

MATERIAŁ SZKOLENIOWY  
do wykorzystania przez wykładowców  
na potrzeby prowadzenia szkoleń dla rolników  
z tematu

Zrównoważone gospodarowanie zasobami naturalnymi, takimi jak woda, gleba,  
powietrze oraz klimat w kontekście wdrażania Interwencji PS WPR „Inwestycje  
przyczyniające się do ochrony środowiska i klimatu”

BLOK KLIMAT

Plan Strategiczny dla Wspólnej Polityki Rolnej na lata 2023-2027  
Interwencja 14.1 Doskonalenie zawodowe rolników  
– moduł 1 Szkolenia podstawowe dla rolników

Opracowanie przygotowane przez Instytut Zootechniki Państwowego Instytut Badawczy



Ministerstwo Rolnictwa  
i Rozwoju Wsi

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



Zmiana klimatu w ujęciu IPCC odnosi się do zmiany jego stanu, którą to można  
**zidentyfikować** (np. testami statystycznymi) na podstawie średnich i / lub  
zmienności właściwości klimatu i która utrzymuje się przez dłuższy okres czasu,  
tj. dekady lub dłużej. W tym ujęciu odnosi się ona do **wszelkich zmian klimatu**  
w czasie, spowodowanych zmiennością naturalną lub powstałą w wyniku  
działalności człowieka.

Wg. Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu  
(UNFCCC), zmiana klimatu odnosi się do zjawisk bezpośrednio lub pośrednio  
przypisywanych **działalności człowieka**, które zmieniają skład globalnej  
atmosfery i które są dodatkową zmiennością dla tej naturalnej, obserwowanej w  
porównywalnych okresach czasu.



**Porozumienie paryskie** w ramach UNFCCC zostało przyjęte w grudniu 2015 r. w Paryżu na  
21. sesji Konferencji Stron (COP21). Umowa, przyjęta została przez 196 państw,  
sygnatariuszy UNFCCC i weszła w życie 4 listopada 2016 r. Głównym celem porozumienia  
paryskiego jest „Utrzymanie wzrostu średniej temperatury powietrza na świecie znacznie  
poniżej poziomu wyższego o 2° C w stosunku sprzed epoki przemysłowej oraz dążenie do  
ograniczenia wzrostu tej temperatury do 1,5”. UNFCCC uznało, że znacznie zmniejszyłoby  
to ryzyko i skutki zmiany klimatu. Ponadto umowa ma na celu wzmocnienie zdolności krajów  
do radzenia sobie ze skutkami zmiany klimatu.



Pakiet energetyczno-klimatyczny wprowadził do prawodawstwa unijnego kompleksowe rozwiązania dotyczące redukcji emisji gazów cieplarnianych na terenie Unii Europejskiej, zarówno w EU ETS (Emissions Trading System), jak i w sektorach non-ETS (na poziomie kraju).

Pod pojęciem non-ETS (Effort Sharing Decision – ESD lub ESR) rozumie się tę część krajowych emisji gazów cieplarnianych, które nie są objęte systemem EU ETS, ale biorą udział w realizacji celów redukcyjnych. Do emisji non-ETS zalicza się następujące sektory:

- transport – 2022 r. przeniesiono do sektora ETS,
- rolnictwo,
- odpady,
- emisje przemysłowe poza ETS,
- sektor komunalno-bytowy z budynkami, małymi źródłami, gospodarstwami domowymi, usługami itp.

---

---

---

---

---

---

---

---

Do gazów cieplarnianych (GHG) zalicza się:

- parę wodną ( $H_2O$ )
- dwutlenek węgla ( $CO_2$ )
- metan ( $CH_4$ )
- freony (CFC)
- podtlenek azotu ( $N_2O$ )
- halon
- gazy przemysłowe (HFC, PFC, SF<sub>6</sub>)
- ozon ( $O_3$ )

Aktualne wielkości współczynników GWP dla GHG bilansowanych w rolnictwie (wg. IPCC, 2021. Sixth Assessment Report. Chapter 7)

Nazwa	Wzór chemiczny	Czas życia w atmosferze (lata)	GWP w zależności od stosowanego okresu		
			20 lat	100 lat	500 lat
Dwutlenek węgla	$CO_2$	Zmienny	1	1	1
Tlenek diazotu	$N_2O$	109	273	273	130
Metan	$CH_4$	11,8	79,7	27	7,2

---

---

---

---

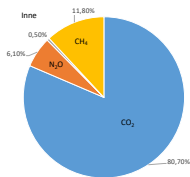
---

---

---

---

Udziały poszczególnych kategorii źródeł w całkowitej emisji krajowej GHG (bez kategorii 4) w 2020 r. (KOBIZE, 2022)



W przeliczeniu na CO<sub>2</sub>e największy udział w emisji z rolnictwa ma emisja N<sub>2</sub>O z gleb, wynosząca 44,7%. Druga w kolejności udziału jest fermentacja jeliłowa CH<sub>4</sub>, z 40,3% emisji CO<sub>2</sub>e. Na trzecim miejscu z udziałem 12% jest zagospodarowanie nawozów naturalnych (Poland's National Inventory Report 2019, Greenhouse Gas Inventory for 1988-2017, Warszawa, 2019)

---

---

---

---

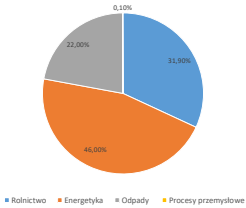
---

---

---

---

Krajowa emisja metanu w 2020 r. według kategorii źródeł (KOBIZE, 2022).



Aż **88,49%** rolniczej emisji metanu pochodzi z **fermentacji jelitowej**, a pozostałe 11,51% z przechowywania nawozów naturalnych.

---

---

---

---

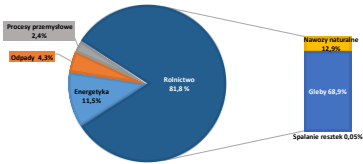
---

---

---

---

Krajowa emisja tlenu diazotu w 2020 r. według kategorii źródeł (KOBIZE, 2022)



Pod względem  $N_2O$ , **68,9%** tego gazu emitowane jest z **gleb rolniczych**, a **12,9%** z nawozów naturalnych i mineralnych.

---

---

---

---

---

---

---

---

W przeliczeniu na  $CO_2eq$  największa udział w emisji z rolnictwa ma emisja  $N_2O$  z gleb, wynosząca **44,7%**.

Druą w kolejności udziału jest fermentacja jelitowa  $CH_4$  z **40,3%** emisji  $CO_2eq$ .

Na trzecim miejscu z udziałem **12%** emisji  $CO_2eq$  jest zagospodarowanie **nawozów naturalnych**.

(Poland's National Inventory Report 2022, Greenhouse Gas Inventory for 1988-2020, Warszawa, 2022)

**Dlatego w uzyskaniu celów mitygacyjnych z rolnictwa, niezbędne są działania przede wszystkim w dwóch pierwszych obszarach emisji.**

---

---

---

---

---

---

---

---

- W skład sektora LULUCF wchodzi:
  - Zalesianie
  - Wylesianie
  - Gospodarka leśna
  - Zarządzanie gruntami uprawnymi
  - Zarządzanie gruntami trawiastymi
  - Grunty podmokłe



Cele UE na 2020 r. nie obejmowały żadnych zobowiązań dotyczących sektora LULUCF. W celach na 2030 r. UE wprowadziła wymóg polegający na tym, by państwa członkowskie nie dopuściły do wzrostu emisji z tego sektora w stosunku do poziomu bazowego (określany mianem „zasady zerowego salda”). W przypadku gdy państwo członkowskie zaobserwuje wzrost emisji, wzrost taki powinien zostać w pełni skompensowany (poprzez równoważne usunięcie CO<sub>2</sub> z atmosfery w wyniku podjęcia działań w tym sektorze lub przez pomniejszenie o kwotę wzrostu krajowych rocznych limitów emisji przewidzianych w rozporządzeniu (UE) 2018/842 w sprawie wspólnego wysiłku redukcyjnego).

---

---

---

---

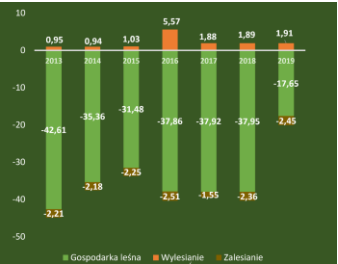
---

---

---

---

Saldo emisji CO<sub>2</sub> w obszarze LULUCF i gospodarce leśnej (mln t) (KOBIZE, 2021).



---

---

---

---

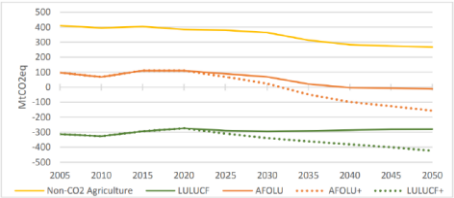
---

---

---

---

Emisje GHG w rolnictwie i LULUCF: stan obecny i prognoza



---

---

---

---

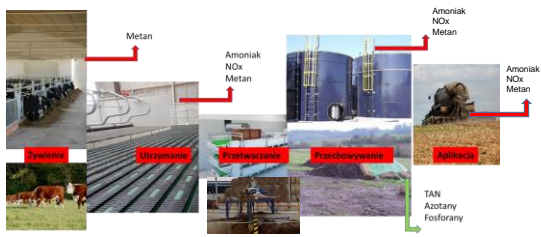
---

---

---

---

Źródła emisji w produkcji zwierzęcej



---

---

---

---

---

---

---

---

Pod pojęciem metod hodowlanych mieści się bardzo wiele aspektów związanych z genetyką i selekcją zwierząt, a nawet obrotem stada i jego remontem.

- selekcja na wielkość zwacza - poprawa strawności, szybsze przyrosty, skutkują mniejszą emisją z fermentacji jelitowej (1-2 %/szt./rok CO<sub>2</sub>eq.) lub depozycji odchodów (1%/szt./rok CO<sub>2</sub>eq.) – Krajowy program hodowlany w Irlandii,
- różnice **rasowe** w emisji jelitowej metanu u przeżuwaczy - **8-11%** redukcji emisji metanu,
- redukcja remontu stada –przejsicie z poziomu remontu 40% do 20%, powoduje 50% redukcji w postaci CO<sub>2</sub>,
- seksowanie nasienia – 1-3% mitygacji CO<sub>2</sub>, liczonego w całym obszarze tj. od fermentacji jelitowej, poprzez przechowywanie do aplikacji dogłębowej, przy 100% inseminacji stada, jako redukcja pogłowia;
- selekcja na poprawę zdrowotności - 1% mitygacji CO<sub>2</sub>,
- poprawa wskaźnika wycieleń – 8% mitygacji CO<sub>2</sub>,
- wydłużenie laktacji krow – 8% mitygacji CO<sub>2</sub> na każdy dodatkowy miesiąc powyżej 305 dni laktacji,
- skrócenie długości opasu/zwiększenie przyrostów – 1,5% mitygacji CO<sub>2</sub>/szt. przy 30 % skróceniu długości opasu.

---

---

---

---

---

---

---

---

Jako działania mitygacyjne nie są uznawane te, które zmniejszają emisję na jednostkę produktu. Takie podejście ma znaczenie dla śladu węglowego (CFP).

Selekcja zwierząt monogastycznych na lepsze wykorzystanie paszy nie jest związana z redukcją emisji metanu lecz N<sub>2</sub>O. Mniej wydalonego w odchodach azotu skutkuje mniejszym jego rozpraszaniem, także w formie gazowej. Potencjał redukcyjny GHG jest tu wyceniany na **1,0%** rocznie dla **świń** – 1,9 kg CO<sub>2</sub>eq./szt./rok i **1,2%** – 0,07 kg CO<sub>2</sub>eq./szt./rok dla drobiu.



---

---

---

---

---

---

---

---

Metody żywieniowe

Zalecany poziom koncentracji białka ogólnego w dawce pokarmowej dla różnych gatunków zwierząt gospodarskich i ich grup technologicznych

Gatunek	Grupa technologiczna	Faza produkcji	Dopuszczalny poziom białka ogólnego	
Bydło mięsne	Krowy dojne	Pierwsza faza laktacji	15-16	
		Pozostałe fazy laktacji	12-14	
		Prólaki	12-13	
Bydło mięsne	Cielęta	Produkcja cielęcy	17-19	
		Cielęta	Do 3 msc na dalszy opas	15-16
		Cielęta	3-6 msc na dalszy opas	13-14
		Cielęta, pozostałe bydło opasowe	Powyżej 6 msc na dalszy opas	11
				12
Świnie	Prosięta	Do 10 kg	19-21	
		11-25 kg	17-19	
		26-50 kg	15-17	
		51-110 kg	14-15	
		Powyżej 110 kg	13-14	
		Łachy	13-15	
		Karmięce	15-17	
Drobi	Kurczaki	Pasza typu Starter	20-22	
		Pasza typu Grower	19-21	
		Pasza typu Finisher	18-20	
		18-40 tygodni odchowu	15,5-16,5	
		Powyżej 40 tygodni odchowu	14,5-15,5	
		Do 4 tygodni odchowu	24-27	
		5-8 tygodni odchowu	22-24	
		9-12 tygodni odchowu	19-21	
Drobi	Indyki	13-16 tygodni odchowu	16-19	
		Powyżej 16 tygodni odchowu	19-14	

- wzrost udziału w dawce pokarmowej dla bydła pasz treściwych – redukcja 50% CH<sub>4</sub> CO<sub>2eq</sub>/szt./rok,
- obniżenia koncentracji białka w paszy o 10–15% - redukcja emisji CH<sub>4</sub> o 3% i N<sub>2</sub>O o 10%,

- żywienie wielofazowe obniża emisję N<sub>2</sub>O o 1-5% - monogastriki, bydło mięsne.

Przykład żywienia wielofazowego tuczników

Wyszczególnienie Jednostka		Żywnienie 1 fazowe		Żywnienie 2 fazowe		Żywnienie 3 fazowe	
Dni tuczu	dni	119	49	70	49	28	42
ME	MJ/kg	13,01	12,95	13,05	12,96	12,98	13,03
BO	%	16,4	18,1	14,8	18,1	15,3	13,3

- suplementacja dawek pokarmowych **tuszciami roślinnymi** o wysokiej zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych - redukcja emisji o **20%** CO<sub>2eq</sub>/szt./rok,
- paszowe dodatki kwasów organicznych, jak: fumarowego, akrylowego i benzooesowego, - podawanie 3-nitrooksypropanolu powoduje redukcję emisji metanu z 17,8 do 7,18 g/kg DMI. Nie zaobserwowano zmian w wydajności mleka ani składników mleka.
- przyspieszenie sezonu pastwiskowego o 20 dni powoduje redukcję emisji metanu o 10% /szt./rok,
- uzyskanie wyższej strawności włókna zawartego w runi, co jednak zwiększa emisję amoniaku o 10%,
- dodatek 3NOOP CH<sub>4</sub>/szt./rok.

Wielkość mitygacji GHG dla metod poprawy warunków utrzymania zwierząt

Lp.	Rodzaj praktyki	Mitygacja gazu* (%)	
		CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
1.	Zamglawianie	0	0
2.	Wentylacja mechaniczna (temperatura)	-1 - -8	0
3.	Redukcja temperatury	-1/1°C	0
4.	Ściółowanie	-10 - 100	-50
5.	Częste usuwanie odchodów	0	3
6.	Przykrywanie zbiorników (plastik)	-3 - -45	-31 - -100
7.	Przykrywanie zbiorników (organiczne)	10	3
8.	Przykrywanie obornika	1,5	0
9.	Zakwaszanie gnojowicy	-99	5
10.	Dobrostan zwierząt (obsada – 20%)	-15	-15
11.	Zdrowie	-1 - -2 CO <sub>2e</sub>	

**System leśnopastwiskowy** polega na współuprawie użytków zielonych i drzew bądź krzewów. Przyjmuje się obsadę 30–50 drzew/ha lub 60–100 m biejących linearnych zadrzewień lub żywopłotów, takimi gatunkami drzew, jak: dąb, sosna, topola, wiklina energetyczna itp. W tej praktyce mieszczą się również gatunki przeznaczone do sadów ekstensywnych (jabłoni, orzech, wiśnia, itd.). Oprócz plonu rolniczego uzyskuje się tutaj plon masy drzewnej lub owoców (sady). Potencjał redukcyjny GHG szacowany jest dość wysoko bo na 35%, tj. 0,6–7.4 t CO<sub>2eq</sub>./ha/rok.



Uproszczona uprawa roli redukuje emisję GHG w przedziale 19-60%/ha.

Precyzyjne nawożenie redukuje emisję GHG od 10-20%/ha.

Zielone nawozy zwiększają plon o 6% redukując nawożenie o 14%.

**Rolnictwo ekologiczne** eliminuje całkowicie nawożenie azotowe mineralne (zero emisji  $N_2O$  z tych nawozów) oraz materiały paszowe GMO, wykorzystując przy tym wysoki udział pastwiskowania, konieczność wybiegów dla zwierząt, udział w żywieniu bobowatych. Potencjał redukcji GHG sięga tu **15–18% dla zwierząt monogastrycznych**, a dla przeżuwaczy nawet **40–50%**.




---

---

---

---

---

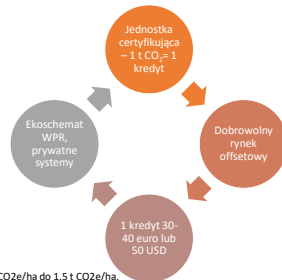
---

---

---

#### Rolnictwo węglowe – Carbon Farming

- rolnictwo konserwujące regeneratywne,
- nawadnianie terenów podmokłych/torfowisk,
- przyorowywanie resztek poźniowych,
- nawożenie naturalne,
- ekstensywne użytkowanie Tuz,
- zadrzewienia śródpolne,
- systemy rolnicze,
- międzyplony.



Potencjał sekwestracji węgla w glebie wahać się tu od 0,03 t CO<sub>2</sub>e/ha do 1,5 t CO<sub>2</sub>e/ha.

---

---

---

---

---

---

---

---

Fermentacja metanowa - biogazownie redukcja do **90% CH<sub>4</sub>** i **30% N<sub>2</sub>O** – obecnie liczona w bilansie tylko dla sektora ETS.




---

---

---

---

---

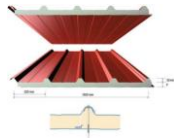
---

---

---



Energooszczędność – 10% zmniejszone zużycie energii - redukcja **10-20%** CO<sub>2eq</sub>.



---

---

---

---

---

---

---