

**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 POWIETRZE**

**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 Państwowy Instytut Badawczy*  
*Aktualizacja - maj 2025 r.*

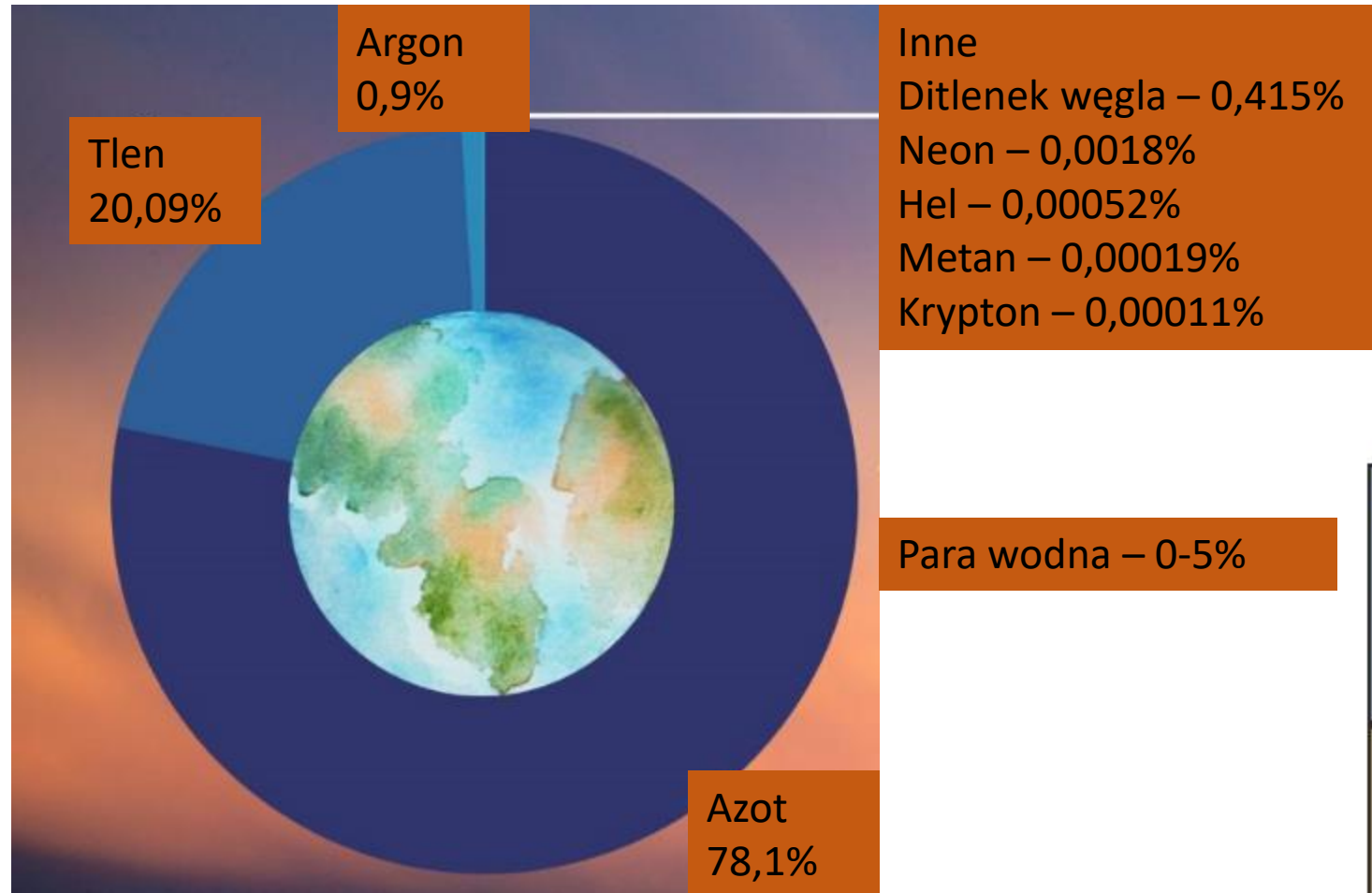


Ministerstwo Rolnictwa  
i Rozwoju Wsi

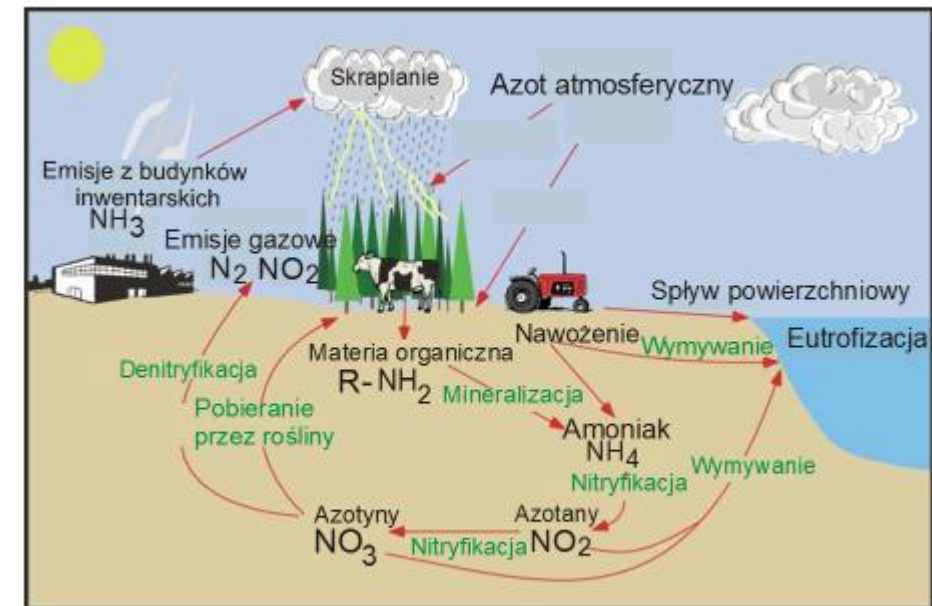
Dofinansowane przez  
Unię Europejską

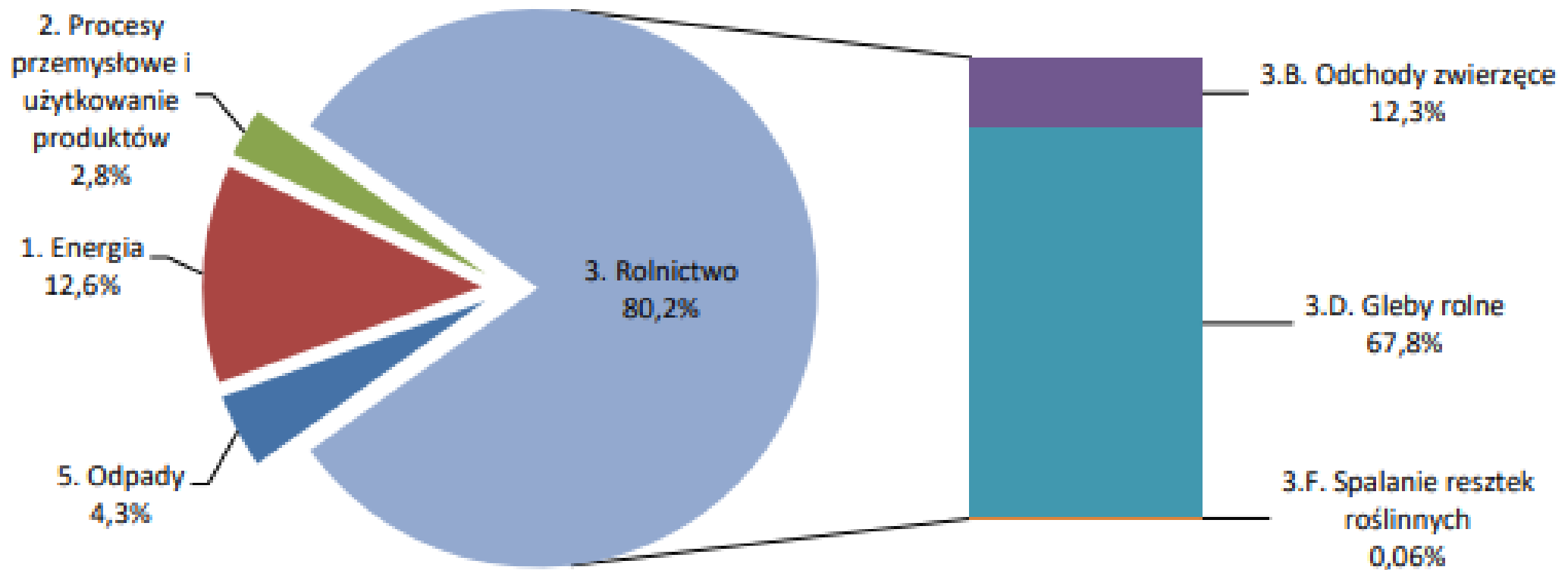


## Skład powietrza atmosferycznego



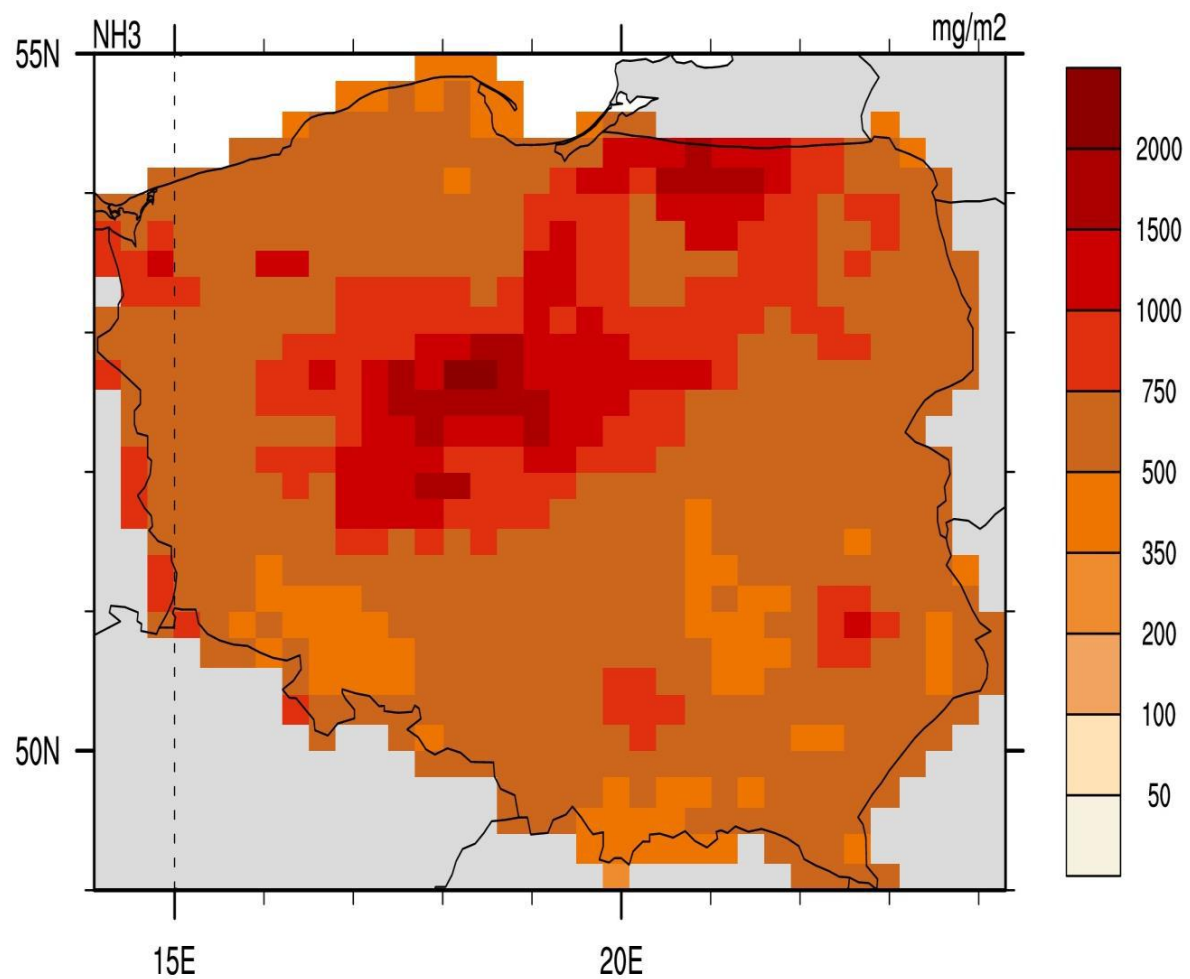
## Cykl obiegu azotu



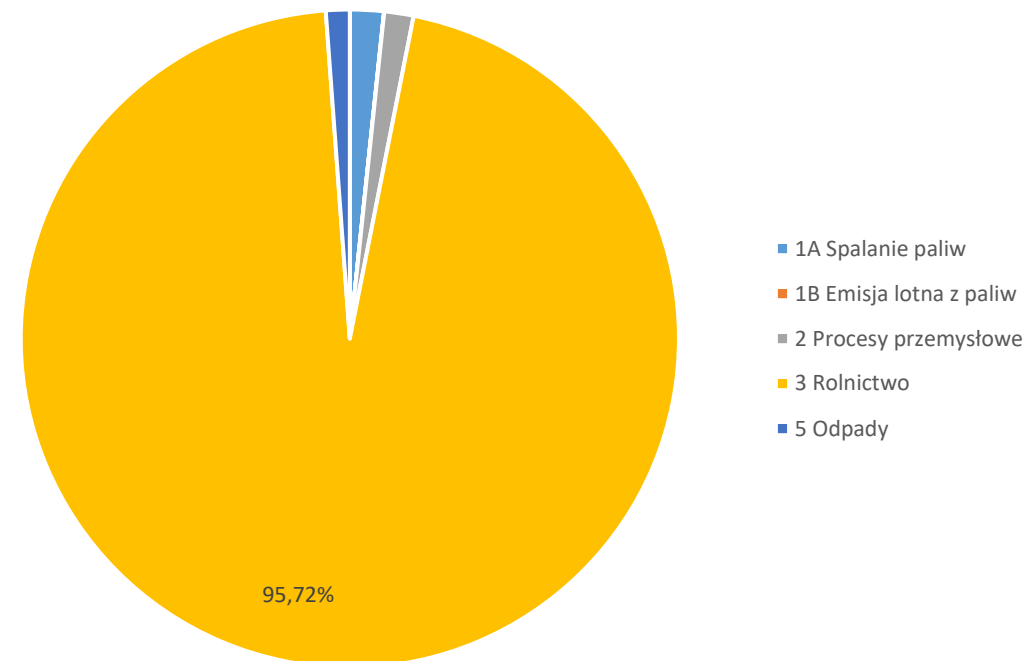


Pod względem N<sub>2</sub>O, **67,8%** tego gazu emitowane jest z gleb rolniczych, a **12,3%** z **odchodów zwierzęcych** (KOBiZE)

## Krajowe kierunki rozprzestrzeniania się i depozycji amoniaku

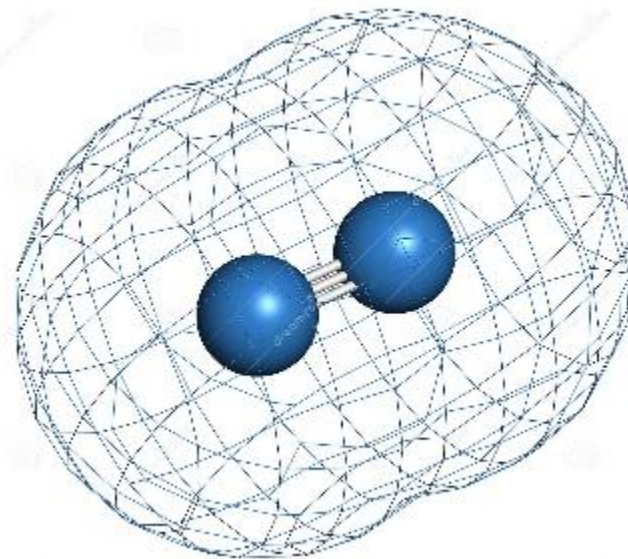


## Źródła krajowej emisji amoniaku (KOBiZE)





Azot cząsteczkowy ( $N_2$ ) jest bezbarwnym i bezwonnym gazem, pozbawionym smaku, słabo rozpuszczającym się w wodzie. Gaz ten charakteryzuje się bardzo dużą pasywnością chemiczną, co wynika z bardzo trwałego wiązania potrójnego pomiędzy atomami.



Reaktywne związki azotu (Nitrogen reactive, Nr), to grupa obejmująca ważne z punktu widzenia chemii powietrza, związki jak:

- $\text{NH}_3$ ,
- $\text{NH}_4^+$ ,
- $\text{N}_2\text{O}$ ,
- $\text{NO}$ ,
- $\text{NO}_2$ ,
- $\text{HNO}_3$ ,
- $\text{HONO}$ ,
- PAN.

Emisje związków azotu do atmosfery, jak i reakcje w niej zachodzące realizowane są właśnie pod postacią Nr.

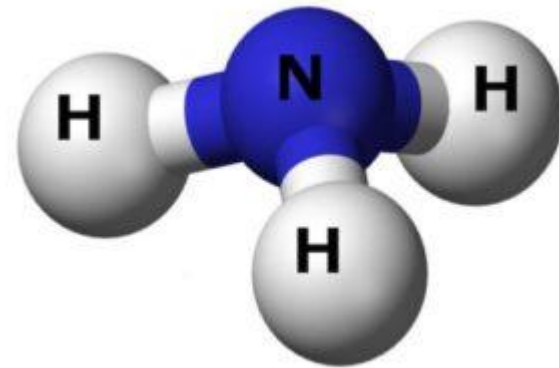
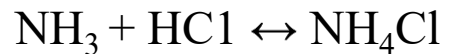
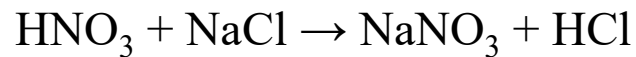
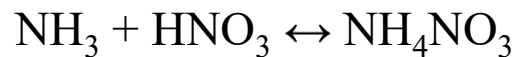
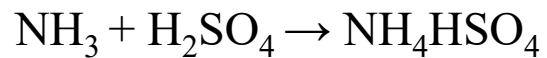
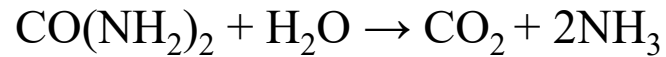
Tlenki azotu, ze względu na dużą toksyczność oraz synergiczne działanie z innymi zanieczyszczeniami powietrza, stanowią zagrożenie dla zdrowia człowieka. Ich toksyczność polega na silnie utleniającym i drażniącym działaniu kwasów powstających w reakcji z wodą.

Dwutlenek azotu działa drażniąco na płuca, wywołując ich obrzęk, rozedmę, a także w mniejszym stopniu na górne drogi oddechowe i oczy. Oprócz działania drażniącego może powodować obniżenie ciśnienia krwi, rozszerzenie naczyń krwionośnych i zmiany zwyrodnieniowe mięśnia sercowego. Działa również narkotycznie na układ nerwowy. W stężeniach notowanych w pomieszczeniach mieszkalnych prowadzić może do wzrostu liczby infekcji układu oddechowego i ataków astmy

**Tablica 1.** Dopuszczalne stężenia dwutlenku azotu w powietrzu obowiązujące w Polsce

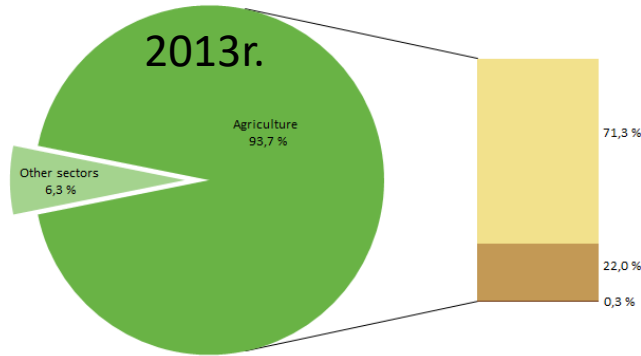
Rodzaj normy	Wartość	Uwagi
Powietrze atmosferyczne, $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
D <sub>30</sub>	500	jako 99,8 percentyl obliczony ze stężeń odniesionych do 30 minut, występujących w roku kalendarzowym
D <sub>24</sub>	150	jako 99,8 percentyl obliczony ze stężeń odniesionych do 24 godzin, występujących w roku kalendarzowym
D <sub>a</sub>	40	jako stężenie średnie w roku kalendarzowym
Środowisko pracy, $\text{mg}/\text{m}^3$		
NDS	5	tlenki azotu ogółem; średnia ważona w ciągu 8-godzinnego dobowego i 42-godzinnego tygodniowego wymiaru pracy
NDSch	10	tlenki azotu ogółem; wartość średnia nie dłużej niż 30 minut w czasie zmiany roboczej

Amoniak jest zasadowym lotnym związkiem, powstającym na drodze hydrolizy mocznika, którego znaczenie wzrasta głównie z powodu jego zdolności do tworzenia aerozoli  $PM_{2.5}$  i zanieczyszczania środowiska. Aerozole te stanowią poważne zagrożenie dla ludzkiego zdrowia wywołując choroby układów krążenia i oddechowego.

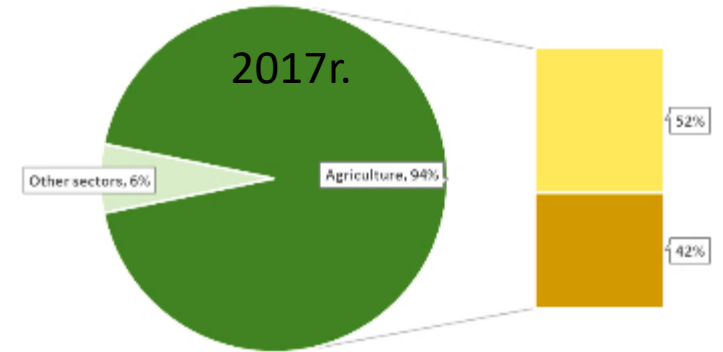
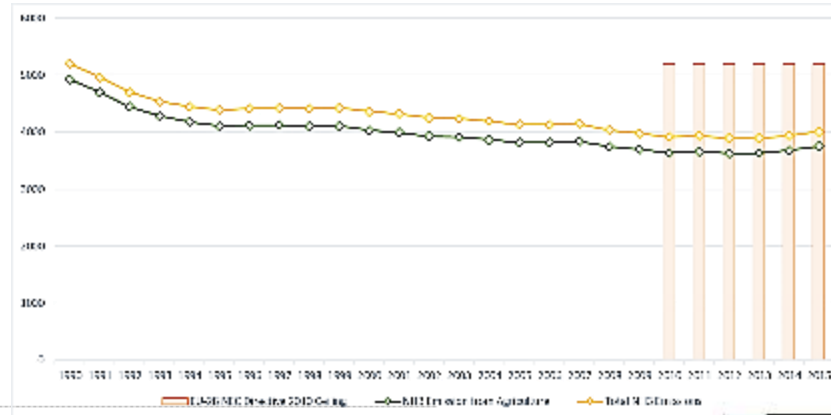


W obecności siarczanów ( $SO_x$ ) lub bezwodników kwasu azotowego ( $NO_x$ ) obecnych w powietrzu, dochodzi do reakcji w konsekwencji, której powstają lotne cząsteczki siarczanu amonu oraz azotanu amonu. Podczas, gdy trwałość cząsteczki amoniaku wynosi 24 godziny, to już cząstki aerozoli przeżywają 7 – 14 dni. Taki okres trwania sprawia, że cząstki  $PM_{2.5}$  mogą zostać przetransportowane na znaczne odległości

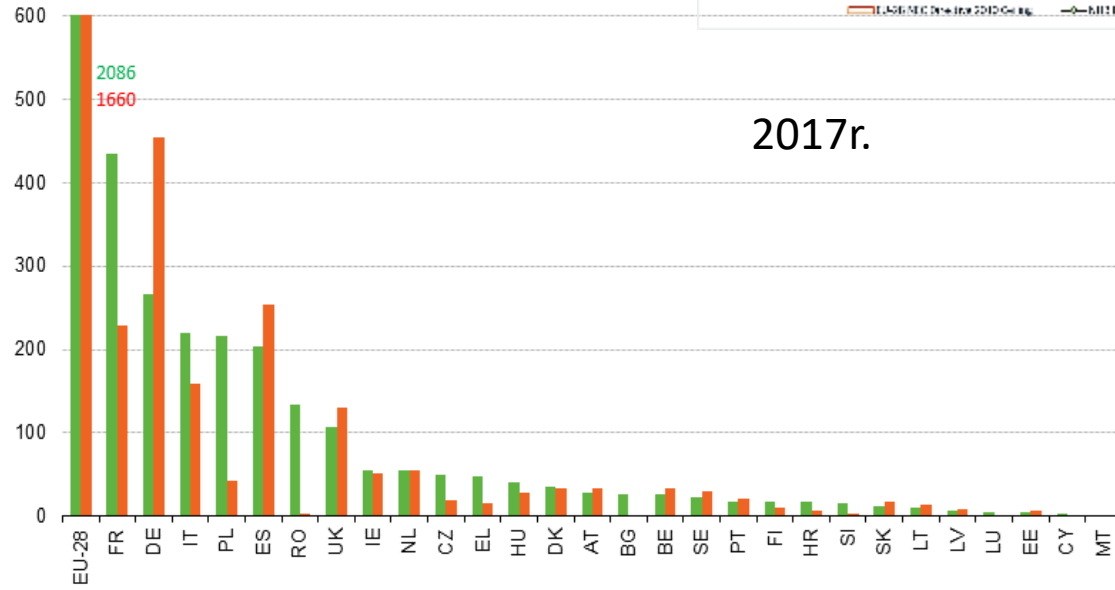
# Struktura rolniczej emisji amoniaku w EU



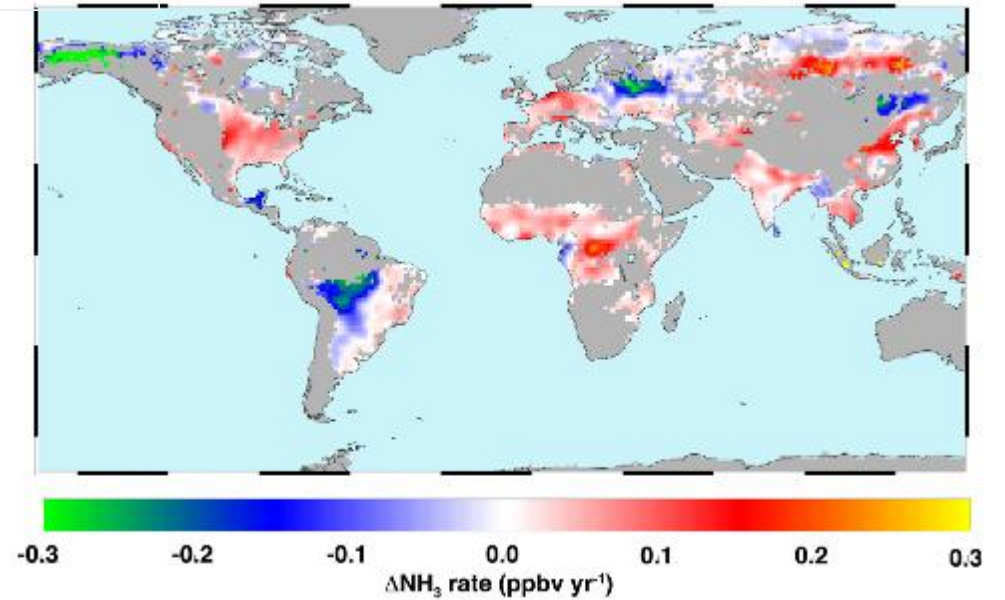
Manure management    Agricultural soils    Others

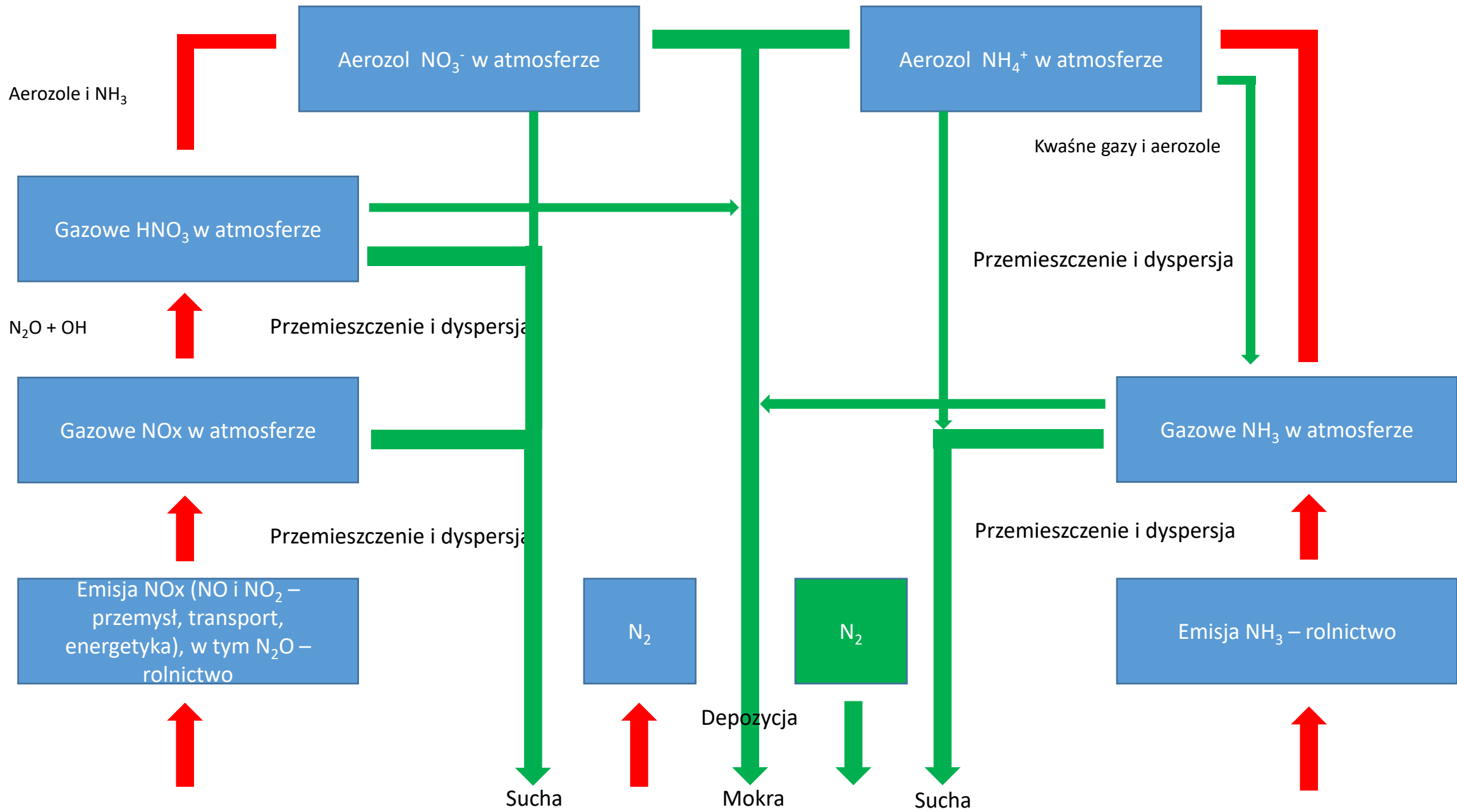


Manure management    Agricultural soils



Manure management    Agricultural soils





## Zalecany poziom białka ogólnego dla świń wg „Kodeksu amoniakalnego” oraz UNECE

Gatunek	Grupa technologiczna	Faza produkcji	Dopuszczalny poziom białka ogólnego (%)
Świnie	Prosięta	Do 10 kg	19-21
	Warchlaki	11-25 kg	17-19
	Tuczniki	26-50 kg	15-17
		51-110 kg	14-15
		Powyżej 110 kg	13-15 bez udziału aminokwasów syntetycznych
	Lochy	Prośne	13-15
		Karmiące	15-17

## Zalecany poziom białka wg Norm żywienia świń

Składnik	Jednostka miary	Prosięta do	Masa ciała świń rosnących od - do				Lochy w okresie	
			10-30	30-70	70-110	30-110	ciąży	laktacji
Energia metaboliczna	MJ/kg	13,0	12,7	12,5	12,5	12,5	11,5	13,0
Białko ogólne	%	21,0	17,8	17,0	15,0	15,6	12,5	17,0
Białko strawne	%	17,5	14,6	13,5	12,0	12,5	10,0	13,5

# Żywnienie wielofazowe dla tuczników

Wyszczególnienie	Jednostka	Żywnienie 1 fazowe	Żywnienie 2 fazowe		Żywnienie 3 fazowe		
<b>Dni tuczu</b>	dni	119	49	70	49	28	42
<b>ME</b>	MJ/kg	13.01	12.95	13.05	12.96	12.98	13.03
<b>BO</b>	%	16,4	18,1	14,8	18,1	15,3	13,3

Efekt wprowadzenia żywienia wielofazowego szacowany jest na **15%** redukcji emisji NH<sub>3</sub> dla żywienia 2 fazowego i **25%** dla 3 fazowego zarówno warchlaków jak i tuczników.

## Zwiększenie udziału pastwiskowania bydła

Metoda polega na większym dziennym udziale pastwiskowania krów oraz wydłużeniu okresu pastwiskowego. Przyjmuje się, że mocz ulega szybkiemu wchłonięciu do gleby, przez co zredukowany jest czas emisji, a brak mieszania się kału i moczu, zapobiega emisyjnemu oddziaływaniu ureazy moczu. Skuteczność metody wycenia się na **20% redukcji amoniaku**, przy przejściu ze 170 na 210 dni pastwiskowania krów mlecznych przez 4 godziny dziennie.



# Dodatki paszowe



## Zwierzęta monogastryczne

- aminokwasy syntetyczne – 20%  $\text{NH}_3$  ↓,
- enzymy – proteazy – 5-10%  $\text{NH}_3$  ↓,
- kwasy organiczne – 10%  $\text{NH}_3$  ↓,



## Przeżuwacze

- białko chronione – 25%  $\text{NH}_3$  ↓,
- taniny – 24-56%  $\text{NH}_3$  ↓,

## Przykrywanie zbiorników gnojowicowych

Metoda polega na przykryciu otwartych zbiorników gnojowicowych i w ten sposób ograniczeniu parowania z nich amoniaku.

Typ przykrycia	Rodzaj gnojowicy	Poziom redukcji NH <sub>3</sub> (%)
Dach lub sztywne przykrycie	Wszystkie	80
Namiot	Wszystkie	80
Pływająca folia	Wszystkie	60
Pływające elementy plastikowe	do 7 % sm (nie bydłęca)	60
Naturalny kozuch	powyżej 7% sm (zazwyczaj tylko bydłęca)	40
Sieczka	Wszystkie	40
Granulat (ceramiczny, plastikowy)	do 7 % sm (nie bydłęca)	60
Zastąpienie laguny zbiornikiem otwartym	Wszystkie	30-60
Zamknięte plastikowe torby i pojemniki	Wszystkie	100

## Separacji gnojowicy z peletowaniem frakcji stałej

Separacja gnojowicy polega na rozdzieleniu przy pomocy pras lub wirówek, jej fazy ciekłej od stałej. Zmniejsza się w ten sposób zawartość suchej masy, a więc także koncentracja azotu w fazie ciekłej, a rośnie w fazie stałej. Szacuje się tu efekt redukcji amoniaku dla samej separacji na **15-23%** bez żadnych zastrzeżeń, co do przechowywania.



## Szybkie przyorywanie

Przyorywanie do 4 godzin po aplikacji obornika redukuje emisje amoniaku o **60-90%**, a natychmiastowe gnojowicy o **70-90%**. Po 4 godzinach jest tylko 45-65%. Po 24 godzinach tylko 30% emisji amoniaku.



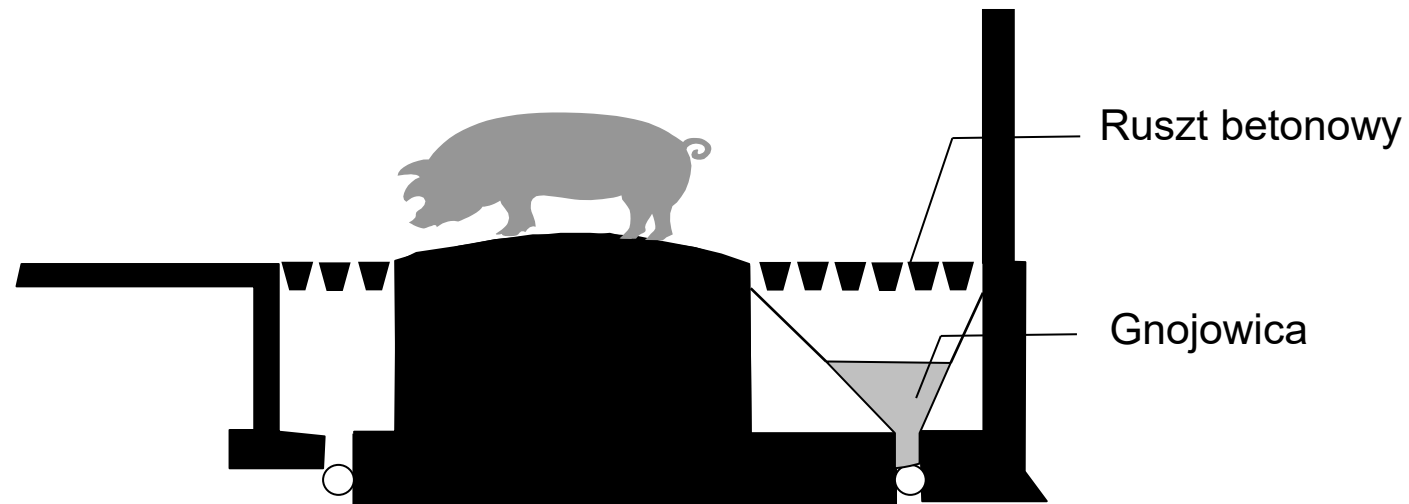
## Szybkie usuwanie odchodów

Częste usuwanie odchodów krów z korytarza gnojowego, opisane jako 3-4 razy dziennie w stosunku do klasycznego 1 raz dziennie, traktowane jest jako metoda redukcji amoniaku z budynków (NEC). Jego efekt sprowadza się do zmniejszenia powierzchni emisji oraz samego wolumenu materiału z którego pochodzi emisja. Efekt ten wyceniany jest na **20%** redukcji. Ta ograniczona wielkość bierze się stąd, że na powierzchni korytarza pozostaje jednak bardzo cienki film gnojowicowy, z którego wciąż zachodzi ulatnianie się amoniaku.



## Redukcja udziału rusztów w bezściółowym chowie świń

Dla 50% zarusztowania podłogi w stosunku do 100% rusztu, redukcja emisji amoniaku wynosi do 50% (UNECE). Redukcja rusztów do 1/3 powierzchni kojca pozwala na 70% redukcję emisji amoniaku.



## **Doglebowa aplikacja gnojowicy**

Metoda polega na wykorzystaniu wozów asenizacyjnych wyposażonych w pompy i przewody dozujące gnojowice bezpośrednio na glebę lub głęboko pod jej powierzchnię. Możliwe stosowanie tak na GO, jak i TUZ. Głęboka iniekcja gnojowicy redukuje emisje o **90%**, ale tzw. wleczone przewody jedynie o **30%**.

