

# Oszacowanie przyrostu biomasy i efektywności wykorzystania węgla (CUE) 25-letniego drzewostanu sosnowego z wykorzystaniem metod kowariancji wirów i biometrycznej w zmiennych warunkach wilgotnościowych.



Paulina Dukat<sup>1,2\*</sup>, Klaudia Ziemblińska<sup>1</sup>, Janusz Olejnik<sup>1</sup>, Stanisław Małek<sup>3</sup>, Timo Vesala<sup>2,4,5</sup>, Marek Urbaniak<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Pracownia Meteorologii, Katedra Budownictwa i Geoinżynierii, Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Piątkowska 94, 60-649 Poznań, \*paulina.dukat05@gmail.com  
<sup>2</sup>Institute for Atmospheric and Earth System Research/Physics, Faculty of Science, University of Helsinki, FI-00014 Helsinki, Finlandia  
<sup>3</sup>Katedra Ekologii i Hodowli Lasu, Wydział Leśny, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków  
<sup>4</sup>Institute for Atmospheric and Earth System Research/Forest Sciences, Faculty of Agriculture and Forestry, University of Helsinki, FI-00790 Helsinki, Finlandia  
<sup>5</sup>Yugra State University, 628012, Khanty-Mansiysk, Rosja



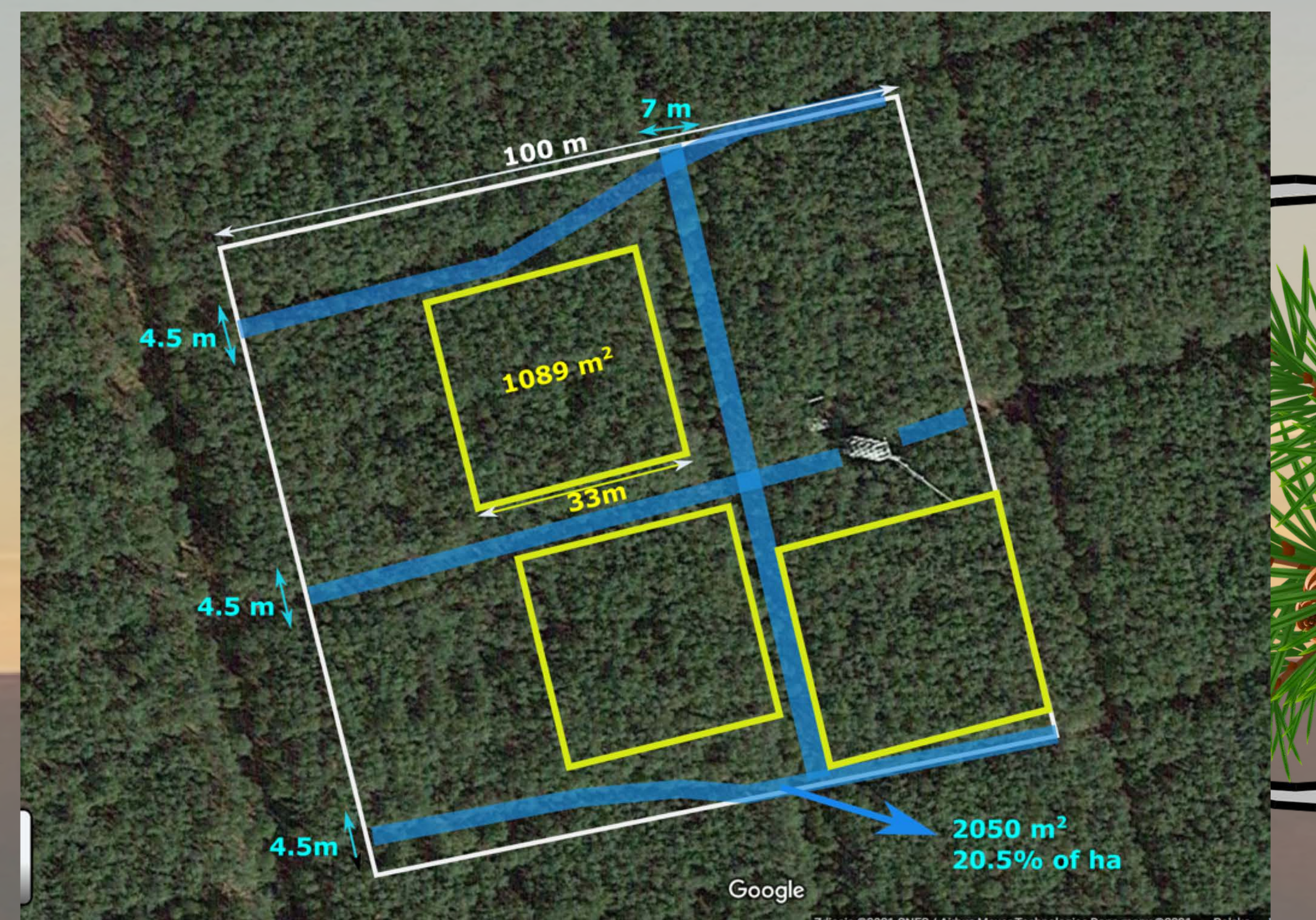
Funding: This research was supported by funding from General Directorate of the State Forests, Warsaw, Poland (project LAS, No OR-2717/27/11).

## Wprowadzenie i cele

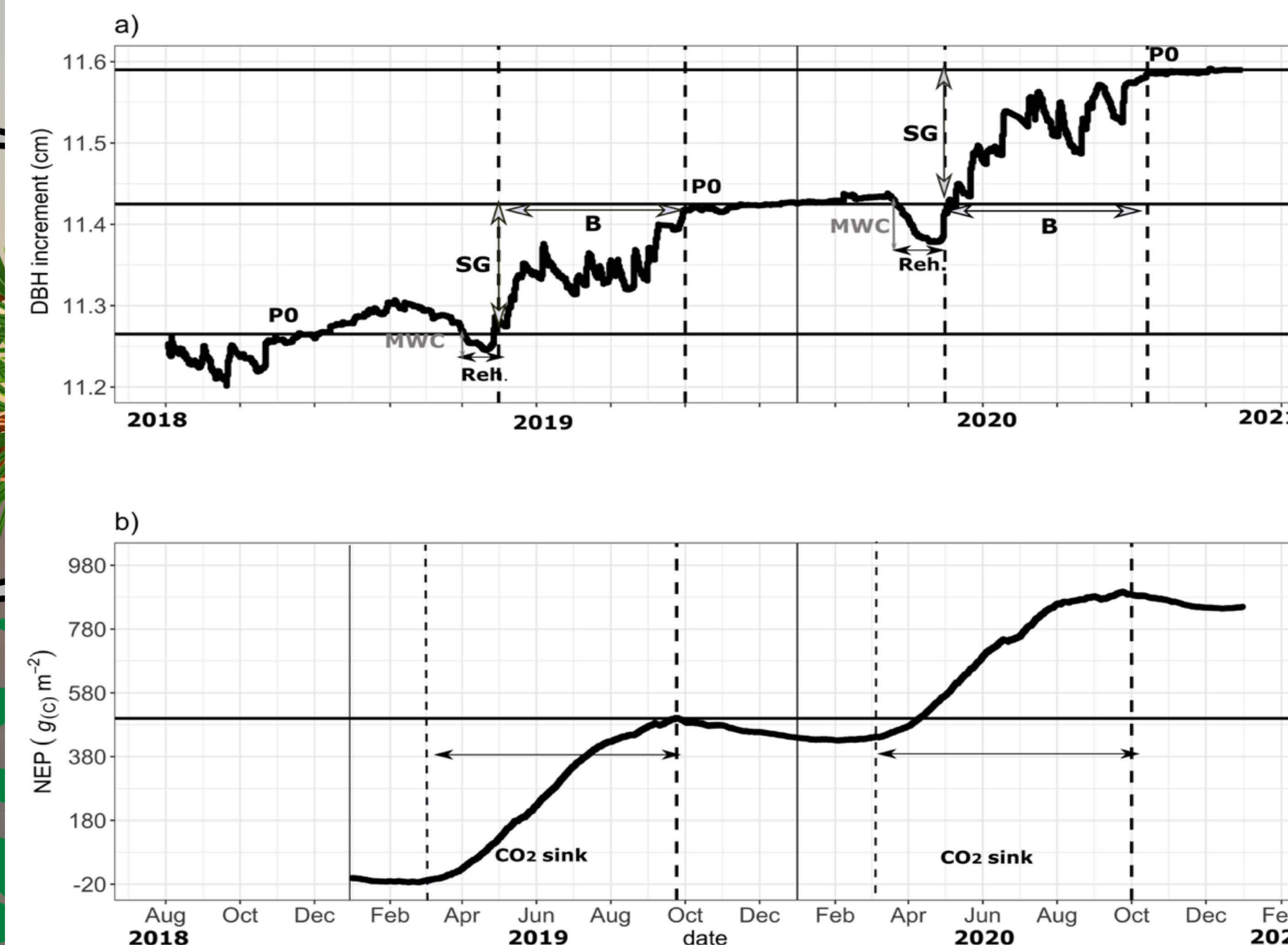
Dokładne oszacowanie przyrostu biomasy drzewostanu jest niezwykle cenne nie tylko z uwagi na produkcję drewna, ale również ze względu na możliwości oceny wpływu na dany ekosystem czynników środowiskowych, w tym zmian klimatu. Tradycyjnie pomiary *in situ* wykonywane są poprzez inwentaryzację liczby drzew i ich parametrów biometrycznych, takich jak pierśnica i wysokość, czasami uzupełniane badaniami zawartości węgla (C) w poszczególnych komponentach drzew. W celu rozpoznania dynamiki przyrostów miesięcznych i sezonowych, a także efektywności wiązania węgla w biomase drzew, oszacowano produktywność pierwotną netto (NPP) w okresie 2019–2020 w 25-letnim drzewostanie sosnowym na stacji badawczej Mężyk.

## Metody

Cel osiągnięto bazując na równaniach allometrycznych sporządzonych metodą bezpośredniej analizy biomasy (ekstrakcja drzew) oraz na oszacowaniu zawartości węgla w poszczególnych składnikach drzew w połączeniu z seriami przyrostów średnicy pni zarejestrowanych przez sieć dendrometrów. Równania allometryczne specyficzne dla miejsca pomiarów uzyskano przy użyciu dwóch podejść: odnosząc biomasę całego drzewa do pierśnicy (metoda M1) oraz całkowitą suchą biomasę wyprowadzoną jako sumę poszczególnych komponentów drzewa do pierśnicy (metoda M2). Jednocześnie na podstawie pomiarów metodą kowariancji wirów (z ang. Eddy Covariance- EC) oszacowano strumień produkcji pierwotnej brutto (GPP = ilość dwutlenku węgla zaabsorbowana w procesie fotosyntezy). Wartości strumieni NPP i GPP zostały następnie użyte do obliczenia efektywności wykorzystania węgla (**CUE=NPP/GPP**).



**Rysunek 1.** Mapa rozmieszczenia powierzchni doświadczalnych w obszarze oddziaływania metody EC (footprint), na których mierzono liczbę drzew i pierśnicę (żółte kwadraty). Na wyznaczonym obszarze (biały kwadrat) założono 5 grup po 5 drzew każda, na których zainstalowano dendrometry. Niebieskie paski reprezentują obszary bezdrzewne lub plantacje brzozy (w celach ochrony przeciwpożarowej). Źródło: mapy google.



**Rysunek 2.** Poszczególne momenty i okresy wzrostu drzew na podstawie bezpośrednich pomiarów: a) dendrometrycznych i b) metodą kowariancji wirów. SG – przyrost pnia w ciągu roku – związany ze wzrostem sezonowym, MWC – maksymalny zimowy skurcz pnia, B – okres wzrostu drewna, PO – punkt zerowy bieżącego roku, który odpowiada punktowi kulminacyjnemu z roku poprzedniego, Reh – okres rehydracji, NEP – produktywność ekosystemu netto, „CO<sub>2</sub> sink” – etap przewagi pochłaniania nad emisją CO<sub>2</sub>

**Tabela 1.** Wyniki szacunków suchej biomasy obejmującej biomasę nadziemną i podziemną dla dwóch równań allometrycznych specyficznych dla miejsca **M1** (jedno równanie dla całego drzewa) i **M2** (oddzielne wzory dla elementów drzewa), na podstawie dendrometrów i pomiarów biometrycznych *in situ*, w tym w podszybie (NPP), a także wartości NEP i GPP pochodzące z obserwacji metodą kowariancji wirów. B – okres wzrostu drewna

ROK	2019		2020	
	M1	M2	M1	M2
Całkowity przyrost pnia przeciętnego drzewa (cm)- dendrometry	0.142±0.01	-	0.164±0.01	-
Całkowity przyrost suchej biomasy przeciętnego drzewa (kg)	0.942±0.07	0.978±0.07	1.206±0.07	1.255±0.07
Całkowita biomasa drzewostanu na koniec sezonu wegetacyjnego (t/ha)	203.387±0.30	204.017±0.31	208.861±0.29	209.714±0.31
Suma przyrostu suchej biomasy drzewostanu (t/ha)	4.273±0.40	4.439±0.31	5.473±0.30	5.697±0.31
NPP ogółem (t C ha <sup>-1</sup> )	2.137±0.15	2.220±0.15	2.737±0.15	2.849±0.16
GPP ogółem w okresie wegetacji (t C ha <sup>-1</sup> )	14.70		14.49	
NEP ogółem w okresie wegetacji (t C ha <sup>-1</sup> )	5.00		4.50	
CUE w okresie wegetacyjnym	0.15	0.15	0.19	0.20
GPP ogólne w okresie B (t C ha <sup>-1</sup> )	11.79		11.74	
NEP ogółem w okresie B (t C ha <sup>-1</sup> )	3.70		3.19	
CUE w okresie B	0.18	0.19	0.23	0.24

## Wyniki i wnioski

- 2019 był rokiem umiarkowanie suchym, następującym po skrajnie suchym 2018 i poprzedzającym zbliżony do średniego rok 2020
- wyższy przyrost biomasy odnotowano w 2020 roku w porównaniu do 2019 r.,
- roczne szacunki NPP w 2019 r. wyniosły ok. 2,0 – 2,1 t C ha<sup>-1</sup> a w 2020 r. 2,6 – 2,7 t C ha<sup>-1</sup>
- CUE było wyższe w 2020 r., co wynikało z wyższej sumy NPP niż w 2019 r., przy jednocześnie niższych letnich i wiosennych wartościach GPP w 2020 r
- wartości CUE były niższe niż podawane w literaturze dla porównywalnych drzewostanów w strefie umiarkowanej.