

**Marek Zieliński<sup>1</sup>**

Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut  
Badawczy w Warszawie

## **Emisja gazów cieplarnianych a efektywność funkcjonowania polskich gospodarstw specjalizujących się w produkcji roślinnej**

### **Emission of greenhouse gases and effectiveness of function Polish farm with field crops**

**Synopsis.** Celem badań była ocena dwóch grup gospodarstw specjalizujących się w produkcji roślinnej w zależności od salda emisji gazów cieplarnianych z gleby. Pierwszą grupę gospodarstw stanowiły gospodarstwa z ujemnym saldem emisji gazów cieplarnianych z gleby, natomiast drugą grupę gospodarstwa z saldem dodatnim. Następnie analizie porównawczej poddano ich potencjał produkcyjny, strukturę produkcji, efektywność ekonomiczną oraz nasilenie inwestycyjne. Do realizacji tak rozumianego celu wykorzystano dane empiryczne z gospodarstw specjalizujących się w produkcji roślinnej, które prowadziły nieprzerwanie rachunkowość rolną dla potrzeb Polskiego FADN w latach 2005-2010. Stwierdzono, że gospodarstwa z ujemnym saldem emisji gazów cieplarnianych z gleby w porównaniu z gospodarstwami z saldem dodatnim były w lepszej sytuacji ekonomicznej i charakteryzowały się większym nasileniem inwestycyjnym.

**Słowa kluczowe:** gospodarstwo rolne, sekwestracja CO<sub>2</sub>, podtlenek azotu (N<sub>2</sub>O), zysk z zarządzania

**Abstract.** The aim of analysis was attempt assessment two groups farms with field crops depending on balance of emission warming gases from soil. First group contained farms with negative balance of emission warming gases from soil while second group of farms contained farms with positive balance of emission warming gases from soil. Comparative analysis concerned their production potential and structure, economic effectiveness and intensification of investment. In this purpose used empirical data from farms with field crops which collect accountancy data for Polish FADN. It has been found that farms with negative balance of emission warming gases achieve better economic situation and larger intensification of investment than other farms.

**Key words:** farm, sequestration CO<sub>2</sub>, nitrous oxide (N<sub>2</sub>O), profit from management

## **Wstęp**

Świat XXI wieku zmagają się ze skutkami wzrostu emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. Wzrost częstotliwości i intensywności występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych powoduje, że dramatyzm tych zdarzeń dotyczy również gospodarstw rolnych. Już teraz efektem tych zdarzeń są nieobserwowane wcześniej cyklicznie powtarzające się lata posuch, które pogorszą warunki produkcji wielu grup roślin uprawnych.

Rolnictwo to drugie po sektorze energetycznym źródło emisji gazów cieplarnianych. Co więcej, ma ono znaczący udział w całkowitej wielkości emisji podtlenku azotu – 73% i metanu – 35% [Faber i in. 2012]. Niemniej jednak rolnictwo nie tylko emituje gazy

---

<sup>1</sup> Mgr inż., e-mail: Marek.Zielinski@ierigz.waw.pl

cieplarniane, ale jest również tą gałęzią gospodarki, w której zachodzi wiązanie (sekwestracja) dwutlenku węgla w glebie.

W gospodarstwach rolnych sekwestracja dwutlenku węgla w glebie odbywa się poprzez przyorywanie nawozów organicznych tudzież ich substytutów: odpowiednio spreparowanej słomy, pozostałych resztek poźniwnych oraz nawozów zielonych, które prowadzą do zwiększenia udziału próchnicy w glebie, a w rezultacie również do dodatniego salda sekwestracji dwutlenku węgla w glebie. Choć praktyki te przeciwdziałają emisji dwutlenku węgla z gleby w efekcie mineralizacji substancji organicznej oraz ograniczają lub też w pełni rekompensują emisję gazów cieplarnianych z gleby to w rzeczywistości nadal dla wielu gospodarstw rolnych stanowią duże wyzwanie. Ważne jest bowiem to, czy producenci rolni będą chcieli te praktyki trwale stosować. Będzie tak, jeśli przynosić im one będą wymierne korzyści ekonomiczne.

Możliwości ograniczania lub też przeciwdziałania emisji gazów cieplarnianych z gleby tkwią przede wszystkim w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji roślinnej, które odgrywają istotną rolę w krajowym rolnictwie. W 2002 i 2010 roku liczba gospodarstw specjalizujących się w produkcji roślinnej wyniosła w Polsce odpowiednio 726,2 i 658,9 tys., tj. odpowiednio 33,9 i 40,7% ogólnej liczby gospodarstw sklasyfikowanych według typów rolniczych. Natomiast powierzchnia użytków rolnych tych gospodarstw w latach 2002 – 2010 wzrosła z 3322,4 do 4666,2 tys. ha, tj. o 40,5%, a w przeliczeniu na gospodarstwo z 4,57 do 7,08 ha tj. o 54,9% [Zieliński 2013].

W opracowaniu podjęto się oceny funkcjonowania dwóch grup gospodarstw specjalizujących się w produkcji roślinnej w zależności od salda emisji gazów cieplarnianych z gleby. Pierwszą grupę gospodarstw stanowiły gospodarstwa z saldem ujemnym, natomiast drugą grupę gospodarstwa z saldem dodatnim. Wzięto także pod uwagę inne ich cechy – potencjał i strukturę produkcji oraz poziom uzyskiwanych efektów ekonomicznych i możliwości inwestowania, by stwierdzić czy zapobieganie emisji gazów cieplarnianych z gleby sprzyja poprawie efektów gospodarowania i ich możliwości rozwojowych. Do tej pory w literaturze ekonomiczno – rolniczej niewiele było ocen tego typu. Przedkładane opracowanie wypełnia tę lukę.

## **Metoda badań**

Analizą objęto dwie istotnie różne grupy<sup>2</sup> gospodarstw rolnych specjalizujących się w produkcji roślinnej<sup>3</sup>, które w latach 2005 – 2010 nieprzerwanie prowadziły rachunkowość dla Polskiego FADN. Pierwszą grupę stanowiło 112 gospodarstw, które przeciętnie w latach 2005 –

---

<sup>2</sup> W celu zbadania istotności różnic wykorzystano test nieparametryczny U Manna – Whitneya lub też parametryczne testy istotności dwóch średnich: test t – Studenta lub też Cochrań – Coxa. Test nieparametryczny U Manna-Whitneya wykorzystano w sytuacji gdy rozkład porównywanej zmiennej odbiegał od rozkładu normalnego (test Shapiro – Wilka dla  $p < \alpha = 0,05$ ). Natomiast testy istotności dwóch średnich: test t – Studenta lub też Cochrań – Coxa w sytuacji, gdy rozkład ten miał cechy rozkładu normalnego (test Shapiro – Wilka dla  $p > \alpha = 0,05$ ). Analizie porównawczej poddano te grupy gospodarstw, które pod względem: zysku zarządzania, salda emisji gazów cieplarnianych z gleby i od zwierząt gospodarskich oraz stopy reprodukcji majątku trwałego istotnie statystycznie różniły się między sobą.

<sup>3</sup> Analizą objęto gospodarstwa, w których łączna wartość SGM (Standard Gross Margin) z upraw polowych przekraczała 2/3 ogólnej wartości SGM w gospodarstwie.

2010 charakteryzowały się ujemnym saldem emisji gazów cieplarnianych z gleby na 1 ha gruntów ornych. Natomiast drugą 172 gospodarstw z saldem dodatnim.

Poziom sekwestracji dwutlenku węgla w glebie ustalono za pomocą bilansu substancji organicznej w glebie. Biorąc pod uwagę obecny stan wiedzy, bilans ten obliczony został przy zastosowaniu współczynników przeliczeniowych reprodukcji i degradacji substancji organicznej. Współczynniki przeliczeniowe przyjęto za Instytutem Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach – Państwowy Instytut Badawczy (IUNG–PIB) [Fotyma, Mercik 1995, Harasim 2006]. Wielkości tych współczynników dla różnych roślin i różnych rodzajów gleb odpowiadają ilości suchej masy (s. m.) substancji organicznej w t/ha, o jaką gleba zostanie wzbogacona (+) lub zubożona (-) w wyniku jednorocznej uprawy danej rośliny. Dodatni wynik świadczy o prawidłowej gospodarce substancją organiczną i w dłuższym czasie zapewnia co najmniej stabilizację zawartości próchnicy w glebie.

W celu oszacowania poziomu sekwestracji dwutlenku węgla w glebie wykorzystano ustalenia IUNG-PIB [Monitoring... 2012]. Według IUNG–PIB w polskich warunkach glebowych przeciętna zawartość węgla organicznego jest równa 58% zawartości próchnicy, a więc w 1 tonie próchnicy zawarte jest średnio 580 kg węgla. W celu przeliczenia ilości węgla na ilość dwutlenku węgla jaka gleba zmagazynowała, każdorazowo mnożono ilość węgla przez 3,67. Współczynnik ten wynika z faktu, że masa cząsteczkowa dwutlenku węgla wynosi 44 unity, a masa węgla organicznego ( $C_{org}$ ) 12. Zatem 1 tona próchnicy wiąże 2128,6 kg dwutlenku węgla.

Tabela 1. Wartość potencjału globalnego ocieplenia (GWP) dla wybranych gazów cieplarnianych

Table 1. Value of global warming potential (GWP) for greenhouse gases

Rodzaj gazu	Wielkość wskaźników GWP (ekwiwalent CO <sub>2</sub> )
dwutlenek węgla (CO <sub>2</sub> )	1
podtlenek azotu (N <sub>2</sub> O)	≈298

Źródło: Forster P. 2007. Changes in Atmospheric Constituents and Radiative Forcing, Kundzewicz Z.W., Kowalczak P. 2008, Zmiany klimatu i ich skutki, Kurpisz S.A., s. 27 – 28.

W saldzie emisji gazów cieplarnianych z gleby uwzględniono jednak nie tylko saldo sekwestracji dwutlenku węgla w glebie, ale i emisję podtlenku azotu z gleby<sup>4</sup> i<sup>5</sup>. W celu porównywania salda emisji gazów cieplarnianych z gleby wykorzystano miernik potencjału globalnego ocieplenia (Global Warming Potential – GWP) (równanie 1). Wyraża on emisję wszystkich gazów cieplarnianych wyrażoną ilością dwutlenku węgla w kg. Do obliczenia tego miernika wykorzystano wskaźniki GWP. Każdy z tych wskaźników wyraża ilość dwutlenku węgla w kg, która w czasie 100 lat daje taki sam efekt ocieplenia, co 1 kg danego gazu cieplarnianego (tab. 1).

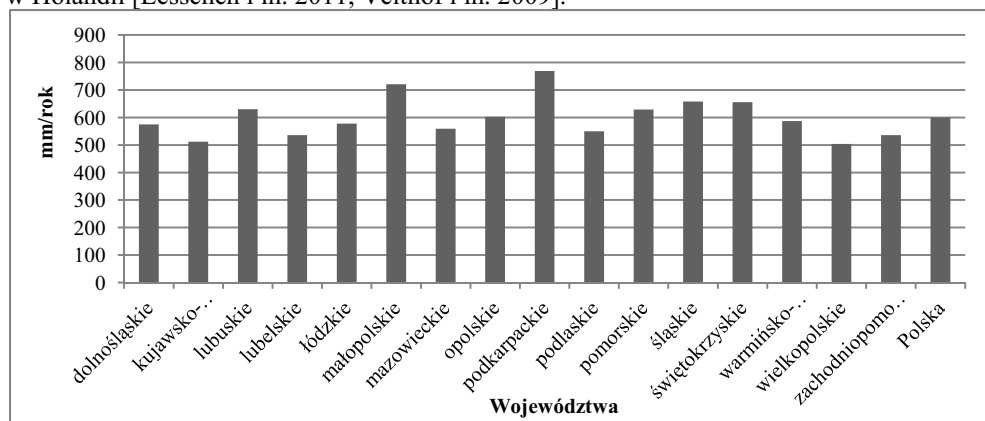
<sup>4</sup> Mała obsada zwierząt w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji roślinnej (co najwyżej 0,01LU/ha UR) wpłynęła na śladowy poziom emisji podtlenku azotu i metanu od zwierząt gospodarskich. Stąd też, nie uwzględniono jej w ogólnym bilansie gazów cieplarnianych.

<sup>5</sup> Ze względu na rokroczne wahania emisji gazów cieplarnianych i ich pochłaniania w gospodarstwie rolnym, zdecydowano się wielkość miernika – saldo emisji gazów cieplarnianych z gleby wyrazić średnią z lat 2005–2010.

$$\text{GWP}=\text{N}_2\text{O}+\text{CO}_2 \text{ (kgCO}_2\text{/ha)} \quad (1)$$

Kierując się wytycznymi Parlamentu Europejskiego, co do konkretnej metody szacowania emisji podtlenku azotu w sektorze rolnictwa [Decyzja Komisji..., PE 2009/28, PE 2010/335, PE 2012/0042 oraz PE 2013/529], ale mając w literaturze na ten temat rozbieżności [Mosier 1994, Yamulki i in. 1995, Henault i in. 1998, Kaiser i in. 1998, Skiba, Smith 2000, Bouwman i in. 2002, Novoa, Tejada 2006]. W niniejszej pracy do szacowania wielkości emisji podtlenku azotu wykorzystano zestaw współczynników emisji oparty na wynikach analiz J.P. Lesschena i innych [Lesschen i in. 2011]. Według A. Fabera jest to w porównaniu z IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) dokładniejsza metoda szacowania współczynników emisji podtlenku azotu dla warunków Polski [Faber 2013].

Wariant szacunku emisji podtlenku azotu wykonany przez J.P. Lesschena i innych zawiera charakterystyczny dla warunków klimatycznych Europy zestaw współczynników emisji podtlenku azotu w zależności od jakości gleby i sumy rocznych opadów. Wielkości tych współczynników testowane są m.in. w modelu szacowania emisji podtlenku azotu – Integrator oraz Mitterra – Europe wykorzystywanych na Uniwersytecie Wageningen w Holandii [Lesschen i in. 2011, Velthof i in. 2009].



Rys 1. Przeciętna suma opadów w województwach i ogółem w Polsce w mm/rok z okresu 20 lat

Fig. 1. Average amount of precipitation in voivodeships and all in Poland from 20-years period

Źródło: dane IUNG – PIB oraz Joint Research Centre European Commission [dane. niepub. oraz [www.ec.europa.eu/dgs/jrc/](http://www.ec.europa.eu/dgs/jrc/)].

W związku z tym, że w podejściu J.P. Lesschena i innych w szacowaniu współczynników emisji podtlenku azotu ważne jest posiadanie informacji o sumie opadów w danym regionie, dlatego wykorzystano dane IUNG–PIB i Joint Research Centre European Commission [Faber 2013, [www.ec.europa.eu/dgs/jrc/](http://www.ec.europa.eu/dgs/jrc/)] dotyczące przeciętnej sumy opadów w województwach i ogółem w Polsce z okresu 20-lecia (rys. 1).

Całkowitą emisję podtlenku azotu z gleby oszacowano według równania 2:

$$\text{N}_2\text{O}=(\text{N}_2\text{O}_{\text{bezp.}}+\text{N}_2\text{O}_{\text{posr.}})1,57 \text{ (kgN}_2\text{O/ha/rok)} \quad (2)$$

gdzie:  $N_2O_{\text{bezp.}}$  – emisja bezpośrednia podtlenku azotu z gleby<sup>6</sup>,  $N_2O_{\text{pośr.}}$  – emisja pośrednia podtlenku azotu z gleby<sup>7</sup>.

Dla oceny funkcjonowania wyróżnionych dwóch grup gospodarstw rolnych ustalono mierniki i wskaźniki możliwe do obliczenia na podstawie materiałów zaczerpniętych z Polskiego FADN za lata 2005 – 2010. Dane przedstawione zostały w cenach zmiennych.

Analizie poddano:

- Potencjał produkcyjny:
  - powierzchnię użytków rolnych (ha), na którą składają się: ziemia własna, ziemia dzierżawiona na jeden rok lub dłużej, ziemia użytkowana na zasadzie udziału w zbiorze z właścicielem, a także ugory i odłogi;
  - udział gruntów dzierżawionych (%), na podstawie umowy dzierżawnej na okres co najmniej 1 roku;
  - jakość posiadanych gleb własnych wyrażoną wskaźnikiem bonitacji gleb;
  - położenie gospodarstwa na terenach ONW;
  - nakłady pracy ogółem, obejmujące całkowite nakłady pracy ludzkiej w ramach działalności operacyjnej gospodarstwa rolnego określone w AWU, tj. jednostkach przeliczeniowych pracy (Annual Work Unit = 2200 godzin pracy rocznie);
  - udział pracy najemnej (%) w nakładach pracy ogółem;
  - udział właścicieli gospodarstw z przygotowaniem zawodowym (%);
  - aktywa ogółem obejmujących ziemię rolniczą, budynki gospodarstwa rolnego, nasadzenia drzew i krzewów owocowych, nasadzenia leśne oraz maszyny i urządzenia, zwierzęta stada podstawowego i obrotowego oraz kapitał obrotowy (zapasy produktów rolnych i pozostałe aktywa obrotowe) w przeliczeniu na 1 AWU;
- Organizacja produkcji:
  - udział zbóż, pozostałych upraw polowych i roślin pozostałych w gruntach ornych (%);
  - udział nawozów zielonych w gruntach ornych (%);
- Produktywność i efektywność gospodarstw:
  - produktywność ziemi (zł/ha UR) ustalona, jako stosunek wartości produkcji ogółem w gospodarstwie do powierzchni użytków rolnych;
  - produktywność kapitału (%) ustalona, jako relacja wartości produkcji ogółem w gospodarstwie do średniej wartości kapitału;
  - wydajność pracy (zł/AWU) ustalona, jako relacja wartości produkcji ogółem do liczby osób pełnozatrudnionych;
  - zysk z zarządzania (zł/gospodarstwo) ustalony jako różnica między dochodem z gospodarstwa rolnego, a szacunkowo określonymi kosztami użycia własnych czynników produkcji czyli własnej pracy, ziemi i kapitału. Za podstawę obliczenia kosztów pracy własnej przyjęto przeciętny poziom opłaty pracy najemnej stosowany w poszczególnych wyodrębnionych grupach gospodarstw. Analogiczne rozwiązanie

<sup>6</sup> Do źródeł emisji bezpośredniej podtlenku azotu spowodowanej uprawą gleb rolnych zaliczono: stosowanie nawozów mineralnych, nawozów organicznych z zakupu, resztki poźniwne i nawozy zielone oraz mineralizację substancji organicznej.

<sup>7</sup> Do źródeł emisji pośredniej podtlenku azotu zaliczono: emisję z azotu, który pochodzi z depozycji (osadzania) azotu ulatniającego się z pól w formie tlenków i amoniaku po zastosowaniu nawozów mineralnych i organicznych z zakupu oraz nityfikację i denityfikację azotu pochodzenia rolniczego, który ze strumieniem odpływu podpowierzchniowego i powierzchniowego trafia do wody gruntowej, rzek, rowów melioracyjnych i zbiorników wody stojącej.

przyjęto w odniesieniu do kosztów użycia własnej ziemi przyjmując za podstawę szacunków kwotę czynszu dzierżawnego. Natomiast koszt kapitału własnego przyjęto na poziomie oprocentowania kredytów długo- i krótkoterminowych;

- stopę reprodukcji majątku trwałego (%) określono jako relację inwestycji netto do wartości środków trwałych obejmujących ziemię rolniczą, budynki gospodarstwa rolnego, nasadzenia drzew i krzewów owocowych, nasadzenia leśne oraz maszyny i urządzenia, a także zwierzęta stada podstawowego.
- stopę zadłużenia (%) określono jako relację łącznej kwoty kredytów długo- i krótkoterminowych do wartości aktywów ogółem.

## Wyniki

Analizując rozkład gospodarstw specjalizujących się w produkcji roślinnej stwierdzono, że pod względem salda emisji gazów cieplarnianych z gleby liczniejszą grupę stanowiły gospodarstwa z saldem dodatnim, których udział wynosił 60,6% (172 gospodarstwa). Pozostałe 39,4% (112) to gospodarstwa z saldem ujemnym (tab. 2).

W gospodarstwach z saldem ujemnym średnia wielkość salda emisji gazów cieplarnianych z gleby wyniosła – 238,4 kg, natomiast mediana – 183,1 kg dwutlenku węgla na 1 ha gruntów ornych. Rozkład analizowanego salda jest zatem lewostronnie asymetryczny, co oznacza, że ponad połowa gospodarstw ma saldo emisji gazów cieplarnianych z gleby powyżej wielkości średniej. Natomiast wielkość pierwszego i trzeciego kwartyła wskazuje, że 25% i 75% gospodarstw ma analizowane saldo wynoszące co najwyżej – 384,2 kg i – 106,6 kg dwutlenku węgla na 1 ha gruntów ornych.

W gospodarstwach z saldem dodatnim średnia wielkość salda emisji gazów cieplarnianych z gleby wyniosła 637,2 kg, natomiast mediana 300,8 kg dwutlenku węgla na 1 ha gruntów ornych. Wzajemna relacja między wielkością średniej a mediany wskazuje, że rozkład analizowanego salda jest prawostronnie asymetryczny tzn. więcej niż połowa gospodarstw ma saldo emisji gazów cieplarnianych z gleby poniżej wielkości średniej. Wielkość pierwszego i trzeciego kwartyła informuje natomiast, że 25% i 75% gospodarstw osiąga analizowane saldo nie większe niż 143,7 kg i 607,1 kg dwutlenku węgla na 1 ha gruntów ornych.

Tabela 2. Statystyki opisowe salda emisji gazów cieplarnianych z gleby w analizowanych gospodarstwach (średnie z lat 2005 – 2010)

Table 2. Descriptive statistics balance emission of warming gases from soil and animals in analyzed farms (average figures from 2005-2010)

Gospodarstwa z saldem emisji gazów cieplarnianych	Liczba gospodarstw	Wielkości			
		średniej arytmetycznej (kg/ha)	pierwszego kwartyła (kg/ha)	mediana (kg/ha)	trzeciego kwartyła (kg/ha)
ujemnym	112	-238,4	-384,2	-183,1	-106,6
dodatnim	172	637,2	143,7	300,8	607,1

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Polskiego FADN.

Analizę kondycji ekonomicznej obydwu grup gospodarstw rozpoczyna ocena ich możliwości produkcyjnych. Ocena obejmuje zasoby i nakłady najbardziej charakterystyczne dla gospodarstwa rolnego (tab. 3).

Między analizowanymi grupami gospodarstw wystąpiły różnice w powierzchni użytków rolnych. W gospodarstwach z saldem ujemnym była ona większa od powierzchni w gospodarstwach z saldem dodatnim (gospodarstwa pozostałe) o 15,5%. Większy był w nich również udział gruntów dzierzawionych.

Tabela 3. Potencjał produkcyjny w analizowanych gospodarstwach (liczby średnie z lat 2005 – 2010)

Table 3. Production potential in farms with field crops ( average figures from 2005-2010)

Wyszczególnienie	Jedn.	Gospodarstwa z saldem emisji gazów cieplarnianych z gleby	
		ujemnym	Dodatnim
Udział gospodarstw położonych na ONW	%	30,4	45,3
Udział gospodarstw kierowanych przez rolników z przygotowaniem zawodowym	%	67,9	59,3
Wskaźnik bonitacji gleb własnych	pkt.	1,2	1,0
Powierzchnia użytków rolnych, w tym:	ha	103,5	89,6
grunty dzierzawione	%	40,8	34,9
Nakłady pracy ogółem na:			
- gospodarstwo	godz. <sup>8</sup>	3696	3586
- 1 ha użytków rolnych	godz.	35,7	40,0
Udział pracy najemnej w pracy ogółem	%	14,3	12,2
Wartość aktywów ogółem na 1 AWU	tys. zł	638,2	469,1

Źródło: jak w tabeli 2

Pod względem jakości bonitacyjnej gleb przewagę miały również gospodarstwa z saldem ujemnym. Wskaźnik bonitacji gleb własnych w tej grupie gospodarstw wynosił 1,2 i był większy od wskaźnika bonitacji gleb posiadanego przez gospodarstwa pozostałe o 20,0%. Relacje te znajdowały potwierdzenie w udziale gospodarstw leżących na obszarach o niekorzystnych warunkach gospodarowania (ONW). Udział gospodarstw z saldem ujemnym wyniósł bowiem 30,4%, zaś pozostałych 45,3%.

Na funkcjonowanie gospodarstwa rolnego wpływ mają nakłady pracy. W gospodarstwach z saldem ujemnym nakłady pracy w przeliczeniu na gospodarstwo kształtowały się na większym o 3,1% poziomie aniżeli w gospodarstwach pozostałych. Niemniej jednak, w przeliczeniu na 1 ha użytków rolnych były one mniejsze o 10,8%. Przyczyną tych różnic było większe techniczne wyposażenie pracy w gospodarstwach z saldem ujemnym. Gospodarstwa te były lepiej wyposażone w maszyny, urządzenia rolnicze i budynki, których funkcją było nie tyle polepszenie warunków pracy rolnika i członków jego rodziny, co substytucja nakładów pracy.

W działalności gospodarczej obydwu grup gospodarstw wykorzystywano przede wszystkim pracę własną kierownika i członków jego rodziny. Niemniej jednak udział pracy najemnej był zauważalny. W gospodarstwach z saldem ujemnym wyniósł on 14,3%, a w pozostałych 12,2%.

<sup>8</sup> 2200 godzin pracy w gospodarstwie rolnym = 1 AWU (Annual Work Unit)

Na sprawne funkcjonowanie gospodarstw rolnych wpływ ma nie tylko ilość ponoszonych nakładów pracy, ale również ich jakość. Okazało się, że gospodarstwa z saldem ujemnym miały częściej właściciele z lepszym przygotowaniem rolniczym. Można zatem na tej podstawie przypuszczać, że ich decyzje były poprawne merytorycznie z ekonomicznego i środowiskowego punktu widzenia.

Tabela 4. Organizacja produkcji na gruntach ornych w analizowanych gospodarstwach (średnie z lat 2005 – 2010)  
Table 4. Organization of production on arable land in analyzed farms (average figures from 2005-2010)

Wyszczególnienie	Jedn.	Gospodarstwa z saldem emisji gazów cieplarnianych z gleby:	
		Ujemnym	Dodatnim
Grunty orne	%	100,0	100,0
Zboża <sup>a</sup>	%	67,9	72,4
Pozostałe uprawy polowe <sup>b</sup>	%	29,7	25,8
Pozostałe <sup>c</sup>	%	2,4	1,8
Udział nawozów zielonych w gruntach ornych	%	9,9	1,5

<sup>a</sup> Pszenica zwyczajna, żyto, jęczmień, owies, mieszanki zbożowe, kukurydza na ziarno, pozostałe zboża.

<sup>b</sup> Strączkowe na nasiona, ziemniaki, buraki cukrowe, zioła, oleiste i włókniste łącznie z nasionami, chmiel, tytoń i inne przemysłowe.

<sup>c</sup> Uprawy energetyczne, warzywa, truskawki, kwiaty i rośliny ozdobne, uprawy trwałe, pastewne korzeniowe i kapustne, trawa w uprawie polowej, łąki i pastwiska trwałe oraz pozostałe uprawy pastewne.

Źródło: jak w tabeli 2.

W gospodarstwach z saldem ujemnym mniejszy był udział zbóż w gruntach ornych, a większy pozostałych upraw polowych i nawozów zielonych.

Oceniając produktywność trzech podstawowych czynników wytwórczych zauważono, że wydajność pracy liczona wartością produkcji ogółem na osobę pełnozatrudnioną (AWU) była o 57,7% większa w gospodarstwach z saldem ujemnym niż w gospodarstwach pozostałych. W przypadku tych gospodarstw jedna osoba pełnozatrudniona generowała wartość produkcji w kwocie 234,1 tys. zł, podczas gdy w gospodarstwach pozostałych 148,4 tys. zł. Nie inaczej było w przypadku produktywności ziemi i kapitału. Gospodarstwa z saldem ujemnym miały je bowiem większe, odpowiednio o 40,7% i 7,5 p.p. (tab. 5).

Tabela 5. Produktywność i efektywność w analizowanych gospodarstwach (liczby średnie z lat 2005 – 2010)  
Table 5. Productivity and effectiveness in analyzed farms (average figures from 2005-2010)

Wyszczególnienie	Jedn.	Gospodarstwa z saldem emisji gazów cieplarnianych z gleby:	
		Ujemnym	dotatnim
Produktywność ziemi	tys. zł/1 ha UR	3,8	2,7
Produktywność kapitału	%	46,4	38,9
Wydajność pracy	tys. zł/1 AWU	234,1	148,4
Zysk z zarządzania	tys. zł/gospod.	79,8	32,3
Stopa reprodukcji majątku trwałego	%	4,2	0,6
Stopa zadłużenia	%	25,1	18,8

Źródło: jak w tabeli 2.



W obydwu grupach gospodarstw wystąpił dodatni zysk z zarządzania, przy czym większą wartość przyjmował w gospodarstwach z saldem ujemnym, gdzie wynosił 79,8 tys. zł, natomiast w gospodarstwach pozostałych 32,3 tys. zł.

Wysoki zysk z zarządzania wyzwała zdolność do inwestycji. Z tego powodu większą aktywnością inwestycyjną charakteryzowały się gospodarstwa z saldem ujemnym, w których stopa reprodukcji majątku trwałego wyniosła 4,2% (tab. 5). Gorsza sytuacja ekonomiczna w gospodarstwach pozostałych zapewne ograniczała tę aktywność, o czym świadczy mniejsza stopa reprodukcji majątku trwałego oraz zadłużenia odpowiednio o 3,6 i 6,3 p.p.

## **Podsumowanie i wnioski**

W sytuacji wzrostu emisji gazów cieplarnianych do atmosfery, należy poszukiwać sposobów jej ograniczania. Możliwości ograniczenia tej emisji istnieją również w rolnictwie, a przede wszystkim w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji roślinnej, które odgrywają coraz większą rolę w krajowym rolnictwie. W przypadku tychże gospodarstw sposobem redukcji emisji gazów cieplarnianych jest przyorywanie odpowiedniej masy spreparowanej słomy, pozostałych resztek poźniwnych oraz nawozów zielonych, które prowadzi do zwiększenia udziału próchnicy glebowej, a w rezultacie do dodatniego salda sekwestracji dwutlenku węgla w glebie i niejednokrotnie również do ujemnego salda emisji gazów cieplarnianych z gleby.

Warto podkreślić, że o saldzie sekwestracji dwutlenku węgla w glebie w głównej mierze decyduje stosowanie podstawowych zasad poprawnej agrotechniki i zmianowania, a o emisji podtlenku azotu z gleby obok poprawnej agrotechniki również poziom nawożenia nawozami azotowymi i wieloskładnikowymi oraz stosowanie podstawowych zasad nawożenia mineralnego i organicznego z uwzględnieniem wymagań pokarmowych roślin i potrzeb nawozowych gleby oraz jej odczynu.

W opracowaniu podjęto się więc oceny funkcjonowania gospodarstw specjalizujących się w produkcji roślinnej w zależności od salda emisji gazów cieplarnianych z gleby. Wzięto także pod uwagę inne cechy gospodarstw – potencjał i strukturę produkcji oraz poziom uzyskiwanych efektów ekonomicznych i możliwości inwestowania, by stwierdzić czy zapobieganie emisji gazów cieplarnianych z gleby sprzyja poprawie efektów gospodarowania i ich możliwości rozwojowych.

Analiza wykazała, że gospodarstw specjalizujących się w produkcji roślinnej z ujemnym saldem emisji gazów cieplarnianych z gleby należy upatrywać przede wszystkim wśród gospodarstw, które w porównaniu z gospodarstwami pozostałymi:

- miały mniejsze nakłady pracy na 1 ha użytków rolnych i większe techniczne uzbrojenie pracy. Wynikało to z posiadania nowoczesnych maszyn i urządzeń, które substytuowały nakłady pracy rolniczej,
- korzystały w większym stopniu z obcych czynników produkcji - pracy najemnej, dzierżawy ziemi i obcego kapitału. Świadczy to o aktywności i przedsiębiorczych zachowaniach kierowników gospodarstw,
- rzadziej występowały na terenach ONW, co oznacza, że niekorzystne warunki gospodarowania utrudniają możliwości efektywnego gospodarowania i możliwości rozwojowe, ale ich nie wykluczają; wśród gospodarstw funkcjonujących na terenach

ONW również były bowiem gospodarstwa z ujemnym saldem emisji gazów cieplarnianych z gleby i zwierząt gospodarskich,

- były prowadzone przez rolników z lepszym przygotowaniem zawodowym, co informuje o większych umiejętnościach w zakresie techniki i technologii produkcji i być może także w zakresie zarządzania. Osoby te miały większą świadomość negatywnego wpływu prowadzonej produkcji roślinnej na zasoby próchnicy w glebie. Powodując się tą wiedzą, mając przeważający udział zbóż w strukturze gruntów ornych i tylko śladową obsadę zwierząt na 1 ha użytków rolnych wydatnie zwiększały zasobność gleby w substancje pokarmowe i ulepszały jej strukturę, stosując substytuty nawożenia organicznego w postaci właściwie spreparowanej słomy, innych resztek poźniwnych oraz nawozów zielonych.
- miały większą motywację inwestycyjną, co jest efektem korzystnego zysku z zarządzania. Faktem jest bowiem, że im większy jest zysk z zarządzania, tym większa jest motywacja kierowników gospodarstw do rozwoju. Z kolei mniejszy zysk służy częściej do utrzymania aktualnego stanu posiadania, aniżeli do rozwoju.

Analiza potwierdziła, że w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji roślinnej zapobieganie emisji gazów cieplarnianych z gleby sprzyja poprawie efektów gospodarowania i ich możliwości rozwojowych.

## Literatura

- Bouwman A.F., Boumans L.J.M. [2002]: *Emissions of N<sub>2</sub>O and NO from fertilized fields: Summary of available measurement data*, Global Biochemical Cycles, nr 4, rozdz. 6.
- Decyzja Komisji w sprawie wytycznych dotyczących obliczania zasobów węgla w ziemi do celów załącznika V do dyrektywy 2009/28/WE, Komisja Europejska, 2010/335/UE, 10.06.2010 r.
- Decyzja Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie zasad rozliczania i planów działania dotyczących emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych w wyniku działalności związanej z użytkowaniem gruntów, zmianą użytkowania gruntów i leśnictwem, Komisja Europejska 2012/0042, 12.03.2012 r.
- Decyzja Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie zasad rozliczania emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych w wyniku działalności związanej z użytkowaniem gruntów, zmianą użytkowania gruntów i leśnictwem oraz informacji o działaniach związanych z tą działalnością, Komisja Europejska, 529/2013/UE, 18.06.2013 r.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE, Komisja Europejska 2009/28/WE, 23.04.2009,
- Faber A., Borek R., Borzecka-Walker M., Jarosz Z., Kozyra J., Pudelko R., Syp A., Zaliwski A. [2012]: *Bilans węgla i emisji gazów cieplarnianych (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> oraz N<sub>2</sub>O) w polskim rolnictwie*. W opracowaniu pod kier. J.St. Zegara pt: *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym*, IERiGŻ-PIB, nr 50, s. 9.
- Faber A. [2013]: *Bilanse emisji gazów cieplarnianych oraz ekonomia węgla w rolnictwie*, IUNG – PIB, maszynopis.
- Forster P. [2007]: *Changes in Atmospheric Constituents and Radiative Forcing*, UN, IPCC Fourth Assessment Report, s. 212.
- Fotyma M., Mercik S. [1995]: *Chemia rolna*, PWN, Warszawa, s. 234.
- Harasim A. [2006]: Przewodnik ekonomiczno-rolniczy w zarysie, IUNG-PIB, Puławy, s. 69.
- Henault C., Devis X., Page S., Justes E., Reau R., Germon J.C. [1998]: *Nitrous oxide emissions from different soil and land management conditions*. Biology Fertilizations Soils, nr 26.
- Kaiser E.A., Kohrs K., Kucke M., Schnug E., Heinemeyer O., Munch J.C. [1998]: *Nitrous oxide release from arable soil: importance of N-fertilisation, crops and temporal variation*, Soil, Biology Biochemistry, nr 30;
- Krajowy Raport Inwentaryzacyjny 2012*, KOBiZE, Warszawa 2012, s. 134 – 136 i 140.
- Lesschen J.P., Velthof G.L., de Vries W., Kros J. [2011]: *Differentiation of nitrous oxide emission factors for agricultural soils*, Environmental Pollution, nr 159, s. 3215 – 3222.
- Monitoring chemizmu gleb ornych w Polsce w latach 2010-2012*, IUNG-PIB, Puławy 2012, s. 46.

- Mosier A.R. [1994]: *Nitrous oxide emissions from agricultural soils*, Fertilizer Research, nr 37.
- Kundzewicz Z. W., Kowalczak P. [2008]: *Zmiany klimatu i ich skutki*, Kurpisz S.A., Poznań, s. 12 – 13, 27 – 28.
- Novoa R.S.A., Tejeda H.R. [2006]: *Evaluation of the N<sub>2</sub>O emissions from N in plant residues as affected by environmental and management factors*. Nutrient Cycling in Agrosystems, nr 75.
- Skiba U., Smith K.A. [2000]: *The control of nitrous oxide emissions from agricultural and natural soils*, Chemosphere – Global Change Science, nr 2.
- eVelthof, G.L., Oudendag, D., Witzke, H.P., Asman, W.A.H., Klimont, Z., Oenema, O. [2009]: *Integrated assessment of nitrogen emissions from agriculture in EU-27 using MITERRA-EUROPE*. Journal of Environmental Quality, nr 38, s. 402 – 417.
- Yamulki S., Gaudling K.W.T., Webster C.P., Harrison R.M. [1995]: *Studies on NO and N<sub>2</sub>O fluxes from a wheat field*. Atmosphere Environmental, nr, 14.
- Zieliński M. [2013]: *Gospodarstwa nastawione na typową produkcję roślinną*. [w:] W. Józwiak, W. Ziętara (red.) *Zmiany zachodzące w gospodarstwach rolnych w latach 2002-2010*, GUS, Warszawa, s. 25 – 39.
- [www.ec.europa.eu/dgs/jrc](http://www.ec.europa.eu/dgs/jrc).