

Naziemny skaniny laserowy (TLS) jako narzędzie do szacowania biomasy roślinności torfowiskowej

ANDRZEJ AFFEK, JERZY SOLON, JACEK WOLSKI

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego PAN, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa, e-mail: a.affek@twarda.pan.pl, j.solon@twarda.pan.pl, j.wolski@twarda.pan.pl

Słowa kluczowe: biomasa, LiDAR, gęstość chmury punktów, Biebrzański Park Narodowy

Celem badań, prowadzonych w basenie Górnej Biebrzy i częściowo finansowanych przez projekt LIFE11/NAT/PL/422 „Ochrona siedlisk mokradłowych doliny Górnej Biebrzy”, jest opracowanie nowej, nieinwazyjnej metody szacowania ilości biomasy roślinności torfowiskowej z wykorzystaniem naziemnego skaniny laserowego (TLS). Pomiary prowadzono za pomocą impulsowego skanera dalekiego zasięgu VZ-4000 firmy Riegl oraz zestawu GPS RTK firmy Trimble (odbiornik R4 i rejestrator TSC3); dane przetwarzano w oprogramowaniu RiscanPro (Riegl) oraz ArcGIS Advanced 10.2.2 z rozszerzeniem 3D Analyst (ESRI).

W ostatnich latach w ramach nauk przyrodniczych podejmuje się wiele prób mających na celu dokumentację zmian klimatycznych oraz poznanie zjawisk i procesów przyczyniających się do ocieplenia klimatu. Jedną z najlepiej udokumentowanych prawidłowości dotyczy zależności między zawartością dwutlenku węgla w atmosferze ziemskiej a temperaturą powierzchni ziemi. Wzrost udziału dwutlenku węgla w ostatnim stuleciu badacze wiążą między innymi ze zmianami użytkowania ziemi i pokrycia terenu. Węgiel wiązany w biomacie roślinnej w wyniku wypierania naturalnych zbiorowisk roślinnych przez procesy urbanizacji w coraz większych ilościach uwalniany jest do atmosfery (głównie w wyniku spalania).

Do oszacowania, jak dużo węgla wiążą poszczególne zbiorowiska roślinne, niezbędna jest wiedza dotycząca wagi biomasy przypadającej na jednostkę powierzchni. Do pomiaru biomasy stosuje się powszechnie metodę polegającą na wycięciu roślin na ściśle określonych pod względem kształtu i wielkości powierzchniach, a następnie ich zważeniu w stanie świeżym i po wysuszeniu. Metoda ta nie jest jednak wolna od wad, do których zalicza się m.in. jej inwazyjny charakter (trwałe niszczenie roślin), czasochłonność poszczególnych etapów (cięcie, suszenie, ważenie) oraz trudności w ekstrapolacji wyników z małych powierzchni testowych na duże obszary. W związku z tym od kilku lat podejmowane są w Polsce i na świecie próby szacowania ilości fitomasy za pomocą alternatywnych metod, w tym skaniny laserowego (zarówno lotniczego, jak i naziemnego) – niemal wszystkie dotyczą jednak drzew i krzewów. Niniejsza próba wykorzystania technologii TLS do szacowania ilości biomasy naturalnych zbiorowisk roślinności zielnej ma charakter pionierski.

Rozważania teoretyczne, przegląd literatury i konsultacje ze specjalistami z firmy Riegl wykazały, że ze względu na wybitnie ażurowy charakter roślinności i jej znaczne zróżnicowanie, generowanie powierzchni, a w dalszej kolejności brył, nie byłoby dobrą metodą estymacji biomasy. Uznano, że do realizacji założonego celu metodycznego,

najlepszą charakterystyką chmury punktów będzie ich gęstość w określonej objętości. Testowe pomiary wykonano dla objętości, których rzutem na powierzchnię był kwadrat o boku 1×1 m. Opracowano algorytm ważenia liczby punktów w zależności od odległości od urządzenia skanującego i parametrów skanowania. Empirycznie sprawdzono różne układy, w których zmiennymi były wspomniane parametry skanowania, a także przestrzenna organizacja pomiarów oraz charakterystyczne układy roślinne. Przetestowano różne postaci funkcji opisujących te zależności. Końcowy wzór przeliczenia gęstości chmury punktów na biomasę ma postać:

$$BS = a(lp \times \theta \times \varphi \times s^2) + b$$

gdzie:

BS – biomasa sucha (w gramach); *lp* – liczba punktów w danej objętości; θ (teta), φ (fi) – rozdzielczość pozioma i pionowa wysyłania impulsów (w stopniach dziesiętnych); *s* – odległość skanera od centroidu objętości skanowania (w metrach); *a*, *b* – parametry funkcji liniowej.

Weryfikacja uzyskanych wyników polegała na ich porównaniu z wagą biomasy w stanie suchym, pozyskanej klasyczną metodą inwazyjną. Przy określonych założeniach rezultaty prezentowanych badań pilotażowych okazały się bardzo obiecujące – współczynnik determinacji R^2 dla funkcji liniowej osiągnął maksymalnie wartość 0,97.