



Panel Ekspertów „KLIMAT”¹

LASY I DREWNO A ZMIANY KLIMATYCZNE: ZAGROŻENIA I SZANSE

Termin: 18 czerwca 2013

SESJA 1

PRAWDOPODOBNE ZMIANY ZASIĘGÓW WYSTĘPOWANIA GATUNKÓW DRZEWIASTYCH – KONSEKWENCJE DLA HODOWLI LASU

Prof. dr hab. Jerzy SZWAGRZYK, *Zakład Botaniki i Ochrony Przyrody, Instytut Bioróżnorodności Leśnej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

1. Przegląd problematyki z zakresu zleconego zadania:

Tło międzynarodowe

Wpływ już stwierdzonych i przewidywanych w przyszłości zmian klimatu na lasy jest już co najmniej od 20 lat częstym tematem publikacji naukowych (Solomon i Shugart 1993, Kienast i in. 1996, Thuiller i in. 2006), a waga tej problematyki w ostatnich latach wyraźnie wzrasta (Milad i in. 2011, Hannewinkel i in. 2013). Zmianom klimatycznym przypisuje się przynajmniej częściowo wzrost tempa przyrostu drzewostanów (Spiecker 1999, Pretzsch 2009). Zjawisko to przyczynia się do wzrostu produkcji drewna, w pewnej mierze przyczynia się do zwiększania pochłaniania dwutlenku węgla przez lasy (McMahon i in. 2010). Wzrost tempa przyrostu drzew może się także wiązać z skróceniem czasu ich życia (Allen i in. 2010). Drzewa mogą ulegać działaniu patogenów czy owadów w młodszym wieku niż dotychczas.

Prognozy przesunięć granic zasięgowych gatunków drzew związanych z globalnymi zmianami klimatycznymi różnią się między sobą, nawet jeżeli odwołują się do tych samych scenariuszy zmian klimatu (McKenney i in. 2009, Iverson i in. 2011). Widać to dobrze na przykładzie buka zwyczajnego; praktycznie wszystkie prognozy zgadzają się ze sobą w tym,

¹ Aktualizacja programu będzie prowadzona na stronie <http://npl.ibles.pl/klimat>

że potencjalny zasięg buka obejmie południową i środkową Skandynawię, Kraje Bałtyckie oraz większą część Białorusi (Thuiller i in. 2006, Kramer i in. 2010); większe rozbieżności dotyczą zmiany południowych i zachodnich granic tego zasięgu, czyli problemu, skąd buk miałby się w przyszłości ewentualnie wycofać (Kramer i in. 2009, Hannewinkel i in. 2013).

W odniesieniu do wielu gatunków drzew czy zbiorowisk leśnych stwierdzono już istotne przesunięcia granic zasięgowych, szczególnie w górach (Lenoir i in. 2008, Beckage i in. 2008, Randin i in. 2013). Dokładniejsze analizy wykazują jednak, że w wielu przypadkach przesunięcia zasięgów w górę mają raczej charakter regeneracji po dawnych sztucznych obniżeniach zasięgów spowodowanych działalnością człowieka (Chauchard i in. 2010).

Niektóre gatunki drzew, pozostając w granicach swoich naturalnych zasięgów wykazują ilościową ekspansję (Abrams 1998, Iverson i in. 2011). Z drugiej strony, inne gatunki w warunkach zmieniającego klimatu radzą sobie gorzej niż dawniej. Zmiany klimatyczne już doprowadziły do zwiększonej śmiertelności drzew w terenach zagrożonych suszą (Leburgeois i in. 2003, Moore i Allard 2008, Williams i in. 2012), a udział ilościowy gatunków bardziej wrażliwych na ekstremalne warunki pogodowe wyraźnie się zmniejsza (Allen i in. 2010, Bertini i in. 2011).

Najczęściej poruszonym tematem związanym z wpływem zmian klimatycznych na lasy jest spodziewana większa częstotliwość zjawisk pogodowych o charakterze ekstremalnym i wynikająca z tego większa rola naturalnych zaburzeń w dynamice zbiorowisk leśnych. Ekologia naturalnych zaburzeń jest ostatnio bardzo szybko rozwijającą się dziedziną wiedzy (Pickett i White 1985, Johnson i Miyonishi 2007). Rola tego typu zjawisk w kształtowaniu składu i struktury lasów okazuje się być znacznie większa niż dawniej sądzono (Dale i in. 2001, Franke i Köstner 2007, Seidl i in. 2011). Efekty większej częstości występowania naturalnych zaburzeń mogą okazać się w dłuższej perspektywie czasu najbardziej znaczącą konsekwencją globalnych zmian klimatycznych dla leśnictwa w naszej części Europy.

W obliczu wzrostu znaczenia zjawisk o charakterze katastrofalnym tym większego znaczenia nabiera problem stabilności zbiorowisk leśnych (Solomon i in. 2009). Jednym z najważniejszych działań zmierzających do zwiększenia stabilności drzewostanów jest rozpraszanie ryzyka hodowlanego. Znaczenie różnorodności gatunkowej dla utrzymania produkcji pierwotne ekosystemu na w miarę stabilnym poziomie jest od dawna podkreślane w ekologii (Yachi i Loreau 1999, Loreau i in. 2003). Także leśnicy od pewnego czasu uznają zwiększenie różnorodności gatunkowej drzewostanów za istotny składnik rozpraszania ryzyka hodowlanego. Nie będzie to jednak łatwe, bo w obliczu zmian klimatycznych lokalna różnorodność gatunkowa drzew może ulec zmniejszeniu (McKenny i in. 2009).

Stan bieżący; ocena

Z perspektywy Polski tematyka wpływu zmian klimatycznych na lasy przedstawia się znacznie mniej wyraziście. Pochodzących z Polski publikacji naukowych na ten temat jest niewiele, mimo że polscy naukowcy byli wśród pionierów tego typu badań przed 20 laty (Brzeziecki i in. 1993). Znacznie częściej tematyka ta jest przedmiotem opracowań przeglądowych czy ekspertyz.

Dotychczasowe skutki zmian klimatycznych w lasach Polski dają się oszacować jedynie w sposób pośredni i przybliżony. W pewnym stopniu zmiany klimatu mogły przyczynić się już do stwierdzanego u nas, podobnie jak w wielu krajach Europy, zwiększonego tempa przyrostu drzew oraz wzrostu zasobności drzewostanów (Socha, Durło 2012). Ponieważ jednak na zwiększenie tempa przyrostu drzew wpływają też niewątpliwie inne czynniki (Brzeziecki 1999), a jednym z nich jest coraz lepsze gospodarowanie w lasach, ocena roli czynnika klimatycznego w tym procesie nie jest łatwa.

Prawdopodobnym efektem negatywnym dotychczasowych zmian klimatycznych może być z kolei wzmożone zamieranie drzewostanów świerkowych (Durło 2011) i spadek udziału tego gatunku w lasach (Raport o stanie lasów 2011). Tutaj również do zmian klimatycznych dołączają niewątpliwie inne czynniki sprawiając, że rola klimatu w spadku udziału świerka w naszych lasach nie jest jednoznaczna.

Spośród kilku gatunków drzew leśnych posiadających w naszym kraju naturalne granice zasięgowe jedynie w przypadku buka, jaworu i dębu bezszypułkowego z główny czynnik ograniczający zasięg mogły uchodzić warunki klimatyczne. W pozostałych przypadkach (granice zasięgu jodły czy świerka) mieliśmy raczej do czynienia z nałożeniem czynnika historycznego, oddziaływań między gatunkami oraz wpływu człowieka (Ralska-Jasiewiczowa 2004); w takich przypadkach przyszłe zmiany zasięgu nie muszą być powiązane ze zmianami klimatu. Jeżeli będą z nimi powiązane, to raczej w sposób negatywny; w przyszłości znaczna część Polski może znaleźć się poza granicami naturalnego zasięgu świerka, jeżeli klimat znacząco się ociepli, a wzrost ilości opadów nie zrównoważy skutków wzmożonej ewapotranspiracji.

Rzut oka na mapy realnego rozmieszczenia gatunków drzew w lasach (SILP 2011) wskazuje, że zarówno w przypadku buka, jak i jaworu nie ma obecnie w Polsce realnie istniejących granic rozmieszczenia tych drzew, ponieważ wprowadzono je również do lasów na Mazurach, Podlasiu i wschodnim Mazowszu. Co więcej – gatunki te w obszarach, do których je wprowadzono, dobrze rosną, przeżywają, obradzają i zaczynają się odnawiać w sposób naturalny (Tarasiuk 1999). To, co pokazują mapy udziału gatunków w lasach, to jedynie bardzo wyraźnie gradienty częstości występowania – buk w północno wschodniej Polsce stanowi w składzie gatunkowym lasów znikoma domieszkę, podobnie jak jawor. Inaczej przedstawia się jedynie przypadek świerka, gatunek ten ma bowiem na Pomorzu w składzie gatunkowym lasów znacznie większy udział niż na wielu terenach leżących w granicach jego naturalnego zasięgu.

Tutaj tkwi właśnie istota sprawy, bo w perspektywie wpływu przyszłych zmian klimatycznych na lasy najważniejsze są nie linie na mapie, którymi wykreślano granice zasięgów, ale gradienty częstości występowania gatunków drzew w lasach. Różnice w udziale ilościowym są w sumie znacznie bardziej interesujące i ważniejsze niż przebieg linii granicznych. Można też przypuszczać, że będą się w przyszłości silnie zmieniać; w niektórych obszarach Polski dany gatunek będzie wykazywał spadek udziału w lasach, a w innych wzrost. Już obecnie obserwujemy takie tendencje w naturalnym odnawianiu gatunków.

Kwestia naturalnego odnawiania drzew jest tutaj kluczowa; gatunek, który się naturalnie odnawia, przechodzi przez gęste sita ustawione przez samą przyrodę. Jeżeli warunki nie będą mu sprzyjały, nie odnowi się naturalnie. Prowadząc odnowienie sztuczne pomagamy drzewom uniknąć początkowego sita naturalnej selekcji; oznacza to między innymi, że jesteśmy w stanie wprowadzić w danym miejscu gatunek, który w perspektywie następnych dziesięcioleci sobie w tym miejscu nie poradzi. Krótko mówiąc, jesteśmy w stanie forsować rozwiązania z perspektywy zachodzących w przyrodzie przemian błędne, które przyroda sama wyeliminowałaby na wstępie, a które my, dzięki naszej technice i wytrwałości, jesteśmy w stanie przyrodzie narzucić. Tyle, że ich dalekosiężne skutki mogą być dla nas bardzo niekorzystne.

Trzeba wziąć pod uwagę, że system na którym opiera się sztuczne odnawianie lasu – poczynając od granic rejonów nasiennych, poprzez zasady selekcji drzew aż po doświadczenia proveniencyjne – jest systemem bardzo sztywnym, dopasowanym do statycznej wizji przyrody. System ten ukierunkowany jest na zapewnienie leśnictwu sadzonek, które rosną szybko i charakteryzują się dużą przeżywalnością za młodu. To, że tempo wzrostu w młodym wieku nie przesądza o osiągnięciach drzew danej proveniencji w wieku rębności

pokazał już w swoim podręczniku H. Preztzsch (2009). Znacznie bardziej złożony charakter ma drugi aspekt selekcjonowania drzew, czyli przeżywalność. Jeżeli za dobrą przeżywalność w młodym wieku drzewa płacą obniżoną odpornością na czynniki stresowe w wieku dojrzałym, mogą z tego wynikać poważne problemy w przyszłości. **Los wielu drzew doborowych i drzewostanów nasiennych świerka istebniańskiego w Beskidzie Śląskim w latach 2007-2010 powinien skłaniać do refleksji.**

Brak uwzględnienia roli zmieniającego się klimatu dotyczy nie tylko gospodarki nasiennej i szkółkarstwa. Zasady hodowli lasu były tworzone w oparciu o priorytet funkcji produkcji surowca drzewnego wysokiej jakości. Zagadnienia stabilności drzewostanów były w nich uwzględniane, ale nie odgrywały głównej roli. Ponieważ jednym ze spodziewanych efektów zmian klimatycznych ma być wzrost częstości występowania zjawisk o charakterze ekstremalnym (Dobrowolska 2008, Schelhaas 2008, Anderson-Texteira i in. 2013), to jednym z najważniejszych zadań hodowli lasu w przyszłości powinno być przyjęcie rozwiązań zwiększających stabilność drzewostanów i zbiorowisk leśnych (Rykowski 2010, Milad i in. 2011). Tymczasem tkwiące u podstaw współczesnych reguł hodowli lasu dążenie do produkcji surowca dobrej jakości wymaga między innymi utrzymywania drzewostanów w dużym zwarcie, co w dłuższej perspektywie, w obliczu spodziewanych zmian klimatycznych może przyczynić się do osłabienia ich odporności.

Drugim słabym punktem współczesnej hodowli lasu jest brak wykorzystania potencjału ponad połowy rodzimych gatunków drzew. Gatunki te nie są zaliczane do kategorii gatunków „lasotwórczych”, zatem odgrywają w naszym leśnictwie rolę marginalną (Czerepko 2008) Tutaj także daje znać o sobie priorytet dążeń do wzrostu produkcji i wartości technicznej drewna. Status gatunków lasotwórczych mają u nas te drzewa, które nie tylko wykazują duży udział w składzie drzewostanów, ale też produkują cenny surowiec drzewny, a reguły ich hodowli zostały wypracowane w toku ponad dwustuletniej praktyki. Gatunki takie jak trześnia *Cerasus avium* – mimo że mogą dostarczyć bardzo cennego surowca i są stosunkowo szeroko rozpowszechnione w lasach, chociaż mało liczne (Zajączkowski i Zajączkowski 2008) – znajdowały się przez długi czas poza zakresem zainteresowań hodowli lasu.

Interpretacja map przyszłych zmian zasięgów drzew wymaga uwzględnienia szeregu założeń, które poczyniono w toku ich konstruowania. W większości przypadków zakładano, że optymalne dla danego gatunku warunki występują w centrum jego geograficznego zasięgu, natomiast na granicach zasięgowych warunki środowiskowe zbliżają się do granic tolerancji danego gatunku (Solomon i in. 1993). Założenie to oparte jest na bardzo słabych przesłankach; co więcej, wyniki niektórych przeprowadzonych niedawno badań zdecydowanie je podważają (Koeckemann 2008). Wyciąganie z map przewidywanych zmian zasięgów zbyt daleko idących wniosków dla praktyki leśnej byłoby zatem działaniem ryzykownym. W perspektywie najbliższego stulecia gatunkami rosnącymi w naszych lasach będą zapewne w ogromnej większości te same gatunki, które rosną w nich obecnie. To, czy do naszych lasów wkroczy na przykład dąb burgundzki lub dąb omszony, jest raczej dendrologiczną ciekawostką niż poważnym problemem z zakresu hodowli lasu.

Natomiast relacje między rosnącymi u nas gatunkami mogą podlegać radykalnym zmianom. Zmiany te nie muszą mieć charakteru ciągłego ani kierunkowego; gatunki mogą lepiej rosnąć i przeżywać w jednym okresie, a gorzej w innym. Mogą nastąpić przesunięcia między siedliskami; gatunki, przywiązane obecnie głównie do siedlisk świeżych mogą w wypadku zwiększenia częstotliwości występowania susz znaleźć swoje miejsce na siedliskach o większym uwilgotnieniu. Na siedliskach świeżych, na podłożu piaszczystym, gdzie pojemność wodna gleb jest niewielka, zestaw występujących tam gatunków może nawet ulec zmniejszeniu.

Ważnym aspektem spodziewanych zmian klimatycznych jest wzrost zakresu wahań czynników klimatycznych; pojawienie się większej liczby lat wybitnie suchych i wybitnie mokrych, oraz przeplatanie serii łagodnych zim zimami surowymi. W takich warunkach lepiej poradzą sobie zapewne gatunki o szerszym zakresie tolerancji i większej odporności na stres (Brzeziecki 2000). To, że sosna pospolita jest najważniejszym drzewem naszych lasów może w przyszłości okazać się korzystne. Sosna jest bowiem gatunkiem o bardzo szerokim zakresie tolerancji, który zapewne będzie sobie radził z suszami, upałami czy nawrotami mrozów lepiej niż większość rodzimych gatunków środkowej Europy. Natomiast świerk pospolity staje się w wielu rejonach bardziej podatny na zagrożenia, gorzej przeżywa, a przez to jest słabszym konkurentem dla innych gatunków drzew. W rezultacie tych zmian jego udział ilościowy spadł znacząco w wielu obszarach, gdzie świerk był do niedawna ważnym składnikiem drzewostanów (Brzeziecki i in. 2010).

Obszary wymagające dodatkowego rozpoznania naukowego i analiz

W przypadku przewidywanego wpływu globalnych zmian klimatycznych na lasy stoimy przed wyzwaniem, które przerasta znacznie te problemy, z którymi gospodarka leśna musiała się mierzyć w przeszłości. Najtrudniejszym aspektem tej sytuacji jest to, że zakumulowana przez dziesięciolecia wiedza, która w przeszłości była tak przydatna do uporania się z innymi wyzwaniami, tym razem może się okazać mało użyteczna, a w niektórych przypadkach – jeżeli będziemy ją traktować w sposób zbyt ortodoksyjny – nawet szkodliwa. Globalne zmiany klimatyczne dramatycznie uwydatniają to, o czym stopniowo przekonywaliśmy się przez dziesięcioleci rozwoju nauki; że przyroda jest dynamiczna, że las podlega ciągłym zmianom. Wiele z tego, czego się w przeszłości dowiedzieliśmy i nauczyliśmy, wymaga nie tyle odrzucenia, ile przemyślenia na nowo i wplecenia w nowy kontekst teoretyczny. Jest to wyzwanie ogromne, nie da mu się sprostać od razu.

W Ameryce badacze zajmujący się naukami leśnymi od paru lat pracują już nad założeniami nowego programu, który ma poszukiwać odpowiedzi na wyzwania stawiane przez globalne zmiany klimatu (Solomon i in. 2009). Pomijając skalę wyzwań, problemy w Polsce i w innych krajach środkowej Europy mają podobny charakter. Także u nas różne specjalności w obrębie nauk leśnych, nie tylko hodowla lasu, będą musiały się zmierzyć z tymi wyzwaniami na własnym podwórku.

Zanim przesuną się realne zasięgi gatunków – co zresztą w perspektywie kilkudziesięciu lat, dla których staramy się tworzyć prognozy, jest mocno wątpliwe – zajdą inne zjawiska, które mogą się okazać zdecydowanie bardziej istotne. Funkcjonowanie i status gatunków drzew w granicach ich geograficznych zasięgów mogą się bowiem zmienić w sposób radykalny. Pula gatunków będzie ta sama, ale frekwencja występowania poszczególnych gatunków, ich tempo wzrostu, przeżywalność (Williams i in. 2012), produkcja owoców i nasion czy odporność na działanie czynników zewnętrznych mogą się znacznie zmienić. To z kolei doprowadzi do sytuacji, w której relacje konkurencyjne między gatunkami drzew leśnych ulegną znacznym modyfikacjom. Niektóre gatunki rodzime wykażą zapewne ilościową ekspansję, tak jak stwierdzono to w przypadku klonu czerwonego w Ameryce Północnej (Abrams 1998). Inne gatunki zmniejszą swój udział ilościowy bądź też będą miały problemy z naturalnym odnawianiem (Bertini i in. 2011). Wszystko to przełoży się na dynamikę zbiorowisk leśnych oraz narzuci nowe ramy dla kształtowania składu gatunkowego i struktury drzewostanów.

2. Koncepcje rozwiązania/doskonalenia/zmiany stanu rzeczy

W warunkach globalnych zmian klimatycznych priorytetem w hodowli lasu powinny stać się dwie grupy działań:

- Zwiększanie odporności ekosystemów leśnych na zaburzenia
- Rozpraszanie ryzyka hodowlanego poprzez racjonalne wykorzystanie całej puli obecnych u nas gatunków drzew

Zwiększanie stabilności lasów powinno być priorytetem gospodarki leśnej w przyszłości. Działania mające na celu zwiększanie przyrostu czy poprawę technicznej jakości surowca drzewnego pozostaną ważne, ale drugorzędne. Nie oznacza to bynajmniej zmniejszenia pozyskania drewna; zwiększona częstość występowania naturalnych zaburzeń przełoży się zapewne na dalszy wzrost pozyskania drewna w cięciach przygodnych, a wieki rębności niektórych gatunków w niektórych siedliskach trzeba będzie być może skrócić, co też przełoży się na wzrost pozyskania.

Postulat zwiększania stabilności odnosi się przede wszystkim do drzewostanów młodych oraz do tych, które będą zakładane w przyszłości. Dopuszczenie do stosowania luźniejszej więzby sadzenia lub też do intensywniejszego przerzedzania młodych drzewostanów w celu uniknięcia nadmiernego skracania koron to niektóre z działań, których należałoby w przyszłości oczekiwać. Warto nadmienić, że przerzedzanie drzewostanów jest jednym z często stosowanych sposobów zwiększenia odporności drzew na suszę (Solomon i in. 2009). Być może w niedalekiej przyszłości zmiany klimatu zmuszą nas do sięgnięcia po tego typu metody.

Kolejnym ważnym działaniem powinno być zwiększenie udziału naturalnych odnowień w hodowli lasu. Jak już wspomniano, naturalne odnowienia przechodzą przez gęste sito selekcji narzucanej przez czynniki środowiskowe. To, że gatunek w danym miejscu i w danym czasie odnawia się naturalnie, albo też się nie odnawia, stanowi ważną wskazówkę dla hodowcy lasu. Odnowienie sztuczne jest pójściem na skróty; za początkowy sukces w postaci udanych upraw gatunku, który w zmieniających się warunkach nie powinien w danym miejscu rosnąć, możemy w przyszłości zapłacić rozpadem drzewostanów przed osiągnięciem przez nie wieku rębności. Argumenty, które wysuwa się zwykle na korzyść odnowienia sztucznego, a na niekorzyść odnowień naturalnych – że potomstwo drzew z wyselekcjonowanych drzewostanów da w przyszłości większe przyrosty i lepszą jakość surowca – są przejawem myślenia ukierunkowanego głównie na produkcję, przy ignorowaniu zagadnień stabilności. W warunkach zmian globalnych waga tych argumentów zapewne drastycznie się zmniejszy.

Rozpraszanie ryzyka hodowlanego na większą liczbę gatunków powinno wyjść poza schemat podziału drzew na gatunki "lasotwórcze" i inne. Rekonstrukcje roślinności i udziału gatunków w drzewostanach, dokonywane na podstawie badań palinologicznych (Ralska-Jasiewiczowa i in. 2004) wskazują bowiem, że układy gatunkowe, które uważamy za trwałe i jedynie możliwe w danych warunkach, powstały w gruncie rzeczy stosunkowo niedawno i były poprzedzone innymi, których obecnie nie obserwujemy albo wręcz uważamy je za nieprawdopodobne. W zmieniających się warunkach klimatu niektóre z gatunków, które obecnie pełnią jedynie rolę mało istotnych domieszek w drzewostanach, mogą z czasem znacznie zyskać na liczebności i stać się ważnym składnikiem drzewostanów. Wiele wskazuje na to, że może się tak stać w przypadku jaworu, którego udział ilościowy w lasach wynosi obecnie niewiele ponad 1% (Czerepko 2008), ale którego dynamika odnowienia na żyznych siedliskach stwarza perspektywę bardzo istotnego wzrostu jego liczebności (Niemtur i in. 2009). W dodatku jawor, w przeszłości gatunek niemal zapomniany przez przemysł drzewny, bije ostatnio rekordy cenowe na aukcjach częściej niż jakikolwiek inny gatunek drzewa. Patrząc na leśnictwo z perspektywy ekonomii gospodarowania warto zatem potraktować ten

gatunek bardziej poważnie. Jawor jest jednak tylko przykładem; inne gatunki drzew mogą także w zmienionych warunkach klimatycznych odgrywać w lasach większą rolę niż obecnie.

Z punktu widzenia realizacji wspomnianych powyżej celów ważniejsze od zmiany zasad czy instrukcji wydaje się zmiana ogólnej atmosfery towarzyszącej ich stosowaniu. Ponieważ nie mamy wystarczającej wiedzy ani odpowiednich narzędzi do formułowania szczegółowych prognoz na temat tempa i zakresu przyszłych zmian w lasach, przedstawianie szczegółowych instrukcji postępowania byłoby na tym etapie przedwczesne. Znacznie lepszym rozwiązaniem byłoby zaakceptowanie tego, co Amerykanie nazywają „*adaptive management*”, a co polega na uznaniu, że wszelkie nasze działania w lesie mają w gruncie rzeczy charakter eksperymentu i że naszym obowiązkiem jest zarówno uczyć się na skutkach prowadzonych działań (w tym także na błędach), jak i na bieżąco modyfikować działania w oparciu o to, czego się już nauczyliśmy (Stankey i in. 2003).

W działaniach zmierzających do adaptacji gospodarki leśnej do zmieniającego się klimatu jest miejsce dla wszystkich szczebli zarządzania. Szczególną rolę do odegrania mają jednak nadleśnictwa. Tam właśnie zgromadzony jest największy potencjał w postaci wieloletniego doświadczenia i wiedzy o specyfice warunków lokalnych. Zasady i instrukcje powinny być modyfikowane w takim kierunku, aby poszerzyć ramy dla wykorzystania tego potencjału. Przy obecnym poziomie wykształcenia personelu Lasów Państwowych ryzyko związane z podejmowaniem przez ludzi zatrudnionych w ALP błędnych decyzji jest mniejsze, niż potencjalne korzyści wynikające z pełniejszego wykorzystania ich dobrego przygotowania zawodowego połączonego ze znajomością warunków lokalnych.

Wspomniane powyżej działania niosą ze sobą zarówno pewne koszty, rozumiane przede wszystkim jako rezygnacja ze spodziewanych zysków, oraz pewne korzyści, przede wszystkim oszczędności wynikających z zaniechania pewnych działań lub też z wykonywania ich w sposób mniej intensywny, mniejszym nakładem środków i czasu pracy.

Zwiększając w lasach udział gatunków „domieszkowych”, nie uznawanych za gatunki lasotwórcze, oraz modyfikując zasady hodowli lasu w kierunku zwiększenia stabilności ekosystemów kosztem ograniczenia wielkości produkcji drewna lub obniżenia jakości surowca trzeba będzie zrezygnować z części spodziewanych zysków. Te działania trzeba zapisać po stronie kosztów zmian.

Zwiększając stabilność ekosystemów leśnych zmniejszamy zarazem nakłady potrzebne dla ratowania drzewostanów przed skutkami wystąpienia zaburzeń oraz w celu odtwarzania drzewostanów po zaburzeniach (Rykowski 2012). Wraz z wykorzystaniem na szerszą skalę naturalnych odnowień mogą to być bardzo znaczące oszczędności.

Wnioski/stwierdzenia końcowe/synteza

1. W obliczu przewidywanych zmian klimatu trzeba się liczyć ze zmianą warunków funkcjonowania zbiorowisk leśnych i ze zmianami ról tworzących te zbiorowiska gatunków drzew. Nie ma jednak poważnych przesłanek aby sądzić, że przesunięcia granic zasięgowych odegrają w ciągu najbliższego stulecia znaczącą rolę w naszych lasach.
2. Nawet jeżeli pula tworzących nasze lasy gatunków drzew się nie zmieni, zmienią się ich udziały w drzewostanach oraz zakres siedlisk, na którym występują. Najbardziej zmienią się zapewne relacje między gatunkami. Należy to uwzględnić w planowaniu hodowlanym, które powinno nabrać charakteru bardziej elastycznego i w większej mierze wykorzystywać potencjał wszystkich rosnących w naszych lasach gatunków drzew.

Piśmiennictwo

- Abrams M. D. 1998. The Red Maple Paradox. *BioScience* 48: 355-364.
- Allen C. D., Macalady A. K., Hanchouni H., Bachelet D., McDowell N., Vennetier M., Kitzberger T., Rigling A., Breshears D. D., Hogg E. H., Gonzalez P., Fensham R., Zhen Zhang, Castro J., Demidova N., Lim J.-H., Allard G., Running S. W., Semerci A., Cobb N. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management* 259: 660-684.
- Andersen-Texteira K. J., Miller A. D., Mohan J. E., Hudiburg T. W., Duval B. D., DeLucia D. H. 2013. Altered dynamics of forest recovery under a changing climate. *Global Change Biology* DOI: 10.1111/gcb.12194.
- Bertini G., Amoriello T., Fabbio G., Piovosi M. 2011. Forest growth and climate change: Evidence from the ICP-Forests intensive monitoring in Italy. *iForest* 4: 262-267.
- Brzeziecki B. 1999. Wzrost żyzności siedlisk leśnych: zjawisko pozorne czy rzeczywiste? *Sylwan* 138, 11: 99-107.
- Brzeziecki B. 2000. Strategie życiowe gatunków drzew leśnych. *Sylwan* 144, 8: 5-14.
- Brzeziecki B., Zajączkowski J., Drozdowski S., Gawron L., Buraczyk W., Bielak K., Szeligowski H., Dzwonkowski M., Ostrowski J., Widawska Z. 2010. Operat dynamiki ekosystemów leśnych Białowieskiego Parku Narodowego. Maszynopis, 200 str., Warszawa.
- Brzeziecki B., Kienast F., Wildi O. 1995. Modeling potential impact of climate change on the spatial distribution of zonal forest communities in Switzerland. *Journal of Vegetation Science* 6: 257-268.
- Chauchard S., Beilhe F., Denis N., Carcaillet C. 2010. An increase in the upper tree-limit of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the Alps since the mid-20th century: A land-use change phenomenon. *Forest Ecology and Management* 259: 1406-1415.
- Czerepko J. (Red.) 2008. Stan różnorodności biologicznej lasów w Polsce na podstawie powierzchni obserwacyjnych monitoringu. Wyd. IBL, Sękocin Stary.
- Dale V. H., Joyce L. A., McNulty S., Nelson R. P., Ayres M. P., Flannigan M. D., Hanson P. J., Irland L. C., Lugo A. E., Peterson C. J., Simberloff D., Swanson F. J., Stocks B. J., Wotton B. M. 2001. Climate change and forest disturbances. *BioScience* 51, 9: 723-734.
- Dobrowolska D. 2008. Rola zaburzeń w regeneracji lasu. Wyd. IBL, Sękocin Stary.
- Durło G. 2011. Możliwości adaptacji drzewostanów świerkowych do zmieniających się warunków klimatycznych w Beskidzie Śląskim. *Prace i Studia Geograficzne* 47: 227-236.
- Franke J., Köstner B. 2007. Effects of recent climate trends on the distribution of potential natural vegetation in Central Germany. *International Journal of Biometeorology* 52: 139-147.

Hannewinkel M., Cullmann D. A., Schelhaas M.-J., Nabuurs G.-J., Zimmermann N. E. 2013. Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature Climate Change* 3: 203-207.

Iverson L. R., Prasad A. M., Matthews S. N., Peters M. P. 2011. Lessons Learned While Integrating Habitat, Dispersal, Disturbance and Life-History Traits into Species Habitat Models under Climate Change. *Ecosystems* DOI: 10.1007/s10021-011-9456-4.

Johnson E. A., Miyanishi K. (Red.) 2007. *Plant Disturbance Ecology*. Academic Press, San Diego.

Kienast F., Brzeziecki B., Wildi O. 1996. Long-term adaptation potential of Central European mountain forests to climate change; A GIS-assisted sensitivity assessment. *Forest Ecology and Management* 80: 133-153.

Koeckemann B. 2008. Abundance, niche breadth and stress in the centre and at the border of the distribution range. A macroecological study on abundant and rare tree species. *Göttingen Centre for Biodiversity, Biodiversity and Ecology Series B., Vol. 1*.

Kramer K., Degen B., Buschborn J., Hickler T., Thuiller W., Sykes M. T., deWinter W. 2010. Modeling exploration of the future of European beech (*Fagus sylvatica* L.) under climate change – Range, abundance, genetic diversity and adaptive response. *Forest Ecology and Management* 259: 2213-2222.

Leburgeois F., Rathgeber C. B. K., Ulrich E. 2010. Sensitivity of French temperate coniferous forests to climate variability and extreme events (*Abies alba*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*). *Journal of Vegetation Science* 21: 364: 364-376.

Lenoir J., Gegout J. C., Marquet P. A., de Ruffray P., Brisse H. 2008. A significant upward shift in plant species optimum elevation during the 20th century. *Science* 320: 1768-1771.

Loreau M., Mouquet N., Gonzalez A. 2003 – Biodiversity as spatial insurance in heterogeneous landscapes – *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 100: 12765–12770.

McKenney D. W., Pedlar J. H., Lawrence K., Campbell K., Hutchinson M. F. 2009. Potential Impacts of Climate Change on the Distribution of North American Trees. *BioScience* 57, 11: 939-948.

McMahon S. M., Parker G. G., Miller D. R. 2010. Evidence for a recent increase in forest growth. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, DOI: 10.1073.pnas.0912376107.

Milad M., Schaich H., Bürgi M., Konold W. 2011. Climate change and nature conservation in Central European forests; A review of consequences, concepts and challenges. *Forest Ecology and Management* 261: 829-843.

Moore B., Allard G. 2008. Climate change impacts on forest health. Working paper FBS/34E, FAO, Rome.

- Niemtur S., Głaz J., Pierzchała M. 2009. Sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) distribution in forest inspectorates of Carpathian natural forest region. *Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich* 56: 59-70.
- Pickett S. T. A., White P. S. (Red.) 1985 - The ecology of natural disturbance and patch dynamics - Academic Press, New York.
- Pretzsch H. 2009. *Forest Dynamics, Growth and Yield*. Springer, Berlin-Heidelberg.
- Ralska-Jasiewiczowa M., Latałowa M., Wasylkowa K., Tobolski K., Madeyska E., Wright H. E., Tuner C. (Red.) 2004. Late Glacial and Holocene History of Vegetation in Poland Based on Isopollen Maps. Wyd. Instytutu Botaniki PAN im. Wł. Szafera, Kraków.
- Randin C. F., Paulsen J., Vitasse Y., Kollas C., Wohlgemuth T., Zimmermann N. E., Körner C. 2013. Do the elevational limits of deciduous tree species match their thermal latitudinal limits? *Global Ecology and Biogeography*, DOI: 10.1111/geb.12040
- Raport o Stanie Lasów w Polsce 2011. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa 2012.
- Rykowski K. 2010. O przebudowie drzewostanów z różnorodnością biologiczną w tle. *Sylwan* 154, 4: 219-233.
- Rykowski K. 2012. Huragan w lasach: klęska czy zakłócenie rozwoju? Wyd. IBL, Sękocin Leśny.
- Schelhaas M. –J. 2008. Impact of natural disturbances on the development of European forest resources. *Alterra Scientific Contribution* 23, Alterra, Wageningen.
- Seidl R., Schelhaas M. – J., Lexer M. 2011. Unravelling the drivers of intensifying forest disturbance regimes in Europe. *Global Change Biology* 17, 9: 2842-2852.
- Socha J., Durło G. 2012. How will climate change impact biomass increment by Norway spruce stands in Western Beskids? *Folia Forestalia Polonica*, 54 (2), 94-108.
- Solomon A. M., Birdsey R. A., Joyce L. A., Hayes J. (Red.) 2009. *Forest Service Global Change Research Strategy 2009-2019*. USDA Forest Service, Research and Development, FS-917a.
- Solomon A. M., Shugart H. H. 1993. (Red.) *Vegetation Dynamics and Global Change*. Chapman and Hall, New York.
- Spiecker H. 1999. Overview of recent growth trends in European forests. *Water, Air and Soil Pollution* 116: 33-46.
- Stankey G. H., Bormann B. T., Ryan C., Shindler B., Sturtevant V., Clark R. N., Philpot C. 2003. Adaptive Management and the Northwest Forest Plan. *Journal of Forestry*, January-February 2003: 41-46.

Tarasiuk, S. 1999. Buk zwyczajny (*Fagus sylvatica* L.) na obrzeżach zasięgu w Polsce : warunki wzrostu i problemy hodowlane. Warszawa: Fundacja "Rozwój SGGW".

Thuiller W., Lavorel S., Sykes M. T., Araújo M. B. 2006. Using niche-based modeling to assess the impact of climate change on tree functional diversity in Europe. *Diversity and Distributions* 12: 49-60.

Williams A. P., Allen C. D., Macalady A. K., Griffin D., Woodhouse C. A., Meko D. M., Swetnam T. W., Rauscher S. A., Seager R., Grissino-Mayer H. D., Dean J. S., Cook E. R., Gangodagamage C., Cai M., McDowell N. 2012. Temperature as a potent driver of regional forest drought stress and tree mortality. *Nature Climate Change* DOI: 10.1038/NCLIMATE1693

Yachi S., Loreau M. 1999 – Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: The insurance hypothesis – *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 96: 1463–1468.

Zajączkowski K., Zajączkowski G. 2008. Występowanie czereśni ptasiej (*Cerasus avium* Moench) na terenie Lasów Państwowych. *Leśne Prace Badawcze* 69, 3: 211-223.