

Agnieszka Ludwicka
Instytut Budownictwa Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa
w Warszawie

WPŁYW UPRAW ENERGETYCZNYCH NA EMISJE GAZÓW CIEPLARNIANYCH

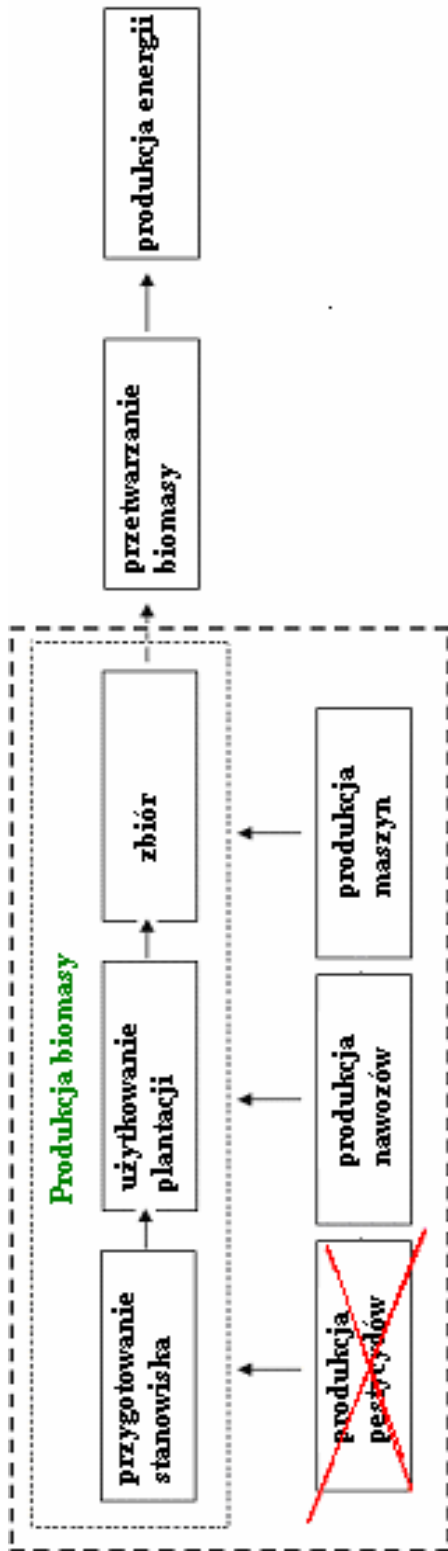
Streszczenie

Podjęto próbę wstępnego oszacowania wpływu upraw energetycznych na atmosferę. Rozważono cztery źródła emisji związane z produkcją biomasy roślinnej. Analiza pozwoliła na obliczenie poziomu emisji gazów cieplarnianych na przestrzeni 14 lat użytkowania plantacji. Emisja, szczególnie N_2O , z gleby w znacznym stopniu wpływa na bilans uprawy. Jest ona wielokrotnie wyższa niż emisja gazów cieplarnianych związana ze zużyciem paliwa w czasie pracy maszyn rolniczych. Jednocześnie emisja z gleby na plantacji wierzby jest wyższa w porównaniu z topolą. Szczególnie widoczna różnica jest przy dawce nawożenia 75 kg N. Na plantacji wierzby podczas 14 lat jej użytkowania emisja gazów cieplarnianych wyniosła 10444,08 kg CO_2 equ/ha, przy tych samych założeniach dla plantacji topoli kształtowała się ona na poziomie 8.666,72 kg CO_2 equ/ha.

Słowa kluczowe: emisje gazów cieplarnianych, uprawy energetyczne, wierzba, topola

Wstęp

Od dawna już znany jest problem rosnącego stężenia gazów cieplarnianych (GHG) w atmosferze. Najważniejszymi z nich są: dwutlenek węgla (CO_2), podtlenek azotu (N_2O) oraz metan (CH_4). Analiza zawartych w lodzie arktycznym pęcherzyków powietrza pozwala ustalić zmiany w zawartości CO_2 , N_2O i CH_4 w atmosferze na przestrzeni setek lat. Badania wskazują na 90% wzrost CH_4 i 8% N_2O od 1600 r. [Pearman i in. 1986]. Wg danych EEA (*European Environment Agency*) koncentracja CO_2 , N_2O i CH_4 w atmosferze wrosła przez ostatnich 250 lat o odpowiednio 37%, 19% i 153% (do 2006 r.). Przyjęło się uważać dwutlenek węgla za największe zagrożenie współczesnego świata w zakresie emisji. W istocie, emitowany jest on w znacznych ilościach i nieporównywalnie wyższych w stosunku do N_2O , czy CH_4 ; dla przykładu – emisja z 1 litra ON wynosi: CO_2 – 2730 g/l, N_2O – 0,1 g/l oraz 0,13 g/l CH_4 [Meyer-Aurich i in. 2006]. Jednak biorąc pod uwagę potencjał cieplarniany (*Global Warming Potential* – GWP) najgroźniejszym gazem dla atmosfery jest N_2O . GWP podtlenku azotu wynosi 298, 1 g N_2O = 298 g CO_2 equ



Rys. 1. Granice systemu
Fig. 1. Boundaries of the system

[IPCC 2006]. Metan natomiast został oszacowany jako 25-krotnie bardziej szkodliwy niż CO₂ w perspektywie 100 lat. Zarówno dwutlenek węgla, jak i podtlenek azotu oraz metan są emitowane do atmosfery w czasie procesu produkcji biomasy roślinnej. Uprawy energetyczne nie pozostają zatem obojętne dla środowiska naturalnego. Jednak dokładne oszacowanie wpływu takich upraw na środowisko wymaga zastosowania metody Life Cycle Assessment (LCA), która uwzględnia wszystkie źródła emisji w całym łańcuchu produkcyjnym.

Celem pracy była próba wstępnego oszacowania wpływu upraw wierzby i topoli na atmosferę oraz wskazanie źródeł emisji gazów cieplarnianych podczas produkcji biomasy roślinnej. Zakres pracy dotyczy rozwoju upraw energetycznych (wierzby i topoli) w aspekcie ochrony klimatu i konieczności ograniczania emisji gazów cieplarnianych do atmosfery.

Materiały i metody

Praca ma charakter poglądowy. Została przygotowana na podstawie wyników doświadczeń Instytutu ATB w Poczdamie oraz literatury naukowej z omawianego zakresu.

Rolnictwo jest jednym z głównych źródeł emisji N₂O do atmosfery. Również uprawy energetyczne są źródłem dodatkowych emisji gazów cieplarnianych. Znaczny wpływ na bilans ekologiczny procesu produkcji biomasy roślinnej ma emisja N₂O z gleby [Hellebrand i in. 2005]. Emisja podtlenku azotu zależy od typu gleby, temperatury oraz ilości opadów, a także od techniki wykonywania zabiegów agrotechnicznych (np. orki). Istotne znaczenie ma również poziom nawożenia azotem, który wykazuje liniową zależność z poziomem emisji N₂O z gleby [Bouwman 1990 w Hellebrand i in. 2005].

Podczas próby oszacowania wpływu upraw wierzby i topoli na atmosferę założono 14-letni okres użytkowania plantacji utrzymywanych w cyklach 2-letnich. W analizie uwzględniono zużycie paliwa, produkcję maszyn rolniczych wykorzystywanych do zabiegów agrotechnicznych na plantacjach a także produkcję nawozów sztucznych, jak również wspomniane wcześniej emisje GHG z gleby. Założono, że pestycydy nie były na plantacjach stosowane. Schemat granic systemu, który został poddany analizie, przedstawiono na rysunku 1.

Wyniki i analiza

Do zabiegów agrotechnicznych na plantacji wierzby i topoli podczas 14 lat użytkowania plantacji, z uwzględnieniem przygotowania stanowiska pod nowe uprawy, zużyto łącznie 227,73 l ON/ha w przypadku wierzby oraz 256,43 l ON/ha na uprawie topoli. W celu obliczenia emisji gazów cieplarnianych wyemitowanych podczas pracy maszyn wykorzystano poniższe współczynniki przedstawiono w tabeli 1.

*Tabela 1. Emisje z paliwa (na 1litr ON)
Table 1. Emission from the fuel (per 1 l diesel oil)*

	GWP	
CO ₂ 2730 g/l	1	2730 CO ₂ equ.
N ₂ O 0,1 g/l	298	29,8 CO ₂ equ.
CH ₄ 0,13 g/l	25	3,25 CO ₂ equ.

Źródło: Marin et al. [2004, w Meyer-Aurich et al. 2006]

Całkowita emisja gazów cieplarnianych związana ze zużyciem paliwa przez maszyny rolnicze wynosi 2763,05 g/l CO₂equ. Emisję CO₂, N₂O i CH₄ wyrażoną w ekwiwalentach CO₂ dla wierzby i topoli przedstawiono w tabeli 2.

*Tabela 2. Całkowite emisje GHG pochodzące ze zużycia paliwa (kg CO₂ equ/ha)
Table 2. Total emission of GHG from the used fuel (kg CO₂ equ/ha)*

	Wierzba	Topola
Ilość paliwa	227,73 l/ha	256,43 l/ha
Emisje GHG	629,23 kg CO ₂ equ	708,53 kg CO ₂ equ

Źródło: Obliczenia własne autora

Paliwo zużywane podczas pracy maszyn jest bezpośrednim źródłem emisji gazów cieplarnianych. Natomiast pośrednim źródłem emisji jest proces produkcji maszyn wykorzystywanych na plantacji.

Uwzględniono ilości emitowanych gazów cieplarnianych podczas produkcji maszyn rolniczych wykorzystywanych do obsługi plantacji wierzby i topoli. Dla uproszczenia przyjęto założenie, iż maszyny w całości są wykonane ze stali. Jednocześnie też dla obu roślin przyjęto wykorzystanie tych samych maszyn. Całkowita masa maszyn wynosi 18130 kg. Po uwzględnieniu czasu życia maszyn i odniesieniu go do faktycznego wykorzystania taboru do obsługi analizowanych plantacji, z uwzględnieniem wydajności, do dalszych obliczeń przyjęto wartość 48,86 kg/ha.

W celu obliczenia emisji gazów cieplarnianych wyemitowanych podczas produkcji maszyn wykorzystano współczynniki z oprogramowania GEMIS (tab. 3).

Wpływ upraw energetycznych...

Tabela 3. Emisje z produkcji maszyn rolniczych (na 1kg stali)

Table 3. Emission from production of agricultural machines (per 1 kg steel)

	GWP	
CO ₂ 1,3819136 kg	1	1,3819136 kg CO ₂ equ.
N ₂ O 0,00001182 kg	298	0,00352236 kg CO ₂ equ.
CH ₄ 0,0082186 kg	25	0,205465 kg CO ₂ equ.

Źródło: GEMIS – Global Emissions Model for Integrated Systems

Całkowita emisja gazów cieplarnianych z 1 kg stali wynosi 1,59 kg CO₂equ. Emisję CO₂, N₂O i CH₄ wyrażona w ekwiwalentach CO₂ dla wierzby i topoli podano w tabeli 4.

Tabela 4 Emisje z produkcji maszyn (kg CO₂ equ ha⁻¹)

Table 4. Emission from production of the machines (kg CO₂ equ ha⁻¹)

	Wierzba/ Topola
Ilość stali	48,86 kg/ha
Emisje GHG	77,69 kg CO ₂ equ

Źródło: Obliczenia własne autora

Na plantacjach były stosowane nawozy sztuczne. Ich produkcja jest również pośrednim źródłem emisji GHG, który został poddany analizie. Plantacje były nawożone wg trzech różnych dawek N i P na 1 ha plantacji 0 kg N + 0 kg P, 75 kg N + 30 kg P i 150 kg N + 30 kg P. W obliczeniach emisji gazów cieplarnianych podczas produkcji nawozów wykorzystano współczynniki zawarte w tabeli 5.

Tabela 5. Emisje z produkcji nawozów (na 1 kg czystego składnika)

Table 5. Emission from fertilizers production (per 1 kg of pure component)

GHG	Jednostka	N	P	K
CO ₂	g	2351	923	553
CH ₄	g	0,24	0,04	0,022
N ₂ O	g	15,1	0,03	0,05

Źródło: Hansen et al. 2006

Całkowita emisja gazów cieplarnianych z produkcji nawozów wynosi 6,86 kg CO₂ equ z 1 kg N oraz 0,93 kg CO₂ equ z 1 kg P.

Podsumowanie

Wyniki analizy przedstawione powyżej świadczą o dość znacznym wpływie roślin energetycznych na środowisko. Głównym czynnikiem obciążającym bilans ekologiczny plantacji jest stosowanie nawozów azotowych oraz związane z tym emisje N_2O z gleby. Uwagę zwraca wielkość tych emisji w porównaniu z ilością GHG emitowaną przez np. spalanie paliwa.

W pracy rozważono zaledwie cztery źródła emisji (2 bezpośrednie i 2 pośrednie). Nie wyczerpuje to zagadnienia, ale daje pogląd na ilości emitowanych gazów cieplarnianych podczas produkcji biomasy z wierzby i topoli. W dokładnej analizie wpływu roślin energetycznych na środowisko wiele innych czynników powinno zostać uwzględnionych. Ważne wydaje się uwzględnienie również procesu produkcji sadzonek.

Produkcja biomasy jest pierwszym etapem w całym cyklu życia roślin energetycznych. W kolejnych fazach należy również uwzględnić przetwarzanie biomasy (suszenie, zrębkowanie) oraz sam proces jej spalania w celu otrzymania energii elektrycznej i/lub ciepłej.

Bibliografia

Hansen T.L., Bhandar G.S., Christensen T.H., Bruun S., Jensen L. 2006. Life cycle modeling of environmental impacts of application of processed organic municipal solid waste on agricultural land (EASEWASTE), Waste Management & Research

Hellebrand H.J., Scholz V., Kern J., Kavdir Y. 2005. N_2O Release During Cultivation of Energy Crops

Kavdir Y., Hellebrand H.J., Kern J. 2008. Seasonal variations of nitrous oxide emission in relation to nitrogen fertilization and energy crop types in sandy soil, Soil & Tillage Research

Meyer-Aurich i in. 2006. Cost efficient rotation and tillage options to sequester carbon and mitigate GHG emissions from agriculture in Eastern Canada, Agriculture Ecosystems & Environment

Pearman i in. 1986. Evidence of changing concentrations of atmospheric CO_2 , N_2O and CH_4 from air bubbles in Antarctic ice, Nature 320, s. 248-250 (20 marzec 1986)

IPPC, 2006

GEMIS (Global Emissions Model for Integrated Systems) version 4.42

KTBL, Energiepflanzen, 2005

IBMER, Katalog Maszyn Rolniczych, 1998

www.eea.europa.eu