

## STRESZCZENIE

Badania przedstawione w niniejszej pracy obejmują czteroletnią serię pomiarów strumieni ditlenku węgla wymienianych pomiędzy leśnymi powierzchniami odnowień po wiatrołomach a atmosferą z wykorzystaniem metody kowariancji wirów (EC). Dane pozyskano głównie z dwóch stacji badawczych zlokalizowanych na terenie lasu sosnowego zdewastowanego przez tornado w lipcu 2012 roku w Nadleśnictwie Trzebciny (powierzchnie badawcze „Tlen I” i „Tlen II”) oraz dodatkowo z pomiarów strumieni wymiany CO<sub>2</sub> nad średniowiekowym, nienaruszonym lasem sosnowym w Tucznie k. Piły. Głównym celem pracy było określić czy i jak zastosowanie dwóch różnych technik odnowień, w podobnych warunkach meteorologicznych i glebowych, wpłynęło na bilans ditlenku węgla zniszczonego przez tornado ekosystemu lasu sosnowego. W pracy wykazano, że obie powierzchnie leśne w skutek zniszczeń wywołanych wystąpieniem tego ekstremalnego zjawiska pogodowego, stały się bardzo znaczącymi emiterami ditlenku węgla, przy czym, per saldo, powierzchnia Tlen I (tradycyjna metoda odnowień z orką i uprzednim usunięciem karpiny) emitowała istotnie mniej tego gazu do atmosfery w porównaniu z powierzchnią Tlen II (odnowienie bez orki i bez usuwania karpiny). Wykazano ponadto, że w całym procesie odnowienia powierzchni leśnych po wiatrołomach największy wpływ na kształtowanie strumieni netto CO<sub>2</sub>, wymienianych pomiędzy tymi obszarami a atmosferą, miał wybór techniki przygotowania gleby pod nasadzenia. Wykonanie orki w podejściu tradycyjnym (Tlen I) nie zwiększyło jednak znacząco emisji tego gazu, bezpośrednio po jej wykonaniu, w porównaniu z techniką, w której dokonano jedynie częściowego zdercia pokrywy talerzami (Tlen II). Oszacowano również czas, po którym wartość rocznego salda bilansu CO<sub>2</sub> obu badanych powierzchni odnowień (Tlen I i Tlen II), osiągnie tzw. „punkt zerowy” (roczna suma emisji zostanie zrównoważona roczną sumą pochłaniania tego gazu).

Przed przejściem trąby powietrznej, na badanym obszarze znajdował się las sosnowy w tej samej kategorii wiekowej co las w Tucznie, gdzie od 10 lat prowadzone są podobne pomiary strumieni bilansu ditlenku węgla. Korzystając z możliwości porównania rocznych wartości strumieni netto ditlenku węgla lasu sosnowego w stanie nienaruszonym (Tuczno) z wartościami tych strumieni na powierzchni zdewastowanej przez tornado (Tlen I) wykazano, że dopiero w czwartym roku od rozpoczęcia pomiarów, dojrzały las w Tucznie absorbował więcej ditlenku węgla, niż w tym samym czasie emitowała odnowiona powierzchnia po wiatrołomach.

Wynikiem przeprowadzonych obliczeń i analiz było sformułowanie sześciu zasadniczych wniosków, wśród których za najważniejszy uznano: w pierwszych latach rozwoju uprawy na odnowionych powierzchniach leśnych, metoda tradycyjna była znacznie bardziej korzystna dla zmniejszenia ilości CO<sub>2</sub> emitowanego z powierzchni odnowień niż metoda niestandardowa. Przedstawione badania oprócz walorów naukowych mają zatem także duży potencjał aplikacyjny.

*Krzysztof  
Zimnicki*



## ABSTRACT

Presented studies cover a 4-year period of continuous measurements of the net carbon dioxide fluxes, exchanged between afforested post-windthrown forest areas and the atmosphere, using the eddy covariance technique (EC). This study is mainly based on data from two measuring stations, located in a pine forest, which was devastated by a tornado in July 2012 in Trzebciny Forest District („Tlen I” i „Tlen II” sites) and additionally data from measurements carried out above an intact, middle-aged pine forest in Tuczno (near Piła). The main objective of the presented research is to determine whether and how the application of two different afforestation techniques, under similar meteorological and soil conditions, impacts the carbon balance of pine forest ecosystem disturbed by tornado. Obtained results indicate, that both forest areas became significant carbon sources as a result of damages caused by this extreme weather event, however Tlen I research area (traditional afforestation technique; ploughing applied; stumps pulled out) has emitted substantially less CO<sub>2</sub> to the atmosphere in comparison to Tlen II area (non-standard technique; ploughing canceled; all stumps left on the site for decomposition). Moreover, it has been shown that the choice of soil preparation method before final planting has the biggest impact on CO<sub>2</sub> exchange fluxes during the entire process of windthrows afforestation. The application of ploughing in traditional afforestation technique at Tlen I site, did not substantially increase CO<sub>2</sub> emission immediately after its performance, as compared to the Tlen II site, where soil cover was only locally ripped. It has also been assessed how much time does either afforested post-windthrow area need to reach so called “zero point” in their net CO<sub>2</sub> balance (annual sum of emitted CO<sub>2</sub> equals to its absorption rate).

Prior to the tornado, at Tlen I and Tlen II there were pine forests in similar age class as the Tuczno forest, where corresponding measurements of the CO<sub>2</sub> fluxes has been conducted for 10 years. The use of both datasets was a great opportunity to compare annual net CO<sub>2</sub> fluxes of an intact pine forest (Tuczno), with the same fluxes recorded in the forest area disturbed by the tornado (Tlen I). This analysis revealed that only in the fourth year since the beginning of EC measurement, the mature pine forest in Tuczno has absorbed more CO<sub>2</sub> than it was emitted at the same time from afforested post-windthrow site at Tlen I.

Performed calculations and extensive analyzes led to the formulation of six main conclusions, from which the most important is as follows: during the first years of the new plantation growth on the afforested post-windthrow forest sites, the use of traditional afforestation technique was much more efficient in reducing CO<sub>2</sub> amount emitted from windthrown areas, than non-standard method. Taking all the above into consideration it can be stated, that the presented research has not only high scientific value but also a potential practical use.

Kłocido  
Ziembiński