

Zuzanna Jarosz, Antoni Faber

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy  
w Puławach*

## WPŁYW WPR NA WIELKOŚĆ REDUKCJI EMISJI GAZÓW CIEPLARNIANYCH\*

**Słowa kluczowe:** gazy cieplarniane, redukcja emisji, wspólna polityka rolna

### Wstęp

Unia Europejska w coraz większym stopniu zwraca uwagę na szybko postępujące zmiany klimatu i degradację środowiska. Przejawem tych zmian są coraz częściej występujące ekstremalne zjawiska pogodowe (susze, powodzie, nawałnice), a skutki zmian klimatycznych są coraz bardziej odczuwalne. Szczególnie dotknięte są sektory takie jak: rolnictwo, leśnictwo, energetyka, turystyka, które są silnie uzależnione od warunków pogodowych. Realizując cele porozumienia paryskiego i podejmując ambitniejsze działania zmierzające do ograniczenia globalnego ocieplenia do 1,5°C, UE stała się liderem w międzynarodowych wysiłkach na rzecz walki ze zmianą klimatu (14).

W grudniu 2019 r. UE przedstawiła Europejski Zielony Ład (5). Jest to plan działania zmierzający do zbudowania zrównoważonej konkurencyjnej gospodarki i osiągnięcia w 2050 r. neutralności klimatycznej. Realizacja tego ambitnego celu obliguje państwa członkowskie do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych do 2030 r. o co najmniej 55% w porównaniu z poziomem z 1990 r. Regulacje prawne dotyczące realizacji Europejskiego Zielonego Ładu (EZŁ) w marcu 2020 r. zapisano w „Europejskim prawie o klimacie” (12). Ma ono stanowić gwarancję, że wszystkie grupy społeczne i sektory gospodarki będą dążyły do celów wyznaczonych w EZŁ.

Wspólna polityka rolna (WPR) poprzez finansowanie od lat wspiera rozwój obszarów wiejskich. W czerwcu 2021 r. zawarto porozumienie w sprawie reformy wspólnej polityki rolnej. Realizacja nowej WPR rozpocznie się w 2023 r., a jej za-

\*Opracowanie wykonano w ramach zadania 8.0 pt. „Identyfikacja i opracowanie nowych krajowych wskaźników jednostkowych oraz zrównoważonych metod produkcji dla celów ochrony środowiska i przeciwdziałania zmianom klimatu w rolnictwie” z dotacji budżetowej przeznaczonej na realizację zadań MRiRW w 2022 r.

daniem jest wsparcie zrównoważonego i konkurencyjnego sektora rolnego. Będzie się ona opierać na dziewięciu kluczowych celach społecznych, środowiskowych i gospodarczych (13), tj.:

- wspieranie godziwych dochodów gospodarstw rolnych i ich stabilności w całej Unii w celu zwiększenia bezpieczeństwa żywnościowego;
- zwiększenie zorientowania na rynek i konkurencyjność, w tym większe ukierunkowanie na badania naukowe, technologię i cyfryzację;
- poprawa pozycji rolników w łańcuchu wartości;
- przyczynianie się do łagodzenia zmiany klimatu i przystosowywania się do niej, a także do zrównoważonej produkcji energii;
- wspieranie zrównoważonego rozwoju i wydajnego gospodarowania zasobami naturalnymi, takimi jak woda, gleba i powietrze;
- przyczynianie się do ochrony różnorodności biologicznej, wzmacnianie usług ekosystemowych oraz ochrona siedlisk i krajobrazu;
- przyciąganie młodych rolników i ułatwianie rozwoju działalności gospodarczej na obszarach wiejskich;
- promowanie zatrudnienia, wzrostu, włączenia społecznego rolników i rozwoju lokalnego na obszarach wiejskich, w tym biogospodarki i zrównoważonego leśnictwa;
- poprawa reakcji rolnictwa UE na potrzeby społeczne dotyczące żywności i zdrowia, w tym bezpiecznej, bogatej w składniki odżywcze i zrównoważonej żywności, jak też dobrostanu zwierząt.

Dodatkowo włączony jest cel przekrojowy obejmujący wspieranie wiedzy, innowacji i cyfryzacji w rolnictwie i na obszarach wiejskich. Każde państwo członkowskie ma za zadanie opracowanie własnego krajowego planu strategicznego WPR.

Tak więc rolnictwo będzie miało istotne znaczenie w realizacji celów Europejskiego Zielonego Ładu. Planowany budżet na finansowanie WPR wyniesie 387 miliardów euro. Wdrażaniem instrumentów współfinansowanych z budżetu UE oraz udzielaniem pomocy ze środków krajowych zajmuje się Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARiMR). W ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW) wspiera ona działania podejmowane przez rolników na obszarach wiejskich. Pierwszym po wstąpieniu Polski do UE siedmioletnim unijnym programem pomocowym dla rolnictwa był PROW 2007-2013, kolejnym – PROW 2014-2020. Program realizowany przez ARiMR składał się 15 działań i 35 poddziałań (10). O pomoc w ramach poszczególnych instrumentów wsparcia mogli ubiegać się zarówno rolnicy, producenci rolni, zakłady przetwórcze, grupy producentów rolnych, osoby fizyczne rozpoczynające lub prowadzące działalność gospodarczą, lokalne grupy działania, jak i samorządy gminne, powiatowe, publiczne podmioty doradcze i instytucje naukowe.

Celem opracowania było określenie, jak dotychczasowe wsparcie rolnictwa w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich wpłynęło na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych. Szczególną uwagę zwrócono na działanie rolno-środowiskowo-klimatyczne sprzyjające ochronie środowiska i przeciwdziałające zmianom klimatu.

**PROW 2014-2020**

Podstawą do wsparcia obszarów wiejskich jest 6 priorytetów unijnej polityki rozwoju obszarów wiejskich, dla których określono tzw. docelowe obszary działania (2), tj.:

1. Ułatwianie transferu wiedzy i innowacji w rolnictwie i leśnictwie oraz na obszarach wiejskich:
  - wspieranie innowacyjności, współpracy i rozwoju bazy wiedzy na obszarach wiejskich;
  - wzmacnianie powiązań między rolnictwem, produkcją żywności i leśnictwem a badaniami i innowacją;
  - wspieranie uczenia się przez całe życie oraz szkolenia zawodowego w sektorach rolnictwa i leśnictwa.
2. Zwiększenie rentowności gospodarstw i konkurencyjności wszystkich rodzajów rolnictwa we wszystkich regionach oraz promowanie innowacyjnych technologii w gospodarstwach i zrównoważonego zarządzania lasami:
  - poprawa wyników gospodarczych wszystkich gospodarstw oraz ułatwianie restrukturyzacji oraz modernizacji gospodarstw;
  - ułatwianie wejścia rolników posiadających odpowiednie umiejętności do sektora rolnictwa, w szczególności wymiany pokoleń.
3. Wspieranie organizacji łańcucha żywnościowego, w tym przetwarzania i wprowadzania do obrotu produktów rolnych, dobrostanu zwierząt oraz zarządzania ryzykiem w rolnictwie:
  - poprawa konkurencyjności producentów rolnych poprzez lepsze ich zintegrowanie z łańcuchem rolno-spożywczym;
  - wspieranie zapobiegania ryzyku i zarządzania ryzykiem w gospodarstwach.
4. Odtwarzanie, ochrona i wzbogacanie ekosystemów związanych z rolnictwem i leśnictwem:
  - odtwarzanie, ochrona i wzbogacanie różnorodności biologicznej;
  - poprawa gospodarki wodnej;
  - zapobieganie erozji gleb i poprawa gospodarowania glebą.
5. Promowanie efektywnego gospodarowania zasobami i wspieranie przechodzenia w sektorach rolnym, spożywczym i leśnym na gospodarkę niskoemisyjną i odporną na zmianę klimatu:
  - poprawa efektywności korzystania z zasobów wodnych w rolnictwie;
  - zwiększanie efektywności wykorzystania energii w rolnictwie i przetwórstwie spożywczym;
  - ułatwianie dostaw i wykorzystywania odnawialnych źródeł energii;
  - redukcja emisji gazów cieplarnianych i amoniaku z rolnictwa;
  - promowanie ochrony pochłaniaczy dwutlenku węgla oraz pochłaniania dwutlenku węgla w rolnictwie oraz leśnictwie.

6. Promowanie włączenia społecznego, zmniejszania ubóstwa oraz rozwoju gospodarczego na obszarach wiejskich:
- ułatwianie różnicowania działalności, zakładania i rozwoju małych przedsiębiorstw, a także tworzenia miejsc pracy;
  - wspieranie lokalnego rozwoju na obszarach wiejskich;
  - zwiększanie dostępności technologii informacyjno-komunikacyjnych (TIK) na obszarach wiejskich oraz podnoszenie poziomu korzystania z nich i poprawianie ich jakości.

W ramach PROW 2014-2020 żadne działanie nie zostało przypisane do celu „redukcja emisji gazów cieplarnianych i amoniaku z rolnictwa” w priorytecie 5. Należy jednak zwrócić uwagę, że działania określone dla innych celów pośrednio przyczyniają się do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, np. rolno-środowiskowo-klimatyczne (10). Również w poprzednich okresach programowania redukcja emisji gazów cieplarnianych pośrednio wynikała z działań powiązanych z ochroną środowiska i dobrą kulturą rolną.

Działanie rolno-środowiskowo-klimatyczne jest w znacznej części kontynuacją programu rolnośrodowiskowego realizowanego w PROW 2007-2013. Rolnictwo to nie tylko uzyskiwanie korzyści ekonomicznych, ale także konieczność dbania o zasoby naturalne. Wdrażanie działania ma rekompensować rolnikom ewentualne dodatkowe koszty lub poniesione straty wynikające z prowadzenia produkcji w sposób przyjazny dla środowiska, stosowanie praktyk przyczyniających się do ochrony gleb, wód, bioróżnorodności i klimatu. Działanie to zawiera 7 pakietów podzielonych na warianty (11). Na szczególną uwagę ze względu na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych i ochronę środowiska zasługują pakiety: rolnictwo zrównoważone, ochrona gleb i wód oraz cenne siedliska i zagrożone gatunki ptaków na obszarach i poza obszarami Natura 2000.

### **Rolnictwo zrównoważone**

Rolnictwo zrównoważone to promowanie racjonalnego gospodarowania i ograniczania negatywnego wpływu rolnictwa na środowisko. Podstawą jest dobór odpowiedniego zmianowania (minimum 4 upraw z zachowaniem odpowiedniego udziału). Jednocześnie w całym okresie finansowania (5 lat) na każdej działce rolnej należy w zmianowaniu zastosować 3 grupy upraw, przynajmniej raz wprowadzić dodatkową praktykę: międzyplony, przyoranie słomy lub przyoranie obornika. Szczegółowe wymogi, jakie beneficjent powinien spełnić, aby uzyskać dofinansowanie zostały zaprezentowane w „Przewodniku po działaniu rolno-środowiskowo-klimatycznym PROW2014-2020” (11).

Nieodzownym elementem racjonalnego gospodarowania jest zrównoważone nawożenie. Dostosowanie dawek nawozów (zwłaszcza mineralnych nawozów azotowych) do potrzeb pokarmowych roślin z uwzględnieniem wszystkich źródeł dopły-

wu azotu pozwala na efektywne ich wykorzystanie, a tym samym ograniczenie strat azotu w postaci  $N_2O$ , amoniaku czy azotanów (wymywanie, spływy powierzchniowe). Badania naukowe wskazują, że optymalizacja i poprawa efektywności nawożenia azotowego może ograniczyć emisję gazów cieplarnianych w zakresie 0,07–1,30 t  $CO_2 \cdot ha^{-1} \cdot r^{-1}$  (1, 8).

Zarówno dobór zmianowania, jak i dodatkowe działania (międzyplony, przyorywanie resztek poźniwnych, stosowanie obornika) przyczyniają się do wzrostu substancji organicznej w glebie, która jest określana mianem wskaźnika żyzności gleby. Korzystny wpływ na akumulację węgla w glebie ma uprawa roślin bobowatych i traw oraz ich mieszanek (6). Jednocześnie azot biologicznie wiązany w roślinach bobowatych jest dodatkowym źródłem składnika, co pozwala na zmniejszenie zużycia mineralnych nawozów azotowych pod roślinę następczą i ograniczenie emisji podtlenku azotu. Szacuje się, że zastosowanie poprawnego płodozmianu powoduje redukcję emisji o 0,4 t  $CO_2 \cdot ha^{-1} \cdot r^{-1}$  w porównaniu ze zmianowaniami uproszczonymi.

Sekwestrację węgla w glebie zwiększa także przyorywanie resztek poźniwnych. Praktyka jest zalecana głównie w gospodarstwach bezinwentarzowych, nieposiadających nawozów naturalnych. Sekwestracja węgla wynikająca z przyorania słomy może ograniczyć emisję dwutlenku węgla z gleby o 400–600 kg  $CO_2 \cdot ha^{-1} \cdot r^{-1}$  (15). Jednocześnie wniesienie do gleby dodatkowej ilości azotu z resztkami poźniwnymi zwiększa emisję podtlenku azotu, a jej wielkość zależy od systemu uprawy. Badania własne wykazały, że w systemie płuźnym przyoranie słomy powodowało wzrost średniej emisji  $N_2O$  o 104 kg  $CO_2 \cdot ha^{-1} \cdot r^{-1}$  (4). Tak więc przyorywanie słomy zwiększy emisję gazów cieplarnianych ze względu na dodatkowo wniesiony azot, jednakże w znacznie większym stopniu zredukuje emisje wskutek sekwestracji węgla organicznego. Natomiast nie stwierdzono istotnego wpływu stosowania tej praktyki na wielkość emisji amoniaku (emisja pośrednia  $N_2O$ ). Zdecydowanie większą redukcję emisji (0,05–2,20 t  $CO_2 \cdot ha^{-1} \cdot r^{-1}$ ) można uzyskać, pozostawiając słomę na polu z jednoczesnym stosowaniem systemów uprawy konserwującej (9, 16).

Praktyką sprzyjającą tworzeniu materii organicznej i poprawiającą strukturę gleb jest stosowanie międzyplonów. Grunty nieobsiane są narażone na erozję wodną i wietrzną. Natomiast uprawa i późniejsze przyoranie międzyplonów, szczególnie z dużą biomasa nadziemną, dostarcza znaczną ilość substancji organicznej. Pokrycie gleby roślinnością ogranicza emisję podtlenku azotu i wymywanie składników pokarmowych, zwłaszcza azotu w postaci azotanów oraz zwiększa sekwestrację węgla organicznego w glebach. Wdrażanie praktyki może wpłynąć na ograniczenie emisji w zakresie 0,88–1,47 t  $CO_2 \cdot ha^{-1} \cdot r^{-1}$  (3).

## Ochrona gleb i wód

Celem pakietu jest użytkowanie gruntów chroniące glebę przed erozją wodną i utratą substancji organicznej oraz ochrona wód przed zanieczyszczeniami. In-

tensywne opady czy spływy powierzchniowe na terenach nachylonych powodują wypłukiwanie cząstek gleby, co prowadzi do zubożenia w składniki pokarmowe i pogorszenia właściwości gleb (mniejsza infiltracja wody i napowietrzenie gleby). Z drugiej zaś strony wymywanie biogenów powoduje zanieczyszczenie wód powierzchniowych i gruntowych. Do degradacji gleby prowadzi także zbyt intensywna uprawa, zwiększona mechanizacja, usuwanie zadrzewień śródpolnych czy pozostawianie pól bez okrywy roślinnej. Ochrona gleb przed erozją wodną nabiera szczególnego znaczenia w obliczu coraz częściej występujących zjawisk ekstremalnych (susze, nawałnice) spowodowanych zmianami klimatu. W ramach pakietu promuje się dwie praktyki: uprawa międzyplonów i zakładanie pasów traw (ochronnych) w poprzek stoków o nachyleniu powyżej 20%. Zaleca się wysiew międzyplonu składającego się z minimum 3 gatunków upraw i z udziałem roślin miododajnych, co wpłynie także na zwiększenie różnorodności biologicznej. Efekt tych działań wyceniany jest na  $0,88-1,47 \text{ t CO}_2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$  (7).

### **Cenne siedliska i zagrożone gatunki ptaków na obszarach i poza obszarami Natura 2000**

Wdrażanie pakietów poprzez stosowanie tradycyjnych i ekstensywnych sposobów użytkowania trwałych użytków zielonych (odpowiednie terminy koszenia, częstość pokosów, terminy i intensywność wypasu, brak lub ograniczone stosowanie nawożenia i środków ochrony roślin) przyczynia się do zachowania cennych siedlisk przyrodniczych i siedlisk zagrożonych gatunków ptaków, walorów krajobrazowych i bioróżnorodności. Trwałe użytki zielone odgrywają istotną rolę w pochłanianiu i magazynowaniu dwutlenku węgla zarówno w niskiej wieloletniej roślinności, jak i w glebie. Często cenne siedliska przyrodnicze obejmują tereny podmokłe, bagienne czy torfowe. Te naturalne, niepoddane ingerencji człowieka tereny magazynują znaczne ilości węgla zasymilowanego przez rośliny, a warunki beztlenowe spowodowane stałym wysyceniem gleby wodą przyczyniają się do powolnego obumierania tkanek roślinnych i nagromadzenia glebowej materii organicznej. Stanowią naturalny rezerwuuar biogenów, przez co chronią sąsiadujące cieki i zbiorniki wodne przed eutrofizacją. Ochrona takich terenów nie tylko przyczynia się do ograniczania emisji gazów cieplarnianych, ale także może pomóc w przystosowaniu się do zmian klimatu.

### **Wpływ wdrażania WPR na wielkość redukcji emisji gazów cieplarnianych**

Wykorzystując dane pozyskane z ARiMR dotyczące powierzchni gruntów objętych działaniem od 2007 r. do końca 2019 r., oszacowano wielkość redukcji emisji gazów cieplarnianych uzyskaną w wyniku wdrożenia działania rolno-środowiskowo-klimatycznego (tab. 1). W ramach pakietu rolnictwo zrównoważone wsparciem objęto łącznie 893,6 tys. ha. Redukcja emisji GHG zależała od zastosowanej praktyki.

W przypadku poprawnego zmianowania roślin wyniosła 0,357 mln t ekw. CO<sub>2</sub>·r<sup>-1</sup>. Natomiast wdrażanie takich działań, jak: przyorywanie resztek poźniwnych, uprawa co najmniej jednego międzyplonu, optymalizacja nawożenia azotowego i poprawa efektywności nawożenia, pozwoliło na ograniczenie emisji dla każdej praktyki o 0,447 mln t ekw. CO<sub>2</sub>·r<sup>-1</sup>. Łącznie z tytułu wsparcia rolnictwa zrównoważonego redukcja emisji wyniosła około 1,7 mln t ekw. CO<sub>2</sub>·r<sup>-1</sup>, co stanowi 3,5% w stosunku do 1990 r. (tab. 1).

Tabela 1

Wpływ wdrożenia działania rolno-środowiskowo-klimatycznego  
na wielkość redukcji emisji GHG z rolnictwa

Działanie	Wielkość redukcji emisji (mln t ekw. CO <sub>2</sub> ·r <sup>-1</sup> )	% ograniczenia emisji w stosunku do 1990 r.
<b>Działanie rolno-środowiskowo-klimatyczne – ogółem, w tym:</b>	<b>3,138</b>	<b>6,47</b>
Pakiet 1. Rolnictwo zrównoważone	1,698	3,50
Pakiet 2. Ochrona gleb i wód	0,396	0,82
Pakiet 4. Cenne siedliska i zagrożone gatunki ptaków na obszarach Natura 2000	0,543	1,12
Pakiet 5. Cenne siedliska poza obszarami Natura 2000	0,501	1,03

Źródło: opracowanie własne

Jak wspomniano, pakiet ochrona gleb i wód to promowanie praktyk agrotechnicznych przeciwdziałających erozji glebowej wodnej, utracie substancji organicznej oraz zanieczyszczeniu wód składnikami wypłukiwanymi z gleb. Wsparciem PROW objęto przede wszystkim wariant 1 – międzyplony, obejmujący 328,6 tys. ha. Oznacza to, że wdrożenie praktyki wpłynęło na redukcję emisji o 0,394 mln t ekw. CO<sub>2</sub> oraz o 0,002 mln t ekw. CO<sub>2</sub> z powodu zmniejszenia wymywania (emisja pośrednia N<sub>2</sub>O). Łączny efekt redukcji emisji oszacowano na 0,396 mln t ekw. CO<sub>2</sub>, co stanowi 0,82% emisji z sektora rolnego w 1990 r. (tab. 1).

Działania dotyczące ochrony zagrożonych gatunków ptaków i siedlisk przyrodniczych poza obszarami Natura 2000 oraz na tych obszarach dotyczą łącznie ponad 696 tys. ha. Redukcja emisji gazów cieplarnianych wynika przede wszystkim ze zmniejszenia intensyfikacji produkcji, głównie na użytkach zielonych. Ochrona obszarów Natura 2000 i cennych siedlisk poza tymi obszarami przyczynia się do redukcji emisji odpowiednio: 0,543 i 0,501 mln t ekw. CO<sub>2</sub>.

Przeprowadzone obliczenia wskazują na możliwość uzyskania około 6,5% redukcji emisji GHG w krajowym rolnictwie, wyłącznie na drodze realizowanego działania rolno-środowiskowo-klimatycznego.

## Podsumowanie

Zmiany klimatu i przeciwdziałanie ich powstawaniu są jednym z priorytetów WPR. Osiągnięcie wyznaczonych celów w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych wymaga wdrażania wielu praktyk rolniczych, których realizacja w dużej mierze jest uzależniona od uruchomienia instrumentów finansowych (PROW). Wsparcie w ramach PROW takich pakietów, jak: rolnictwo zrównoważone, ochrona gleb i wód oraz cenne siedliska i zagrożone gatunki ptaków na obszarach Natura 2000 i poza tymi obszarami pozwoliło na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych w rolnictwie o 6,5% w porównaniu z rokiem 1990. Należy przy tym zwrócić uwagę, że rekomendowane praktyki przyczyniające się do redukcji GHG nie są obligatoryjne i tylko odpowiednie wsparcie finansowe może skłonić beneficjentów do ich wdrażania.

## Literatura

1. Eory V., MacLeod M., Topp C.F.E., Rees R.M., Webb J., McVittie A., Wall E., Borthwick F., Watson C., Waterhouse A., Wiltshire J., Bell H., Moran D., Dewhurst R.: Review and update the UK Agriculture Marginal Abatement Cost Curve to assess the greenhouse gas abatement potential for the 5th carbon budget period and to 2050. Final Report, 2015. <https://www.theccc.org.uk>
2. European Network for Rural Development, 2017. [https://enrd.ec.europa.eu/policy-in-action/rural-development-policy-figures/priority-focus-area-summaries\\_pl](https://enrd.ec.europa.eu/policy-in-action/rural-development-policy-figures/priority-focus-area-summaries_pl)
3. Faber A., Jarosz Z.: Potencjał redukcji emisji gazów cieplarnianych w polskim rolnictwie w świetle literatury. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2017, 52(6): 45-56.
4. Jarosz Z., Faber A.: Welkość emisji gazów cieplarnianych w zależności od systemu uprawy. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2022, 67(21): 55-66.
5. Komisja Europejska: Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Europejski Zielony Ład. COM(2019) 640 final, 2019.
6. Lenart S., Perzanowska A.: Wpływ płużnej uprawy roli i siewu bezpośredniego na zawartość w glebie materii organicznej ekstrahowanej metodami fizycznymi. Acta Agrophysica, 2013, 20(4): 595-607.
7. Martineau H., Wiltshire J., Webb J., Hart K., Keenleyside C., Baldock D., Bell H., Watters J.: Effective performance of tools for climate action policy – meta-review of Common Agricultural Policy (CAP) mainstreaming. Report for European Commission – DG Climate Action. Institute for European Environmental Policy, 2016. Ricardo-AEA/R/ED60006/Mitigation Potential Issue Number V1.1.
8. Perez Dominiquez I., Fellmann T., Weiss F., Witzke P., Barreiro-Hurle J., Himics M., Jansson T., Salputra G., Leip A.: An economic assessment of GHG mitigation policy options for EU agriculture (EcAMPA 2). JRC Science for Policy Report, 2016, EUR 27973 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC93434/LFNA27097ENE.epub>
9. Posthumus H., Deeks L.K., Rickson R.J., Quinton J.N.: Costs and benefits of erosion control measures in the UK. Soil Use and Management, 2015, 31: 16-33.
10. PROW 2014-2020: <https://www.gov.pl/web/arimr/program-rozwoju-obszarow-wiejskich-lata-2014---2020>.



11. Przewodnik po działaniu rolno-środowiskowo-klimatycznym PROW 2014-2020. MRiRW, Warszawa 2022.
12. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady 2020/0036 (COD) ustanawiające ramy na potrzeby osiągnięcia neutralności klimatycznej i zmieniające rozporządzenie (UE) 2018/1999 (Europejskie prawo o klimacie). Bruksela. 04.3.2020, COM(2020) 80 final.
13. Serwis Rzeczypospolitej Polskiej, 2021. <https://www.gov.pl/web/wprpo2020/cele-wpr1>.
14. UNFCCC: Adoption of the Paris agreement. Paris Climate Change Conference – November 2015. <https://unfccc.int/documents/9064>.
15. W a l c z a k J. (red.): Potencjał redukcji emisji gazów cieplarnianych w polskim rolnictwie z uwzględnieniem efektów Wspólnej Polityki Rolnej. Ekspertyza dla MRiRW, 2015 (materiały niepublikowane).
16. W e s t T., M a r l a n d G.: A synthesis of carbon sequestration, carbon emissions, and net carbon flux in agriculture: comparing tillage practices in the United States. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 2020, 91: 217-232.

---

Adres do korespondencji:

*dr Zuzanna Jarosz; prof. dr hab. Antoni Faber*  
*Zakład Biogospodarki i Analiz Systemowych*  
*IUNG-PIB*  
*ul. Czartoryskich 8*  
*24-100 Puławy*  
*tel.: 81 4786 766; 81 4786 767*  
*e-mail: zjarosz@iung.pulawy.pl; faber@iung.pulawy.pl*

---

AUTOR	ORCID
Zuzanna Jarosz	0000-0002-3428-5804
Antoni Faber	0000-0002-3055-1968