deszczowej pobranej ze zlewni z przewagą zabudowy jednorodzinnej (śr. 32,56 µg/l), co prawdopodobnie mogło być spowodowane częstym stosowaniem elementów miedzianych w wykończeniach dachów. W krajach środkowoeuropejskich średnia emisja miedzi z powierzchni dachowych wyniosła 1,1 g/m²/rok a dla cynku 3,0 g/m²/rok. Woda pochodzącą ze zlewni terenów przemysłowych charakteryzowała się najwyższymi wartościami Zn i Cd, co jest typowe dla zlewni tego typu obszarów. Na tak wysokie wartości mógł mieć wpływ wysoki udział powierzchni utwardzonej (nieprzepuszczalnej) w zlewni – aż 88%. Najwyższe stężenia Pb notowano w wodzie deszczowej pochodzącej ze zlewni z przewagą warsztatów, salonu samochodowego i parkingów. Średnia wartość ołowiu w wodzie deszczowej dla kolektora burzowego wyniosła 18,58 µg/l. W wodach deszczowych pochodzących z terenów o zabudowie wielorodzinnej zanotowano podwyższony poziom stężenia Fe, obszar ten charakteryzował się nie-

wielkim udziałem nawierzchni utwardzonych (26,7%), co może świadczyć, że ten pierwiastek ulega tylko częściowej immobilizacji w kompleksie sorpcyjnym gleby.

Badania prowadzone przez Göbel i in. [2007] dotyczyły jakości wody deszczowej pobranej ze zlewni nieutwardzonej (ogrody, tereny zieleni publicznej), dachów i dróg o różnym natężeniu ruchu. Wykazano, że woda spływająca bezpośrednio z dachów charakteryzowała się wyższymi poziomami stężeń takich pierwiastków jak Zn czy Cu, natomiast woda pobrana z arterii komunikacyjnych charakteryzowała się wyższymi poziomami stężeń Pb w odniesieniu do pozostałych badanych miejsc. W przypadku Pb i Zn powyższe rozważania zostały potwierdzone przez Gnecco i in. [2005]. W pracy Göbel i in. [2007] zwrócono także uwagę na znaczący wpływ rodzaju nawierzchni, z jakiej spływa woda deszczowa do odbiornika, na jej zanieczyszczenie metalami. Badania prowadzone przez Kang i in. [2009] w latach 2005-2007 wykazały wyraźny wpływ intensywności opadów na zanieczyszczenie badanej wody. Dotyczy to w szczególności takich metali jak Cd, Cu czy Zn. Na zanieczyszczenie wody deszczowej metalami wpływa także sposób użytkowania zlewni. Badania przeprowadzone w Australii wykazały, że z terenów o użytkowaniu mieszkalnym spływa woda bogata w Zn i Cd. Woda deszczowa pobrana z terenów przemysłowych charakteryzowała się wyższymi poziomami stężeń Pb i Fe w porównaniu z wodą pobraną z pozostałych punktów pomiarowych [Herngren i in., 2005]. W ostatnich latach dużo uwagi poświęca się sposobom unieszkodliwiania metali zanieczyszczających wodę. Jednym ze sposobów usuwania metali z wody może być utworzenie zespołu stawów przepływowych o łącznej długości dostosowanej do szybkości przepływu wody rzecznej. Efektywność tej metody została określona dla Cu na poziomie 70%, natomiast dla Zn na poziomie 94-95% [Walker i Hurl 2002]. W doświadczeniu prowadzonym przez Jang i in. [2005] oceniono 3 rodzaje mulczu jako potencjalnych sorbentów metali ciężkich z wody odpływającej z terenów zurbanizowanych. Wykazano, że najlepszym sorbentem metali ciężkich w warunkach miejskich jest ściółka z kory drzew liściastych.

[B3] Wpływ czynników środowiskowych na zmienność genetyczną oraz cechy morfologiczne na przykładzie *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud w drobnych zbiornikach wodnych [cel nr 2]

Trzcina pospolita jest znanym, szeroko rozpowszechnionym i często dominującym gatunkiem w wielu ekosystemach wodnych i podmokłych [Ławniczak-Malińska i Achtenberg 2018]. Jest również taksonem, którego przedstawiciele żyją w znacznie różniących się od siebie środowiskach. Trzcina pospolita wykazuje również możliwości przystosowawcze do niekorzystnych warunków siedliskowych – różne ekotypy tego gatunku wykazują różnice genetyczne, które umożliwiły rozwinięcie mechanizmów odporności na suszę, zasolenie lub niskie temperatury [Chen i in., 2006; Čurn i in., 2007; Liu i in., 2012; Rocha i in., 2014].

W tej części badań próbowano odpowiedzieć na pytanie, czy osobniki trzciny pospolitej występujące w określonym siedlisku są powiązane ze sobą genetycznie i jak skład podłoża oraz lokaliza-

cja może wpływać na podstawowe cechy morfologiczne trzciny pospolitej. Materiał roślinny oraz glebę (osady denne) pobrano z obszaru centralnej Polski, łącznie z 40 miejsc – różnych pod względem wilgotności gleby oraz stopnia zurbanizowania terenu. Badania wykazały, że rośliny pobrane z terenów suchych charakteryzowały się mniejszymi rozmiarami – dotyczy to zarówno wysokości badanych osobników, średnicy pędu oraz długości i szerokości blaszki liściowej. Osobniki pobrane z terenów suchych cechowały się także największą amplitudą zmian wszystkich parametrów morfologicznych. Zdecydowanie najwyższe poziomy zawartości chlorofilu stwierdzono w liściach osobników występujących w terenach o największej wilgotności gleby. Tereny mokre, na których występowały osobniki o największych rozmiarach charakteryzowały się glebą o wyższym poziomie stężeń Ca, Na oraz NaCl w porównaniu z glebą przebadaną w pozostałych stanowiskach. Wartości odczynu gleby dla wszystkich badanych stanowisk były porównywalne. Najniższe poziomy zawartości K stwierdzono w glebach pobranych z terenów o największym stopniu uwilgotnienia. Z przeprowadzonych badań wynika, że najwyższy poziom stężeń chlorofilu w liściach *P. australis* stwierdzono w tkankach roślinnych pobranych z terenów miejskich. Osobniki miejskie charakteryzowały się także większą wysokością oraz wymiarami blaszki liściowej. W mieście gleba charakteryzowała się niższymi poziomami stężeń wszystkich badanych pierwiastków w porównaniu z glebą pobraną z terenów wiejskich lub krajobrazu otwartego. Wyjątek stanowił wyższy poziom stężeń Ca w glebie pobranej z terenu miasta. Wyższe stężenie pierwiastków w glebie terenów otwartych i wiejskich mogło być spowodowane intensywnym nawożeniem mineralnym i organicznym. Odnosząc wyniki dotyczące parametrów morfologicznych *P. australis* można stwierdzić, że trzcina preferuje siedliska, w których gleba jest zasobna w Ca, o odczynie lekko zasadowym. Badany gatunek może być odporny na niedobory lub niskie stężenie głównych składników pokarmowych tj. N-NO₃ i K. Badania wykazały, że osobniki charakteryzujące się większymi rozmiarami występowały w glebie zasobniejszej w Ca oraz w glebach bardziej zanieczyszczonych NaCl w porównaniu z pozostałymi stanowiskami. *P. australis* występująca w terenach o glebach mokrych charakteryzowała się zdecydowanie większą wysokością oraz szerokością liścia. Można przypuszczać, że optymalnym miejscem dla rozwoju trzciny są miejskie tereny podmokłe o umiarkowanym zanieczyszczeniu gleby w NaCl. Poprzez zestawienie danych z wynikami badań molekularnych wyodrębniono trzy grupy – oznaczone jako G1, G2 i G3 – które powiązały osobniki jednolite pod względem genetycznym i wymagań siedliskowych. Grupę G1 tworzyły tylko 2 osobniki, które preferowały siedlisko mokre, miejskie, o podwyższonych wartościach NaCl. Grupy G2 i G3 tworzyły osobniki preferujące siedlisko raczej suche, bogate w N-NO₃, porastające tereny wiejskie lub tereny krajobrazu otwartego.

W pracach różnych autorów [Koppitz, 1999; Güsewell i Klötzli, 2000] można znaleźć informacje, że zmienność genetyczna wśród populacji trzcin rosnących na stanowiskach mokrych i wilgotnych jest niższa niż w przypadku populacji tej rośliny rosnącej w stanowiskach suchych. Przeprowadzone

badania potwierdziły dużą zmienność genetyczną w różnych ekosystemach i pozwoliły na wyodrębnienie roślin podobnych pod względem genetycznym, zasiedlających stanowiska zarówno mokre, jak i suche. Fakt istnienia różnic w zmienności genetycznej między stanowiskami tłumaczy się dwoma hipotezami: 1) wyższość rozmnażania wegetatywnego, gdzie cała populacja w danym stanowisku może rozwinąć się z zaledwie jednego lub kilku kłączy, lub 2) różnorodność genetyczna w początkowym stadium rozwoju danej populacji jest wysoka, lecz z upływem czasu maleje na skutek naturalnej selekcji i konkurencji [Čurn i in., 2007; Neuhaus i in., 1993].

[B4] Zmiany w funkcjonowaniu małych zbiorników wodnych oraz w występowaniu hydromakrofitów na przestrzeni lat oraz wskazanie czynników determinujących rozmieszczenie roślin wodnych w strefie litoralnej [cel nr 3]

Małe zbiorniki wodne są powszechnymi elementami środowiska, natomiast zależności zachodzące w tych ekosystemach nie są do końca poznane. Przeprowadzono badania wpływu czynników środowiskowych na zmiany zachodzące w zbiornikach, głównie dotyczące makrofitów – ich rozmieszczenia w przestrzeni i w czasie. Analizy miały na celu wskazanie, które zmienne fizykochemiczne są charakterystyczne w wodach zbiorników występujących w określonych siedliskach (las, pole, wieś) i czy mogą one wpływać na rozmieszczenie roślin w oczkach wodnych.

Obiektem badań było 13 zbiorników wodnych, różniących się pod względem parametrów morfometrycznych i położenia w krajobrazie (zbiorniki pól, lasów oraz zbiorniki wiejskie). Analizowane zbiorniki należą do typowych zbiorników charakterystycznych dla terenów przekształconych przez rolnictwo. W zestawieniu znajdują się zbiorniki zlokalizowane w lesie, w otoczeniu pól oraz na obszarze wsi. Dane z okresu 10 lat były analizowane i testowane statystycznie. Badanymi parametrami była: zawartość NH_4 , NO_3 , NO_2 , P, PO_4 , Na, K, Mg, Ca, Fe oraz pH i temperatura wody, a także parametry morfometryczne zbiorników. W sezonie wegetacyjnym (w lipcu) prowadzono obserwacje makrofitów, w latach 2008, 2010, 2012, 2014, 2016 oraz 2018. Zbiorniki te należą do niewielkich elementów środowiska, a ich powierzchnia waha się w szerokim zakresie – od 55 m^2 do 5062 m^2 . W okresie 10-ciu lat badań stwierdzono znaczne zmniejszenie powierzchni większości analizowanych zbiorników. Aż 9 z 13 zbiorników charakteryzowało się spadkiem powierzchni w 2018 roku w stosunku do średniej wyliczonej z dziesięciolecia ($\Delta\%$). W przypadku jednego zbiornika leśnego powierzchnia zmniejszyła się aż o 41%, co sugeruje jego zanikanie. Wszystkie badane zbiorniki należą do akwenów bardzo płytkich, w których średnia głębokość wahała się w zakresie od 15 cm do 1,5 m. W pracy wykorzystano także indeks ECELS [Sala i in., 2004] oraz metodę IndVal [Dufrêne i Legendre 1997]. Pierwsza metoda pozwoliła na wskazanie typów zbiorników najbardziej narażonych na oddziaływanie antropogeniczne. Okazało się, że najniższy indeks ECELS notowano dla zbiorników zlokalizowanych w terenach zabudowanych. Druga metoda posłużyła do znalezienia gatunków wskaźnikowych makrofitów dla

badanych lokalizacji. Dla wybranych gatunków wodnych zostały także stworzone modele preferencji czynników fizykochemicznych na podstawie regresji wielorakiej.

Woda analizowanych zbiorników charakteryzowała się dużym zróżnicowaniem w poziomach wartości większości badanych parametrów fizyko-chemicznych. Średnia temperatura wody w okresie badań wahała się od 9,51 do 12,23°C a najniższa była w zbiornikach leśnych, co mogło wynikać z dużego zacienienia w okresie letnim oraz dużej izolacji w okresie zimowym. Woda zbiorników leśnych charakteryzowała się także najniższymi wartościami pH oraz najniższymi poziomami stężeń Ca, Na i Mg. Z drugiej strony w wodzie tych zbiorników notowano wysoką koncentrację Fe i NH_4 w stosunku do wód pozostałych zbiorników. Powyższe zależności mogą wynikać z lokalizacji zbiorników na glebach bielcowych, które charakteryzują się bardzo kwaśnym odczynem, a stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi nie przekraczał 20%. Podwyższone stężenie NH_4 w zbiornikach leśnych w stosunku do pozostałych mogło być spowodowane wykorzystywaniem tych elementów ekosystemu leśnego jako miejsc odpoczynku i wodopoju przez zwierzęta leśne. W zbiornikach zlokalizowanych w terenach zabudowanych – głównie wsi, oznaczono dużo wyższe poziomy stężeń K, Na, PO_4 oraz P w wodzie, co może świadczyć o niekontrolowanym dopływie mocno rozcieńczonych ścieków socjalno-bytowych. Woda w zbiornikach śródpolnych oraz zlokalizowanych w terenach zabudowanych cechowała się wyższymi poziomami stężeń NO_3 . Powyższe zbiorniki znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie pól uprawnych, na których prowadzone jest nawożenie azotowe. Azot w postaci jonów NO_3^- mógł być transportowany poprzez spływ powierzchniowy do zbiorników, co wpłynęło na stężenie tego parametru chemicznego.

Małe zbiorniki wodne to elementy środowiska przyrodniczego, które charakteryzują się bardzo dużą zmiennością w zasiedlaniu ich przez makrofity. Cechą charakterystyczną roślin występujących w małych zbiornikach, w krajobrazie otwartym, jest ich mozaikowe rozmieszczenie przestrzenne, które może podlegać modyfikacji w czasie [Gebler i in., 2014]. W analizie dyskryminacyjnej porównywano wpływ różnych grup zmiennych na powierzchniowe i czasowe rozmieszczenie gatunków makrofitów wodnych. Parametry, które zostały włączone do analizy to: typ zbiornika (leśny, śródpolny lub położony na terenie zabudowanym), parametry morfometryczne (powierzchnia oraz średnia głębokość zbiornika), różnorodność gatunkowa, pH oraz zmienne chemiczne (NO_3 , NH_4 , P, K, Ca, Na i Fe). Modele statystyczne były poprzedzone wsteczną analizą krokową, która wyeliminowała nieistotne statystycznie zmienne ($p > 0.05$ oraz $F < 2$) i były to: sumaryczny miesięczny opad atmosferyczny, temperatura wody i powietrza oraz procent pokrycia zbiorników roślinnością wodną, a także zawartość NO_2 , PO_4 oraz Mg. W największym stopniu występowanie określonych gatunków hydromakrofitów determinowały takie zmienne jak typ zbiornika, jego powierzchnia oraz poziomy stężenie NH_4 , NO_3 , Na oraz Fe.

Wszystkie omówione wyżej czynności statystyczne pozwoliły na stworzenie modeli CCA, opisujących zależności pomiędzy gatunkami a zmiennymi objaśniającymi. Dzięki czemu udało się wyodrębnić trzy jednorodne grupy gatunków, którym przypisano dominację selektywnych czynników środowiskowych.

[B5] Funkcjonowanie drobnych zbiorników wodnych w krajobrazie rolniczym [cel nr 4]

Funkcjonowanie małych zbiorników wodnych i kształtowanie się ich struktury biocenotycznej uzależnione jest od szeregu czynników środowiskowych. Do najważniejszych należą właściwości fizyczne i chemiczne wód oraz parametry hydrologiczne, w tym wahania poziomu wód. Duże znaczenie mają również warunki klimatyczne oraz działalność człowieka, która jest między innymi przyczyną zanieczyszczenia wód i zakłócania obiegu wody. Najpoważniejszymi zagrożeniami dla małych zbiorników wodnych są związki mineralne i humusowe docierające ze zlewni oraz tworzenie rozległych, jednolitych połączy terenu w celu ułatwienia wielkoobszarowych zabiegów agrotechnicznych [Szpakowska 1999]. W efekcie w krajobrazie rolniczym obserwuje się zanikanie wielu drobnych zbiorników wodnych [Paczuska i Paczusi 1997], zaś powstawanie nowych nie rekompensuje strat w różnorodności biologicznej siedlisk wodnych [Frankowski i Zbierska 2014].

Małe zbiorniki wodne podlegają silniejszym dynamicznym zmianom w czasie niż zbiorniki duże, które są trwałymi i stabilnymi elementami krajobrazu. Małe i duże zbiorniki wodne różnią się znacznie sposobem funkcjonowania [Søndergaard i in., 2005]. Mniejsza odporność na degradację małych zbiorników wodnych wynika nie tylko z ich małej głębokości i objętości wody, ale również z częstszej resuspensji osadów pod wpływem falowania wody. W literaturze dostępnych jest wiele metod oceny stanu troficznego czy ekologicznego, jednakże są one dostosowane do dużych elementów wodnych takich jak jeziora czy rzeki [Zbierska i in., 2015]. W ocenie stanu wód powszechnie wykorzystuje się dwie podstawowe grupy producentów pierwotnych: drobne, zawieszone w toni wodnej tzw. mikrofity (fitoplankton) oraz duże, związane na ogół ze strefą przybrzeżną – makrofity. Makrofity są względnie stałym składnikiem, podlegającym stosunkowo powolnym zmianom, natomiast mikrofity, z uwagi na krótkie cykle życiowe cechują się szybką reakcją na zmieniające się warunki środowiskowe. Sprawia to, że mikrofity są jedną z najbardziej dynamicznych grup organizmów w ekosystemie, a ze względu na kluczową pozycję jako producenta pierwotnego, też jedną z najczęściej badanych. Struktura zbiorowisk fitoplanktonu, szczególnie podczas lata, uważana jest za bardzo dobry wskaźnik stanu troficznego wód. W bioindykacji podkreśla się znaczenie poszczególnych gatunków, grup gatunków lub taksonów dominujących [Wilk-Woźniak 2009]. W zagadnieniu przedstawiono wyniki trzyletnich badań (lata 2013–2015) dotyczących oceny stanu troficznego i ekologicznego pięciu małych zbiorników wodnych położonych w północno-zachodniej części gminy Dopiewo (ok. 20 km na zachód od Poznania).

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że duże znaczenie w ocenie stanu troficznego małych zbiorników wodnych ma wybór wskaźnika. Stan trofii oceniony na podstawie chlorofilu-*a* i biomasy fitoplanktonu często różnił się w danym zbiorniku o jeden poziom troficzny. Spowodowane to mogło być słabą korelacją lub jej brakiem pomiędzy biomasą fitoplanktonu wyznaczoną mikroskopowo i ocenioną jako stężenie chlorofilu-*a* wówczas, gdy w planktonie znajdowały się orzęski zawierające w swoich komórkach symbiotyczne glony [Finlay i in. 1996] lub fototroficzne bakterie, których bakteriochlorofil interferuje podczas analizy spektrofotometrycznej z chlorofilem *a* [Tolstoy i Tóth 1980].

Uzyskane wyniki wskazały, że używane powszechnie do klasyfikacji troficznej wód wskaźniki, w przypadku małych, płytkich i zdominowanych przez makrofity zanurzone zbiorników wodnych, powinny być stosowane z dużą ostrożnością i uzupełniane przez obserwacje mikroskopowe innych składników planktonu oraz makrofitów.

Do najważniejszych osiągnięć ww. prac zaliczam:

1. Oznaczanie poziomów stężeń 22 pierwiastków rozpuszczonych w wodzie 13 zbiorników. Najwyższe stężenia stwierdzono dla Na, K oraz Ca, a najniższe dla Co, Cd, Ag, Se i Tl. W największej koncentracji wystąpiły pierwiastki pełniące ważne funkcje w biotycznych elementach ekosystemów wodnych (Na, K, Ca oraz Mg), natomiast w najmniejszych stężeniach w wodzie zaobserwowano pierwiastki toksyczne dla żywych organizmów (Cd, Ag oraz Tl).
2. Wykazanie wpływu wody deszczowej pochodzącej z kolektorów burzowych zlokalizowanych na terenach zurbanizowanych na jakość wody w zbiornikach wodnych. Badania potwierdziły bardzo wysokie stężenia Fe i Zn w wodzie deszczowej pobranej z terenów miejskich. Ścieki opadowe pochodzące ze zlewni o charakterze przemysłowym cechowały się wyższymi poziomami stężeń takich pierwiastków jak Zn, Cd i Pb, natomiast woda deszczowa pochodząca ze zlewni z przewagą zabudowy jednorodzinnej cechowała się wyższym poziomem stężeń Cu w porównaniu z wodą pobraną z pozostałych zlewni.
3. Wyodrębnienie trzech grup osobników *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud o podobnych preferencjach siedliskowych, jednolitych pod względem genetycznym, które stanowiły 20% przebadanych roślin. Osobniki miejskie zasiedlające tereny wilgotne i mokre charakteryzowały się wyższymi parametrami morfologicznymi oraz zawartością chlorofilu w liściach niż osobniki tego gatunku przebadane na terenach o mniejszym stopniu uwilgotnienia gleby zlokalizowane na terenach pozamiejskich. Badania wykazały, że gatunek ten preferuje gleby o odczynie lekko zasadowym zasobne w Ca, jest to gatunek odporny na niedobory N-NO₃, P, K i na zasolenie.

4. Wyodrębnienie 3 grup makrofitytów o podobnych preferencjach środowiskowych zasiedlających drobne zbiorniki wodne (dla małych zbiorników słodkowodnych są to pierwsze takie badania prowadzone w przedziale 10 lat, dzięki czemu możliwe było statystyczne potwierdzenie przynależności do grup):
 - *Juncus effusus* L., *Glyceria fluitans* (L.) R. Br., *Polygonum hydropiper* L. oraz *Lycopus europaeus* L. to gatunki preferujące wody o niskim pH i zasobne w NH_4 oraz Fe, najczęściej zasiedlały zbiorniki położone w lasach;
 - *Typha angustifolia* L., *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult., *Sparganium erectum* (L.) em. Rchb. s.s., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud oraz *Potamogeton natans* L. zasiedlały głównie większe zbiorniki śródpolne o dużej bioróżnorodności gatunkowej. Wyżej wymienione gatunki mogą być charakterystyczne dla wód eutroficznych o podwyższonych zawartościach NO_3 ;
 - *Lemna minor* L., *Rumex palustris* Sm., *Iris pseudacorus* L., *Oenanthe aquatica* (L.) Poir. oraz *Alisma plantago-aquatica* L. były charakterystyczne dla niewielkich zbiorników położonych na terenie wsi, w których woda charakteryzowała się podwyższonymi poziomami stężeń P, K i Na w porównaniu z wodą innych zbiorników.
5. Wykazanie, że nie jest możliwe pełne interpolowanie metod oceny stanu troficznego i ekologicznego z dużych zbiorników na drobne oczka wodne, dlatego takie ważne jest wykorzystanie makrofitytów i mikrofitów przy ocenie tych cennych ekosystemów.

Spis literatury

- Beck M.W., Tomcko C.M., Valley R.D., Staples D.F. 2014 Analysis of macrophyte indicator variation as a function of sampling, temporal, and stressor effects. *Ecol Indic* 46: 323-35. doi: 10.1016/j.ecolind.2014.07.002.
- Bell G.E., Moss JQ. 2008. Management Practices That Reduce Runoff Transport of Nutrients and Pesticides from Turfgrass. In: Nett MT, Carroll MJ, Horgan BP, Petrovic AM, editors. *The Fate of Nutrients and Pesticides in the Urban Environment*, vol. 997, American Chemical Society p. 133-50. doi: 10.1021/bk-2008-0997.ch008.
- Bricker S.B., Longstaff B., Dennison W., Jones A., Boicourt K., Wicks C., i in. 2008. Effects of nutrient enrichment in the nation's estuaries: A decade of change. *Harmful Algae* 8: 21-32. doi: 10.1016/j.hal.2008.08.028.
- Bucak T., Saraoğlu E., Levi E.E., Tavşanoğlu Ü.N., Çakiroğlu Aİ., Jeppesen E., i in. 2012. The influence of water level on macrophyte growth and trophic interactions in eutrophic Mediterranean shallow lakes: a mesocosm experiment with and without fish. *Freshw Biol* 57: 1631-42. doi: 10.1111/j.1365-2427.2012.02825.x.
- Caccia V.G., Boyer J.N. 2007. A nutrient loading budget for Biscayne Bay, Florida. *Mar Pollut Bull* 54: 994-1008. doi: 10.1016/j.marpolbul.2007.02.009.
- Carey R.O., Hochmuth G.J., Martinez C.J., Boyer T.H., Dukes M.D., Toor G.S., i in. 2013. Evaluating nutrient impacts in urban watersheds: Challenges and research opportunities. *Environ Pollut* 173: 138-49. doi: 10.1016/j.envpol.2012.10.004.

- Céréghino R., Boix D., Cauchie H-M., Martens K., Oertli B. 2014 The ecological role of ponds in a changing world. *Hydrobiologia* 723: 1-6. doi: 10.1007/s10750-013-1719-y.
- Chen K.-M., Wang F., Wang Y.-H., Chen T., Hu Y.-X., i in. 2006. Anatomical and chemical characteristics of foliar vascular bundles in four reed ecotypes adapted to different habitats. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 201(7): 555–569. doi: 10.1016/j.flora.2005.12.003.
- Čurn V., Kubátová B., Vávřová P., Křiváčková-Suchá O., Čížková H. 2007. Phenotypic and genotypic variation of *Phragmites australis*: Comparison of populations in two human-made lakes of different age and history. *Aquatic Botany* 86(4): 321–330. doi: 10.1016/j.aquabot.2006.11.010.
- Davies B., Biggs J., Williams P., Whitfield M., Nicolet P., Sear D., i in. 2008. Comparative biodiversity of aquatic habitats in the European agricultural landscape. *Agric Ecosyst Environ* 125: 1-8. doi: 10.1016/j.agee.2007.10.006.
- Declerck S., De Bie T., Ercken D., Hampel H., Schrijvers S., Van Wichelen J., i in. 2006. Ecological characteristics of small farmland ponds: Associations with land use practices at multiple spatial scales. *Biol Conserv* 131: 523-32. doi: 10.1016/j.biocon.2006.02.024.
- Declerck S., Vandekerkhove J., Johansson L., Muylaert K., Conde-Porcuna J.M., Gucht K.V. der, i in. 2005. Multi-Group Biodiversity in Shallow Lakes Along Gradients of Phosphorus and Water Plant Cover. *Ecology* 86: 1905-15. doi: 10.1890/04-0373.
- Dufrêne M.; Legendre P. Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. 1997. *Ecol. Monogr.* 67, 345–366.
- Finlay B.J., Maberly S.C., Esteban G. 1996. Spectacular abundance of ciliates in anoxic pond water: contribution of symbiont photosynthesis to host respiratory oxygen requirements. *FEMS Microbial Ecology*, 20: 229–235.
- Frankowski P., Zbierska J. 2014. Możliwości odbudowy zbiorników wodnych w krajobrazie rolniczym Wielkopolski. *Nauka Przyroda Technologie*, 8(4): 56–70.
- Gebler D., Kayzer D., Szoszkiewicz K., Budka A. 2014. Artificial neural network modelling of macrophyte indices based on physico-chemical characteristics of water. *Hydrobiologia* (2014) 737:215–224 doi: 10.1007/s10750-013-1585-7
- Glibert P.M., Harrison J., Heil C., Seitzinger S. 2006 Escalating worldwide use of urea – a global change contributing to coastal eutrophication. *Biogeochemistry* 77: 441-63. doi: 10.1007/s10533-005-3070-5.
- Gnecco I., Berretta C., Lanza L.G., La Barbera P. 2005. Storm water pollution in the urban environment of Genoa, Italy. *Atmospheric Res.*, 77: 60-73. doi: 10.1016/j.atmosres.2004.10.017008
- Göbel P., Dierkes C., Coldewey W.G. 2007. Storm water runoff concentration matrix for urban areas. *J. Contaminant Hydrol.*, 91: 26-42. doi: 10.1016/j.jconhyd.2006.08.008
- Güsewell S., Klötzli F. 2000. Assessment of aquatic and terrestrial reed (*Phragmites australis*) stands. *Wetlands Ecology and Management* 8(6): 367–373. doi: 10.1023/A:1026524916500.
- Hassall C. 2014. The ecology and biodiversity of urban ponds. *Wiley Interdiscip Rev Water* 1: 187-206. doi: 10.1002/wat2.1014.
- Heisler J., Glibert P.M., Burkholder J.M., Anderson D.M., Cochlan W., Dennison W.C., i in. 2008. Eutrophication and harmful algal blooms: A scientific consensus. *Harmful Algae* 8: 3-13. doi: 10.1016/j.hal.2008.08.006.
- Hering D., Haidekker A., Schmidt-Kloiber A., Barker T., Buisson L., Graf W., i in. 2010. Monitoring the Responses of Freshwater Ecosystems to Climate Change. In: Kernan M, Battarbee RW, Moss B, editors. *Climate Change Impacts on Freshwater Ecosystems*, Wiley-Blackwell; 2010, p. 84-118. doi: 10.1002/9781444327397.ch5.

- Herngren L., Goonetilleke A., Godwin A. 2005. Understanding heavy metal and suspended solids relationships in urban stormwater using simulated rainfall. *J. Environ. Manage.* 76, 149-158. doi: 10.1016/j.jenvman.2005.01.013
- Hill M.J., Ryves D.B., White J.C., Wood P.J. 2016. Macroinvertebrate diversity in urban and rural ponds: Implications for freshwater biodiversity conservation. *Biol. Conserv.* 201: 50-9. doi: 10.1016/j.biocon.2016.06.027.
- Jang A., Seo Y., Bishop L. 2005. The removal of heavy metals in urban runoff by sorption on mulch. *Environ. Pollut.* 133:117-127. doi: 10.1016/j.envpol.2004.05.020
- Kang J.-H., Lee Y.S., Ki S.J., Lee Y.G., Cha S.M., Cho K.H., Kim J.H. 2009. Characteristics of wet and dry weather heavy metal discharges in the Yeongsan Watershed, Korea. *Sci. Total Environ.* 407: 3482-3493. DOI:10.1016/j.scitotenv.2009.02.021
- Koppitz H. 1999. Analysis of genetic diversity among selected populations of *Phragmites australis* world-wide. *Aquatic Botany* 64(3-4): 209-221. doi: 10.1016/S0304-3770(99)00051-0.
- Lawniczak-Malińska A., Achtenberg K. 2018. Indicator values of emergent vegetation in overgrowing lakes in relation to water and sediment chemistry. *Water* 10(4)498. doi: 10.3390/w10040498
- Liu Y., Li X., Liu M., Cao B., Tan H. i in. 2012. Responses of three different ecotypes of reed (*Phragmites communis* Trin.) to their natural habitats: Leaf surface micro-morphology, anatomy, chloroplast ultrastructure and physio-chemical characteristics. *Plant Physiology and Biochemistry* 51: 159- 167. doi: 10.1016/j.plaphy.2011.11.002.
- Neuhaus D., Kühl H., Kohl J.-G., Dörfel P. i Börner T. (1993). Investigation on the genetic diversity of *Phragmites* stands using genomic fingerprinting. *Aquatic Botany* 45(4): 357- 364. doi: 10.1016/0304-3770(93)90034-T.
- Oertli B., Joye D.A., Castella E., Juge R., Cambin D., Lachavanne J.-B. 2002. Does size matter? The relationship between pond area and biodiversity. *Biol. Conserv.* 104: 59-70. doi: 10.1016/S0006-3207(01)00154-9.
- Paczuska B., Paczuski R. 1997. Problem zanikania naturalnych zbiorników śródpolnych i śródleśnych na południowym skraju Wysoczyzny Świeckiej. W: L. Burchard (red.), Teoretyczne i praktyczne aspekty badań ekologicznych. *Idee Ekologiczne*, 10(6): 215-221.
- Pálffy K., Présing M., Vörös L. 2013. Diversity patterns of trait-based phytoplankton functional groups in two basins of a large, shallow lake (Lake Balaton, Hungary) with different trophic state. *Aquat. Ecol.* 47: 195-210. doi: 10.1007/s10452-013-9434-3.
- Perotti M.G., Diéguez M.C., Jara F.G. 2005. Estado del conocimiento de humedales del norte patagónico (Argentina): Aspectos relevantes e importancia para la conservación de la biodiversidad regional. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 78: 723-37.
- Rinke K., Huber A.M.R., Kempke S., Eder M., Wolf T., Probst W.N., i in. 2009. Lake-wide distributions of temperature, phytoplankton, zooplankton, and fish in the pelagic zone of a large lake. *Limnol. Oceanogr.* 54: 1306-22. doi: 10.4319/lo.2009.54.4.1306.
- Rocha A.C.S., Almeida C.M.R., Basto M.C.P., Vasconcelos M.T.S.D. 2014. Antioxidant response of *Phragmites australis* to Cu and Cd contamination. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 109: 152-160. doi: 10.1016/j.ecoenv.2014.06.027.
- Rosset V., Angélibert S., Arthaud F., Bornette G., Robin J., Wezel A., i in. 2014. Is eutrophication really a major impairment for small waterbody biodiversity? *J. Appl. Ecol.* 51: 415-25. doi: 10.1111/1365-2664.12201.

- Sala J., Gascón S., Boix D., Gestí J., Quintana, X.D. 2004. Proposal of a rapid methodology to assess the conservation status of Mediterranean wetlands and its application in Catalunya (NE Iberian Peninsula). *Arch. Sci.* 57, 141–152.
- Sayer C., Andrews K., Shilland E., Edmonds N., Edmonds-Brown R., Patmore I., i in. 2012. The role of pond management for biodiversity conservation in an agricultural landscape. *Aquat Conserv* 22: 626-38. doi: 10.1002/aqc.2254.
- Scheffer M., Bascompte J., Brock W.A., Brovkin V., Carpenter S.R., Dakos V., i in. 2009. Early-warning signals for critical transitions. *Nature* 461: 53-9. doi: 10.1038/nature08227.
- Short F.T., Kosten S., Morgan P.A., Malone S., Moore G.E. 2016. Impacts of climate change on submerged and emergent wetland plants. *Aquat. Bot.* 135: 3-17. doi: 10.1016/j.aquabot.2016.06.006.
- Søndergaard M., Jeppesen E., Jensen J.P. 2005. Pond or lake: does it make any difference? *Archiv fur Hydrobiologie*, 162: 143–165.
- Świerk, D., Szpakowska, B. 2013. An ecosystem valuation method for small water bodies. *Ecol. Chem. Eng. ser. S*, 20(2): 397-418.
- Szpakowska B. 1999: Występowanie i rola substancji organicznych rozpuszczonych w wodach powierzchniowych i gruntowych krajobrazu rolniczego. Wydawnictwo UMK, Toruń.
- Tolstoy A., Tóth I. 1980. Bacteriochlorophyll d and its interference on determination of chlorophyll a. *Archiv fur Hydrobiologie*, 89(1/2): 160–170.
- van Donk E., van de Bund W.J. 2002 Impact of submerged macrophytes including charophytes on phyto- and zooplankton communities: allelopathy versus other mechanisms. *Aquat. Bot.* 72: 261-74. doi: 10.1016/S0304-3770(01)00205-4.
- Vanacker M., Wezel A., Arthaud F., Guérin M., Robin J. 2016. Determination of tipping points for aquatic plants and water quality parameters in fish pond systems: A multi-year approach. *Ecol Indic* 64: 39-48. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.12.033.
- Vitousek P.M., Mooney H.A., Lubchenco J., Melillo J.M. 1997. Human Domination of Earth's Ecosystems. *Science* 277: 494-9. doi: 10.1126/science.277.5325.494.
- Walker D.J., Hurl S. 2002. The reduction of heavy metals in a stormwater wetland. *Ecol. Engine.*, 18 407-414.
- Wilk-Woźniak E. 2009. Zmiany populacyjne w zbiorowiskach glonów planktonowych oraz ich strategie życiowe w warunkach ekosystemów wodnych sztucznie zmienionych. Instytut Ochrony Przyrody PAN Kraków. *Studia Naturae*, 55.
- Williams P., Whitfield M., Biggs J., Bray S., Fox G., Nicolet P., i in. 2004. Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England. *Biol Conserv* 115: 329-41. doi: 10.1016/S0006-3207(03)00153-8.
- Zbierska J., Lawniczak A., Zbierska A. 2015. Changes in the trophic status of Lake Niepruszewskie (Poland). *Journal of Ecological Engineering* 16(4): 65-73 doi: 10.12911/22998993/59351

3.2. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Główne kierunki moich badań dotyczą:

- wpływu czynników środowiskowych na ekosystemy wodne [C1 – C5] (tabela 1);
- wpływu zmiennych środowiskowych na stan zdrowotny wybranych gatunków drzew w mieście [D1 – D6] (tabela 2);
- zieleni publicznej w terenach zurbanizowanych [E1 – E3] (tabela 3);
- turystyki i rekreacji ze szczególnym uwzględnieniem terenów wodnych [F1 – F11] (tabela 4);
- rewitalizacji zabytkowych założeń ogrodowych [G1 – G13] (tabela 5);
- pozostałe H1 (tabela 6).

3.2.1. Wpływ czynników środowiskowych na ekosystemy wodne

Przeprowadzone analizy wpływu metali ciężkich na poziom zanieczyszczenia wody w zbiornikach zlokalizowanych w terenach zurbanizowanych **[C1]** wyraźnie wskazuje na redukcję poziomów stężeń tych metali w wodzie w miejscu odpływu w stosunku do wartości zmierzonych w zbiorniku i wodzie pobranej z dopływu. Dotyczy to takich metali jak cynk, kadm i ołów. Może to wskazywać na buforującą rolę zbiorników względem selektywnych metali. W pracy badano także zawartości metali w osadach dennych, czyli miejscach, gdzie mogą być deponowane te zanieczyszczenia.

Badano także koncentrację wybranych pierwiastków w tkankach makrofitów w celu poszukiwania gatunków, które mogłyby pełnić rolę hiperakumulatorów metali ciężkich. Badania prowadzono na terenie Parku Krajobrazowego im. Gen. Dezyderego Chłapowskiego, a szczegółowe analizy objęły makrofity z pięciu zbiorników wodnych. Wykazano duże zróżnicowanie stężeń badanych pierwiastków zarówno w częściach podziemnych, jak i nadziemnych. Najwyższe poziomy koncentracji stwierdzono w kłaczu *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., co sugeruje, że właśnie ten gatunek może być potencjalnym hiperakumulatorem zanieczyszczeń **[C2]**.

Analizy zmierzały do doprecyzowania metody waloryzacji małych zbiorników wodnych na podstawie powierzchni zajmowanej przez różne gatunki roślin wodnych oraz modyfikacji innych metod ekologicznych, takich jak metoda Brauna-Blanqueta oraz wskaźniki ekologiczne wg Zarzyckiego. Dla oznaczonych gatunków makrofitów określono ilościowość i towarzyskość według metody Brauna-Blanqueta. Na podstawie danych dotyczących roślinności wodnej i bagiennej oraz zmierzonej powierzchni zbiornika obliczono ich stan ekologiczny. Wyniki wskazują na celowość objęcia małych ekosystemów wodnych ochroną prawną. W pracy wykazano także wpływ zmiennych takich jak temperatura, głębokość i powierzchnia zbiornika, wartość pH, wyliczony stan ekologiczny oraz charakter zbiornika (zbiorniki zlokalizowane na terenie parków, lasów, pól oraz terenów zabudowanych), na rozkład makrofitów w zbiorniku **[C3]**.

W kilku pracach oceniono wpływ ścieków deszczowych na jakość wód powierzchniowych [C4] oraz na makrobezkręgowce wodne [C5]. Podczas przeprowadzonych badań stwierdzono, że aż 14 z 22 badanych parametrów pomierzonych w ściekach z kolektora burzowego ma istotny statystycznie wpływ na wodę powierzchniową. Największy wpływ obserwowano dla Cd, Zn, Cu i Co. Najbardziej toksyczna na organizmy wodne okazała się miedź. Zaobserwowano także większe stężenia Cd, Pb, Ni, Se, Tl i Zn w ściekach pochodzących z terenów przemysłowych w porównaniu ze ściekami odpływającymi z terenów zabudowanych (zabudowania jednorodzinne oraz wielorodzinne). Woda deszczowa spływająca do cieków wodnych i zbiorników jest źródłem zanieczyszczenia metalami ciężkimi i materią organiczną, powodując silną transformację w strukturze makrobezkręgowców bentosowych, a w szczególności zmiany w liczebności i biomasy tych organizmów. Najbardziej wrażliwe na badane zanieczyszczenie są takie grupy taksonomiczne jak Ephemeroptera, Trichoptera i Mollusca, natomiast najmniej wrażliwe okazały się Oligochaeta i Chironomidae. Woda deszczowa miała większy wpływ na makrobezkręgowce bentosowe w małych i płytkich zbiornikach niż w rzekach.

Tabela 1. Publikacje dotyczące wpływu zmiennych środowiskowych na ekosystemy wodne

	Tytuł	IF	Punkty MNiSW
C1	Szpakowska, B., Karlik, B., Goliński, P., Kaczmarek, Z., Świerk, D. 2009. Variation in Heavy Metal Content in Recreational Reservoirs in a Conurbation. Pol. J. Environ. Studies., 18(3A): 436-444.		10
C2	Świerk, D. , Szpakowska, B. 2011. Occurrence of heavy metals in aquatic macrophytes colonizing small aquatic ecosystems. Ecol. Chem. Eng. ser. S, 18(3): 369-384.	0,423	15
C3	Świerk, D. , Szpakowska, B. 2013. An ecosystem valuation method for small water bodies. Ecol. Chem. Eng. ser. S, 20(2): 397-418.	0,558	15
C4	Barańkiewicz, D., Chudzińska, M., Szpakowska, B., Świerk, D. , Gołdyn, R., Dondajewska, R. 2014. Storm water contamination and its effect on the quality of Urban surface waters. Environ Monit Assess 186(10): 6789-6803. DOI 10.1007/s10661-014-3889-0.	1,679	25
C5	Gołdyn R., Szpakowska B., Świerk D. , Domek P., Buxakowski J., Dondajewska R., Barańkiewicz D., Sajnog A. 2018. Influence of stormwater runoff on macroinvertebrates in a small urban river and a reservoir. Science of the Total Environment 625 (2018): 743-751. DOI:10.1016/j.scitotenv.2017.12.324	5,589	40

3.2.2. Wpływ zmiennych środowiskowych na stan zdrowotny wybranych gatunków drzew w mieście

Wszystkie badania były prowadzone w terenach zieleni publicznej Poznania – zarówno w parkach, w lasach komunalnych oraz w zieleni towarzyszącej ciągom komunikacyjnym. Gatunki wskazane do badań zostały wybrane na podstawie szczegółowej inwentaryzacji drzewostanu 25. niezabytkowych parków miejskich Poznania. Na podstawie tych prac stwierdzono, że gatunkami najczęściej występującymi w dendroflorze zieleni publicznej Poznania są: lipa drobnolistna (*Tilia cordata* Mill.), klon pospolity (*Acer platanoides* L.), dąb szypułkowy (*Quercus robur* L.), kasztanowiec biały (*Aesculus*

hippocastanum L.), platan klonolistny (*Platanus x hispanica* Münchh.) i robinia akacjowa (*Robinia pseudoacacia* L.)

Przeprowadzone badania pozwoliły wyznaczyć, na podstawie stwierdzonego dobrego stanu zdrowotnego, tymczasowe wartości wskaźnikowe dla zawartości składników w liściach następujących gatunków [D6]:

- lipa drobnolistna (% suchej masy): N 2,45-3,22, P 0,27-0,42, K 1,52-2,86, Ca 1,43-2,02, Mg 0,19-0,35, S 0,19-0,25; (mg kg⁻¹ suchej masy): Fe 137,6-174,3, Zn 20,2-23,8, Cu 8,36-9,79;
- kasztanowiec biały: (% suchej masy): N 2,38-4,71, P 0,24-0,46, K 1,13-2,31, Ca 1,05-2,12, Mg 0,16-0,42, S 0,12-0,23; (mg kg⁻¹ suchej masy): Fe 89,8-198,8, Zn 17,6-33,1, Cu 7,36-19,61.

Wykonane badania wskazały silną negatywną zależność między zawartością manganu w liściach a stanem zdrowotnym drzew. Fakt ten wskazuje na potrzebę prowadzenia dalszych badań nad toksycznością tego mikroelementu dla roślin rosnących w obszarach zurbanizowanych. Stan zdrowotny badanych gatunków był determinowany przez czynniki antropogeniczne, z których najważniejszymi są: bliskość centrum miasta, obecność arterii komunikacyjnych w sąsiedztwie stanowisk badanych drzew oraz zanieczyszczenie powietrza związkami pochodzącymi ze spalania paliw kopalnych [D1, D2, D5]. Najlepszym stanem zdrowotnym w terenach publicznej zieleni miejskiej charakteryzowały się drzewa klonu pospolitego (*Acer platanoides* L.), natomiast w lasach komunalnych Poznania najlepszą zdrowotnością cechowały się drzewa lipy drobnolistnej (*Tilia cordata* Mill.). Najgorszym stanem zdrowotnym, zarówno w miejskiej zieleni publicznej, jak i w lasach komunalnych, charakteryzowały się drzewa dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) w wieku powyżej 90 lat [D4]. Na obniżoną klasę zdrowotności badanych gatunków mogły mieć wpływ niedobory niektórych makroelementów – przede wszystkim potasu i azotu. Wyższy stosunek K/Na oraz Mg/Na wpływa korzystnie na stan zdrowotny badanych gatunków drzew rosnących w parkach oraz wzdłuż ciągów komunikacyjnych. Nie zaobserwowano negatywnego wpływu zasolenia gleby na zdrowotność drzew w parkach i przy ulicach, co potwierdzają też badania statystyczne. We wszystkich badanych próbach gleb zasolenie było na niskim poziomie, co może świadczyć o szybkim wymywaniu soli w głębsze warstwy profilu glebowego. Dla roślin bardziej szkodliwy może być aerozol solny osadzający się w dolnych partiach korony, narażonych na działanie tego zanieczyszczenia głównie podczas zimy i wczesnej wiosny [D3]. Na podstawie prowadzonych analiz można stwierdzić, że spośród badanych gatunków najczęściej występujących w miejskiej zieleni publicznej Poznania, taksonem najbardziej odpowiednim do sadzenia w terenach zurbanizowanych jest klon pospolity.

Tabela 2. Publikacje dotyczące wpływu zmiennych środowiskowych na stan zdrowotny wybranych gatunków drzew w mieście

	Tytuł	IF	Punkty MNiSW
D1	Krzyżaniak, M., Świerk, D. , Urbański, P., Walerzak, M.T. 2013. <i>Evaluation of the effect of environmental variables on health condition of Quercus robur L. in parks</i> . Ecol. Chem. Eng. ser. S, 20(4): 689-700.	0,558	15
D2	Świerk, D. , Krzyżaniak, M., Walerzak, M.T., Urbański, P. 2015. Wpływ zmiennych środowiskowych na stan zdrowotny klonu pospolitego (<i>Acer platanoides</i> L.) w wybranych parkach i lasach komunalnych Poznania. Sylwan 159(3): 236-245. DOI: 10.26202/sylvan.2014072	0,410	15
D3	Krzyżaniak, M., Świerk, D. , Kosiada, T., Walerzak, M., Urbański, P. 2015. The influence of selected chemical properties of soil on health status of trees. Fresenius Environmental Bulletin 24(10): 3171-3175.	0,378	15
D4	Krzyżaniak, M., Świerk, D. , Walerzak, M., Urbański, P. 2015. The impact of urban conditions on different tree species in public green areas in the city of Poznan. Folia Hort. 27/2 (2015): 89-97 DOI: 10.1515/fhort-2015-0018		14
D5	Świerk, D. , Krzyżaniak, M., Walerzak, M.T., Urbański, P. 2015. Assessment of the effect of environmental variables on health status of <i>Tilia cordata</i> Mill. in parks. Ecol Chem Eng A. 22(3):351-361. DOI: 10.2428/ecea.2015.22(3)29.		11
D6	Kleiber T., Krzyżaniak M., Świerk D. , Haenel A., Gałęcka S. 2019. How does the content of nutrients in soil affect the health status of trees in city parks? PLoS ONE 14(9): e0221514. DOI:10.1371/journal.pone.0221514	2,776	100

3.2.3. Zieleni publiczna w terenach zurbanizowanych

Mieszkańcy terenów zurbanizowanych wysoko cenią udogodnienia oferowane przez tereny zieleni publicznej, które korzystnie wpływają na zdrowie mieszkańców i podnoszą jakość życia w mieście. Korzystne oddziaływanie terenów zieleni w obszarach zurbanizowanych obejmuje wpływ na bioróżnorodność, oczyszczanie powietrza, zmniejszanie natężenia uciążliwego hałasu, stabilizację klimatu miejskiego oraz redukcję temperatury w miastach – wyspach ciepła. Tereny zieleni publicznej w obszarach zurbanizowanych przyczyniają się do poprawy zdrowia i samopoczucia mieszkańców, zmniejszają zmęczenie, są miejscem spotkań, korzystnie wpływając na możliwości współdziałania społeczności sąsiedzkich i lokalnych oraz podnoszą walory estetyczne terenów zurbanizowanych. Badania dotyczące miejskiej zieleni publicznej skupiały się na kilku aspektach: wpływie zieleni publicznej na ceny nieruchomości [E1], rodzinnych ogrodach działkowych [E2] czy zmianach w powierzchni zajmowanej przez tereny zieleni w miastach na przestrzeni lat [E3].

Wpływ zieleni publicznej na wartość nieruchomości został już wiele razy udowodniony w różnych publikacjach, dlatego moim celem było zbadanie, jakie czynniki – według mieszkańców Poznania – mają wpływ na wartość nieruchomości i czy mieszkańcy poszczególnych części miasta zauważają wpływ zieleni publicznej na wartość swoich nieruchomości. W miesiącach od czerwca do lipca 2015 roku przeprowadzona została kwerenda ofertowych cen mieszkań z rynku wtórnego w Poznaniu (n=480). W celu wykonania badań ankietowych posłużono się analizą ilościową (n=366). W Poznaniu

najdroższe mieszkania zlokalizowane są w sektorze¹ 7 – Malta (o największym udziale zieleni publicznej), gdzie średnia w przeliczeniu na m² wynosiła prawie 7000 PLN, rozpiętość cenowa była niewielka w porównaniu z sektorem 10 – Stare Miasto, gdzie zaobserwowano największy rozrzut cenowy od 4000 PLN do 9857,14 PLN. Najtańsze mieszkania w Poznaniu zlokalizowane są w sektorach: 11 – Wilda i 12 – Dębiec. W najtańszych dzielnicach w Poznaniu ceny mieszkań w przeliczeniu na m² wahały się od 3069,37 PLN do 6603,77 PLN. Pomimo wcześniej wykazanych różnic w cenach mieszkań, tylko nieznaczna większość respondentów (54%) dostrzega wpływ zieleni na cenę mieszkania. W badaniu respondenci wskazywali, że w największym stopniu na wybór mieszkania wpływały: cena oraz powierzchnia mieszkalna – elementy te średnio w 23% i 28% determinowały wybór. Ankietowani uznali, że ważnymi czynnikami przy wyborze mieszkania są dostępność handlu i usług oraz skomunikowanie, natomiast najmniej liczącymi się elementami były bezpieczeństwo/monitoring, sąsiedzi, styl/architektura oraz moda/prestiż. Zaledwie dla 1 na ponad 12 osób (wyniki ankiet) ważna przy wyborze mieszkania była dostępność zieleni publicznej [E1].

W przyjętej klasyfikacji elementy zielonej infrastruktury tj.: parki, zieleńce, zieleń uliczna, tereny zieleni osiedlowej, cmentarze i lasy gminne, ogrody działkowe mają znaczący udział w powierzchni aglomeracji poznańskiej – zajmują powierzchnię 1511,1 ha, co stanowi około 23% terenów zieleni publicznej. Na podstawie badań terenowych oraz badań ankietowych przeprowadzonych wśród działkowców w 30 ogrodach aglomeracji poznańskiej można stwierdzić, że funkcja produkcyjna ogrodów zanika na rzecz funkcji rekreacyjnej. Aż 72% ankietowych stwierdziło, że w ciągu ostatnich 20 lat charakter ich działki uległ zmianie – z produkcyjnej na rekreacyjną. Połowa respondentów (52%) określiła charakter swojej działki jako mieszany (tj. rekreacyjno-uprawowy), 39% – jako wyłącznie rekreacyjny, a 9% – jako wyłącznie uprawowy. Taki trend potwierdza inwentaryzacja infrastruktury działek – częstym wyposażeniem jest miejsce grillowe (64%), huśtawka (53%) oraz piaskownica (40%). Badanie ankietowe przeprowadzone wśród osób nieposiadających działki wykazało, że rodzinne ogrody działkowe powinny istnieć w przestrzeni miasta w obecnej formie (27%) lub w formie terenów otwartych dla szerszego grona użytkowników (41%). Jednocześnie mieszkańcy Poznania postrzegają ogrody działkowe jako istotny element zieleni miejskiej (32%) o funkcji ekologicznej (26%). Spośród grupy respondentów 23% ankietowanych zwróciło uwagę na negatywny wpływ tych terenów na krajobraz i estetykę miasta. Ankietowani dostrzegali w ogrodach działkowych barierę rozwoju inwestycyjnego miasta (11%) [E2].

Negatywną sytuację obserwuje się w ostatnich latach w strukturze zieleni w miastach. Użyte wyniki wyraźnie wskazują niekorzystną tendencję dotyczącą drzew i krzewów sadzonych oraz

¹ Obiekty badań i podział miasta na 16 sektorów z lokalizacją terenów zieleni publicznej: 1 – Wola; 2 – Jeżyce; 3 – Piątkowo; 4 – Naramowice; 5 – Winogrody; 6 – Nowe Miasto; 7 – Malta; 8 – Górny Taras Rataj; 9 – Dolny Taras Rataj; 10 – Stare Miasto; 11 – Wilda; 12 – Dębiec; 13 – Łazarz; 14 – Górczyn; 15 – Grunwald; 16 – Ławica

usuwanym na przestrzeni 15 lat. W Poznaniu więcej drzew jest usuwanych niż sadzonych, a we Wrocławiu sadi się coraz mniej drzew i krzewów przy usunięciach na tym samym poziomie. W badanym okresie wyraźnie zmniejszył się również udział terenów zielni w mieście w stosunku do powierzchni mieszkalnej we wszystkich analizowanych miastach [E3].

Tabela 3. Publikacje dotyczące zieleni publicznej w terenach zurbanizowanych

	Tytuł	IF	Punkty MNiSW
E1	Krzyżaniak M., Świerk D., Szczepańska M., Urbański P. 2016. Residents' Opinions about Green Space on Prices of Residences - the Case of Poznań, Poland. Barometr Regionalny 14(3): 105-117		14
E2	Szczepańska M., Krzyżaniak M., Świerk D., Urbański P. 2016. Rodzinne ogrody działkowe jako element zielonej infrastruktury na terenie aglomeracji poznańskiej. Studia Miejskie 22(2016): 129-142		10
E3	Krzyżaniak M., Świerk D., Szczepańska M., Urbański P. 2018. Changes in the area of urban green space in cities of western Poland. Bulletin of Geography. Socio-economic Series 39(39): 65-77. DOI: http://doi.org/10.2478/bog-2018-0005 .		15

3.2.4. Turystyka i rekreacja ze szczególnym uwzględnieniem terenów wodnych

Prace oznaczone w tab. 3 jako [F1], [F2], [F3], [F5] oraz [F11] dotyczą zbiorników śródlądowych, ich wartości turystycznej czy oceny pod kątem otaczającego krajobrazu [F11]. W pracach [F1] i [F2] dodatkowo zostały zbadane poziomy zanieczyszczeń w wodzie czy makrofitach, skupiając się głównie na metalach ciężkich (Zn, Cu oraz Pb). W artykule dotyczącym Jeziora Kierskiego [F1] badano różnice w poziomach stężeń miedzi, cynku i ołowiu w wodzie oraz osadach dennych w odstępie dziesięciu lat (w roku 1994 oraz 2005). Porównywano także poziomy stężeń fosforanów i azotanów w wodzie zbiornika. Na podstawie wyników wskazano zalecenia w celu poprawy wartości rekreacyjnej zbiornika. Analizując jakość wody Jeziora Kierskiego stwierdzono wzrost średnich stężeń metali ciężkich zarówno w wodzie zbiornika jak i na dopływie. W celu poprawy jakości wody oraz podniesienia wartości rekreacyjnej zbiornika wskazane jest prowadzenie prawidłowej gospodarki wodnej, kontrola zagospodarowania brzegów oraz prowadzenie zrównoważonej gospodarki rekreacyjno-turystycznej.

W trzech zbiornikach zlokalizowanych w terenie zurbanizowanym badano możliwości akumulowania metali ciężkich (Zn, Pb oraz Cu) w tkankach nadziemnych i podziemnych dwóch gatunków makrofitów: *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud oraz *Typha angustifolia* (L.) oraz wykonano analizę wartości rekreacyjnej na podstawie parametrów morfometrycznych [F2]. Zarówno *Typha angustifolia* (L.) jak i *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud kumulowały wszystkie badane metale ciężkie, stanowiąc istotną barierę biogeochemiczną, mogącą pozytywnie wpływać na wychwytywanie zanieczyszczeń ze zlewni. Spośród analizowanych pierwiastków, w najwyższych stężeniach, w organach makrofitów występował Zn. Jeziora Kierskie oraz Strzeszyńskie były bardzo atrakcyjne pod względem parametrów morfometrycznych, lokalizacji oraz infrastruktury. Zbiornik Rusałka, mimo

niekorzystnych parametrów morfometrycznych, może być wykorzystywany rekreacyjnie ze względu na korzystną lokalizację.

W badaniach prowadzonych na terenie Wielkopolski [F3] i [F5] przeanalizowano wartości rekreacyjne zbiorników wodnych. W przypadku pierwszej pracy analizowano 10 jezior zlokalizowanych na terenie województwa, natomiast druga dotyczyła 9 jezior na terenie aglomeracji poznańskiej. W pracach wykorzystano tę samą metodykę, opartą na parametrach morfometrycznych oraz stopniu zarastania strefy zbiornika oraz strefy litoralnej w celu wyliczenia wartości rekreacyjnej. Spośród pierwszej grupy zbiorników najwyżej ocenione zostało Jezioro Ślesińskie oraz Powidzkie, natomiast w przypadku drugiej grupy – Jezioro Kierskie, jednak wartość ta była mniejsza niż w przypadku dwóch wcześniej wymienionych jezior.

Celem badań [artykuły F4 i F5] była ocena walorów przyrodniczych, kulturowych i krajobrazowych wybranych wsi gminy Czaplinek. Analiza została przeprowadzona pod kątem cennych elementów dla rozwoju turystycznego oraz promocji zarówno wsi, jak i regionu. Na terenie badanych jednostek osadniczych, wśród elementów wpływających na charakter rekreacyjny wsi, można wyróżnić obiekty kulturowe, takie jak: cmentarz ewangelicki, park dworski i barokowy pałac, jak również obiekty przyrodnicze, takie jak zadrzewienia śródpolne i oczka wodne. Większość elementów krajobrazu wymaga podjęcia działań ochronnych lub rewaloryzacyjnych.

Wśród współczesnych form turystyki przyrodniczej, zorientowanej na poznanie i obcowanie z przyrodą, można wyróżnić, między innymi, turystykę ornitologiczną – czyli *birdwatching*. Ta forma turystyki najszybciej rozwija się w Stanach Zjednoczonych i zachodniej Europie. Dobrze zorganizowana baza turystyczna, nastawiona na obsługę obserwatorów ptaków, może generować pokaźne zyski. Polska posiada znaczący potencjał przyrodniczy, a turystyka ornitologiczna zyskuje na znaczeniu, dlatego tak ważne jest, aby była właściwie rozumiana i rozwijana. Turystyka przyrodnicza powinna być tak organizowana, aby skutki jej rozwoju dla środowiska przyrodniczego były jak najmniejsze, a tym samym mogła przyczyniać się do zachowania różnorodności przyrodniczej obszarów, na których się rozwija, np. poprzez utworzenie ścieżki dydaktyczno-przyrodniczej [E7]. *Birdwatching*, jako jedna z form turystyki przyrodniczej, pozwala turyście obserwować ptaki w ich środowisku życia, przy czym stanowi niewielkie zagrożenie dla środowiska naturalnego. Konieczne są jednak ustalenia dotyczące kryteriów wytyczania terenów przeznaczonych do realizacji turystyki ornitologicznej oraz zasad ich zagospodarowania. W przypadku turystyki ornitologicznej są to wszelkiego rodzaju urządzenia umożliwiające obserwację ptaków, ścieżki edukacyjne i szlaki, jednak najważniejsze jest rozwijanie edukacji ekologicznej wśród różnych grup społecznych [F9, F10].

Pod kątem rekreacji dla najmłodszych bardzo ważne są ogrody jordanowskie. Podczas prowadzonych badań zwrócono uwagę na sposoby wykorzystywania ogrodów jordanowskich, ich lokalizację, wyposażenie w urządzenia dla dzieci oraz zagospodarowanie terenów zieleni [F8].

Tabela 4. Publikacje dotyczące turystyki i rekreacji ze szczególnym uwzględnieniem terenów wodnych

	Tytuł	IF	Punkty MNiSW
F1	Szpakowska, B., Świerk, D. , Dudzińska, A. 2008. <i>Wpływ jakości wody jeziora Kierskiego na wartość rekreacyjną zbiornika</i> . W: Turystyka i rekreacja jako formy aktywności społecznej, Staniewska – Zątek W., Sankowski T., Muszkieta (red.), seria: Monografie WWSTIZ. Poznań: 53-61.		3
F2	Świerk, D. , Szpakowska B. 2009. <i>Ocena wartości rekreacyjnej wybranych zbiorników miejskich a funkcjonowanie strefy litoralnej</i> . Nauka Przyr. Technol. 3, 1, #51.		4
F3	Świerk, D. , Szpakowska, B., Dudzińska, A. 2010. <i>Wartości rekreacyjne wybranych jezior Wielkopolski i ich wpływ na użytkowanie przez lokalną społeczność</i> . W: Środowisko społeczno-przyrodnicze a aktywność fizyczna człowieka. A. Kaiser, M. Sokołowski (red). Seria; Monografie nr 3/10. Wielkopolska Wyższa Szkoła Turystyki i Zarządzania w Poznaniu: 285- 292.		3
F4	Dudzińska, A., Szpakowska, B., Świerk, D. 2010. <i>Turystyka i rekreacja szansą rozwoju wybranych miejscowości gminy Czaplinek</i> . W: Środowisko społeczno-przyrodnicze a aktywność fizyczna człowieka. A. Kaiser, M. Sokołowski (red). Seria; Monografie nr 3/10. Wielkopolska Wyższa Szkoła Turystyki i Zarządzania w Poznaniu: 293-299.		3
F5	Świerk, D. , Szpakowska, B., Dudzińska, D. 2010. <i>Wartości rekreacyjne naturalnych i sztucznych zbiorników położonych na terenie Poznania</i> . Krajobrazy rekreacyjne – kształtowanie, wykorzystanie, transformacja. Problemy Ekologii Krajobrazu. 27, 495-503.		6
F6	Dudzińska, A., Szpakowska, B., Świerk, D. 2010. <i>Dziedzictwo kulturowe i przyrodnicze jako podstawa kształtowania krajobrazu rekreacyjnego wybranych wsi Drawskiego Parku Krajobrazowego</i> . Krajobrazy rekreacyjne – kształtowanie, wykorzystanie, transformacja. Problemy Ekologii Krajobrazu.		6
F7	Świerk, D. , Krzyżaniak, M., Szczepańska, M. 2012. <i>Koncepcja utworzenia ścieżki dydaktyczno-przyrodniczej: „Oczka wodne w krajobrazie rolniczym”</i> . Studia Periegetica. Nr 8/2012, s. 91-110.		3
F8	Krzyżaniak, M., Szczepańska, M., Świerk, D. , Napierała, D. 2012. <i>Wartość rekreacyjna i przyrodnicza Ogródu Jordanowskiego w Międzyrzeczu</i> . Studia Periegetica. Nr 8/2012, s. 67-77.		3
F9	Szczepańska, M., Krzyżaniak, M., Świerk, D. , Przybył, A. 2013. <i>Turystyka ornitologiczna jako forma turystyki poznawczej</i> . Studia Periegetica. Nr 9/2013, s. 9-29.		2
F10	Szczepańska, M., Krzyżaniak, M., Świerk, D. , Walerzak, M., Urbański, P. 2014. Bird-watching as a Potential Factor in the Development of Tourism and Recreation In the Region. Barometr Regionalny 12(4): 27-38.		8
G11	Dudzińska, A., Świerk, D. , Jeleniewska, M., Urbański, P. 2014. Perception-Based Valuation of Landscape In the Area around Lake Rusałka In Poznań, Poland Using Wejchert's Impression Curve Method. Barometr Regionalny 12(1): 79-88.		8

3.2.5. Rewaloryzacja zabytkowych założeń ogrodowych

Podczas pracy naukowo-badawczej współpracowałem i uczestniczyłem w badaniach dotyczących rewaloryzacji założeń ogrodowych, czego efektem są prace opublikowane zarówno w czasopiśmie krajowych, jak i zagranicznych. Analizowane założenia ogrodowe podlegają ciągłej, intensywniej antropopresji. Część z nich, niegdyś spokojnych obiektów poza granicami miasta, dzisiaj otoczona jest elementami coraz mocniej ingerującymi w integralność tych wartościowych i cennych przyrodniczo miejsc. Celem badań była identyfikacja zagrożeń wynikających z postępującej urbanizacji, określenie stopnia zniszczenia tkanki zabytkowej oraz sformułowanie wytycznych do rewaloryzacji tych obiektów. Osiągnięcie wymienionych celów możliwe było dzięki zastosowaniu metod analitycznych, które pozwalają na stworzenie analiz oraz trójwymiarowych modeli. W efekcie przeprowadzonych badań możliwe było stwierdzenie, czy badane obiekty kwalifikują się do restytucji pomimo intensywniej ingerencji w substancję zabytkową i okrojenie obiektu **[G1 – G3]**.

Druga część prac dotyczy założeń pałacowo-ogrodowych oraz dworsko-parkowych, istniejących w terenach rolniczych. Celem prac była analiza kompozycji przestrzennej i powiązań widokowych obiektów oraz identyfikacja węzłów w kompozycji analizowanych założeń, powiązanych ze sobą i z środowiskiem przyrodniczym, a także analiza stanu przetrwania aktualnej kompozycji w kontekście jej historycznego układu. W badaniach zastosowano następujące metody terenowe: inwentaryzację założenia, analizę dendrochronologiczną i analizę składu gatunkowego, a także analizy studialne: historyczną i materiałów archiwalnych, przekrojów historycznych oraz kompozycji przestrzennej i powiązań widokowych. W efekcie prowadzonych prac badawczych możliwe było stwierdzenie, czy badane założenia zachowały elementy charakterystyczne okresu ich powstania. Podczas prac terenowych i analiz studialnych możliwe było stwierdzenie, że liczne samosiewy i przekształcenia z lat powojennych zacierają układ przestrzenny, a porównanie analiz dendrochronologicznych wykazało gwałtowny i często nieodwracalny stopień degradacji i zacierania się kompozycji założeń **[G4 – G10]**.

Trzecia część prac dotyczy analizy historycznych układów zieleni – zarówno w Wielkopolsce, jak i we Francji. Wykazują one ważne właściwości użytkowe i dlatego mogą wywierać znaczący wpływ na płaszczyznę społeczną i ekonomiczną danego regionu. Zachowanie właściwej, zgodnej z historycznymi układami, ekspozycji zabytkowego parku lub ogrodu jest priorytetowym warunkiem ochrony jego fundamentalnej wartości. Ekspozycja zabytkowego parku jest postrzegana jako element umiejscowienia i zakotwiczenia obiektu w całej strukturze – zarówno przestrzennej, jak i kulturowej danego miejsca. Jest ona również wartościową formą ochrony kulturowego krajobrazu, na który składają się wzajemne relacje historycznych układów zieleni z pozostałymi elementami kształtującymi przestrzeń, co ważne – nie wyłączając obiektów współczesnych **[G11 – G13]**.

Tabela 5. Publikacje z zakresu rewaloryzacji zabytkowych założeń ogrodowych

	Tytuł	IF	Punkty MNiSW
G1	Walerzak M.T., Urbański P., Krzyżaniak M., Świerk D. 2012. Losy historycznych kompozycji ogrodowych włączanych w granice miasta Poznania na przykładzie zespołu pałacowo-parkowego w Naramowicach. Czasopismo Techniczne. Zeszyt 19, rok 109:119-126		5
G2	Walerzak M.T., Krzyżaniak M., Świerk D. , Urbański P. 2015. The Morasko Estate - an example of historic value degradation caused by ownership changes and plot dismemberment. Czasopismo Techniczne. Zeszyt 5-A, rok 112:305-315		13
G3	Walerzak M.T., Świerk D. , Krzyżaniak M., Urbański P. 2015. The development of buildings as a threat to the integrity of the Edwardowo Estate in the city of Poznań. Czasopismo Techniczne. Zeszyt 5-A, rok 112:317-328		13
G4	Walerzak M.T., Krzyżaniak M., Świerk D. , Urbański P. 2015. Wybrane aspekty kompozycji przestrzennej założenia dworsko-parkowego w Niegowici. Nauka Przyr. Technol., 9, 1, #8. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.1.8		9
G5	Walerzak M.T., Krzyżaniak M., Świerk D. , Urbański P. 2015. Aspekty kompozycji zespołu pałacowo-ogrodowego w Otwocku Wielkim. Nauka Przyr. Technol., 9, 2, #23. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.2.23		9
G6	Walerzak M.T., Świerk D. , Krzyżaniak M., Urbański P. 2016. Genius loci miejsc zapomnianych na przykładzie zespołu pałacowo-ogrodowego w Gładyszach. Przestrzeń i Forma 2016;26:305-318. DOI: 10.21005/pif.2016.26.D-12		9
G7	Walerzak M., Walerzak A., Świerk D. , Krzyżaniak M., Urbański P. 2016. Aspekty kompozycji oraz koncepcja rewaloryzacji fragmentu zespołu pałacowo-parkowego w Gorzynie. Nauka Przyr. Technol. 2016;10(1) #1. DOI: 10.17306/J.NPT.2016.1.1		9
G8	Walerzak M., Urbański P., Świerk D. , Skalski M., Krzyżaniak M. 2016. Barokowy ogród przy zamku w Słońsku - wybrane aspekty kompozycji przestrzennej. Nauka Przyr. Technol. 2016;10(2) #16. DOI: 10.17306/J.NPT.2016. 2.16		9
G9	Walerzak M.T., Krzyżaniak M., Urbański P., Świerk D. 2014. Aspekty kompozycji parku w Smolicach i jego powiązań widokowych ze współczesnym krajobrazem. Architektura krajobrazu 1(42):42-53		4
G10	Walerzak M., Urbański P., Świerk D. , Krzyżaniak M., Jaroniec M. 2016. Problemy rewaloryzacji historycznych założeń ogrodowych na przykładzie koncepcji zagospodarowania zabytkowego parku w Gorzynie [W:] Patoczka P., Gajdek A., Sołtysik A., Wójcik A. (red.) Krajobraz Polski. Cudze chwalicie - ochrona i kształtowanie rodzimego krajobrazu. Topiarius - Studia Krajobrazowe, tom 1. Uniwersytet Rzeszowski. Rzeszów: 273-288		4
G11	Walerzak M., Świerk D. , Krzyżaniak M., Urbański P. 2015. A method of analysis and valorisation of historic green space arrangements in rural areas in Poland. Bulgarian Journal of Agricultural Science 21(3): 507-516		15
G12	Walerzak M.T., Świerk D. , Krzyżaniak M., Urbański P. 2015. Analiza związków miarowych w barokowych kompozycjach ogrodowych z terenu Francji (na wybranych przykładach). Nauka Przyr. Technol., 9, 3, #35. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.3.35		9
G13	Walerzak M., Świerk D. , Urbański P., Krzyżaniak M. 2016. Tożsamość krajobrazu kulturowego Wielkopolski w kontekście różnorodności historycznych układów zieleni na wybranych przykładach. [W:] Kłopotowski M., Gawryluk D. (red.) Tożsamość krajobrazu. O krajobrazie zachowanym i przekształcanym. Politechnika Białostocka. Białystok		4

3.2.6. Publikacje pozostałe

Poniższa praca dotyczy wpływu dwóch dawek preparatu opartego na efektywnych mikroorganizmach na właściwości gleby. Badania prowadzono na dwóch eksperymentalnych polach w 2008 i 2009 roku. Oprócz podstawowych właściwości fizycznych gleby, takich jak struktura i porowatość,

badano także statyczną i dynamiczną wodoodporność, wtórną agregację po statycznym i dynamicznym działaniu wody, maksymalną wytrzymałość na ściskanie agregatów oraz minimalną pojemność kapilarną. Dodanie preparatu EM-A do gleby spowodowało niewielki wpływ na parametry struktury gleby [H1].

Tabela 6. Publikacje pozostałe

	Tytuł	IF	Punkty MNiSW
H1	Gajewski, P., Kaczmarek, Z., Owczarzak, W., Glina, B., Mocek-Płociniak, A., Gawęł, E., Grzelak, M., Świerk, D. (2016). The influence of the EM-A preparation on the properties of structure in arable mineral soils. Fresenius Environmental Bulletin 25(10): 4184-4191.	0,372	15

Poza wymienionymi powyżej publikacjami w recenzowanych czasopismach naukowych jestem również autorem lub współautorem 31 artykułów popularno-naukowych o tematyce przyrodniczej oraz 1 pracy pokonferencyjnej:

Świerk, D., Urbański, P. 2013. *Funkcje barier roślinnych w kształtowaniu przestrzeni miejskiej*. Zielone Miasto – Osobowość Miejsca, 14. Ogólnopolska Konferencja, 29-30 sierpień 2013, Warszawa s. 65-77.

Do najważniejszych osiągnięć w zakresie pozostałego dorobku naukowego należy zaliczyć:

1. Wskazanie możliwości zastosowania *Oenanthe aquatica* (L.) Poir. jako hiperakumulatora zanieczyszczeń, głównie Al, Zn, Cu i Pb. Są to jedyne tego typu badania w Polsce i na świecie wskazujące, że ten gatunek posiada wyższe zdolności akumulowania analizowanych pierwiastków niż pospolite rośliny uważane za akumulatory zanieczyszczeń takie jak np. *Phragmites australis* Cav. Trin. ex Steud. czy *Typha angustifolia* L. Badania zostały wykonane przy użyciu bardzo czułej techniki analitycznej – ablacji laserowej połączonej z detektorem ICP-MS.
2. Wykazanie, że woda deszczowa spływająca do cieków wodnych i zbiorników jest źródłem zanieczyszczenia metalami ciężkimi i materią organiczną, powodując silną transformację w strukturze makrobezkręgowców bentosowych, a w szczególności zmiany w liczebności i biomasy tych organizmów. Najbardziej narażone na badane zanieczyszczenie są takie grupy taksonomiczne jak Ephemeroptera, Trichoptera i Mollusca natomiast najmniej wrażliwe okazały się Oligochaeta i Chironomidae.
3. Badania dotyczące drzew w terenach zurbanizowanych, które pozwoliły wyznaczyć tymczasowe wartości wskaźnikowe dla zawartości składników (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn i Cu) w liściach *Tilia cordata* Mill. oraz *Aesculus hippocastanum* L.
4. Dostosowanie metody waloryzacji ekologicznej drobnych zbiorników wodnych opartej na makrofitach.

5. Wykazanie silnej negatywnej zależności między zawartością manganu w liściach a stanem zdrowotnym drzew. Fakt ten wskazuje na potrzebę prowadzenia dalszych badań nad toksycznością tego mikroelementu dla roślin rosnących w obszarach zurbanizowanych.
6. Wskazanie, że spośród badanych gatunków najczęściej występujących w miejskiej zieleni publicznej Poznania, gatunkiem najbardziej odpowiednim do sadzenia w terenach zurbanizowanych jest klon pospolity.
7. Badania dotyczące struktury zieleni w miastach, potwierdziły niekorzystną tendencję dotyczącą drzew i krzewów sadzonych oraz usuwanych na przestrzeni 15 lat. W analizowanym okresie wyraźnie zmniejszył się również udział terenów zieleni w mieście w stosunku do powierzchni mieszkalnej we wszystkich analizowanych miastach.

4. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową

Udział w projektach badawczych:

W trakcie pracy naukowej kierowałem jednym tematem badawczym w ramach dotacji służącej rozwojowi młodego naukowca oraz byłem wykonawcą w projekcie badawczym Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, aktualnie uczestniczę w charakterze wykonawcy w zadaniu badawczym objętym dotacją na utrzymanie potencjału badawczego:

Projekt badawczy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr N N305 085635 „Wpływ ścieków deszczowych na jakość wód powierzchniowych na terenie miasta Poznania” – kierownik – prof. dr hab. Barbara Szpakowska. Charakter udziału w realizacji projektu – **wykonawca** (termin rozpoczęcia 9.10.2008 r. – termin zakończenia 8.10.2011 r.). Udział merytoryczny w projekcie badawczym: pobieranie prób wody, utrwalanie i transport prób wody do laboratorium, udział przy pisaniu publikacji w tym szczegółowe opracowanie wyników, analiza statystyczna, opis części wynikowej. Na podstawie wyników uzyskanych w grantie opublikowano 3 prace naukowe o zasięgu międzynarodowym. Sumaryczny *Impact Factor* prac z projektu badawczego **7,958**. Przy projekcie badawczym współpracowałem z pracownikami Zakładu Ochrony Wód Wydziału Biologii oraz z Pracownią Analizy Spektroskopowej Pierwiastków Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

Od roku 2018 uczestniczę w charakterze **wykonawcy** w zadaniu badawczym objętym dotacją na utrzymanie potencjału badawczego (508.655.01) Temat zadania: Ochrona wybranych zbiorników rekreacyjnych miasta Poznania.

W trakcie pracy w Katedrze Terenów Zieleni i Architektury Krajobrazu na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu **kierowałem** tematem badawczym „Analiza cech morfologicznych i strefy litoralnej wód lotycznych i lenitycznych powiatu po-

znańskiego” w ramach dotacji służącej rozwojowi młodego naukowca. W trakcie okresu badawczego prowadziłem 3 zadania w ramach powyższej tematyki:

- 2013 „Analiza fitosocjologiczna wybranych elementów ekosystemów wodnych Poznania i okolic (Phytosociological analysis of selected elements of the aquatic ecosystems of the city of Poznań and the surrounding area)”; nr tematu badawczego – 507.655.55;
- 2014 „Inwentaryzacja wód powierzchniowych w powiecie poznańskim oraz ocena walorów krajobrazowych wybranych elementów wodnych (The inventory of surface reservoirs in the Poznań district and the assessment of their landscape value)”; nr tematu badawczego – 507.655.77;
- 2015 „Ocena stanu ekologicznego wybranych ekosystemów wodnych w powiecie poznańskim (Ecological condition evaluation of the chosen water ecosystems in the region of the Poznań county)”; nr tematu badawczego – 507.655.94.

Obecnie jestem członkiem zespołu interdyscyplinarnego prowadzącego badania pilotażowe pt.: „A vicious circle of factors causing health collapse of urban trees” Skład zespołu: Beata Borowiak-Sobkowiak, Lidia Irzykowska, Włodzimierz Breś, Agnieszka Wilkaniec, Dariusz Świerk (Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu), Krzysztof Wielgus, Jadwiga Środulska-Wielgus (Politechnika Krakowska), Łukasz Pardela (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu).

Współpracowałem z Magdaleną Szczepańską (Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej), co pozwoliło na opublikowanie 7 artykułów w recenzowanych czasopismach naukowych.

Promotorstwo pomocnicze:

Promotor pomocniczy w rozprawie doktorskiej mgr inż. Marii Pajchrowskiej pt.: „Funkcjonowanie i ocena stanu troficznego małych zbiorników wodnych położonych w krajobrazie otwartym gminy Dopiewo”. Data uzyskania stopnia doktora: 16.04.2019 r.

Promotor pomocniczy w rozprawie doktorskiej mgr. inż. arch. kraj. Patryka Antoszewskiego pt.: „Błękitno-zielona infrastruktura jako sposób ochrony miasta przed skutkami zmian klimatu”. Data rozpoczęcia doktoratu: 01.10.2019 r.

Nagrody Rektora:

W roku 2015 i 2019 otrzymałem Zespołową Nagrodę Rektora III stopnia za osiągnięcia naukowe udokumentowane publikacjami.

Staże naukowe:

Staż naukowy w Pracowni Analizy Spektroskopowej Pierwiastków Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu w okresie od 4.07.2011 r. do 9.11.2011 r.

Recenzje artykułów naukowych o zasięgu międzynarodowym:

W 2019 roku recenzja artykułu w czasopiśmie *Water*; IF=2,524.

Recenzje artykułów o zasięgu krajowym:

W 2015 roku recenzja dwóch artykułów proponowanych do opublikowania w ramach monografii recenzowanej.

5. Osiągnięcia dydaktyczne

- opracowanie programu zajęć dla studentów kierunków: *architektura krajobrazu* oraz *ogrodnictwo – kształtowanie terenów zieleni*, umożliwiających wprowadzenie do zajęć z przedmiotu „Pracownia komputerowa” oraz „Techniki graficzne” nauki oprogramowania ArchiCAD, VectorWORKS;
- członek zespołu odpowiedzialnego za wprowadzenie do programu studiów (dla kierunku *architektura krajobrazu*) oprogramowania komputerowego wspomagania projektowania – ArchiCAD i VectorWORKS;
- prowadzenie wykładów i ćwiczeń na studiach I i II stopnia dla kierunków: *architektura krajobrazu* oraz *ogrodnictwo*. Najważniejsze prowadzone przedmioty: „Rekultywacja krajobrazu”, „Techniki graficzne”, „Pracownia komputerowa”, „Ekologia Bałtyku”, „Materiałoznawstwo”, „Przyroda a turystyka i rekreacja”, „Urządzanie i pielęgnacja terenów zieleni”;
- obciążenie dydaktyczne realizowane w kolejnych latach akademickich po uzyskaniu stopnia naukowego doktora – średnio **362,54** godzin na rok przy średnim pensum **225** na rok²
- opieka nad pracami dyplomowymi realizowanymi w Katedrze Terenów Zieleni i Architektury Krajobrazu UPP:
 - 18 prac inżynierskich, realizowane w trybie stacjonarnym i niestacjonarnym dla kierunków: *architektura krajobrazu* oraz *ogrodnictwo – kształtowanie terenów zieleni*,
 - 11 prac magisterskich, realizowanych w trybie stacjonarnym i niestacjonarnym dla kierunków: *architektura krajobrazu* oraz *ogrodnictwo*,

² z uwzględnieniem wszystkich przeliczników wynikających z zarządzeń JM Rektora UPP, uchwał Senatu UPP oraz regulaminów

- praca magisterska pana inż. arch. kraj. Patryka Antoszewskiego pt.: „Projekt zagospodarowania terenu dawnych rodzinnych ogrodów działkowych w Poznaniu”, której byłem promotorem otrzymała:
 - Nagrodę II stopnia im Prof. Jerzego Zwolińskiego w konkursie na najlepszą pracę magisterską wykonaną w roku akademickim 2018/2019 w Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu.
 - Pierwszą nagrodę w XVI edycji konkursu organizowanego przez Polskie Towarzystwo Nauk Ogrodniczych na najlepszą pracę magisterską wykonaną w 2019 roku.
 - Wyróżnienie II stopnia w konkursie XXIX edycji konkursu Moja Wielkopolska im. Lidii Wejchert organizowanego przez Towarzystwo Urbanistów Polskich.
 - Ponadto praca ta została wyróżniona w konkursie organizowanym przez firmę Vectorworks Polska.
- recenzje prac dyplomowych realizowanych na kierunkach:
 - architektura krajobrazu – 5 prac;
 - ochrona środowiska – 2 prace;
 - ogrodnictwo – 1 praca.
- koordynator i opiekun merytoryczny trzech nagrodzonych prac (I, II i III nagroda) w konkursie pn. „Koncepcja przestrzennego i ekologicznego zagospodarowania zbiornika retencyjnego w miejscowości Szałe”. Organizatorzy konkursu: Urząd Marszałkowski Województwa Wielkopolskiego, Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Poznaniu, Urząd Miejski Gminy Opatówek, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Politechnika Poznańska. Konkurs organizowany był w 2017 roku.
 - I miejsce – Patryk Antoszewski i Agnieszka Lewandowska (kierunek architektura krajobrazu);
 - II miejsce – Róża Kaźmierczak i Paulina Kowalska (kierunek architektura krajobrazu);
 - III miejsce – Patrycja Dreczka i Maria Konowalczyk (kierunek architektura krajobrazu).

Ukończone kursy:

- Udział w XI Seminarium Badania naukowe „Pisanie artykułów naukowych – jak efektywnie pisać i skutecznie publikować” Warszawa 2014;
- Ukończenie kursu z obsługi oprogramowania Vectorworks 2018 organizowanego przez Design Express Poland Sp. z o.o.

6. Osiągnięcia organizacyjne

2012-2013	udział w pracach jury konkursu „Zielony Poznań”, organizowanego przez Urząd Miasta Poznania;
2012-2013	udział, z ramienia Katedry Terenów Zieleni i Architektury Krajobrazu UPP, w organizacji i prowadzeniu <i>Pogotowia projektowego</i> podczas targów GARDENIA;
2012-2016	członek Oddziału Wielkopolskiego Stowarzyszenia Polskich Architektów Krajobrazu;
2012-2019	członek Zespołu ds. Jakości Kształcenia dla kierunku <i>Architektura krajobrazu</i> na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu;
2013	uczestnictwo i promocja Uczelni w V Edycji Nocy Naukowców 27.09.2013 r. „FANTASTIC NIGHT – open the doors to your neighbour scientists!” na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu. Wygłoszenie wykładu: Land Art – przenieś marzenia w krajobraz;
2013	udział w organizacji Drzwi Otwartych w Kolegium Zembala w 2013 roku, a także wygłoszenie wykładu: Land Art czyli sztuka ozdabiania przestrzeni wyobraźnią;
2013-2014	członek Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej dla kandydatów na kierunek Ogrodnictwo, Architektura krajobrazu oraz Medycyna roślin w roku akademickim 2013/2014;
2013-2016	opiekun praktyk studenckich dla studentów II i III roku kierunku <i>architektura krajobrazu</i> ;
2013-2019	członek Rady Katedry Terenów Zieleni i Architektury Krajobrazu – z wyboru;
2016-2017	Prodziekan ds. studiów Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, data rezygnacji 31.08.2017;
2016 – obecnie	członek Senatu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu – z wyboru;
2016 – obecnie	członek Senackiej Komisji ds. Budżetu i Finansów – z wyboru;
2016	członek Komisji Oceniającej dla Ogólnouczelnianych Jednostek Dydaktycznych powołanej dnia 3 listopada 2016 roku uchwałą nr 1/2016 Rady ds. Ogólnouczelnianych Jednostek Dydaktycznych Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu;
2016-2019	członek Uczelnianego i Wydziałowego Kolegium Elektorów – z wyboru;
2016-2017	przewodniczący Wydziałowej Komisji Stypendialnej Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu UPP;
2016-2017	przewodniczący Wydziałowej Komisji ds. nagród Rektora dla pracowników niebędących nauczycielami;

2016-2017	członek Zespołu ds. Promocji Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu (pismo z dnia 8.11.2017; sygn. WOAK-0743-17/2017);
2017	członek Uczelnianej Komisji Rekrutacyjnej powołanej dnia 5 stycznia 2017 roku zarządzeniem nr 5/2017 Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu;
2017	przygotowanie i udział w 4 edycji międzynarodowej akcji „Fascynujący Świat Roślin” na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu;
2017 – obecnie	współudział w organizacji „Dnia ogrodnika i architekta krajobrazu” – wydarzenia dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych;
2017-2019	członek komisji doraźnej ds. decentralizacji powołanej zarządzeniem nr 35/2017 Dziekana Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu;
2018	członek Zespołu ds. dyscypliny naukowej <i>Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka</i> przy Wydziale Inżynierii Środowiska i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu (Zarządzenie Dziekana Wydziału Inżynierii Środowiska i Gospodarki przestrzennej nr 11/2018);
2018	współudział w targach „Międzynarodowe Dni Orodnika” w Gołuchowie – promocja kierunków: <i>Ogrodnictwo</i> i <i>Architektura krajobrazu</i> wśród młodzieży - uczestników targów;
2018 – obecnie	członek Wydziałowej Komisji Wyborczej Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu UPP;
2019 – obecnie	członek Wydziałowej Komisji Stypendialnej Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu UPP;
2019 – obecnie	członek Rady Programowej Kierunku Studiów Architektura Krajobrazu powołanej 11 października 2019 roku zarządzeniem nr 121/2019 Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

7. Osiągnięcia projektowe

2014	opracowanie koncepcji rewaloryzacji fragmentu zabytkowego zespołu pałacowo-parkowego w Gorzynie (pismo z dnia 22.05.2014; sygn. WOAK-KTZAK-1230/11/2014);
2018-2019	udział w zespole projektowym (Krzyżaniak M., Świerk D. , Czuchaj P.) powołanym na mocy umowy o współpracy między Uniwersytetem Przyrodniczym w Poznaniu a Volkswagen Poznań sp. z o. o. w celu podjęcia działań z zakresie ochrony środowiska na terenie 4 zakładów VW Poznań sp. z o. o.

8. Udział w konferencjach

W trakcie pracy naukowej brałem udział w 9 konferencjach (w tym 2 o randze międzynarodowej).

Wygłosiłem 6 referatów (w tym 1 w języku angielskim) oraz zaprezentowałem 1 poster.

2006	Międzynarodowa Konferencja Naukowa "Funkcjonowanie ekosystemów wodnych i ich ochrona" (Poznań 27-28.10.2006);
2006	Konferencja „Fundusze europejskie na ochronę środowiska w obecnej i przyszłej perspektywie finansowej UE" (Poznań 23.11.2006);
2007	XVI Poznańskie Konwersatorium Analityczne „Nowoczesne metody przygotowania próbek i oznaczenia śladowych ilości pierwiastków” zorganizowanym przez Politechnikę Poznańską (Poznań 12-13.06.2007). Uczestnictwo potwierdzone posterem „Analiza wybranych metali ciężkich w roślinach wodnych”;
2008	Konferencja „Turystyka i rekreacja na rzecz zdrowia”, Poznań 3.04.2008 r. - prezentowany referat pt.: „Wpływ jakości Jeziora Kierskiego na wartość rekreacyjną zbiornika”;
2008	Międzynarodowe XI Forum Architektury Krajobrazu (11-13.09.2008 r. w Poznaniu) – przedstawiony referat „Ocena wartości rekreacyjnej wybranych zbiorników miejskich a funkcjonowanie strefy litoralnej”;
2009	IV Konferencja „Ochrona i inżynieria środowiska – zrównoważony rozwój”, która odbyła się w Krakowie 24-26.09.2009 r. – prezentowany referat „Variation in Heavy Metal Content in Recreational Reservoirs in a Conurbation”;
2010	Konferencja „Krajobrazy rekreacyjne: kształtowanie, wykorzystanie, transformacja – Biała Podlaska 20-22.05.2010 r. – prezentowany referat „Wartości rekreacyjne naturalnych i sztucznych zbiorników położonych na terenie miasta Poznania”;
2010	Konferencja „Turystyka i rekreacja na rzecz zdrowia” – Poznań 15.04.2010 r. – prezentowany referat „Wartości rekreacyjne wybranych jezior Wielkopolski i ich wpływ na użytkowanie przez lokalną społeczność”;
2013	Ogólnopolska Konferencja „Zielone Miasto – Osobowość Miejsca” – Warszawa 29-30.08.2013 r. – prezentowany referat „Funkcje barier roślinnych w kształtowaniu przestrzeni miejskiej”.

9. Podsumowanie

Profil moich zainteresowań naukowych dotyczy tematyki związanej z wpływem zmiennych środowiskowych na funkcjonowanie małych zbiorników wodnych. Nowym kierunkiem moich zainteresowań naukowych są również zagadnienia dotyczące wpływu czynników środowiskowych na stan zdrowotny różnych gatunków drzew w terenach zurbanizowanych. W ramach działalności naukowej realizowałem projekt badawczy finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz wewnątrzuczelniane projekty badawcze. Mój dorobek naukowy, łącznie z pracami uwzględnionymi w cyklu publikacji powiązanych tematycznie – stanowiących osiągnięcie naukowe, obejmuje autorstwo lub współautorstwo **45 prac naukowych**: 38 oryginalnych artykułów naukowych (4 przed doktoratem i mianowaniem na stanowisko adiunkta), 6 rozdziałów w monografiach (3 przed doktoratem i mianowaniem na stanowisko adiunkta) oraz 1 praca pokonferencyjna – łącznie **627 punktów MNiSW** za publikacje, zgodnie z rokiem wydania. **Sumaryczny IF** w roku publikacji wynosi **17,054**. **Indeks Hirscha** wg bazy Web of Science = **5**. Liczba cytowań wg bazy Web of Science wynosi **56**, w tym bez autocytaowań – **51**. Poza tym jestem również autorem lub współautorem 31 prac popularno-naukowych. Uczestniczyłem w 9 konferencjach naukowych o zasięgu krajowym lub międzynarodowym.

Prowadziłem i prowadzę zajęcia z zakresu rekultywacji krajobrazu, ekologii Bałtyku oraz nowoczesnych technik graficznych na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu UPP. Byłem również opiekunem 18 prac inżynierskich, 11 prac magisterskich.

Szczegółowe informacje dotyczące wykazu opublikowanych prac naukowych zostały zawarte w załączniku 3.

Tabela 7. Wykaz czasopism, w których opublikowano prace autora:

Czasopismo	Rok Wydania	Liczba prac	W roku opublikowania	
			IF	Punkty MNiSW
<u>Czasopisma z IF</u>				
Ecological Chemistry and Engineering S	2011, 2011, 2013, 2013	4	1,962	60
Environmental Monitoring and Assessment	2014	1	1,679	25
Fresenius Environmental Bulletin	2015, 2016	2	0,750	30
Journal of Elementology	2014	1	0,690	15
Oceanological and Hydrobiological Studies	2018	1	0,674	15
PLoS ONE	2019	1	2,776	100
Science of the Total Environment	2018	1	5,589	40
Sylvan	2015	1	0,410	15
Water	2019	1	2,524	70
SUMA (I)		13	17,054	370
<u>Pozostałe czasopisma naukowe</u>				
Architektura krajobrazu	2014	1	-	4
Barometr regionalny. Analizy i prognozy	2014, 2014, 2016	3	-	30
Bulgarian Journal of Agricultural Science	2015	1	-	15
Bulletin of Geography	2018	1	-	15
Czasopismo techniczne	2012, 2015, 2015	3	-	31
Ecological Chemistry and Engineering A	2015	1	-	11
Folia Horticulturae	2015	1	-	14
Nauka Przyroda Technologie	2009, 2015, 2015, 2015, 2016, 2016	6	-	49
Polish Journal of Environmental Studies	2009	1	-	10
Problemy Ekologii Krajobrazu	2010, 2010	2	-	12
Przestrzeń i forma	2016	1	-	9
Studia Miejskie	2016	1	-	10
Studia Periegetica	2012, 2012, 2013	3	-	8
SUMA (II)		25	-	218
<u>Monoografie, w których opublikowano rozdział</u>				
Ekosystemy wodne: funkcjonowanie, znaczenie, ochrona i rekultywacja. Bogucki Wydawnictwo Naukowe	2019	1	-	20
Krajobraz Polski. Cudze chwalicie – ochrona i kształtowanie rodzimego krajobrazu	2016	1	-	4
Środowisko społeczno-przyrodnicze a aktywność fizyczna człowieka	2010, 2010	2	-	8
Tożsamość krajobrazu. O krajobrazie zachowanym i przekształcanym	2016	1	-	4
Turystyka i rekreacja jako formy aktywności społecznej	2008	1	-	3
SUMA (III)		6	-	39
SUMA (I + II + III)		44	17,054	627

Poznań, 21/01/2020

