

Summary

Modeling light conditions in mixed stands using airborne LiDAR data: Białowieża Forest example

This research is the application of light detection and ranging (LiDAR) technology in modeling sunlight conditions in the managed mixed stands of Białowieża Forest (BF). Monitoring and quantification of sunlight are important for silviculture and vegetation studies.

During the 2015 summer, mean solar radiation below canopies of BF from 100 random circular plots were measured using hemispherical photography (HP). This technique acquires photos facing upward with fish-eye lens camera to capture canopy structures and indirectly estimates understory solar radiation. A total of 5 acquisitions per plot (center and cardinal points) were taken before averaging. At the same time, airborne laser scanning (ALS) over the entire region of BF were also collected. Each return that the laser detected has height and intensity attributes which became the basis for calculating various LiDAR metrics. Findings revealed that all components of sunlight (diffuse, direct and global) are highly correlated with metrics especially the density-based metrics. Laser penetration index (LPI) alone was able to predict effectively the amount of sunlight using linear regression ($R^2 = 0.78$ for diffuse). A multiple linear regression improved the model ($R^2 = 0.83$) with up to 4 predictors.

Keywords: solar radiation, LiDAR, ALS, understory, Białowieża forest

Streszczenie

Modelowanie warunków świetlnych w drzewostanach mieszanych z zastosowaniem danych lotniczego skaningu laserowego na przykładzie Puszczy Białowieskiej

Badania dotyczyły zastosowania technologii skanowania laserowego (LiDAR) w modelowaniu warunków świetlnych w lasach gospodarczych Puszczy Białowieskiej. Monitorowanie i kwantyfikacja warunków świetlnych ma znaczenie w hodowli lasu oraz studiach nad rozwojem roślinności.

W okresie lata 2015 r. określono, za pomocą zdjęć hemisferycznych, średnią wartość nasłonecznienia pod okapem drzewostanów Puszczy Białowieskiej na 100 losowo wybranych kołowych powierzchniach próbnych. Zdjęcia hemisferyczne polegają na wykonywaniu zdjęć okapu lasu za pomocą kamery skierowanej pionowo do góry i zaopatrzonej w obiektyw typu „rybie oko”. Zdjęcia służą do pośredniego wyznaczenia wartości opisujących warunki świetlne pod okapem drzewostanu. Na każdej powierzchni próbnej wykonywano 5 zdjęć (jedno na środku powierzchni, pozostałe odsunięte na głównych kierunkach stron świata). W tym samym czasie wykonane zostało lotnicze skanowanie laserowe całej Puszczy. Każdy odbity impuls skanowania laserowego posiadał przypisane doń wartości rzędnej wysokościowej miejsca odbicia oraz parametr natężenia (intensywności), które stały się podstawą do obliczenia szeregu charakterystyk (zmiennych) wykorzystanych w badaniach. Stwierdzono, że wszystkie składowe światła (światło rozproszone, bezpośrednie oraz całkowite) są silnie skorelowane z obliczonymi charakterystykami, szczególnie charakterystykami opisującymi gęstość impulsów laserowych. Zmienna opisująca stopień przenikania impulsów laserowych (Laser penetration index, PI) okazała się najlepiej opisywać ilość światła pod okapem drzewostanu w modelu regresji liniowej ($R^2 = 0,78$ dla światła rozproszonego). Lepsze wyniki uzyskano przy zastosowaniu wielokrotnej regresji liniowej dla czterech zmiennych ($R^2 = 0,83$).

Słowa kluczowe: promieniowanie słoneczne, LiDAR, ALS, las, Puszczy Białowieskiej