

Zaburzenia naturalne, od silnych wiatrów, przez pożary i susze, po gradacje owadów, od wieków kształtują strukturę lasów. Obecnie, przy rosnącej temperaturze i wydłużających się okresach bezdeszczowych, ich skala i tempo wyraźnie przyspieszyły. W środkowoeuropejskich lasach największe straty powoduje kornik drukarz (*Ips typographus* L.), który wykorzystuje osłabienie świerków przez niedobór wody. Od 2012 r. właśnie ten owad wywołał w Puszczy Białowieskiej niespotykaną wcześniej na tym obszarze falę zamierania: pomiędzy 2015 a 2019 r. obumarło blisko dwa miliony świerków. W drzewostanie powstały rozległe luki, powiększając zasoby martwego drewna i przyspieszając przejście ku dominacji drzew liściastych. Otworzyło to nowy rozdział dla ekosystemu, lecz zarazem postawiło pytania o przyszłą odporność i bioróżnorodność drzewostanów Puszczy Białowieskiej.

Złożoność tych przemian przekracza możliwości klasycznych pomiarów terenowych. Kompleksowy obraz zapewniają dopiero dane teledetekcyjne o pełnym pokryciu oraz w pełnym przekroju czasowym. Najnowsze techniki teledetekcyjne, zwłaszcza lotnicze skanowanie laserowe (ALS) i zdjęcia wielospektralne, dostarczają trójwymiarowych informacji o wysokości drzew, zwarciu koron i rozmieszczeniu martwego drewna, a równocześnie pozwalają odróżniać gatunki na podstawie ich właściwości spektralnych i strukturalnych. Dane ALS z czterech serii czasowych (2015, 2019, 2022 i 2026) obejmują okres przed, w trakcie i po kulminacji gradacji. Jest to unikatowy na skalę światową zestaw danych, dzięki któremu można prześledzić pełny kierunek zaburzenia, jak i odnawiania się unikatowego kompleksu leśnego.

Celem projektu jest wyjaśnienie przestrzennych i czasowych procesów sukcesji, przebudowy strukturalnej i zmian bioróżnorodności w drzewostanach Puszczy Białowieskiej w następstwie naturalnych zaburzeń ekosystemu leśnego. Analiza obejmie zarówno fazę kulminacji zamierania drzew, jak również wczesne stadia regeneracji. Łącząc dane ALS i zobrazowania wielospektralne z czterech terminów z informacjami ze stałych powierzchni monitoringowych, zbadamy tempo i kierunki zastępowania świerka przez gatunki liściaste w różnych siedliskach i strefach ochronnych; zmierzmy dynamikę parametrów strukturalnych (wysokość, zwarcie, luki) oraz ich relacje z wybranymi wskaźnikami bioróżnorodności; ocenimy także skuteczność wieloczasowych danych teledetekcyjnych i algorytmów uczenia maszynowego w mapowaniu tych procesów od pojedynczego drzewa po cały krajobraz.

Realizacja projektu dostarczy seryjnych map składu gatunkowego, pionowej struktury i zmian bioróżnorodności, a modele przestrzenno-statystyczne pozwolą wskazać czynniki przyspieszające bądź hamujące sukcesję po zaburzeniu. Ostateczne rezultaty udostępnione zostaną w interaktywnym środowisku web-GIS, co pozwoli leśnikom, naukowcom i służbom ochrony przyrody śledzić odnowienie, wyznaczać strefy biernej ochrony czy prognozować ryzyko kolejnych gradacji.

Dzięki interdyscyplinarnemu zespołowi łączącemu kompetencje z zakresu teledetekcji, geoinformatyki, statystyki i ekologii lasu, projekt dostarczy nie tylko nowej wiedzy naukowej, lecz także praktycznych narzędzi wspierających zrównoważone zarządzanie lasami w warunkach rosnącej presji klimatycznej. Opracowane metody staną się również ważnym wsparciem dla realizacji unijnych strategii bioróżnorodności oraz raportowania klimatycznego.