

Załącznik 3

Autoreferat

1. Imię i Nazwisko: Anna Kowalska

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe

7.05.2008 Stopień naukowy doktora w zakresie geografii, nadany przez Radę Naukową Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN na podstawie rozprawy: *Środowiskowe i antropogeniczne uwarunkowania zróżnicowania kompleksów roślinności w dolinie środkowej Wisły.*

Promotor: prof. dr hab. Jan Marek Matuszkiewicz

19.10.2001 Stopień naukowy magistra inżyniera ochrony środowiska
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Międzywydziałowe Studium Ochrony Środowiska, praca magisterska: *Analiza zmian środowiskowych w dolinie rzeki Wisły pomiędzy Warszawą a Płockiem w wieku XIX i XX.*

Promotor: prof. dr hab. inż. Tomasz Okruszko

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

Polska Akademia Nauk

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania

Zakład Geoekologii i Klimatologii

od sierpnia 2016 – specjalista

2008-2016 – adiunkt

2003-2008 – asystent

2002-2003 – młodszy dokumentalista

2007 – staż naukowy w zakładzie Landscape Systems w Centrum Badawczym Alterra
(Wageningen UR – Holandia)

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):

a. Tytuł osiągnięcia naukowego:

Dynamika roślinności starych lasów i wtórnych lasów porolnych w centralnej Polsce – uwarunkowania naturalne i antropogeniczne.

b. Jako osiągnięcie naukowe przedstawiam pięć publikacji związanych tematycznie z podanym powyżej zagadnieniem:

- [1] Matuszkiewicz J.M., **Kowalska A.**, Solon J., Degórski M., Kozłowska A., Roo-Zielińska E., Zawiska I., Wolski J. 2013. Long-term evolution models of post-agricultural forests. Warszawa, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, **Prace Geograficzne 240**, 312 s.
- [2] Matuszkiewicz J.M., **Kowalska A.***, Kozłowska A., Roo-Zielińska E., Solon J. 2013. Differences in plant-species composition, richness and community structure in ancient and post-agricultural pine forests in central Poland. **Forest Ecology and Management 310**: 567–576.
- [3] **Kowalska A.***, Matuszkiewicz J.M., Solon J., Kozłowska A. 2017. Indicators of ancient forests in nutrient-deficient pine habitats. **Silva Fennica 51**, 1 id 1684.
- [4] Matuszkiewicz J.M., Solon J., **Kowalska A.** 2015. Rekolonizacja borówki czernicy w borach sosnowych i mieszanych na gruntach porolnych. **Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej 42**, 1: 220–235.
- [5] **Kowalska A.***, Kołaczowska E. 2015. Regeneration-degeneration processes in the inland dune forests in protected areas of central Poland (Kampinos National Park). **Miscellanea Geographica 19**, 4: 56–63.

* autor korespondencyjny

c. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

Roślinność jest efektem wzajemnych związków i zależności pomiędzy elementami środowiska geograficznego (klimatem, glebami, stosunkami wodnymi). Jest ona łatwo dostrzegalnym i rozpoznawalnym komponentem geosystemu, który pozwala określić charakter funkcjonowania danego układu, a tym samym przemiany, jakim podlega. Znajomość struktury roślinności, jej przestrzennego zróżnicowania, zestawu ilościowego i jakościowego gatunków, i ich cech diagnostycznych pozwala określić nie tylko jej aktualny stan, ale także procesy zachodzące w tych składowych środowiska, które są dla niej ekologicznie istotne. **Zbiorowiska roślinne** są układami ekologicznymi reagującymi na zmiany warunków środowiska poprzez zmiany strukturalno-dynamiczne np. zmiany kombinacji gatunkowej – składu i proporcji gatunków lub ich grup, udziału gatunków o różnych wymaganiach ekologicznych i różnej biologii, struktury poziomej i pionowej układu, zmienność dynamiki i funkcji (Roo-Zielińska 2004).

Na **dynamikę roślinności**, w tym zbiorowisk leśnych, składają się dwa kierunkowe procesy: sukcesja i przeciwna jej regresja, jak również procesy z powtarzalnymi zjawiskami, ale o nieokreślonym rytmie i zmiennym okresie trwania: fluktuacja, regeneracja i degeneracja, a także proces cykliczny – sezonowość (Faliński 1986, 1991). Jednym z najważniejszych celów badań nad przemianami roślinności w czasie jest wyjaśnienie ich przyczyn (wywołanych zarówno przez mechanizmy naturalne jak i presję antropogeniczną). Na tej podstawie możliwe jest przewidywanie dalszych kierunków rozwoju danego zbiorowiska roślinnego (Knapp 1974; Londo 1980).

Należy podkreślić, że najintensywniejsze przemiany roślinności leśnej łączone są najczęściej z bezpośrednim lub pośrednim oddziaływaniem człowieka. Zmiany natężenia antropopresji prowadzą do sukcesji/ regeneracji bądź regresji/ degeneracji¹ zbiorowisk roślinnych. Istotnym przykładem prac dotyczących tych procesów są badania porównawcze prowadzone w **lasach wtórnych powstałych na gruntach porolnych** i w dojrzałych kompleksach leśnych o charakterze **starych lasów** tzn. lasów trwających w krajobrazie nieprzerwanie od dawna, od czasów historycznych (zazwyczaj przyjmuje się, jako granicę

¹ Degeneracja – krótkotrwały proces odkształceń w strukturze i zaburzeń w funkcjonowaniu zbiorowiska, występujących mozaikowo, a więc nieobejmujących naraz całego zbiorowiska w granicach jego biochory (powierzchni zajętej przez jedno konkretne zbiorowisko).

Regeneracja – proces odbudowy struktury i funkcji tych części zbiorowiska, które wcześniej uległy degeneracji, siłami wewnętrznymi zbiorowiska, a więc za pomocą propagul (nasion, organów wegetatywnych) pochodzących z tego samego zbiorowiska.

Regresja – zanik danego zbiorowiska wraz z całą biocenozą w granicach całej biochory pod działaniem czynników zewnętrznych (naturalnych lub antropogenicznych).

Sukcesja (pierzchna/wtórna) – proces inicjacji i rozwoju zbiorowiska na siedliskach wolnych dotychczas od organizmów żywych, ich szczątków lub innej formy materii organicznej/ wcześniej zasiedlonych w granicach potencjalnej biochory za pomocą propagul pochodzących z zewnątrz (Faliński 1991).

XVIII wiek – Rackham 1980). Odtworzenie zbiorowisk leśnych na gruntach porolnych jest procesem trudnym i długotrwałym. Użytkowanie rolnicze pozostawia trwały ślad w środowisku – zmieniają się warunki fizykochemiczne gleby i skład gatunkowy roślinności. Większość gatunków typowo leśnych charakteryzuje się brakiem trwałego banku nasion², co znacznie ogranicza możliwość zachowania zdolności kiełkowania w niesprzyjających warunkach, a później odtworzenie zbiorowiska. Zalesienia wprowadzone przez człowieka inicjują rozwój zbiorowisk za pomocą propagul pochodzących z zewnątrz (sukcesja wtórna). Są to przede wszystkim nasiona/sadzonki gatunków drzew, a spontaniczny powrót roślin runa leśnego zależy jest od dostępności ich propagul w środowisku, co w niektórych przypadkach związane jest z koniecznością obecności w bliskiej odległości płatów starego lasu, jako ostoi tych często słabo rozprzestrzeniających się gatunków.

Prace przedstawione, jako osiągnięcie naukowe dotyczą procesów dynamicznych zachodzących w starych lasach i lasach wtórnych na terenach porolnych w centralnej Polsce. Koncentrują się na **regeneracji/degeneracji** dojrzałych fitocenoz na siedliskach borów i borów mieszanych traktowanej, jako odtwarzanie się/odkształcenie specyficznych pod względem struktury przestrzennej i składu florystycznego zbiorowisk odpowiadających potencjalnej roślinności naturalnej³.

W ciągu ostatnich 40 lat pojawiło się wiele publikacji związanych z problematyką odbudowy roślinności leśnej na gruntach porolnych. Należy odnotować, że wtórne lasy porolne były przedmiotem badań w Europie Zachodniej (Hermy i Stieperaere 1981; Petersen 1994; Brunet i von Oheimb 1998; Honney i in. 1998; Bellmare i in. 2002; Wulf i Heinken 2008; De Frenne i in. 2011; Schmidt i in. 2014), a także w Ameryce Północnej (Matlack 1994; Singleton i in. 2001; Verheyen i in. 2003; Flinn i Vellend 2005). W Polsce zajmowali się tym zagadnieniem między innymi Szujewski (1990), Dzwonko i Loster (1992), Dzwonko (2001) oraz Orczewska (2009, 2010). Zainteresowanie tym tematem związane jest z obserwowanym, znaczącym wzrostem powierzchni wtórnych lasów porolnych – następstwem zmian politycznych, społeczno-ekonomicznych, a także rozwoju nowoczesnych metod produkcji rolnej, które prowadziły do odłogowania najslabszych gruntów i ich stopniowego zalesiania. W Polsce, pierwsze wzmianki o zadrzewianiu porzuconych terenów rolniczych pochodzą z XIX wieku (Sobczak 1996), ale największe zalesienia odnotowano po drugiej

² Glebowy bank nasion – nagromadzone w glebie nasiona zdolne do kiełkowania w optymalnych warunkach dla danego gatunku. Wielkość banku nasion zależy m.in. od długości okresu spoczynkowego nasion i ich żywotności. Nasiona różnych gatunków różnią się okresem zachowywania zdolności kiełkowania (Thompson i Grime 1979).

³ Potencjalna roślinność naturalna – hipotetyczny stan roślinności, jaki zostałby osiągnięty na drodze naturalnej sukcesji, gdyby tendencje rozwojowe roślinności aktualnej mogły być zrealizowane po całkowitym zaprzestaniu działalności człowieka (Tüxen 1956).

wojnie światowej (Smykała 1990; Tuszyński 1990). Najczęściej wybierano do nich sosnę zwyczajną *Pinus sylvestris* L., a **bory sosnowe** stały się najbardziej powszechnym typem lasu wtórnego nie tylko w Polsce (ok. 60% wszystkich polskich lasów), ale także w północnej części Niziny Środkowoeuropejskiej. Mimo to, zaskakująco mało jest badań odnoszących się do regeneracji tych zbiorowisk (Góras i Orczewska 2007; Orczewska i Fernes 2011; Reinecke i in. 2014), dlatego prace wchodzące w skład wskazanego powyżej osiągnięcia naukowego traktuję, jako wypełnienie istniejącej luki w zakresie tej problematyki badawczej. Uzyskane wyniki mają znaczenie nie tylko poznawcze, ale także praktyczne dla gospodarki leśnej oraz ochrony przyrody i krajobrazu.

Materiały do czterech z ww. prac zostały zgromadzone w ramach projektu MNiSW pt: *Modele długookresowej ewolucji fitocenozy leśnych regenerujących na terenach porolnych w warunkach zróżnicowanego siedliska glebowego i odmiennych oddziaływań antropogenicznych na pograniczu mazursko-kurpiowskim* realizowanego w Zakładzie Geoekologii i Klimatologii IGiPZ PAN w latach 2008-2012, w którym uczestniczyłam w charakterze głównego wykonawcy. Materiały te obejmują dwie zasadnicze grupy:

- opracowania kartograficzne (mapy) obrazujące zróżnicowanie przestrzenne roślinności na pograniczu Mazur i Kurpiów, w przeszłości i obecnie,
- zdjęcia fitosocjologiczne (spisy florystyczne roślinności) wraz z wynikami analiz właściwości fizykochemicznych gleb, dokumentujące charakterystykę roślinności i gleb poszczególnych płatów lasu reprezentujących trzy typy zbiorowisk: bory sosnowe, bory mieszane i grądy.

Analiza sześciu map historycznych oraz terenowe rozpoznanie poziomu płuźnego w glebie (świadczącego o dawnym użytkowaniu rolniczym) umożliwiły podział współczesnych lasów na dwie zasadnicze kategorie: lasy stare oraz lasy wtórne o różnym stażu regeneracji, czyli okresie od momentu, kiedy dany fragment terenu użytkowanego rolniczo został zalesiony. Przynależność typologiczną zbiorowisk określano na podstawie mapy potencjalnej roślinności naturalnej wykonanej podczas kartowania terenowego. Do badań fitosocjologicznych (analizy i opisu zbiorowisk roślinnych) wybierane były płaty lasu o dostatecznie dojrzałym drzewostanie oraz strukturze o względnie niskim stopniu odkształcenia. Wszystkie badane zbiorowiska były lasami gospodarczymi.

Celem badań, będących podstawą publikacji przedstawionych jako osiągnięcie naukowe było:

- wskazanie różnic pomiędzy lasami starymi a lasami wtórnymi o różnym stażu w zakresie składu florystycznego, bogactwa gatunkowego oraz struktury zbiorowisk,
- wskazanie gatunków różnicujących lasy o różnym stażu regeneracji i ich cech charakterystycznych (ang. *trait profiles*),
- weryfikacja znanej z literatury listy gatunków starych lasów (Hermy i in. 1999; Dzwonko i Loster 2001), jako narzędzia rozpoznawania stopnia regeneracji lasów wtórnych,
- sprawdzenie możliwości wykorzystania stanu populacji pojedynczych gatunków, jako wskaźników regeneracji, w tym w szczególności borówki czernicy *Vaccinium myrtillus*,
- opracowanie, przydatnego do badań regeneracji zbiorowisk, wskaźnika dojrzałości lasu,
- opracowanie modeli regeneracji zbiorowisk leśnych na gruntach porolnych, określających tempo i przebieg tego procesu oraz jego najważniejsze uwarunkowania.

Główną część wyników badań przedstawiono w opracowaniu monograficznym w Pracach Geograficznych [1]. Artykuły opublikowane w kolejnych latach [2, 3, 4] rozwijają i znacząco pogłębiają wybrane problemy badawcze.

Wyniki analiz kartograficznych wskazują na głębokie zmiany zalesienia badanego terenu, które wystąpiły w ciągu ostatnich 200 lat [1]. Były one przy tym odmienne na obszarze Mazur i Kurpiów; jednak widoczne zróżnicowanie pomiędzy regionami nie zmieniło ogólnej tendencji wzrostu zalesienia w porównaniu do minimum, które wystąpiło na Mazurach w połowie XIX, a na Kurpiach na początku XX wieku. Obserwowane zmiany miały wpływ na zróżnicowanie stażu regeneracji poszczególnych fragmentów współczesnych lasów. Poza kategorią starych lasów, wyróżniono kilka kategorii lasów wtórnych o różnym stażu zalesienia (najkrótszy 70-80 lat). Należy także zwrócić uwagę na różnice w zalesieniu poszczególnych siedlisk. Na dominujących w obu regionach siedliskach grądowych lasy zajmują współcześnie niewiele ponad 1/3 powierzchni. Przeważają natomiast na siedliskach borów i borów mieszanych, które były podstawowymi obiektami moich badań i na których skoncentruję się w dalszej części autoreferatu. Regeneracja tych lasów jest wyjątkowo długim procesem, przede wszystkim ze względu na wolno rozkładającą się kwaśną ściółkę drzew iglastych, hamującą wzrost gatunków leśnych.

Przeprowadzone analizy fitosocjologiczne pokazały istotne różnice pod względem struktury zbiorowisk oraz składu florystycznego starych lasów i lasów wtórnych. Warto zaznaczyć, że analizy dotyczyły zarówno roślin zielnych jak i mszaków, które stanowią istotny składnik runa zbiorowisk borowych, a w dotychczasowych badaniach były rzadko uwzględniane (Mölder i in. 2015). Największe różnice obserwowano w warstwie runa, gdzie pokrycie roślin zielnych było znacznie większe w starych lasach, natomiast mszaków – w lasach wtórnych [2]. Ponadto stwierdzono istotne różnice pod względem składu florystycznego oraz udziału niektórych gatunków [1, 2, 3, 4].

Wyróżniono kilka grup gatunków (na podstawie analizy frekwencji). W borach sosnowych, wyraźną preferencję dla starych lasów wykazuje 10 gatunków roślin zielnych: wietlica samicza *Athyrium filix-femina*, trzcinnik leśny *Calamagrostis arundinacea*, wrzos pospolity *Calluna vulgaris*, konwalia majowa *Convallaria majalis*, kosmatka owłosiona *Luzula pilosa*, trzęślica modra *Molinia caerulea*, węży mord niski *Scorzonera humilis*, siódmaczek leśny *Trientalis europaea*, borówka bagienna *Vaccinium uliginosum*, borówka brusznica *Vaccinium vitis-idaea* oraz dwa gatunki mchów: gajnik lśniący *Hylocomium splendens* i borześląd zwisły *Pohlia nutans*. W borach mieszanych są to: konwalia majowa *Convallaria majalis*, kosmatka owłosiona *Luzula pilosa*, trzęślica modra *Molinia caerulea*, węży mord niski *Scorzonera humilis*, siódmaczek leśny *Trientalis europaea* oraz konwalijka dwulistna *Maianthemum bifolium*, kokoryczka wonna *Polygonatum odoratum*, orlica pospolita *Pteridium aquilinum* i mech wiewiórecznik mały *Sciuro-hypnum oedipodium*. Interesujące jest, że dwa gatunki wskaźnikowe starych borów sosnowych (*Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis-idaea*), w borach mieszanych istotnie częściej występują w najstarszych lasach wtórnych. Preferencję dla lasów wtórnych z młodszym stażem przejawiają natomiast: tomka wonna *Anthoxanthum odoratum*, pomocnik baldaszkowy *Chimaphila umbellata*, żarnowiec miotlasty *Cytisus scoparius*, kłosówka miękka *Holcus mollis*, widłak goździsty *Lycopodium clavatum*, gruszyczka zielonawa *Pyrola chlorantha*, szczaw polny *Rumex acetosella*, płonnik jałowcowaty *Polytrichum juniperinum*. Dużą grupę stanowią również gatunki pojawiające się z tą samą częstotliwością we wszystkich kategoriach badanych lasów. Są to między innymi: widłak jałowcowaty *Lycopodium annotinum*, pszeniec zwyczajny *Melampyrum pratense*, borówka czernica *Vaccinium myrtillus* oraz widłoząb kędzierzawy *Dicranum polysetum*, widłoząb miotlasty *Dicranum scoparium*, rokietnik pospolity *Pleurozium schreberi*, piórosz pierzasty *Ptilium crista-castrensis*.

Wyniki analizy porównawczej pokazały, że wartość poszczególnych gatunków, jako wskaźników tempa odbudowy zbiorowisk leśnych należy odnosić do konkretnych typów siedlisk. Wiele gatunków – wskaźników starych lasów w jednym typie lasu, w innym – może być już wskaźnikiem starszego lasu wtórnego. Można to tłumaczyć m.in. różnicą w tempie regeneracji gleb, przebiegającą szybciej na żyzniejszych, niż na uboższych siedliskach [1, 3].

Wskaźnikami starych lasów są zarówno gatunki typowo leśne (*C. majalis*, *M. biforium*, *T. europaea*), które preferują stanowiska zacienione lub umiarkowanie zacienione oraz gleby świeże i słabo kwaśne, jak i gatunki charakterystyczne dla zbiorowisk otwartych: *C. arundinacea*, *C. vulgaris*, *M. caerulea*, które, mają inne, w porównaniu do poprzednich wymagania świetlne czy glebowe, choć podobnie reagują na głębokie zmiany w profilu glebowym, wywołane zabiegami agrotechnicznymi niszczącymi mikroorganizmy (np. grzyby), z którymi mają relacje symbiotyczne. Odnotować należy, że gatunki typowo leśne znalazły się także wśród wskaźników lasów wtórnych. Największym zaskoczeniem są rośliny z rodziny wrzosowatych *Ericaceae* – *Ch. umbellata* i *P. chlorantha*, których niska frekwencja w starych lasach spowodowana jest prawdopodobnie brakiem możliwości konkurowania z gatunkami krzewinek, obficie tam występującymi.

Współwystępowanie gatunków o różnych wymaganiach siedliskowych znajduje odzwierciedlenie w porównaniu ekologicznych liczb wskaźnikowych obliczonych dla poszczególnych kategorii borów sosnowych [2]. W przeciwieństwie do wyników badań prowadzonych w lasach liściastych, sumarycznie potraktowane gatunki występujące w borach zaliczonych do starych lasów nie różnią się istotnie pod względem wymagań świetlnych od tych z lasów wtórnych. Większe natomiast różnice dotyczą wymagań wilgotnościowych i odczynu gleby. W lasach wtórnych jest, bowiem więcej gatunków preferujących mniej kwaśne gleby i znoszących suche lub mokre podłoże, w porównaniu z dojrzałymi starymi lasami, w których więcej jest gatunków wskazujących na gleby świeże i wilgotne. Zatem tylko wyniki dotyczące warunków wilgotnościowych i odczynu gleby są zgodne z profilem ekologicznym wskaźników starych lasów opisanym w literaturze (Hermy i in. 1999; Dzwonko i Loster 2001).

Wśród wielu badanych biologicznych właściwości roślin zielnych, tylko te związane z rozsiewaniem istotnie różnicowały gatunki starych lasów i lasów wtórnych [3]. Większość gatunków charakterystycznych dla starych lasów produkuje małą liczbę, ciężkich nasion i słabo rozprzestrzenia się na większe odległości. Najbardziej powszechne wśród nich są autochory (rośliny samosiewne) i myrmekochory (rozsiewane przez mrówki). Gatunki mające

zdolność rozsiewania na większe odległości np. anemochory, (których nasiona rozsiewane są przez wiatr) czy endozoochory, (których nasiona przenoszone są przez zwierzęta) dominują w lasach wtórnych. Te z nich, które są częstsze w starych lasach, mają specyficzne wymagania glebowe, a ich rozsiewanie ogranicza niewielki zasięg żerowania zwierząt żywiących się ich owocami. Niespodziewanie, pozostałe badane cechy gatunków siedlisk borowych, w odróżnieniu od badań prowadzonych na żyzniejszych siedliskach (Kimberley i in. 2013; Kelemen i in. 2014), okazały się nieprzydatne przy różnicowaniu borów o różnym stażu regeneracji. Przykładem może być glebowy bank nasion. Uważa się, że większość gatunków starych lasów charakteryzuje się krótkotrwałym bankiem nasion. Tymczasem wśród wskaźników starych lasów w borach znalazły się gatunki, których nasiona zachowują bardzo długo zdolność kiełkowania np. *C. vulgaris* (Kleyer i in. 2008).

Przeprowadzona analiza oraz wyniki badań ekologicznych i biologicznych właściwości gatunków roślin w borach sosnowych o różnym stażu regeneracji okazały się bardzo przydatne i istotne, dostarczając wiedzy, która może być wykorzystana przy porównaniu podobnych zbiorowisk, choć z inną pulą gatunków.

Zestawienie otrzymanej listy gatunków starych lasów siedlisk borowych z listami znanymi z literatury (Hermy i in. 1999; Dzwonko i Loster 2001) uwidocznilo sporo rozbieżności i skłoniło do poszukania ich przyczyn [1, 3]. W zależności od rozpatrywanego gatunku, obserwowany brak zgodności można tłumaczyć różnymi uwarunkowaniami, np. siedliskowymi, wpływającymi na szybkość regeneracji gleby w różnych typach lasów. Ważną rolę odgrywa także struktura krajobrazu, ułatwiająca bądź ograniczająca możliwość przemieszczania się propagul danego gatunku. Każdy z tych czynników należy uwzględnić poszukując gatunków starych lasów w różnych regionach geograficznych.

Oprócz gatunków, których przynależność do starych lasów została zanegowana (np. nerecznica krótkoostna *Dryopteris carthusiana*, pszeniec zwyczajny *M. pratense*, sałatnik leśny *Mycelis muralis*), odnotowano także takie, u których została potwierdzona [1, 3]. Przykładem może być konwalia majowa *C. majalis*, wykazująca przywiązanie do starych lasów zarówno w lasach liściastych jak i w borach. Jej występowanie w lasach wtórnych jest mocno zależne od odległości od starego lasu [1], co sugeruje dominującą rolę rozmnażania wegetatywnego. Rozsiewanie endozoochoryczne jest prawdopodobnie silnie ograniczone przez toksyczność owoców, które mogą być konsumowane i roznoszone tylko przez nieliczne zwierzęta (np. gryzonie – Ehrlén i Eriksson 1993).

Szczególnym przypadkiem jest borówka czernica *V. myrtillus* będąca ważnym elementem runa leśnego w borach sosnowych i mieszanych. Przystosowaniem do życia na ubogich siedliskach jest symbioza borówki z grzybami w postaci mikoryzy (Madej 1968) oraz zdolność do przemieszczania związków organicznych i mineralnych między starszymi i młodszymi tkankami (Harper 1977). Borówka pełni ważną rolę strukturalną i funkcjonalną. Przyczynia się znacząco do produkcji biomasy oraz przekazywania do obiegu materii, bogatej w ważne dla funkcjonowania ekosystemów leśnych pierwiastki. Występowanie borówki zapobiega erozji gleby, sprzyja formowaniu i akumulacji warstwy próchnicznej (Gądziński 1967; Grochowski 1976), odnawianiu gatunków drzewiastych (Jäderlund i in. 1996) oraz rozwojowi innych gatunków runa (Parlane i in. 2006). Gatunek ten wzbogaca w sposób znaczący strukturę przestrzenną fitocenozy, stwarzając możliwości do życia dla różnych grup zwierząt. Zwiększa on naturalną odporność drzewostanów dając schronienie owadom atakującym fitofagi (roślinozerców) (Karczewski 1962) i stanowi główne źródło pożywienia dla wielu gatunków zwierząt m. in. łownych (Fernandes-Calvo i Obeso 2004).

Wyniki badań dowiodły, że borówka czernica nie wykazuje preferencji dla starych lasów pod względem frekwencji, natomiast przy uwzględnieniu ilościowości wskazuje na pozytywny i jednoznaczny związek ze stażem regeneracji [1, 4]. Tempo rekolonizacji populacji borówki w borach sosnowych na gruntach porolnych jest bardzo wolne; nawet w lasach o około 230-letnim stażu regeneracji widoczne są różnice w pokryciu tego gatunku w porównaniu ze starymi lasami. W borach mieszanych rekolonizacja *V. myrtillus* przebiega szybciej niż w typowych borach sosnowych. Istnieje także zależność pokrycia *V. myrtillus* w lasach wtórnych z odległością regenerującego płatu od fragmentów starych lasów, w których gatunek ten mógł przetrwać. Związek rozprzestrzenienia borówki z odległością od starego lasu ma złożony charakter, co wynika prawdopodobnie ze zróżnicowania strumieni przenoszenia diaspor tego gatunku. Ograniczone rozprzestrzenienie czernicy w lasach wtórnych można wyjaśnić na podstawie charakterystycznych cech biologicznych gatunku. Borówka rozmnaża się przede wszystkim wegetatywnie przez podziemne, łamliwe kłącza (Tolvanen i Laine 1997). Rozmnażanie generatywne ma mniejsze znaczenie, choć jest to typowy gatunek endozoochoryczny. Jej owoce są atrakcyjne dla wielu, różniących się behawiorem, gatunków zwierząt; od owadów czy drobnych ssaków o niewielkiej ruchliwości, po ptaki i większe ssaki, które przyczyniają się do przenoszenia owoców i nasion na większe odległości (Schaumann i Heinken 2002; Atlegrim 2005).

Badania składu florystycznego starych lasów i lasów wtórnych pokazały, że żaden z obserwowanych gatunków nie występuje wyłącznie w lesie jednej czy drugiej kategorii. Do określenia z dużym prawdopodobieństwem przynależności danego płatu do starego lasu należy wziąć pod uwagę całą listę gatunków jednoznacznie do niego przypisanych. Taki zestaw tworzy swoisty wzorzec dla danego typu lasu. Procent gatunków z listy wzorcowej, które w konkretnym płacie występują może stanowić wskaźnik dojrzałości lasu, czyli stopnia zregenerowania płatu [1]. Porównanie wartości zaproponowanego wskaźnika w różnych kategoriach lasu i typach siedlisk potwierdziło jego przydatność do oceny stopnia regeneracji konkretnego płatu, z zastrzeżeniem, że przy jego zastosowaniu należy uwzględnić również inne czynniki (np. wpływ gospodarki leśnej, pożarów czy zwierząt), które obok stażu regeneracji mogą znacząco oddziaływać na skład florystyczny danego zbiorowiska. Analiza zależności wartości wskaźnika od stażu lasu i odległości od starego lasu dowiodła istnienia istotnych korelacji pomiędzy tymi zmiennymi we wszystkich badanych typach lasu. Były to korelacje dodatnie w przypadku stażu regeneracji i ujemne w przypadku odległości od starego lasu.

Obserwowane związki między wskaźnikiem dojrzałości lasu, stażem regeneracji, odległością od starego lasu, wiekiem drzewostanów, a także pokryciem płatów borówką czernicą zostały wykorzystane do opracowania modeli regeneracji zbiorowisk leśnych na gruntach porolnych. Modele zostały opisane za pomocą funkcji matematycznych [1]. Ich analiza prowadzi do stwierdzenia, że najważniejszym czynnikiem dla regeneracji spontanicznej lasów na gruntach porolnych jest czas określany stażem regeneracji. O jej szybkości decyduje również zasobność siedliska. Na najuboższych siedliskach tempo regeneracji jest bardzo powolne i może trwać wiele set lat. Ponadto naturalne odtworzenie kompozycji gatunkowej (wyrażonej wysoką wartością wskaźnika dojrzałości lasu) w lasach wtórnych, nawet o długim stażu regeneracji, ale położonych daleko od starych lasów jest praktycznie niemożliwe. Przy założeniu, że w dobrze wykształconym zbiorowisku wartość wskaźnika nie powinna być niższa niż 25%, odległość progowa dla grądów ze stażem, co najmniej 150 lat wynosi 700 m, dla borów mieszanych o podobnym stażu 500 m, natomiast dla typowych borów sosnowych około 500 m, ale przy stażu przynajmniej 200 lat. Korelacja stażu regeneracji i odległości płatów od fragmentów starych lasów pokazuje jak duże znaczenie ma struktura krajobrazu – jej historyczny rozwój, rozmieszczenie płatów starych lasów, typów siedlisk oraz występowanie barier i korytarzy dla przenoszenia diaspor poszczególnych gatunków.

Uzyskane wyniki pozwoliły sformułować zalecenia dla praktyki leśnej. Nowe zalesienia powinny być wprowadzane w sąsiedztwie starych lasów, co umożliwi bezpośredni do nich dostęp słabo rozprzestrzeniającym się gatunkom leśnym. Konieczne jest także zapewnienie odpowiednich warunków dla rozwoju tych gatunków. W przypadku borówki czernicy, gatunku kluczowego dla regeneracji borów należy przede wszystkim zadbać o optymalne warunki świetlne (umiarkowany cień) – Parlane i in. 2006, które można uzyskać wprowadzając cięcia częściowe. W gospodarowaniu lasem należy także uwzględnić kontrolę liczebności zwierząt roślinożernych, które nie stanowią zagrożenia dla tego gatunku, a nawet mogą sprzyjać jego rozprzestrzenianiu, ale ich nadmierna presja może poważnie ograniczyć występowanie borówki (Nielsen i in. 2007). Z drugiej strony taki stan może być korzystny dla innych cennych, a rzadkich gatunków np. wrzosowatych, które zanikają przegrywając konkurencję z dominującymi krzewinkami. Utrzymanie różnorodności gatunkowej na poziomie krajobrazowym wymaga zachowania równowagi pomiędzy potrzebami poszczególnych gatunków.

Przedstawione powyżej modele regeneracji zbiorowisk borowych zostały opracowane dla lasów gospodarczych. Ważne, więc było sprawdzenie, jak przebiegają procesy regeneracji po zaprzestaniu lub ograniczeniu zabiegów gospodarskich i użytkowania lasu. Procesy regeneracji/ degeneracji zbiorowisk borowych wyłączonych z typowej gospodarki leśnej obserwowano w Puszczy Kampinoskiej [5]. Większość z nich to zbiorowiska będące starymi lasami, które przed założeniem parku narodowego w 1959 roku były użytkowane jak inne lasy. Pozyskiwano z nich drewno, owoce leśne, ściółkę oraz prowadzono wypas zwierząt gospodarskich. Na terenie Puszczy Kampinoskiej, wtórne lasy porolne na siedliskach borów występują rzadko, zwykle na obrzeżach głównych kompleksów leśnych, w sąsiedztwie zabudowań.

Materiały zbierano podczas kartowania roślinności rzeczywistej pasów wydmowych w 2013 roku. Podczas badań w terenie, poza typem zbiorowiska, określano także stopień jego odkształcenia od potencjalnego zbiorowiska naturalnego (na podstawie składu gatunkowego oraz struktury przestrzennej – pionowej i poziomej). Następnie analizowano zależności między stopniem odkształcenia dojrzałych zbiorowisk borów sosnowych i mieszanych a wiekiem drzewostanu, oraz pokryciem płatów przez borówkę czernicę.

Ponad 50 lat od ograniczenia presji ze strony człowieka, na badanym terenie nie odnotowano zbiorowisk reprezentujących wzorzec, czyli potencjalne zbiorowisko naturalne lub minimalnie od niego odkształconych, choć większość z nich to stare lasy. Dobrze

wykształcone zbiorowiska zajmują tylko około połowy powierzchni badanych siedlisk. W pozostałych zbiorowiskach borowych struktura przestrzenna i skład gatunkowy odbiega znacznie od charakterystycznej kompozycji gatunkowej. Związek między stopniem odkształcenia zbiorowisk borów sosnowych i mieszanych a wiekiem drzewostanu okazał się nieistotny. Stwierdzono natomiast istotne korelacje między wiekiem drzewostanu i stopniem odkształcenia a pokryciem płatów przez borówkę czernicę. Jest jej więcej w borach starszych i mniej odkształconych. Obie zależności są silniejsze w borach sosnowych, niż mieszanych, co po raz kolejny wskazuje na wagę warunków siedliskowych w procesie regeneracji zbiorowisk leśnych.

Podsumowując, badania w lasach chronionych w Kampinoskim Parku Narodowym udowodniły, że wpływ zabiegów gospodarczych oraz różnych sposobów użytkowania utrzymuje się jeszcze długo po ustąpieniu presji ze strony człowieka, bez względu na wiek drzewostanu i staż zbiorowiska. Ponadto, w lasach chronionych podobnie jak w lasach gospodarczych obserwujemy zależność szybkości regeneracji od żyzności siedliska i korelację z pokryciem borówki czernicy. Inny, ważny wniosek wynikający z tych badań jest następujący: regeneracja zbiorowisk borowych po ograniczeniu tradycyjnego użytkowania prowadzi do stopniowego przekształcania się borów sosnowych świeżych w bory mieszane (przy istotnej pomocy licznych nasadzeń dębowych). Jest to zgodne z tendencjami odnotowanymi w innych regionach Polski i Europy Środkowej (Stefańska-Krzaczek 2010; Reinecke i in. 2014).

Do najważniejszych wyników przeprowadzonych badań składających się na osiągnięcie naukowe należą:

- identyfikacja gatunków preferujących lasy o różnym stażu regeneracji na siedliskach borów sosnowych i mieszanych, z uwzględnieniem pomijanych dotąd mszaków,
- wskazanie cech charakterystycznych – właściwości biologicznych i ekologicznych wyróżnionych grup gatunków, pomocnych przy identyfikacji lasów z różnym stażem regeneracji,
- weryfikacja znanej z literatury listy gatunków starych lasów w warunkach badanych ubogich siedlisk borowych,
- pokazanie możliwości wykorzystania procentowego pokrycia borówki czernicy, jako wskaźnika stopnia regeneracji zbiorowisk borowych,

- wskazanie czynników determinujących proces regeneracji zbiorowisk borowych – zależności od czasu, odległości od ostoi oraz zasobności siedlisk,
- podkreślenie znaczącej roli gospodarki leśnej w procesach regeneracji zbiorowisk borowych.

Wiedza na temat przebiegu oraz uwarunkowań regeneracji zbiorowisk borowych może posłużyć do optymalizacji zarządzania tymi lasami, ochrony przyrody i krajobrazu.

Cytowana literatura

- Atlegrim O. 2005. Indirect effects of ant predation (Hymenoptera: Formicidae) on bilberry *Vaccinium myrtillus*. *European Journal of Entomology* 102: 175–180.
- Bellemare J., Motzkin G., Foster D.R. 2002. Legacies of the agricultural past in the forested present: an assessment of historical land-use effects on rich mesic forests. *Journal of Biogeography* 29: 1401–1420.
- Brunet J., von Oheimb G. 1998. Migration of vascular plants to secondary woodlands in southern Sweden. *Journal of Ecology* 86: 429–438.
- De Frenne P., Baeten L., Graae B.J., Brunet J., Wulf M., Orczewska A., Kolb A., Jansen, I. Jamoneau A., Jacquemyn H., Hermy M., Diekmann M., De Schrijver A., De Sanctis M., Decocq G., Cousins S.A.O., Verheyen K. 2011. Interregional variation in the floristic recovery of post-agricultural forests. *Journal of Ecology* 99: 600–609.
- Dzwonko Z., 2001. Migration of vascular plant species to a recent wood adjoining ancient woodland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 70: 71–77.
- Dzwonko Z., Loster S. 1992. Species richness and seed dispersal to secondary woods in southern Poland. *Journal of Biogeography* 19: 195–204.
- Dzwonko Z., Loster S. 2001. Wskaźnikowe gatunki roślin starych lasów i ich znaczenie dla ochrony przyrody i kartografii roślinności. *Prace Geograficzne* 178: 119–132.
- Ehrlén J., Eriksson O. 1993. Toxicity – nonadaptive trait? *Oikos* 66: 107–113.
- Faliński J.B. 1986. *Vegetation Dynamics in Temperate Lowland Primeval Forests. Ecological Studies in Białowieża Forest*, Springer, Netherlands.
- Faliński 1991. Procesy ekologiczne w zbiorowiskach leśnych. *Phytocoenosis (N. S.) Seminarium Geobotanicum* 3: 17–41.
- Fernandes-Calvo I.C., Obeso J.R. 2004. Growth, nutrient content, fruit production and herbivory in bilberry *Vaccinium myrtillus* L. along an altitudinal gradient. *Forestry* 77(3): 213–223.
- Flinn K.M., Vellend M. 2005. Recovery of forest plant communities in post-agricultural landscapes. *Frontiers in Ecology and the Environment* 3: 243–250.
- Gądziński Z. 1967. Warunki retencji wodnej w glebach leśnych. *Roczniki WSR, Poznań, Leśnictwo* 34 (8): 371–413.
- Góras P., Orczewska A. 2007. Zróznicowanie runa w lasach sosnowych posadzonych na gruntach porolnych i w starych lasach sosnowych na siedlisku boru mieszanego świeżego. *Przegląd Przyrodniczy* 18(1-2): 227–241.

- Grochowski W. 1976. Uboczna produkcja leśna. PWN, Warszawa.
- Harper J. 1977. Population biology of plants. Acad. Press, London, New Your, San Francisco.
- Hermý M., Honney O., Firbank L., Grashof-Bokdam C., Lawesson J.E. 1999. An ecological comparison between ancient and other forest plant species of Europe, and the implications for forest conservation. *Biological Conservation* 91: 9–22.
- Hermý M., Stieperaere H. 1981. An indirect gradient analysis of the ecological relationships between ancient and recent riverine woodlands to the south of Brughes (Flanders, Belgium). *Vegetatio* 44: 43–49.
- Honnay O., Degroote B., Hermý M. 1998. Ancient-forest plant species in western Belgium: a species list and possible ecological mechanisms. *Belgian Journal of Botany* 130: 139–154.
- Jäderlund A., Zackrisson O., Nilsson M.C. 1996. Effects of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) litter on seed germination and early seedling growth of four boreal tree species. *Journal of Chemical Ecology* 22: 973–986.
- Karczewski J. 1962. Znaczenie borówki czernicy dla entomocenozy leśnej. *Folia Forestalia Polonica Ser. A* 9: 1–200.
- Kelemen K., Kriván A., Standovár T. 2014. Effects of land-use history and current management on ancient woodland herbs in Western Hungary. *Journal of Vegetation Science* 25: 172–183.
- Kimberley A., Blackburn G.A., Whyatt J.D., Kirby K., Smart S.M. 2013. Identifying the trait syndromes of conservation indicator species: how distinct are British ancient woodland indicator plants from other woodland species? *Applied Vegetation Science* 16: 667–675.
- Kleyer M., Bekker R.M., Knevel I.C., Bakker J.P., Thompson K., Sonnenschein M., Poschlod P., Van Groenendael J.M., Klimeš L., Klimešová J., Klotz S., Rusch G.M., Hermý M., Adriaens D., Boedeltje G., Bossuyt B., Dannemann A., Endels P., Götzenberger L., Hodgson J.G., Jackel A.-K., Kühn I., Kunzmann D., Ozinga W.A., Römermann C., Stadler M., Schlegelmilch J., Steendam H.J., Tackenberg O., Wilmann B., Cornelissen J.H.C., Eriksson O., Garnier E., Peco B. 2008. The LEDA trait base: a database of life-history traits of the NW European flora. *Journal of Ecology* 96(6): 1266–1274.
- Knapp R. (ed.) 1974. *Vegetation Dynamics*. The Hague.
- Londo G. 1980. Möglichkeiten ZUI Anwendung von Vegetationskundlichen Untersuchungen auf Dauerflächen. In: Beeftink W.G. (ed.) *Vegetation Dynamics*. The Hague, pp. 13–18.
- Madej T. 1968. Studium nad mikotrofizmem wrzosowatych. *Folia Forestalia Polonica Ser. A* 14: 189–237.
- Matlack G.R. 1994. Plant species migration in a mixed-history forest landscape in eastern North America. *Ecology* 75: 1491–1502.
- Mölder A., Schmidt M., Engel F., Schönfelder E., Schulz F. 2015. Bryophytes as indicators of ancient woodlands in Schleswig-Holstein (Northern Germany). *Ecological Indicators* 54: 12–30.
- Nielsen A., Totland, Ø., Ohlson, M. 2007. The effect of forest management operations on population performance of *Vaccinium myrtillus* on a landscape-scale. *Basic and Applied Ecology* 8: 231–241.
- Orczewska A. 2009. Migration of herbaceous woodland flora into post-agricultural black alder woods planted on wet and fertile habitats in south western Poland. *Plant Ecology* 204(1): 83–96.
- Orczewska A. 2010. Colonization capacity of herb woodland species in fertile, recent alder woods adjacent to ancient forest sites. *Polish Journal of Ecology* 58: 297–310.
- Orczewska A., Fernes M. 2011. Migration of herb layer species into the poorest post-agricultural pine woods adjacent to ancient pine forests. *Polish Journal of Ecology* 59: 113–123.

- Parlane S., Sunners R.W., Cowie N.R., van Gardingen P.R. 2006. Management proposals for bilberry in Scots pine woodland. *Forest Ecology and Management* 222: 272–278.
- Petersen P.M. 1994. Flora, vegetation, and soil in broadleaved ancient and planted woodland, and scrub on Rønøes, Denmark. *Nordic Journal of Botany* 14: 693–709.
- Rackham O. 1980. *Ancient woodland its history, vegetation and uses in England*. Arnold, London.
- Reinecke J., Klemm G., Heinken T. 2014. Vegetation change and homogenization of species composition in temperate nutrient deficient Scots pine forests after 45 yr. *Journal of Vegetation Science* 25(1): 113–121.
- Roo-Zielińska E. 2004. Fitoindykacja jako narzędzie oceny środowiska fizycznogeograficznego. Podstawy teoretyczne i analiza porównawcza stosowanych metod. Warszawa, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Prace Geograficzne 199, 258 s.
- Schaumann F., Heinken T. 2002. Endozoochorous seed dispersal by Martens (*Martes foina*, *M. martes*) in two woodland habitats. *Flora* 197: 370–378.
- Schmidt M., Mölder A., Schönfelder E., Engel F., Schmiedel I., Culmsee H. 2014. Determining ancient woodland indicator plants for practical use: a new approach developed in north-west Germany. *Forest Ecology and Management* 330: 228–239.
- Singleton R., Gardescu S., Marks P.L., Geber M.A. 2001. Forest herb colonization of post-agricultural forests in central New York State, USA. *Journal of Ecology* 89: 325–338.
- Smykała J. 1990. Historia, rozmiar i rozmieszczenie zalesień gruntów porolnych w Polsce w latach 1947-1987. *Sylwan* 3: 1–7.
- Sobczak R. 1996. O przywracaniu lasów na grunty porolne w Polsce. *Sylwan* 5: 35–41.
- Stefańska-Krzaczek E. 2010. Plant communities of Scots pine stands in the south-eastern part of the Bory Dolnośląskie forest (SW Poland). *Acta Botanica Silesiaca Monographiae* 6: 3–98.
- Szujecki A. 1990. Ekologiczne aspekty odtwarzania ekosystemów leśnych na gruntach porolnych. *Sylwan* 3–12, 23–40.
- Thompson K., Grime J.P. 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in the contrasting habitats. *Journal of Ecology* 67: 893–921.
- Tolvanen A., Laine K. 1997. Effects of reproduction and artificial herbivory on vegetative growth and resource levels in deciduous and evergreen dwarf shrubs. *Canadian Journal of Botany* 75: 656–666.
- Tuszyński M. 1990. Właściwości gleb porolnych a gospodarka leśna. *Sylwan* 3–12, 41–50.
- Tüxen R. 1956. Die heutige potentielle naturliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. *Angew. Pflanzensoz.* 13 s.
- Verheyen K., Honnay O., Motzkin G., Hermy M., Foster D.R. 2003. Response of forest plant species to land-use change: a life-history trait-based approach. *Journal of Ecology* 91: 563–577.
- Wulf M., Heinken T. 2008. Colonization of recent coniferous versus deciduous forest stands by vascular plants at the local scale. *Applied Vegetation Science* 11: 307–316.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Badania nad przemianami roślinności rozpocząłam od studiów nad **roślinnością doliny Wisły**. Tej tematyki dotyczyła moja praca doktorska. Jej celem było: (1) rozpoznanie

przestrzennej struktury roślinności w dolinie środkowej Wisły na dwóch poziomach organizacji: kompleksów roślinności i krajobrazów roślinnych, (2) klasyfikacja roślinności – typizacja rozpoznanych jednostek kompleksowych i krajobrazowych oraz (3) identyfikacja czynników naturalnych i antropogenicznych warunkujących jej zróżnicowanie w przeszłości i obecnie. Wyniki badań zawartych w rozprawie doktorskiej zostały opublikowane w opracowaniu monograficznym (wyróżnionym w 2013 r. nagrodą naukową Dyrektora IGiPZ PAN) [6] oraz w kilku artykułach [7, 8, 9, 10]. Na podstawie map roślinności i innych materiałów źródłowych wypracowano precyzyjną metodę wyznaczania jednostek przestrzennych rangi ponadekosystemalnej oraz wykazano, że roślinność, opisana przez jednostki kompleksowe i krajobrazowe, może być wykorzystana, ze względu na silne, wzajemne zależności, jako wskaźnik warunków abiotycznych. Zaprezentowano zmiany rozmieszczenia i charakteru zbiorowisk roślinnych (w tym chronionych) oraz określono ogólne kierunki przekształceń środowiska geograficznego, jakie zaszły w ciągu 50 lat w dolinie środkowej Wisły. Wnioskowano, że największy wpływ na zmiany charakteru i rozmieszczenia zbiorowisk roślinnych miały: (1) rolnicza działalność człowieka (przybierająca różne formy) oraz (2) obwałowanie i regulacja rzeki. Natomiast ogólna niewielka przewaga procesów antropizacji nad renaturyzacją roślinności świadczy o dużych możliwościach renaturyzacyjnych badanego obszaru. Wskazano również obszary, które należy objąć ochroną w ramach programu Natura 2000.

Obszarem doliny Wisły zajmowałam się także (równolegle z pracą nad doktoratem), w ramach realizacji polsko-holenderskiego projektu: *Vistula Econet Development and Implementation VEDI* (2003-2005), którego celem było poszukiwanie dróg dochodzenia do tworzenia scenariuszy zmian środowiska w zależności od strategii rozwoju obszaru doliny. Efekty zaproponowanych scenariuszy zmian środowiska (w tym roślinności) dla wybranych wskaźnikowych gatunków zwierząt modelowano za pomocą komputerowego programu LARCH. Rezultaty tych badań zostały zamieszczone w dwóch publikacjach [11, 12].

Swoją wiedzę na temat roślinności doliny Wisły wykorzystałam również przygotowując ekspertyzę: *Krajobraz i roślinność rzeczywista gminy Łomianki* [13], a także artykuł o przekształceniach roślinności równiny zalewowej doliny środkowej Wisły, w strefie podmiejskiej Warszawy [14]. Badania pokazały, że obserwowane przekształcenia roślinności świadczą o wyraźnych zmianach sposobu użytkowania terenów równiny zalewowej, co jest rezultatem zmian społeczno-ekonomicznych. Jedną z istotnych zmian w dolinie był wzrost udziału zbiorowisk ruderalnych, tworzonych m.in. przez inwazyjne gatunki neofitów (gatunki

obcego pochodzenia). Zwiększeniu ogólnej różnorodności roślinności na poziomie krajobrazowym towarzyszył spadek areалу zbiorowisk naturalnych, charakterystycznych dla doliny rzecznej. Zmiany roślinności obserwowane na badanym odcinku doliny Wisły są w znacznym stopniu zbieżne z przemianami odnotowanymi w innych częściach doliny, a także w dolinach innych większych rzek Polski.

Znajomość zbiorowisk roślinnych obszarów dolin rzecznych wykorzystałam także uczestnicząc w projekcie NCN: *Ocena zróżnicowania młodogłacjalnych krajobrazów dolinnych na podstawie różnorodności rzeźby terenu, gleb, roślinności i użytkowania ziemi* (2011-2016), w którym byłam odpowiedzialna za część dotyczącą zróżnicowania roślinności na trzech obszarach testowych w dolinie dolnej Wisły i Drwęcy. Rezultaty terenowego kartowania roślinności zostały przedstawione na mapach opracowanych w czterech skalach: 1: 10 000, 1: 25 000, 1: 50 000 oraz 1: 100 000 i zostaną wykorzystane do określenia związków między rzeźbą, glebami, roślinnością i użytkowaniem ziemi.

Kolejnym kierunkiem moich badań są **zagadnienia biogeograficzne**. Na podstawie materiałów zgromadzonych podczas wspomnianych wcześniej badań mazursko-kurpiowskich powstało opracowanie dotyczące dyspersji lasów bukowych poza przyjmowanym do tej pory naturalnym arealem buka [15]. Dotyczy ono konkretnego przypadku – lasów bukowych występujących w okolicach Szczytna. Na podstawie analizy materiałów fitosocjologicznych, danych klimatycznych, rzeźby terenu oraz historii rozprzestrzeniania się buka i obserwowanych sukcesów jego sztucznego wprowadzania poza naturalnym zasięgiem, stwierdzono, że badane stanowisko reprezentuje dyspersję buka w północnej Polsce, a areal lasów bukowych rozszerza się w kierunku wschodnim. Zmiana podejścia do arealu buczyn może mieć znaczące konsekwencje w praktyce formowania ekosystemów leśnych.

Do nurtu biogeograficznego należą także badania porównawcze eutroficznych lasów liściastych w Puszczy Białowieskiej i Wałdajskim Parku Narodowym [16]. Są rezultatem współpracy z Instytutem Geografii Rosyjskiej Akademii Nauk w Moskwie, w ramach dwóch projektów: *Lasy Wschodniej Europy – zróżnicowanie geograficzne różnorodności biologicznej* (2008-2010) oraz *Przestrzenie i czasowe uwarunkowania współczesnego zróżnicowania zbiorowisk leśnych w od dawna użytkowanych regionach Europy Wschodniej* (2011-2013). Wyniki badań geobotanicznych wykazały podobieństwo dwóch regionalnych form lasu liściastego. Lasy obserwowane na Wałdaju, blisko strefy borealnej charakteryzują się składem gatunkowym bardzo zbliżonym do lasów Puszczy Białowieskiej ze związku

Carpinion betuli, położonych w strefie umiarkowanej. Jest to możliwe dzięki występowaniu w obu regionach podobnych warunków klimatycznych latem, mimo zupełnie innych warunków w sezonie zimowym. Sporadyczne występowanie lasów liściastych na Wałdaju związane jest najprawdopodobniej z ich degeneracją i wylesieniami wywołanymi presją rolniczą.

Podstawą wielu moich badań nad przekształceniami środowiska geograficznego były **mapy roślinności**. Wykorzystanie map fitosocjologicznych, przedstawiających zróżnicowanie typologiczne zbiorowisk wraz ze znajomością ich uwarunkowań siedliskowych stwarza dużo większe możliwości identyfikacji i interpretacji zmian środowiska w porównaniu z analizą map topograficznych czy zdjęć lotniczych, na których można rozpoznać jedynie zróżnicowanie typów pokrycia terenu, a poznanie charakteru przekształceń umożliwiają dopiero uzupełniające analizy map tematycznych (glebowych, geologicznych itp.) i innych źródeł [17].

Kartowanie terenowe oraz analizy kartograficznych materiałów archiwalnych rozpoczęły między innymi badania nad dynamiką roślinności [1-5, 18-20]. Mapa roślinności potencjalnej opracowana w ramach badań mazursko-kurpiowskich posłużyła ponadto do analiz zmian pokrywy leśnej w aspekcie rozwoju zrównoważonego krajobrazu [21]. Obserwacja zmian zalesienia poszczególnych siedlisk pozwoliła na stwierdzenie: (1) zróżnicowania międzyregionalnego i czasowego presji na poszczególne typy siedlisk, (2) asynchroniczności przemian krajobrazu w regionach przy podobnym charakterze zmian oraz (3) regeneracji krajobrazu w ciągu ostatnich 150 (Mazury) i 80 lat (Kurpie). Otrzymane wyniki dowodzą, że jedynie analiza zmian zalesienia pod kątem zróżnicowania siedliskowego, uwzględniająca przyrodniczą rolę siedlisk w krajobrazie oraz ich rolniczą przydatność i produktywność, pozwala ocenić stopień odkształcenia krajobrazu od stanu naturalnego.

Umiejętność analiz kartograficznych z zastosowaniem technik i programów GIS wykorzystywałam także do prac (we współpracy z zoologami – projekt AGRIPOPES) nad wpływem struktury krajobrazu i intensywności rolnictwa na pasożyty zbóż (mszyce). Oba czynniki okazały się nieistotne dla dynamiki populacji tych owadów [22].

Kolejne ważne zagadnienie, którym się zajmowałam to **świadczenia ekosystemowe**, oznaczające dowolny rodzaj wkładu przyrody w dobrostan człowieka. Może to być wytwór

materialny, bądź proces, a także stworzenie dogodnych warunków/okoliczności, z których korzysta społeczeństwo. Zatem, jest to koncepcja łącząca systemy ekologiczne z systemami społeczno-ekonomicznymi. W badaniach prowadzonych w ramach projektu NCN: *Świadczenia ekosystemowe w krajobrazie młodogłacjalnym – ocena zasobów, zagrożeń i wykorzystania* (2013-2017), wraz z innymi pracownikami mojego Zakładu rozpoznawałam potencjał przyrody do świadczenia usług ekosystemowych na obszarze testowym trzech gmin leżących w pobliżu Wigierskiego Parku Narodowego. Potencjał ekosystemów określano za pomocą wskaźników z dwóch różnych grup – oceny eksperckiej, wykorzystującej wiedzę naukową, oraz oceny społecznej (beneficjentów) uzyskanej z opinii bezpośrednich użytkowników krajobrazu (mieszkańców i turystów) na podstawie przeprowadzonych badań ankietowych. Uzupełnieniem oceny potencjału ekosystemów było rozpoznanie popytu i rzeczywistego wykorzystania świadczeń ekosystemowych w analizowanych gminach. Do rozpoznania popytu na świadczenia ekosystemowe wykorzystano zapisy w gminnych dokumentach planistycznych. Rzeczywiste wykorzystanie świadczeń określono na podstawie badań ankietowych i włączono do analizy zależności między wybranymi charakterystykami beneficjentów świadczeń a dokonaną przez nich oceną potencjału ekosystemów. Wypracowane w ramach projektu rozwiązania metodyczne (definicje, wskaźniki, metody analizy i syntezy danych, szczegółowa mapa typów ekosystemów) mają szansę stać się standardową ścieżką postępowania badawczego. Również polska adaptacja klasyfikacji usług ekosystemowych CICES wraz ze słownikiem pojęć stanowi istotny wkład w proces ujednolicenia polskiej terminologii dotyczącej świadczeń ekosystemowych. Wyniki naszych badań zostały przedstawione w kilku artykułach [23-27] oraz opracowaniu monograficznym [28].

Doświadczenia z przedstawionego powyżej projektu były impulsem do podjęcia kolejnych badań – w ramach projektu badawczego: *Świadczenia łągów jesionowo-wiązowych w dolinie środkowej Wisły* (2017-2019), finansowanego przez NFOŚiGW. Ich celem jest określenie związków pomiędzy stopniem przekształcenia łągów jesionowo-wiązowych a ich potencjałem do świadczenia usług regulacyjnych (związanych z procesami fizyczno-chemicznymi i biologicznymi regulowanymi przez organizmy żywe). Postawiono hipotezę, że degradacja lasów łągowych zakłóca ich funkcje i procesy ekologiczne oraz ogranicza ich potencjał regulacyjny. Łęgowe lasy dębowo-wiązowo-jesionowe są cennymi zbiorowiskami leśnymi chronionymi ustawą z dnia 16 kwietnia 2004 roku o ochronie przyrody, która implementuje zapisy Dyrektywy Siedliskowej (92/43/EEC). Obecnie są to zbiorowiska

rzadko spotykane w Polsce i całej Europie. Żyzne siedliska łęgowe zostały w większości wylesione, osuszone i zamienione na łąki lub grunty orne; straciły swoją specyfikę w następstwie pogłębiania i regulacji koryt rzecznych, a przede wszystkim budowy wałów przeciwpowodziowych, które ograniczyły zalewy i procesy aluwialne, przyczyniając się do zmian warunków glebowych i roślinności. Dobrze zachowane lasy łęgowe stabilizują warunki wodne. Są ważnym elementem dolinnego korytarza ekologicznego, ostoją różnorodności biologicznej – miejscem bytowania wielu osiadłych i wędrownych gatunków zwierząt oraz roślin. Ich degradacja może ograniczyć te funkcje, wpłynąć negatywnie na ich potencjał do świadczenia usług ekosystemowych. Badania są prowadzone w lasach łęgowych występujących w dolinie środkowej Wisły i dotyczą wybranych świadczeń regulacyjnych: utrzymywanie właściwości biogeochemicznych gleby, regulacja składu atmosfery – wiązanie węgla, regulacja mikroklimatu, regulacja wkraczania gatunków inwazyjnych, zapylenie kwiatów, retencja i regulacja składu wody w glebie. Badania mają odpowiedzieć na pytania: (1) które składniki lasów łęgowych zostały najsilniej przekształcone i są najbardziej istotne dla ich funkcjonowania i (2) na które świadczenia ekosystemowe zmiany w łęgach miały największy wpływ? Poprawa wiedzy na temat ekosystemów i ich usług jest jednym z celów unijnej strategii ochrony różnorodności biologicznej na okres do 2020 roku (działanie 5). Badania są także uzupełnieniem zadań Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS) w zakresie monitoringu siedlisk przyrodniczych.

Podsumowując, mój dorobek naukowy po doktoracie obejmuje:

- 4 opracowania monograficzne (100 pkt. MNiSW),
- 5 artykułów w czasopismach z bazy JRC (IF 10,02; 150 pkt. MNiSW*),
- 14 innych oryginalnych artykułów (176 pkt. MNiSW*),
- 1 mapa,
- 2 recenzje wydawnictw książkowych,
- 1 artykuł popularno-naukowy,
- 25 abstraktów konferencyjnych.

Szczegóły zostały przedstawione w Załączniku nr 5.

* punktacja MNiSW zgodnie z listą ze stycznia 2017 r.

Lista omówionych publikacji autorskich

Dynamika roślinności starych lasów i wtórnych lasów porolnych w centralnej Polsce – uwarunkowania naturalne i antropogeniczne

- [1] Matuszkiewicz J.M., **Kowalska A.**, Solon J., Degórski M., Kozłowska A., Roo-Zielińska E., Zawiska I., Wolski J. 2013. Long-term evolution models of post-agricultural forests. Warszawa, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, **Prace Geograficzne 240**, 312 s.
- [2] Matuszkiewicz J.M., **Kowalska A.**, Kozłowska A., Roo-Zielińska E., Solon J. 2013. Differences in plant-species composition, richness and community structure in ancient and post-agricultural pine forests in central Poland. **Forest Ecology and Management 310**: 567–576.
- [3] **Kowalska A.**, Matuszkiewicz J.M., Solon J., Kozłowska A. 2017. Indicators of ancient forests in nutrient-deficient pine habitats. **Silva Fennica 51**, 1 id 1684.
- [4] Matuszkiewicz J.M., Solon J., **Kowalska A.** 2015. Rekolonizacja borówki czernicy w borach sosnowych i mieszanych na gruntach porolnych. **Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej 42**, 1: 220–235.
- [5] **Kowalska A.**, Kołaczkowska E. 2015. Regeneration-degeneration processes in the inland dune forests in protected areas of central Poland (Kampinos National Park). **Miscellanea Geographica 19**, 4: 56–63.

Przekształcenia roślinności doliny Wisły

- [6] **Kowalska A.** 2012. Kompleksy roślinności i krajobrazy roślinne doliny środkowej Wisły. Warszawa, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, **Prace Geograficzne 232**, 110 s. + 1 CD-ROM
- [7] **Kowalska A.** 2009. Zmiany charakteru i rozmieszczenia zbiorowisk roślinnych w dolinie środkowej Wisły w drugiej połowie XX wieku (odcinek Annopol - Góra Kalwaria). **Przegląd Geograficzny 81**(3): 347–364.
- [8] **Kowalska A.** 2010. Zmiany sposobu użytkowania terenów rolniczych a zanikanie przyrodniczo cennych zbiorowisk roślinnych na przykładzie doliny środkowej Wisły. [W]: Polskie krajobrazy wiejskie dawne i współczesne. Red. Z. Kuriata. Sosnowiec: Komisja Krajobrazu Kulturowego PTG, **Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG 12**: 166–177.
- [9] **Kowalska A.** 2010. Wpływ obwałowań na zróżnicowanie roślinności równiny zalewowej w dolinie środkowej Wisły; Nizina Mazowiecka. [W]: Krajobrazy kulturowe dolin rzecznych. Potencjał i wykorzystanie. Red. J. Plit. Sosnowiec: Komisja Krajobrazu Kulturowego PTG, **Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG 13**: 135–151.
- [10] **Kowalska A.** 2012. Changes in the area of protected plant communities in the middle Vistula river valley in the second half of the 20th century. **Polish Journal of Ecology 60**, 1: 19–30.
- [11] Romanowski J., Matuszkiewicz J., Kowalczyk K., **Kowalska A.**, Kozłowska A., Solon Jerzy, Bouwma I.M., Middendorp H., Reijnen R., Rozemeijer R., van der Sluis T. 2005. **Evaluation of ecological consequences of development scenarios for the Vistula River Valley**. Warsaw, Wageningen, Utrecht: CBE PAN, PAN IGiPZ, Alterra, DLG, 127 s.
- [12] Matuszkiewicz J.M., **Kowalska A.**, Solon J. 2007. Prognostic vegetation maps for evaluating hydro-engineering project impact on vegetation in the Vistula River valley. [W]: **Wetlands: monitoring, modelling and management**. Ed. T. Okruszko, E. Maltby, J. Szatyłowicz, D. Świątek, W. Kotowski. London etc.: Taylor & Francis, s. 71–76.
- [13] Matuszkiewicz J., **Kowalska A.** 2009. **Krajobraz i roślinność rzeczywista gminy Łomianki** (zlecenie Gminy Łomianki na podstawie umowy nr RGP. 732-10/2009 z dnia 30 czerwca 2009 r.).

[14] **Kowalska A.** 2011. Przekształcenia roślinności równiny zalewowej doliny środkowej Wisły, gmina Łomianki – strefa podmiejska Warszawy. **Acta Botanica Silesiaca** 7: 5–16.

Biogeografia

[15] Matuszkiewicz J.M., **Kowalska A.** 2017. Dyspersja lasów bukowych (*Fagion sylvaticae*) na Pojezierzu Mazurskim – studium przypadku: od rejestracji faktu do interpretacji biogeograficznej. **Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica** 24(1): 17–28.

[16] Matuszkiewicz J., Bielonowska E., **Kowalska A.**, Cariewska N., Baranowski J., Vinogradova V., Tishkov A., Litvinova E. 2014. Białowieża Forest (NE-Poland) and Valday NP. (NW-Russia) – biogeographical characteristics of eutrophic deciduous forests. **Quaestiones Geographicae** 33(3): 111–122.

Mapy roślinności w badaniach przekształceń środowiska geograficznego

[17] **Kowalska A.** 2012. Mapy roślinności w badaniach przekształceń środowiska geograficznego. [W]: Źródła kartograficzne w badaniach krajobrazu kulturowego. Red. J. Plit, J. Nita. Sosnowiec: Komisja Krajobrazu Kulturowego PTG, **Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego** 16: 157–169.

[18] Matuszkiewicz J.M., Wolski J., **Kowalska A.** 2013. A map of sequences of 'forest/non-forest states' over the last 200 years in the borderland between Poland's Masuria and Kurpie regions. **Geographia Polonica** 86(4): 393–402.

[19] Matuszkiewicz J.M., Wolski J., **Kowalska A.** 2014. Mapa sekwencji stanów "las – nie las" [1 mapa]. [W]: **Kalejdoskop GIS**. T.3. Red. A. Kalinowska-Szymczak. Warszawa: ESRI Polska, s. 74–75.

[20] Matuszkiewicz J.M., Kębłowska A., **Kowalska A.**, Deręgowska A., Otręba A., Kołaczowska E., Ciurzycki W., Popkiewicz P., Mędrzycki P., Zaniewski P., Truszkowska E., Torzewski K., Kamola P. 2015. **Roślinność rzeczywista pasów wydmowych Kampinoskiego Parku Narodowego. Mapa fitysocjologiczna**. Izabelin: Petit s. k. na zlecenie Kampinoskiego Parku Narodowego, 1 s.

[21] Matuszkiewicz J.M., Solon J., **Kowalska A.**, Wolski J., Affek A., Degórski M., Grabińska B., Kozłowska A., Plit J., Pawlicki R.W. 2017. Historyczne zmiany pokrywy leśnej na pograniczu mazursko-kurpiowskim w aspekcie rozwoju zrównoważonego krajobrazu. **Prace Geograficzne** 259, 400 s. (w druku).

[22] Hawro V., Ceryngier P., **Kowalska A.**, Ulrich W. 2017. Landscape structure and agricultural intensification are weak predictors of host range and parasitism rate of cereal aphids. **Ecological Research** 32(2): 109–115.

Świadczenia ekosystemowe

[23] Affek A., **Kowalska A.** 2014. Benefits of nature. A pilot study on the perception of ecosystem services. **Ekonomia i Środowisko** 4: 154–160.

[24] Affek A., **Kowalska A.** 2017. Ecosystem potentials to provide services in the view of direct users. **Ecosystem Services** 26: 183–196.

[25] Degórski M., Roo-Zielińska E., Grabińska B., **Kowalska A.**, Solon J., Affek A., Kruczkowska B., Wolski J., Kołaczowska E., Regulaska E., Zawiska I. 2016. Ecosystem services in postglacial landscape – basic assumptions and research methodology. **Ekonomia i Środowisko** 59(4): 22–32.

[26] **Kowalska A.**, Affek A., Solon J., Degórski M., Grabińska B., Kołaczowska E., Kruczkowska B., Regulaska E., Roo-Zielińska E., Wolski J., Zawiska I. 2017. Potential of cultural ecosystem services in postglacial landscape from beneficiaries' perspective. **Ekonomia i Środowisko** 60(1): 236–245.

- [27] Roo-Zielińska E., Affek A., **Kowalska A.**, Grabińska B., Kruczkowska B., Wolski J., Solon J., Degórski M., Kołaczkowska E., Regulska E., Zawiska I. 2016. Potential of provisioning and regulating ecosystem services in postglacial landscape. **Ekonomia i Środowisko** 59(4): 274–291.
- [28] Solon J., Roo-Zielińska E., Affek A., **Kowalska A.**, Kruczkowska B., Wolski J., Degórski M., Grabińska B., Kołaczkowska E., Regulska E., Zawiska I. 2017. **Świadczenia ekosystemowe w krajobrazie młodoglacjalnym. Ocena potencjału i wykorzystania.** Warszawa, Wydawnictwo Akademickie Sedno, 441 s. (w druku)

Warszawa, 22. 11. 2017

Alleswell