

Materiał szkoleniowy

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*



Ministerstwo Rolnictwa
i Rozwoju Wsi

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Materiał opracowany przez Instytut Zootechniki-Państwowy Instytut Badawczy w ramach dotacji celowej na 2022 r. jako zadanie zlecone przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi pn. „Wsparcie prac związanych z przygotowaniem Planu Strategicznego WPR na lata 2023-2027”.

Autor: Jacek Walczak

Aktualizacja – maj 2025 r.

Materiał dofinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Planu Strategicznego WPR 2023-2027

Instytucja Zarządzająca Planem Strategicznym dla Wspólnej Polityki Rolnej na lata 2023-2027 – Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Podmiot odpowiedzialny za druk materiału –
Wojewódzki Ośrodek Doradztwa Rolniczego

SPIS TREŚCI

I. Rolnicze źródła emisji	3
II. Metody mitygacji emisji związków azotu	5
III. Rola Planu Strategicznego dla Wspólnej Polityki Rolnej na lata 2023-2027 w poprawie jakości powietrza	11

Szanowni Państwo,

przekazujemy Państwu materiał szkoleniowy przygotowany na potrzeby przeprowadzenia szkolenia pt. *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”*. Materiał ten dotyczy inwestycji poprawiających jakość powietrza. Szkolenie jest organizowane przez wojewódzki ośrodek doradztwa rolniczego w ramach modułu 1 *Szkolenia podstawowe dla rolników Interwencji 14.1 Doskonalenie zawodowe rolników*, objętej *Planem Strategicznym dla Wspólnej Polityki Rolnej na lata 2023-2027*.

Zmiany klimatyczne i degradacja środowiska to jedne z najpoważniejszych problemów, przed którymi stoi współczesny świat. Zjawiska te są ze sobą ściśle powiązane. Zmiany klimatyczne przyspieszają degradację środowiska naturalnego, a niezrównoważone wykorzystywanie jego zasobów coraz silniej oddziałuje na zmiany klimatyczne. Plan Strategiczny dla Wspólnej Polityki Rolnej na lata 2023-2027 (PS WPR) stanowi narzędzie wsparcia zrównoważonych metod gospodarowania promujących działania przyjazne klimatowi i środowisku, chroniące glebę, wodę i powietrze oraz różnorodność biologiczną.

Broszura stanowi jedno ze źródeł informacji upowszechniających zrównoważone gospodarowanie zasobami naturalnymi, w tym zmniejszenie obciążeń dla środowiska poprzez ograniczenie emisji wpływających na powietrze (gazy cieplarniane, amoniak, odory). W niniejszym materiale szkoleniowym znajdziecie Państwo przegląd różnych rodzajów inwestycji, które mogą stanowić narzędzia do redukcji emisji z rolnictwa. Wiedza w zakresie odpowiedniego przechowywania nawozów naturalnych, systemów oczyszczania powietrza z budynków inwentarskich, niskoemisyjnego utrzymania zwierząt gospodarskich czy zmniejszenia zużycia mineralnych nawozów azotowych i technik aplikacji nawozów, pozwoli realizować praktyki wykraczające poza powszechnie stosowane metody produkcji w gospodarstwie z korzyścią dla jakości powietrza.

Z treści broszury dowiedziecie się również Państwo z jakich Interwencji PS WPR, których celem jest poprawa jakości powietrza, możecie skorzystać.

Niniejsza broszura ma charakter wyłącznie informacyjny. Treść broszury nie może być podstawą do jakichkolwiek roszczeń prawnych. Informacje zawarte w broszurze są zgodne ze stanem prawnym obowiązującym na dzień przygotowania broszury do druku (maj 2025 r.). Mogą one ulec zmianie w wyniku nowelizacji przepisów prawa, dlatego też w razie dalszych pytań zachęcamy do kontaktu z ośrodkiem doradztwa rolniczego.

I. Rolnicze źródła emisji

Obok negatywnego środowiskowego oddziaływania produkcji rolniczej w zakresie depozycji w środowisku glebowym i wodnym pierwiastków biogennych, co sprowadza się do przenoszenia, eutrofizacji, a następnie skażenia tych środowisk, łącznie z utratą bioróżnorodności, równie ważnym spektrum oddziaływania są emisje gazowe. Lotne związki uwalniane z rolnictwa do powietrza, to przede wszystkim amoniak, ditlenek węgla, tlenki azotu i metan. Gazy te, wyemitowane do troposfery czy to z budynków inwentarskich, miejsc przechowywania nawozów naturalnych, aplikacji nawozów i w końcu samej gleby, współdziałają w potęgowaniu efektu cieplarnianego, powstawaniu kwaśnych deszczy i eutrofizacji, a także zapyleniu powietrza. Efekt tych emisji może być przeniesiony o tysiące kilometrów od źródła ich powstawania. W końcu wspomnieć należy również o uciążliwości odorowej, związanej z chowem zwierząt, ale i samymi nawozami naturalnymi. Głównymi składowymi są tu, pod względem wagowym, amoniak i pochodne kwasu octowego, ale analizy chromatograficzne identyfikują jeszcze 240 innych związków, należących do 21 grup chemicznych, powstałych na różnych etapach wielostopniowego rozkładu materii organicznej, niestrawionej przez zwierzęta paszy.

Na obszarach będących pod wpływem oddziaływania ferm przemysłowego chowu zwierząt stwierdza się obniżoną jakość powietrza, nie tylko z tytułu emisji pyłów, gazów oraz endotoksyn. W powietrzu wokół ferm można również zidentyfikować patogenne wirusy i bakterie oraz bakterie odporne na środki przeciwdrobnoustrojowe (AMR). Życie w pobliżu dużej koncentracji zwierząt gospodarskich – ferm przemysłowych, wiąże się ze zwiększonym ryzykiem niedrożności dróg oddechowych. Ponadto wyższe stężenie amoniaku w powietrzu powiązane zostało z ostrymi zaburzeniami czynności płuc u dorosłych i dzieci chorych na astmę. Endotoksyny i inne zanieczyszczenia powietrza mogą predysponować do infekcji dróg oddechowych poprzez przewlekłe zapalenie i kolejne odpowiedzi immunologiczne. U hospitalizowanych pacjentów z zapaleniem płuc, mieszkających w pobliżu ferm drobiu, oznaczono występowanie *Streptococcus pneumoniae* w górnych drogach oddechowych. W niderlandzkim badaniu z udziałem ponad 2400 osób mieszkających na obszarze z dużą koncentracją zwierząt gospodarskich, obecność przeciwciał wirusa zapalenia wątroby typu E (HEV) była silnie związana z wiekiem, ale nie była powiązana z bliskością ferm trzody chlewnej, co sugeruje, że rozprzestrzenianie się HEV w powietrzu jest mało prawdopodobne (van Gageldonk – Lafebera i in., 2017).

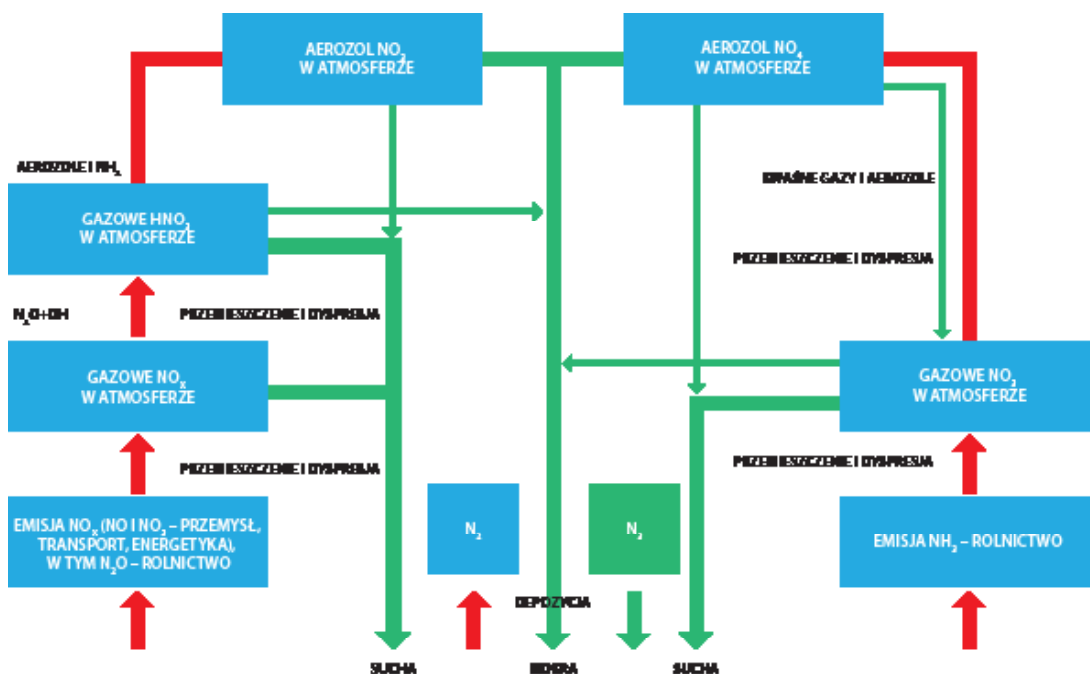
Według Nature Geosciences (2009), naturalna emisja azotu z jednostki powierzchni wynosi 0,5 kg/ha, jednak współczesne rolnictwo powiększyło ją przeszło dwudziestokrotnie, zmieniając tym samym naturalny cykl obiegu azotu. Globalne skutki tych procesów nie są jeszcze dobrze poznane. Ponad 22% obszarów uprawnych UE posiada podwyższony poziom azotanów w wodzie (23 mg/L) w stosunku do obowiązującej normy (11,3 mg/L).

W glebie nawozy azotowe, poprzez proces denitryfikacji, ulegają szeregowi przemian do formy azotynowej. Nawet w optymalnych warunkach, rośliny uprawne zużywają tylko do 60% azotu dostarczanego z nawożeniem (Eurostat, 2020). Finalnie tylko 17% z tego ładunku ma

wykorzystanie bezpośrednio w formie pożywienia i paszy. Reszta ulega rozproszeniu do środowiska naturalnego. Z części nawożenia, niezużytej przez rośliny, 2-20% podlega ewaporacji, a kolejne 15-25% reaguje z materią organiczną gleby. W wodach gruntowych ulega rozpuszczeniu 2-10% (Punning i in., 2006; Sönmez i in., 2007).

Cykl obiegu azotu w przyrodzie ma kluczowe znaczenie dla powstania i utrzymania życia na Ziemi. Poprzez biologiczne wiązanie azotu, jego mało reaktywna forma, czyli azot cząsteczkowy, redukowana jest do związków amonowych. Ten związany azot jest następnie przekształcany w szeroką gamę aminokwasów oraz inne związki utleniane przez mikroorganizmy, a ostatecznie zwrócony do atmosfery jako azot cząsteczkowy poprzez denitryfikację mikrobiologiczną w glebach, wodach słodkich i morskich oraz osadach. Procesy te generują różne związki azotu, jednak już o charakterze reaktywnym (Nitrogen reactive, Nr), które to obejmują takie ważne, z punktu widzenia chemii powietrza, związki jak: NH_3 , NH_4 , NO , NO_2 , HNO_3 , N_2O , HONO , PAN. Pełnią one szereg ważnych funkcji tak w ekosystemach, jak i pojedynczych organizmach żywych. Emisje związków azotu do atmosfery mają postać właśnie połączeń reaktywnych (Nr) i sprowadzają się do: NH_3 , NO_x i N_2O z mniejszym i słabo wyrażonym ilościowo udziałem związków organicznych, takich jak aminy.

Atmosferyczne tlenki azotu (NO_x), odgrywają kluczową rolę w fotochemicznej produkcji ozonu i innych wolnych rodników, niezbędnych w procesach utleniania związków chemicznych. Emisja N_2O , następująca na skutek wspomnianej już denitryfikacji, odgrywa kluczową rolę w równowadze radiacyjnej Ziemi (jeden z gazów cieplarnianych GHG) i całej chemii warstwy ozonowej w stratosferze, gdzie N_2O jest niszczone przez fotolizę.



Rys. 1. Obieg związków azotu w atmosferze

N_2O może osadzać się na sucho w roślinności, ale jest głównie usuwany z atmosfery w reakcji z rodnikiem OH^\cdot przy tworzeniu kwasu azotowego (HNO_3). HNO_3 ma bardzo krótki czas życia w atmosferze, ponieważ jest szybko usuwany przez absorpcję w aerozolah, reakcję z NH_3 lub poprzez suchą depozycję. Również NO_3^- zawarte w aerozolah (w niektórych przypadkach tych samych aerozolah, które zawierają NH_4^+) są usuwane przez mokre osadzanie.

Kolejny reaktywny związek azotu, amoniak (NH_3) jest albo osadzany na powierzchni ziemi poprzez depozycję suchą (w przeciągu do dwóch dni), albo pod postacią aerozolu jako forma amonowa, najczęściej pod postacią NH_4NO_3 lub $(NH_4)_2SO_4$ (przy występowaniu w powietrzu SO_2 w znacznych ilościach) poprzez depozycję moką nawet po kilkunastu dniach. Możliwość tworzenia pyłów przez amoniak i przemieszczania się w tej postaci na większe odległości (ponad 1 tys. km), wpływa na międzynarodowy charakter oddziaływania źródeł jego emisji.

II. Metody mitygacji emisji związków azotu

Redukcja emisji gazowych z rolnictwa jest nakazem prawnym, przynajmniej na poziomie porozumień międzynarodowych, zawartych przez RP, ale także samych gospodarstw, jeśli tylko podlegają pod rygory dyrektywy IED. W szczególności mowa tu o obiektach z ponad 40000 stanowisk dla drobiu, 2000 stanowisk dla tuczników (powyżej 30 kg) lub 750 stanowiskami dla loch. Zgodnie z nowelizacją dyrektywy o emisjach przemysłowych (IED) instalacjami mogącymi powodować znaczne zanieczyszczenia środowiska będą: instalacje do chowu i hodowli świń (co najmniej 350 DJP), instalacje do chowu i hodowli kur (co najmniej 280 DJP, w przypadku kur niosek 300 DJP), oraz instalacje do chowu i hodowli w gospodarstwach mieszanych (co najmniej 380 DJP). Nowelizacja dyrektywy IED oznacza objęcie jej wymogami instalacji nieco mniejszych, niż dotychczas. Wbrew pierwotnemu projektowi w zakres dyrektywy nie włączono chowu bydła. Według BAT (Best Available Technology), załącznika do wspomnianej dyrektywy, prezentującego najlepsze dostępne techniki mitygacji, następujące procesy i rodzaje działalności, mające miejsce w gospodarstwie, powinny stanowić narzędzia do redukcji emisji:

- system żywienia,
- przygotowanie paszy (mielenie, mieszanie i przechowywanie),
- chów (utrzymanie),
- gromadzenie i przechowywanie obornika,
- przetwarzanie obornika,
- aplikacja obornika,
- przechowywanie padłych zwierząt.

Dla redukcji emisji gazowych z rolnictwa największe znaczenie ma ilość biogenów wprowadzonych do układu jakim jest zwierzę albo gleba lub nawet gospodarstwo (bilans u wrót gospodarstwa). Mowa tu o żywieniu roślin i zwierząt. W klasycznych metodach bilansowania, stosowanych na użytek UE i ONZ, emisje gazowe stanowią procentową część azotu wydalonego

przez zwierzę (Nex) albo zaaplikowanego do gleby (w czystym składniku), a te bezpośrednio związane są z poziomem żywienia.

Redukcję rozpraszania azotu z żywienia zwierząt, uzyskuje się na drodze precyzyjnego bilansowania i obniżenia koncentracji białka w paszy, co wymaga zmiany jej składu i strawności.

Tabela 1. Zalecane poziomy udziału białka ogólnego w paszy jako metoda redukcji rozpraszania związków azotu.

Gatunek	Grupa technologiczna	Faza produkcji	Dopuszczalny poziom białka ogólnego (%)
Bydło mleczne	Krowy dojne	Pierwsza faza laktacji	15-16
		Pozostałe fazy laktacji	12-14
	Jałówki		12-13
Bydło mięsne	Cielęta	Produkcja cielęciny	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	12
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	13-14
	Lochy	Prośne	13-15
		Karmiące	15-17
Drób	Brojlery	Pasza typu Starter	20-22
		Pasza typu Grover	19-21
		Pasza typu Finisher	18-20
	Nioski	18-40 tydzień odchowu	15,5-16,5
		Powyżej 40 tygodnia odchowu	14,5-15,5
	Indyki	Do 4 tygodnia odchowu	24-27
		5-8 tygodnia odchowu	22-24
		9-12 tygodnia odchowu	19-21
		13-16 tygodnia odchowu	16-19
Powyżej 16 tygodnia odchowu		19-14	

Żywnienie wielofazowe jest pochodną precyzyjnego żywienia. W trakcie wzrostu zwierząt zapotrzebowanie na białko, ulega stopniowo obniżeniu, tak jak obniża się samo tempo ich wzrostu. Aktualnie w żywieniu stosowane jest powszechnie żywienie 3-fazowe. Zostało ono wprowadzone w sposób samoistny dla obniżenia kosztów żywienia i poprawy opłacalności produkcji. Jako metodę redukcji zaleca się wprowadzenie 4-5-fazowego żywienia np. brojlerów kurzych, opasów, czy tuczników, 4-6-fazowego żywienia brojlerów indyjskich i 3-fazowego żywienia kaczek oraz gęsi. Oczekiwać należy, że wprowadzenie dodatkowych rodzajów pasz, przyniesie nie tylko obniżenie emisji, ale również kosztów produkcji.

Istotne znaczenie w redukcji rozpraszania azotu mają dodatki o działaniu zwiększającym strawność białkowych połączeń organicznych. Skuteczne w tym zakresie są niektóre egzogenne enzymy pochodzenia mikrobiologicznego, przede wszystkim proteazy. Wykorzystuje się je w żywieniu zwierząt monogastrycznych.

W odróżnieniu od monogastrycznych zwierząt gospodarskich, bydło należące do przeżuwaczy, posiada znacznie bardziej skomplikowany sposób trawienia białka. Jego bilansowanie przeprowadza się w oparciu o tzw. białko właściwe, rzeczywiście trawione w jelicie cienkim (BTJ). Im większa jest produkcja mleka od krowy, tym trudniej pokryć zapotrzebowanie białkiem mikrobiologicznym, syntetyzowanym w żwaczu. W praktyce braki te pokrywane są poprzez dodanie do składu dawki białka w formie chronionej przed rozkładem w żwaczu. Zadaniem białka chronionego jest zwiększenie puli aminokwasów egzogennych wchłanianych w jelicie cienkim krów.

Osobną kwestią jest przebywanie zwierząt na pastwisku lub nieutwardzonym wybiegu. Generalnie taki sposób utrzymania redukuje emisję amoniaku z odchodów o 20%. Wydalony mocz podlega tu szybkiej infiltracji do gleby, co zapobiega chemicznym skutkom aktywności enzymu ureazy, doprowadzającej w klasycznych warunkach do rozkładu niestrawionego białka i emisji właśnie amoniaku. Pod względem żywieniowym, pastwiskowanie nie ma już tak jednoznacznego wymiaru, gdyż dostęp przeżuwaczy do młodej runi pastwiskowej o wysokiej zawartości białka, powoduje większe jego pobieranie i wydalanie. Z tego punktu widzenia wskazane jest wypasanie na bardziej dojrzałej runi o wyższej zawartości włókna. Jednak w tym przypadku wzrasta emisja metanu z fermentacji jelitowej.

Każdy gatunek zwierząt gospodarskich i jego grupy technologiczne, mają sobie właściwe systemy utrzymania. Generalnie, podział między nimi przebiega po linii stosowania i braku ściółkowania. Mówimy więc o systemach ściółkowych i bezściółkowych. W odróżnieniu od metod żywieniowych, które redukują ilość wprowadzonego azotu i fosforu na wejściu do całości układu, metody technologiczne mają znacznie mniejsze znaczenie i procentowy udział mitygacji.

Pierwszą z metod technologicznych jest redukcja udziału rusztów w bezściółkowym chowie świń. Dla 50% zarusztowania podłogi w stosunku do 100% rusztu, redukcja emisji amoniaku wynosi 15-20%. Natomiast redukcja rusztów do 1/3 powierzchni kojca pozwala już na 60% redukcji emisji amoniaku w stosunku do pełnego zarusztowania.

Modyfikacją i uzupełnieniem tej metody może być pochylenie ścian kanału gnojowego. Metoda polega na pochyleniu ścian podrusztowego kanału gnojowego, w celu zmniejszenia jego stosunku powierzchni do objętości (kształt „V”). Efekt mitygacji wyceniany jest tu na 20%. Dodatkowo, 40-65% redukcji amoniaku można uzyskać dla dna kanału uformowanego w ten sposób, ale z wielu rzędów rynien. Rynny o szerokości 60 cm i głębokości 20 cm ukształtowane są właśnie w kształcie litery „V”.

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 emisji amoniaku, metanu, czy tlenków azotu. Jej efekt sprowadza się do zmniejszenia powierzchni emisji oraz samego wolumenu materiału, z którego pochodzi emisja. Za realizację metody uznać można wykorzystanie samobieżnych odkurzaczy dla systemów rusztowych (foto. 1). Metoda może też być stosowana przy zwykłych zgarniakach oraz przenośnikach podklatkowych dla drobiu nieśnego. Dla tej grupy technologicznej lepszy efekt uzyskuje się stosując podsuszanie pomiotu. Metoda polega na zakupie klatek dla niosek, pod którymi funkcjonuje przenośnik taśmowy transportujący okresowo pomiot do zbiornika-suszarni. Samo suszenie ma charakter nadmuchowy i może też być realizowane w osobnej suszarni. Szacuje się, że metodą tą można uzyskać redukcję do 70% amoniaku.



Foto. 1. Autonomiczny robot do usuwania odchodów z rusztów dla bydła.

Dla bydła opracowano ostatnio tzw. podłogi separujące. Jak można łatwo przewidzieć, oddzielają one kał od moczu, nie dopuszczając do amonikacyjnego efektu działania ureazy zawartej w moczu. Pierwszy typ takich podłóg pozwala na swobodne przesączenie się moczu przez matę

podłogową z odpowiedniego tworzywa sztucznego. Mocz odprowadzany jest w spodniej warstwie do zbiornika. Drugi typ, jak podłogi ryflowe, polega na ukształtowaniu rowków (ryfle) w powierzchni podłogi, do których ścieka mocz. Ryfle posiadają perforacje, którymi faza ciekła przedostaje się do zbiornika. Skuteczność redukcji emisji amoniaku, opisywana jest tutaj na przeszło 40%.

Inną metodą stosowaną przy podłogach rusztowych jest schładzanie gnojowicy. Metoda polega na montażu wymiennika ciepła w kanale gnojowym i wymianie ciepła z innym medium, jak np. woda użytkowa. Obniżenie temperatury powoduje spadek aktywności ureazy. Efekt redukcji wycenia się na 45-75% w zależności od grupy technologicznej zwierząt.

Oprócz różnego rodzaju podłóg w budynkach inwentarskich zastosować możemy jeszcze termoizolację i oczyszczanie powietrza. Ta pierwsza wpływa na redukcję temperatury pomieszczeń, co zmniejsza tempo biochemicznych reakcji uwalniania amoniaku. W połączeniu ze sterowaną automatycznie (i tylko taką) wentylacją, uzyskuje się łącznie 20% redukcji amoniaku w stosunku do klasycznych rozwiązań. Jeśli idzie o oczyszczanie powietrza wentylowanego z budynków, to polega ona na użyciu płuczek i biofiltrów. W przypadku płuczek, amoniak z powietrza rozpuszczany jest w trakcie przechodzenia przez kwaśny roztwór soli. Efekt redukcji wynosi dla tych rozwiązań do 70%.

Kiedy obornik i gnojowica trafią na miejsca swojego przechowywania również należy stosować metody mitygacji. Dla obornika proponuje się szczelne przykrywanie przyzmy folią kiszonkową. Badania wykazują tu możliwość uzyskania redukcji na poziomie 60-80% amoniaku. Jeśli chodzi o gnojowicę, to w myśl „Programu azotanowego” musi ona być przechowywana w zbiorniku pod przykryciem, nawet jeśli chodzi o wcześniej użytkowane konstrukcje. Możliwe sposoby przykrywania zbiorników na gnojowicę ilustruje tabela 2.

Tabela 2. Rodzaje przykryć zbiorników gnojowicowych i powiązany z nimi poziom redukcji emisji amoniaku.

Typ przykrycia	Rodzaj gnojowicy	Poziom redukcji NH₃ (%)
Dach lub sztywne przykrycie	Wszystkie	80
Namiot	Wszystkie	80
Pływająca folia	Wszystkie	60
Pływające elementy plastikowe – płyty, piłki	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

Zanim gnojowica trafi do zbiornika może być poddana separacji na fazę stałą i ciekłą. Faza stała może posłużyć przy tym do ponownego ścielenia, nawożenia lub peletowania, tak do celów nawozowych, jak i spalania w kotłach CO. Najwyższy efekt mitygacji amoniaku osiągnany jest przy sprzedaży peletu (nawóz ogrodniczy lub pelet do kotłów CO) i sięga 70%. Efekt redukcji amoniaku dla samej separacji wynosi natomiast 15-30% (różne rodzaje) bez żadnych zastrzeżeń co do jej dalszego przechowywania.

Gnojowicę możemy również zakwaszać, zarówno w zbiorniku podrusztowym, jak i zewnętrznym, albo w trakcie samej aplikacji. Metoda ta polega na dodawaniu kwasu siarkowego do gnojowicy w celu uzyskania co najmniej $\text{pH} < 6$. Zmiana pH unieczynnia enzym ureazę, odpowiedzialny za proces amonifikacji. Efekt redukcji wycenia się na 50-60%. Do zakwaszania służą specjalne aplikatory, gwarantujące pełne bezpieczeństwo obsługi. Metoda ta wymaga bowiem stosowania 96% kwasu siarkowego. Obok zysku w postaci zwiększonej zawartości azotu w aplikowanej na polu gnojowicy, dostarczamy z takim nawozem również całkiem spore ilości siarki.

W końcu wspomnieć należy o biogazowniach rolniczych. Z prac naukowych wynika, że redukują one o 60% emisję GHG w przeliczeniu na $\text{CO}_{2\text{eq}}$ oraz o 15% emisję amoniaku. Jest to jednak tzw. emisja zaniechana, a zasadniczy środowiskowy zysk liczony jest w sektorze energetyki (ETS).

W zakresie aplikacji nawozów naturalnych, przede wszystkim wspomnieć należy o wykorzystaniu wozów asenizacyjnych, wyposażonych w pompy i przewody dozujące gnojowicę bezpośrednio na glebę lub pod jej powierzchnię (foto.3). Możliwe jest ich wykorzystanie tak na GO, jak i TUZ. Płytką iniekcja gnojowicy redukuje emisję amoniaku o 70-80% (min. na 10 cm), głęboka o 90%, ale tzw. wleczone węże jedynie o 30%. W celu redukcji emisji, nawozy naturalne powinny być jak najszybciej wymieszane z glebą. Przyorywanie do 4 godzin po aplikacji obornika redukuje emisję amoniaku o 60-90%, a natychmiastowe gnojowicy o 70-90%. Po 4 godzinach jest to już tylko 45-65%. Po 24 godzinach tylko 30% emisji amoniaku.



Foto. 2. Szybkie przykrywanie obornika w uprawie uproszczonej.

III. Rola Planu Strategicznego dla Wspólnej Polityki Rolnej na lata 2023-2027 w poprawie jakości powietrza

W Planie Strategicznym dla Wspólnej Polityki Rolnej na lata 2023-2027 wprowadzono Warunkowość, która stanowi połączenie wymogów zazielenienia i zasady wzajemnej zgodności i obejmuje podstawowe wymogi w zakresie zarządzania (SMR) oraz normy dobrej kultury rolnej zgodnej z ochroną środowiska (GAEC). Są to wymogi obowiązkowe, które muszą spełniać rolnicy ubiegający się o płatności bezpośrednie oraz niektóre płatności w ramach interwencji II filara. W przypadku ich nieprzestrzegania przez rolnika, dokonywane będzie odpowiednie zmniejszenie przyznawanych płatności.

Dla jakości powietrza szczególne znaczenie posiada GAEC 3 „Zakaz wypalania użytków rolnych”. Zapobiega ona przede wszystkim emisjom dwutlenku węgla (związanym zarówno ze spalaniem substancji organicznych zawartych w biomasie, jak i w glebie), ale również pyłów i innych LZO. SMR 2 wiąże się z przestrzeganiem szeregu wymogów wynikających z dyrektywy azotanowej. Racjonalna gospodarka nawozowa, regulująca kwestie bezpiecznego stosowania i dawkowania nawozów zawierających azot oraz określająca sposoby przechowywania nawozów naturalnych, pozytywnie wpływa na stan jakościowy wód gruntowych i powierzchniowych oraz jakość gleby. Sprzyja także mitygacji emisji gazowych, zwłaszcza amoniaku, tlenu diazotu i metanu, a także emisji pyłów do atmosfery. Ogranicza również powstawanie i rozprzestrzenianie odorów.



Foto. 3. Doglebowy aplikator gnojowicy z zamknięciem szczeliny (krążkowy).

Plan Strategiczny dla WPR na lata 2023-2027 wprowadza także element płatności bezpośrednich, jakimi są ekoschematy. Są to dobrowolne dla rolników płatności za realizację praktyk korzystnych dla środowiska i klimatu oraz dobrostanu zwierząt, które wykraczają ponad wymogi określone w warunkowości. Instrument ten został tak zaprojektowany, aby w jak największym stopniu realizować korzyści środowiskowe, a zarazem zachęcić rolników do aktywnego zaangażowania się w realizację działań na rzecz ochrony środowiska i klimatu. Ekoschemat – Rolnictwo węglowe i zarządzanie składnikami odżywczymi nie dotyczy jedynie gazów cieplarnianych i zmian klimatu. W szczególności takie praktyki, jak: Uproszczone systemy uprawy, Stosowanie nawozów naturalnych płynnych innymi metodami niż rozbryzgowo, Wymieszanie obornika na gruntach ornych w terminie 12 godzin od jego aplikacji, czy Ekstensywne użytkowanie TUZ z obsadą zwierząt i Opracowanie i przestrzeganie planu nawożenia (wariant podstawowy i wariant z wapnowaniem), odgrywają znaczną rolę w redukcji emisji gazowych związków azotu, w tym amoniaku.

W zakresie interwencji na rzecz rozwoju obszarów wiejskich ENVCLIM – Zobowiązania związane ze środowiskiem, klimatem i inne zobowiązania w dziedzinie zarządzania, wspierane będzie rolnictwo ekologiczne. Z racji zakazu stosowania w tym systemie produkcji azotowych nawozów mineralnych, ma on wybitne działanie mitygacyjne, również w kontekście obowiązkowego pastwiskowania. Metody stosowane w systemie rolnictwa ekologicznego mogą wpływać na redukcję emisji amoniaku oraz GHG.

Komplementarnymi działaniami przyczyniającymi się do poprawy jakości powietrza, są interwencje, które pozwolą wdrażać przez gospodarstwa praktyki ograniczające emisje N_2O i NH_3 . Interwencja sektorowa Działania na rzecz ochrony środowiska oraz łagodzenia zmian klimatu obejmuje włączenie sektora owoców i warzyw w działania na rzecz ochrony środowiska naturalnego oraz w działania na rzecz łagodzenia zmian klimatycznych. Nie przewiduje się tu ustanowienia kryteriów wyboru. W ramach interwencji wspierane będą inwestycje w aktywa materialne i niematerialne dotyczące:

- systemów przyczyniających się do ograniczenia zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery, w tym gazów cieplarnianych;
- instalacji produkujących energię z odnawialnych źródeł energii;
- maszyn lub urządzeń do niskoemisyjnej aplikacji nawozów (np. doglebowa aplikacja, aplikacja nawozów z wykorzystaniem rozwiązań cyfrowych), precyzyjnego stosowania i redukującego zużycie środków ochrony roślin (np. opryskiwacze sensorowe lub recykulacyjne), uprawy bezorkowej, do mechanicznego lub biologicznego zwalczania chwastów lub szkodników (np. pielniki, urządzenia do mechanicznego niszczenia szkodników).

Kolejny zakres wsparcia przewidziany w Planie Strategicznym dla WPR na lata 2023-2027 – Inwestycje, w tym „Inwestycje poprawiające dobrostan bydła i świń” w sposób pośredni redukuje środowiskowe oddziaływanie chowu tych dwóch gatunków. Promowanie podwyższonych warunków utrzymania zwierząt, które są lepiej dostosowane do ich potrzeb, pozwala na uzyskiwanie wyższej zdrowotności zwierząt, a także produktywności. Parametry te redukują

wielkość wydalanego azotu (Nex) oraz traconej energii brutto, co w konsekwencji mityguje emisję amoniaku, tlenków azotu, a nawet metanu z fermentacji jelitowej. Poprawa mikroklimatu w budynkach inwentarskich (dotyczy bydła lub świń), nie tylko polepszy zdrowotność zwierząt, ale także, eliminując stres termiczny, poprawi wykorzystanie białka i energii paszy, redukując tym samym emisję GHG i amoniaku. Zakup systemów zarządzania stadem lub dojem, w szczególności kamer monitorujących zachowania zwierząt, czujników mierzących liczbę komórek somatycznych, zawartość białka i tłuszczu w trakcie doju oraz pozwalających na wczesne wykrywanie schorzeń metabolicznych i mastitis z oprogramowaniem i identyfikacją zwierząt za pomocą sygnałów cyfrowych, pozwoli tu na precyzyjny monitoring zdrowia, co jak już wcześniej opisano, ma wpływ na wielkość Nex, strawność i emisje gazowe. Wsparcie na wyposażenie pastwisk, umożliwiających bezwzględny wypas, zwiększy udział pastwiskowania w żywieniu przeżuwaczy, co korzystnie oddziaływać będzie na mitygację amoniaku. Od jakości runi pastwiskowej, zależeć będzie jednak emisja jelitowa metanu i trudno tu zdecydować o korzystnym wpływie pastwiskowania na mitygację tego gazu.

Inwestycje w gospodarstwach rolnych w zakresie OZE i poprawy efektywności energetycznej, pod względem emisyjności, mają bezpośrednie i pośrednie znaczenie. Inwestycje te obejmują w Planie Strategicznym budowę lub zakup nowych urządzeń do produkcji energii z biogazu rolniczego (elektryczna lub ciepło, lub paliwo gazowe) do 50 kW lub instalacji produkujących energię z promieniowania słonecznego do 50 kW wraz z magazynami energii i systemami zarządzania energią lub z pompą ciepła. Możliwe jest tu również instalowanie systemów, poprawiających efektywność energetyczną budynków gospodarskich, służących produkcji rolnej, takich jak budowa, przebudowa lub zakup kotłów na biomasę, systemów odzyskiwania ciepła (np.: z mleka, z budynków inwentarskich, ściółki, gnojowicy), przeszkleń dachowych, oświetlenia LED, a także termomodernizacja budynków gospodarskich służących do produkcji rolnej.

W zakresie inwestycji przyczyniających się do ochrony środowiska i klimatu przewidziano wyposażanie gospodarstw w płyty, zbiorniki lub urządzenia do przechowywania nawozów naturalnych lub kiszonek, zakup lub montaż systemów oczyszczania powietrza z budynków inwentarskich, niskoemisyjne utrzymanie zwierząt gospodarskich, z wyłączeniem bydła i świń (np. systemy zarządzania stadem, roboty do czyszczenia podłóg), zakup nowych maszyn lub urządzeń do uprawy gleby pasowej lub bezorkowej – bezpługowej (np. agregat do uprawy pasowej, gruber, kultywator dłutowy). Efektywność takich zabiegów omówiono już wcześniej, a same inwestycje, pozwolą gospodarstwom na ich aplikację w praktyce. Również w zakresie adaptacji do zmian klimatu oraz ograniczenia oddziaływania niekorzystnych warunków pogodowych i przewidzianych tu instalacji poprawiających wentylację lub obniżających temperaturę w budynkach inwentarskich (z wyłączeniem budynków dla bydła i świń) oraz systemów wspomaganie decyzji, we wcześniejszych zapisach omówiono ich działanie mitygacyjne. Na podkreślenie zasługuje jednak możliwość zakupu różnego rodzaju płuczek, filtrów i biofiltrów, które pozwalają na 70-90% redukcję emisji amoniaku z budynków inwentarskich.