

## **Metody szacowania liczby szyszek sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) oraz świerka pospolitego (*Picea abies* (L.) H. Karst.) z wykorzystaniem zdjęć uzyskanych z bezzałogowego statku powietrznego**

Niniejsza praca ma na celu opracowanie metod, które pomogą leśnikom w szybszym i skuteczniejszym szacowaniu liczby szyszek na drzewie poprzez zastosowanie metod nieinwazyjnych. W chwili obecnej szacowanie liczby szyszek odbywa się metodą tradycyjną, naziemną z użyciem lornetki lub poprzez ścięcie drzewa. Dzięki odpowiedniej informacji o liczbie szyszek (urodzaju), leśnik będzie mógł wspomóc naturalne odnowienie lasu, poprzez wcześniejsze wykonanie cięć obsiewnych i odpowiednie przygotowanie gleby. W pracy przedstawiono trzy metody szacowania liczby szyszek wraz z zastosowaniem trzech różnych wzorów, które są oparte na obliczeniach statystycznych, jak również na doświadczeniu i obserwacji przyrody (wzór ekspercki). Metody szacowania liczby szyszek podzielono na dwa typy. Pierwszy typ to szacowanie manualne, podzielone na dwie metody: naziemna – obserwacja lornetką (tradycyjna) oraz cyfrowa – digitalizacja ekranowa na podstawie zobrazowania z bezzałogowego statku powietrznego (BSP/RPAS/UAV). Drugi typ to szacowanie cyfrowe – nadzorowane (półautomatyczne) oparte na zobrazowaniu z BSP, z wykorzystaniem algorytmu metody największego prawdopodobieństwa. Zaproponowane rozwiązania w przypadku świerka pospolitego dały pozytywne rezultaty, natomiast w przypadku sosny zwyczajnej badania zakończyły się niepowodzeniem. Końcowym efektem pracy są opracowane metody dla świerka pospolitego, zaimplementowane w arkuszu kalkulacyjnym Excel, gotowe do stosowania na urządzeniach mobilnych w warunkach terenowych oraz na komputerach przenośnych i desktopowych.

Słowa kluczowe – bezzałogowy statek powietrzny (BSP / RPAS / UAV), szyszki, szacowanie, urodzaj, teledetekcja

## **Methods for estimating the number of cones of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.) using photographs obtained from remotely piloted aircraft systems**

This work aims to develop methods that help foresters work faster and more effectively to estimate the number of cones on the tree by using non-invasive methods. At present, the estimation of the number of cones is carried out using the traditional method, terrestrial with the use of binoculars or by cutting the tree. Thanks to the appropriate information on the number of cones (fertility), the forester will be able to support the natural regeneration of the forest, through earlier sowing cuttings and appropriate soil preparation. The paper presents three methods for estimating the number of cones with the use of three different patterns, which are based on statistical calculations, as well as on experience and observation of nature (expert formula). Estimating the number of cones is divided into two types. The first type is manual estimation, divided into two methods, terrestrial - binocular (traditional) observation and digital - screen digitization based on imaging from remotely piloted aircraft systems (RPAS/UAV). The second type is digital – supervised (semi-automatic) estimation based on the UAV display, using the algorithm of the most probable method. The proposed solutions in the case of Norway spruce gave positive results, while in the case of Scots pine the research was unsuccessful. The end result of the work are the methods developed for spruce trees implemented in an Excel spreadsheet, ready for use on mobile devices in field conditions as well as on portable computers and desktop computers.

Key words – remotely piloted aircraft systems (RPAS / UAV), cones, estimating, abundance, remote sensing