

Załącznik 2

**AUTOREFERAT**

Dr Tomasz Durak

Zakład Botaniki  
Wydział Biologiczno-Rolniczy  
Uniwersytet Rzeszowski

Rzeszów 2015

**1. Imię i nazwisko:** Tomasz Durak

**2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytuł rozprawy doktorskiej:**

**Magister biologii** - Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, 1994

Tytuł pracy magisterskiej: „Projekt poszerzenia rezerwatu „Parkowe” koło Częstochowy w oparciu o badania fitosocjologiczne”; promotor: prof. dr hab. Florian Celiński

**Doktor nauk biologicznych w zakresie biologii** - Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, 2004

Tytuł rozprawy doktorskiej: „Charakterystyka fitosocjologiczna oraz dynamika zbiorowisk leśnych z udziałem *Abies alba* Mill. w dorzeczu górnej Białej Dunajcowej w Beskidzie Niskim”; promotor: prof. UŚ dr hab. Tadeusz Kimsa†, doc. dr hab. Jan Holeksa.

Praca doktorska wyróżniona przez Radę Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego

**3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych:**

1996-2004: asystent, Zakład Botaniki, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski (do roku 2001: Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Rzeszowie przekształcona w Uniwersytet Rzeszowski 1. 09. 2001)

Od 2004: adiunkt, Zakład Botaniki, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski

**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:**

**PRZEMIANY ROŚLINNOŚCI WSCHODNIOKARPACKICH BUCZYN JAKO EFEKT SPONTANICZNEJ  
DYNAMIKI LASU ORAZ ZMIAN W JEGO UŻYTKOWANIU**

Osiągnięcie naukowe stanowi cykl pięciu publikacji powiązanych tematycznie, wymienionych w pkt 4b.

**b. Publikacje wchodzące w zakres osiągnięcia naukowego (autor/ autorzy, tytuł publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa)**

**1. Durak T.** 2010a. Long-term trends in vegetation changes of managed versus unmanaged Eastern Carpathian beech forests. *Forest Ecology and Management* 260: 1333-1344.

IF: 1,992 / Pkt MNiSW: 32

**2. Durak T.** 2011a. Zmiany roślinności żyznej buczyny karpackiej z miesięcznicą trwałą *Lunaria rediviva* na podstawie analizy warstwy zielnej (Góry Słonne, Karpaty Wschodnie). *Sylvan* 155(2): 120–128.

IF: 0,159 / Pkt MNiSW: 15

**3. Durak T.** 2011b. Różnorodność gatunkowa jako wskaźnik przemian roślinności w bieszczadzkiej kwaśnej buczynie górskiej. *Sylvan* 155(12): 843–850.

IF: 0,159 / Pkt MNiSW: 15

**4. Durak T.** 2012. Changes in diversity of the mountain beech forest herb layer as a function of the forest management method. *Forest Ecology and Management* 276: 154–164.

IF: 2,766 / Pkt MNiSW: 40

**5. Durak T.\***, Holeksa J. 2015. Biotic homogenisation and differentiation along a habitat gradient resulting from the ageing of managed beech stands. *Forest Ecology and Management* 351: 47–56.

IF: 2,660 / Pkt MNiSW: 45

\* autor korespondencyjny

Sumaryczny impact factor publikacji wchodzących w skład osiągnięcia według listy Journal Citation Reports (JCR)<sup>a</sup> – IF=7,736; sumaryczna liczba punktów MNiSW<sup>b</sup> – 147.

<sup>a</sup> Wartość IF wg JCR podano zgodnie z rokiem opublikowania pracy, a dla prac opublikowanych w 2015 roku wg wykazu z 2014 r.

<sup>b</sup> Punktację MNiSW dla poszczególnych publikacji podano zgodnie z punktacją określoną w wykazie czasopism naukowych obowiązującym w roku kalendarzowym, w którym ukazała się publikacja, a dla prac opublikowanych w 2015 roku wg wykazu z 2014 r.

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

Obserwowane w ostatnich dziesięcioleciach przemiany roślinności leśnej najczęściej utożsamiane są z bezpośrednim lub pośrednim oddziaływaniem człowieka. Zależą one od skali przestrzennej, częstotliwości i natężenia antropopresji, która najczęściej prowadzi do upraszczania dotychczasowych kompozycji gatunkowych i wzrostu podobieństwa zbiorowisk.

Obecna wiedza na temat dominujących kierunków i determinantów zmian zachodzących w europejskiej roślinności leśnej w dużej mierze oparta jest na wynikach badań prowadzonych w zachodniej części Europy – na obszarach silnie zniekształconych długotrwałym użytkowaniem przez człowieka (duża fragmentacja lasów, wysoki i długotrwały poziom zanieczyszczeń, duża gęstość zaludnienia). Spowodowane działalnością człowieka zaburzenia w środowisku przyrodniczym powodują tam duże zmiany w kompozycjach gatunkowych zbiorowisk leśnych, które najczęściej skutkują homogenizacją roślinności. Niewiele natomiast wiadomo na temat zmian zachodzących w dobrze

zachowanych, wystawionych na znacznie mniejszą presję ze strony człowieka kompleksach górskiej roślinności leśnej Europy Środkowej. Najlepiej zachowane jej kompleksy występują na terenie Karpat Wschodnich, gdzie dominującym typem roślinności leśnej są lasy bukowe.

Zmiany zachodzące w strukturze roślinności i różnorodności lasów bukowych w polskiej części Karpat Wschodnich w dużym stopniu uwarunkowane są specyfiką tego obszaru, na który składa się: nagły spadek zagęszczenia ludności po II wojnie światowej (w wyniku politycznych przesiedleń), stosunkowo niski poziom zanieczyszczeń powietrza i występowanie dużych kompleksów leśnych o charakterze „starych lasów” (tzw. „*ancient forests*” – tzn. lasów trwających co najmniej od czasu określonego na podstawie najstarszych map przedstawiających nieprzerwanie sposób użytkowania terenu, zazwyczaj od połowy XIX w.). Lasy tego regionu początkowo były intensywnie użytkowane za pomocą zrębów zupełnych; na dużą skalę były też eksploatowane przez lokalną ludność w celach nie związanych z pozyskaniem drewna (wypas bydła, grabienie ściółki). Po II wojnie światowej w lasach zaczęto stopniowo stosować coraz lepiej naśladowujące naturalną dynamikę drzewostanów zręby częściowe lub stopniowe, a presja ze strony lokalnej ludności zmniejszyła się radykalnie. Wiek drzewostanów z czasem wzrastał – średnio z 40-60 lat po II wojnie światowej do 70-90 lat na początku XXI w. Ponadto część najlepiej zachowanych lasów w Bieszczadach Zachodnich została wyłączona z gospodarki i objęta ochroną w latach 1970. (Bieszczadzki Park Narodowy). Można było przypuszczać, że w takich warunkach zmiany w roślinności leśnej w ostatnich kilkudziesięciu latach miały inny kierunek niż w narażonych na większą presję ze strony człowieka lasach w Europie Zachodniej oraz, że w większym stopniu były one indukowane przez endogenne procesy zachodzące w ekosystemie leśnym.

Nieocenionym narzędziem w analizowaniu wzorców zmian w strukturze i różnorodności zbiorowisk leśnych jest porównanie z wynikami dawnych badań nad roślinnością leśną. Porównanie takie jest również bardzo użyteczne w identyfikacji oraz zrozumieniu złożoności czynników kierujących zachodzącymi zmianami. Warto jednak zaznaczyć, że uzyskanie wiarygodnych wyników wymaga, aby współczesne dane były zbierania na możliwie jak najdokładniej zidentyfikowanych w terenie powierzchniach badawczych z przeszłości. Ten warunek powtarzalności był dotychczas rzadko spełniany; np. w obrębie wybranej jednostki fizjograficznej porównywano dane fitosocjologiczne pochodzące z różnych okresów ale zebrane na zupełnie różnych (pod względem rozmiaru, lokalizacji i warunków topograficznych) powierzchniach, co nie zapewniało należytej ich porównywalności.

Lasy bukowe stanowią dominujący typ potencjalnej roślinności leśnej w Europie a w Karpatach są szeroko rozpowszechnione w piętrze pogórza i w reglu dolnym. W pracach wchodzących w skład wskazanego powyżej osiągnięcia naukowego do analiz wykorzystano zestawy danych fitosocjologicznych w postaci zdjęć fitosocjologicznych wykonanych w lasach bukowych na terenie polskiej części Karpat Wschodnich. Zarzycki (1963) prowadził w latach 1955-1962 badania fitosocjologiczne w Bieszczadach Zachodnich, w czasie których wykonał 71 zdjęć fitosocjologicznych w lasach bukowych. W dalszej części autoreferatu ten zestaw danych przypisano do lat 1950. Z kolei Dzwonko (1977) prowadził w latach 1972-1973 badania fitosocjologiczne w Górach Sanocko-Turczańskich i wykonał 86 zdjęć fitosocjologicznych w lasach bukowych. Badania Zarzyckiego (l.c.) i Dzwonki (l.c.) objęły w większości dominujący w piętrze pogórza i regła dolnego typ buczyny, który w ujęciu fitosocjologicznym klasyfikowany jest jako zespół żyznej buczyny karpackiej *Dentario glandulosae-Fagetum*; kilka płatów reprezentowało również najuboższy zespół buczynowy – kwaśną buczynę górską *Luzulo nemorosae-Fagetum*. Zgodnie z gradientem trofizmu, wilgotności i odczynu gleby w obrębie badanej żyznej buczyny karpackiej uwzględniono cztery podzespoły: *Dentario glandulosae-Fagetum festucetosum drymeiae*, *D.g.-F. typicum*, *D.g.-F. lunarietosum* i *D.g.-F. allietosum*. *D.g.-F. festucetosum drymeiae*, o charakterystycznej strukturze trawiasto-turzycowej występował na najsuchszych, kwaśnych i najuboższych w składniki pokarmowe glebach. *D.g.-F. allietosum* zajmował z kolei najżyźniejsze i najwilgotniejsze gleby o słabo kwaśnym lub lekko zasadowym pH. Żyzne i wilgotne gleby towarzyszyły również *D.g.-F. lunarietosum*; tu występowała jednak większa domieszka jawora (*Acer pseudoplatanus*) w drzewostanie. *D.g.-F. typicum* reprezentował najczęstszy typ lasów bukowych zajmujący gleby średnio zasobne w substancje odżywcze i umiarkowanie kwaśne.

W latach 2005-2009 powtórzono opisy 63 płatów buczyn z Bieszczadów Zachodnich i 83 płatów z Gór Sanocko-Turczańskich. Aby zapewnić jak największą porównywalność z wynikami badań sprzed 50 i 30 lat, podczas badań prowadzonych po 2000 roku zastosowano tę samą wielkość powierzchni badawczych, starano się możliwie jak najdokładniej odtworzyć ich lokalizację, a opis roślinności wykonano w tym samym terminie. Wszystkie płaty badane po 2000 roku zlokalizowano za pomocą odbiornika GPS, dzięki czemu stworzona została baza danych umożliwiająca śledzenie zmian roślinności w dłuższej perspektywie czasowej. Trzeba zwrócić uwagę, że ze względu na wielkość obszaru objętego badaniami, liczebność próby, oraz dużą powtarzalność, zebrane dane stanowią zestaw pozwalający analizować zmiany w roślinności lasów bukowych w sposób unikatowy nie tylko dla tej części Karpat,

ale także dla całego łańcucha karpackiego, a w znacznej mierze również dla Europy Środkowej.

Celem badań było:

- (1) wykrycie przestrzennych i czasowych zmian w strukturze roślinności lasów bukowych w Karpatach Wschodnich oraz identyfikacja czynników determinujących regionalny wzorzec tych zmian;
- (2) stwierdzenie różnic we wzorcach zmian struktury roślinności między lasami gospodarczymi i lasami chronionymi;
- (3) rozpoznanie zależności między różnorodnością gatunkową drzewostanu i roślinności runa w górskich lasach bukowych oraz identyfikacja wzorców kształtowania struktury gatunkowej runa przez warstwę drzew w związku ze starzeniem się drzewostanu i sposobem zagospodarowania lasu (lasy gospodarcze vs. lasy objęte ochroną);
- (4) identyfikacja zmienności wzorców czasowych zmian w kompozycji gatunkowej roślinności runa lasów bukowych na tle ich siedliskowego zróżnicowania;
- (5) ocena stanu zachowania roślinności lasów bukowych w oparciu o występowanie gatunków diagnostycznych.

Przeprowadzona jako pierwsza, analiza zmian w przestrzennym zróżnicowaniu składu gatunkowego lasów Bieszczadów Zachodnich (Durak 2010a) ujawniła wzrost podobieństwa między powierzchniami badawczymi, a w konsekwencji poszczególnymi typami (zdefiniowanymi jako jednostki fitosocjologiczne w randze zespołu lub podzespołu) lasów bukowych. Zmiany te zinterpretowano jako skutek wyrównania warunków siedliskowych przy jednoczesnym spadku zasobności i odczynu gleby oraz wzroście prześwietlenia. Podobieństwo kierunku zmian roślinności lasów zagospodarowanych i chronionych sugerowało, że duży wpływ na ich przebieg mają czynniki naturalne związane ze spontaniczną dynamiką lasu a nie zabiegi stosowane w ramach gospodarki leśnej. Tymczasem mimo podobieństwa kierunku przemian składu gatunkowego roślinności w lasach chronionych i zagospodarowanych okazało się, że tylko w przypadku tych drugich zmiany okazały się istotne statystycznie. Stąd można było wnosić, że na ostateczny wynik, czyli upodobnianie się lasów chronionych i gospodarczych, niewielki wpływ wywarła dynamika lasów na terenach chronionych, a decydujące znaczenie miały przemiany lasów poddanych w dalszym ciągu presji gospodarczej.

Zarówno w lasach poddanych ochronie, jak i w lasach nadal wykorzystywanych gospodarczo wzrosła wysokość drzew i spadło zwarcie warstwy podszytu. W lasach

chronionych dodatkowo zwiększyło się zwarcie drzew oraz zmniejszyło się pokrycie runa oraz liczba gatunków drzew i roślin zielnych. W warstwie drzew zmniejszył się udział domieszki *Acer pseudoplatanus* w lasach zagospodarowanych; w lasach chronionych wzrosło pokrycie buka. W warstwie runa obu typów lasów zauważono wzrost udziału paproci oraz *Galeopsis speciosa* i *Rubus idaeus*, a także spadek udziału gatunków wymagających wysokiego pH gleby (np. *Aegopodium podagraria*, *Sanicula europaea*); w lasach gospodarczych wyraźnie spadł również udział geofitów. Analiza ekologicznych grup gatunków wykazała przede wszystkim wyraźny spadek liczby gatunków wymagających wysokiego pH gleby w obu typach lasu (choć w lasach chronionych nie towarzyszył mu spadek pokrycia); liczba gatunków „starych lasów” nie zmieniła się. Interesującym wynikiem było zanotowanie w lasach objętych ochroną wzrostu liczby i pokrycia gatunków reprezentujących strategię R, czyli gatunków związanych z zaburzeniami struktury lasu i uwolnieniem zasobów, z których mogą korzystać rośliny o wysokiej płodności, dysponujące bankiem nasion rozsiewanych na spore odległości przez wiatr.

Zmiany wykazane w pionowej strukturze roślinności wskazały na różnice w przebiegu regeneracji roślinności zapoczątkowanej w latach 1950. w wyniku wyludnienia i wstrzymania gospodarki leśnej. Przywrócenie gospodarki leśnej w latach 1960. spowodowało przerwanie procesów spontanicznej regeneracji, która w pierwszym rzędzie skutkowałą wykształceniem bujnej warstwy krzewów. Wznowione zabiegi gospodarcze przyczyniły się do spadku zwarcia krzewów i wzrostu prześwietlenia koron drzew. Po upływie 50 lat w lasach objętych ochroną podobnie jak w gospodarczych zwarcie krzewów spadło – jednak mechanizm kierujący tym procesem był inny – w wyniku kolejnego etapu naturalnej regeneracji następowało stopniowe zwieranie się koron drzew, co skutkowało spadkiem zwarcia krzewów (np. *Corylus avellana*) na skutek ograniczenia dostępu światła. Rosnące zwarcie drzewostanu spowodowało też eliminację gatunków nieleśnych. Z drugiej strony starzenie się drzew powodowało zwiększanie się ich rozmiarów. Śmierć coraz starszych i bardziej okazałych drzew skutkowałą lokalnie pojawianiem się coraz większych luk w drzewostanie zaburzających jego dotychczasową strukturę. Konsekwencją zwiększania się intensywności zaburzeń w lasach poddanych ochronie było zwiększenie częstości występowania gatunków ruderalnych, których frekwencja osiągnęła poziom zbliżony do lasów gospodarczych.

Obserwowany zwłaszcza w lasach gospodarczych spadek udziału gatunków wymagających wysokiego pH sugeruje spadek odczynu wierzchniej warstwy gleby w buczynach w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat. Niski poziom zanieczyszczeń w regionie, skłania do postawienia hipotezy o endogennych przyczynach zmian. Wydaje się więc, że



spadek pH może być związany z właściwościami warstwy ściółki, które w znacznym stopniu zależą od składu gatunkowego opadających liści. Liście dominującego w górskich lasach buka, tworzą wolno rozkładającą się kwaśną ściółkę hamującą wzrost roślin. Tak więc gromadzenie się ściółki bukowej (nie zabieranej już przez człowieka w wyniku spadku gęstości zaludnienia i zapotrzebowania) przy jednoczesnym spadku udziału drzewiastych gatunków domieszkowych (zwłaszcza *Acer pseudoplatanus* i *Corylus avellana*, których liście rozkładają się szybciej niż liście bukowe) mogło doprowadzić do zakwaszenia i homogenizacji warunków siedliskowych.

Podsumowując można stwierdzić, że zmiany we wschodniokarpackich lasach bukowych obejmują (1) spadek udziału gatunków drzewiastych w warstwie krzewów, (2) zaburzenia w warstwie drzew (wycinanie lub zamieranie drzew w starzejących się drzewostanach), (3) zakwaszenie wierzchniej warstwy gleby, (4) zaburzenia stosunków świetlnych, (5) wzrost udziału generalistów i (6) spadek udziału specjalistów. Kierunek zmian w lasach kształtowanych przez zabiegi gospodarcze i pozostawionych naturalnej regeneracji jest zbliżony. Różnice między zmianami w lasach gospodarczych i chronionych polegają na ich intensywności. Przebieg procesów związanych z naturalną sukcesją w lasach chronionych prowadzi do umiarkowanych zmian siedliskowych i sprzyja zachowaniu zróżnicowania przestrzennego tych lasów. Na większą intensywność zmian w lasach gospodarczych decydujący wpływ miała gospodarka leśna a zwłaszcza zmiany sposobów użytkowania lasu. Spadek udziału gatunków domieszkowych w drzewostanie i gromadzenie się grubej warstwy ściółki bukowej sprzyja wzrostowi zakwaszenia wierzchniej warstwy gleby i homogenizacji lasów bukowych w skali całego regionu.

Uzyskany obraz zmian w różnych pod względem siedliskowym typach lasów bukowych sugeruje, że ich kierunek i zakres jest różny (Durak 2010a). Ważne więc było sprawdzenie w jakim stopniu uzyskane wzorce zmian w roślinności lasów bukowych dobrze korespondują ze zmianami w poszczególnych typach siedliskowych buczyn. W tym celu przeprowadzono analizę zmian w użytkowanej gospodarczo, żywej postaci buczyny karpackiej z miesięcznicą trwałą (podzespół: *Dentario glandulosae-Fagetum lunarietosum*) z terenu Gór Sanocko-Turczańskich (Durak 2011a). Potwierdzono istotne zmiany w kompozycji gatunkowej gatunków warstwy zielnej będące prawdopodobnie konsekwencją spadku wilgotności, odczynu i zasobności gleby. Stwierdzono bowiem wzrost liczby gatunków związanych z glebami kwaśnymi i gatunków z ekologicznej grupy „starych lasów”. W tym ostatnim przypadku nastąpiła jednak zmiana w strukturze grupy – wzrósł udział

gatunków wytwarzających nasiona przystosowane do rozsiewania na dużą odległość (anemochory i zoochory). Wzrósł także udział paproci i płożących się gatunków o dużej zdolności do wegetatywnego rozmnażania (np. *Galeobdolon luteum*), spadek zanotowano natomiast w przypadku geofitów wiosennych. Zmianom w runie towarzyszył wzrost pokrycia buka w drzewostanie. Wyniki analizy wydają się potwierdzać generalny wzorzec zmian obserwowany w lasach bukowych (Durak 2010a) – wskazują na upodabnianie się żyznych postaci buczyn do postaci typowych, prawdopodobnie na skutek spadku indukowanych przez człowieka zaburzeń i negatywnego oddziaływania buka na warunki panujące w górnej warstwie gleby. Zmiany warunków siedliskowych wydają się sprzyjać rozprzestrzenianiu gatunków o cechach generalistów i zanikaniu specjalistów i prowadzą do przebudowy struktury gatunkowej. Mimo wzrostu bogactwa gatunkowego i wskaźnika różnorodności Shannona w poszczególnych płatach roślinnych skutkują one regionalną biotyczną homogenizacją lasów. Zatem zwiększanie się różnorodności alfa skutkuje spadkiem różnorodności beta, co jest zgodne z trendem przemian wykazany w omawianej wcześniej pracy.

Obraz zmian w strukturze i kompozycjach gatunkowych lasów bukowych skłania do postawienia pytania o konsekwencje tych zmian. Istotne wydało się pytanie o ich wpływ na różnorodność gatunkową tych lasów. Pojawiło się również pytanie w jakim stopniu często używane, ogólne wskaźniki różnorodności mogą odzwierciedlić obraz zmian w roślinności.

Najczęściej używanym wskaźnikiem oceny różnorodności jest bogactwo gatunkowe oraz wskaźnik Shannona ( $H$ ) i równomierności Pielou ( $J$ ) – wskaźniki rozpatrywane na poziomie powierzchni próbnych (różnorodność alfa). Użycie tych wskaźników do analizy przemian warstwy runa w najuboższym pod względem siedliskowym typie lasów bukowych (kwaśnej buczynie górskiej) (Durak 2011b) wykazało, że przy uwzględnieniu całości roślinności runa za ich pomocą nie można zidentyfikować zachodzących zmian. W tym przypadku stwierdzono jedynie wzrost wskaźnika równomierności. Dopiero użycie tych wskaźników na poziomie ekologicznych grup gatunków pozwoliło na ujawnienie zmian i ich interpretację. Stwierdzono wzrost równomierności w grupie gatunków „starych lasów”, spadek różnorodności w grupie gatunków ubogich i kwaśnych siedlisk oraz wzrost różnorodności w grupie gatunków siedlisk wilgotnych. Zmiany w kompozycjach gatunkowych sugerowały w tym wypadku regenerację roślinności na skutek zaniku zaburzeń wywołanych w przeszłości intensywnym użytkowaniem lasów przez ludność (wypas bydła, koszenie runa, zbieranie drewna grabienie ściółki). Wzrost żyzności i wilgotności siedlisk

nastąpił zatem na skutek gromadzenia się martwej materii organicznej na dnie lasu i większego udziału drzew o szybko rozkładających się liściach w drzewostanie bukowym w wyniku spadku presji ze strony człowieka. Okazuje się więc, że opisywane dotychczas płaty ubogiej kwaśnej buczyny górskie (*Luzulo nemorosae-Fagetum*) jako naturalne zbiorowisko roślinne, w wielu przypadkach mogły reprezentować zubożoną w wyniku gospodarki człowieka postać buczyny karpackiej (*Dentario glandulosae-Fagetum*), a obserwowane w przeszłości większe zróżnicowanie przestrzenne buczyn (Durak 2010a) mogło być efektem działalności człowieka.

Skuteczność analizy zmian w roślinności za pomocą wymienionych wyżej wskaźników różnorodności w odniesieniu do ekologicznych grup gatunków (Durak 2011b) zasugerowała ich zastosowanie w celu wykrycia wzorców zależności między warstwami roślinności lasów bukowych z uwzględnieniem faz ich rozwoju i sposobów użytkowania (lasy gospodarcze vs. chronione) (Durak 2012). Warunki siedliskowe lasu i roślinność leśna są w znacznej mierze związane ze składem gatunkowym i strukturą warstwy drzew. Dotychczas rola różnorodności gatunkowej drzewostanu w funkcjonowaniu ekosystemu leśnego jest słabo udokumentowana z powodu jego dużej złożoności i długowieczności. Tylko nieliczne badania analizują zależności między drzewostanem a funkcjonowaniem niższych warstw roślinności leśnej, w tym prawie zupełnie brakuje analiz długoterminowych. Można się spodziewać, że zależności te są zmienną czasu – zależą od fazy rozwoju drzewostanu oraz składu gatunkowego. Dotychczasowe badania wskazują na rosnącą siłę związku między różnorodnością drzew i runa w kolejnych etapach rozwoju drzewostanu lub po ustąpieniu zaburzeń. Hipotezy próbujące wyjaśnić mechanizm tego zjawiska zakładają, że powiązanie to jest wynikiem podobnej reakcji roślinności obu warstw na warunki siedliskowe i jest zależne od wieku drzewostanów. Wykorzystując zestaw danych z Bieszczadów Zachodnich przeprowadzono analizę czasowych i przestrzennych zmian we wzorcach zależności między różnorodnością warstwy drzew i runa w lasach bukowych.

Analiza zależności między różnorodnością warstwy drzew i runa w latach 1950. i po upływie 50 lat potwierdziła hipotezę o zmiennym charakterze tej relacji. Stwierdzono brak wyraźnej zależności różnorodności warstwy drzew od głównych gradientów siedliskowych (determinujących zróżnicowanie roślinności lasu bukowego) w latach 50. XX w., co w ubogim gatunkowo górskim lesie bukowym można zinterpretować jako efekt negatywnego wpływu gospodarki człowieka (czynnik historyczny). Po 50 latach w wyniku zmiany prowadzenia gospodarki leśnej, a także starzenia się i zwierania drzewostanu, gradient

różnorodności tej warstwy pokrył się ze gradientem środowiskowym. Tak więc pojawiający się związek między różnorodnością warstwy drzew a gradientem środowiskowym spowodowany był głównie zmianą czynnika determinującego różnorodność (z historycznego na środowiskowy). Przyczyniła się ona do zmian w strukturze przestrzennej drzew, które jednocześnie wpłynęły na strukturę warstwy roślin zielnych.

W latach 50. XX wieku stwierdzono słaby związek różnorodności warstwy drzew z warstwą zielną co wydaje się być efektem dużej mozaiki warunków siedliskowych kształtowanych w dużej mierze przez różnorodne sposoby użytkowania lasu przez ludzi. Jednocześnie stwierdzono dużą rolę jaworu w kształtowaniu struktury przestrzennej gatunków warstwy zielnej. Nawet niewielka domieszka tego gatunku sprzyjała większej różnorodności gatunków siedlisk żyznych i wilgotnych (np. *Lunaria rediviva*, *Corydalis cava*, *Stellaria nemorum*) a zmniejszała różnorodność gatunków związanych z ubogimi siedliskami (np. *Gentiana asclepiadea*).

Po upływie 50 lat w starzejących się drzewostanach, zwłaszcza w lasach gospodarczych, zmniejszył się udział jaworu (Durak 2010a). Stwierdzono w nich wzrost zależności między różnorodnością warstwy drzew i runa, a zwłaszcza z różnorodnością funkcjonalnych grup gatunków. Zjawisko to można zinterpretować jako efekt wzrostu równomierności (*E*) w rozmieszczeniu i udziale gatunków w warstwie runa, co wskazuje na spadek zróżnicowania przestrzennego kształtujących tą warstwę warunków siedliskowych. Większa zależność funkcjonalnych grup gatunków od obecności buka w drzewostanie wskazuje, że zmiany te związane są głównie z rosnącym w miarę starzenia się drzewostanu oddziaływaniem tego gatunku na warunki siedliskowe i z coraz mniejszym udziałem jaworu.

Wykazano, że po upływie 50 lat zmiany czynników kształtujących różnorodność gatunkową w lasach chronionych mają inny charakter niż w lasach gospodarczych. Stwierdzono w nich niewielką zgodność między różnorodnością warstwy drzew i warstwy zielnej. Utrzymujący się brak związku między zróżnicowaniem warstwy runa a strukturą warstwy drzew wskazuje na ciągle utrzymujące się stosunkowo duże znaczenie warunków siedliskowych kształtujących warstwę zielną, które są niezależne od cech drzewostanu. Warto zaznaczyć również, że w przeciwieństwie do lasów gospodarczych różnorodność warstwy drzew i warstwy zielnej zmalała w ciągu 50 lat, co jest zjawiskiem, które można uznać za naturalny proces związany ze starzeniem się lasów bukowych. Nie można tego spadku różnorodności jednoznacznie interpretować jako homogenizację fitocenozy. Mimo rozrastania się buków oraz starzenia i zwierania się drzewostanów spadek zróżnicowania roślinności nie

zachodzi tu tak intensywnie jak w lasach gospodarczych, co wydaje się być związane z utrzymującą się domieszką jawora i dużą ilością martwego drewna na dnie lasu.

W świetle wyników badań wyróżniono trzy wzorce zależności między różnorodnością warstwy runa i drzewostanu. Pierwszy wzorzec, właściwy dla zaburzonych lasów w fazie dojrzewania, charakteryzuje słaby związek między różnorodnością warstw i duża rola jawora w kształtowaniu struktury runa. Drugi dotyczy dojrzałych drzewostanów objętych zrównoważoną gospodarką leśną. Wyróżnia go silny związek między różnorodnością warstwy runa i drzewostanu przy jednoczesnym spadku roli jaworu oraz wzroście wpływu buka na strukturę runa, które ulega homogenizacji. Trzeci wzorzec obejmuje nieobjęte gospodarką leśną lasy w fazie dojrzałej. W tym wypadku zależności między różnorodnością warstwy runa i drzewostanu towarzyszy zróżnicowana struktura roślinności runa, która jest związana z obecnością jaworu w drzewostanie i dużej ilości leżącego martwego drewna.

Analizy zmian w kompozycjach gatunkowych zbiorowisk leśnych zachodzących na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci coraz częściej ujawniają wzrost podobieństwa między zbiorowiskami w wyniku zastępowania rodzimych, wyspecjalizowanych gatunków przez grupy gatunków obcych lub pospolitych gatunków rodzimych, co prowadzi do biotycznej homogenizacji roślinności leśnej.

Dotychczasowe wyniki moich badań wykazały spore zmiany w kompozycjach gatunkowych lasów bukowych. Zmiany te szczególnie wyraźnie były widoczne w lasach gospodarczych i sugerowały postępujący proces homogenizacji runa w starzejących się lasach (Durak 2010a, Durak 2012). Jednak zakres zmian w kompozycjach gatunkowych był różny w poszczególnych jednostkach lasów bukowych (Durak 2010a, 2011a, b).

W celu rozpoznania i wyjaśnienia różnic w zmianach kompozycji gatunkowych przeprowadzono analizę porównawczą dwóch grup zdjęć fitosocjologicznych: wykonanych w latach 1970. i po roku 2000. Pochodzą one z Gór Sanocko-Turczańskich i zostały uszeregowane wzdłuż głównego gradientu siedliskowego różnicującego lasy bukowe zgodnie z żyznością, wilgotnością i odczynem gleby (Durak i Holeksa 2015). Gradient rozciągał się od buczyn z miesięcznicą trwałą i czosnkiem niedźwiedzim zajmujących najżyźniejsze siedliska po buczynę z kostrzewą górską związaną z glebami najsuchszymi, kwaśnymi i najuboższymi w składniki pokarmowe. Analizę zmian w roślinności zielonej oparto o grupy gatunków wyróżnionych na podstawie podobieństwa ich ekologicznych, reprodukcyjnych i morfologicznych cech (*trait-based approach*). Wykazano spadek udziału gatunków preferujących żyzne siedliska o wysokim pH, o małej zdolności do wegetatywnego

rozmnażania i nie posiadające trwałego banku nasion (grupa 1, gatunki przegrane, „*loser species*”). Jednocześnie zanotowano wzrost udziału gatunków odpornych na niskie pH i żyzność gleby, długo utrzymujących zielone liście oraz posiadających trwały bank nasion, zdolnych do wegetatywnego rozmnażania i rozprzestrzeniania nasion na dużą odległość (grupa 2 i 3, gatunki zwycięskie, „*winner species*”). Stwierdzono występowanie dwóch przeciwstawnych procesów zachodzących w kompozycjach gatunkowych. Na siedliskach ubogich przeważał proces biotycznego różnicowanie się roślinności zielonej, któremu towarzyszył spadek liczby gatunków. Natomiast na siedliskach żyzniejszych dominowały procesy biotycznej homogenizacji, któremu towarzyszył wzrost liczby gatunków na powierzchniach próbnych, co można interpretować, że nie były to gatunki o charakterze specjalistów ale raczej szeroko rozpowszechnione gatunki występujące w lesie.

Po upływie 30 lat stwierdzono także zmiany w strukturze starzejących się drzewostanów bukowych. Dotyczyły one bogactwa gatunkowego, które spadło. Spadek ten spowodowany był przede wszystkim rzadszym występowaniem w drzewostanach bukowych domieszki jodły i jaworu. Stwierdzono zależność między zmianami w kompozycjach gatunkowych runa a wiekiem drzewostanów w latach 1970. Wykazane zależności wydają się potwierdzać przypuszczenia, że zmiany w roślinności gospodarczych lasów bukowych w dużym stopniu zależne są od starzejących się drzewostanów bukowych jako skutek gromadzenia się ściółki bukowej, której pozyskiwanie w lasach bukowych miało miejsce do lat 1970., a potem stopniowo zanikało. Zaobserwowane zmiany składu gatunkowego roślinności runa sugerują, że skutkiem zwiększenia się grubości zalegającej ściółki bukowej było zakwaszenie i zubożenie w substancje odżywcze górnej warstwy gleby. Uzyskane wyniki pozwalają też na sformułowania wniosku o zmianie reżimu zaburzeń w badanych lasach na skutek starzenia się i powiększania rozmiarów zamierających/wycinanych drzew. Okazało się, że zmiany roślinności runa w lasach bukowych reprezentujących różne podzespoły przebiegały w ciągu ostatnich dekad w różnych kierunkach. Były one bardziej wyraźne w siedliskach o mniejszej żyzności gleb, co sugeruje ich mniejsze właściwości buforujące. W tej części gradientu siedliskowego zanotowano spadek bogactwa gatunkowego, co przełożyło się na spadek podobieństwa między płatami roślinnymi, czyli nastąpiło różnicowanie się roślinności. Ponieważ znaczenie konkurencji międzygatunkowej rośnie wraz z żyznością siedliska (produktywnością), wydaje się, że zmiany na powierzchniach reprezentujących żyzniejsze siedliska związane były z rozprzestrzenianiem bardziej konkurencyjnych i eurytopowych gatunków, które można określić mianem „generalistów”. Ograniczały one występowanie, a niekiedy eliminowały gatunki stenotopowe, czyli

specjalistów. Skutkiem tych zmian było upodobnienie się płatów roślinnych w żyznej części gradientu siedliskowego, czyli homogenizacja roślinności. Tak więc różnicami zmian warunków glebowych na siedliskach ubogich i żyznych można wytłumaczyć przeciwny kierunek zmian w roślinności zielnej na obu krańcach gradientu siedliskowego buczyn.

Znalezione zależności między wzorcami biotycznej homogenizacji i różnicowania roślinności a warunkami siedliskowymi pozwalają stwierdzić, że różnice w warunkach siedliskowych nie tylko kształtują przestrzenny wzorzec starzejących się lasów bukowych ale również przestrzenne i czasowe wzorce zmian w ich kompozycjach gatunkowych.

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

- pierwsza szczegółowa analiza zmian w roślinności lasów bukowych Europy Środkowej na przestrzeni ostatnich 30 i 50 lat;
- wykazanie podobieństw i różnic w długoterminowych zmianach zachodzących w lasach gospodarczych i chronionych;
- rozpoznanie wzorców zależności między różnorodnością warstwy drzew i zielnej w górskich lasach bukowych oraz wykazanie dużego znaczenia domieszki jaworu dla zachowania różnorodności roślinności runa;
- wskazanie czynników determinujących zmiany roślinności runa w lasach bukowych – wykazanie dużej roli czynników endogennych związanych ze starzeniem się drzewostanów;
- identyfikacja wzorców zmian różnorodności roślinności lasów bukowych i wykazanie roli gradientu siedliskowego w kształtowaniu tych wzorców;
- identyfikacja właściwości roślin „zwycięskich” i „przeegranych”, które skorzystały bądź straciły w toku przemian lasów bukowych i wykazanie związku ich rozprzestrzeniania się bądź zanikania z przemianami w sposobie użytkowania lasów i ze zmianami w warunkach siedliskowych.

Wiedza na temat zmian w kompozycjach gatunkowych oraz mechanizmów, które nimi kierują stanowi bardzo ważny aspekt problemów związanych z aktualnymi strategiami

zrównoważonej gospodarki leśnej i ochroną przyrody. W praktyce może więc ona posłużyć do doskonalenia strategii zrównoważonego zarządzania ekosystemami zarówno lasów gospodarczych jak i chronionych.

## OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH

Badania nad roślinnością leśną rozpocząłem podczas studiów na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach. Skupiły się one na fitosocjologicznym opisie zbiorowisk leśnych Wyżyny Częstochowskiej. Wyniki tych badań zostały zawarte w mojej pracy magisterskiej pt. „Projekt poszerzenia rezerwatu „Parkowe” koło Częstochowy w oparciu o badania fitosocjologiczne”, kierowanej przez prof. dr hab. Floriana Celińskiego, a następnie opublikowane (Durak 1999). W pracy, posługując się metodą Braun-Blanqueta scharakteryzowano zbiorowiska leśne uroczyska Dąbrowa na obszarze otaczającym rezerwat „Parkowe”. Następnie skartowano wyróżnione zbiorowiska i stanowiska roślin chronionych oraz przedstawiono propozycję poszerzenia rezerwatu.

Po rozpoczęciu pracy w nowo tworzonym Instytucie Biologii (Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Rzeszowie) rozpocząłem badania związane z tematem mojej pracy doktorskiej pt. „Charakterystyka fitosocjologiczna oraz dynamika zbiorowisk leśnych z udziałem *Abies alba* Mill. w dorzeczu górnej Białej Dunajcowej w Beskidzie Niskim”. W kontekście obserwowanego od ponad wieku zjawiska obumierania i wycofywania się jodły pospolitej w granicach jej naturalnego zasięgu, istotne było poznanie obecnego stanu zróżnicowania lasów jodłowych i zdiagnozowanie zachodzących w nich zmian. Głównym celem pracy była: (1) charakterystyka karpaccich zbiorowisk leśnych z udziałem jodły kształtujących się w warunkach gospodarki leśnej, (2) określenie głównych kierunków przemian zachodzących w górskich lasach jodłowych w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat i wyjaśnienie ich przyczyn. W pracy podano charakterystykę 7 zespołów leśnych i jednego zbiorowiska roślinnego wyróżnionych w obrębie jedlin Beskidu Niskiego. Szczególnie interesująca była identyfikacja i charakterystyka zespołu mezotroficznego lasu jodłowego *Galio rotundifolii-Abietetum*, która pozwoliła na wskazanie różnic między fitocenoząmi tego zespołu a często mylnie z nimi utożsamianymi jodłowymi postaciami żywej buczyny karpacciej *Dentario glandulosae-Fagetum*. W pracy przedstawiono również porównanie aktualnego stanu poszczególnych zbiorowisk z ich stanem z lat 1960. W porównaniu uwzględniono: zasięg występowania,



skład gatunkowy i warunki siedliskowe określone za pomocą wskaźników Ellenberga. Wykazane różnice pozwoliły zidentyfikować kilka procesów przyczyniających się do postępujących zmian w roślinności jedlin górskich. Należały do nich przede wszystkim: rosnąca żyzność, zakwaszenie i wilgotność siedlisk, zwiększające się zwarcie warstwy drzew, zanikanie wyspecjalizowanych gatunków diagnostycznych dla jednostek syntaksonomicznych do których należały opisane lasy oraz masowy rozwój w warstwie runa *Rubus hirtus*, *Athyrium filix-femina* i *Dryopteris dilatata*. Praca doktorska została wyróżniona przez Radę Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach; w oparciu o wyniki powstała praca opisująca obecny stan zróżnicowania lasów jodłowych w Beskidzie Niskim (Durak 2006), jak również prace przedstawiające zakres zmian w ich roślinności oraz próbujące wyjaśnić przyczyny tych zmian (Durak 2009a, Durak 2009b).

Będąc pracownikiem naukowym zatrudnionym w Wyższej Szkole Pedagogicznej w Rzeszowie (przekształconej następnie w Uniwersytet Rzeszowski 1.09.2001) swoje zainteresowania związałem z roślinnością Karpat i regionu Podkarpacia. Tematykę badawczą którą się zajmuję można podzielić na cztery części.

#### 1. Zróżnicowanie i różnorodność roślinności leśnej Puszczy Sandomierskiej.

W przeszłości, rozciągające się między Wisłoką a Sanem lasy Puszczy Sandomierskiej charakteryzowały się dużym zróżnicowaniem. W północnej części przeważały bory sosnowe; w południowej, bardziej zróżnicowanej pod względem siedliskowym występowały lasy z różnym udziałem dębów, buka, sosny, jodły i olszy. Na przestrzeni ostatnich 200 lat, w wyniku presji człowieka (wycinanie lasów, melioracje, nasadzenia sosny), Puszcza Sandomierska znacznie zmniejszyła swoją powierzchnię oraz straciła dawną różnorodność florystyczną i siedliskową. Ostatnie kompleksowe opracowanie przedstawiające stan i zróżnicowanie roślinności leśnej pochodzi z lat 20. XX w. Opisane w nim zbiorowiska lasów bukowych, jodłowych i bukowo-jodłowych na terenie Puszczy Sandomierskiej należą już do rzadkości. Na temat obecnego stanu zróżnicowania lasów Puszczy Sandomierskiej istnieją nieliczne publikacje, które dotyczą jej piaszczystej, mniej zróżnicowanej, północnej części.

W latach 1999-2000 rozpocząłem badania mające na celu scharakteryzowanie obecnego stanu zróżnicowania zbiorowisk leśnych południowej części Puszczy Sandomierskiej. Badaniami objęto duży kompleks leśny (365 ha) wchodzący w skład rezerwatu „Bór” – powołanego w celu ochrony ekosystemów leśnych dawnej Puszczy Sandomierskiej. W wyniku badań wyróżniono sześć zespołów roślinnych i cztery zbiorowiska zastępcze; ich rozmieszczenie zostało przedstawione na mapie (Durak 2003). Dominującym

zbiorowiskiem, charakteryzującym się dużym zróżnicowaniem zajmowanych siedlisk okazał się zespół kontynentalnego boru mieszanego *Quercus robur*-*Pinetum*. Wyniki badań wskazują na spadek zróżnicowania drzewostanów Puszczy Sandomierskiej w wyniku wcześniejszej gospodarki leśnej i melioracji, które przyczyniły się do wyparcia jodły i wzrostu znaczenia sosny w drzewostanach. Uwidoczniają również, uruchomione w wyniku wstrzymania gospodarki leśnej, procesy sukcesyjne przejawiające się naturalnym procesem odnawiania buka i grabu.

W wyniku długotrwałego użytkowania lasów często dochodzi do spadku różnorodności biologicznej i degradacji ekosystemów leśnych. Zachowanie naturalnej różnorodności biologicznej lasu jest jednak ważnym celem współczesnej gospodarki leśnej. Ważnym czynnikiem wpływającym na różnorodność biocenoz leśnych jest drzewostan – tak więc zrozumienie zależności między cechami drzewostanu i różnorodnością organizmów żywych w ekosystemach o charakterze naturalnym pozwala racjonalnie zarządzać różnorodnością biologiczną lasu. Tylko nieliczne prace analizują zależności między drzewostanem a różnorodnością roślinności leśnej. Najczęściej wskazują one na dodatnią korelację między przestrzenną strukturą drzewostanu i fazą jego rozwoju a różnorodnością niższych warstw roślinności. Dotychczas brakowało informacji o zależnościach między warstwami roślinności leśnej w lasach Puszczy Sandomierskiej. Określenie naturalnych zależności między drzewostanem a różnorodnością niższych warstw lasu możliwe było dzięki badaniom w jednym z najlepiej zachowanych i najdłużej chronionych (od 1920 roku) kompleksie dawnej Puszczy w okolicach Leżajska (rezerwat „Las Klasztorny”). Celem rozpoczętych przeze mnie w 2009 roku badań było określenie zależności między różnorodnością gatunkową roślin zielnych a składem gatunkowym i strukturą wielogatunkowych drzewostanów dawnej Puszczy Sandomierskiej. Badania prowadzono na 40 powierzchniach kołowych rozmieszczonych w węzłach siatki pokrywającej powierzchnię rezerwatu. W wyniku porównania elementów struktury drzewostanu (np. liczby drzew, wysokości drzew, sumarycznego pierśnicowego pola przekroju) z różnorodnością warstwy zielnej (bogactwem gatunkowym, wskaźnikiem różnorodności Shannona) stwierdzono, że różnorodność rośnie wraz z pierśnicowym polem przekroju sosny na powierzchniach z większą liczbą gatunków drzew i większym zróżnicowaniem ich wysokości, co potwierdziło hipotezę o zależności między różnorodnością roślinności leśnej od fazy rozwoju i stopnia zróżnicowania drzewostanu (Durak 2015). Wydaje się, że obserwowana zależność między strukturą drzewostanów i różnorodnością warstwy zielnej może być konsekwencją długiego trwania drzewostanu charakteryzującego się zróżnicowaną strukturą. Zróżnicowany

drzewostan przyczynia się do wzrostu ilości substancji odżywczych dostępnych w glebie oraz różnicuje warunki świetlne wpływając w ten sposób na bogactwo gatunkowe roślin zielnych. Wykazano pozytywną rolę domieszki dębu, który w przypadku lasów z większym udziałem sosny zwiększa aktywność biologiczną ściółki, przyczyniając się do szybszego jej rozkładu i uwalniania substancji odżywczych. Z drugiej strony analiza potwierdziła negatywny wpływ domieszki buka na różnorodność roślin zielnych (Durak 2012, Durak i Holeksa 2015).

2. Zmiany roślinności leśnej Karpat Wschodnich jako efekt naturalnych i antropogenicznych zmian siedliskowych.

Od połowy XX wieku obserwuje się postępujące zmiany w kompozycjach gatunkowych roślinności leśnej. Wiąże się je przede wszystkim z negatywnym oddziaływaniem człowieka, które zmienia dotychczasowe warunki siedliskowe determinujące skład i różnorodność roślinności leśnej. Z negatywnym wpływem człowieka najczęściej wiąże się: długotrwałą gospodarkę leśną, zanieczyszczenia powietrza i ocieplenie klimatu. Z drugiej strony w ostatnich dziesięcioleciach na terenie Europy, zwłaszcza w rejonach górskich obserwuje się spadek użytkowania rolniczego i przyrost powierzchni leśnej, starzenie się drzewostanów oraz przechodzenie na bardziej zrównoważone systemy zarządzania lasami; zmiany te powinny więc wzmocnić naturalne procesy związane z sukcesją/regeneracją roślinności i siedlisk leśnych. Jak już wspomniano podczas omawiania publikacji wchodzących w zakres osiągnięcia naukowego będącego podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, istnieją podstawy by sądzić, że zmiany w lepiej zachowanej roślinności leśnej Karpat Wschodnich nie będą tak duże jak w przypadku położonych bardziej na zachód obszarach Europy.

W celu określenia kierunków i zdiagnozowania głównych czynników kierujących przemianami roślinności leśnej w polskiej części Karpat Wschodnich w 2005 roku rozpocząłem badania oparte na porównaniach archiwalnych i współczesnych danych fitosocjologicznych z Bieszczad Zachodnich i Gór Sanocko-Turczańskich. Efektem badań są prace będące podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego oraz cykl prac dotyczących zmian w roślinności lasów dębowo-grabowych (grądów) (Durak 2009c, Durak 2010b, Durak i Durak 2015a). Badania dostarczyły również danych pozwalających uzupełnić aktualny stan wiedzy na temat flory Gór Sanocko-Turczańskich (Oklejewicz i in. 2007) oraz pozwoliły na analizę wzorców taksonomicznej homogenizacji roślinności w Karpackich lasach (Durak i in. 2015c).

Lasy dębowo-grabowe obok lasów bukowych stanowią dominujący typ potencjalnej roślinności leśnej w Europie Środkowej. Ich siedliska występują zarówno na niżu jak i w piętrze pogórza, i obejmują szeroki zakres warunków glebowych i klimatycznych. Mimo ogromnej powierzchni potencjalnych siedlisk grądowych, na skutek wylesień oraz preferującej gatunki iglaste gospodarki leśnej, obecny udział lasów dębowo-grabowych w ogólnej powierzchni leśnej jest znikomy. Stąd dobrze zachowane kompleksy tych lasów stanowią dużą wartość przyrodniczą, a poznanie zjawisk zachodzących w ich fitocenozach pozwoli lepiej zrozumieć zasady ich funkcjonowania i ułatwi zarządzanie przeciwdziałające negatywnym zmianom w tych ekosystemach leśnych. Niezwykle ważną w rozpoznaniu tych zjawisk jest wiedza zwłaszcza na temat naturalnych wzorców regeneracji fitocenoz leśnych.

Badane lasy dębowo-grabowe reprezentowały formę podgóorską grądu subkontynentalnego *Tilio-Carpinetum*. Zlokalizowane były przy górnej granicy zasięgu ich występowania w Karpatach Wschodnich, gdzie dominującym typem lasu jest buczyna karpacka. Siedliska lasów grądowych zajmują tam wąski pas najniżej położonych terenów i rzadko przekraczają 600 m n.p.m. Mimo ograniczonej powierzchni występowania wykazują jednak duże zróżnicowanie siedliskowe; szczególnie cenne przyrodniczo są grądy ciepłolubne.

Ponieważ niezwykle ważną w zrozumieniu procesów zachodzących w roślinności grądowej jest wiedza na temat naturalnych wzorców jej dynamiki, w pierwszej kolejności badaniami objęto grądy podlegające ochronie rezerwatowej. Obecnie brakuje wystarczających danych na temat naturalnych procesów regeneracji mieszanych lasów liściastych w niższych położeniach Karpat Wschodnich po zaprzestaniu ich użytkowania. Wydaje się, że powinny one zmierzać w kierunku wzrostu bogactwa gatunkowego zarówno gatunków drzewiastych, jak i zielnych. W celu poznania czasowych i przestrzennych zmian roślinności w podgóorskim lesie mieszanym uwolnionym spod presji gospodarki leśnej oraz wskazania potencjalnych czynników kierujących tymi zmianami analizowano zmiany w roślinności rezerwatu „Góra Sobień” na przestrzeni ostatnich 30 lat. Na początku XXI wieku powtórzono badania fitosocjologiczne z lat 1970. oraz powtórnie skartowano rozmieszczenie zbiorowisk roślinnych. Zmiany w kompozycjach gatunkowych oraz zasięgach występowania uwarunkowanych siedliskowo typów lasów grądowych wskazały, że procesy regeneracji prowadzą do wzrostu różnorodności gatunkowej ubogich grądów i przekształcania ich w bardziej żyzne grądy typowe. Z drugiej strony stwierdzono mniejszą różnorodność i powierzchnię grądów związanych z żyznymi i wilgotnymi siedliskami w latach 2000 (Durak 2010b). Badania wykazały również zmiany zmierzające w kierunku regeneracji lasów

dębowo-grabowych. Korelacja wskaźników ekologicznych Ellenberga ze zmianami w kompozycjach gatunkowych (analiza DCA) wykazała, że główny kierunek zmian związany jest ze wzrostem wilgotności i trofizmu gleby, co było widoczne zwłaszcza uboższych postaciach lasu. Główną przyczynę zmian wiąże się ze zmianami właściwości ściółki. Jest ona efektem wzrostu udziału domieszkowych gatunków drzewiastych w wyższych piętrach lasu, których ściółka równoważy odmienny wpływ liści buka. Wydaje się, że ten postępujący proces powinien doprowadzić do wzrostu różnorodności gatunkowej warstwy drzew i runa na poziomie fitocenzoz. W badanych grądach zmiany prowadzą do przekształcania uboższych postaci lasu w typowe. Z drugiej strony grądy związane z siedliskami żyznymi i wilgotnymi (*Tilio-Carpinetum stachyetosum*) w dalszym ciągu zachowują swoją odrębność w stosunku do grądów typowych. Wydaje się więc, że zaznaczający się wzrost bogactwa gatunkowego w najmniej żyznych płatach i skrócenie gradientu siedliskowego spowoduje zatarcie różnic między fitocenzozami i spadek różnorodności przestrzennej lasów grądowych (Durak 2009c). Obserwacja ta skłania do przypuszczenia, że znane z archiwalnych opracowań fitosocjologicznych duże wewnętrzne zróżnicowanie zbiorowisk grądowych nie zawsze miało charakter naturalny, często mogło być efektem prowadzonej w lesie gospodarki człowieka (selekcyjne wycinanie/nasadzanie drzew, grabienie ściółki, zbieranie drewna, wypas).

Dotychczasowe prace ukazujące zmiany w roślinności wielogatunkowych lasów liściastych Europy w większości dotyczą obszarów zachodniej i północnej Europy, gdzie tradycyjną metodą użytkowania lasów była gospodarka odroślowa (tzw. „*low forests*”); czyli system zagospodarowania lasu oparty na cięciach zmierzających do uzyskania odnowienia wegetatywnego z pni lub korzeni. Na przestrzeni ostatniego wieku, wskutek zmian w gospodarce leśnej, „*low forests*” są przekształcane w bardziej zwarte drzewostany zdominowane przez drzewa odnawiane z nasion lub sadzonek – tzw. „*high forests*”, co skutkuje wyraźnymi zmianami w ekosystemach leśnych. W Europie Środkowej, a zwłaszcza w Polsce, wielogatunkowe lasy liściaste nigdy nie były poddane gospodarce odroślowej. Trudno więc w ich przypadku wykorzystać dostępne w literaturze wyniki badań. Niewiele więc wiadomo o zmianach w tych lasach („*high forests*”) zarządzanych tradycyjnie przez zręby zupełne, a następnie przez coraz bardziej udoskonalone rębnie częściowe. Zebranie materiałów dotyczących lasów dębowo-grabowych z Gór Sanocko-Turczańskich (zestaw danych z lat 1970. i 2000.; 97 powierzchni próbnych) pozwoliło na analizę zmian roślinności użytkowanych gospodarczo lasów grądowych na przestrzeni ostatnich 30 lat. Stwierdzono spadek bogactwa gatunkowego oraz taksonomicznej odrębności (beta różnorodności) między analizowanymi jednostkami lasów dębowo-grabowych w wyniku upodobniania się ich

kompozycji gatunkowych (biotycznej homogenizacji). W warstwie runa największy spadek częstotliwości występowania i obfitości zanotowano w przypadku gatunków leśnych związanych z żyznymi lasami liściastymi (np. *Aegopodium podagraria* i *Aposeris foetida*) i żyznymi okrajkami leśnymi (np. *Geranium robertianum*); w przypadku gatunków o mniejszych wymaganiach troficznych i większych wymaganiach świetlnych (np. *Rubus idaeus*, *R. hirtus* i *Galeopsis speciosa*) stwierdzono wzrost ich udziału. Analiza grup gatunków diagnostycznych wykazała rzadsze występowanie gatunków grądowych i ciepłolubnych oraz częstsze występowanie gatunków buczynowych. W warstwie drzew, której zwarcie znacznie się zmniejszyło, spadł udział *Carpinus betulus* i *Populus tremula* natomiast zwiększył się udział *Fagus sylvatica* i *Quercus robur*. Zarówno w przypadku gatunków drzewiastych jak i zielnych stwierdzono istotne zmiany w kompozycjach gatunkowych. W przypadku gatunków zielnych stwierdzono spadek odrębności między analizowanymi siedliskowymi typami lasów związany ze spadkiem udziału graba i wzrostem udziału buka i dębu w drzewostanach. Wydaje się, że w przypadku lasów grądowych główną przyczyną obserwowanych zmian w roślinności jest preferowanie przez gospodarkę leśną cennych z ekonomicznego punktu widzenia gatunków drzew kosztem mniej użytecznego graba. W piętrze pogórza, tolerujący większy dopływ światła grab w ramach gospodarki leśnej wykorzystywany jest często jako osłona przy odnawianiu buka. Jednak podczas trzebieży grab jest znacznie częściej usuwanym gatunkiem niż buk i dąb. Skutkuje to zmianą w udziale poszczególnych gatunków w drzewostanie. Spada frekwencja występowania i obfitość usuwanego graba oraz wzrasta obfitość buka i dębu w dojrzewających drzewostanach. Takie zmiany w strukturze drzewostanów prowadzą do zmian właściwości górnej warstwy gleby, która decyduje o strukturze porastającej ją roślinności niższych warstw lasu. Wzrost udziału buka i dębu powoduje powstanie grubej, trudno rozkładającej się warstwy ściółki, która sprzyja obniżeniu zawartości substancji odżywczych, odczynu i wilgotności gleby. Dodatkowo wspomnianym procesom zachodzącym w górnej warstwie gleby sprzyja obserwowane od lat 1970. zanikanie grabienia ściółki. Przeprowadzona analiza potwierdza istotne zmiany w kompozycjach gatunkowych środkowo europejskich mieszanych lasów liściastych. Wydaje się jednak, że nie są one tak duże jak w przypadku lasów objętych w przeszłości gospodarką odroślową. Mimo zarejestrowanych zmian badane lasy nieznacznie zmieniły swoją kompozycję gatunkową i w dalszym ciągu zachowują swoją odrębność (Durak i Durak 2015a).

Lasy karpackie tworzą największe w Europie Wschodniej kompleksy leśne, które stanowią ważną ostoję różnorodności biologicznej. Jednak niewiele wiadomo na temat zmian

różnorodności gatunkowej tych lasów w czasie. Do tej pory do analizy zmian biotycznej różnorodności powszechnie wykorzystywano klasyczne wskaźniki niepodobieństwa. Wadą klasycznych wskaźników niepodobieństwa jest jednak fakt, że w rzeczywistości mierzą one różnorodność związaną z dwoma różnymi zjawiskami: wymianą gatunków („*spatial turnover*”) i zagnieżdżeniem („*nestedness*”). Użycie klasycznego wskaźnika nie pozwala więc na wyjaśnienie mechanizmów kierujących homogenizacją roślinności. W pracy Durak i in. (2015c) przedstawiono zależne od „*spatial turnover*” i „*nestedness*” wzorce homogenizacji roślinności w gospodarczych i objętych ochroną lasach Karpat Wschodnich. Do analiz wykorzystano dwa, opisane w części omawiającej osiągnięcie naukowe zestawy danych dokumentujących historyczny i współczesny stan roślinności lasów bukowych z Bieszczadów Zachodnich i Gór Sanocko-Turczańskich. Analizowano warstwę roślin zielnych. Stwierdzono, że średnie bogactwo gatunkowe nie zmieniło się znacząco w czasie zarówno w lasach gospodarczych jak i chronionych. Jednocześnie wykazano, znaczny spadek różnorodności gatunkowej ( $\beta$ ) w lasach chronionych oraz w mniejszym stopniu w lasach gospodarczych. W obu typach lasów spadek różnorodności gatunkowej spowodowany był głównie przez „*spatial turnover*”, natomiast zmiany różnorodności związane „*nestedness*” były stosunkowo małe. Zauważono również, że wpływ „*nestedness*” na zmiany różnorodności był inny w lasach gospodarczych i chronionych. W lasach gospodarczych różnorodność zależna od „*nestedness*” wzrosła natomiast w lasach chronionych zmniejszyła się powiększając w ten sposób spadek różnorodności związanej z „*spatial turnover*”. Uzyskane wyniki wskazały, że roślinność lasów gospodarczych ulega jednocześnie homogenizacji i różnicowaniu, co wydaje się potwierdzać wcześniej uzyskane wyniki (Durak i Holeksa 2015). Natomiast w lasach chronionych homogenizacja nie tylko była spowodowana spadkiem tempa wymiany gatunków ale również, związanym z „*nestedness*”, spadkiem bogactwa gatunkowego. Wykazany spadek różnorodności roślinności leśnej na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci wydaje się być zgodny z hipotezą zaburzeń. Największy spadek różnorodności gatunkowej wystąpił w uwolnionych spod presji człowieka lasach chronionych. W tym wypadku może on być efektem procesu naturalnej regeneracji siedlisk i roślinności leśnej. Pokazane w pracy różnice między wzorcami homogenizacji lasów gospodarczych i chronionych potwierdziły potrzebę analizy zmian różnorodności z uwzględnieniem wpływu zjawiska „*spatial turnover*” i „*nestedness*” wykazały również konieczność wzięcia pod uwagę różnic w sposobie użytkowania lasu.

3. Czasowa i przestrzenna zmienność rozprzestrzeniania się gatunków drzewiastych na wyłączonych z użytkowania rolniczego połoninach w Bieszczadach Zachodnich.

Wskutek długotrwałej działalności rolniczej człowieka górna granica występowania drzew w Europie została obniżona o około 200 m. Zachodzące w ciągu XX w. zmiany społeczno-ekonomiczne przyczyniły się do porzucania użytkowanych rolniczo wysokogórskich łąk i podnoszenia się górnej granicy zwartego występowania gatunków drzewiastych w wyniku uruchamiania procesów sukcesji. Wydaje się, że właśnie z takim zjawiskiem mamy do czynienia w przypadku bieszczadzkich połonin; w przeszłości intensywnie użytkowanych, a po II wojnie światowej porzuconych na skutek politycznych wysiedleń lokalnej ludności. W pierwszych etapach sukcesji na nie użytkowanych połoninach (lata 50. XX w.) zaczęła pojawiać się masowo, prawie już nie spotykana w tych rejonach górskich, olsza zielona (*Alnus viridis*). Badania fitosocjologiczne z lat 90. XX w. wykazały, że olszy zielonej coraz częściej zaczęła towarzyszyć jarzębina (*Sorbus aucuparia*). Na początku XXI w. obserwowano już duże powierzchnie, często dochodzących do szczytów górskich zadrzewień zdominowanych przez jarzębinę. Mimo dużej wagi omawianego zjawiska ciągle nieliczne są prace wyjaśniające mechanizmy związane z wkraczaniem i rozwojem drzewiastych zarośli na wysokogórskich łąkach. „Nagłe” wstrzymanie użytkowania rolniczego bieszczadzkich połonin po II wojnie światowej oraz objęcie połonin ochroną stworzyło wyjątkowe warunki pozwalające na badanie naturalnych procesów kierujących rozwojem zarośli jarzębinowych w subalpejskim piętrze połonin.

W roku 2010, dzięki uzyskaniu finansowania projektu badawczego przez MNiSW, we współpracy z Instytutem Botaniki im. Władysława Szafera PAN w Krakowie rozpocząłem badania, mające na celu przybliżyć wzorce rozprzestrzeniania się zadrzewień oraz określić kierunek ich dalszego rozwoju – w szczególności spróbować odpowiedzieć na pytanie czy utworzą trwałą strefę roślinności, a jeśli nie, to czy w wyniku dalszych zmian ich składu gatunkowego wkroczą typowe drzewa leśne powodując podniesienie górnej granicy ich występowania. Badania prowadzono na połoninach Małej i Wielkiej Rawki oraz Bukowego Berda. Dla powierzchni badawczych rozmieszczonych w węzłach regularnej siatki określono cechy topograficzne oraz skład gatunkowy, zagęszczenie osobników i pędów oraz grubościową i wysokościową strukturę gatunków drzewiastych. Wykorzystując metodę dendrochronologiczną określono również wiek zasiedlenia powierzchni przez jarzębinę. Dodatkowo bezpośrednią analizę zarastania połonin uzupełniono wynikami porównania archiwalnych i aktualnych materiałów kartograficznych. Dostępne mapy topograficzne, ortofotomapy oraz cyfrowy model terenu wprowadzono do programu ArcGIS i



przeprowadzono analizę zmian powierzchni zadrzewień na połoninach Wielkiej i Dużej Rawki w ostatnich 30 latach. Na podstawie analizowanych danych kartograficznych stwierdzono, że w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat zarośla drzewiaste w wyniku postępującego procesu rozrastania się zdołały opanować dużą część połoniny Małej i Wielkiej Rawki. Jednak proces rozprzestrzeniania się nie był jednorodny w przestrzeni – zasiedlane były przede wszystkim stoki północno-wschodnie (ekspozycje N, NE i E). Zwłaszcza w początkowych fazach wkraczania na połoniny zarośla wykazywały ujemną korelację z wysokością n.p.m. i dodatnią z nachyleniem. Wyniki zasugerowały również występowanie związku między rozprzestrzenianiem się zarośli a wcześniejszym sposobem użytkowania rolniczego (Durak i in. 2013).

Analiza związku między rokiem zasiedlenia powierzchni badawczych i warunkami topograficznymi i klimatycznymi na badanych połoninach pozwoliła na wyróżnienie dwóch wzorców zasiedlania porzuconych łąk górskich, zależnych w dużym stopniu od intensywności użytkowania i szybkości porzucania.

Pierwszy wzorzec opisano na podstawie badań w paśmie Małej i Wielkiej Rawki. Charakteryzuje się on stopniowym zarastaniem połonin przez zadrzewienia. Wcześniejsza analiza kartograficzna wskazała na postępujący w czasie proces zarastania (Durak i in. 2013). Określenie wieku najstarszych jarzębin na powierzchniach badawczych pozwoliło dodatkowo stwierdzić, że tempo tego zarastania nie było równomierne. Wyróżniono w nim dwa odrębne etapy. Pierwszy etap był kierowany przede wszystkim zmianą sposobu użytkowania (wstrzymaniem gospodarki rolnej). W tym etapie zadrzewienia stopniowo rozprzestrzeniały się na północno wschodnich stokach, postępując od górnej granicy lasu w kierunku szczytów. O ich strukturze przestrzennej decydowała kolejność wstrzymania gospodarki człowieka – szybciej zasiedlane były tereny porzucane najwcześniej – tzn. trudniej dostępne (położone niżej, na bardziej stromych zboczach i słabiej naświetlonych stokach o ekspozycjach północnych). W drugim etapie zasiedlania połonin nie obserwowano już zależności od wysokości n.p.m. i warunków topograficznych. Zadrzewienia pojawiały się w górnych partiach połonin, zasiedlając również stoki o ekspozycjach południowych. Zajmowały więc często miejsca charakteryzujące się surowszymi warunkami siedliskowymi niż wcześniej. Południowe stoki są bowiem znacznie suchsze od północnych. Dodatkowo wystawione są one na działanie przeważających w regionie Bieszczad suchych południowo-zachodnie wiatrów, które w lecie wysuszają glebę a w zimie zwiewają śnieg i powodują powstawanie cienkiej, krótko zalegającej pokrywy śnieżnej. Na podstawie korelacji danych klimatycznych dla stacji meteorologicznych z rejonu Bieszczad z terminami wkraczania jarzębin na połoniny

stwierdzono, że tempo zasiedlania połonin w drugim etapie nie jest związane ze zmianami kierunkowymi (np. ociepleniem klimatu), ale ze zmianami w przebiegu warunków pogodowych. Stwierdzono dodatnią korelację między tempem zasiedlania a mniejszymi opadami i grubością warstwy śniegu z okresie zimy oraz chłodniejszym przebiegiem wiosny i lata. Obok czynników klimatycznych kierujących zasiedlaniem połonin zwrócono uwagę na wpływ przemian roślinności połoninowej na poprawę warunków siedliskowych. Postawiono hipotezę, że wkraczaniu jarzębiny na połoniny sprzyja zarastanie wykształconych w okresie użytkowania ubogich zbiorowisk trawiastych z kl. *Nardetea* przez gatunki z rodzaju *Calamagrostis* i *Vaccinium*. Przyczyniają się one do wzrostu wilgotności gleby, sprzyjają rozsiewaniu nasion jarzębiny i osłaniają jej siewki. Podsumowując, analiza przestrzennej i czasowej zmienności zasiedlania wykazała dużą rolę historii porzucania łąk w kierowaniu pierwszym etapem rozprzestrzeniania i okresowych zmian klimatu w kierowaniu drugim. Istotne jest to, że zmiany klimatu nie wpływają bezpośrednio na poprawę warunków rozwoju drzew (Durak i in. 2015a).

Badania na połoninie Bukowego Berda ujawniły drugi wzorzec rozprzestrzeniania się zadrzewień. W odróżnieniu od pierwszego wzorca stwierdzono jednoczesne zasiedlenie przez jarzębinę całego zasięgu wysokościowego opuszczonych subalpejskich łąk. W tym wypadku na dużych powierzchniach obejmujących cały gradient wysokości n.p.m. jednocześnie w krótkim okresie pojawiły się zadrzewienia jarzębinowe. Wiek jarzębin nie zależał od wysokości n.p.m. Wraz z wysokością zmieniała się natomiast ich forma wzrostu. Wraz ze wzrostem wysokości n.p.m. osobniki przybierały bardziej krzaczastą postać – malała średnia średnica pędów oraz wysokość osobników na powierzchniach badawczych, natomiast rosła średnia liczba pędów przypadających na osobnika oraz liczba rozgałęzień pędów. Ta zmiana formy wzrostu jarzębiny wydaje się być strategią związaną z przystosowaniem drzewa do surowszych warunków klimatycznych panujących w przyszczytowych partiach górskich. Bardziej istotne jest jednak zwrócenie uwagi na fakt, że w wyniku rozwoju zadrzewień na połoninie Bukowego Berda doszło do wykształcenia nowego pasa lasu rozciągającego się powyżej górnej granicy lasów bukowych. Mimo, że jarzębina nie była gatunkiem często występującym w górnych partiach lasów bukowych, jest ona obecnie głównym gatunkiem nowego piętra leśnego. Wydaje się również, że powstałe piętro leśne zdominowane przez jarzębinę stanie się z dużym prawdopodobieństwem głównym elementem w subalpejskiej roślinności w Bieszczadach Zachodnich przez najbliższe dziesięciolecia (Durak i in. 2015b).

#### 4. Zależności między zbiorowiskami roślinnymi i zwierzęcymi.

Od 2004 roku zaangażowany jestem w badania prowadzone przez Zakład Zoologii Bezkręgowców Uniwersytetu Rzeszowskiego i Katedrę Entomologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu nad powiązaniem między roślinnością a zgrupowaniami zwierząt. Badania dotyczą powiązań między mszycami (Hemiptera: Aphidinea) i roślinnością w wybranych zbiorowiskach leśnych. Dotychczasowe wyniki pozwoliły na określenie składu gatunkowego i struktury gatunkowej mszyc występujących w lasach grądowych i bukowych w Beskidach Wschodnich (Durak i in. 2009, Durak i in. 2011).

W lasach grądowych zanotowano 72 gatunki mszyc. Wyróżniono grupę 4 gatunków mszyc charakterystycznych dla zbiorowisk grądowych. Na podstawie porównania składu gatunkowego mszyc z Beskidów Wschodnich z dostępnymi danymi z Kotliny Sandomierskiej i Wyżyny Sandomierskiej stwierdzono, że w lasach grądowych Polski południowo-wschodniej ok. 70% gatunków mszyc związanych jest z warstwą zielną, co wskazuje na duże znaczenie tej warstwy w kształtowaniu różnorodności ekosystemów leśnych. Strukturę zgrupowań mszyc analizowano wyróżniając ekologiczne grupy gatunków mszyc na podstawie „statusu” związanych z nimi roślin żywicielskich. Wyróżniono grupy gatunków mszyc: „leśnych”, „okrajków i przeswiateł śródleśnych”, i „łąk i muraw kserotermicznych”. Stwierdzono, że udział poszczególnych grup w strukturze gatunkowej mszyc zależy od stopnia naturalności zbiorowiska leśnego (Durak i in. 2009).

W lasach bukowych stwierdzono 78 gatunków mszyc. Do analizy struktury gatunkowej użyto pięciu ekologicznych grup gatunków wyróżnionych w oparciu o ekologiczną charakterystykę gatunku mszycy i właściwej dla niego rośliny żywicielskiej (Durak i in. 2011). W strukturze gatunkowej mszyc największy udział miały gatunki związane z roślinami leśnymi, monofagiczne i monoecyjne co świadczy o ich ścisłym związku ze zbiorowiskiem leśnym i o specyficzności wyróżnionego zespołu mszyc. Duży udział gatunków stenotopowych zanotowanych w buczynach Beskidów Wschodnich uznano za wskaźnik, który może świadczyć o stosunkowo małym przekształceniu tych lasów.

Od 2012 roku uczestniczę również w badaniach Zakładu Zoologii Bezkręgowców Uniwersytetu Rzeszowskiego nad cyklami życiowymi mszyc żyjących na roślinach z rodziny *Cupressaceae*. Eksperymenty badające przebieg rozwoju mszyc na roślinie żywicielskiej w różnych warunkach abiotycznych (prowadzone w komorach klimatycznych) ujawniły możliwość wytworzenia morfy płciowej (samca) przez gatunek mszycy *Cinara tujafilina*. Do tej pory gatunek ten uznawany był za anholocykliczny tzn. rozmnażający się wyłącznie

partenogenetycznie. Pierwszy poprawny opis tej morfy został opublikowany w pracy Durak i Durak (2015b).

## PERSPEKTYWY

Zagłębiając się w tematykę badawczą dotyczącą przemian roślinności na Podkarpaciu i interakcji roślina-zwierzę wyróżnić mogę trzy kierunki rozwoju moich badań: (1) przejście od porównywania zmian w roślinności leśnej do analiz dynamiki jej przemian w szerokim gradiencie środowiskowym, (2) objęcie kompleksowymi badaniami procesów związanych z rozprzestrzenianiem gatunków drzewiastych w piętrze bieszczadzkich połonin i (3) wyjście od dotychczasowych badań nad interakcjami pomiędzy rośliną i zwierzęciem na poziomie zbiorowiska w kierunku zależności roślina-zwierzę na poziomie fizjologicznym.

Analiza dynamiki przemian roślinności leśnej możliwa będzie dzięki kontynuowaniu badań na powierzchniach badawczych zlokalizowanych w Puszczy Sandomierskiej i lasach bukowych Karpat Wschodnich. Opis stosunków panujących w roślinności planuję poszerzyć o charakterystykę kształtujących ją warunków siedliskowych. Dzięki przystąpieniu do międzynarodowego projektu *ForestREplot* (projekt koordynowany przez Department of Forest and Water Management, Ghent University) uzyskałem możliwość dostępu do dużej bazy danych pozwalających na porównanie zmian w roślinności leśnej w skali Europy. Rozwój współpracy z naukowcami zajmującymi się problemem przemian roślinności leśnej w ramach tego projektu pozwoli na ocenę, monitorowanie, określenie głównych czynników powodujących zmiany, przewidywanie kierunków przyszłych zmian i opracowanie metod przeciwdziałania w przypadku zmian niekorzystnych dla zachowania roślinności leśnej w Karpatach i na dużej powierzchni kontynentu europejskiego.

Dane na temat struktury zadrzewień rozwijających się na bieszczadzskich połoninach, zebrane w oparciu o sieć zastabilizowanych powierzchni badawczych stwarzają możliwość monitoringu dalszego rozwoju zadrzewień w wyniku zachodzącej sukcesji. Obecnie w ramach współpracy z Instytutem Botaniki im. Władysława Szafera PAN w Krakowie prowadzone są coroczne obserwacje zasiedlania i przeżywania młodych siewek drzew. Planuje się również kompleksowe badania relacji między gatunkami drzew (w pierwszym rzędzie jarzębiny) a wpływającymi na ich rozwój czynnikami abiotycznymi i biotycznymi.

Poszerzenie dotychczasowych badań nad interakcjami pomiędzy rośliną i zwierzęciem umożliwi dalsza współpraca z Zakładem Zoologii Bezkręgowców Uniwersytetu Rzeszowskiego oraz z Katedrą Entomologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Obecnie rozpoczęto badania nad fizjologiczną odpowiedzią rośliny na stres wywołany przez owady fitofagiczne z zastosowaniem nowoczesnych metod spektrofotometrycznych. Pozwolą one lepiej poznać relacje roślina – zwierzę w zależności od zmieniających się czynników abiotycznych.

**PODSUMOWANIE DZIAŁALNOŚCI NAUKOWEJ (SZCZEGÓŁY ZOSTAŁY ZAWARTE W ZAŁĄCZNIKU NR 4)**

TYP PUBLIKACJI	I. Przed doktoratem			II. Po doktoracie			Razem I + II		
	N	IF	Punkty MNiSW (*)	N	IF	Punkty MNiSW (*)	N	IF	Punkty MNiSW (*)
Artykuły w czasopismach z bazy JCR				14	18,39	353 (385)	14	18,39	353 (385)
Inne artykuły oryginalne	2		(4)	4		14 (16)	6		14 (20)
Rozdziały w monografiach				2		14 (10)	2		14 (10)
<b>RAZEM</b>	2		(4)	20	18,39	381 (411)	22	18,39	381 (415)

\* Punktacja Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego zgodnie z listą z grudnia 2014 r.


**Bibliografia**

- Durak R., Durak T. 2015b. Redescription of males of the aphid species *Cinara (Cupressobium) tujafilina* and *Cinara (Cupressobium) cupressi* (Hemiptera, Lachninae). *Zootaxa* 4032 (2): 209–214.
- Durak R., Durak T., Borowiak-Sobkowiak B. 2009. Diversity of aphid species (Hemiptera, Aphidoidea) connected with dry-ground forests in South-Eastern Poland. In: E. Cichocka (Ed.), *Monograph Aphids and Other Hemipterous Insects*, The John Paul II Catholic University of Lublin, 15: 73–84.
- Durak R., Durak T., Borowiak-Sobkowiak B. 2011. Charakterystyka mszyc (Hemiptera: Aphidoidea) z zastosowaniem funkcjonalnych grup ekologicznych na przykładzie lasów bukowych w Beskidach Wschodnich. *Wiadomości Entomologiczne* 30 (1): 7–16.
- Durak T. 1999. Leśne zbiorowiska roślinne uroczyska Dąbrowa koło Złotego Potoku w projektowanym Jurajskim Parku Narodowym. *Ochrona Przyrody* 56: 61–78.

- Durak T. 2003. Leśne zbiorowiska roślinne rezerwatu "Bór" koło Głogowa Małopolskiego na Płaskowyżu Kolbuszowskim. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 10: 93–117.
- Durak T. 2006. Zróżnicowanie lasów jodłowych z klasy *Querc-Fagetea* z dorzecza Białej Dunajcowej (Beskid Niski) na tle ich zmienności w Polskich Karpatach. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 13(2): 327–349.
- Durak T. 2009a. Changes in altitudinal vegetation patterns in fir forests of Beskid Niski Mountains caused by change in forest cover. *Polish Journal of Environmental Studies* 18: 197–205.
- Durak T. 2009b. Changes in rich fir-forests in the Beskid Niski Mountains during 30 years. In: J. Holeksa, B. Babczyńska-Sendek, S. Wika (Eds.), *The role of geobotany in biodiversity conservation*, p. 141–148. University of Silesia, Katowice.
- Durak T. 2009c. Zmiany roślinności wschodniokarpackiego podgórskiego lasu mieszanego w warunkach ograniczonej gospodarki leśnej rezerwatu "Góra Sobień". *Sylwan* 153(9): 627–634.
- Durak T. 2010a. Long-term trends in vegetation changes of managed versus unmanaged Eastern Carpathian beech forests. *Forest Ecology and Management* 260: 1333–1344.
- Durak T. 2010b. Zmiany roślinności rezerwatu "Góra Sobień" w Beskidach Wschodnich. *Roczniki Bieszczadzkie* 18: 74–90.
- Durak T. 2011a. Zmiany roślinności żywej buczyny karpackiej z miesięcznicą trwałą *Lunaria rediviva* na podstawie analizy warstwy zielonej (Góry Słonne, Karpaty Wschodnie). *Sylwan* 155(2): 120–128.
- Durak T. 2011b. Różnorodność gatunkowa jako wskaźnik przemian roślinności w bieszczadzkiej kwaśnej buczynie górskiej. *Sylwan* 155(12): 843–850.
- Durak T. 2012. Changes in diversity of the mountain beech forest herb layer as a function of the forest management method. *Forest Ecology and Management* 276: 154–164.
- Durak T. 2015. Wpływ warstwy drzew na różnorodność roślinności zielonej w zbliżonych do naturalnych wielogatunkowych lasach Puszczy Sandomierskiej. *Sylwan* 159(1): 45–52.
- Durak T., Durak R. 2015a. Vegetation changes in meso- and eutrophic submontane oak–hornbeam forests under long-term high forest management. *Forest Ecology and Management* 354: 206–214.
- Durak T., Durak R., Leniowski K., Węgrzyn E. 2015c. The impact of changes in species richness and species replacement on patterns of taxonomic homogenization in the Carpathian forest ecosystems. *Forests* 6(12): 4391–4402.

- Durak T., Holeksa J. 2015. Biotic homogenisation and differentiation along a habitat gradient resulting from the ageing of managed beech stands. *Forest Ecology and Management* 351: 47–56.
- Durak T., Żywiec M., Kapusta P., Holeksa J. 2015a. Impact of land use and climate changes on expansion of woody species on subalpine meadows in the Eastern Carpathians. *Forest Ecology and Management* 339: 127–135.
- Durak T., Żywiec M., Kapusta P., Holeksa J. 2015b. Rapid spread of a fleshy-fruited species in abandoned subalpine meadows – formation of an unusual forest belt in the Eastern Carpathians. *iForest* (early view). – doi: [10.3832/ifor1470-008](https://doi.org/10.3832/ifor1470-008) [online 2015-11-20].
- Durak T., Żywiec M., Ortyl B. 2013. Rozprzestrzenianie się drzewiastych zarośli w piętrze połonin Bieszczad Zachodnich. *Sylvan* 157: 130–138.
- Dzwonko Z. 1977. Forest communities of the Góry Słonne Range (Polish Eastern Carpathians). *Fragmenta Floristica et Geobotanica* 23: 161–200.
- Oklejewicz K., Janusz A., Durak T. 2007. Uzupełnienie do flory Gór Słonnych. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 14 (1): 206–208.
- Zarzycki. K. 1963. Lasy Bieszczadów Zachodnich. *Acta Agraria et Silvestria series Silvestris* 3: 3–132.

Rzeszów. 30.11.2015 r.



Dr Tomasz Durak