

Lasy przyszłości a modelowanie klimatu

Postępujące zmiany klimatu wymuszają potrzebę testowania różnych modeli zmian klimatycznych w celu minimalizowania związanych z tym zagrożeń. W Internecie dostępne są kreatory klimatu, dzięki którym każdy użytkownik w wybrany sposób może modelować przyszły klimat.

Dynamiczne globalne zmiany klimatu wpływają na ekosystemy leśne. W odniesieniu do roślinności leśnej zmiany te mogą modyfikować zasięgi gatunków, frekwencję ich występowania oraz długość okresu wegetacyjnego w regionie. Przeprowadzone dotychczas badania wskazują, że skutki zmian klimatu mogą obejmować ustępowanie gatunków oraz utratę ich naturalnych siedlisk. Dlatego możliwość przewidywania reakcji organizmów na czynniki klimatyczne ma kluczowe znaczenie dla strategii ochrony bioróżnorodności ekosystemów.

Rozmieszczenie gatunków a klimat

Celem strategicznym zakończonego niedawno projektu „Trees4Future – Hodowla drzew dla przyszłości”, współfinansowanego w ramach struktur Unii Europejskiej z 7 Programu Ramowego, w którym uczestniczyli naukowcy z Instytutu Badawczego Leśnictwa oraz Instytutu Dendrologii PAN, było wniesienie znaczącego wkładu w rozwój europejskiego sektora leśnego. Projekt realizowany był poprzez działania na rzecz zaspokojenia zwiększonego zapotrzebowania na produkty drzewne, pełniejszego wykorzystania pozaprodukcyjnych funkcji lasu oraz zachowania bioróżnorodności w ekosystemach leśnych w kontekście zmieniających się warunków klimatycznych.

Jednym z istotnych zadań był pakiet WP8 – „Modelowanie dopasowania leśnego materiału rozmnożeniowego do siedliska z uwzględnieniem zmian klimatu”. Jego zamiarem było wykorzystanie istniejących sieci powierzchni badawczych (proweniencyjnych i rodowych) oraz narzędzi klimatycznych do identyfikacji plastycznych proveniencji

drzew leśnych w Europie. Prace w niniejszym zadaniu skoncentrowane zostały na trzech gatunkach drzew: daglezi zielonej, buku zwyczajnym i jesionie wyniosłym.

W zadaniu WP8 wykorzystano modele rozmieszczenia gatunków w celu poznania przestrzennej zmienności zdolności adaptacyjnych poszczególnych gatunków i populacji drzew leśnych do zmieniających się warunków klimatycznych. Modele takie zakładają, że geograficzne rozmieszczenie gatunków jest w dużej mierze uwarunkowane przez czynniki klimatyczne.

Często takie modele traktują gatunek jako całość. Z badań proveniencyjnych wiemy jednak, że lokalne populacje drzew wykazują adaptację do miejscowych warunków środowiska. Ma to szczególne znaczenie dla gatunków o zasięgu rzeczywistym, obejmującym duże gradienty takich czynników jak ilość opadów, amplituda temperatur czy typ gleby. Stąd dużo większym wyzwaniem jest

określenie zasięgów lokalnych populacji oraz ich wymagań klimatycznych. W przypadku drzew leśnych, które są z natury długowieczne, nie bez znaczenia pozostaje również plastyczność fenotypowa osobników, wpływająca na możliwości przystosowawcze populacji do zmieniających się warunków środowiskowych.

Prognozuj i dobieraj gatunki

Jednym z podstawowych zadań pakietu WP8 było stworzenie narzędzia internetowego (CMT – dostępnego wkrótce) do modelowania zmian klimatycznych, które ułatwiałoby podejmowanie decyzji o doborze materiału rozmnożeniowego w świetle prognozowanych zmian klimatu.

W pierwszym etapie narzędzie to prognozuje przyszły klimat dla określonej przez użyt-

kownika lokalizacji, wykorzystując dostępne modele klimatyczne (GCM), które opierają się o metody ilościowe do symulacji oddziaływania atmosfery, oceanów, powierzchni ziemi i lodu. W dalszym etapie tak prognozowany klimat będzie połączony z modelami rozmieszczenia (amplitudy klimatycznej) populacji w celu wyboru odpowiednich źródeł nasion dla przyszłego klimatu. Efektem końcowym będzie opracowanie zaleceń do wykorzystania poszczególnych proveniencji badanych gatunków drzew w zależności od przyjętych scenariuszy zmian klimatycznych.

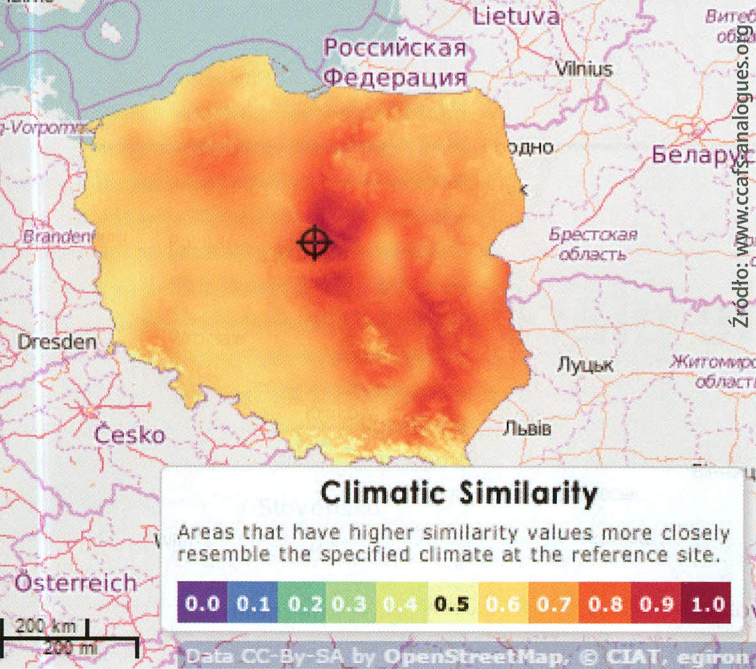
Poniżej przybliżamy zakres działania kilku kreatorów klimatu dostępnych w Internecie, których modele i zasoby zostały sprawdzone w tym projekcie. Stanowiły one bazę wyjściową do prac nad przygotowaniem narzędzia CMT do prognozowania zmian klimatycznych w przyszłości.

Kreatory klimatu on-line

Climate Wizard (<http://www.climatewizard.org/>) został opracowany wspólnie przez naukowców z Uniwersytetów w Waszyngtonie i Południowego Missisipi. Aplikacja pozwala na łatwe, intuicyjne wykorzystanie wielu modeli GCM do uzyskania informacji o zmianach klimatycznych i stworzenia wizualizacji zmian w dowolnym miejscu na Ziemi.

Za pomocą prostego menu wybieramy interesujące nas parametry, m.in.: obszar, czas (dane historyczne lub prognozę w przyszłości), parametry klimatyczne (temperatura lub opady w okresach miesięcznych i kwartalnych lub rocznie). Ostatni, kluczowy etap polega na wyborze modelu i scenariusza zmian koncentracji gazów cieplarnianych (SRES), wg którego zostaną przeprowadzone obliczenia i wygenerowane wyniki w postaci mapy. Do wyboru mamy 16 modeli, które do obliczeń dobierają różne zestawy danych i stosują odmienne algorytmy,





oraz trzy scenariusze SRES. Możliwe jest również użycie łączne wszystkich dostępnych modeli. Niestety, najbardziej szczegółowe dane można uzyskać dla terenu Stanów Zjednoczonych (rozdzielczość 4 km), natomiast dla obszaru reszty świata dane są bardziej zgeneralizowane (rozdzielczość 50 km).

Climate Analogues (<http://www.ccafs-analogues.org>) to narzędzie rozwijane przez CGIAR – międzynarodowe konsorcjum naukowe, zajmujące się badaniami rolniczymi pod kątem walki z głównymi problemami żywieniowymi oraz degradacją środowiska. Pierwsze elementy tego programu powstały na Uniwersytetach w Reading oraz w Leeds w Wielkiej Brytanii.

Wyjątkowo przejrzyste i rozbudowane pod względem narzędziowym menu pozwala użytkownikowi w kilku krokach „wymodelować klimat” na wiele sposobów. Ta wielorakość wynika z dużej dostępności danych, możliwości ustalenia ich ważności, zakresu czasu i miejsca analiz. Użytkownik ma do dyspozycji 24 modele GCM oraz trzy scenariusze SRES. W założeniu Climate Analogues możemy modelować w trzech kierunkach: gdzie w przyszłości będą panowały takie warunki klimatyczne, jakie są obecnie w wybranej lokalizacji?; gdzie obecnie można znaleźć miejsca, których klimat jest podobny do przyszłego klimatu prognozowanego dla naszej lokalizacji?; gdzie można znaleźć miejsca, które w chwili obecnej mają klimat podobny do naszego?

Po wyborze interesujących użytkownika opcji program przeprowadza obliczenia, w wyniku których zostaje wyświetlona przejrzysta mapa z kolorystycznym stopniem dopasowania klimatu. Dane możemy po-

brać w formacie do analiz w programach GIS. Climate Analogues nie ogranicza się do działania *on-line*, istnieje możliwość zainstalowania kompatybilnego pakietu do modelowania w programie statystycznym R, która wymaga jednak dodatkowego dostępu do dokładnych danych klimatycznych w układzie przestrzennym.

GCCV - Global Climate Change Viewer (<http://regclim.coas.oregonstate.edu>, zakładka Visualization), przeglądarka globalnych zmian klimatu, to narzędzie będące wynikiem prac w projekcie CMIP5 (pomysł wzajemnego porównania modeli klimatycznych), skupiającym 20 grup badaczy z całego świata, zajmujących się modelowaniem klimatu, prowadzonego w ramach IPCC (Międzyrządowy Panel do Zmian Klimatycznych).

Do wyboru użytkownika jest 26 modeli GCM lub średnia ze wszystkich modeli, cztery scenariusze koncentracji gazów cieplarnianych oraz parametry klimatyczne (temperatura lub opady w ujęciu rocznym lub miesięcznym). Dane wyświetlane są w postaci map oraz tabel i wykresów, pozwalających na ocenę zgodności prognoz między modelami. Wadą tego narzędzia jest bardzo słaba rozdzielczość przestrzenna, ponieważ dane są uśredniane do poziomu kraju. Bardziej szczegółowe dane można uzyskać tylko dla terenu Stanów Zjednoczonych.

Wyzwania leśnictwa

Zmiany klimatu dotyczyć będą w szczególności leśników, którzy gospodarują ekosystemami leśnymi. Zdolność lasów do przystosowania do zmian klimatu będzie zależna od zabiegów podejmowanych przez leśników. Dlatego pragniemy przybliżyć wybrane strony internetowe, które umożliwiają dostęp do profesjonalnych zasobów danych, wizualizujących rozmiar zmian klimatycznych. Narzędzia zostały zaprojektowane tak, by osoby o różnym poziomie zaawansowania, nie tylko badacze i specjaliści, mogły z nich korzystać. Każdy użytkownik może w wybrany sposób modelować przyszły klimat, np. stosując różne modele i skrajne scenariusze koncentracji gazów cieplarnianych, również po to, aby ocenić poziom niepewności prognoz między modelami. Mamy nadzieję, że przybliżone informacje poszerzą horyzonty i pomogą lepiej poznać i zrozumieć mechanizmy i zakres prognozowanych zmian klimatu, co pozwoli na lepsze przygotowanie do nich i niwelowanie ich negatywnych skutków. ☺

Marek Rzońca, Tomasz Wojda, Adam Guziejko, Paweł Przybylski, Małgorzata Sułkowska, Daniel Chmura

Badane gatunki drzew

Daglezja zielona od wielu lat budzi duże zainteresowanie w wielu krajach jako gatunek świetnie adaptujący się do europejskich warunków klimatycznych. Jej areał w krajach członkowskich UE już dekadę temu wynosił przeszło 650 tys. ha. Właściwości gatunku, z jednej strony dynamiczny wzrost, bardzo duża zmienność genetyczna i zdolność adaptacyjna, a z drugiej duża odporność na infekcje grzybowe i szkodliwe owady oraz znaczna żywotność populacji poza naturalnym zasięgiem występowania, czynią z niego idealny gatunek modelowy.

Buk zwyczajny pomimo swej ciepłolubnej natury może nieoczekiwanie reagować na potencjalne zmiany klimatu, zwłaszcza przy wystąpieniu ekstremalnych temperatur. Dotyczy to szczególnie terenów nizinnych, gdzie przewidywany jest spadek ilości opadów oraz wzrost temperatur letnich. Zmiany te najbardziej wpłyną na buki w południowej i południowo-wschodniej części jego rzeczywistego zasięgu. Warunki w północnej i północno-wschodniej części zasięgu mogą być dla niego bardziej sprzyjające, np. poprzez stabilny wzrost średnich rocznych temperatur. Reasumując, właściwości tego gatunku i przewidywane zmiany klimatyczne wskazywałyby na przesunięcie jego zasięgu.

Jesion wyniosły jest cennym gatunkiem lasotwórczym, dla którego obserwuje się zjawisko zamierania od lat 90. XX wieku. Proces ten spowodowany jest głównie brakiem odporności na patogeny grzybowe (*Chalara fraxinea*). W dynamicznie zmieniających się warunkach środowiska niezwykle ważne jest, aby w strategii ochrony i odbudowy gatunku uwzględnić badania związane z poziomem podatności drzew na zjawisko zamierania.