



Problematyka funkcjonowania
zwierzęcych ferm przemysłowych
i ich potencjalna uciążliwość
dla środowiska, elementów
przyrodniczych oraz człowieka

*Praca powstała na zlecenie Fundacji Zielony
Słoń w ramach realizacji projektu N6/0091
pt. „Zachować Dolinę Zielawy”*



DR INŻ. JERZY MIROŚLAW KUPIEC

Iceland 
Liechtenstein **Active**
Norway **citizens fund**

dr inż. Jerzy Mirosław Kupiec

e-mail: jerzy.m.kupiec@gmail.com,

doktor nauk rolniczych w dyscyplinie kształtowanie środowiska, inżynieria i ochrona środowiska

- a) Identyfikator ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7472-6726>
- b) Identyfikator portalu „Ludzie nauki”: **212353**
- c) <http://nauka-polska.pl/dhtml/raporty/ludzieNauki?rtype=opis&objectId=212353&lang=pl>
- d) https://www.researchgate.net/profile/Jerzy_Kupiec

KOMPETENCJE: dr inż. Jerzy Mirosław Kupiec pracuje na etacie adiunkta w Katedrze Ekologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. W 1996 r. ukończył renomowane Technikum Ogrodnicze w Zespole Szkół Rolniczych im. Synów Pułku w Lesznie. Następnie rozpoczął studia na byłej Akademii Rolniczej w Poznaniu na kierunku Rolnictwo. W 2000 r. rozpoczął II stopień studiów na specjalizacji Łąkarstwo. Od 2002 r. zatrudniony na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu. W 2008 r. uzyskał tytuł doktora Nauk Rolniczych w dyscyplinie kształtowanie środowiska, inżynieria i ochrona środowiska i został zatrudniony na etacie adiunkta. Dr inż. Jerzy Mirosław Kupiec ma długoletnią praktykę w pracy naukowej, ale także w wykonywaniu różnego rodzaju ekspertyz dotyczących uwarunkowań środowiskowych oraz interakcji rolnictwo-środowisko. Ma szeroką wiedzę z dziedziny rolnictwa, ogrodnictwa, ochrony środowiska i ekologii, ale także jakości wód, hydromorfologii i bioindykacji. Oprócz licznych publikacji naukowych, dotyczących wpływu rolnictwa na środowisko oraz rozpraszania zanieczyszczeń ze źródeł rolniczych, posiada w dorobku pokaźną ilość ekspertyz – 49, wykonanych na zlecenie gmin, instytucji państwowych, przedsiębiorców, rolników i wielu innych. Wśród wielu ekspertyz są również takie, które dotyczą negatywnego oddziaływania ferm na tereny przyległe. Od 2009 roku dr inż. Jerzy Mirosław Kupiec prowadzi monitoring jakości środowiska w otoczeniu ferm wielkoprzemysłowych. Jest też koordynatorem wielu projektów badawczo-rozwojowych oraz konsultantem naukowym w kilku podmiotach gospodarczych.

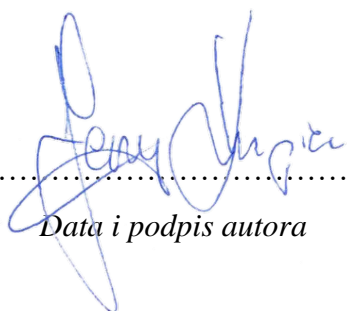
Oświadczenie autora,

o którym mowa w art. 66 oraz w art. 74a ust. 2 Ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko.

Niniejszym oświadczam, że przedłożona praca pt. *„Problematyka funkcjonowania zwierzęcych ferm przemysłowych i ich potencjalna uciążliwość dla środowiska, elementów przyrodniczych oraz człowieka”* jest pracą mojego autorstwa.

Oświadczam również, iż w rozumieniu przepisów o szkolnictwie wyższym, ukończyłem studia pierwszego stopnia i drugiego stopnia, na kierunku związanym z kształceniem w obszarze nauk rolniczych, leśnych i weterynaryjnych z dziedzin nauk rolniczych, nauk leśnych. Posiadam również od 13 lat stopień naukowy doktora w zakresie nauk przyrodniczych z dziedziny nauk biologicznych oraz nauk o Ziemi. Posiadam również ponad 5-letnie doświadczenie w pracach w zespołach przygotowujących raporty o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko lub prognozy oddziaływania na środowisko i brałem udział w przygotowaniu co najmniej 5 raportów o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko lub prognoz oddziaływania na środowisko.

Oświadczenie składam pod rygorem odpowiedzialności karnej za składanie fałszywych oświadczeń. Jestem świadomy odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego oświadczenia.


.....
Data i podpis autora

Spis treści

1. Cele i zakres opracowania.....	5
1.1. Cel opracowania.....	5
1.2. Zakres pracy.....	5
2. Tło rozważań i problematyka funkcjonowania ferm przemysłowych.....	6
2.1. Definicja zwierzęcych ferm przemysłowych.....	6
2.2. Charakterystyka i specyfika zanieczyszczeń emitowanych przez zwierzęce fermy przemysłowe.....	20
2.3.1. Zagrożenia epidemiologiczne.....	20
2.3.2. Zanieczyszczenia mikrobiologiczne.....	23
2.3.3. Wektory patogenów.....	28
2.3.4. Antybiotyki w przemysłowej produkcji zwierzęcej.....	34
2.3.5. Emisja amoniaku (NH_3).....	41
2.3.6. Emisja siarkowodoru (H_2S).....	43
2.3.7. Emisja pyłów.....	45
2.3.8. Emisja metanu (CH_4).....	46
2.3.9. Emisja podtlenku azotu (N_2O).....	46
2.3.10. Emisja odorantów.....	47
2.3.11. Organiczne związki węgla.....	48
2.3.12. Wytwarzanie wybranych lotnych związków organicznych (LZO).....	51
2.3.13. Emisja NMLZO.....	54
2.3.14. Emisja kurzu.....	56
2.4. Funkcjonowanie ferm zwierzęcych i ich wpływ na otoczenie.....	63
2.4.1. Odchody i ich zagospodarowanie.....	63
2.4.2. Wpływ ferm zwierzęcych na wody powierzchniowe.....	65
2.4.3. Zagrożenie jakości wód podziemnych.....	68
2.4.4. Wpływ produkcji zwierzęcej na życie mieszkańców.....	70
2.4.5. Wpływ ferm zwierzęcych na budynki i sprzęty.....	78
2.4.6. Wpływ amoniaku na zdrowotność zwierząt, ekosystemy naturalne i agrocenozy.....	86
2.4.7. Wpływ amoniaku na funkcjonowanie siedlisk leśnych.....	88
2.4.8. Wpływ ferm zwierzęcych na obszary chronione.....	89
2.4.9. Potencjalny wpływ ferm zwierzęcych na bioróżnorodność.....	91
2.4.10. Wzrost natężenia ruchu pojazdów.....	95
2.5. Przykłady wielkości presji związanej z funkcjonowaniem ferm zwierzęcych.....	96
2.5.1. Wytwarzanie nawozów naturalnych.....	99
2.5.2. Zużycie wody na potrzeby bytowe zwierząt.....	100
2.5.3. Analiza natężenia ruchu ciężkich pojazdów.....	102
2.6. Stan środowiska w okolicach ferm w świetle badań własnych.....	102
4. Sposoby ograniczania emisji wybranych zanieczyszczeń.....	106
5. Podsumowanie i rekomendacje.....	112
5. Spis literatury.....	118

1. Cele i zakres opracowania

1.1. Cel opracowania

Celem niniejszego opracowania jest analiza i ocena potencjalnego wpływu ferm drobiarskich na środowisko w kontekście presji ferm zwierzęcych o różnych specjalizacjach i skali produkcji. W niniejszym opracowaniu przeanalizowano różne aspekty i problemy które towarzysza funkcjonowaniu tego typu obiektów oraz scharakteryzowano wybrane rodzaje zanieczyszczeń emitowanych przez fermy, w tym drobiowe.

1.2. Zakres pracy

Zakres pracy obejmował kilka kwestii, które wydają się być szczególnie ważne w kontekście problemu oszacowania minimalnych odległości od zabudowy mieszkalnej, ale także innych newralgicznych obiektów.

Praca została poprzedzona charakterystyka rozwoju produkcji zwierzęcej na świecie i skali tej produkcji. W niniejszym opracowaniu dokonano również przedstawienia problematyki bezpiecznych odległości od zabudowań dla przedsięwzięć opartych o intensywny chów zwierząt. Dużo uwagi poświęcono w pracy na dokładną analizę problemu funkcjonowania zwierzęcych ferm przemysłowych oraz charakterystykę najważniejszych problemów związanych z tego typu inwestycjami. Przedstawione tło problemu pozwala na odpowiednie podejście do studium przypadku, ale także pozwala na odpowiednie wnioskowanie

Niniejsza praca ze względu na złożoność problemu oraz jego specyfikę została podzielona na kilka części. Zakres pracy obejmował:

1. Próbę określenia definicji zwierzęcych ferm przemysłowych
2. Charakterystykę podejścia do problemu minimalnych odległości w ujęciu międzynarodowym.
3. Charakterystykę oddziaływania ferm zwierzęcych na otoczenie:
 - ocena wpływu ferm na zdrowie człowieka i zwierząt,
 - wpływ na wybrane ekosystemy i jego elementy,
 - wpływ na wody powierzchniowe, podziemne,
 - wpływ na gleby,
 - wpływ na bioróżnorodność oraz tereny chronione,
 - charakterystyka wybranych zanieczyszczeń chemicznych emitowanych przez fermy,

- problem zanieczyszczeń specyficznych,
 - zanieczyszczenia mikrobiologiczne emitowane przez fermy,
 - zagrożenie epidemiczne,
 - wektory zanieczyszczeń mikrobiologicznych,
 - wpływ ferm na budynki, budowle i sprzęty,
 - uciążliwość wywołana ruchem kołowym i ciężkim transportem.
4. Charakterystykę skali wybranych zanieczyszczeń emitowanych przez fermy zwierzęce na przykładach.
 5. Charakterystykę podstawowych problemów związanych z funkcjonowaniem ferm.
 6. Charakterystykę odległości przykładowych ferm od zabudowy mieszkalnej i innych uciążliwych dla otoczenia obiektów, na podstawie planowanych inwestycji - analiza na podstawie wybranych Raportów OOS.
 7. Badania własne wód powierzchniowych, podziemnych i opadowych w otoczeniu ferm przemysłowych oraz badania pomiotu – notatka z zaznaczeniem trendów i skali problemu.

2. Tło rozważań i problematyka funkcjonowania ferm przemysłowych

2.1. Definicja zwierzęcych ferm przemysłowych

Chów zwierząt stanowi jeden z podstawowych rodzajów działalności w sektorze rolnictwa. Obecnie mamy do czynienia z coraz mniejszą różnorodnością gospodarstw pod względem ich wielkości, uprawianych gatunków roślin uprawnych, utrzymywanych zwierząt, ale także charakteru gospodarstwa. W XX w. zapoczątkowany został proces przejścia od gospodarstw małych rodzinnych i bioróżnorodnych, w kierunku rolnictwa przemysłowego. W gospodarstwach rodzinnych prowadzono zrównoważony system gospodarowania. Tymczasem udział gospodarstw najmniejszych o powierzchni do 5 ha użytków rolnych zmalał w okresie 2010-2020 z 54 do 52,5%, a do powierzchni 15 ha UR zanikło ok. 16% gospodarstw. W Polsce obecnie jest 1,317 mln gospodarstw rolnych. Jest to o ok. 13% (ok. 190 tys.) mniej niż w 2010 roku. Tylko 30% gospodarstw utrzymuje się z działalności rolniczej (Państwowy Spis Rolny 2020). Jak twierdzi prezes GUS dr Dominik Rozkrut *"...dane wskazują na specjalizację gospodarstw rolnych prowadzących chów/hodowlę bydła oraz świń jak również na koncentrację pogłowia tych zwierząt w gospodarstwach zajmujących się ich chowem. Pojawiające się od 2014 r. choroby świń, głównie ASF, wiążące*

się z koniecznością zapewnienia bioasekuracji w gospodarstwach rolnych, **spowodowały wycofanie się producentów rolnych z produkcji o małej skali chowu na rzecz chowu intensywnego (przemysłowego)**". Ubywa więc nam gospodarstw małych i średnich, które są motorem napędowym rozwoju obszarów wiejskich. Wspieranie rolnictwa przemysłowego [przeczy zasadzie Zrównoważonego rozwoju, która jest wpisana m.in. w Konstytucję RP i wiele innych aktów legislacyjnych.

Obecnie, produkcja zwierzęca rozwinęła się na skalę przemysłową, przynosząc znaczne korzyści ekonomiczne. Wraz z jej rozwojem nasileniu uległa emisja zanieczyszczeń, ale także pojawiły się nowe problemy, takie jak konflikty społeczne, spadek opłacalności, a w konsekwencji upadek małych i średnich gospodarstw. Dodatkowo obserwuje się spadek wartości gruntów w okolicach uciążliwych ferm przemysłowych. Niektórzy autorzy twierdzą, że spadek ten może być znaczny: do 800 m od fermy spadek wartości wynosi 40%, w odległości 1600 m – 30%, do 2400 m spadek wartości wynosi 20%, a w odległości do 3200 10% (Weida 2002). Działalność ferm wielkoskalowych może mieć negatywny wpływ na komponenty środowiska takie jak powietrze, wody podziemne i powierzchniowe oraz gleby [Groot Koerkamp i in., 1998, Thyssen 1999, Marszałek i in. 2011, Skorupski i in. 2012, Kupiec 2015]. Szkodliwe oddziaływanie ferm może prowadzić także do pogorszenia stanu zdrowia i jakości życia społeczności lokalnej. W samej gnojowicy występuje ok. 400 lotnych związków, wykazujących się uciążliwym zapachem. Stężenie ich może powodować liczne choroby układu oddechowego oraz problemy ze skórą [Pawełczyk 2003]. Niebezpieczne są również zagrożenia mikrobiologiczne [Zhu, 2000].

Chów i hodowla zwierząt, szczególnie wielkoprzemysłowa, jest prężnie rozwijającym się sektorem na świecie. Jak pokazują statystyki FAO wzrost liczby ferm wielkoprzemysłowych w skali globalnej, a wraz z nim liczby zwierząt hodowlanych, jest znaczny. W okresie pomiędzy 1961 a 2021 rokiem zanotowano wzrost liczby zwierząt hodowlanych ogółem o 382%, przy np. czym ilość drobiu kurzego wzrosła o 584%, a gęsi o 1181% (Tab. 1). Wg przewidywań Grupy Konsultacyjnej ds. Międzynarodowych Badań Rolniczych (The Consultative Group on International Agricultural Research), ilość drobiu miała wzrosnąć do 35 miliardów sztuk w 2050 r. Obecnie (2021 r.) liczba drobiu kurzego osiągnęła już 30,4 mld sztuk.

Tab. 1. Trendy zmian obejmujące liczbę zwierząt inwentarskich w przeciągu 60 lat

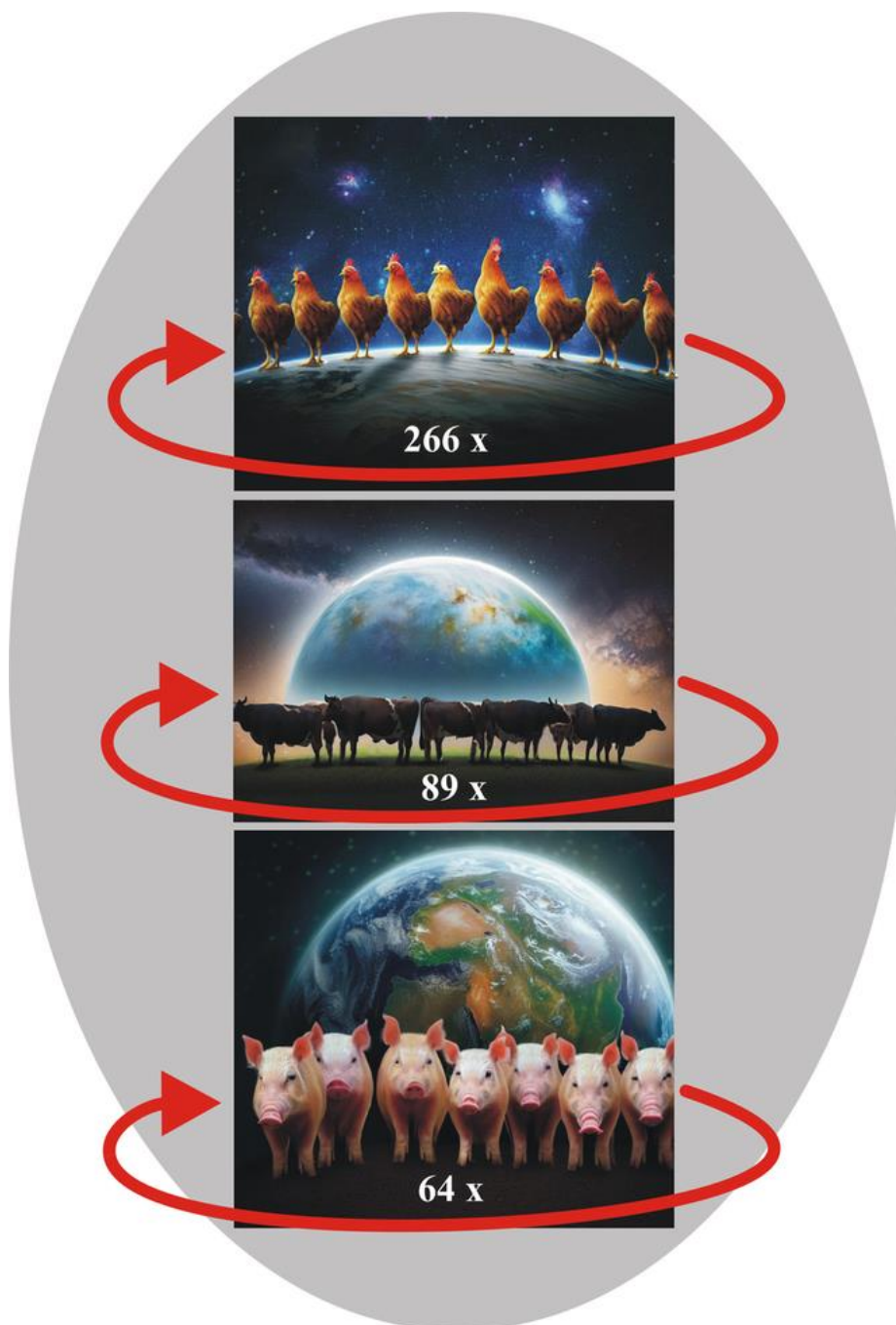
Gatunek	Rok	Liczba zwierząt [szt.]	Wzrost/spadek [%]
Bydło	2021	1589818026	60
	1961	991636154	
Drób kurzy	2021	30424208000	584
	1961	4447067000	
Kaczki	2021	1769953000	503
	1961	293527000	
Gęsi	2021	680195000	1181
	1961	53118000	
Kozy	2021	1244310660	211
	1961	399926044	
Konie	2021	61887544	-10
	1961	68735666	
Owce	2021	1470600904	39
	1961	1055226802	
Trzoda	2021	1430216958	191
	1961	491741442	
Indyki	2021	245751000	20
	1961	204552000	
Króliki i zające	2021	260205000	128
	1961	114098000	

Źródło: FAO (2022) (zestawienie własne)

Skalę produkcji zwierzęcej na świecie pokazują rysunki nr 1 i 2. Gdyby ustawić drób kurzy wzdłuż obok siebie, to linia, która utworzyłyby te zwierzęta mogłaby okrążyć Ziemię wzdłuż równika 266 razy. Miałaby ona długość odpowiadająca 28 odległościom do Księżyca. Jako ciekawostkę można podać, że drób kurzy ustawiony w rzędzie mógłby 499 razy okrążyć Mars, 695 razy Merkurego, czy 1472 razy Plutona (planeta karłowata). W porównaniu do liczby drobiu, chów trzody czy bydła wygląda mniej imponująco, choć nadal są to ogromne ilości zwierząt (Rys. 1 i 2). Bydło, ustawione wzdłuż dałoby linię, która mogłaby okrążyć 233 razy Merkurego, czy 168 razy Mars. Trzoda chlewna ustawiona wzdłuż okrążyłaby 168 razy Merkurego i 121 razy Mars.

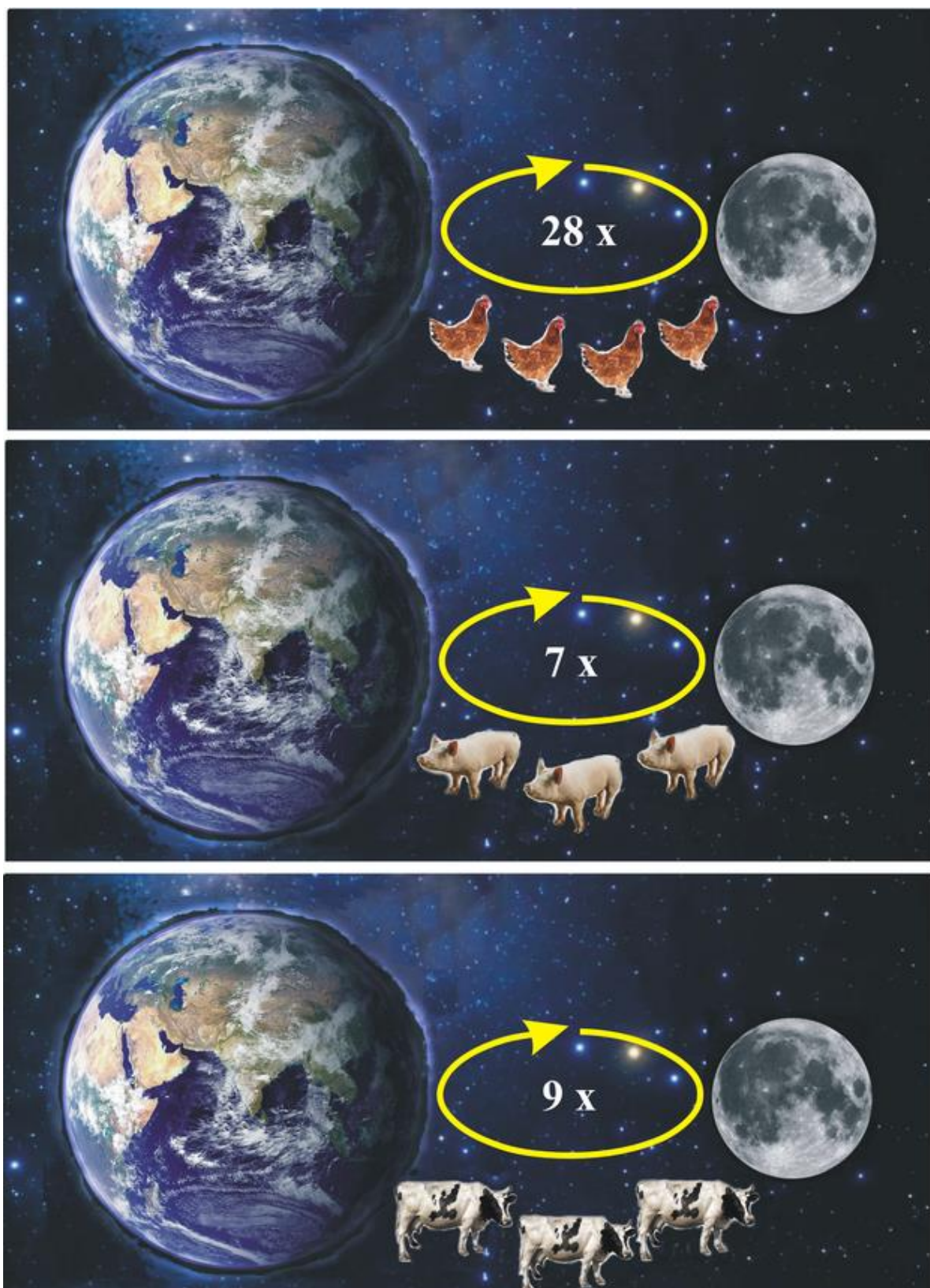
Fermy przemysłowe wg Dyrektywy Rady UE 96/61/EC z 24 września 1996 r. definiuje się jako instalacje wymagające uzyskania pozwolenia zintegrowanego, czyli o obsadzie ponad 40 000 osobników – drób, 2 000 świń (tuczników) o wadze ponad 30 kg lub/i 750 macior. Według Komisji Ochrony Środowiska Morskiego Bałtyku (HELCOM) do ferm wielkoprzemysłowych zalicza się także ферmy bydła, w których obsada wynosi 400 AU (Animals units \approx DJP) oraz instalacje służące intensywnemu chowu kóz, owiec, zwierząt

futerkowych, a także koni, których wielkość obsady odpowiada fermom IPPC [Skorupski 2013].



Rys. 1. Krotność okrążenia Ziemi wzdłuż równika przez drób kurzy, było i trzodę na podstawie danych FAO o liczebności zwierząt z 2021 r.

Źródło: analizy i wykonanie własne



Rys. 2. Krotność odległości między Ziemią a Księżycem, którą tworzy linia ustawionych wzdłuż zwierząt - drób kurzy, było i trzoda, na podstawie danych FAO o liczebności zwierząt z 2021 r.

Źródło: analizy i wykonanie własne

W latach 2007-2017 w Polsce wydano 986 pozwoleń na budowę instalacji powyżej 210 DJP (wzrost o 281% w stosunku do lat wcześniejszych). W 2007 r. wydano zaledwie 53 takich pozwoleń. W 2017 było ich już czterokrotnie więcej (202). Z kolei liczba instalacji z obsadą w granicach 60-210 DJP w ciągu ww. okresu wzrosła o 65%. W ciągu 10 lat wydano 2614 takich pozwoleń, z czego w 2017 r. aż 346 [Opiola 2018]. Prym wiodą przede wszystkim fermy drobiu i trzody ale także fermy zwierząt futerkowych [Wiktorowski i in. 2011, Budysz 2016]. W USA przemysłowe fermy zwierzęce są powszechne. W przypadku ferm drobiu, na przykład, fermę zalicza się do przemysłowej, jeśli hoduje się przynajmniej 125 000 kurczaków mięsnych lub 82 000 kaczek w ciągu jednego produkcji. Dla trzody chlewnej, liczba ta wynosi 2 500 świń na farmę ([http//1](http://1)). Duży problem z fermami zwierzęcymi obserwuje się również w UK. Prawie każde hrabstwo w Anglii ma co najmniej jedną hodowlę na skalę przemysłową, z blisko 800 megafarmami w stylu amerykańskim, działającymi w całej Wielkiej Brytanii. W ciągu zaledwie 6 lat zanotowano tam wzrost liczby megafarm, które zmieniły brytyjską wieś. Tylko w 12 hrabstwach w Wielkiej Brytanii nie ma obecnie ferm trzody chlewnej ani drobiu sklasyfikowanych przez Agencję Środowiska jako intensywne. Wg definicji stosowanej w UK intensywna produkcja zwierzęca, to gospodarstwo posiadające budynki na ponad 40 000 ptaków, 2000 świń lub 750 macior hodowlanych (<http//2>).

Chów przemysłowy jest formą intensywnego rolnictwa, szeroko stosowaną w celu maksymalizacji wydajności w produkcji zwierzęcej. Hodowla przemysłowa na ogół obejmuje dużą koncentrację zwierząt hodowanych w jednym miejscu w celu produkcji żywności, takiej jak mleko, jaja, mięso, ser lub inne produkty przeznaczone do spożycia przez ludzi. Innym powszechnym terminem używanym w odniesieniu do ferm przemysłowych są operacje skoncentrowanego karmienia zwierząt (z ang. *concentrated animal feeding operations* - CAFOs). Wymagania dla CAFO, określone przez Departament Rolnictwa Stanów Zjednoczonych, są takie, że gospodarstwo mieści 1 000 000 funtów żywej wagi zwierząt (co odpowiada około 1000 sztuk bydła na wołowinę, 700 krów wykorzystywanych do produkcji mleka lub 125 000 kurczaków hodowanych na mięso). Zwierzęta, pasza, odpady i procesy produkcyjne są ograniczone do małego obszaru lądowego a pasza jest dostarczana zwierzętom, bez możliwości wypasu na zewnątrz. Mniejsze operacje można nazwać CAFO, jeśli odprowadzają ścieki lub obornik do otwartych cieków wodnych (<http//3>).

Bardzo dużym problemem jest koncentracja produkcji. Ponad 71% ferm wielkotowarowych zlokalizowana jest w pięciu województwach - wielkopolskie, mazowieckie, kujawsko-pomorskie, zachodniopomorskie i łódzkie. W konkretnych lokalizacjach koncentracja zwierząt przekracza zdolności absorpcyjne ekosystemów pod

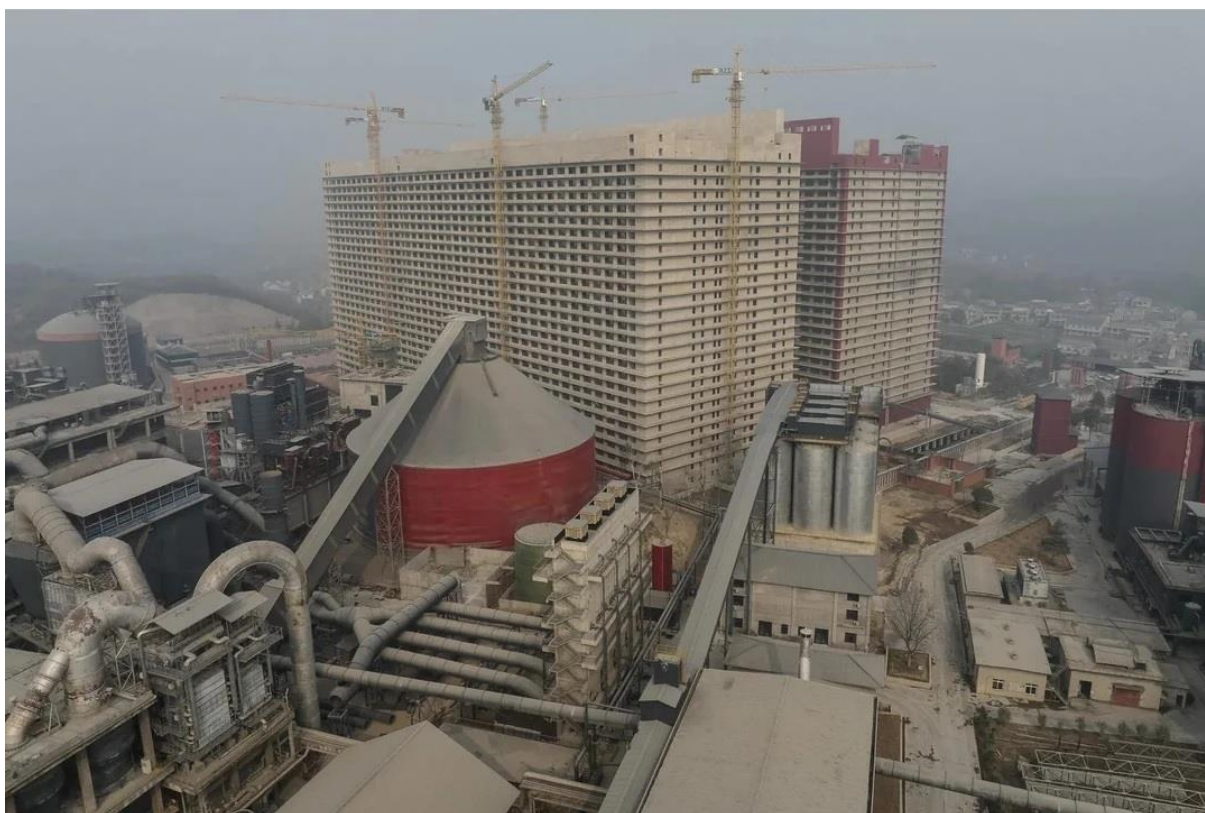
względem pochłaniania i neutralizowania zanieczyszczeń emitowanych przez fermy, ale także przekracza możliwości środowiskowe zagospodarowania odchodów.

Ferma nie należy do racjonalnego gospodarowania ponieważ zaburza układ tradycyjnego rolnictwa zespolonego z ziemią. Intensywna produkcja zwierzęca jest zupełnie oderwana od ziemi i nie jest wpasowana w uwarunkowania przestrzenne i środowiskowe w miejscu funkcjonowania. Tego typu działalność ma już cechy przemysłu, a nie rolnictwa.

Przemysłowa ferma zwierzęca to zespół obiektów skoncentrowanych na stosunkowo niewielkiej powierzchni, często wielopoziomowych, charakteryzujących się dużą skalą produkcji (chów lub hodowla zwierząt inwentarskich), znacznie przekraczającą średnią obsadę zwierząt w gospodarstwach określanych jako indywidualne, jak również posiadających cechy przemysłu:

- inwestor najczęściej nie posiada ziemi uprawnej lub powierzchnia uprawna, która jest w posiadaniu inwestora wystarcza na niewielkie rolnicze zagospodarowanie odchodów (liczne umowy z rolnikami lub innymi podmiotami na zbyt nawozów naturalnych),
- produkcja zwierzęca posiada pełną automatykę odpasu, pojenia oraz usuwania odchodów na zewnątrz budynków,
- procesy udoju, zbierania jaj, sortowania, pakowania są w pełni zautomatyzowane,
- chów lub hodowla posiada mocno rozwiniętą logistykę w zakresie dostarczania materiału hodowlanego, pasz oraz wywozu nawozów naturalnych poza fermę (rozwinięty transport kołowy)
- systemy chowu są mocno uproszczone – chów bezściołowy, skrócone cykle chowu, system zamknięty (bez wybiegów i pastwisk), bazowanie wyłącznie na paszach przemysłowych,
- charakteryzują się większym zużyciem środków farmakologicznych oraz stymulatorów wzrostu niż w gospodarstwach indywidualnych,
- są źródłem gorszych jakościowo produktów,
- są niedostosowane formą do typowej zabudowy wiejskiej i są agresywną dominantą w tradycyjnym krajobrazie rolniczym,
- często wpływają na zachwianie proporcji pomiędzy powierzchnią wsi a powierzchnią samej instalacji do chowu lub hodowli zwierząt
- przychody na fermach przemysłowych są znacznie wyższe niż w gospodarstwach indywidualnych.

Jednak pojęcie przemysłowej fermy zwierzęcej zaczyna ewoluować w kierunku tzw. latyfundiów, czyli ogromnych instalacji, na których obsada zwierząt znacznie odstaje od typowych ferm. W Chinach w 2022 r. w ramach intensyfikacji produkcji zwierzęcej, wybudowano dwa 26-piętrowe budynki dla trzody chlewnej (Fot. 1). Wybudowało je chińsko-singapurskie konsorcjum Hubei Zhongxin Kaiwei Modern Animal Husbandry. Każdy z budynków ma powierzchnię 400 000 m² i kilka dodatkowych hal i pomieszczeń. Dwa pierwsze piętra będą wykorzystywane do celów funkcjonalnych, np. zaopatrzenia w paszę. Każde kolejne piętro od trzeciego w górę będzie funkcjonować jak gospodarstwo rolne z 1000 lochami na piętro i zdolnością produkcyjną 25 000 tuczników rocznie. Przy 48 halach daje to 1,2 mln świń rocznie (ok. 108 000 ton wieprzowiny).



Fot. 1. 26-piętrowe farmy świń w Chinach

Źródło: <https://4>

W krajach azjatyckich, ale również i w Polsce budowane są obecnie również piętrowe budynki dla drobiu (Fot. 2). Świadczy to o intensyfikującej się produkcji drobiowej. Nie wszystkie jednak budynki spełniają określone standardy. W wielu miejscach na świecie wykorzystuje się do produkcji zwierzęcej budynki adaptowane, niespełniające podstawowych norm tzw. dobrostanu zwierząt. Na fotografii nr 3 przedstawiono niedokończony budynek supermarketu w Nepalu, w Tandi. W wielopiętrowym budynku dobywa się tucz brojlerów

i chów kur niosek na jajka, z obsadą na 3000 sztuk. Chów drobiu odbywa się w budynku od 2013 roku.



Fot. 2. Piętrowe фермы drobiu powstające w krajach azjatyckich ale także w Polsce

Źródło: *wykonanie własne*



Fot. 3. Adaptowany budynek po niedokończonym supermarkecie wykorzystywany do chowu drobiu w Nepalu

Źródło: <https://5>

Ponieważ latyfundia kojarzą się z majątkami ziemskimi, a w tym przypadku tego typu inwestycji najczęściej brak ziemi, dlatego lepszym określeniem jest **wysoce skoncentrowana produkcja zwierzęca (WSPZ)** lub **jednostki przemysłu zwierzęcego (JPZ)**.

Dla kontrastu na fotografiach nr 4-8 pokazano przykłady miniferm o rozproszonym charakterze, które nie rodzą konfliktów przestrzennych, nie wpływają negatywnie na tradycyjny krajobraz wiejski oraz nie budzą sprzeciwu lokalnych społeczności.



Fot. 4. Przykład fermy bydła na północy Niemiec

Źródło: wykonanie własne



Fot. 5. Przykład fermy bydła na północy Niemiec

Źródło: wykonanie własne



Fot. 6. Przykład trzody bydła na północy Niemiec

Źródło: wykonanie własne



Fot. 7. Przykład fermy trzody w Danii

Źródło: wykonanie własne

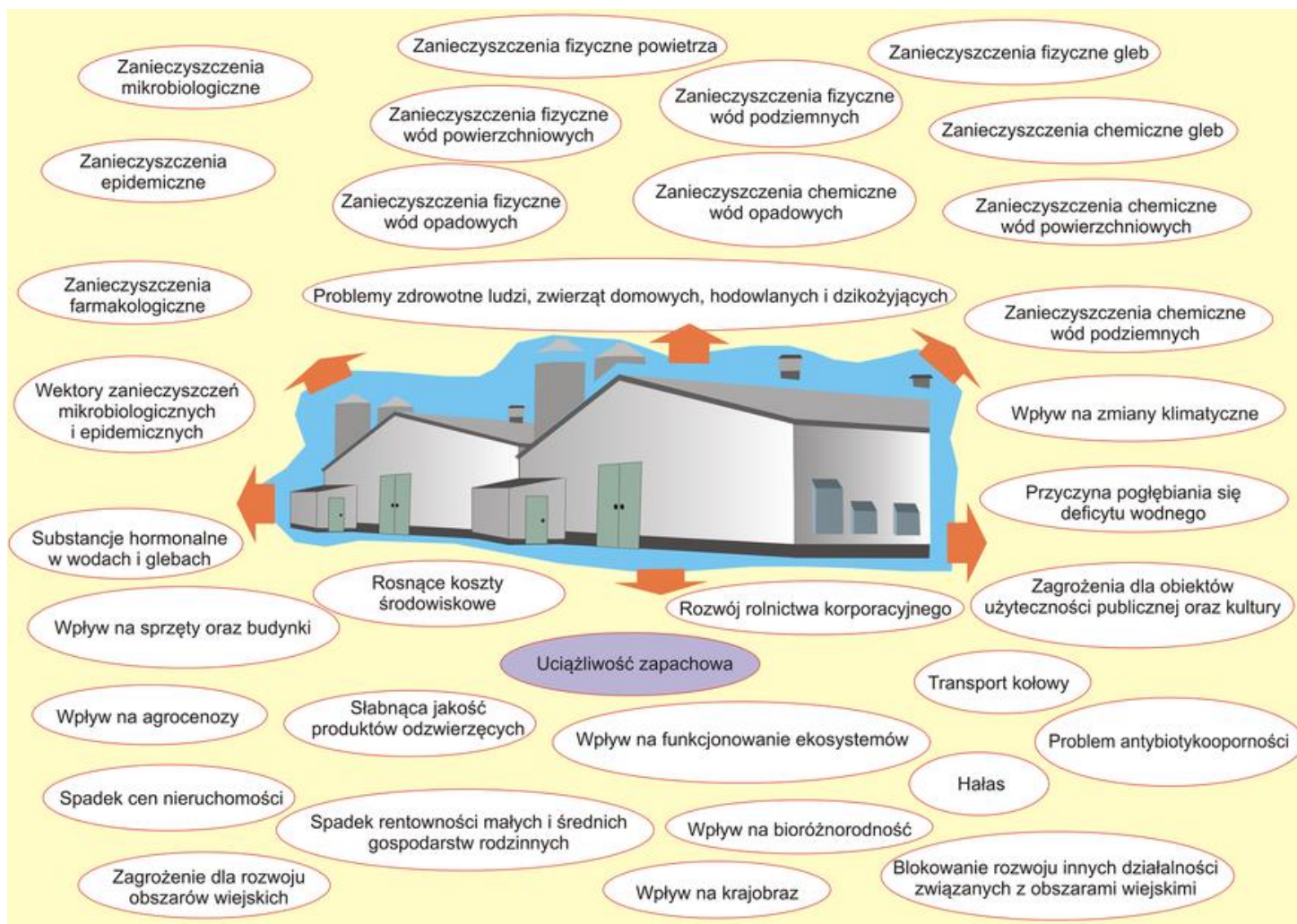


Fot. 8. Zwierzęta utrzymywane w systemie otwartym – pastwiskowym

Źródło: wykonanie własne

Podejście do problemu funkcjonowania przemysłowych ferm zwierzęcych najczęściej zawęża się do uciążliwości odorowej, której zintensyfikowane produkcje zwierzęce są źródłem. Bardzo często też, kwestia odorowa, jest podejmowana jako argument w kontekście funkcjonowania, planów budowy bądź rozbudowy ferm. Jest też przyczyną konfliktów przestrzennych pomiędzy lokalnymi społecznościami a inwestorami. Z emisją odorów związany jest problem odległości tego typu ferm od zabudowy mieszkalnej i wyznaczenia minimalnych odległości na podstawie uciążliwości wywołanej substancjami wpływającymi na zmysł węchu, tzw. substancjami odorowymi. Ten argument wykorzystano w opracowaniu pt. *„Bezpieczne odległości od zabudowań dla przedsięwzięć, których funkcjonowanie wiąże się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej”* (Pluska i in. 2020), powstałym na zamówienie Ministerstwa Klimatu i Środowiska, w kontekście prac nad projektem ustawy *o minimalnej odległości dla planowanego przedsięwzięcia sektora rolnictwa, którego funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej* autorzy zaproponowali metody wyznaczania bezpiecznych (minimalnych) odległości od zabudowań dla przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej. W przypadku tego sektora zaproponowano przyjęcie stałej, minimalnej odległości (równej 500 m), określonej na podstawie badań empirycznych, opisanych w literaturze tematu.

Oczywiście substancje odorowe są uciążliwe dla lokalnych społeczności i jest to czynnik, które można dość szybko zidentyfikować jako element bezpośredniego negatywnego oddziaływania przemysłowej produkcji zwierzęcej. Są one wykorzystywane jako podstawowy argument przeciwko lokalizacjom inwestycji blisko zabudowy mieszkalnej, najczęściej z tego względu, że jest on argumentem oczywistym, a o wielu dodatkowych problemach, z jakimi wiąże się funkcjonowanie ferm przemysłowych, lokalne społeczności nie mają odpowiedniej wiedzy. Problemów wynikających z funkcjonowania wielkoskalowych instalacji do chowu i hodowli zwierząt jest znacznie więcej. Przedstawiono je na rysunku nr 3. Wiele z nich zostało szczegółowo scharakteryzowane i opisane z przykładami w niniejszym opracowaniu. Uciążliwość odorowa, na którą zwraca się najczęściej uwagę, w kontekście tego typu instalacji, jest tylko niewielkim wycinkiem złożonego problemu, jakim jest uprzemysłowienie produkcji zwierzęcej.



Rys. 3. Źródło najważniejszych problemów związanych z funkcjonowaniem przemysłowych ferm zwierzęcych

Źródło: opracowanie własne

2.2. Charakterystyka i specyfika zanieczyszczeń emitowanych przez zwierzęce fermy przemysłowe

W niniejszym opracowaniu wskazano jedynie na najbardziej istotne z punktu widzenia standardu życia mieszkańców oraz funkcjonowania ekosystemów zanieczyszczenia, a także wskazano problemy jakie są związane z fazą eksploatacji wszystkich ferm zwierzęcych, w tym drobiowych. Oczywiście są to tylko wybrane rodzaje zanieczyszczeń. Skala i spektrum emisji są znacznie większe. Na końcu rozdziału pokazano wybrane przykłady dotyczące wielkości emisji najważniejszych substancji powstających w trakcie intensywnej produkcji zwierzęcej w przykładowych fermach drobiowych na tle ferm o innych specjalizacjach.

2.3.1. Zagrożenia epidemiologiczne

Fermy wielkoprzemysłowe stają się coraz większym zagrożeniem epidemicznym dla człowieka i okolicznej fauny. Jakie skutki może mieć intensywna produkcja zwierzęca możemy obserwować w ostatnich kilkudziesięciu latach. Obecnie, obecnie jesteśmy doświadczani przez szczep koronawirusa, który wywołał epidemię zapalenia płuc (COVID-19), która wybuchła pod koniec grudnia 2019 r. w Wuhan w Chinach. Wirus pojawił się błyskawicznie w Japonii, Tajlandii i Korei Południowej, a pierwsze przypadki w krótkim czasie zarejestrowano również w Europie. Pierwszym ogniskiem choroby był najprawdopodobniej targ rybny, na którym przetrzymuje się zwierzęta w dużym zagęszczeniu, zabija, patroszy i ćwiartuje, bezpośrednio na ulicy. Nie przestrzega się zasad higieny i dobrostanu zwierząt. To pokazuje jak nieracjonalna gospodarka zwierzęca, może wpływać na bezpieczeństwo życia człowieka, zwierząt, ale także gospodarkę światową. Zagrożenie epidemiczne wiąże się przede wszystkim z rozprzestrzenianiem patogennych mikroorganizmów, towarzyszących wielkoskalowej produkcji zwierzęcej, które mogą zagrażać człowiekowi.

Z licznych badań wynika, że dla ochrony zdrowia zasadnym jest ograniczenie liczby i kumulacji wielkich ferm przemysłowych w pobliżu siedlisk ludzkich. Przykładowo badania przeprowadzone w Niemczech wykazały, że patogeny alarmowe LA MRSA - czyli szczepy gronkowca złocistego odpornego na metycylinę - znajdowane były w odległości 1 km od ferm (Tab. 2). Jest to więc realne zagrożenie epidemiczne, szczególnie że badania przeprowadzone w Danii w 2016 r. wykazały, że nosicielami tego patogenu jest 88% świń (Kizerwetter-Świda, Pławńska-Czarnak 2017, Pejsak i Truszczyński 2008). Patogeny MRSA charakteryzują się dużym stopniem przeżywalności w niekorzystnym środowisku. Wykazano,

że szczepy LA-MRSA są zdolne do przeżycia w pyłe organicznym nawet przez 2 miesiące (Feld i in. 2018). Pył jest jednym z zanieczyszczeń emitowanych przez fermy przemysłowe, a więc może być nośnikiem tego patogenu.

Tab. 2. Obecność patogenów alarmowych (LA-MRSA) w badaniach prowadzonych w otoczeniu ferm (badania prowadzone w Niemczech, Wielkiej Brytanii, Holandii i Dania)

Odległość od budynków hodowlanych [m]					
10	50	100	250	500	1000

Źródło: Gladding i in. (2020)

W ostatnich kilkudziesięciu latach mieliśmy przykłady niepokojących symptomów, czym może grozić wielkotowarowa produkcja zwierzęca, która odbywa się w sposób nieracjonalny, wbrew biologii zwierząt i ich naturalnych potrzebom. **Średnio co kilka lat pojawiają się choroby pochodzące z chowu zwierząt, które mogą przenosić się na człowieka.** Są to np. **gąbczasta encefalopatia bydła** (*Bovine Spongiform Encephalopathy* - BSE), potocznie zwana chorobą szalonych krów, mogąca wywołać u ludzi wariant (vCJD) choroby **Creutzfeldta-Jakoba**. Koszty walki z BSE do 2002 r. przekroczyły 4 miliardy euro. Epidemia BSE w Wielkiej Brytanii doprowadziła do zakażenia, a następnie profilaktycznego zabicia odpowiednio 170 tys. i 4,4 mln sztuk bydła (Cleeland 2009). Ze względu na to, że średni czas inkubacji dla BSE wynosi około 5 lat, większość zarażonego bydła nie wykazywała objawów choroby, ponieważ została ubita w wieku 2–3 lat. Szacuje się, że BSE dotknęło dodatkowo 750 tys. niewykrytych zwierząt, z których większość mogła trafić do ludzkiego łańcucha żywności (Donnelly i in. 2002). Kryzys BSE na dobre wybuchł w Zjednoczonym Królestwie w marcu 1996 roku (Lloyd i in. 2006). Oprócz Wielkiej Brytanii w Europie z problemami wywołanymi BSE borykały się głównie Irlandia, Portugalia, Szwajcaria i Francja, w pozostałych zaś państwach wykryto stosunkowo mniej przypadków tej choroby. W przypadku Wielkiej Brytanii straty dla całej gospodarki w wyniku epidemii BSE wynosiły szacunkowo **5,5 mld GBP**.

Innym patogenem mogącym przenosić się na ludzi bezpośrednio od zwierząt to tzw. **ptasia grypa** (wysoko patogenne wirusy HPAI oraz nisko patogenne wirusy LPAI). Zakażenie wywoływane jest przez wirus grypy typu A, należącego do rodziny Orthomyxoviridae. Zazwyczaj występuje u ptactwa, ale zdarzają się również przypadki zakażenia u ludzi. Pierwsze poważne doniesienia o ptasiej grypie pochodzą z 1997 roku. Wówczas w Azji na fermie w Hong Kongu padł drób, u którego znaleziono szczepy H5N1. Wówczas drobnoustrojami zakaziło się szesnaście osób, z czego osiem przypadków zakończyło się śmiercią. Wirus ptasiej grypy dotarł do Europy w 2003 roku, natomiast do Polski ptasia grypa dotarła w 2006 roku. Koszty poniesione na działania prewencyjne,

ale także doraźne są trudne do oszacowania. Dla przykładu w lubelskiej gminie Uścimów działania mające na celu zatrzymanie rozprzestrzeniania się ognisk ptasiej grypy kosztowały dotąd 3 miliony złotych. Na koszty te składają się m.in. wynagrodzenia ludzi, wynajem ładowarek, firm dezynfekcyjnych, samochodów i zakładów utylizacyjnych, **W ciągu kilku tygodni z kilku gospodarstw w gminie Uścimów wywieziono 127 000 sztuk drobiu a 800 ton mięsa zutylicowano. Rekompensaty dla poszkodowanych przedsiębiorców wynoszą ok. 7 milionów złotych.** Firmy ubezpieczeniowe traktują hodowlę drobiu, jako te obarczone ogromnym ryzykiem, a to wiąże się z bardzo dużymi składkami. Mało kto decyduje się więc na ubezpieczenie. Łączna kwota kosztów spowodowanych przez wirusa ptasiej grypy to 10 milionów złotych, czyli ponad połowa rocznego budżetu gminy Uścimów. Służby porządkowe musiały usunąć z tej gminy jeszcze **900 ton paszy i 1600 ton obornika.** Obowiązuje też kwarantanna (<https://6>). Dla odmiany w 2017 roku ptasia grypa **kosztowała powiat Poznański 23 mln złotych, z czego 17 mln poszło na odszkodowania dla rolników** (<https://7>). **W skali Polski w 2017 r. wydano na walkę z ptasią grypą blisko 120 mln zł. Odszkodowania dla hodowców wyniosły 80 mln zł** (<https://8>). Warto pamiętać, że **ptasia grypa kosztowała świat 3 biliony USD** (<https://9>).

Inną chorobę odzwierzęcą, stanowiącą zagrożenie dla ludzi stanowi tzw. **świńska grypa** – zakaźna choroba układu oddechowego świń, którą powodują wirusy grypy typu A lub (rzadziej) wirusy grypy typu C. W latach 2009–2010 wybuchła pandemia grypy A/H1N1v, spowodowana przez nowy szczep wirusa, będącą zmutowaną wersją wirusa świńskiej grypy. **Bezpośrednio na skutek pandemii zmarło 100–400 tys. osób, a za sprawą powikłań dalsze 50–180 tys.** (<https://10>). Niemcy w 2011 roku **zniszczyli 16 milionów niewykorzystanych szczepionek przeciwko grypie A/H1N1**, kupionych w czasie pandemii w 2009 r. 196 palet z preparatem Pandemrix o wartości **130 mln euro** zutylicowano w spalarni śmieci w Magdeburgu. **Za proces niszczenia szczepionek niemieckie landy zapłaciły dalsze 14 tys. euro** (<https://11>). **Wirus H1N1 wystąpił w ponad 213 krajach i terytoriach. Był przyczyną 17 483 zgonów na całym świecie, z czego 457 - w Zjednoczonym Królestwie. Wielka Brytania zakupiła u GlaxoSmithKline (GSK) za 155 milionów funtów na dostarczenie w 90 milionów szczepionek.** Wirus H1N1 nazywany jest najdroższą grypą w historii (<https://12>). Grypa A/H1N1 kosztowała gospodarkę Meksyku ok. 2,3 mld dolarów (<https://13>).

Zwalczanie **afrykańskiego pomoru świń** w Polsce w 2019 roku kosztowało prawie **40 mln zł**, a koszty kwalifikowane, o współfinansowanie których będziemy zabiegać w Unii Europejskiej, to **33,4 mln zł (8 mln euro)**. W 2018 roku zwalczanie wirusa ASF miało kosztować 28,5 mln zł.

W ciągu 6 miesięcy od potwierdzenia **FMD** w Zjednoczonym Królestwie zidentyfikowano 1873 jej ogniska oraz **ubito prawie 2 mln zwierząt** (bydła, owiec, świń, kóz) (Czapla i in. 2001). **W ciągu 8 miesięcy od momentu zidentyfikowania choroby masowa eliminacja zwierząt dotknęła ponad 9,5 tys. brytyjskich gospodarstw rolnych, pozbawiając życia około 3,9 mln zwierząt** (Moore 2009). Do momentu uznania Wielkiej Brytanii za kraj wolny od pryszczycy (15.01.2002 r.) odnotowano 2026 przypadków zachorowań na farmach. Około 7 mln owiec i bydła zabito w celu powstrzymania rozprzestrzeniania się choroby (The Telegraph 2007). Według oficjalnych danych w Zjednoczonym Królestwie epidemia FMD w 2001 roku trwała 221 dni (dla porównania w 1967/1968 – 222 dni, a w 2007 r. – 58 dni); **w jej wyniku poddano ubojowi w celu kontroli choroby ponad 4 mln sztuk zwierząt** (85% – owce, 12% – bydło, 3% – trzoda chlewna), czyli prawie 10-krotnie więcej niż w poprzednim jej przebiegu (442 tys.); **pochłonęła z budżetu krajowego ponad 3 mld GBP, w tym 1,2 mld GBP w formie rekompensat wypłaconych rolnikom** (w 1967/1968 odpowiednio ok. 370 i 280 mln GBP w cenach z 2001 r.) (Anderson 2008). **W przypadku Wielkiej Brytanii straty dla całej gospodarki w wyniku epidemii a spowodowanej FMD z 2001 roku wyniosły szacunkowo 4 mld GBP.**

2.3.2. Zanieczyszczenia mikrobiologiczne

W intensywnej produkcji zwierzęcej, jaką jest chów wielkoprzemysłowy, powstaje ogromna ilość różnych rodzajów zanieczyszczeń, w tym mikrobiologiczne. Naukowcy z Uniwersytetu Stanowego Rutgersa w amerykańskim stanie New Jersey sugerują, że bakterie mogą pokonywać drogą powietrzną naprawdę duże odległości, dużo większe niż do tej pory uważano. Specjaliści pobrali ich próbki z pięciu różnych miejsc we Włoszech, w Chile i w Rosji. Zwrócili uwagę na "wspomnienia" zapisane w DNA badanych mikroorganizmów. Pozostawiły je po sobie bakteriofagi, czyli wirusy atakujące bakterie. Badacze odkryli, że niektóre z fragmentów zawirusowanego DNA były podobne u bakterii z oddalonych od siebie o tysiące kilometrów miejsc. Powszechnie uważa się, że mikroorganizmy podróżują po świecie dzięki nosicielom, ale obserwacja pokazuje, że niektóre mikroorganizmy potrafią przemierzać znaczne odległości bez nośników. Spośród drobnoustrojów w chlewniach mogą się znaleźć zarówno saprofity, jak i drobnoustroje chorobotwórcze lub te, które są odpowiedzialne za enzymatyczny rozkład materii organicznej do amoniaku, dwutlenku węgla, siarkowodoru, metanu i wielu innych substancji gazowych i zapachowych (Groot Koerkamp i in. 1998; Nahm 2003; Tymczyna 1993). **Stwarzają one zagrożenie środowiskowe oraz epidemiologiczne.** Z przeprowadzonych dotychczas badań mikrobiologicznych

powietrza w pomieszczeniach trzody chlewnej wynika, że mogą w niej znajdować się gronkowce, paciorkowce, bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae* oraz grzyby pleśniowe i drożdżopodobne. Wielu badaczy stwierdza, że w chlewniach wielkoprzemysłowych zanieczyszczenia mikrobiologiczne powietrza, **kilkukrotnie przekracza dopuszczalne normy a w powietrzu znajdują się gatunki potencjalnie chorobotwórcze i patogenne. Mogą one stwarzać zagrożenie dla zdrowia zwierząt i ludzi** (Masclaux i in. 2013, Budzińska i in. 2014). Występowanie drobnoustrojów w powietrzu uzależnione jest głównie od obsady zwierząt, ich stanu zdrowotnego, systemu utrzymania i żywienia, a także od wskaźników mikroklimatycznych. **Należy pamiętać, że fermy wielkoprzemysłowe sprzyjają zwiększonemu zanieczyszczeniu mikrobiologicznymi, ze względu na wyższą obsadę zwierząt, gorszy stan zdrowotny, mniej korzystny dla zwierząt system utrzymania oraz parametry mikroklimatyczne** (Duchaine i in. 2000, Chang i in. 2001, Kristiansen i in. 2012, Popescu i in. 2014). Z badań Budzińskiej i in. (2014) wynika, że w powietrzu najczęściej reprezentowanymi gatunkami drobnoustrojów z rodziny *Enterobacteriaceae* były:

- *Escherichia coli*,
- *Enterobacter amnigenus*,
- *Aeromonas hydrophila*,
- *Pantoea* spp.

Gronkowce najliczniej reprezentowane były przez takie gatunki, jak:

- *Staphylococcus* spp.,
- *S. lentus*,
- *S. xylosus*,
- *S. cohnii*.

Spśród paciorkowców zidentyfikowano:

- *Enterococcus faecium*,
- *E. faecalis*.
- *Streptococcus salivarius*
- *S. mitis*
- *S. pneumonia*

Z badań Martina i in. (1996) wynika, że w powietrzu chlewni występuje wiele gatunków grzybów:

- *Absidia* spp.,
- *Alternaria* spp.,
- *Cladosporium* spp.,
- *Rhizopus* spp.,
- *Scopulariopsis* spp.

Badania Berlecia i Michalskiej (2006) oraz Budzińskiej i in. (2014) potwierdzają ten fakt i wskazują znacznie mniej korzystny stan i występowanie większej ilości grzybów, w tym pleśniowych:

- *Penicillium ochrasalmoneum*,
- *Aspergillus carbonarius*,
- *Fumigatus*,
- *Versicolor*,
- *Mucor racemosus*,
- *Alternaria alternata*,
- *Acremonium strictum*,

oraz drożdżoidalnych

- *Candida krusei*,
- *C. famata*,
- *C. cifferii*,
- *Saccharomyces cerevisiae*,
- *Cryptococcus terreus*,
- *C. laurentii*,
- *C. glabrata*,
- *C. albidus*.

Zanieczyszczenia mikrobiologiczne mogą się rozprzestrzeniać w postaci tzw. bioaerozoli (**aerozoli biologicznych - aeroplanktonu**). Są to zbiory cząstek biologicznych rozproszonych w powietrzu lub innej fazie gazowej. W jego skład wchodzi: pojedyncze spory, pyłki roślin, komórki bakteryjne lub wirusy; agregaty utworzone z kilku spor, komórek lub innego materiału biologicznego (np. alergenów ssaków), produkty lub fragmenty grzybn, zarodników grzybów i komórek bakteryjnych (np. endotoksyny, miktotoksyny), materiał biologiczny unoszony samoistnie lub niesiony przez większe cząstki niebiologiczne (np. cząstkę pyłu), cząstki organiczne, kurz, złuszczone naskórek. **Tak więc powstające na fermach cząstki (w procesie tuczu, załadunku pasz itp.) są dobrym nośnikiem dla patogennych mikroorganizmów.**

Zanieczyszczenia mikrobiologiczne w postaci bioaerozoli mogą odgrywać istotną rolę w przenoszeniu chorób alergicznych, zakaźnych, a nawet przyczyniać się do epidemii. Bioaerozole stanowią od 5 do nawet 34% zanieczyszczeń powietrza wewnętrznego. **Składniki bioaerozolu mogą wpływać na zdrowie ludzi i zwierząt.** Powstały bioaerozol rozprzestrzenia się podobnie jak aerozol niebiologiczny (np. pył zawieszony), a więc może się przemieszczać z prądami powietrza na znaczne odległości (Kołac 1997). Część mikroorganizmów oczywiście może zamierać. Wiejący wiatr rozrzedza też aerozol, jednak **stężenia niektórych patogenów są bardzo wysokie nawet w oddaleniu od ferm** (Tab. 3). W budynkach trzody chlewnej najczęściej powstaje aerozol saprofityczny bądź mieszany. Najgroźniejszy dla przemieszczania się chorób jest aerozol zakaźny fazy jądrowo-

kropelkowej i pyłu bakteryjnego. Jednym z głównych sposobów rozprzestrzeniania się cząstek aerozoli biologicznych saprofitycznych i zakaźnych jest system wentylacyjno-klimatyzacyjny (Tombarkiewicz i in. 2000). Poprawia on jakość powietrza w chlewni, ale przyczynia się do ich dystrybucji na zewnątrz. Ryzyko kontaminacji powietrza, ścian, posadzki i ściółki w pomieszczeniach inwentarskich zwiększa się, gdy środowisko hodowlane tworzy wilgotny i ciepły mikroklimat, w którym zarówno bakterie, jak i grzyby szczególnie łatwo się namnażają, zwłaszcza mikroorganizmy należące do rodziny *Enterobacteriaceae* oraz rodzaju *Pseudomonas* i *Acinetobacter* (Kluczek 2000). **Taki klimat tworzy się przede wszystkim w pomieszczeniach o rusztowym sposobie chowu.** Rozprzestrzenianie się wielu bakterii zakaźnych i warunkowo-zakaźnych, takich jak *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Pasteurella haemolytica*, *Salmonella typhimurium* i *Staphylococcus aureus*, następuje również drogą aerogenną. Ponadto enterotoksyny występujące w powietrzu pomieszczeń dla trzody chlewnej już w stężeniu 0,12–0,23 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ mają silne działanie uczulające oraz immunogenne (Kończak 1997). Dopuszczalny stopień mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza w chlewni, według Krzysztofika (1986), w przypadku ogólnej liczby bakterii nie powinien przekraczać $2,0\cdot 10^5$ jtk w 1 m^3 . Tymczasem badania przeprowadzone przez Szadkowską-Stańczyk i in. (2010) wykazały w pomieszczeniach chlewnej ogólną liczbę bakterii w zakresie od $4,35\cdot 10^4$ do $1,06\cdot 10^6$ jtk $\cdot\text{m}^{-3}$. Występowanie tak licznej mikroflory w pomieszczeniach dla trzody chlewnej zagraża zdrowiu nie tylko przebywających w nich zwierząt, ale również pracowników ferm.

Tab. 3. Średnie stężenia bioaerozolu bakteryjnego wokół ferm hodowlanych według badań wykonanych w Wielkiej Brytanii*

Wyszczególnienie	Lokalizacja miejsca poboru próby			Typ fermy		
	pod wiatr	u źródła	z wiatrem ¹	nioski	brojlery	świnie
	[jtk/m ³]					
Bakterie	479	3674	2631	2421	5795	1246
<i>Staphylococcus</i> spp.	75	3995	2471	1608	7374	1468

¹ z wiatrem próby pobierano na odległościach do 250 m od budynku fermy

Źródło: Gladding i in. 2020

Dorosły człowiek wykonuje ok. 20–22 tys. oddechów na dobę – wdychając w tym czasie ponad 10 m^3 powietrza (nawet do 20 m^3) łącznie z wszystkimi zanieczyszczeniami w nim zawieszonymi (Cabral 2010; Dacarro i in. 2003). Cząstki biologiczne zawieszone w powietrzu mogą być nie tylko bezpośrednią przyczyną alergii i astmy, ale także czynnikami etiologicznymi wielu innych chorób:

- wirusowe: ospa wietrzna, grypa, mononukleoz, różyczka, świnka (zapalenie przyusznicy), półpasiec, zapalenie opon mózgowych;
- bakteryjne: zapalenie oskrzeli i płuc, nieżyty nosa i oskrzeli; gruźlica płuc, błonica, krztusiec, płonica, promienica płuc;
- grzybicze: aspergiloza płuc (kropidlakowa grzybica płuc), mukormikoza płuc, kryptokokoza płuc, grzybica oskrzeli, geotrychoza płuc, grzybicze zapalenie płuc, grzybica opłucnej i inne.

Fermy drobiu, również należą do ferm stanowiących źródło zanieczyszczeń mikrobiologicznych i jak widać z tabeli nr 3 są to znacznie bardziej problematyczne źródła niż na fermach trzody. Na przemysłowej fermie drobiu do potencjalnych zagrożeń należą:

1. Zaliczone do grupy 3 i przenoszone drogą powietrzną:

- *chlamydia* - ornitoza (szczepy ptasie) wywołująca śródmiąższowe zapalenie płuc,
- wirus *H5N1* wywołujący ptasią grypę,
- *bacillus anthracis* wywołujący wąglik w postaci płucnej, skórnej lub jelitowej,
- *salmonella choleraesuis var. typhi* (pałeczka duru brzuszego).

2. Zaliczone do grupy 2:

- *listeria monocytogenes* (pałeczka listeriozy) powodująca listeriozę mogącą przebiegać pod postacią zapalenia opon mózgowych, gardła, skóry, spojówek, węzłów oraz przewlekłego zapalenia narządu rodowego
- *mycoplasma spp.* (bakteria mikoplazmy) powodująca zakażenie błon śluzowych, zapalenie opon mózgowych, posocznicy
- *staphylococcus aureus* (gronkowiec złocisty) powodujący zakażenia ropne, stany zapalne dróg oddechowych i innych narządów, posocznicy
- *streptococcus spp* (paciorkowiec) powodujący zapalenie płuc, jamy ustnej, dróg moczowych i innych narządów
- *cryptococcus neoformans* (grzyby) powodujący kryptokokozę, zapalenie płuc i opon mózgowych, zwykle u osób z osłabioną odpornością
- *candida albicans* (kropidlak biały) powodujący kandydozę paznokci, skóry lub alergię (Dutkiewicz i in. 2000).

Wyniki badań prezentowane w literaturze przedmiotu świadczą o tym, że liczebność drobnoustrojów oznaczana metodami hodowlanymi jest niedoszacowana, gdyż oznacza się jedynie drobnoustroje „hodowalne”, pomijając „niehodowalne” mikroorganizmy, tak zwane VBNC (ang. viable but nonculturable). Ponadto oznaczane są tylko bakterie, promieniowce

i grzyby, a pomijane są wirusy. Niestety mimo dużego ryzyka środowiskowego i epidemiologicznego kontrola czystości mikrobiologicznej powietrza w prawodawstwie polskim i światowym jest do dziś niewystarczająco uregulowana. Obowiązujące wcześniej normy (PN-89/Z-04008/01; PN-89/Z-04008/08; PN-89/Z-04111/02; PN-89/Z-04111/03) dotyczące zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego zostały uchylone i nie zostały zastąpione nowymi. **Nie oznacza to jednak, że ryzyko negatywnego oddziaływania zmalało, lub zostało wyeliminowane. Stała ekspozycja człowieka i wchłanianie zanieczyszczeń biologicznych przez długi czas może powodować szereg przewlekłych chorób.**

2.3.3. Wektory patogenów

Głównym problemem w rozprzestrzenianiu patogenów są tzw. wektory, czyli organizmy przenoszące je na siebie. Niebezpiecznym jest znaczny wzrost zagrożenia sanitarno-epidemiologicznego od owadów latających i gryzoni jako wektorów czynników chorobotwórczych.

Zagrożenie od owadów latających — muchy (*Muscidae*)

Muchy występujące w pomieszczeniach dla zwierząt to najczęściej muchy domowe (Fot. 9). Na fermach zwierząt, w zakładach mięsnych, gastronomicznych i przetwórnich produktów pochodzenia zwierzęcego, poza muchą domową mogą występować również muchy plujki (niebieska) (*Calliphora vomitoria*) i muchy zielone (*Lucilla sensata*). Mogą one przenosić na swoim ciele 3-5 razy więcej bakterii niż mucha domowa. Plujka burczało jest ponadto doskonałym wektorem chorobotwórczych bakterii z rodzaju *Clostridium* i *Salmonella*. Mucha domowa nie kłuje i nie wysysa krwi (tak robi bolimuszka kleparka, *Stomoxys calcitrans*), ale daje się we znaki swym natręctwem. Jest uciążliwym, przy masowych pojawach, konsumentem potu, wydzielin błon śluzowych, krwi i wycieku z ran ludzi i zwierząt. Muchy są niezwykle dokuczliwe dla ludzi, przeszkadzając w wykonywaniu podstawowych czynności i zadań. Samice i samce bolimuszki kleparki trapią ludzi, bydło, konie i inne zwierzęta domowe, boleśnie kłując i wysysając krew, najczęściej z tylnych nóg zwierząt. Ukłucia powodują bolesną reakcję zapalną skóry zwierząt domowych i ludzi. Bolimuszka może przenosić mechanicznie choroby zakaźne (pałeczki tularemii, prątki trądu, wirusy choroby Heinego-Meina, wąglika) i inwazyjne (trypanosomozy). Może pełnić też rolę żywiciela pośredniego dla niektórych tasiemców drobiu (*Hymenolepis carioca*) i nicieni pasożytujących u koni (*Habronema microstoma*).

Muchy, w poszukiwaniu nowych źródeł pokarmu, potrafią pokonać odległość do 4 km.

W niewielkich zagłębieniach w czułkach znajdują się drobne włoski czuciowe wyłapujące i rozróżniające zapachy, np. fermentujących odchodów zwierzęcych, rozkładającego się mięsa lub warzyw. Muchę domową (*Musca domestica*) silnie przyciąga też amoniak, uboczny produkt rozkładu odchodów i moczu zwierzęcego. Szybko zasiedlają budynki inwentarskie, w których trzymane są zwierzęta. Same zwierzęta są elementem nęcącym dla much, ponieważ przyciąga je pot i brud na ciałach zwierząt inwentarskich. Samica muchy składa w ciągu życia średnio 600 jaj (od 350 do 900 jaj), najchętniej w nawozie zwierzęcym, ale również na każdej substancji organicznej ulegającej fermentacji. Muchy są więc bardzo płodne.



Fot. 9. Przykłady gatunków much towarzyszących fermom zwierzęcym

Źródło: zestawienie własne

W okresie sezonu wegetacyjnego szybko dochodzi do przegęszczenia populacji w budynkach inwentarskim i muchy rozprzestrzeniają się po okolicy (Fot. 10-13). Wielokrotnie notowano plagowe ilości much w mieszkaniach, budynkach użyteczności publicznej i w pomieszczeniach zakładów produkcyjnych znajdujących się w pobliżu budynków inwentarskich i ferm zwierzęcych (<https://14>; <http://15>; <https://16>; <https://17>; <https://18>; <https://19>).



Fot. 10. Stan pułapki na muchy po 3 dniach od zawieszenia w okresie jesiennym (zimnym) w jednym z gospodarstw na terenie wsi Dębowiec (ok. 200 m od fermy)

Źródło: wykonanie własne



Fot. 11. Stan pułapki na muchy po 3 dniach od zawieszenia w okresie jesiennym (zimnym) w jednym z gospodarstw na terenie wsi Dębowiec (ok. 250 m od fermy)

Źródło: wykonanie własne



Fot. 12. Inwazja much po otwarciu okien w domostwie zlokalizowanym w pobliżu fermy trzody w m. Gościeradz (gm. Koronowo) (5 m od fermy)

Źródło: wykonanie własne

Muchy przyjmują pokarm co godzinę, w związku z tym przedostając się do sąsiedniego budynku mieszkalnego czy produkcyjnego brudzą odchodami („pstrzonkami”) ściany, szyby i inne powierzchnie w pomieszczeniach (Fot. 13). W ciągu doby mucha oddaje kał i wyrzuca ślinę ponad 50 razy, zanieczyszczając mikroorganizmami chorobotwórczymi różne przedmioty.



Fot. 13. Odchody much (pstrzonki) na oknach domostw usytuowany w Gościeradzu (gm. Koronowo)

Źródło: wykonanie własne

Larwy muchy domowej odżywiają się wszelkimi substancjami organicznymi, zwykle będącymi w stanie rozkładu. Występują licznie w odpadkach, nawozie, wszelkich gnijących produktach, także w glebie. Larwy i dorosłe owady najpierw rozpuszczają pożywienie śliną lub zwróconymi sokami trawiennymi, a następnie pobierają nadtrawiony płynny pokarm. Do żywności wprowadzają zarazki chorobotwórcze, gdyż na ich ciele można znaleźć miliony mikroorganizmów.

Mucha domowa jest przenosicielem (wektorem) wielu drobnoustrojów chorobotwórczych, gdyż siada nie tylko na produktach spożywczych, lecz również na odchodach i padlinie. Przenosi chorobotwórcze bakterie duru, czerwonki, wąglika, czynniki chorobotwórcze powodujące poliomyelitis i zapalenie spojówek. Odpowiada za rozprzestrzenianie się czynników chorobotwórczych odpowiedzialnych za tzw. zatrucia pokarmowe. Roznosi także formy inwazyjne pasożytów (np. jaja owsików). Jest ona ponadto żywicielem pośrednim dla larw niektórych tasiemców (*Choanotaenia infundibulum*, *Davainea cesticillus*) i nicieni. Jej larwy można znaleźć nawet w ranach zwierząt.

Zagrożenia od gryzoni

Gryzonie związane z człowiekiem (synantropijne), a więc szczury i myszy, żyją w bliskim sąsiedztwie człowieka i mogą wyrządzać znaczne straty gospodarcze w przechowywanej żywności, paszach, ale także w uprawach rolnych (Rys. 4). Szczur zjada dziennie około 28 g pożywienia, wydała 20 grudek kału i pozostawia w produktach 16 ml moczu, zanieczyszczając jeden buszel ziarna, czyli 30 kg. Według innych obliczeń, populacja szczura złożona z 200-700 osobników zjada 8-28 kg pożywienia w ciągu doby. W ciągu miesiąca ubytek płodów rolnych wynosi 240-840 kg, nie licząc produktów uszkodzonych i zanieczyszczonych kałem i moczem. Szczur wędrowny zjada w ciągu 10 dni tyle, ile sam waży, czyli około 28 g pożywienia w ciągu dnia. Więc 100 szczurów spożywa więcej niż tonę suchych produktów w ciągu roku, a 25 szczurów je tyle, ile jeden człowiek. W silnie zasiedlonym magazynie 500 szczurów śniadych pozbawia żywności 20 ludzi.

Gryzonie żerując w przechowywanych produktach skażają je moczem, krwią i śliną, sierścią, odchodami, trupami lub częściami ciała trupów (zęby, ogon, stopy, itp.). W ciągu roku jedna para myszy domowej pozostawia w produkcie, w którym żeruje, ponad 10000 grudek kału i prawie 2 L moczu. Produkty żywnościowe zanieczyszczone przez gryzonie nie nadają się do spożycia, ani przerobu muszą być utylizowane.



Rys. 4. Cechy osobnicze wybranych gryzoni

Źródło: wykonanie własne

W wielu krajach produkty żywnościowe są badane na obecność w niej „aktywności szkodników” („*filth test*”, tj. test na paskudztwo). Produkty są zwracane producentom i umowy są zrywane, jeśli stwierdzi się np. 1-3 włosów z sierści szczura w 100 g czekolady, czy 1 włos szczura w 50 g mąki pszennej. Jeśli produkcja odbywa się w środowisku z aktywnością gryzoni, wówczas można z pewnością stwierdzić, że żywność zawiera pojedyncze włoski z sierści gryzonia. Jeśli są w piekarni, wtedy w każdym bochenku chleba znaleźć można kilkanaście włosków z sierści gryzoni.

Gryzonie gryzą napotkane przedmioty ostrymi siekaczami pokrytymi emalią twardszą niż stal. Szczur wędrowny gryzie z naciskiem 49 Mpa i szybkością 1,5 ugryzienia na sekundę (nawet czasem do 6 ugryzień/sekundę). Synantropijne gryzonie uszkadzają więc konstrukcje i wyposażenie budynków, zabudowań gospodarskich i magazynów. Niszczą warstwę izolacyjną tych pomieszczeń oraz uszkadzają przewody elektryczne i wodociągowe. Gryzonie, a w szczególności szczury, przenoszą ponad 50 groźnych chorób, np. gorączkę szczurzą, leptospirozę (chorobę Weila), salmonellozy, dżumę, włośnicę i inne. Szczury przez ukąszenia mogą przenosić bakterie śrubowca mniejszego (*Spirillum minus*) i gram-ujemnej

pałeczki *Streptobacillus moliniformis*, które wywołują gorączkę szczurzą. Po okresie wylęgania u ugryzionego, który trwa od 5 do 30 dni, rozwija się wokół miejsca ugryzienia miejscowy obrzęk zapalny. To pierwotne ognisko może się wygoić, po czym choroba może się nawracać z jednoczesnym obrzmieniem i bolesnością miejscowych węzłów chłonnych i towarzyszącą gorączką. Następnie bakterie dostają się do krwioobiegu i wywołują ponowne gorączki. Czasem dochodzi nawet do 8 rzutów gorączki z wysypką skórą na tułowi lub bez niej.

Gryzonie roznoszą też krętki zwane *leptospirami*, które zasiedlają kanaliki kręte nerek szczerów oraz innych ssaków domowych i dzikich. Wydalane z moczem, poza organizmem zachowują długo żywotność (szczególnie w wilgotnym środowisku). Przenikają przez skórę do organizmu ludzkiego lub poprzez picie zakażonej wody. Wywołują m. in. chorobę Weila. Po okresie wylęgania trwającym 1-2 tygodnie, choroba ta rozpoczyna się nagle wysoką gorączką, wymiotami, bólami mięśniowymi (szczególnie mięśni brzuchatych łydki) i zapaleniem spojówek. Często występują krwawienia w skórze i twardówce oka. Zdarza się zapalenie opon mózgowych oraz niewydolność nerek prowadząca często do mocznicy i śmierci.

Ze względu na specyfikę produkcji zwierzęcej (dostępność pasz, odchody zwierzęce, martwe zwierzęta, oraz skalę produkcji, ale także odpady organiczne, przechowywanie nawozów naturalnych, czy ich rozwożenie na okolicznych polach, stwarza to ryzyko namnażania się gryzoni, ale także ich migrację w różnych kierunkach. W przypadku bliskości zabudowy mieszkalnej czy działalności gospodarczej związanej z produkcją żywności, pasz, rolnictwem ekologicznym, ale także z budynkami użyteczności publicznej (szkoły, świetlice, sklepy), wzrasta ryzyko przenoszenia patogenów, które wywołują również u człowieka niebezpieczne choroby.

2.3.4. Antybiotyki w przemysłowej produkcji zwierzęcej

Zarówno w Polsce jak i na świecie notuje się **wzrost zużycia substancji leczniczych w produkcji rolniczej**. Głównym problemem jest brak kontroli nad sprzedażą oraz dawkowaniem tych substancji w paszach. W ostatnich kilkunastu latach poważnym zagrożeniem, szczególnie dla ekosystemów wodnych, stały się związki, które mimo bardzo niskiego progu stężenia, niekiedy na granicy czułości urządzeń analitycznych, wykazują duże właściwości toksyczne. Związki te są określane jako emerging contaminants (EC) – nowo

powstające zanieczyszczenia lub contaminants of emerging concern – zanieczyszczenia budzące niepokój w odniesieniu do zmian środowiskowych. Analiza obecności tego rodzaju mikrozanieczyszczeń w ekosystemach wodnych i lądowych rozpoczęła się w latach 90-tych (Luo i in. 2014). Do związków EC zaliczono substancje pochodzenia antropogenicznego, m.in. środki i preparaty higieniczne, kosmetyki, hormony sterydowe, związki chemiczne pochodzące z przemysłu, jak i pestycydy. **Szczególnie istotne z punktu widzenia zmian środowiskowych wywołanych działaniem toksycznym, są substancje farmaceutyczne.** Największy ładunek tego typu zanieczyszczeń pochodzi ze szpitali, gospodarstw domowych, ośrodków weterynaryjnych **czy też gospodarstw hodowlanych, gdzie antybiotyki dodawane są do pasz.**

Wg Światowej Organizacji Zdrowia, jednym z największych zagrożeń dla zdrowia w 2019 roku obok zanieczyszczenie powietrza, odmowy poddawania się szczepieniom i wirusa HIV jest odporność na antybiotyki. Pojęcie antybiotyku obejmuje naturalnie występujące w przyrodzie i najczęściej wytwarzane przez drobnoustroje substancje oraz analogicznie działające związki półsyntetyczne i syntetyczne. Stosowane są one w praktyce medycznej w leczeniu ludzi, ale także w praktyce weterynaryjnej, przy zwalczaniu patogennych bakterii u zwierząt. **Organizacja Narodów Zjednoczonych uznała w 2016 r. antybiotykooporność za główny problem współczesnej cywilizacji w utrzymaniu zdrowia ludzi. Nieracjonalne wykorzystywanie antybiotyków przyczyniło się do powstania lekoopornych szczepów bakterii, na które nie działają antybiotyki ostatniej szansy.** Bakterie poddane działaniu antybiotyków, poprzez różne szlaki metaboliczne wypracowują mechanizmy oporności. Potrafią również przekazywać geny oporności na następne pokolenia, a także pomiędzy bakteriami innego gatunku. Nadmierne i często nieuzasadnione stosowanie antybiotyków, stosowanie ich w nieodpowiednich dawkach lub też poprzez przedwczesne przerywanie kuracji antybiotykowych przyczyniło się do nasilenia budowania mechanizmów oporności przez bakterie. Jednak determinanty oporności przeciwdrobnoustrojowej nie są zjawiskiem nowym i istniały od pojawienia się bakterii na ziemi, czyli na długo przed antybiotykoterapią.

Na podstawie raportu opracowanego przez firmę QuintilesIMS Intitute szacuje się, że wartość globalnego rynku leków w 2021 roku osiągnie 1,5 bln USD netto, co wskazuje na 33% wzrost wartości tego sektora, w stosunku do roku 2016. Prognozy określają średnioroczny wzrost wartościowy globalnego rynku leków w latach 2017-2021 na poziomie od 4 do 7%, czyli spadek wzrostu w stosunku do roku 2014 i 2015, gdzie wskaźnik ten osiągnął 9%. Obecnie trwają prace nad wdrożeniem około 2 200 nowych substancji aktywnych. Corocznie, poczynając od 2017 roku, planuje się wprowadzić do obrotu około 45

nowych substancji lekowych. Liderem na rynku farmaceutycznym są Stany Zjednoczone, generując około 53% prognozowanego wzrostu globalnego. W 2021 r. szacuje się spadek tempa wzrostu o połowę w stosunku do roku 2015, gdzie parametr ten wynosił 12% (<http://20>).

Mimo zmiany polityki w zakresie antybiotykoterapii w leczeniu ludzi, **w UE corocznie z powodu zakażenia bakterią z opornością wielolekową śmierć ponosi 25 000 osób, a 37 000 pacjentów umiera w wyniku bezpośredniego zakażenia szpitalnego**, którego nie udało się wyleczyć dostępnymi antybiotykami. Dodatkowo 111 tys. pacjentów umiera na skutek pośredniego następstwa zakażenia szpitalnego. Koszty dodatkowej opieki zdrowotnej wynikające z problemu antybiotykoodporności są ogromne i wynoszą 1,5 mld euro/rok (European Medicines Agency 2017). Zmniejszenie użycia antybiotyków jest przedstawiane jako najlepsze narzędzie do zahamowania albo zatrzymania powstawania oporności. Informacje na temat zużycia antybiotyków oraz antybiotykoodporności przyczyniają się do utrwalenia wśród konsumentów stereotypów o zwierzętach karmionych wyłącznie paszami z antybiotykami i hormonami. Ma to też negatywny wydźwięk dla eksportu polskiej żywności na rynki UE i pozaunijne.

Antybiotyki w produkcji zwierzęcej

Podobnie jak w leczeniu chorób bakteryjnych u ludzi, stosuje się w produkcji zwierzęcej subterapeutyczne leczenie antybiotykami dodawanymi do paszy. Na *“Second Joint FAO/OIE/WHO Expert Workshop on Non-Human Antimicrobial Usage and Antimicrobial”* opracowano listę substancji przeciwdrobnoustrojowych stosowanych w weterynarii. Lista ta została jednogłośnie przyjęta w czasie Sesji Generalnej OIE w maju 2007 r. (World Organisation for Animal Health 2007). Obejmuje ona substancje przeciwdrobnoustrojowe przeznaczone dla ptaków, pszczoł, bydła, kóz, wielbłądów, koni, królików, owiec, ryb i świń. Podzielono je na trzy grupy: *veterinary critically important*, *veterinary highly important* and *veterinary important*. Do pierwszej grupy należą: aminoglikozydy, cefalosporyny, makrolidy, penicyliny, fenikole, chinolony i tetracykliny. Drugą grupę stanowią: fosfomycyna, jonofory, linkozamidy, pleuromutiliny i polipeptydy. Do trzeciego stopnia ważności zaliczono: kwas fusydowy, nowobiocynę, ortozomycyny, chinoksaliny i streptograminy (Truszczyński i Pejsak 2013). W latach 40' ubiegłego wieku wykazano, że tego typu dodatki, nazywane antybiotykowymi stymulatorami wzrostu (ASW), znacząco poprawiają przyrosty zwierząt i wykorzystanie paszy. Eliminują również częste problemy zdrowotne zwierząt występujące w szczególności w intensywnej produkcji. Ponad czterdzieści lat temu, dokładnie w 1928 r. Aleksander Fleming odkrył penicylinę,

która stała się początkiem rewolucji w leczeniu wszelkich zakażeń bakteryjnych, zarówno u ludzi, jak i zwierząt. **Wraz z powszechnym stosowaniem antybiotyków pojawiło się ryzyko utraty prowadzenia skutecznych antybiotykoterapii.** Zagadnienie to opisano po raz pierwszy w 1969 r. (Gyles 2011, Swann i in. 1969). Od tego momentu zaczęto klasyfikować antybiotyki na paszowe i lecznicze. W 1986 r. w Szwecji całkowicie zaprzestano stosowania ASW w produkcji zwierząt. Kolejnym krajem, który podjął w 1999 r. takie działania, była Dania. W 1995 r. Duńczycy zaczęli monitorować i analizować zużycie antybiotyków w produkcji zwierzęcej. Wprowadzili też krajowy program DANMAP (Danish Antimicrobial Integrated Resistance Monitoring and Research Programme), pozwalający na stałe monitorowanie konsumpcji antybiotyków i rozprzestrzeniania antybiotykooporności wśród ludzi i zwierząt. Umożliwia on również ocenę trendów powstawania i szerzenia się antybiotykooporności oraz planowanie koniecznych interwencji. Naciski środowiska lekarzy i naukowców, których praktyki ograniczenia ASW w produkcji zwierzęcej potwierdziły, że jest to właściwa droga do obniżenia liczby antybiotykoopornych szczepów bakterii, wymusiły na całej Unii Europejskiej rezygnację ze stosowania ASW w produkcji zwierzęcej. Zakaz ten obowiązuje od 2006 r.

Kontrole zużycia antybiotyków w Polsce

Środki przeciwbakteryjne, w tym antybiotyki, są niezbędne w leczeniu wielu chorób zarówno u ludzi, jak i zwierząt. Co kilka lat opracowywany jest Narodowy Program Ochrony Antybiotyków, którego celem jest poprawa bezpieczeństwa pacjentów narażonych na zakażenia wielo-antybiotykoopornymi bakteriami, a także na trudne w leczeniu pozaszpitalne inwazyjne zakażenia bakteryjne (Minister Zdrowia 2016). Świadomość społeczeństwa w zakresie stosowania antybiotyków jest bardzo duża. Zdecydowana większość pacjentów (82%) uważa, że obecnie należy ograniczyć stosowanie antybiotyków, by w przyszłości dalej z nich korzystać. Obecność pozostałości substancji o działaniu przeciwbakteryjnym w żywności niesie negatywne następstwa zarówno zdrowotne, jak i środowiskowe, a także ekonomiczne. **Badania wskazują, że nawet małe dawki antybiotyków przyjmowane przez dłuższy czas przez ludzi z żywnością, czy zwierzęta z paszą, mogą przyczyniać się do powstawania w organizmie lekoopornych szczepów bakteryjnych.** Skutkiem przyjmowania antybiotyków może być także zwiększone ryzyko występowania np. reakcji alergicznych. Do stałego monitorowania obecności substancji niedozwolonych w produktach spożywczych pochodzenia zwierzęcego zobowiązane są organy Inspekcji Weterynaryjnej, a w pewnym zakresie również Państwowej Inspekcji Sanitarnej. Mają one także obowiązek nadzoru nad obrotem i wykorzystywaniem

antybiotyków w hodowli zwierząt. Jednak **wyniki kontroli przeprowadzonej przez NIK w 2018 r. w woj. lubuskim wskazują, że skala i waga stwierdzonych nieprawidłowości i niedociągnięć jest tak duża, iż urzędowy obraz wykorzystywania antybiotyków w hodowlach zwierząt może nie oddawać rzeczywistości (NIK 2018).** Wyniki wskazują, że **aktualnie obowiązujący model nadzoru nad wykorzystaniem antybiotyków w produkcji zwierzęcej w Polsce jest nieskuteczny i nieefektywny.** Głównym problemem jest rzetelna ocena zasadności i prawidłowości stosowania antybiotyków przez hodowców. Nie gwarantuje to ochrony konsumentów przed skutkami nieprawidłowego stosowania antybiotyków w produkcji artykułów spożywczych pochodzenia zwierzęcego. **Brak również danych dotyczących rodzajów stosowanych antybiotyków, dawek, czy czasu podawania. Jak się okazuje kontrole ewidencji leczenia zwierząt nie stanowią skutecznego narzędzia nadzoru nad stosowaniem antybiotyków,** przede wszystkim ze względu na formę i sposób prowadzenia ewidencji leczenia zwierząt. Kontrolerzy muszą opierać się na oświadczeniach hodowców o zaistniałym leczeniu zwierząt bądź jego braku, co uzależnia efekty i ustalenia kontroli od dobrej woli i uczciwości hodowców. **Przypadki braku ewidencji leczenia zwierząt w gospodarstwie stwierdzono we wszystkich skontrolowanych Powiatowych Inspektoratach Weterynaryjnych w woj. lubuskim.** Dużym problemem jest też brak przepływu informacji pomiędzy Wojewódzkim Lekarzem Weterynarii a Powiatowym Lekarzem Weterynarii. Nie ma również możliwości krzyżowej weryfikacji danych z kontroli. **Skala stosowania antybiotyków w produkcji zwierzęcej w Polsce nie jest więc dokładnie znana, co przekłada się na brak rzetelnych danych o rozpraszaniu antybiotyków w środowisku.** Wyniki kontroli NIK w województwie lubuskim wskazują, że **antybiotyki w hodowlach zwierząt stosowane są powszechnie.** Aż 70% hodowców zwierząt, objętych monitoringiem wody i pasz stosowało antybiotyki, a w przypadku drobiu odsetek ten przekraczał 80% (indyków 88% i kurcząt 82%) (NIK 2018). Rosnąca sprzedaż leków weterynaryjnych przeczy zapewnieniom hodowców o niestosowaniu antybiotyków. W ciągu zaledwie pięciu lat (2011-2015) w Polsce sprzedaż antybiotyków weterynaryjnych wzrosła z 475 do ponad 582 tony (ok. 23%). **Polska jest obecnie na 6 miejscu w Europie pod względem zużycia antybiotyków w produkcji zwierzęcej.** Wielkość zużycia kształtuje się na poziomie 138,9 mg/PCU (population correction unit) (European Medicines Agency 2017). Zgodnie z ustaleniami kontroli NIK do przyczyn powszechnego stosowania antybiotyków w produkcji zwierzęcej należy zaliczyć nie tylko względy lecznicze, ale również niezgodne z prawem podawanie antybiotyków w celach pozaleczniczych.

Antybiotyki w wodzie i wpływ na organizmy wodne

Antybiotyki, obok pestycydów uznawane są za jedne z najbardziej szkodliwych mikrozanieczyszczeń wód powierzchniowych i gleby. W ekosystemach naturalnych są elementem niepożądanym ze względu na ich niski poziom biodegradowalności, ale także ze względu na ich słabą rozpuszczalność w wodzie. **Na długo pozostają w środowisku, w którym się znalazły** (Felis i in., 2005, Yu Chang-Ping i in., 2009). Problem antybiotyków głównie dotyczy wód powierzchniowych. **Badania przeprowadzone przez zespół naukowców z brytyjskiego Uniwersytetu York, dotyczące obecności 14 powszechnie stosowanych antybiotyków w rzekach płynących na obszarze 72 krajów na sześciu kontynentach, m.in. w Dunaju, Mekongu, Sekwanie, Tamizie, Menam, Tybrze czy Tygrysie, wykazały obecność substancji leczniczych w 65% monitorowanych punktach.** Maksymalne całkowite stężenie antybiotyków w Tamizie i jednym z jej dopływów na terenie Londynu wyniosło 233 nanogramów na litr. Najczęściej natykano się w rzekach na trimetoprym, który stosuje się głównie w leczeniu infekcji układu moczowego. Często wykrywano również cyprofloksacynę. W największym stopniu przekroczone były z kolei poziomy metronidazolu, leku stosowanym przeciw bakteriom beztlenowym. W punkcie pomiarowym w **Bangladeszu jego stężenie 300 razy przekraczało bezpieczne normy.** Potwierdza to tezę, że zanieczyszczenie antybiotykami jest powszechnym, globalnym problemem. Ustalone niedawno przez AMR Industry Alliance bezpieczne poziomy, w zależności od antybiotyku, wynoszą 20-32 000 nanogramów na litr (ng/l). AMR Industry Alliance jest koalicją firm sektora farmaceutycznego, mającą przeciwdziałać i zapobiegać antybiotykooporności.

Antybiotyki przenikają do gruntu i wód podczas niewłaściwej utylizacji leków w gospodarstwach domowych i innych podmiotach, odcieków z niewłaściwie zabezpieczonych wysypisk odpadów, są wydalane przez zwierzęta po spożyciu pasz z tego typu substancjami leczniczymi. Znajdują się również w ściekach pochodzących z przychodni, klinik i szpitali. Są wydalane przez organizm w formie niezmienionej lub w formie metabolitów stąd stanowią duże zagrożenie dla środowiska. **Liczne źródła antybiotyków powodują, że problem antybiotyków w środowisku nie jest do końca rozpoznany. Wiadomo, że wywołują one ogromne zmiany w środowisku wodnym jak i glebowym, ale mogą zakłócać również ważne i pożądane procesy zachodzące np. w nawozach naturalnych (obornik, gnojówka, gnojowica) czy nawozach organicznych (kompost). Mają one niekorzystny wpływ na organizmy żywe** (Fent i in., 2006, Martin i in., 2012, Ashfaq i in., 2017). **Antybiotyki są również zagrożeniem dla źródeł wód pitnych.**

Mimo, iż badania w zakresie obecności farmaceutyków i ich wpływu na środowisko prowadzone są od ponad 10 lat, to ich zakres jest bardzo wąski, a okres zbyt krótki. **Nie są aktualnie znane i możliwe do przewidzenia długoterminowe konsekwencje związane z kumulacją farmaceutyków w środowisku wodnym (odprowadzanie ścieków) i glebowym (wykorzystanie przyrodnicze osadów ściekowych)** (Kramer et al. 2019). Powszechnie stosowanymi metodami oczyszczania wody powierzchniowej są zaawansowane procesy utleniania. Procesy utleniania polegają na generowaniu rodników hydroksylowych o wysokim potencjale utleniającym. Stosowanie tej metody na skale przemysłowa jest jednak niemożliwe, ponieważ wiązałoby się z ogromnymi kosztami. **Z badań Agencji Ochrony Środowiska wynika, że ilość leków, które co roku trafiają do środowiska jest tak duża, iż szacunkowo jest praktycznie równa rocznemu zużyciu pestycydów.** Z kolei brytyjscy naukowcy alarmowali, że **małe ciekły spływające w okolicach Londynu mogą odprowadzać rocznie około tony aspiryny oraz tony pochodnych morfiny.** W Polsce były prowadzone badania dotyczące stężenia farmaceutyków w Warcie. W każdym z miejsc poboru próbek zidentyfikowano obecność leków. Farmaceutyki z grupy antybiotyków, np. tetracykliny, makrolity czy sulfonamidy są dobrze adsorbowane na osadach dennych. Proces usuwania leków za pomocą np. adsorpcji na osadach dennych niesie ze sobą ryzyko zanieczyszczenia wód powierzchniowych i podziemnych. Wykorzystanie osadów do użyznienia gruntów może spowodować przedostawanie się zaadsorbowanych farmaceutyków do gleb i stąd, w procesie infiltracji, przenikanie do wód gruntowych (Szymonik i in., 2012). **Wiele grup leków i ich metabolitów wbudowuje się w osady ściekowe, które stanowią niebezpieczeństwo ekologiczne ze względu na fakt, że są one często wykorzystywane do rekultywacji terenów lub jako nawóz w gospodarstwach rolnych.** Niewielki procent tych ścieków gromadzony jest w przydomowych zbiornikach bezodpływowych, które niewłaściwie eksploatowane mogą powodować przenikanie zanieczyszczeń do gleby i wód podziemnych. Leki wykorzystywane przez rolników bądź w gospodarce hodowlanej podawane są zwierzętom prewencyjnie, w celu zabezpieczenia ich przed ewentualnymi chorobami. **Mogą one przedostawać się do środowiska wodnego wraz ze spływem powierzchniowym z pól uprawnych lub poprzez bezpośrednią aplikację antybiotyków do wody (jak np. w przypadku stawów rybnych).** Pewien niewielki, ale jednak znaczący z punktu widzenia środowiskowego procent dodatkowej porcji leków może pochodzić z infiltracji wód z okolic cmentarzy (Sosnowska i in., 2003).

Dużym problemem są ścieki poprodukcyjne z zakładów farmaceutycznych, zawierające w swoim składzie substancje lecznicze. Obowiązujące obecnie przepisy prawne nie uwzględniają bezpiecznych norm, jakim powinny odpowiadać takie ścieki. Podobnie sytuacja

przedstawia się w odniesieniu do ścieków oczyszczonych, odprowadzanych do odbiorników wodnych.

2.3.5. Emisja amoniaku (NH_3)

Amoniak jest substancją lotną zaliczana do odorantów. Źródłem powstawania odorantów, w tym amoniaku, siarkowodoru, tlenku azotu, aldehydów, amin, węglowodorów aromatycznych, kwasów organicznych, oraz związków siarki na fermach są zwierzęta, ich odchody, pasza, praca urządzeń i procesy technologiczne. Oddziaływanie obiektu uzależnione jest od jego wielkości, rodzaju zwierząt, sposobu odżywiania, systemu utrzymania, częstotliwości usuwania odchodów, miejsca ich składowania, czyszczenia stanowisk, sposobu wentylacji budynków, parametrów meteorologicznych (temperatura, prędkość i kierunek wiatru, wilgotność), właściwości odchodów (temperatura, pH, uwodnienie oraz stosunek węgla do azotu)(Kodeks przeciwdziałania... 2016).

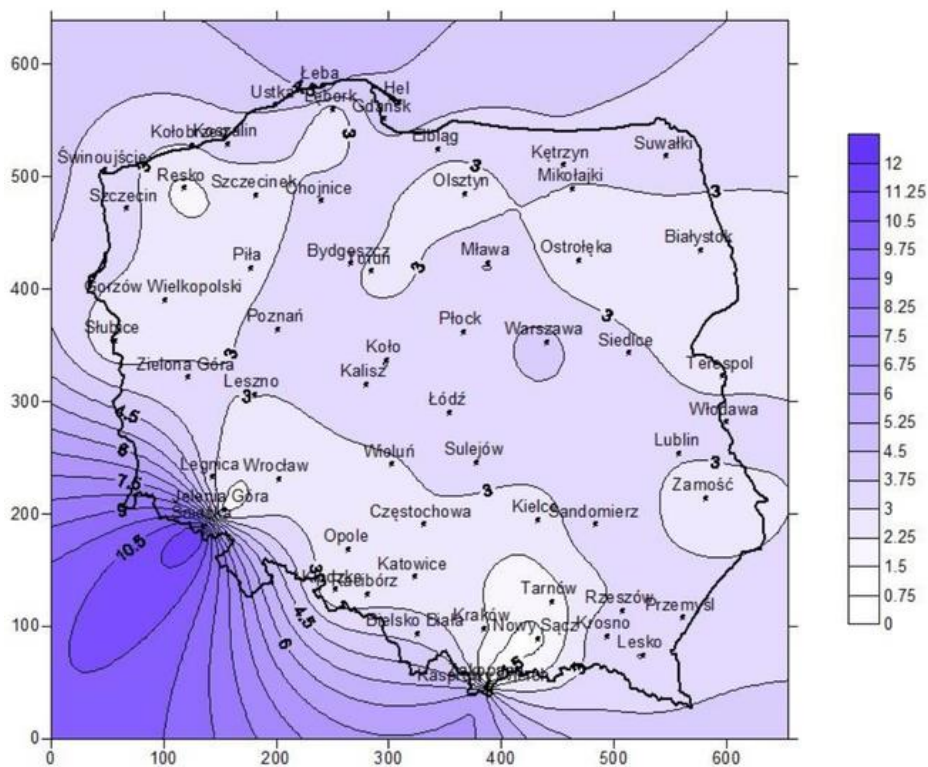
Zanieczyszczenia powietrza nie znają granic i w praktyce są bardzo nieprzewidywalne, jeśli chodzi o ich rozprzestrzenianie się i stężenia. Należy pamiętać, że emisja zanieczyszczeń na fermach zwierzęcych odbywa się w sposób ciągły. Emisja amoniaku następuje na różnych etapach produkcji zwierzęcej – pomieszczenia inwentarskie, w miejscach przechowywania nawozów naturalnych, wywóz poza gospodarstwo, po wywiezieniu na pola, ewentualna emisja w momencie przebywania zwierząt na wybiegach. Emisja amoniaku zależy, m.in. od obsady zwierząt, warunków środowiskowych, sposobu chowu, diety zwierząt. Fermy specjalizujące się w intensywnym tuczu brojlerów, czy też trzody, są większym źródłem amoniaku ze względu na stosowanie w tuczu pasz wysokobiałkowych (Dokument... 2003, Wspólny podręcznik... 2002).

Należy pamiętać, że emisja amoniaku z produkcji zwierzęcej nie jest jedynym źródłem azotu w środowisku. Ponieważ wokół ferm znajdują się pola uprawne, które często są nawożone, zarówno nawozami mineralnymi jak i naturalnymi, one również mogą być źródłem emisji azotu do środowiska - do atmosfery, wód i gleby. Straty te mogą być bardzo duże, o czym świadczą badania wielu autorów (Barszczewski 2004, Gourley i in. 2007, Kupiec 2007, Kupiec i Zbierska 2008, Kupiec 2011, Marcinkowski 2002). Będą więc one dodatkowo powodować kumulacje składników w strefie przyległej do ferm, stwarzając zagrożenie dla sąsiednich ekosystemów. Należy podkreślić, że amoniak nie będzie się deponował tylko na gruntach w bezpośrednim otoczeniu Fermy. Część amoniaku będzie migrować na dalsze odległości i opadać w różnych częściach regionu. **Niemniej jednak z opadami będą również napływać pewne ilości amoniaku spoza analizowanego obszaru, zwiększając tym samym udział tego związku w depozycji. Przy dużym obciążeniu**

gruntów nie tylko azotem z amoniaku ale również innymi zanieczyszczeniami, фермы stanowią poważne zagrożenie dla wód powierzchniowych, ale także dla jakości środowiska glebowego. Wpływ odległości budynków inwentarskich na stężenia amoniaku i jego depozyt jest znaczący. Obciążenie gruntów amoniakiem z depozycji w najbliższym otoczeniu Фермы może być duże.

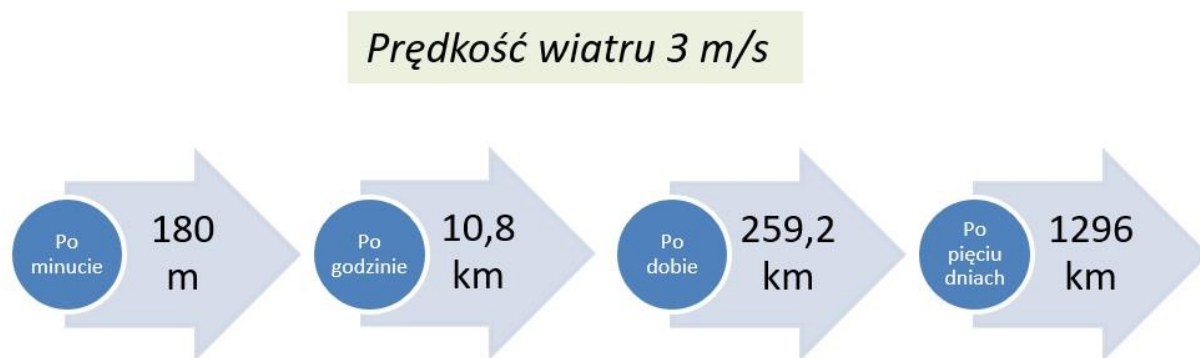
Zanieczyszczenia powietrza emitowane przez фермы zwierzęce mogą rozprzestrzeniać się na bardzo dalekie odległości, nawet kilkaset kilometrów. Oczywiście ich stężenie wtedy maleje i w odległości kilkudziesięciu czy kilkuset km wpływ na środowisko czy życie i zdrowie ludzi jest znikomy. **Niemniej jednak nawet w strefie do kilku kilometrów może wystąpić niekorzystne oddziaływanie, które będzie uciążliwe dla okolicznych mieszkańców. Uciążliwość, przede wszystkim zapachowa, może np. hamować rozwój turystyki, agroturystyki czy rolnictwa ekologicznego w regionie.**

Szybkość rozprzestrzeniania się różnego typu zanieczyszczeń zależy przede wszystkim od prędkości wiatru i szorstkości terenu. Aby uzmysłowić sobie jak szybko zanieczyszczenia potrafią migrować w powietrzu warto zrobić proste obliczenia. Zakładając, iż średnia prędkość wiatru to ok. 3 m/s (średnia dla analizowanego regionu) (Dygulska i Perlańska 2015, Rys. 5) a średnie utrzymywanie się amoniaku w powietrzu to 4-5 dni, po 5 dobach cząsteczki amoniaku mogą pokonać aż 1296 km (Rys. 6).



Rys. 5. Mapa średniorocznych wietrzności Polski [m/s]

Źródło: Dygulska i Perlańska (2015)



Rys. 6. Zasięg rozprzestrzeniania się amoniaku przy prędkości 3 m/s

Źródło: opracowanie własne

Kuczyński (2002) oraz Pictairn i in. (1998) wykazali, iż w fermie brojlerów o obsadzie 120 000 szt. w odległości do 50 m od budynków inwentarskich od strony zawietrznej obciążenie gruntów azotem pochodzącym z amoniaku waha się od 40 do 50 kg N-NH₃ na 1 ha. W odległości 276 m zmniejszyła się do 5 kg N-NH₃. Roelofs i in. (1987) potwierdzają, że **amoniak oddziałuje negatywnie przede wszystkim na tereny położone blisko fermy, gdzie jest deponowany w największych ilościach**. W odległości ok. 15 m średnioroczne stężenia amoniaku wahały się na poziomie 23-63 µg/m³. **Obecność lasu bądź np. parku w bliskim sąsiedztwie fermy zwiększa depozycję amoniaku** (Kuczyński 2002).

Należy również pamiętać, że **niektóre uciążliwe i niebezpieczne, emitowane do atmosfery związki mogą przyczyniać się do powstawiania wtórnych niebezpiecznych dla zdrowia związków**. Emitowany amoniak może być prekursorem takich związków jak **ozon** czy **podtlenek azotu**. Podtlenek azotu jest gazem cieplarnianym, natomiast ozon w zbyt dużych stężeniach może prowadzić np. do zaburzeń czynności płuc u człowieka i zwierząt.

2.3.6. Emisja siarkowodoru (H₂S)

W wyniku działalności ferm wielkoprzemysłowych powstaje wiele różnych związków, z których większość jest pomijana w raportach OOS ze względu na trudności związane z obliczaniem ich emisji. Niemniej jednak związki te towarzyszą tego typu produkcji. **Wpływ części z nich na zdrowie ludzi i zwierząt, czy funkcjonowanie ekosystemów nie została do końca zbadana. W takim jednak przypadku powinna być zastosowana zasada przeczności i ograniczonego zaufania**. Farmy zwierzęce są źródłem nawet kilkuset różnych substancji. Bardzo często w badaniach i analizach dotyczących wpływu różnych substancji na środowisko pomija się tzw. efekt koktajlu (synergizmu). Jednak już w latach '90 zauważono kompleksowe negatywne oddziaływanie związków siarki i azotu na ekosystemy naturalne (Bull i in. 1995).

Siarkowodór (H_2S) jest cięższym od powietrza gazem o nieprzyjemnym zapachu zgnitych jaj, stąd m.in. jego uciążliwość. Związek ten w większych stężeniach jest silnie trujący i działa toksycznie na organizm ludzki. W warunkach normalnych jest to bezbarwny, palny gaz. **Siarkowodór jest wyczuwalny w bardzo niewielkich stężeniach.** Próg wyczuwalności siarkowodoru w powietrzu to od 0,0007 do 0,2 mg/m³. Powyżej 4 mg/m³ zapach jest odczuwany jako bardzo silny. Przy stężeniach przekraczających 300 mg/m³ staje się niewyczuwalny z powodu natychmiastowego porażenia nerwu węchowego. Jako stężenie niebezpieczne dla zdrowia przyjmuje się 6 mg/m³. Stężenie 100 mg/m³ powoduje uszkodzenie wzroku, natomiast przy stężeniu powyżej 1 g/m³ śmierć może nastąpić już w wyniku zaczerpnięcia jednego oddechu. Niebezpieczeństwo zatrucia siarkowodorem zachodzi, m.in. podczas prac związanych z opróżnianiem szamba, wchodzeniem do studzienek kanalizacyjnych lub niewentylowanych pomieszczeń inwentarskich. Dość dobrze rozpuszcza się w wodzie, a jego wodny roztwór zwany jest wodą siarkowodorową, która jest bardzo słabym kwasem beztlenowym.

Często brak życia na dnie jezior, mórz i oceanów jest spowodowany również dużym stężeniem siarkowodoru. Siarkowodór powstaje również w niewielkich ilościach w przewodzie pokarmowym w wyniku rozkładu białek zawierających siarkę i jest jedną z przyczyn nieprzyjemnego zapachu gazów jelitowych. Ze środowiska zewnętrznego wchłania się głównie przez płuca i nieznacznie przez skórę. Wydala się częściowo w stanie niezmienionym tą samą drogą, a częściowo jest przekształcany do tlenków siarki oraz kwasu siarkowego i w tych postaciach wydalany z moczem. Działanie toksyczne polega na porażeniu oddychania komórkowego przez blokowanie oksydazy cytochromowej, prowadzi to do ciężkiego niedotlenienia. Hamuje też działanie innych enzymów zawierających metale oraz wiąże hemoglobinę, zakłócając transport tlenu. Siarkowodór działa bezpośrednio toksycznie na komórki nerwowe. Objawy i mechanizm ostrego zatrucia są zbliżone do zatrucia cyjanowodorem. Przy dużych stężeniach gazu jego przebieg jest gwałtowny - następuje nagle zatrzymanie oddechu i utrata przytomności. Śmierć przez uduszenie następuje w ciągu kilku minut. Lżejsze zatrucia objawiają się drapaniem w gardle, kaszlem, podrażnieniem spojówek i bolesnymi nadżerkami rogówki, mdłościami i wymiotami oraz zapaleniem oskrzeli. Skutkami długotrwałego narażenia na małe ilości siarkowodoru mogą być: bóle i zawroty głowy, łatwe męczenie się, nudności. Często powikłaniami są odoskrzelowe zapalenie płuc oraz obrzęk płuc. W następstwie ostrego zatrucia odnotowano znaczną liczbę przypadków zmian neurologicznych i neuropsychologicznych (Zakład Biotechnologii Medycznej, Wydział Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii Uniwersytetu Jagiellońskiego; Norma PZ-Z-04015-13:1996 „*Ochrona czystości powietrza – Badania*

zawartości siarki i jej związków – Oznaczanie siarkowodoru na stanowiskach pracy metodą spektrofotometryczną”, Stetkiewicz 2011).

2.3.7. Emisja pyłów

Pył zawieszony jest szczególnie szkodliwą substancją obecną w powietrzu, z punktu widzenia ochrony zdrowia i życia ludzkiego. Skład chemiczny pyłu zależy od jego pochodzenia (Donaldson i in. 2000, AQG 2006). **W przypadku chowu drobiu zapylenie powietrza może być duże, ze względu na jego predyspozycje do grzebania.** Przeprowadzone badania ujawniły sugestywny związek w przypadku umieralności związanej z chorobami naczyniowymi mózgu (Beelen i in. 2014, Krzyżanowski 2016). Odkryto również związek ekspozycji krótkoterminowej z umieralnością. Doświadczenie APHEA-2, obejmujące 43 mln osób z 29 miast europejskich (w tym kilku miast polskich) wykazało między innymi, że każde zwiększenie średniego dobowego stężenia PM10 o $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zwiększa ryzyko zgonu w tym samym lub następnym dniu o 0,6% (0,4%–0,8%) (Katsouyanni i in. 2001, Brunekreef i Holgate 2002, Samoli i in. 2003, Samoli i in. 2005). Wpływ zanieczyszczeń pyłowych był silniejszy w przypadku osób starszych, a także w miastach o wyższym stężeniu dwutlenku azotu. Drobne cząsteczki pyłu powstającego w produkcji wielkoskalowej mogą utrudniać oddychanie. Stanowią poważne obciążenie dla serca, obniżają odporność immunologiczną oraz stwarzają warunki do pogłębiania się istniejących już zaburzeń chorobowych. Niekorzystny wpływ na zdrowie człowieka mogą mieć także związane w cząsteczkach pyłów takie związki chemiczne jak NH_4NO_3 oraz $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ (Kurvits i Marta 1998).

PM2.5 to tzw. aerozol atmosferyczny, którego średnica nie jest większa niż 2.5 mikrometra. Tego rodzaju pył zawieszony jest uznawany za najgroźniejszy dla zdrowia człowieka dlatego, że może się przedostać bezpośrednio do krwiobiegu. To właśnie ten rodzaj pyłu zawieszony jest odpowiedzialny za nasilenie astmy, osłabienie czynności płuc, nowotwory płuc, gardła i krtani, zaburzenia rytmu serca, zapalenie naczyń krwionośnych, miażdżycę, niższą masę urodzeniową dziecka i problemy z oddychaniem, gdy dziecko było narażone na kontakt z pyłami w trakcie rozwoju płodowego, nasilenie objawów chorób związanych z układem krwionośnym i oddechowym. Obecnie dysponujemy mocnymi dowodami na to, że narażenie na zanieczyszczenia powietrza takie jak pył zawieszony, wiąże się z większym prawdopodobieństwem nasilenia objawów astmy, a także z większą ilością przyjmowanych leków (Romeo i in. 2005 Weinmayr i in. 2010, Samoli i in. 2011, Rohr i in. 2014, Ding i in. 2015).

Należy pamiętać, że zanieczyszczenia pyłowe są skorelowane z zanieczyszczeniami biologicznymi i ułatwiają ich rozprzestrzenianie (Budzińska i in. 2014). Ich szkodliwość jest więc zwielokrotniona. Drobnoustroje występujące w powietrzu tworzą kompleksy pyłowo-bakteryjne, których skład znacznie ułatwia ich wzrost i przeżywalność. Znaczną ilość drobnoustrojów izoluje się ze ściółki lub z powierzchni podłóg bezściołowych.

2.3.8. Emisja metanu (CH₄)

Metan to najprostszy węglowodór – pojedynczy atom węgla otoczony czterema atomami wodoru. Powstaje zwykle podczas rozkładu mikrobiologicznego lub termicznego większych cząsteczek organicznych. Metan jest bezbarwnym, bezwonny i wybuchowym gazem, który występuje naturalnie w środowisku - pod ziemią, w atmosferze, w oceanach. Mikroorganizmy produkują metan, przetwarzając roślinną materię organiczną w warunkach dużej wilgotności i niedostatku tlenu. To mikroorganizmy są odpowiedzialne za bąbelki metanu wydobywające się z jezior i bagien na całym świecie, z pól ryżowych, wysypisk śmieci, a także żołądków krów i innych przeżuwaczy, ale także owadów (termity).

Emisja metanu często pomijana jest w problematyce zmian klimatycznych, ale też pomijana jest w wykonywanych przez inwestorów Raportach oceny oddziaływania na środowisko (Raporty OOS). Niesłusznie, gdyż metan stanowi istotny czynnik cieplarniany. Występuje w atmosferze w znacznie niższym stężeniu niż CO₂, ale jego potencjał cieplarniany jest prawie 20-krotnie większy. Wiadomo, że dużymi źródłami zanieczyszczeń są rolnictwo i spalanie paliw kopalnych. Wprowadzając do atmosfery gazy cieplarniane, ogrzewamy atmosferę i jednocześnie inicjujemy uwalnianie naturalnego metanu, a temperatura ziemi rośnie.

2.3.9. Emisja podtlenku azotu (N₂O)

Podtlenek azotu powstaje w wyniku naturalnych procesów w oceanach, wodach powierzchniowych, lasach deszczowych oraz w glebie. Jego źródła, powstałe w wyniku działalności człowieka, to nawozy, spalanie paliw kopalnych oraz przemysłowa produkcja środków chemicznych, wymagająca użycia azotu, np. oczyszczanie ścieków. W krajach uprzemysłowionych N₂O stanowi ok. 6% wszystkich uwalnianych do atmosfery gazów cieplarnianych. Podtlenek azotu jest gazem cieplarnianym, podobnie jak CO₂ i metan. Jego molekuly pochłaniają ciepło 310 razy skuteczniej niż CO₂, zatrzymując je w atmosferze. Od początku rewolucji przemysłowej stężenie podtlenku azotu w atmosferze wzrosło o ok. 16%, co oznacza wzmocnienie efektu cieplarnianego o 4-6%.

Na fermach zwierzęcych podtlenek azotu powstaje w pomieszczeniach inwentarskich, ale także w momencie przechowywania odchodów oraz po wywiezieniu nawozów naturalnych na pola. Emisje podtlenku azotu do atmosfery mogą podwoić się do 2050 r. Ten gaz cieplarniany jest często niedoceniany wśród czynników zmian klimatu, ale jego emisje mogą drastycznie osłabić warstwę ozonową chroniącą Ziemię przed promieniowaniem UV. Program Środowiskowy Organizacji Narodów Zjednoczonych, (ang. *United Nations Environment Programme*, UNEP), agenda ONZ ds. ochrony środowiska przygotowała raport, który został przedstawiony podczas odbywającej się w Warszawie konferencji klimatycznej COP19. Autorzy raportu ostrzegają, że podtlenek azotu jest obecnie trzecim najliczniej uwalnianym do atmosfery gazem cieplarnianym. Podczas gdy naturalnie w atmosferze występuje tylko w niewielkich ilościach, działalność rolnicza i przemysłowa znacznie zwiększyła jego stężenie w atmosferze. Rolnictwo odpowiada za 2/3 całkowitej emisji tego gazu. Zdaniem naukowców, emisje podtlenku azotu mogą być ograniczane poprzez zwiększenie efektywności wykorzystania azotu w rolnictwie - poprawę wydajności upraw i hodowli zwierząt oraz ograniczanie straty w wykorzystaniu nawozów.

2.3.10. Emisja odorantów

Jak podaje Ministerstwo Środowiska i Klimatu: *Odczuwanie zapachów jest kwestią indywidualną. Ten sam zapach może wywołać różne reakcje, w zależności np. od oceny źródła zapachu i wrażliwości danej osoby. Określenie jednoznacznych kryteriów uciążliwości zapachowej jest niezwykle trudne, jednak nie ulega wątpliwości, że odory mogą mieć negatywny wpływ na zdrowie człowieka. Długotrwałe narażenie na uciążliwość zapachową może wywołać depresję, znużenie, problemy oddechowe, bóle głowy, nudności, podrażnienie oczu i gardła* (<https://21>).

Odoranty są to wszystkie lotne substancje, które mają zdolność pobudzania komórek nerwowych nabłonka węchowego niezależnie od tego czy wywołują wrażenia przyjemne, czy nieprzyjemne. Szczególną grupą odorantów są odory, którym towarzyszy niemiły zapach. Próg wyczuwalności zapachu pojedynczego zanieczyszczenia lub mieszaniny zanieczyszczeń klasycznie definiuje się jako takie stężenie (c_{th} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]), przy którym zapach wyczuwa około 50% populacji ogólnej. Poziomy c_{th} dla poszczególnych związków są bardzo zróżnicowane, a poziomy c_{th} mieszanin – nieznanne i nieprzewidywalne:

Jednostka zapachowa: *odour unit* - *ou*

Stężenie zapachowe: *odour concentration* - c_{od} [ou/m^3]

Próg wyczuwalności, detection threshold c_{th} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

$$c_{od,th} = 1 \text{ ou}/\text{m}^3$$

Wartości europejskiej jednostki zapachowej odpowiada masa n-butanolu równa $1\text{ou}_E = 123 \mu\text{g}$ (EROM, European Reference Odour Mass).

W celu zapewnienia wspólnej podstawy dla ocen emisji odorantów w krajach członkowskich Unii Europejskiej opracowano w latach 1991-2003 normę europejską EN 13725:2003. Polska Norma PN-EN 13725:2007 jest dosłownym tłumaczeniem angielskiej wersji (z uwzględnieniem poprawki AC:2006). Stężenie zapachowe mierzy się określając stopień rozcieńczenia konieczny dla osiągnięcia progu wyczuwalności. Stężenie zapachowe, odpowiadające progowi wyczuwalności, definiowane jest jako $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Stężenie zapachowe jest więc wyrażane jako wielokrotność progu wyczuwalności. Typowy jest zakres pomiarowy od $10^1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ do $10^7 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (z uwzględnieniem wstępnego rozcieńczenia). Herbut i in. (2010) opisują aż 164 zidentyfikowanych substancji gazowych powstających w procesie chowu zwierząt. Większość z tych gazów, oprócz niekorzystnego oddziaływania na ekosystem, powoduje u ludzi wrażenie uciążliwości zapachowej. Uciążliwość zapachowa nie jest bezpośrednio związana z fizycznym stężeniem w powietrzu zanieczyszczeń gazowych mierzonym aparaturowo. Jest ona oceniana w pomiarach olfaktometrycznych, w których rolę czujników rejestrujących zapach pełnią komórki węchowe zespołu ocenającego (Hławiczka 1993). Jest wyrażana w europejskich jednostkach odrowych. Istotną cechą gazów powstających w obiektach rolniczych jest zazwyczaj bardzo mały próg wyczuwalności węchowej, co powoduje, że są one bardzo dokuczliwe dla mieszkańców i mogą wywoływać takie dolegliwości jak: zatkany, ciekący nos, piekące i łzawiące oczy, bóle głowy, stwarzając tym samym zagrożenia dla zdrowia.

2.3.11. Organiczne związki węgla

Ogólny węgiel organiczny (ang. *Total Organic Carbon, TOC*; pol. *OWO*) jest parametrem służącym do opisywania zanieczyszczeń organicznych (związków węgla). Organiczne związki węgla są bardzo różnorodne, a ich liczba jest praktycznie nieskończona, ze względu na zdolność węgla do tworzenia długo-łańcuchowych cząsteczek. Zanieczyszczenia organiczne mogą pochodzić z rozmaitych źródeł, ponieważ związki „organiczne” to na przykład: cukry proste ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), dwucukry (sacharoza $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), alkohol (np. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), ropa naftowa, PCW, pochodne tworzyw sztucznych, benzochinon ($\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2$), mocznik $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$, oleje, smary, rozpuszczalniki organiczne, itp. W pomiarach najczęściej oznacza się ogólny węgiel organiczny. Jest to badanie niespecyficzne, co oznacza, że za jego pomocą nie zostaną oznaczone konkretne związki chemiczne. Większość próbek to złożone mieszaniny zawierające tysiące różnych organicznych związków węgla. Zamiast tego OWO pozwala określić całkowitą ilość węgla organicznego wchodzącego w skład tych związków.

Powody wykonywania pomiarów OWO są różne dla poszczególnych branż, ale zasadniczo można je podzielić na dwie kategorie:

1. Kontrola procesów
2. Wymóg wynikający z przepisów.

Jedne z najczęstszych zastosowań pomiaru OWO to:

- a) woda pitna - węgiel organiczny reaguje ze środkami chemicznymi przeznaczonymi do dezynfekcji, jak np. chlor i tworzy produkty uboczne procesu dezynfekcji, które mogą być rakotwórcze. Minimalizacja ilości węgla organicznego przed dezynfekcją może znacząco zmniejszyć szkodliwe narażenie społeczeństwa na produkty uboczne procesu dezynfekcji,
- b) oczyszczalnie ścieków - monitorowanie węgla organicznego na dopływie ułatwia kontrolę procesów w celu maksymalnego zwiększenia wydajności oczyszczalni, podczas gdy monitorowanie odpływu jest często wymagane przy odprowadzaniu do wód powierzchniowych,
- c) ścieki przemysłowe - monitorowanie OWO jest wymagane w przypadku gałęzi przemysłu odprowadzających ścieki płynne do wód powierzchniowych,
- d) elektrownie - ograniczanie potencjalnych źródeł związków korozyjnych może zapobiec kosztownym w naprawie uszkodzeniom drogiego sprzętu,
- e) producenci farmaceutyków - woda jest najczęściej stosowanym składnikiem w produkcji leków. Przepisy ograniczają stężenie węgla organicznego, aby zapobiec wzrostowi szkodliwych bakterii.
- f) producenci sprzętu elektronicznego – ultra czysta woda jest stosowana w produkcji mikroprocesorów i układów scalonych. Ponieważ procesory i obwody stają się coraz mniejsze, woda musi pozostawać jak najczystsza, aby zapobiec uszkodzeniu tych drobnych układów.

Limit ogólnego węgla organicznego (OWO) dla poszczególnych gałęzi przemysłu:

- przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi: <30 mg/ (Rozporządzenie MŚ z dnia 24 lipca 2006)
- przemysł półprzewodników < 1ppb C
- przemysł farmaceutyczny <500ppb C
- wytwarzanie energii i pary (stacje uzdatniania wody, bloki energetyczne)

Polska Norma PN-EN 12952-12:2006 –200 ppb

Niemieckie VGB –VGB-S-010-T-00;2011-12.EN < 100 ppb

Amerykańskie EPRI –mówi również < 100 ppb

Węgiel zawarty w substancjach organicznych utleniany jest do:

- dwutlenku węgla - zakwaszającego środowisko wodne,
 - wodoru – powodującego korozję wodorową,
 - azotu związanego, azotu wolnego lub tlenku azotu,
 - pozostałych heteroatomów (np. fluorowce, siarka) -tworzą odpowiednie kwasy lub sole np.:
- a) Benzen: $C_6H_6 + 7,5 O_2 \rightarrow 6CO_2 + 3H_2O$
 - b) Dioksyiny (PCDD): $Cl_6-C_6H_2-O_2-C_6H_2-Cl_2 + 11O_2 \rightarrow 12CO_2 + 4HCl$
 - c) Chloroform: $CHCl_3 + 0,5 O_2 + H_2O \rightarrow CO_2 + 3HCl$

Stężenia OWO w wodach powierzchniowych przedstawiono w tabeli nr 4.

Tab. 4. Przykładowe stężenia OWO w różnych typach wód

TYP WODY	TOC [mg/dm ³] (całkowity węgiel organiczny)	DOC [mg/dm ³] (rozpuszczony węgiel organiczny)	POC [mg/dm ³] (wyplukiwalny węgiel organiczny)
Woda gruntowa	0,7	0,7	-
Woda morska	1,1	1,0	0,1
Woda pitna	2,0	-	-
Woda powierzchniowa (jeziora)	7,7	7,0	0,7
Woda powierzchniowa (rzeki)	8,0	5,0	3,0
Nieoczyszczone ścieki z gospodarstw domowych	200	80	120

Źródło: Mielcarz (2018)

Dla przykładu w wodzie rzeki Mała Panew zaobserwowano stężenia ogólnego węgla organicznego na poziomie 6,1÷29,0 mg C/dm³. Rozpuszczony węgiel organiczny (z ang. *dissolved organic carbon* - DOC) jest przyswajalny głównie dla bakterii, a w mniejszym stopniu innych mikroorganizmów, natomiast jest bardzo słabo wykorzystywany przez zwierzęta. Przeważające postacie DOC są szybko konsumowane, nieprzeważające mogą tworzyć zawiesinę nadając wodzie charakter humotroficzny (dystroficzny), a tworząc nierozpuszczalne kompleksy ulegają sedymentacji.

Znaczna część DOC, np. substancje humusowe (z ang. *dissolved humus substances* – DHS), jest trudno przyswajalna dla bakterii. Przy bardzo dużej ilości DHS i kwaśnym odczynie jony są wiązane w trwałe kompleksy, a woda ulega zakwaszeniu (dystrofizacji). Humizacja akwenu wpływa na skład osadów, zwykle obniża pH, obniża tempo rozkładu materii organicznej, zwiększa się redukcjonalność podłoża i nasilają procesy anaerobowe.

2.3.12. Wytwarzanie wybranych lotnych związków organicznych (LZO)

Intensywna produkcja zwierzęca przyczynia się do znacznej emisji lotnych związków organicznych. Są to różnorodne związki np. (kwasy, alkohole, aldehydy, związki aromatyczne, estry itd.) **odpowiedzialne za nieprzyjemne zapachy oraz negatywnie wpływające na komfort, warunki zdrowotne i efektywność produkcyjną zarówno zwierząt, jak i ludzi** (Blunden, Aneja, Lonneman 2005). **Budynki inwentarskie, przyzmy z odchodami czy zbiorniki na gnojowicę są źródłem emisji wielu związków złownych** takich jak alkohole (oktanol), tiole (metanotiol, etanotiol), sulfidy (siarczek dimetylowy), aminy alifatyczne (trimetyloamina), fenole, ketony (pentanon), aldehydy (furfural), lotne kwasy tłuszczowe (Volatile Fatty Acids), estry, węglowodory aromatyczne jak toluen i ksylen czy też aromatyczne związki heterocykliczne jak indol i skatol, które **również negatywnie wpływają na zdrowie ludzi i zwierząt** (Kim i in., 2007; Mackie i in., 1998; Zahn i in., 1997). Związki złowne powstają również w procesie biogazowania. **Zidentyfikowano ponad 170 takich związków chemicznych o charakterze odorantów**, powstających z masy organicznej:

- kwasy karboksylowe,
- alkohole, fenole,
- aldehydy
- ketony,
- estry,
- heterocykliczne aminy,
- aminy alifatyczne, sylfidy,
- tiole (merkaptany),
- węglowodory,
- halogenoalkany,
- furany,
- estry nieorganiczne

Aldehydy to pochodne węglowodorów, które zawierają przynajmniej jedną grupę formylową CHO. Zazwyczaj są to ciecze lub ciała stałe. Tylko formaldehyd jest gazem. Aldehydy alifatyczne dobrze rozpuszczają się w wodzie, przy czym te, będące pochodnymi cięższych węglowodorów, rozpuszczają się słabiej. Aldehydy aromatyczne nie są rozpuszczalne w wodzie, tylko w rozpuszczalnikach organicznych. Wszystkie aldehydy (z wyjątkiem mrówkowego i akrylowego) cechuje dość przyjemny zapach. **Aldehydy mogą też współtworzyć smog fotochemiczny.**

Ketony to związki organiczne, w których 2 reszty węglowodorowe połączone są mostkiem w postaci grupy karbonylowej C=O. Mostek przebiega bezpośrednio przez atom węgla tej grupy. Są to ciecze lub ciała stałe. Ketony alifatyczne dobrze rozpuszczają się w wodzie i w rozpuszczalnikach organicznych, przy czym te, będące pochodnymi cięższych węglowodorów, w wodzie rozpuszczają się słabiej. Ketony aromatyczne nie są rozpuszczalne w wodzie, tylko w rozpuszczalnikach organicznych. Większość ketonów ma dość przyjemny zapach.

Alkohole to pochodne węglowodorów alifatycznych, w których jeden lub więcej atomów wodoru zostało zastąpionych grupą hydroksylową OH. Wyróżniamy alkohole jednowodorotlenowe (np. etanol) i wielowodorotlenowe (np. glikole, gliceryna). Są to ciecze lub ciała stałe. Alkohole o 1-10 atomach węgla są cieczeniami, powyżej 10 atomów węgla mamy do czynienia z ciałami stałymi. Są dobrze rozpuszczalne w wodzie, z wyjątkiem tych, u których hydrofobowa reszta węglowodorowa jest znacznie większa i przeważa (alkohole wyższe rozpuszczają się w rozpuszczalnikach organicznych).

Tiole (tioalkohole, dawniej merkaptany) to pochodne węglowodorów alifatycznych, w których jeden lub więcej atomów wodoru zostało zastąpionych grupą tiolową SH. Tioalkohole to zazwyczaj bezbarwne ciecze o obrzydliwej woni (1-butanotiol jest bronią skunksa). Tylko metanotiol jest gazem. Gorzej rozpuszczają się w wodzie niż odpowiednie alkohole.

Fenole to związki organiczne, w których przynajmniej jedna grupa hydroksylowa OH połączona jest bezpośrednio z pierścieniem aromatycznym. Są to ciała stałe o ostrych zapachach. Dobrze rozpuszczalne w wodzie, rozpuszczalność wzrasta ze wzrostem liczby grup OH. Najprostszym fenolem z jedną grupą hydroksylową jest **fenol - związek toksyczny. Działa bardzo niszcząco na błony śluzowe i drogi oddechowe. Może doprowadzić do obrzęku krtani, oskrzeli i płuc oraz do martwicy jamy ustnej i przewodu pokarmowego.** Brak informacji na temat wpływu na komponenty środowiska w postaci par, w stanie stężonym wykazuje toksyczność wobec ryb, alg i bezkręgowców. Wysoka biodegradowalność

Aminy to pochodne amoniaku (NH₃), w którym jeden, dwa lub trzy atomy wodoru zostały zastąpione resztami węglowodorów. Zatem wyróżniamy odpowiednio aminy: pierwszorzędowe (z grupą NH₂), drugorzędowe (z grupą NH) i trzeciorzędowe z grupą N. Aminy alifatyczne to zazwyczaj ciecze **o ostrej, rybiej lub amoniakalnej woni.** Tylko metyloamina, dimetyloamina, trimetyloamina i etyloamina są gazami. Dobrze rozpuszczają się w wodzie, źle w rozpuszczalnikach organicznych. Są wyraźnie zasadowe. Aminy

aromatyczne mogą być również ciałami stałymi. Są słabo rozpuszczalne w wodzie, a ich odczyn jest słabo zasadowy.

Estry to związki, będące produktem reakcji grupy hydroksylowej OH alkoholu lub fenolu z grupą karboksylową COOH kwasu. W reakcji wydziela się woda i powstaje ugrupowanie COO. Estry niższych kwasów alifatycznych są bezbarwnymi cieczami o bardzo przyjemnych, zazwyczaj owocowych zapachach i są słabo rozpuszczalne w wodzie. Estry wyższych kwasów są bezwonne i nierozpuszczalne w wodzie.

Jak twierdzą niektórzy autorzy **emisja do środowiska tego typu substancji z ferm wielkoprzemysłowych jest znaczna** (Zwoździak i in. 2016). Wymienione powyżej substancje odorowe będą występować w pomieszczeniach inwentarskich, w powietrzu w otoczeniu ferm i są typowymi produktami biodegradacji biomasy. Przykładowo w powietrzu pomieszczeń dla trzody chlewnej zidentyfikowano ponad 300 związków chemicznych odpowiedzialnych nie tylko za nieprzyjemny zapach, ale także mających wpływ na komfort, zdrowie i wydajność produkcyjną zwierząt oraz komfort i zdrowie ludzi (Schiffman i in., 2001). Źródłem emisji odorantów są systemy wentylacyjne pomieszczeń, w których znajdują się zwierzęta, jak również z miejsc przechowywania pomiotu, na drogach jego przewozu oraz emisja z pól uprawnych nawożonych nawozami naturalnymi.

Poważny, związany z emisją tychże związków dotyczy tzw. baz opłatowych będących w gestii marszałków poszczególnych województw. Zawarta jest w nich większość informacji dotyczących wielkości emisji zanieczyszczeń powietrza, tych samych informacji, które zawiera baza KOBIZE. Niestety nie dotyczy to lotnych związków organicznych, które jako grupa zanieczyszczeń w wojewódzkich bazach opłatowych nie istnieją. Ukryte są tam one m.in. w kategoriach: węglowodory alifatyczne i pochodne, węglowodory aromatyczne i pochodne, węglowodory pierścieniowe aromatyczne i pochodne, alkohole alifatyczne i pochodne, alkohole aromatyczne pierścieniowe i pochodne, aldehydy alifatyczne i pochodne, etery i pochodne, ketony i pochodne, kwasy organiczne, ich związki i pochodne i wielu innych. Wyselekcjonowanie z emisji raportowanych w/w kategoriach tylko tych, które dotyczą LZO nie jest możliwe. Tak więc w przypadku danych emisyjnych dotyczących LZO baza KOBIZE pozostaje jedynym istniejącym w kraju źródłem informacji w tym zakresie.

Jakość powietrza atmosferycznego jest chroniona znowelizowana Ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Obwieszczenie... Dz. U. 2020 poz. 1219) której art. 85 mówi o konieczności zapewnienia jak najlepszej jakości powietrza; natomiast zgodnie z art. 362 ust. 1, organ ochrony środowiska (starosta wg art. 378 ust 1) może w drodze decyzji nałożyć obowiązek ograniczenia oddziaływania inwestycji na środowisko.

Zgodnie z art. 363 wójt, burmistrz lub prezydent miasta może nakazać w drodze decyzji osobie fizycznej, której działalność wpływa negatywnie na środowisko, wykonanie w określonym czasie czynności zmierzających do ograniczenia tego oddziaływania. Do ustawy Prawo ochrony środowiska obowiązują następujące przepisy wykonawcze, które mają znaczenie w kontekście działań mających na celu zmniejszenie uciążliwości odorowej:

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. Nr 16, poz. 87),
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2019 r. w sprawie programów ochrony powietrza oraz planów działań krótkoterminowych (Dz.U. 2019, poz. 1159),
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 października 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. 2019 poz. 1931),
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 sierpnia 2012 r. w sprawie stref, w których dokonuje się oceny jakości powietrza (Dz.U. 2012 nr 0 poz. 914),
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 czerwca 2018 r. w sprawie zakresu i sposobu przekazywania informacji dotyczących zanieczyszczenia powietrza (Dz.U. 2018 poz. 1120),
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 czerwca 2018 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz.U. 2018 poz. 1119).

Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) uznała lotne związki organiczne, które w warunkach normalnych mają temperaturę wrzenia między 50 a 260°C za najistotniejsze zanieczyszczenia powietrza wewnętrznego. Powietrze nieszkodliwe, to takie, w którym całkowita zawartość tych związków jest mniejsza od 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. **Wśród zidentyfikowanych dotychczas ok. 500 lotnych związków występujących w powietrzu wewnętrznym, działanie chorobotwórcze udowodniono tylko niektórym. Natomiast wielu z nich przypisuje się wywoływanie takich objawów, jak: alergie, bóle głowy, wysuszenia lub podrażnienia śluzówki nosa, gardła i oczu, dekoncentracja i inne. Zespół takich objawów nazywany jest „syndromem chorych budynków”.** Jakość powietrza wewnętrznego zależy od jakości powietrza atmosferycznego (zewnętrznego) i od emiterów wewnętrznych.

2.3.13. Emisja NMLZO

Lotne związki organiczne niemetanowe (pol. *NMLZO*, ang. *NMVOC*) zostały zdefiniowane jako wszystkie związki organiczne powstałe w wyniku działalności człowieka, poza metanem, wykazujące zdolność wytwarzania fotochemicznych utleniaczy w reakcji

z tlenkami azotu w obecności światła słonecznego. Definicja została sformułowana w Dyrektywie 2001/81/WE, w oparciu o definicję zawartą w Protokole do Konwencji Genewskiej dotyczącym kontroli emisji lotnych związków organicznych lub ich transgranicznego przemieszczania.

Ilość lotnych związków organicznych niemetanowych **związana jest z przechowywaniem odchodów w budynku i ich zagospodarowaniem**. Ich poziom może być niski, gdy odchody są często usuwane (Włochy, 1999). Z nawozów naturalnych uwalniane są niemetanowe lotne związki organiczne (NMVOC) stanowiące 13,6% krajowych emisji tego gazu. Do emisji tych związków **w największym stopniu przyczyniają się nawozy z hodowli bydła mlecznego, bydła opasowego oraz brojlerów** (odpowiednio 32,61 kt, 22,06 kt oraz 13,77 kt) (GUS 2019).

W funkcjonującym w Polsce, w oparciu o przepisy ustawy – Prawo ochrony środowiska, systemie opłat za korzystanie ze środowiska, nie ma wyodrębnionej grupy NMLZO. Zanieczyszczenia z tej grupy mogą być przyporządkowane do różnych pozycji z załącznika nr 1 do rozporządzenia w sprawie opłat za korzystanie ze środowiska, m.in. alkoholi alifatycznych i ich pochodnych, alkoholi pierścieniowych, aromatycznych i ich pochodnych czy węglowodorów pierścieniowych, aromatycznych i ich pochodnych). W związku z tym podmioty, które składają raport do Krajowej bazy o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji, muszą przeanalizować czy substancje wprowadzane do powietrza z instalacji eksploatowanych przez te podmioty będą kwalifikować się do grupy NMLZO.

Mając na względzie problemy podmiotów z zakwalifikowaniem substancji wprowadzanych do powietrza do grupy NMLZO, KOBiZE podjął się identyfikacji jak największej liczby substancji należących do tej grupy. Zdecydowano, opierając się m.in. na interpretacji Komisji Europejskiej, że najbardziej uniwersalnym kryterium kwalifikacji poszczególnych substancji do grupy LZO jest kryterium prężności pary (ang. *vapour pressure*) związku organicznego - nie mniejszej niż 0,01 kPa w temp. 20°C. W wyniku prac zidentyfikowano 376 substancji należących do NMLZO. Lista zidentyfikowanych przez KOBiZE NMLZO znajduje się w załączniku nr 1 do Materiału dotyczącego regulacji oraz wymagań w zakresie bilansowania emisji Niemetanowych Lotnych Związków Organicznych (NMLZO) z 2015 r. Lista ta nie jest zamknięta. W miarę potrzeb materiał będzie aktualizowany (Materiał...2015).

NMLZO jest jednym z zanieczyszczeń uwalnianych do powietrza, które podlega zgłoszeniu, w przypadku przekroczenia wartości progowej dla uwolnień do powietrza, określonej w załączniku II do Rozporządzenia 166/2006 (próg na poziomie 100 000 kg/rok). Działalności, których prowadzenie może wiązać się z emisją NMLZO, to przede wszystkim

instalacje, w których używane są rozpuszczalniki organiczne, instalacje w przemyśle chemicznym, instalacje spalania paliw, czy odlewnie metali żelaznych, oczyszczalnie ścieków komunalnych. Pełny wykaz instalacji, z których może wystąpić emisja NMLZO, można znaleźć na stronie internetowej dotyczącej E-PRTR, pod adresem: <http://22>.

2.3.14. Emisja kurzu

Kurz (pył) jest zbiorem cząstek ciał stałych o zróżnicowanych kształtach i rozmiarach (0,001-100 mm). Mogą unosić się one w powietrzu nawet do około 1 godziny i mogą być zawieszane w powietrzu w postaci aerozolu, lub osadzać się na różnych powierzchniach w postaci pyłu wysedymentowanego. Kurz zawieszony w powietrzu, a zwłaszcza jego cząstki o rozmiarach poniżej 5 mm, tworzące tak zwaną frakcję respirabilną, mogą potencjalnie przenikać w głąb płuc i stwarzać zagrożenie zdrowotne zarówno w mieszkaniach, jak i w pomieszczeniach przemysłowych.

Kurz występujący w powietrzu pomieszczeń mieszkalnych, określany często jak "kurz domowy". Składa się on w przeważającej większości z cząstek organicznych:

- a) pochodzenia drobnoustrojowego (komórki bakterii, zarodniki i strzępki grzybów, wirusy, toksyny drobnoustrojowe),
- b) ciała i wydalin owadów (prusaków, muchówek i innych) oraz drobnych pajęczaków (roztoczy kurzu domowego z gatunków *Dermatophagoides pteronyssinus* i *Dermatophagoides farinae*),
- c) pochodzących od ludzi i zwierząt domowych (naskórek, włosy, sierść, wydaliny),
- d) pochodzenia roślinnego (fragmenty roślin ozdobnych, pyłki kwiatowe),
- e) drobnych fragmentów tkanin,
- f) resztek pokarmowych i innych składników.

Stężenie kurzu występującego w powietrzu pomieszczeń przemysłowych jest z reguły znacznie większe niż w mieszkaniach, a jego skład zależy od charakteru produkcji (Tab. 5). W przemyśle rolno-spożywczym przeważają cząstki pochodzenia drobnoustrojowego, roślinnego i zwierzęcego, natomiast w przemyśle budowlanym - cząstki nieorganiczne.

Kurz z łatwością osiada na ptakach, urządzeniach znajdujących się w kurniku oraz na ścianach. Kurz osiadający na skórze może powodować zatkanie kanałów gruczołów potowych i łojowych, wskutek czego skóra się odłuszcza, staje się mniej elastyczna i łatwiej ulega mechanicznym uszkodzeniom, czy pęknięciom. Stwarza to możliwość ekspansji mikroorganizmów i wywołania wielu chorób. Szczególnie dotyczy

to zarodników pleśni i grzybów, dla których pyły i kurz są nośnikami. W konsekwencji sprzyja to rozprzestrzenianiu się chorób grzybowych.

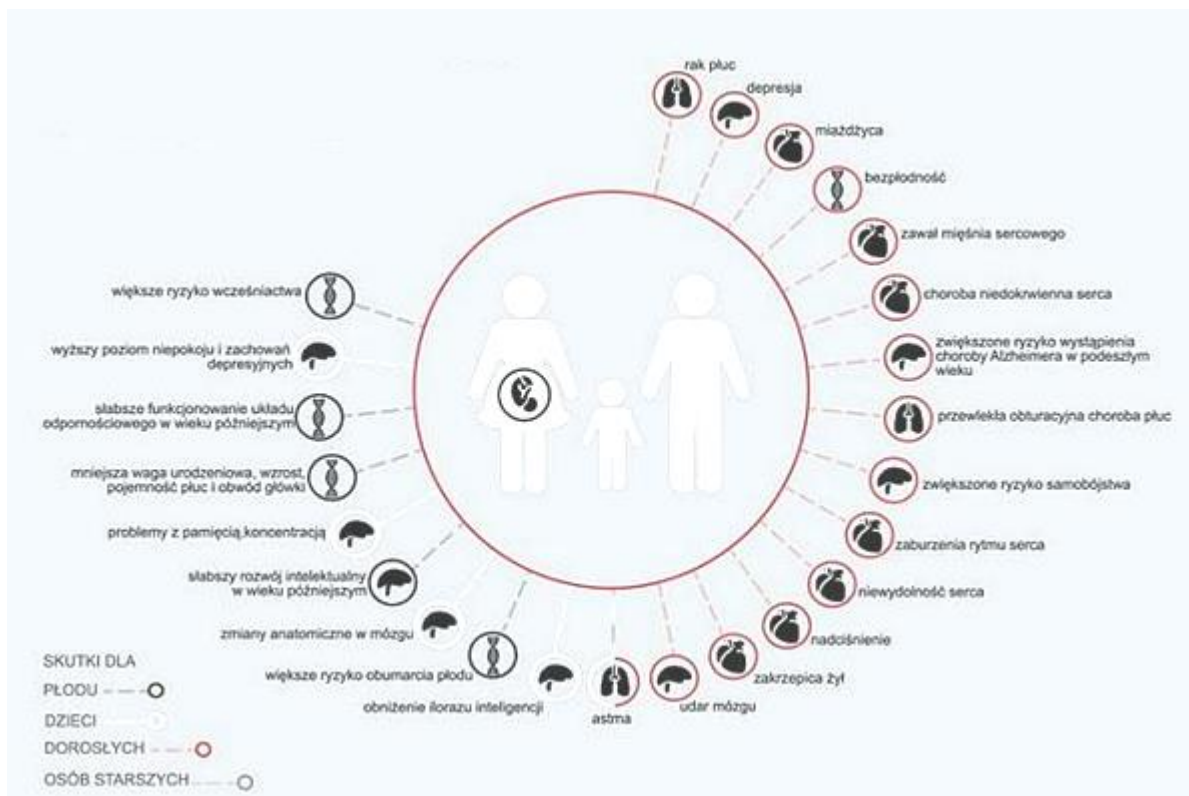
Kurz, który powstaje na fermie, **może być również nośnikiem odoru**, a więc może nasilać niekorzystne odczucia węchowe. Na obszarach o dużej koncentracji produkcji trzody chlewnej, cząsteczki kurzu **mogą być np. potencjalnym nośnikiem chorób pomiędzy poszczególnymi fermami**. Jeśli takie zjawisko jest notowane wśród trzody, to istnieje duże ryzyko, że **choroby mogą się rozprzestrzeniać również ze zwierząt hodowlanych na zwierzęta dzikie**.

Zawieszony w powietrzu (aerogeny) **kurz może być przyczyną licznych chorób układu oddechowego, skóry i spojówek u człowieka i zwierząt** (Rys. 7). Mają one najczęściej podłoże alergiczne (uczuleniowe) lub toksyczne, ale przede wszystkim immunotoksyczne. Polega to na zaburzeniu funkcji układu odpornościowego przez niektóre składniki kurzu o wysokiej aktywności biologicznej. Do najczęstszych chorób alergicznych, które mogą być wywoływane przez kurz, należą:

- a) astma oskrzelowa (w tym specyficzna postać astmy wywoływana przez kurz domowy),
- b) alergiczny całoroczny nieżyt nosa,
- c) alergiczny sezonowy nieżyt nosa (pyłkowica),
- d) alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych (AZPP),
- e) alergiczne zapalenie oskrzeli,
- f) pokrzywka,
- g) wyprysk powietrzno-pochodny,
- h) alergiczne zapalenie spojówek.

Narażenie na kurz może prowadzić również do chorób immunotoksycznych:

- a) syndromu toksycznego wywołanego pyłem organicznym (Organic Dust Toxic Syndrome, ODTs),
- b) miktotoksykoz (chorób wywoływanych przez trujące metabolity grzybów),
- c) bisynozy (choroby wywoływanej przez pył z bawełny),
- d) gorączki nawilżaczowej.



Rys. 7. Problemy zdrowotne wynikające z oddziaływania kurzu na człowieka

Źródło: <http://23>

Narażenie na kurz zawierający szkodliwe składniki drobnoustrojowe może być także jedną z przyczyn przewlekłego zapalenia oskrzeli oraz choroby określanej jako "syndrom chorego domu" (z ang. *sick house syndrome, building-related disease*). U osób narażonych na kurz stwierdza się często podrażnienie błon śluzowych (Mucous Membrane Irritation, MMI). Rzadziej natomiast kurz może być przyczyną chorób zakaźnych, chorób nowotworowych oraz pylic, które spotyka się przeważnie w środowisku przemysłowym w wyniku narażenia na szkodliwe składniki nieorganiczne, takie jak krzemionka, lub azbest (Cox i Wathes 1995, Morey i in. 1990, Buttner i in. 1997, Directive 2000/54/EC, Dutkiewicz i Mołocznik 1998, Dutkiewicz 1999, Dutkiewicz i Górny 2002, Dillon i in. 1996, Johanning i Yang 1994, Górny i Dutkiewicz 2002, Samson i in. 1994, Indulski 1999, Horak i in. 1994, Lacey i Dutkiewicz 1994, Rylander i Jacobs 1994).

Kurz nie był dotąd zaliczany do ważnych czynników mających wpływ na środowisko otaczające fermę, ale w wielu przypadkach ma on wpływ na środowisko, szczególnie w suche lub wietrzne dni. Łatwo przenoszony może osiadać na roślinach powodując zatykanie przetchlinek i powodować utrudnienia w procesach asymilacji i fotosyntezy. W przypadku zwierząt dzikich może powodować utrudnienia w oddychaniu, szczególnie w bliskiej odległości od fermy, ale także kurz może stać się nośnikiem patogenów.

W budynku dla brojlerów utrzymywanych na ściółce, kurz jest uznawany za **główny czynnik utrudniający procesy oddechowe zwierząt oraz osób obsługujących kurnik**. Emisja unoszącego się kurzu (małe cząstki) ze ściółki oraz w systemach klatkowych kształtuje się odpowiednio na poziomie 2,3 i 0,14 mg/h na kurę. System utrzymania na ściółce powoduje ewidentnie wyższą koncentrację unoszącego się kurzu w budynku (odpowiednio 1,25 i 0,07 mg/m³). Różnicę w emisji kurzu można wytłumaczyć większą aktywnością kur w systemach bezklatkowych.

W systemach ściółkowych szczególną wagę należy przyłożyć to tego, aby utrzymywać ściółkę czystą, suchą i zawsze wolną od grzybów. **Zarodniki grzybów mogą wchodzić w skład kurzu**. Mała prędkość przepływu powietrza w okolicy posadzki także może zredukować zanieczyszczenie powietrza cząstkami kurzu. W systemach, w których farmerzy mieszają odchody wielokrotnie podczas okresu tuczu, a zawartość suchej masy w odchodach wzrasta, wytwarzane jest więcej kurzu. Przy ściółkowym systemie utrzymania z częściowo wentylowanym podłożem koncentracja kurzu jest również większa.

Powstawanie kurzu jest istotne, jako że **może on być dużą uciążliwością dla zwierząt i ludzi**. Poziom i zmienność emisji do atmosfery są zależne od wielu czynników, które mogą także oddziaływać na siebie wzajemnie. Do tych czynników należą:

- a) system utrzymania i system gromadzenia odchodów
- b) system wentylacji i wydajność wentylatorów
- c) system grzewczy i temperatura wewnątrz budynku
- d) ilość i jakość odchodów,
- e) strategii żywienia (skład pasz, poziom białka),
- f) rodzaj ściółki,
- g) system pojenia,
- h) liczba zwierząt.

Maksymalne stężenia pyłu na stanowiskach pracy zgodne z obowiązującymi normami dla pyłu wdychalnego oraz respirabilnego, reguluje Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r.

Poziom stężenia kurzu w budynkach z kurami nioskami oraz brojlerami waha się od 2 do 10 mg/m³, a kurzu lotnego od 0,3 do 12 mg/m³. Jest on wysoki w porównaniu z limitami długoterminowej ekspozycji ludzi na kurz lotny, które wynoszą 10 mg/m³, a dla zwierząt 3,4 mg/m³. Większa wymiana powietrza zmniejsza koncentrację emisji (Silsoe Research Institute, 1997, Holandia, 2001). Generalnie większe zapylenie występuje w chowie ściółkowym niż w klatkowym (Hartung i Monteny 2000). Poziomy emisji wykazują dużą zmienność i mogą nawet 10-krotnie przewyższać wartości emisyjne podane w tabeli nr 6

(LNV, 1994, Włochy, 2001, Holandia, 2000, Silsoe Research Institute, 1997, Holandia, 2001).

Tab. 5. Składniki kurzu i ich udział w kurnikach

Składnik kurzu	Udział
Crude fat	2,30%
Phosphorus	0,82%
Lysine	0,38%
Methionine	0,18%
Cystine	0,30%
Threonine	0,46%
Calcium	3,97 %
Sodium (Na)	0,32%
Magnesium (Mg)	0,77%
Methionine hydroxy analogue (MHA)	0,014%

Źródło: <https://24>

Tab. 6. Wskazania poziomów emisji z budynków drobiarskich (kg/szt./rok)

Drób	Kurz ¹⁾	
	osiadający	lotny
Kury nioski	0,03	0,09
Brojlery	0,119-0,182	0,014-0,018
Indyki	brak danych	
Kaczki		
Perlice		
1) średnie wyniki pomiarów		

Źródło: Silsoe Reseach Institute (1997)

Dużym problemem kurzu są drobnoustroje które mogą być czynnikiem chorobotwórczym dla zwierząt hodowlanych obsługi ale także zwierząt dziko żyjących. Wśród mikroorganizmów, które najczęściej związane są z cząstkami aerogennego kurzu, największe znaczenie chorobotwórcze mają następujące czynniki, lub grupy czynników:

1. **Bakterie Gram-ujemne** - są to niewielkie (przeciętnie 1-3 mm) pałeczkowate bakterie, barwiące się na różowo metodą Grama, różnicującą bakterie na dwie duże grupy. Występujące pospolicie w kurzu pałeczki Gram-ujemne pochodzenia roślinnego i zwierzęcego mogą być przyczyną chorób alergicznych (astma,

AZPP), a także wytwarzają endotoksynę, która może wywoływać choroby o podłożu immunotoksycznym, takie jak ODTS, bisynoza lub gorączka nawilżaczowa. Szczególne znaczenie chorobotwórcze ma pałeczka *Pantoea agglomerans* (synonim: *Erwinia herbicola*), występująca pospolicie na powierzchni wielu roślin i w aerogennym kurzu pochodzenia roślinnego. Źródłem znajdujących się w kurzu chorobotwórczych alergenów i endotoksyny, mogą być również inne pałeczki Gram-ujemne, a zwłaszcza *Acinetobacter calcoaceticus*, *Alcaligenes faecalis*, *Rahnella aquatilis*, *Klebsiella oxytoca*, *Enterobacter* spp. i *Pseudomonas* spp. W pewnych okolicznościach, do kurzu mogą przeniknąć niektóre gatunki bakterii Gram-ujemnych wywołujących choroby zakaźne: *Klebsiella pneumoniae* wywołująca zapalenie płuc, *Legionella pneumophila* wywołująca legionelozę, *Francisella tularensis* wywołująca tularamię, *Yersinia pseudotuberculosis* wywołująca rodencjozę, a także pałeczki z rodzaju *Salmonella* będące przyczyną salmonelozy.

2. **Endotoksyny bakteryjne** - są to biologicznie aktywne wielkocząsteczkowe lipopolisacharydy (LPS), występujące w najbardziej zewnętrznej warstwie ściany komórkowej bakterii Gram ujemnych. Uwalniają się łatwo do środowiska zewnętrznego poprzez fragmentację ściany komórkowej, która uwypukla się i następnie odłącza w postaci sferycznych cząsteczek (microvesicles) mierzących średnio 30-50 nm. W pyłach organicznych endotoksyny występują głównie w tej postaci, skupiając się w najdrobniejszej części frakcji respirabilnej o średnicy ziaren poniżej 0,1 μm . Fakt ten zwiększa ryzyko ekspozycji na endotoksyny, a dalszym czynnikiem potęgującym to ryzyko jest termostabilność tych substancji, które mogą występować w pyłach w dużych ilościach po śmierci i wyschnięciu wytwarzających je bakterii. Stężenie endotoksyn bakteryjnych w kurzu organicznym jest zwykle wysokie i zawiera się w przedziale 100,0 - 1000 000,0 ng/gram (0,1 - 1000,0 $\mu\text{g}/\text{gram}$). Endotoksyny wdychiwane przez człowieka wraz z kurzem aktywują nieswoiście makrofagi płucne, które wydzielają liczne substancje o silnym działaniu biologicznym, określane jako mediatory reakcji zapalnej (cytokiny, aktywne biologicznie lipidy, enzymy, koagulogeny, metabolity tlenowe). Powodują one odczyn zapalny w płucach, gorączkę, zaburzenia w wymianie gazów i skurcz oskrzeli. Objawy te obserwuje się w przebiegu syndromu toksycznego wywołanego pyłem organicznym (ODTS) i innych chorób o podłożu immunotoksycznym wywołanych przez kontakt z kurzem. Stwierdzono

również, że endotoksyny wdychiwane wraz z kurzem domowym mogą zaostrzać przebieg astmy oskrzelowej.

3. **Bakterie Gram-dodatnie** - stanowią zwykle w kurzu najliczniejszą grupę mikroorganizmów. Jest to duża grupa bakterii barwiąca się na fioletowo metodą Grama, o bardzo zróżnicowanych kształtach (kulisty, owalny, laseczkowaty, maczugowaty) i rozmiarach (przeciętnie 1-10 mm). Chociaż występujące stale lub sporadycznie w kurzu bakterie Gram-dodatnie przedstawiają na ogół mniejsze zagrożenie zdrowotne w porównaniu z uprzednio omówionymi bakteriami Gram-ujemnymi, to niektóre z nich są znanymi czynnikami chorobotwórczymi. I tak, gronkowce (*Staphylococcus aureus*) i paciorkowce (*Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus pneumoniae*) mogą być przyczyną zakażeń ropnych, anginy i zapalenia płuc. Maczugowce *Corynebacterium diphtheriae* wywołują błonicę, prątki *Mycobacterium tuberculosis* i *Mycobacterium bovis* - gruźlicę, a laseczki *Bacillus anthracis* - wąglika. Niektóre z bakterii Gram-dodatnich (*Bacillus subtilis*, *Arthrobacter globiformis*) wykazują właściwości alergizujące i mogą być przyczyną AZPP. Ponadto, syntetyzowany w ścianie komórkowej bakterii Gram-dodatnich peptydoglikan może przenikać do kurzu i wywoływać reakcje immunotoksyczne u narażonych osób.
4. **Termofilne promieniowce** - są nitkowatymi, zarodnikującymi bakteriami, które rozwijają się w wysokiej temperaturze, np. w wilgotnych surowcach w których następuje proces samozagrzewania do temperatury 55-70°C, w kompoście, lub w zanieczyszczonych urządzeniach klimatyzacyjnych. Liczne gatunki mikroorganizmów z tej grupy (*Saccharopolyspora rectivirgula*, *Thermoactinomyces vulgaris*, *Thermoactinomyces thalophilus*, *Saccharomonospora viridis*, *Thermomonospora fusca*) są znaną przyczyną alergicznego zapalenia pęcherzyków płucnych (AZPP).
5. **Mikroskopijne grzyby** - zaliczane do pleśni i drożdżaków należą do najbardziej szkodliwych czynników biologicznych występujących w kurzu. Największe zagrożenie stanowią zarodniki i strzępki grzybni pleśni (głównie z rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium*), rozwijających się na zawilgoconych ścianach budynków, składowanych surowcach roślinnych i zwierzęcych oraz butwiejących szczątkach organicznych. Mogą one być przyczyną chorób alergicznych (astmy, AZPP) i grzybicy płuc (aspergilozy). Niektóre gatunki pleśni z tej grupy mogą ponadto wytwarzać różne substancje trujące: metabolity o budowie cyklicznej

zwane mikotoksynami o działaniu toksycznym, teratogennym, mutagennym i rakotwórczym; lotne metabolity niskocząsteczkowe; glukany ściany komórkowej o działaniu immunotoksycznym. Niektóre grzyby pleśniowe rozwijające się na roślinach. (głównie z rodzajów *Alternaria* i *Cladosporium*) wytwarzają w sezonie letnim duże ilości zarodników, które mogą dostawać się przez otwarte okna do pomieszczeń i po wdychaniu wraz z kurzem wywoływać u mieszkańców choroby alergiczne, takie jak: alergiczny nieżyt nosa, astma i zapalenie spojówek.

2.4. Funkcjonowanie ferm zwierzęcych i ich wpływ na otoczenie

2.4.1. Odchody i ich zagospodarowanie

Wytworzone na fermach odchody stałe (obornik, pomiot, odchody zwierząt futerkowych) lub płynne (gnojówka, gnojowica, woda gnojowa) musi być przez jakiś czas magazynowana do momentu jego wywiezienia poza fermę (sprzedaż na potrzeby rolnicze, biogazowni, pieczarkarni, kompostowni itp.) lub wywiezienia na pola własne, należące do właściciela fermy. To ostatnie staje się niezwykle rzadkie, ze względu na coraz większą specjalizację produkcji. Obecne systemy chowu to systemy zamknięte, nie wymagające gruntów na potrzeby, np. urządzenia wybiegów, czy powierzchni pod uprawę roślin paszowych. W chowie i hodowli wykorzystuje się obecnie pasze przemysłowe zakupione z zewnątrz. Istnieje więc problem zagospodarowania nawozów naturalnych, zgodnie z dobrą praktyką rolniczą.

Gospodarka odchodami budzi zawsze najwięcej kontrowersji i rodzi konflikty przestrzenne. Właściciele ferm zwierzęcych praktycznie nie mają obowiązku posiadania gruntów rolnych, dla zagospodarowania odchodów zwierzęcych. Ponieważ chów, czy hodowla mają charakter ciągły, zbycie nawozów musi być dobrze zorganizowane i precyzyjne. Zgodnie z obowiązującym ustawodawstwem podmioty prowadzące produkcję rolną oraz podmioty prowadzące działalność, o której mowa w art. 102 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne, są zobowiązane do dostosowania powierzchni lub pojemności posiadanych miejsc do przechowywania nawozów naturalnych do wymogów określonych w Programie, w terminie do:

- 1) 31 grudnia 2021 r. – w przypadku podmiotów prowadzących chów lub hodowlę zwierząt gospodarskich w liczbie większej niż 210 DJP, w tym podmiotów prowadzących chów lub hodowlę drobiu powyżej 40 000 stanowisk lub chów lub

hodowlę świń powyżej 2 000 stanowisk dla świń o wadze ponad 30 kg lub 750 stanowisk dla macior;

- 2) 31 grudnia 2024 r. – w przypadku podmiotów prowadzących chów lub hodowlę zwierząt gospodarskich w liczbie mniejszej lub równej 210 DJP.

Inwestorzy deklarujący brak magazynowania odchodów na terenie fermy muszą posiadać sprawnie rozwinięty system jego dystrybucji. Ważna jest ciągłość odbioru, w przeciwnym wypadku stwarza to pole do nadużyć i łamania przepisów w zakresie chociażby przechowywania nawozów naturalnych (odpowiednie miejsce, długość okresu przechowywania). Przy tak dużych inwestycjach zachowanie ciągłości odbioru jest niemal niemożliwe. W przypadku deklaracji przekazywania nawozów naturalnych do rolniczego wykorzystania na podstawie zawartych umów z rolnikami, trzeba zgrać odbiór z zabiegami stosowanymi w gospodarstwach, które często uzależnione są od pogody, sezonu, uwarunkowań prawnych i zaleceń. Rolników dodatkowo obowiązują obostrzenia wynikające z ograniczeń, dotyczących dawek i terminów stosowania nawozów naturalnych. Poza tym w każdym gospodarstwie sytuacja bywa dynamiczna i nie zawsze rolnik ma możliwość odbioru nawozu. Co w takim przypadku dzieje się z nawozami naturalnymi? Największym problemem są nawozy płynne (gnojówka, gnojowica), ponieważ one potrzebują specjalnych zbiorników do przechowywania. Problematyczny jest okres zimowy, w którym jest zakaz stosowania nawozów naturalnych na polach. Produkcja zwierzęca na fermach jednak się odbywa, zwierzęta wydalają. To rodzi kolejne pole do nadużyć i łamania przepisów. Alternatywnie, inwestorzy deklarują sprzedaż nawozów do biogazowni, czy pieczarkarni. Tych jednak jest niewiele w skali kraju i mają ograniczone możliwości przerobowe (<http://25>). Z obserwacji własnych wynika, że są one oddalone najczęściej dość znacznie od ferm, w związku z tym codzienne wywożenie odchodów jest bardzo kosztochłonne i trudne logistycznie do wykonania. **Jest to duży wydatek finansowy w skali roku biorąc pod uwagę to, że nawet kilkadziesiąt pojazdów musi pokonywać trasę w obie strony w ciągu doby.**

Żeby ocenić poprawność zagospodarowania pomiotu, takie informacje są niezbędne. Tutaj potrzebna jest szersza analiza. Sama deklaracja zbycia do bliżej nieokreślonej biogazowni, pieczarkarni czy rolników jest niewystarczająca.

Podmiot prowadzący produkcję rolną oraz podmiot prowadzący działalność, o której mowa w art. 102 ust. 1 ustawy Prawo wodne, który prowadzi chów lub hodowlę drobiu powyżej 40 000 stanowisk lub chów lub hodowlę świń powyżej 2 000 stanowisk dla świń o wadze ponad 30 kg lub 750 stanowisk dla macior:

- 1) **opracowuje plan nawożenia azotem,**

2) może zbyć do 30% gnojówki i gnojowicy do bezpośredniego rolniczego wykorzystania, na podstawie umowy zawartej w formie pisemnej pod rygorem nieważności, a pozostałą ilość, przeznaczyć do produkcji biogazu rolniczego lub zagospodarować na użytkach rolnych, których jest posiadaczem i na których prowadzi uprawę roślin. Strony przechowują zawartą umowę co najmniej przez 3 lata od dnia jej wygaśnięcia.

Niestety obiekty fermowe często są sztucznie dzielone (*salami slicing*) na kilka, czasem kilkadziesiąt mniejszych obiektów posiadających odrębną osobowość prawną, przez co mogą unikać pozwoleń zintegrowanych oraz omijać szereg innych przepisów środowiskowych. Należy również wziąć pod uwagę to, że nawożenie pól rozszerza bezpośrednio oddziaływanie fermy, ze względu na dyspersję przestrzenną użytków nawożonych, rozrzuconych często w okolicy.

2.4.2. Wpływ ferm zwierzęcych na wody powierzchniowe

Ekosystemy wodne są szczególnie wrażliwe na zanieczyszczenia dopływające ze źródeł rolniczych. Zakres krytycznych obciążeń dla siedlisk uwilgotnionych to ok. 5-10 kg N/ha (Tab. 7). Podejmując decyzję o wydaniu zgody na realizację przedsięwzięcia w postaci intensywnej, skoncentrowanej produkcji zwierzęcej, należy wziąć pod uwagę uwarunkowania hydrograficzne w danej okolicy. Gęsta sieć cieków, kanałów, czy też duże powierzchnie wód jeziornych, tereny o charakterze źródłiskowym, duży udział torfowisk, terenów zmienno-wilgotnych, powinny ograniczać lub całkowicie wykluczać budowę ferm przemysłowych. W dobie problemów z wodą temat retencji jest ważniejszy niż kiedykolwiek, dlatego, że tzw. mały obieg wodny warunkuje rozwój rolnictwa, ale wpływa także na stan ekosystemów naturalnych. Ponadto, ciek wodny mają charakter „tranzytowy”. Oznacza to, że zanieczyszczenia wprowadzane w jednym miejscu wpływają na funkcjonowanie ekosystemów, które są oddalone, niekiedy znacznie od źródła emisji.

Inwestycje tego typu, nie powinny być również lokalizowane **na terenach objętych podtopieniami**. Na takim terenie wahania wód gruntowych są znaczne i są one bezpośrednio powiązane z akwenami powierzchniowymi, ale także z wodami podziemnymi. Tego typu obszary są narażone na wymywanie składników biogenych zdeponowanych w glebie, ale także innych zanieczyszczeń chemicznych, fizycznych czy mikrobiologicznych.

Szczególną uwagę należy zwrócić na układ dolinny oraz spadki terenu na i wokół fermy. Spadki terenu w kierunku dolin rzek będą niewątpliwie stanowiły potencjalny czynnik degradujący ekosystemy wodne. Taki układ jest dość nieszczęśliwy i może oznaczać, iż rzeki i wody jeziorne staną się odbiornikiem zanieczyszczeń, dopływających do akwenów wieloma

drogami – spływami powierzchniowymi, podpowierzchniowymi oraz z deponującej emisji. Deniwelacje terenu są więc istotne w planowaniu lokalizacji ferm zwierzęcych.

Tab. 7. Zakresy obciążeń krytycznych dla ekosystemów lądowych i wskaźniki ich przekroczenia

Ekosystem	Obciążenia krytyczne (kg N·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹)	Wskaźniki przekroczenia obciążeń krytycznych
drzewa iglaste na kwaśnych glebach, wolny proces nityfikacji	10-15	zaburzenia równowagi składników pokarmowych
drzewa iglaste na kwaśnych glebach, szybki proces nityfikacji	20-30	zaburzenia równowagi składników pokarmowych
drzewa liściaste	15-20	zmiana roślinności, zmniejszenie ukorzenienia
lasy iglaste na kwaśnych glebach, szybki proces nityfikacji	7-20	zmiana roślinności, obniżenie mikoryzy, zwiększone wycieki składników pokarmowych
lasy liściaste na kwaśnych glebach	10-20	zmiana roślinności, obniżenie mikoryzy
lasy na glebach wapiennych	15-20	zmiana roślinności
nizinne suche wrzosowiska	15-20	eliminacja roślinności przez trawy, zmiany funkcjonalne, zwiększona wrażliwość na <i>Lochmaea suturalis</i>
wrzosowiska i łąki o bogatej roślinności	10-15	zanik bardziej wrażliwych gatunków roślin
łąki o bogatej roślinności na glebach wapiennych, przy niedoborze N	15-25	zwiększona mineralizacja, zmiany w poziomie akumulacji i wycieków N do gruntu
łąki o bogatej roślinności na glebach wapiennych, przy niedoborze P	25-35	zmiany bioróżnorodności, rozwój wysokich traw
łąki o pH neutralnym	20-30	zmiany bioróżnorodności, rozwój wysokich traw
oligotroficzne tereny podmokłe i bagienne	5-10	zwiększona reakcja na inne czynniki stresogenne rozwój brzoź i innych drzew, rozwój wysokich traw
mezotroficzne tereny podmokłe	20-35	rozwój wysokich traw
duże torfowiska	5-10	rozwój <i>Sphagnum recurvum</i> , zmniejszenie gatunków ombrotroficznych
wyniesione torfowiska	5-10	wzrost wszystkich traw i drzew, zwiększona mineralizacja, wypieranie wrażliwego <i>Sphagnum</i> spp.
jeziora o miękkiej wodzie	5-10	zanik roślinności w strefie przydennej

Źródło: Thysen (1999)

Dolina rzek są ważnym korytarzem ekologicznym o znaczeniu regionalnym i ponad regionalnym. W utrzymaniu rangi takich korytarzy oraz poprawie i utrzymaniu jakości tego złożonego ekosystemu wodnego, powinny służyć następujące zasady:

- odtwarzanie roli i funkcji doliny w strukturze przyrodniczej,
- zakaz nowych melioracji dolinnych,
- tworzenie warunków do unaturalniania stosunków wodnych,
- utrzymywanie retencji powierzchniowej.

Fermy zwierzęce mają duży wpływ na modyfikację bioróżnorodności w dolinach rzek. Sieć cieków w okolicach wielkotowarowych obiektów inwentarskich, może stać się odbiornikiem zanieczyszczeń, wpływając na jakość wód powierzchniowych. Duża presja to mniejsze szanse na osiągnięcie dobrego stanu wód oraz osiągnięcie celów środowiskowych, zgodnie z wymogami Ramowej Dyrektywy Wodnej (2000/60/WE), ale także Dyrektywy azotanowej (91/676/EWG). Przy tak dużym obciążeniu środowiska, jakie wynika z funkcjonowania dużych ferm zwierzęcych, osiągnięcie wyznaczonych celów środowiskowych może stać się niemożliwe. **Należy pamiętać, iż ciek jest wektorem przenoszenia różnego rodzaju zanieczyszczeń, a więc ma on wpływ na różne ekosystemy, przez które przepływa, nawet znacznie oddalone od źródła zanieczyszczeń.**

Dane literaturowe wskazują, że intensywna produkcja zwierzęca obok zrzutów zanieczyszczeń bytowo-gospodarczych może stanowić czynnik dyskwalifikujący całkowicie wody powierzchniowe pod względem wartości przyrodniczej (Czyżyk 1996, Durkowski, Woroniecki 2001, Skwierawski 2005). Durkowski i Woroniecki (2001) stwierdzili również ryzyko wystąpienia wysokich koncentracji potasu - znacznie wyższych niż na obszarach o innym sposobie użytkowania.

Nadmiar azotu dostającego się m.in. z amoniakiem oraz spływami powierzchniowymi może przyczynić się do zakwaszenia, a w konsekwencji przejścia do stanu dystroficznego, czy hipertroficznego (Thysen 1999).

Poważnym problemem mogą są też wody opadowe i roztopowe. Na fermach, ze względu na specyfikę i przestrzeń, powstaje kilka rodzajów tego typu wód:

- wody opadowe i roztopowe pochodzące z powierzchni dachowych,
- wody opadowe i roztopowe pochodzące z terenów nieutwardzonych – terenów zieleni, czynnych biologicznie,

- wody opadowe i roztopowe pochodzące z terenów utwardzonych, ale nieszczelnych – dróg.

Wody opadowo-roztopowe najczęściej odprowadzane są z terenu ferm w sposób niezorganizowany, powierzchniowo do gruntu, bez udziału kanalizacji. **Osiadające zanieczyszczenia, mogą wnikać w głębsze warstwy gleby, stanowiąc zagrożenie dla wód gruntowych, a w dłuższej perspektywie dla wód podziemnych.**

Szczególne niebezpieczne dla funkcjonowania ekosystemów wodnych są związki azotu. Ich nadmiar w wodach powierzchniowych może powodować zjawisko eutrofizacji i nadmierny wzrost biomasy. Dodatkowo, występujące w wodach glony pobierają łatwiej przyswajalny azot zredukowany, dzięki czemu rozwijają się znacznie intensywniej. Azot w postaci amoniaku jest też **silnie toksyczny dla fauny wodnej**. Toksyczne mogą się okazać już stężenia na poziomie 0,2-2 mg/l.

2.4.3. Zagrożenie jakości wód podziemnych

Intensywna produkcja zwierzęca, skoncentrowana w jednym miejscu prowadzi do potwornych zmian w środowisku w krótszej, ale także dłuższej perspektywie czasu. Jednym z problemów jest wpływ na jakość wód podziemnych. Tempo i skala zanieczyszczenia będzie wynikać z uwarunkowań topograficznych, hydrologicznych, przyrodniczych, geologicznych oraz atmosferycznych. Bardzo częstym źródłem zasilania warstw wodonośnych jest infiltracja opadów atmosferycznych, co przy specyfice intensywnej produkcji zwierzęcej **stanowi poważne zagrożenie dla jakości wód podziemnych.**

Nieoczyszczone wody opadowe z ferm zwierzęcych, które często trafiają bezpośrednio do gruntu, mogą stanowić poważne zagrożenie dla wód gruntowych, a w konsekwencji podziemnych. Badania niektórych autorów potwierdzają ten fakt. **Wody deszczowe z podwórzy ferm chowu zwierząt inwentarskich mogą odprowadzać duże ilości związków organicznych.** Średnie wartości ChZT w ściekach opadowych z gospodarstwa mogą dochodzić do $221,54 \text{ g O}_2 \cdot \text{m}^{-3}$, co przekracza wartość dopuszczalną dla ścieków odprowadzanych do wód i do ziemi. **W odpływie wód deszczowych mogą też występować znaczne ilości fosforanów.** Średnie ich stężenia w ściekach opadowych mogą dochodzić do $9,53 \text{ g PO}_4 \cdot \text{m}^{-3}$. **W wodach powierzchniowych odbierających spływ wód deszczowych z podwórzy gospodarstw występują zwiększone wartości chemicznego zapotrzebowania na tlen.** Na terenach badanych gospodarstw obserwuje się również zwiększone stężenie azotu azotanowego w wodach podziemnych pierwszej warstwy wodonośnej. Wystarczy

wprowadzenie 1 kg węgla z materią organiczną by przyczynić się do powstawania 25 kg glonów. Z kolei w prowadzenie do toni wodnej 1 kg azotu przyczynia się do powstawania 70 kg glonów, a 1 kg fosforu to już 1 tona powstającego fitoplanktonu (Kupiec 2018).

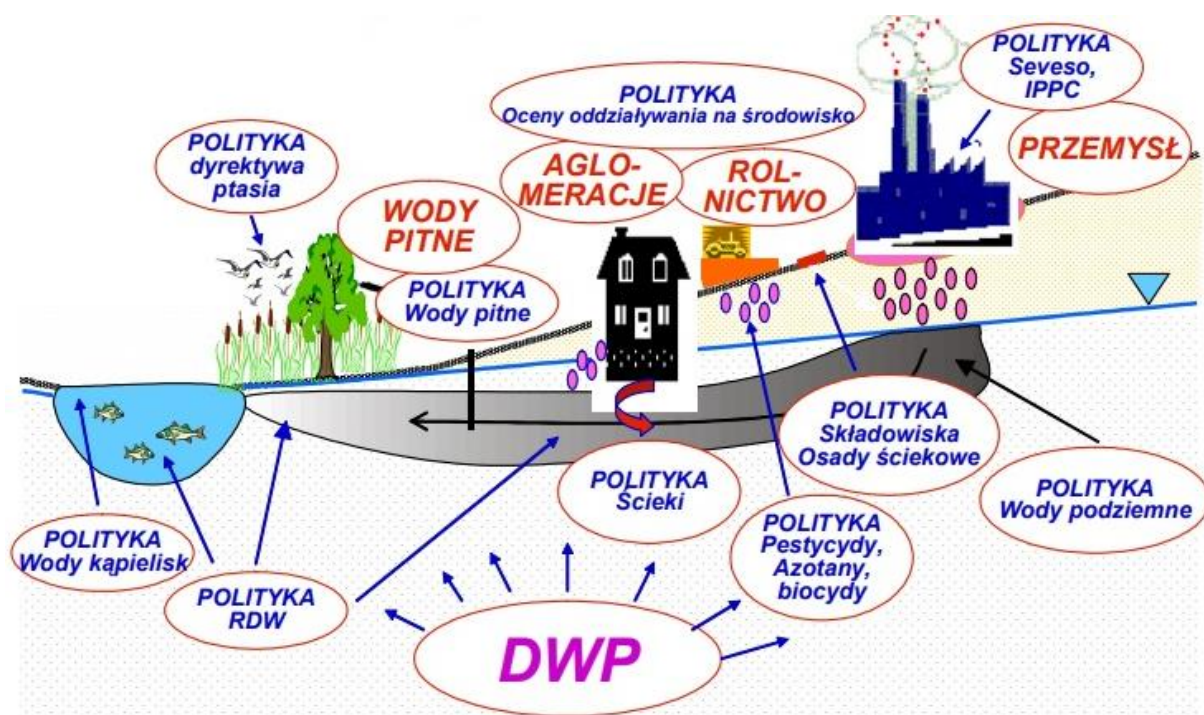
Zagrożenie dla jakości wód gruntowych i podziemnych, wzrasta wraz ze skalą produkcji, a co się z tym wiąże ilością emitowanych zanieczyszczeń. Każdy typ akwenu spełnia bardzo ważne funkcje siedliskowo-przyrodnicze i powinien być traktowany jak użytek ekologiczny o szczególnym znaczeniu dla utrzymania zrównoważonej rolniczej przestrzeni produkcyjnej, co jest również związane w Programem Małej Retencji (retencja na obszarach wiejskich jest finansowana m.in. z programu NFOŚiGW „*Adaptacja do zmian klimatu oraz ograniczanie skutków zagrożeń środowiska*”, jak również z programu dopłat do nawodnień dla gospodarstw rolnych realizowany przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, oraz odrębnych programów na małą retencję z Wojewódzkich Funduszy Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej). Jest to ważne w dobie problemów z wodą, które będą postępować. Każda uciążliwa dla środowiska działalność zlokalizowana w pobliżu elementów małej retencji, może spowodować naruszenie standardów środowiskowych i zakłócenie funkcjonowania rozproszonych ekosystemów wodnych. Oprócz azotu, fosforu czy potasu do małych akwenów mogą trafiać również inne zanieczyszczenia powodując synergistyczne oddziaływanie i degradację akwenów.

Dużą presję na wody podziemne wywiera pobór wód przez fermy na potrzeby bytowe zwierząt, ale także procesy technologiczne. Większość ferm zaopatrywana jest w wodę ze studni głębinowej. Ilości pobieranej wody przy tej skali produkcji, będą więc znaczne, co w dobie zmian klimatycznych może rodzić w krótkiej perspektywie czasu kolejne problemy, np. związane z dostępnością wody pitnej dla okolicznych mieszkańców.

Ilość, stan czystości i obieg wody w przyrodzie oraz skład powietrza atmosferycznego mają zasadnicze znaczenie dla procesów krążenia składników pokarmowych i przemian energetycznych w ekosystemach. Procesy te wiążą organizmy żywe z ich środowiskiem abiotycznym. Zaistniałe dotychczas w wyniku działalności ludzkiej skażenie środowiska i jego przemiany miały wpływ na wiele populacji gatunków organizmów żywych. **Stala emisja oraz depozycja różnych substancji będzie powodowała kumulację zanieczyszczeń w glebie. Z kolei kumulacja niektórych związków w glebie, jak np. azotu, prowadzi do ich przemieszczania w głąb profilu glebowego, co powoduje z czasem zanieczyszczenie głębszych warstw wodonośnych** (Rauba 2009). Należy pamiętać, że zanieczyszczenie wód

gruntowych powyżej 50 mg NO₃/l ogranicza bądź wyklucza ich jakiegokolwiek wykorzystanie (Rozporządzenie Ministra Zdrowia 2017). Depozycja niektórych związków azotu, emitowanych z rzeczowej Fermi, **może prowadzić do zakwaszenia gleb**.

W myśl Ramowej Dyrektywy Wodnej (2000/60/WE) oraz Dyrektywy w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem (DWP 2006), ochrona jakości wód podziemnych musi być projektowana i realizowana w odniesieniu do całości wód podziemnych. Quevauviller (2005) podkreśla, że działania w tej materii powinny mieć charakter zintegrowany. Tylko pełna integracja działań związanych z ograniczaniem lub eliminacją różnych zagrożeń wód podziemnych i powierzchniowych, pozwala na ich skuteczną ochronę (Rys. 8). Chodzi tu zarówno o najpłytszy, ale często wykorzystywany poziom wodonośny, jak też poziomy wód podziemnych.



Rys. 8. Integracja działań wiążących się z czynną ochroną wód podziemnych (DWP – Dyrektywa dotycząca wód podziemnych (2006), RDW – Ramowa Dyrektywa Wodna (2000) Źródło: Quevauviller (2005)

2.4.4. Wpływ produkcji zwierzęcej na życie mieszkańców

Oddziaływanie zanieczyszczenia powietrza na środowisko oraz ludzi, zwierzęta i rośliny może obejmować **krótkotrwale (epizodyczne) oddziaływanie** zanieczyszczeń o dużym stężeniu lub **długotrwale (chroniczne) działanie** zanieczyszczeń o małym stężeniu. **W przypadku ferm wielkoprzemysłowych zwykle obserwuje się wzmożone jednoczesne działanie wielu zanieczyszczeń powietrza (synergizm)**. Współczesna cywilizacja

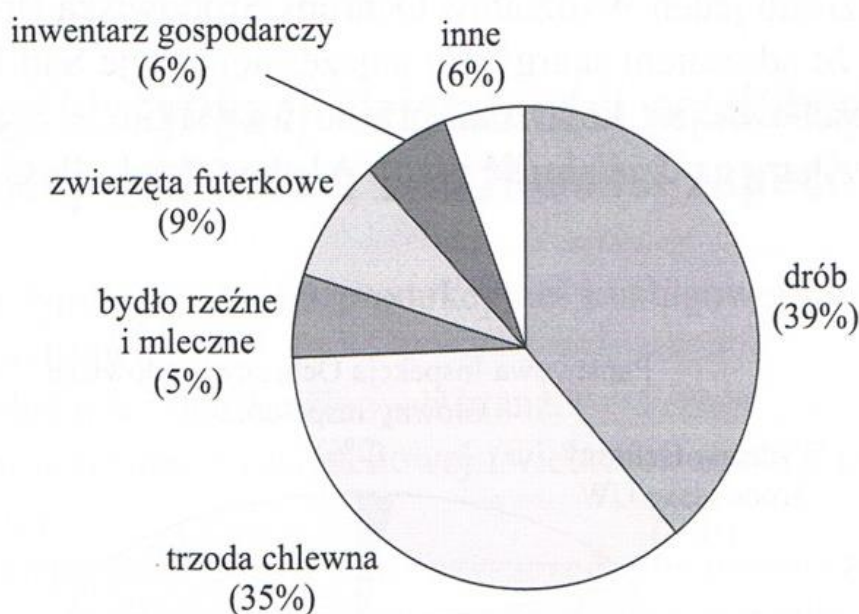
industrialna stała się przyczyną zagrożeń środowisk przyrodniczego w skali globalnej. Zanieczyszczenia powietrza przyczyniają się bezpośrednio lub pośrednio do zaburzeń wszystkich procesów związanych z życiem, a przede wszystkim do większej zachorowalności i nadmiernej umieralności. **Zanieczyszczenia zawarte w powietrzu stają się jednym z elementów ogólnego obiegu materii i oddziałują na środowisko w sposób kompleksowy.** Razem z opadami dostają się do wód powierzchniowych i podziemnych oraz do gleby, przyczyniając się do skażenia tych ekosystemów. **Poszczególne składniki zanieczyszczeń zwykle nie działają oddzielnie, natomiast powszechne jest oddziaływanie synergistyczne.**

Badania dotyczące wpływu określonych substancji na zdrowie człowieka, dotyczą najczęściej tylko jednego, wybranego składnika zanieczyszczenia powietrza. Jednak **w powietrzu może występować jednocześnie kilkadziesiąt, a nawet kilkaset zanieczyszczeń, które działają w sposób skumulowany i synergistyczny** (gnojowica może być źródłem 400 różnych substancji; Jankowska, 2015). **Zanieczyszczenia powietrza wywołują szkodliwe skutki nawet przy stężeniach mniejszych od dopuszczalnych, jeśli oddziałują na człowieka przez dłuższy czas.** Ponadto prowadzona jest statystyka występowania chorób lub skażeń w terenie o określonym zanieczyszczeniu powietrza, która potwierdza wzrost zachorowań na pewne schorzenia ludności zamieszkującej **w pobliżu zakładów uciążliwych** (Michalec 1996). Spośród kilkudziesięciu gazów uwalnianych się w procesie produkcji zwierzęcej to właśnie amoniak ma najbardziej szkodliwy wpływ na życie ludzi, zwierząt i roślin. **Oddziaływanie ferm może stwarzać szczególną uciążliwość wynikającą przede wszystkim z emisji niektórych gazów oraz tzw. odorantów i odorów.** Odorant to dowolna substancja mająca zapach, niezależnie od tego, czy jest on przyjemny, czy nie. Odorantami określa się wszystkie zanieczyszczenia powietrza, które pobudzają komórki nerwowe nabłonka węchowego. Odory to pojęcie stosowane w odniesieniu do zapachowo uciążliwych mieszanin zanieczyszczeń powietrza, których ilość jest określana łącznie (Kośmider i Krajewska, 2005; PN-EN 13725:2007). Emisja odorów z obiektów inwentarskich wiąże się z wydzielaniem do powietrza kilkuset różnych substancji (odorantów), szczególnie kwasów karboksylowych, fenoli, aldehydów, amoniaku i innych (Herbut i in. 2010, O'Neill i Phillips 1992).

Odory mogą mieć niekorzystny wpływ na ludzi i zależy on od ilości i charakteru zapachu emitowanego ze źródła, odległości obszaru zamieszkanego od źródła emisji, warunków atmosferycznych, topografii terenu oraz wrażliwości i tolerancji człowieka (Jacobson i in. 2005, Sucker i in. 2009). Badania wykazały, że długotrwałe narażenie na działanie odorów wpływa negatywnie na samopoczucie i zachowania ludzi. Można wyróżnić trzy podstawowe

obszary emisji odorów z rolnictwa oraz ich udział: obiekty inwentarskie (30%), magazyny do przechowywania nawozów naturalnych (20%) oraz aplikowanie nawozów naturalnych na polach (50%) (Hardwick 1985). **Stwierdzono, że mogą one wywoływać wiele dolegliwości, takich jak: bezsenność, stres, apatia, rozdrażnienie, depresja, migreny, kaszel, katar, skurcze w klatce piersiowej, zatłoczony nos i inne dolegliwości układu oddechowego, czy też reakcje o podłożu zapalnym i uczuleniowym** (Schiffman i in. 1995; Wing i in. 2008). Emisja odorów jest zależna od wielu czynników, między innymi: wielkości produkcji, gatunku zwierząt, systemu utrzymania, rodzaju paszy i sposobu żywienia, jak również metody magazynowania i aplikacji nawozów naturalnych oraz warunków atmosferycznych (Jacobson i in. 2005). **Zanieczyszczenie powietrza odorami może dotyczyć nawet terenów w znacznej odległości od źródeł emisji. Wynika to ze słabego mieszania się odorów z powietrzem atmosferycznym, przemieszczania się w postaci strumieni o znacznych stężeniach oraz dużej łatwości przenoszenia przez wiatr** (Skorupski i in. 2012). **Fermy usytuowane blisko zabudowań mieszkalnych, będą więc w znaczny sposób oddziaływać negatywnie na ludzi i otoczenie. Często popełnia się poważny błąd sądząc, że jeśli w danym miejscu nie czuć przykrych zapachów to nie ma problemu. Wiele szkodliwych substancji wytwarzanych na fermach jest bezwonnych i nie jest wyczuwalna ich obecność za pomocą zmysłu powonienia** (np. dwutlenek węgla czy metan).

Wyniki badań skarg mieszkańców na działalność ferm zwierzęcych wskazują, że fermy są uciążliwym sąsiedztwem, szczególnie z **drobiem** oraz **trzodą chlewną** (Rys. 9).



Rys. 9. Skargi na zapachową uciążliwość chowu i hodowli zwierząt

Źródło: Kośmider i in. (2002)

Wg raportu WHO (2014) zanieczyszczenia powietrza są główną przyczyną powstawania chorób serca i udarów oraz chorób płuc raka płuc. W 80% choroby te prowadzą do śmierci. **Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (The International Agency for Research on Cancer) sklasyfikowała mieszaninę zanieczyszczeń (czyli synergistyczne oddziaływanie) jako główny czynnik rakotwórczy.** Szacuje się, że z samej tylko produkcji trzody trafia rocznie do atmosfery ok. 100 tys. ton amoniaku, podczas gdy z innych nierolniczych źródeł o połowę mniej. 25-30% kwaśnych deszczy powodowanych jest amoniakiem uwolnionym z produkcji zwierzęcej. Kwaśne deszcze powodują nie tylko zmiany florystyczne, ale między innymi sprzyjają większej akumulacji w roślinach uprawnych metali ciężkich na skutek ich uwalniania w zakwaszony środowisku kompleksu glebowego.

Jak informuje Ministerstwo Środowiska ilość skarg wynikających z uciążliwości zapachowej wpływających do WIOŚ i GIOŚ stale wzrasta (<http://26>). Skala problemu jest dość poważna. W 2010 r. było 1134 skarg z zakresu zanieczyszczenia powietrza, w tym 517 dotyczących uciążliwości zapachowej (45,6 %) (7,9% wszystkich skarg). W 2011 r. ilość wniosków z zakresu zanieczyszczenia powietrza wyniosła 1316, w tym 738 dot. uciążliwości zapachowej (56,1%) (9,6% wszystkich skarg). W 2012 r. było ich już 1323, w tym 869 dot. uciążliwości zapachowej (65,7%) (10,6% wszystkich skarg). Interpelacje poselskie oraz zapytania senatorskie: 12 – II połowa 2012 r., 15 od początku 2013 r. Najczęściej zgłaszane skargi dotyczyły przede wszystkim ferm wielkoprzemysłowych, w tym:

- ferm drobiu, trzody chlewnej, zwierząt futerkowych;
- oczyszczalni ścieków;
- przetwarzania odpadów (składowanie, kompostowanie, fermentacja);
- stosowania nawozów naturalnych (obornik, gnojowica).

Jako główne problemy związane z uciążliwością zapachową Ministerstwo Środowiska wymienia:

- zbyt dużą koncentrację ferm hodowlanych w niektórych gminach,
- zbyt małe odległości pomiędzy budynkami mieszkalnymi a zakładami,
- sytuowanie zakładów produkcyjnych, instalacji w pobliżu obszarów mieszkalnych i na odwrót,
- wyłączanie w zakładach systemów filtrujących powietrze,
- brak stosowania zaleceń Dobrej Praktyki Rolniczej.

Do innych problemów często wymienianych przez różnych autorów należą:

- a) brak planów nawożenia w fermach wielkoprzemysłowych - nie są to informacje ogólnodostępne,
- b) problemy środowiskowe:
- zanieczyszczenie wód – przenawożenie i odpływ nawozów naturalnych (głównie biogenów – azotu i fosforu) z pól do wód gruntowych oraz powierzchniowych i w rezultacie do wód Bałtyku,
 - eutrofizacja (przeżyźnienie) wód śródlądowych i morskich (zakwity glonów, zmniejszanie populacji cennych gatunków ryb, modyfikacja ekosystemów, utrata dennej fauny, przyducha),
 - zanieczyszczenia mikrobiologiczne – zagrożenie sanitarne wynikające z zawartości patogenów (np. *Staphylococcus* sp., fekalne streptokoki, *Escherichia coli*, wirus różyczki i pryszczycy, larwy i jaja robaków pasożytniczych) w odchodach inwentarza produkowanych przez fermy,
 - pośredni i drugorzędny wpływ na tworzenie kwaśnych deszczy (emisja tlenków azotu i tlenków siarki) i zwiększenie efektu cieplarnianego (emisja gazów cieplarnianych uszkadzających warstwę ozonową),
 - odory – wśród odorów gnojowicy zidentyfikowano ok. 200 substancji zapachowych, z których co najmniej 30 to związki szczególnie cuchnące i szkodliwe dla zdrowia (np. merkaptany, siarczki organiczne, aminy, kwasy organiczne, aldehydy, ketony),
- c) problemy ekonomiczno-społeczne:
- utrata miejsc rekreacji – przykładem może być rozlewana gnojowica z ferm w pobliżu uzdrowiska Gołdapskiego (2006),
 - wysokie koszty oczyszczania wody pitnej,
 - infekcje, choroby i alergie,
 - degradacja gruntów rolnych,
 - lokalizacja ferm w bezpośrednim sąsiedztwie lub na terenie obszarów NATURA 2000 oraz obszarach szczególnie narażonych na azotany pochodzenia rolniczego (OSN).
- d) problemy legislacyjno-prawne:
- posiadanie odpowiedniego arealu do zagospodarowania nawozu naturalnego oraz planu nawożenia nie stanowi warunku do wydania pozwolenia zintegrowanego;

- brak implementacji Konwencji Helsińskiej – powszechne nie przestrzeganie Aneksu III;
- rozbieżności w definicji instalacji w prawie polskim i unijnym – prawo polskie zakłada, iż instalacja przynależy do danego właściciela, a nie do miejsca (możliwość notarialnego podziału majątku i unikania tym samym konieczności uzyskania pozwolenia zintegrowanego);
- plany nawożenia nie są ogólnie dostępną informacją o środowisku i jego ochronie, ani informacją publiczną udostępnianą przez stacje chemiczno-rolnicze, co jest niezgodne z Konwencją o dostępie do informacji, udziale społeczeństwa w podejmowaniu decyzji oraz dostępie do sprawiedliwości w sprawach dotyczących środowiska sporządzona w Aarhus dnia 25 czerwca 1998 r. (Dz. U. z 2003 r. nr 78, poz. 706);
- brak „regulacji odorowych” (projekt ustawy o przeciwdziałaniu uciążliwości zapachowej powietrza);
- nieskuteczność kontroli ferm wielkoprzemysłowych, wykonywanych przez Inspekcję Weterynaryjną, Inspekcję Ochrony Środowiska oraz Państwową Inspekcję Sanitarną;
- niedostateczna współpraca i koordynacja działań między powyższymi inspekcjami;
- nieprzestrzeganie przepisów prawa budowlanego przez fermy wielkotowarowe, stwierdzone w wyniku kontroli Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego;
- nieuwzględnianie głosu społeczności lokalnych w procesie udzielania pozwoleń zintegrowanych oraz lokalizacji ferm.

Kolejnym bardzo ważnym problemem pomijanym często w wielu raportach jest zbyt duża **koncentracja ferm wielkoskalowych**. Obawy lokalnych społeczności, dotyczące funkcjonowania ferm wielkoprzemysłowych bardzo często budzi sam nadzór nad fermami. Najwyższa Izba Kontroli w 2014 r. przyjrzała się funkcjonowaniu pięciu wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska (WIOŚ), ośmiu powiatowych inspektoratów weterynarii i ośmiu powiatowym stacjom sanitarno-epidemiologicznym (NIK, 2014). Izba „prześwietliła” również działania Ministerstwa Środowiska, Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska oraz Głównego Inspektoratu Weterynarii. Inspektorzy zwrócili uwagę m.in. na niepokojącą praktykę dzielenia ferm wielkoprzemysłowych na mniejsze. Dzieje się to jednak tylko „na papierze”. Powstałe w wyniku formalnego wyodrębnienia małe podmioty działają nadal w ramach jednego organizmu fermy wielkoprzemysłowej, tyle że już bez konieczności

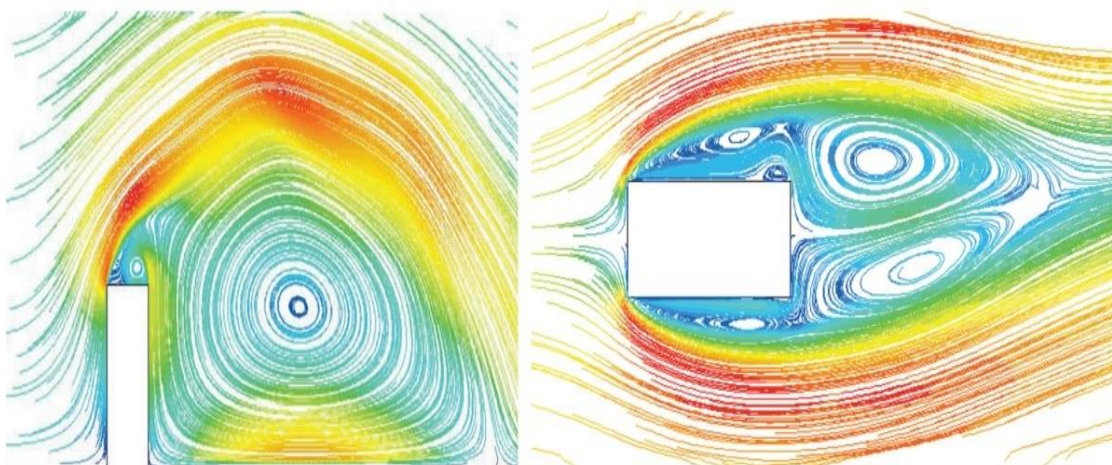
występowania i przestrzegania zapisów pozwolenia zintegrowanego. Kontrole WIOŚ-u w 2014 r. w Warszawie ujawniły podział 13 ferm drobiu i trzody chlewnej. W ten sposób powstało 31 mniejszych obiektów. WIOŚ-e, kontrolując przestrzeganie przepisów Ustawy o nawozach i nawożeniu, stwierdziły również przechowywanie odchodów zwierząt w budowlach, które nie spełniają wymogów szczelności lub ich brak, a także przekroczenie ilości wytworzonych nawozów naturalnych w stosunku do wartości określonej w pozwoleniu zintegrowanym. NIK wykrył również nieprawidłowości w samych kontrolach WIOŚ, np. brak odpowiedniej kontroli dotyczących budowli do przechowywania nawozów naturalnych oraz brak analiz chemicznych gleb, które pozwoliłyby na ocenę, czy dane podmioty nie przekraczają obowiązujących dawek stosowania nawozów naturalnych na polach.

W zależności od uciążliwości dla ludzi i środowiska, fermy przyporządkowywane są do odpowiednich kategorii ryzyka i zgodnie z nimi powinny być kontrolowane co roku lub co dwa lata. Tymczasem w toku kontroli NIK-u wyszło na jaw, że w badanym okresie WIOŚ-e nie skontrolowały wszystkich wielkoprzemysłowych ferm świń, zaliczanych do pierwszej, najbardziej rygorystycznej kategorii. W związku z powyższymi nieprawidłowościami, udzielono łącznie 365 pouczeń, nałożono 125 mandatów karnych, wydano 396 zarządzeń pokontrolnych oraz 23 decyzje w sprawie wstrzymania użytkowania instalacji, zaś trzy wnioski trafiły do organów ścigania. Nieprawidłowości dotyczyły również braku należytej czystości budynków oraz niewłaściwego stanu sanitarno-higienicznego ich otoczenia. Zwierzęta nie miały zapewnionej odpowiedniej powierzchni, wystarczającego oświetlenia, nie usuwano im odchodów i resztek pasz.

Jednym z bardziej uciążliwych związków jest amoniak. Jest to związek alkaiczny, neutralizujący znajdujące się w powietrzu kwasy. **Badania wykazują, że potencjalne zagrożenie jakie stwarza dla środowiska azot w formie zredukowanej (amoniaku) związane jest z charakterem i zasięgiem jego rozprzestrzeniania się. W praktyce okazuje się, że jest ono nieprzewidywalne i praktycznie nieograniczone (Kuczyński 2002). European Environment Agency stwierdza, że amoniak należy do najbardziej niebezpiecznych substancji pogarszających drastycznie jakość ekosystemów naturalnych (EEA Report 2016).** Wpływa też negatywnie na zdrowie człowieka i zwierząt.

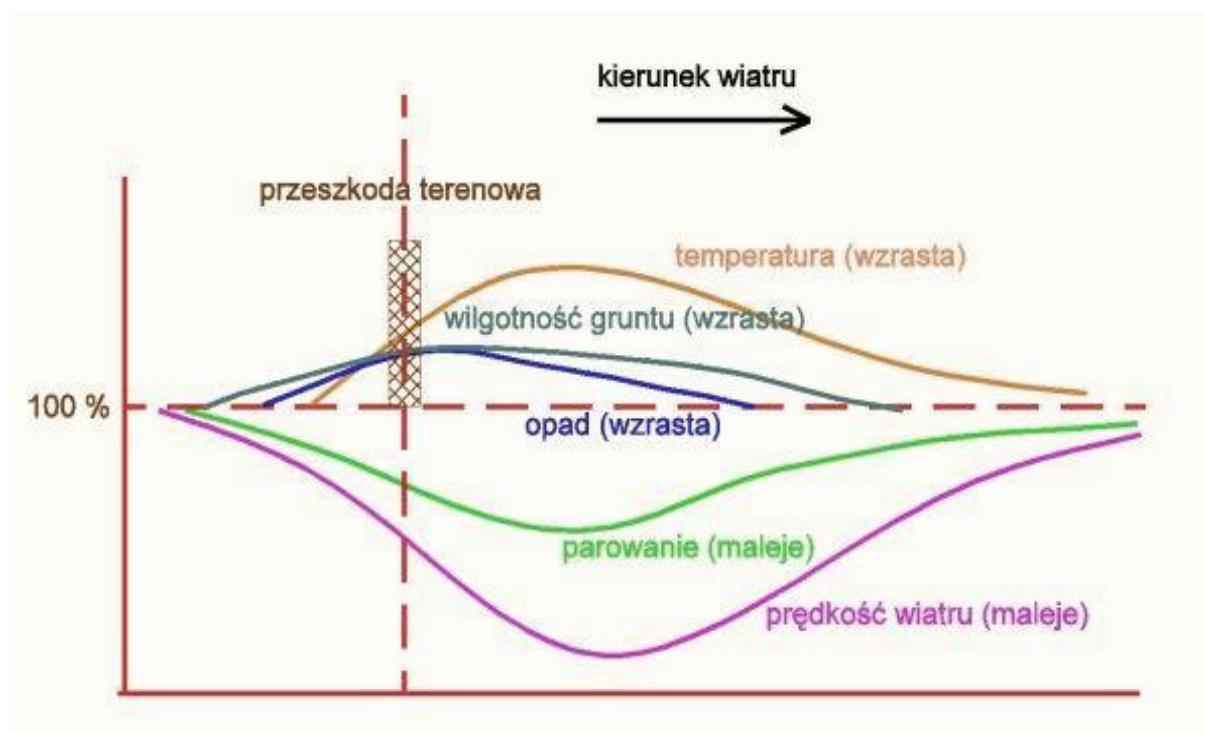
Dużym problemem jest zabudowa, która zwiększa znacznie szorstkość terenu. Badania De Schrijvera i in. (1998) wykazały, że w wyniku turbulencji powietrza, jaka tworzy się na ścianie przeszkody (las, zabudowa) depozyt amoniaku był dwa razy większy niż wewnątrz centralnej części lasu (Rys. 10 i 11). Jeśli ferma jest zlokalizowana na terenie zamkniętego krajobrazu wiejskiego, utrudnia to opuszczanie zanieczyszczeń z terenu ich wytwarzania.

Mieszkańcy mający swoje posesje w otoczeniu ferm w krajobrazie zamkniętym, mogą być narażeni na znacznie większe oddziaływanie nie tylko amoniaku, ale także innych niebezpiecznych związków towarzyszących wielkoskalowej produkcji zwierzęcej, ze względu na specyficzne uwarunkowania środowiskowo-siedliskowe terenu.



Rys. 10. Schemat działania prądu powietrza wokół przeszkody umieszczonej w poziomym przepływie, widok z boku i z góry

Źródło: Kania (2011)



Rys. 11. Zmiany parametrów fizycznych wywołanych przez przeszkodę terenową

Źródło: <http://26>

Las lub inna przeszkoda terenowa (np. zabudowa) zmniejsza prędkość wiatru przy powierzchni ziemi w bezpośrednim swym sąsiedztwie przed i za ścianą lasu. Praktycznie

ten wpływ daje się zauważyć przed lasem na pasie o szerokości równej 1-1,5 wysokości drzew, zaś za lasem na przestrzeni odpowiadającej wysokości drzew 8 do 10x (Tab. 8). Największe osłabienie wiatru występuje tuż za ścianą drzewostanu po stronie nawietrznej, mniej więcej na szerokości podwójnej jego wysokości. Ze wzrastającą odległością od brzegu drzewostanu wpływ lasu na wiatr powoli maleje i wreszcie na granicy strefy ochronnej prędkość wiatru osiąga 90-95% wartości na powierzchni otwartej.

Tab. 8. Wpływ wysokości drzew na prędkość wiatru

Wysokość drzew [m]	16,9	13,7	10,6	7,4	4,3	1,1
	(nad koronami)	(w koronach)	(u nasady koron)			
Prędkość wiatru [m/sek.]	1,61	0,9	0,69	0,67	0,69	0,6

Źródło: Geiger (1969)

Działanie amoniaku na zdrowie i samopoczucie ludzi jest bardzo niekorzystne. Największe problemy występują z drogami oddechowymi. **Szczególnie szkodliwe jest połączenie amoniaku z bioaerozolem bakteryjnym** (Oyetunde i in. 1978). **Do pogorszenia zdrowia prowadzić mogą stężenia amoniaku przekraczające zaledwie 7 ppm** (Donham 1987). Amoniak staje się wyczuwalny już przy stężeniach 5 ppm. Przy 6-20 ppm mogą wystąpić podrażnienia spojówek i dróg oddechowych. Z kolei przy stężeniach 40 ppm występują bóle głowy i mdłości. Od wielu lat porusza się problem norm dotyczących maksymalnych stężeń. **Niektórzy badacze twierdzą, że normy dopuszczalnych stężeń są i tak nazbyt wysokie** (Dobrzański i Rudzik 1998-). **Przy zwiększonych stężeniach amoniaku w powietrzu wzrasta również depozycja związków siarki, co stwarza dodatkowe zagrożenie dla zdrowia lokalnych społeczności** (Cape i in. 1998).

2.4.5. Wpływ ferm zwierzęcych na budynki i sprzęty

Bliskość ferm zwierzęcych w stosunku do zabudowy mieszkalnej i innych budynków powoduje wzrost ryzyka negatywnego wpływu na dobra materialne. Istnieje realne prawdopodobieństwo naruszenia dóbr, stanowiących własność osób trzecich, dóbr o charakterze zabytkowym oraz dóbr kultury, posiadających wartości poznawcze i naukowe.

Zanieczyszczeń emitowanych z przemysłowych ferm zwierzęcych nie da się ograniczyć do działek, na których one funkcjonują. Zanieczyszczenia migrują poza obszar ferm i wpływają na tereny przyległe. **Widocznych zmian dotyczących uszkodzenia budynków czy sprzętów nie zauważymy w krótkiej perspektywie czasu.** Korozja budynków,

czy różnych materiałów wywołana opadem zanieczyszczeń będzie następować latami. Najbardziej agresywną dla otoczenia substancją jest amoniak. **Jest to związek trujący, żrący i niebezpieczny dla środowiska.** Jest to substancja palna i działa toksycznie na organizmy roślinne i zwierzęce. Amoniak jest gazem bezbarwnym o ostrym charakterystycznym duszącym zapachu, dobrze rozpuszcza się w wodzie. Gazowy amoniak jest lżejszy od powietrza i gromadzi się w górnych partiach pomieszczeń. Wypchnięty na zewnątrz przez wentylatory osiada w bliższej lub dalszej odległości zarówno na glebie, roślinach jak i obiektach pochodzenia antropogenicznego. Amoniak reaguje z miedzią, cynkiem, srebrem i ich stopami, zwłaszcza w obecności wody. Może uszkadzać również gumę, plastik, cement, wapień, marmur, witraże i inne materiały, z którymi ma styczność. Powstałe na skutek utlenienia amoniaku kwasy rozkładają węglan wapnia obecny w budynkach, betonowych zabytkach czy innych obiektach (Arszyński 1975, Fot. 14). Przykładów takiego niszczycielskiego działania na świecie jest wiele np. w Opactwie Westminsterskim w Londynie. Proces niszczenia partii przypowierzchniowych budynków oraz kamieni zabytkowych odbywa się m.in. przy współdziałaniu bakterii nityfikacyjnych.

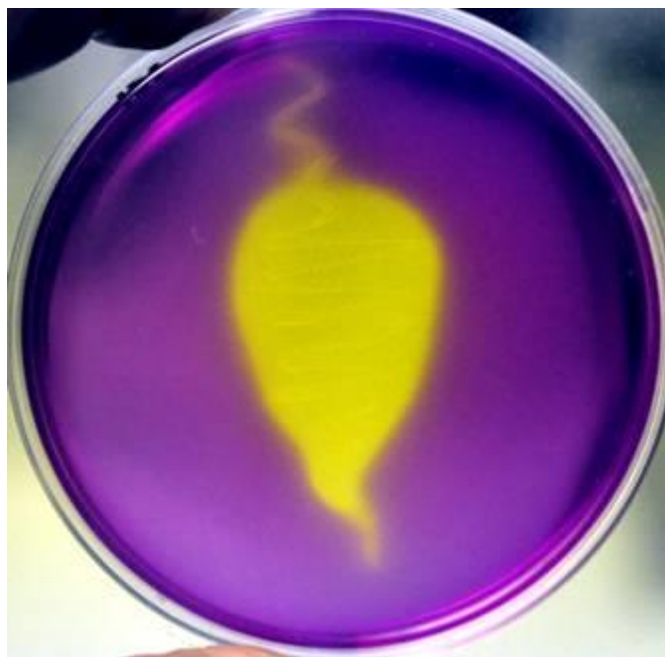


Fot. 14. Erozja obiektów spowodowana przez agresywne opady

Źródło: opracowanie własne

W obrębie zabudowań gospodarstw rolnych, w których zwykle występuje znaczna koncentracja związków azotu ze względu na intensywną produkcję zwierzęcą, można się

spodziewać korozji pod wpływem kwasu azotowego wydzielanego do środowiska przez bakterie nitryfikacyjne. Elementy budowli rolniczych mogą także być narażone na działanie biogennych kwasów: siarkowego i węglowego oraz kwasów organicznych wytwarzanych przez drobnoustroje (De Belie i in. 2000, Łęcki 1986, Kaltwasser 1976, Sand i Bock 1991). Bakterie *Acidithiobacillus* uwalniają kwasy, które obniżają pH środowiska (żółta strefa na fotografii nr 15) prowadząc do mikrobiologicznej korozji betonu i metali (Fot. 16).



Fot. 15. Obniżające się pH środowiska pod wpływem obecności *Acidithiobacillus*

Źródło: <http://27>



Fot. 16. Mikrobiologiczna korozja betonu

Źródło: <http://27>

Biokorozja może następować zarówno w wodzie, glebie jak i powietrzu (Fot. 17). Istotne zwiększenie agresywności biokorozyjnej powodują antropogeniczne zanieczyszczenia środowiska, wprowadzane do niego w wyniku działalności przemysłu, intensyfikacji rolnictwa i masowej urbanizacji. Biokorozja dotyczy większości materiałów. W przypadku betonu ujawnia się spękaniami powierzchni betonu, nalotami, skorupami, plackowatymi ubytkami na powierzchni betonu, ale także korozją zbrojenia.



Fot. 17. Biokorozja metalu powodowana przez mikroorganizmy

Źródło: <http://28>

Biokorozję może wywoływać również inny organizm, który zaliczany jest także do bio wskaźników jakości powietrza. W bliskim sąsiedztwie ferm wielkoprzemysłowych, bardzo często obserwuje się Złotorost ścienny (*Xanthoria parietina*) (Fot. 18-20). Jest to gatunek grzybów z rodziny złotorostowatych (*Teloschistaceae*), który ze względu na symbiozę z glonami zaliczany jest do porostów.

Złotorost ścienny rośnie na korze i drewnie drzew i krzewów, zarówno liściastych, jak i iglastych (rzadziej), a także na skałach wapiennych, betonie, metalowych płytach i sprzęcie a nawet na słomianych dachach. Swoje szerokie rozprzestrzenienie złotorost ścienny zawdzięcza dużej odporności na zanieczyszczenia. Ponieważ jest w dużym stopniu odporny również na metale ciężkie, z tego też powodu znalazł zastosowanie w biomonitoringu. Na skali porostowej znajduje się w 3 grupie porostów mogących rosnąć w powietrzu silnie zanieczyszczonym. Jest on też gatunkiem azotolubnym, z tego też powodu często występuje na obszarach zaludnionych i rolniczych, o dużym stopniu eutrofizacji. Za przyczynę powrotu tego gatunku w XX wieku do lokalnej flory porostów w prowincji

Ontario w południowej Kanadzie uważa się właśnie odkładanie się w glebie azotanów wskutek rozwoju przemysłu i rolnictwa.



Fot. 18. Złotorost ścienny na gałęziach orzecha włoskiego (w okolicach Nowego Dworu)

Źródło: wykonanie własne



Fot. 19. Złotorost ścienny na pniu orzecha włoskiego (w okolicach Nowego Dworu)

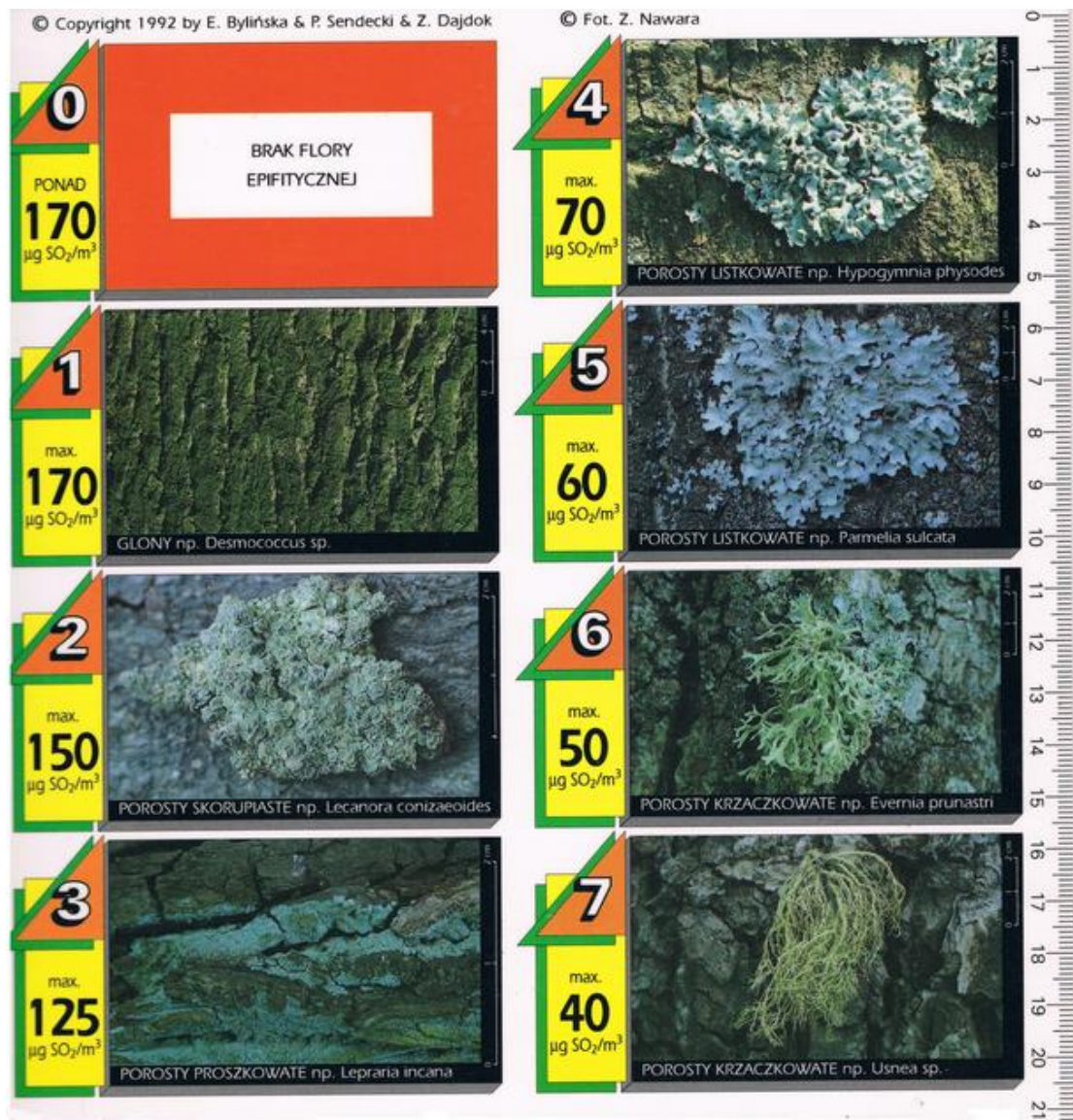
Źródło: wykonanie własne

Wykorzystując skalę porostową można dokładnie ocenić stan powietrza w danej okolicy (Kiszka, 1990; Bielczyk, 2001). Występowanie Złotorostu ściennego, który zaliczany jest do III klasy wg skali porostowej (Rys. 12, Tab. 9), wskazuje na powietrze zanieczyszczone. Wpływ ferm na występowanie tego porostu i przeżyźnienie środowiska może być bezpośredni, poprzez emisję punktową z budynków inwentarskich, ale także pośredni, na skutek nawożenia nawozami naturalnymi okolicznych pól.



Fot. 20. Złotorost ścienny na płocie posesji (w Nowym Dworze)

Źródło: wykonanie własne



Rys. 12. Ocena wizualna wg skali porostowej

Źródło: broszura Bylińska i in. (1992)

Tab. 9. Skala porostowa z opisem stanu jakości powietrza oraz przykładami gatunków porostów w klasach

Stopień	Stężenie SO ₂	Opis	Jakie porosty występują
I	>170 µg	powietrze bardzo silnie zanieczyszczone , brak epifitów	
II	100-170 µg	powietrze bardzo zanieczyszczone , porosty o plechach skorupiastych, bardzo odporne na zanieczyszczenia	np. misecznica proszkowata, liszajec
III	70-100 µg	powietrze zanieczyszczone , występują porosty o plechach skorupiastych i (nielicznie) listkowatych	np. złotorost ścienny, obrost wzniesiony
IV	50-70 µg	powietrze średnio zanieczyszczone , występują porosty listkowate, nielicznie krzaczkowate	np. pustułka pęcherzykowata, tarczownica brudzkowana
V	40-50 µg	powietrze mało zanieczyszczone , porosty listkowate występują licznie, coraz więcej porostów krzaczkowatych	np. mąklik otrębiasty, mąkla tarniowa
VI	30-40 µg	powietrze nieznacznie zanieczyszczone , licznie występują gatunki ze strefy V (nie są też zdegenerowane), występują porosty o wszystkich rodzajach plech	np. brodaczka zwyczajna, płucnik modry
VII	<30 µg	powietrze prawie zupełnie czyste , liczne gatunki porostów, o wszystkich rodzajach plech, plechy duże	np. granicznik płucnik

Źródło: Kubiak (2013)

2.4.6. Wpływ amoniaku na zdrowotność zwierząt, ekosystemy naturalne i agrocenozy

Oprócz negatywnego wpływu na życie mieszkańców oraz ekosystemy wodne, obserwowany może być również **negatywny wpływ na zwierzęta (w tym domowe) oraz inne ekosystemy naturalne w okolicy. Głównym problemem jest amoniak, który ma toksyczne działanie na wszystkie elementy ekosystemów naturalnych – biotyczne i abiotyczne.** Przy niższych stężeniach może wywoływać u organizmów zwierzęcych ostre zapalenia spojówek oczu i błon śluzowych układu oddechowego. Wyższe stężenia NH_3 mogą powodować obrzęk płuc, wylewy krwawe do tchawicy i oskrzeli. Dostający się do krwi zwierząt amoniak zmienia hemoglobinę w hematynę zasadową, a poprzez wiązanie kwasu glutaminowego obniża się poziom frakcji α -globulinowych białek i wzrasta pH. Toksyjna dawka amoniaku dla młodych zwierząt wynosi 0,03%. Wysokie stężenie amoniaku prowadzi do zmniejszania przyrostów wagowych zwierząt, pogorszenia konwersji, uszkodzeń w układzie oddechowym, a także większej podatności na wiele chorób. Szczególnie niebezpieczne są wysokie stężenia tego związku dla młodych ptaków. Nawet krótkotrwałe przekroczenie dopuszczalnego stężenia amoniaku może spowodować obniżenie wyników produkcyjnych w przypadku zwierząt inwentarskich, a także wzrost ryzyka występowania chorób układu oddechowego.

Szkodliwość dla ekosystemów naturalnych wynika przede wszystkim z zawartości azotu (82,2%) w cząsteczce amoniaku. Średnie krytyczne obciążenia wszystkich ekosystemów naturalnych azotem nie powinny przekraczać poziomu 17 kg N/ha/rok. W wielu ekosystemach podstawowym źródłem azotu jest depozycja z atmosfery. Ze względu na niewielkie ilości tego pierwiastka docierające tą drogą w warunkach naturalnych, większość roślin przystosowała swój rozwój do ubogiego w ten składnik siedliska.

Amoniak oddziałuje negatywnie przede wszystkim na tereny, gdzie jego depozycja jest największa. Jednak kierunki jego rozprzestrzeniania są trudne do przewidzenia. Należy również pamiętać, że wzrost koncentracji zanieczyszczeń w jednym miejscu, powodowany przez stały ich dopływ z punktowego źródła, będzie powodował migrację zanieczyszczeń na dalsze odległości. Będzie również wpływał na jakość wód głębinowych, z których często korzystamy jako rezerwuaru wód pitnych.

Nadmierna emisja amoniaku powoduje istotne zagrożenie dla środowiska. Związek ten po wyemitowaniu może powracać w opadzie suchym i wtedy jest bezpośrednio sorbowany przez wody powierzchniowe, glebę i rośliny lub z opadem mokrym po wcześniejszej reakcji z kwasami. W konsekwencji tego może dojść do szeregu niepożądanych zjawisk takich jak:

- bezpośrednie zagrożenie dla upraw rolniczych,

- zwiększenie wrażliwości roślin uprawnych na czynniki stresowe, takie jak porywy wiatru, mróz, szkodniki i choroby - w wyniku wnoszenia dużych ilości azotu w wielu ekosystemach mogą nastąpić zaburzenia rozwoju roślin w dłuższym okresie czasu,
- zakwaszenie gleby - powstaje w glebie podczas nityfikacji amonu. Ono z kolei powoduje szereg negatywnych zjawisk jak zmniejszenie zawartości próchnicy w glebie, wzrost rozpuszczalności i możliwości przemieszczania się niektórych substancji toksycznych, w tym glinu i metali ciężkich oraz zmniejszenie różnorodności i liczebności gatunków.
- degradacja wód powierzchniowych i ekosystemów wodnych - pochodne amoniaku uwalnianego z odchodów wpływają niekorzystnie na funkcjonowanie ekosystemów wodnych.

Badania prowadzone przez ekspertów z Uniwersytetu Harvarda (USA) dowodzą, że 38 amerykańskim parkom narodowym zagraża nadmiar azotu. Specjaliści z dziedziny jakości powietrza, chemii atmosfery i ekologii śledzili losy związków azotu, pochodzących z różnych źródeł, w tym z rolnictwa. Nadmiar azot w środowisku zaburza obieg składników pokarmowych, ułatwia wzrost glonów, obniża pH wody i gleby oraz ogranicza bioróżnorodność. Zdecydowana większość, bo ok. 85% azotu pochodzi z działalności człowieka. Istniejące regulacje prawne dotyczące jakości powietrza mają zmniejszyć emisję tlenków azotu, nie uwzględniają natomiast amoniaku (NH₃). Z przedstawionych dowodów wynika, że w strefie umiarkowanej, w której leży m.in. Great Smoky Mountains National Park (USA), najbardziej wrażliwym na azot elementem ekosystemu są drzewa okrytonasienne (np. lipa, klon), którym szkodzi dopływ azotu z atmosfery w ilości 3-8 kg/ha rocznie. Obecnie na każdy hektar trafia tam 13,6 kg N/ha. Z kolei w Mount Rainier National Park najbardziej wrażliwe na azot są porosty. Dla nich nadmiar azotu na poziomie 2,5-7,1 kg/ha jest szkodliwy. Tymczasem porosty są w tym miejscu narażone na ekspozycję rzędu 6,7 kg N/ha (<http://29>).

Do roślin szczególnie wrażliwych na zanieczyszczenia powietrza, w tym na amoniak, należą drzewa i krzewy iglaste, ze względu na dużą powierzchnię asymilacyjną oraz zrzucanie igieł co kilka lat. Z innych wrażliwych roślin można wymienić: berberys zwyczajny, brzoza zwisająca, kruszyna, modrzew, jarzab pospolity, brzoza omszona, wiąz górski, lilak, topola osika, klon pospolity, dąb szypułkowy, lipa drobnolistna.

2.4.7. Wpływ amoniaku na funkcjonowanie siedlisk leśnych

Zagrożenie stwarzane przez amoniak może być bezpośrednie, gdy działa on jako substancja toksyczna lub pośrednie, gdy powoduje nadmierne obciążenie ekosystemów, czy w wyniku działania bakterii nityfikacyjnych przyczynia się do zakwaszenia gleby. Zarówno jeden jak i drugi czynnik mogą prowadzić do istotnych zakłóceń w funkcjonowaniu ekosystemów, zwiększając podatność roślin na stresy, czy prowadząc do eliminowania niektórych gatunków roślin.

Ocenia się, że w Europie 70% roślin naczyniowych wymaga gleby niskiej zawartości azotu, dlatego mogą być szczególnie narażone na zwiększające się jego ilości (Ellenberg 1990). **Zaburzenia wywoływane przez człowieka na drodze dostarczania do układów dodatkowych ilości azotu, np. pochodzącego z amoniaku, często wydają się bardzo niepozorne. Mogą jednak mieć ogromny wpływ nie tylko na życie lokalnych społeczności, ale także lokalnej przyrody.** Dostarczenie azotu do ekosystemów, które nie są przystosowane do większych ilości tego składnika (np. siedliska borowe powszechnie występujące w Polsce), powoduje zakłócenie równowagi i wypieranie roślin tradycyjnie występujących w danym układzie. **Zmiany zachodzące w ekosystemach naturalnych często mogą być nieznaczne i postępować przez wiele lat, co uniemożliwia szybkie rozpoznanie zagrożeń i likwidację źródeł zanieczyszczeń.**

Badania przeprowadzane przez wiele środowisk naukowych nad zredukowaną formą azotu udowodniły ponad wszelką wątpliwość znaczny udział amoniaku w zakwaszaniu gleb oraz eutrofizacji ekosystemów. W celu ograniczenia emisji amoniaku konieczna jest dokładna inwentaryzacja źródeł jego powstawania oraz schemat rozprzestrzeniania w środowisku. **Badania przeprowadzone przez naukowców wskazały jednoznacznie główną przyczynę emisji amoniaku jaką jest rolnictwo, a przede wszystkim produkcja zwierzęca na wszystkich jej etapach.** Potencjalne zagrożenie jakie stwarza azot w formie amonowej dla środowiska związane jest głównie z czasem, w jakim utrzymuje on taką formę. **Przy sprzyjających warunkach atmosferycznych, może on przemieszczać się w powietrzu od kilku metrów do nawet kilkuset kilometrów od źródła emisji.**

Zwierzęta są źródłem bezpośredniej i pośredniej emisji gazów cieplarnianych (poprzez obornik, gnojówkę i gnojowicę, czy pomiot ptasi), takich jak dwutlenek węgla, tlenki azotu, amoniak, metan oraz podtlenki azotu. Metan i podtlenek azotu mają znacznie wyższy

potencjał cieplarniany niż dwutlenek węgla, ponadto dłużej przebywają w atmosferze (Ilnicki 2004).

Duże obciążenia azotem może wypierać roślin typu C_4 , które są zdolne do wiązania dodatkowej porcji dwutlenku węgla. **Wysokie obciążenia azotem w dłuższej perspektywie czasu wpływają bardzo niekorzystnie na ekosystemy leśne.** Zakres obciążeń krytycznych dla ekosystemów leśnych waha się od 10 do 30 kg N/ha (Tab. 7). **Potencjalne zagrożenia, wywołane nadmiarem azotu dla kompleksów leśnych to między innymi:**

- osłabienia przyswajalności fosforu, a także potasu i magnezu, na skutek wzrostu zawartości azotu w roślinach;
- opadanie igieł na skutek pogorszonej przyswajalności potasu, magnezu oraz fosforu;
- spadek zawartości związków fenolowych, których prowadzi do zwiększenia podatności drzew na organizmy patogenne;
- zmniejszenie różnorodności grzybów będących w mikoryzie z roślinnością leśną (Kuczyński, 2002).

Badania przeprowadzone przez Pictairna i in. (1998) wykazały istotne zmiany roślinności w otoczeniu ferm drobiu, trzody chlewnej i bydła. Warto dodać, że wszystkie fermi położone były na terenie typowo rolniczym o roślinności mieszanej. Zmiany polegały na zubożeniu gatunków występującej tam roślinności i postępującym zachwaszczeniu. W kierunku zawietrznym od budynków fermowych zaobserwowano uszkodzenia drzew. Wrażliwe na azot są także porosty nadrzewne (Risager i Aaby 1996, Aerts i Heil 1993). Są przystosowane do życia w trudnych, czasami nawet skrajnie trudnych warunkach środowiskowych, jednak okazały się bardzo wrażliwe na rolnicze zanieczyszczenia środowiska.

Dużą wrażliwością na szkodliwe działanie amoniaku charakteryzują się również leśne gleby (Kaupenjohann i in. 1987). Dostający się do gleby azot amonowy utleniany jest do NO_2 , a w dalszej kolejności do NO_3^- , powoduje ich zakwaszenie (Van Breemen i in. 1982). W efekcie zachodzi do zakłócenia równowagi składników pokarmowych w glebie. **Należy jednak pamiętać, że zmiany w ekosystemach leśnych mogą zachodzić przez dziesięciolecia i mogą być niezauważalne w ciągu kilku lat.**

2.4.8. Wpływ ferm zwierzęcych na obszary chronione

Problem sytuowania ferm przemysłowych dotyczy również bardzo ważnych z punktu widzenia ochrony przyrody, środowiska oraz siedlisk naturalnych form ochrony przyrody

prawnie chronionych (m.in. obszary Natura 2000, rezerваты, obszary chronionego krajobrazu, parki krajobrazowe itp.). Często w takich przypadkach wyznacznikiem jest podział administracyjny, który ma się nijak do procesów, które są związane chociażby z presją jaką wywołują fermy przemysłowe na otoczenie. **Granica administracyjna nie jest barierą dla zanieczyszczeń i nie chroni danego obszaru przed rozprzestrzenianiem się i koncentracją zanieczyszczeń.**

Nawet jeśli ferma nie jest zlokalizowana na żadnym z obszarów prawnie chronionych, to bliskość tych obszarów od fermy, może stanowić zagrożenie dla okolicznych ekosystemów. Należy też pamiętać, że obszary są łącznikami pomiędzy innymi chronionymi obszarami, co stanowi specyficzny łańcuch wzajemnych zależności. Pogorszenie jednego systemu, pociąga pogorszenie jakości innych ekosystemów. Należy pamiętać, że oddziaływanie ferm zwierzęcych nie kończy się na działkach inwestycyjnych, gdzie postawione są budynki inwentarskie. Fermy takie często praktykują nawożenie na polach, które są rozrzucone w okolicy. A więc zakres potencjalnego oddziaływania ferm znacznie się zwiększa. W gminach z korzystnymi uwarunkowaniami przyrodniczymi **powinna być dopuszczona tylko zrównoważona gospodarka rolna.**

W kontekście rozprzestrzeniania zanieczyszczeń do środowiska paręset metrów jest niewielką odległością. W przypadku terenów chronionych **jest to tak naprawdę obszar otuliny**, czyli powierzchni peryferyjnej obszaru chronionego, gdzie powinny być zastosowane ograniczenia w wykorzystaniu zasobów terenu chronionego lub gdzie powinny być powzięte działania na rzecz rozwoju i w celu poprawienia wartości terenu (Konwencja londyńska z 1933, Sayer 1991, Różowicz 2013). **W strefie sąsiadującej z chronionymi powierzchniami, gospodarka gruntami powinna być częściowo ograniczona w celu zapewnienia dodatkowej warstwy ochronnej powierzchniom chronionym wraz z zapewnieniem korzyści sąsiadującym wspólnotom społecznym** (Wells i Brandon 1993).

Mimo, iż pojęcie otuliny np. dla obszarów Natura 2000 nie jest prawnie zdefiniowane, to jest to kwestia często poruszana w literaturze. Otulina spełnia dwie bardzo ważne funkcje:

- otulina stanowi fizyczną barierę pomiędzy oddziaływaniem człowieka a obszarem chronionym prawnie;
- otulina powoduje zmniejszenie negatywnego oddziaływania na strefę prawnie chronioną.

Ponieważ obszary chronione nie stanowią izolowanych przestrzennie tworów i ekosystemy naturalne mogą współdziałać z ekosystemami intensywnie użytkowanymi przez człowieka, dlatego też ich granica nie kończy się z granicą

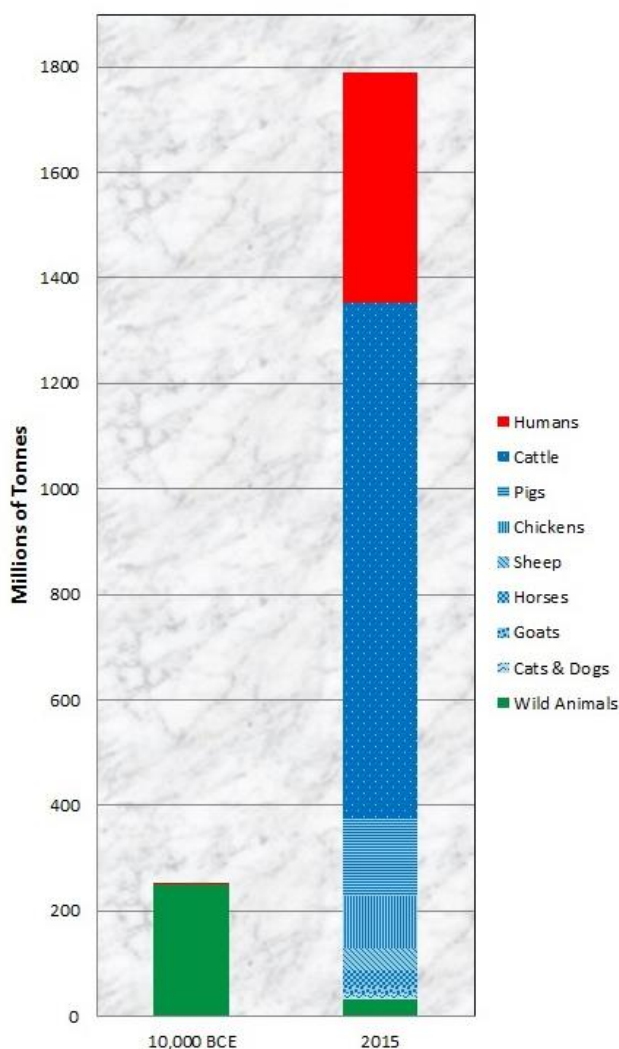
administracyjną. Otuliny, czyli strefy buforowe powinny być więc brane pod uwagę przy sporządzaniu MPZP.

Podane powyżej jako przykład formy ochrony przyrody nie wyczerpują wszystkich możliwości szeroko rozumianej ochrony zasobów przyrodniczych. Uzupełniają je stosowne zarządzenia oraz stosowanie zwyczajowych, lokalnych form ochrony zachowanych w dobrym stanie, fragmentów przyrody. Polegają one m.in. na ochronie przed wyrębem kęp lub grup starych drzew, zachowywaniu zadrzewień na gruntach nieleśnych oraz ochronie drzew (a także innych form przyrody nieożywionej) niezatwierdzonych, lecz zasługujących na miano pomnika przyrody. Ochrona dotyczy również ekstensywnych stawów rybnych i dolin rzecznych. Dyspersja zanieczyszczeń emitowanych przez analizowane fermy zależy od warunków atmosferycznych i pogodowych. Nie jest możliwym by zatrzymać je w obrębie niewielkich najczęściej działek na których stoją budynki inwentarskie. **Zanieczyszczenia migrują czasem setki kilometrów, powodując wzrost zanieczyszczeń w regionach sąsiednich.** Dotyczy to tzw. transgranicznego rozprzestrzeniania zanieczyszczeń (<http://30>). Ministerstwo Środowiska również wydało w 2013 r. duże opracowanie dotyczące transgraniczne przenoszenia zanieczyszczeń powietrza z licznymi symulacjami (*M.Ś 2013. Transgraniczne przenoszenie zanieczyszczeń powietrza pochodzących z dużych źródeł emisji, objętych pozwoleniami zintegrowanymi, na tereny przygraniczne wzdłuż granicy polsko-niemieckiej – wstępne rozeznanie*). Problematyka rozprzestrzeniania zanieczyszczeń powietrza na dalekie odległości nie jest więc czymś nowym. Zakładając jednak, że cała ilość zanieczyszczeń wyprodukowanych na fermach miałyby zamknąć się w granicach działek podmiotów emisyjnych, to zanieczyszczenia musiałyby się deponować w gruncie. Tereny ferm stanowiłyby swoistą bombę ekologiczną obciążoną corocznie tonami różnych związków.

2.4.9. Potencjalny wpływ ferm zwierzęcych na bioróżnorodność

Bioróżnorodność jest jednym z ważniejszych obecnie zagadnień poruszanych przez naukowców prognozujących przyszłość naszej planety. Obecnie niszczenie siedlisk przyrodniczych powoduje masowe wymieranie gatunków na wielką skalę. Każdy gatunek stanowi ważne ogniwo łańcucha pokarmowego. Brak tego ogniwa powoduje dalsze zaawansowane konsekwencje w postaci niszczenia struktury ekosystemów. Przemysłowy chów zwierząt osiągnął obecnie skalę niespotykaną w przeszłości. Masa zwierząt hodowlanych na świecie jest w tej chwili dużo wyższa niż łączna masa ludzi i zwierząt dziko żyjących (Rys. 13).

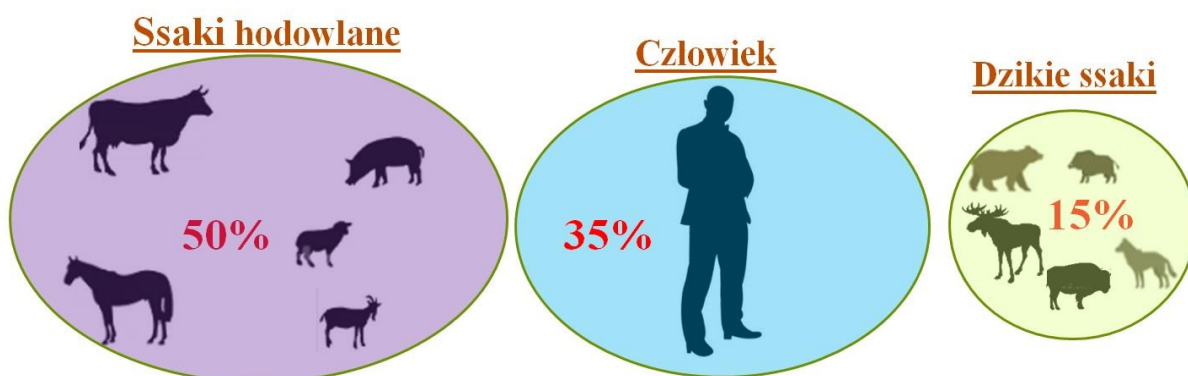
Przełomowy pomiar ciężaru ziemskiego życia ujawnił, że gatunkiem wywierającym największy wpływ na biosferę jest *Homo sapiens*. Miarą tej „supremacji” jest eksterminacja przyrody. Choć licząca 7,6 miliarda osobników ludzkość stanowi zaledwie 0,01% wszystkich żywych organizmów, to od zarania cywilizacji zdołała zgładzić 83% dzikich ssaków i 50% roślin. Najnowsze analizy wykazują, że zbiorowość ptaków na Ziemi składa się w 70% z drobiu hodowlanego. W przypadku ssaków obraz jest jeszcze bardziej ponury – 60% to zwierzęta gospodarskie, głównie bydło i świnie, 36% to ludzie, a tylko 4% to dzikie zwierzęta. Spowodowana działalnością rolniczą, wycinką drzew i „zagospodarowaniem” destrukcja naturalnych siedlisk jest przyczyną trwającego już szóstego wielkiego wymierania planetarnego. Połowa ziemskich zwierząt została wytrzebiona w ciągu ostatnich 50 lat.



Rys. 13. Biomasa lądowych kręgowców na Ziemi w roku 10 000 p.n.e. oraz w 2015 (kolor zielony - zwierzęta dzikie, niebieski - hodowlane, pomarańczowy - człowiek)
 Źródło: WWF (2016)

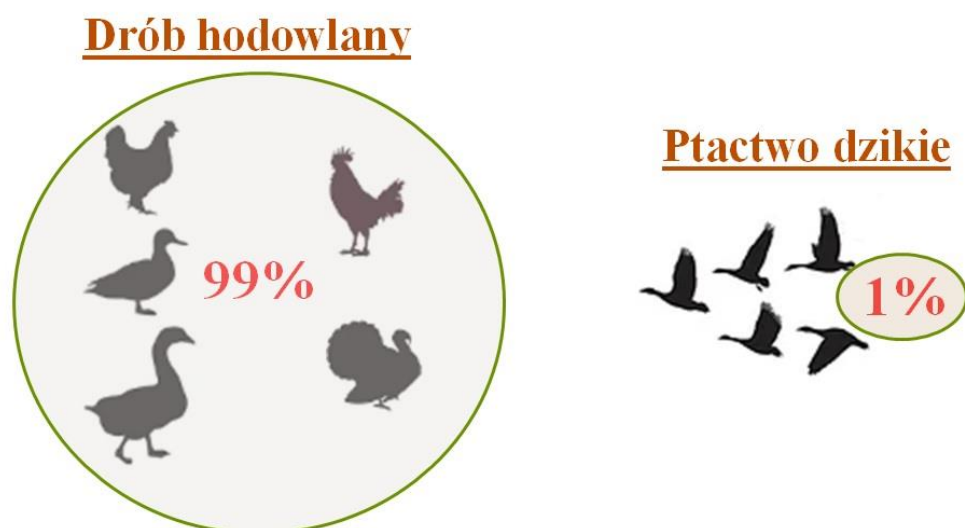
Wiele z ekosystemów może stracić swoje walory i zanikać w wyniku intensywnego, nie zawsze racjonalnego i zgodnego z naturalną odpornością ekosystemów wykorzystania. Rolnictwo przemysłowe może stać się barierą dalszego rozwoju funkcji, które w znacznym stopniu decydują o ekonomicznym obliczu całych regionów. Konieczność zminimalizowania presji antropogennych, poprawę utraconych wartości i zasobów oraz zaproponowania nowych kierunków rozwojowych lub modyfikację obecnych, uwzględniających naturalne predyspozycje i odporność środowiskową powinny stać się priorytetem.

Badania własne autora niniejszego opracowania wykazują, że sytuacja w Polsce nie jest dużo lepsza. Masa ssaków hodowlanych jest większa niż sumaryczna masa ssaków dzikich i ludzi (Rys. 14). Jeszcze gorzej wygląda sytuacja z ptactwem. Drób hodowlany to 99% masy ptaków w Polsce. Tylko 1% to ptaki dzikie (Rys. 15).



Rys. 14. Stosunek masy ssaków dzikich, hodowlanych i człowieka w Polsce

Źródło: obliczenia własne



Rys. 15. Masa drobiu w porównaniu z masą dzikiego ptactwa w Polsce

Źródło: obliczenia własne

Bioróżnorodność jest również rozumiana jako zróżnicowanie ekosystemów, w otoczeniu których często lokalizowane są przemysłowe fermy zwierzęce. Poprzez system naturalnych łączników i przekazywanie zanieczyszczeń (sieć hydrologiczna, powietrze) fermy mogą pośrednio wpływać nawet na znacznie oddalone od nich ekosystemy.

Bioróżnorodność biocenotyczna i siedliskowa na świecie zanika w zastraszającym tempie. Komisarz UE ds. Środowiska powiedział odnosząc się do bioróżnorodności, że „*Kasujemy zawartość twardego dysku natury, nie wiedząc, jakie dane przechowuje*”. Utrata różnorodności biologicznej i ekosystemów stanowi zagrożenie dla funkcjonowania organizmów roślinnych i zwierzęcych, człowieka oraz gospodarki. Dobrobyt każdej populacji ludzkiej na całym świecie jest całkowicie i bezpośrednio zależny od usług ekosystemowych. Populacja ludzka czerpie niezliczone korzyści ze środowiska naturalnego w postaci dóbr i usług, określanych nazwą „świadczeń ekosystemowych”. Świadczenia ekosystemowe stanowią głównie dobra publiczne nie będące produktem rynkowym. Wartość podstawowych usług ekosystemowych na świecie wynosi 33 tryliony \$, czyli prawie 2 razy więcej niż wartość produktu narodowego brutto USA (18 trylionów \$, Costanza i in. 1997). Usługi świadczone przez ekosystemy są nadal niedoceniane, choć coraz częściej zwraca się na nie uwagę w kontekście rozwoju gospodarczego regionów. Negatywny wpływ jednej jednostki na ekosystem naturalny może się przełożyć na pogorszenie wskaźników gospodarczo-ekonomicznych innych jednostek o podobnym lub różnym profilu działalności.

Intensywna produkcja zwierzęca może wpływać negatywnie na populację roślin i zwierząt występujących w ekosystemach towarzyszących tym inwestycjom. Koncentracja jednostek zajmujących się chowem lub hodowlą zwierząt oraz szerokie spektrum emitowanych zanieczyszczeń pochodzących z ferm, może powodować stopniową degradację ekosystemów, a poprzez to zanik siedlisk i ustępowanie z tego regionu gatunków dzikich roślin i zwierząt. Błędnie zakłada się, że obszary rolnicze to obszary ubogie w faunę i florę. Biotopy terenów wodnych i podmokłych, stwarzają dogodne warunki rozrodu gatunkom o wąskich spektrach ekologicznych. W akwenach jeziornych i na terenach podmokłych warunkiem utrzymania ich walorów jest niezmiennianie sposobów dotychczasowego użytkowania.

Potencjalnym zagrożeniem jest również eutrofizacja i zanieczyszczenie wód wywołane wysokim nawożeniem gruntów rolnych. Obecność punktowych i obszarowych źródeł zanieczyszczeń pochodzących z rolnictwa (intensywne stosowanie wspomaganých chemicznie metod agrotechnicznych) oraz nieuregulowana gospodarka wodno-ściekowa na

terenach wiejskich może powodować przekształcenia naturalnych i półnaturalnych siedlisk występujących w rolniczej przestrzeni produkcyjnej, ale także w ekosystemach towarzyszących, powodując obniżenie atrakcyjności tych terenów dla niektórych ptaków, a nawet eliminowanie ogniw w łańcuchu troficznym, co może wpływać na ich śmiertelność. Niektóre gatunki organizmów zwierzęcych są bardzo wrażliwe na zanieczyszczenia ze źródeł rolniczych. W przypadku niektórych płazów, szwedzkie badania wykazały, że stężenia związków azotu wpływają niekorzystnie na ich rozród (Loman i Lardner 2006).

2.4.10. Wzrost natężenia ruchu pojazdów

Hałas oraz ruch pojazdów który towarzyszy funkcjonowaniu ferm zwierzęcych znacząco wpływa na jakość życia mieszkańców okolicznych miejscowości. Instalacja pracuje w systemie ciągłym siedem dni w tygodniu 24 godziny na dobę (praktycznie 365 dni w roku). Nieustający hałas, którego źródłami będą wentylatory, odprowadzanie spalin z agregatu prądotwórczego, załadunek zwierząt, paszociągi, załadunek paszy do silosu, ruch pojazdów poruszających się po terenie gospodarstwa, uprzykrza życie mieszkańcom. Natężenie ruchu w skali roku, na drogach dojazdowych do ferm, znacząco wzrasta poprzez częste przejazdy samochodów ciężarowych, tzw. ciężkich, wywożących żywiec, pomiot, odpady, padłe zwierzęta oraz ścieki bytowe, a także przywóz paszy i zwierząt hodowlanych. Do tego w wielu przypadkach dochodzi dojazd służb weterynaryjnych oraz pracowników. Skutkować to będzie szybszym zniszczeniem nawierzchni drogi asfaltowej przebiegającej przez okoliczne miejscowości. Tego typu natężenie ruchu jest czymś nowym na obszarach wiejskich i wcześniej nie miało miejsca. Wąskie nieprzygotowane do tego celu drogi są często rozbijane przez ciężki transport. Bliskość drogi do zabudowy mieszkalnej powoduje hałas oraz wzrost natężenia zanieczyszczeń emitowanych przez samochody, ale także przez przewożone zwierzęta, odchody zwierzęce czy pasze.

Charakter dróg, po których porusza się ciężki sprzęt i transport jest kwestia bardzo istotną, ponieważ nośność dróg została ściśle określona prawnie. Rodzaje dróg, po których mogą poruszać się pojazdy o określonym dopuszczalnym nacisku pojedynczej osi napędowej (Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z 8 kwietnia 2022) zawarto w Ustawie z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U. 1985, Nr 14 poz. 60).

2.5. Przykłady wielkości presji związanej z funkcjonowaniem ferm zwierzęcych

2.5.2. Skala wybranych zanieczyszczeń

Bardzo ważne w obliczaniu presji ferm zwierzęcych jest ustalenie liczby zwierząt przebywających na fermach. Nieodpowiednio przyjęta liczba inwentarza wpływa niewątpliwie na niewłaściwą diagnozę sytuacji i przekłada się na nierzetelnie obliczone ilości emitowanych zanieczyszczeń, wytwarzanych odchodów czy chociażby liczby przejazdów ciężkim sprzętem z i do fermy. Najbardziej adekwatnym do obliczeń skali presji na środowisko ze strony produkcji zwierzęcej jest stan średnioroczny. Uwzględnia on zarówno przelotowość, jak i ilość i długość cykli. W tabeli nr 10 pokazano jak wyglądają stany przelotowe i średnioroczne dla przykładowych ferm o różnej specjalizacji zlokalizowanych w województwach wielkopolskim, lubuskim, lubelskim, zachodniopomorskim opolskim i mazowieckim.

Tab. 10. Liczebność zwierząt w przykładowych fermach wyrażona w sztukach fizycznych i jednostkach umownych (DJP)

Nr fermy	Gatunek i typ zwierząt	Stan średnioroczny [szt. fiz.]	Stan średnioroczny [DJP]	Sztuki przelotowe [szt. fiz.]
1	brojlery kurze	391 667	1 175	1 000 000
2	brojlery kurze	423 360	1 693	4 064 256
3	brojlery kurze	525 525	2 102	4 851 000
4	tuczniaki	2 790	391	33 477
5	tuczniaki, warchlaki	1 996	210	11 976
6	brojlery kurze	753 900	2 714	6 462 000
7	norka amerykańska	493443	1234	986888
8	norka amerykańska	266000	665	532000
9	brojlery kurze	814971	2934	5719098
10	brojlery kurze	113400	454	680400
11	drób kurzy	75524	302	453146
12	drób kurzy	55678	223	334066
13	trzoda	7172	1004	21517
14	bydło opasowe	1494	1494	1494
15	norka amerykańska	41800	105	83600

Źródło: obliczenia własne

Na podstawie obliczonych stanów średniorocznych w przykładowych fermach zwierzęcych, obliczono wielkość emisji NH₃ oraz CH₄ na podstawie modelu RAINS

(The Regional Air Pollution Information and Simulation) (Klimont i Brink 2004). Dla porównania emisje amoniaku obliczono wg EMEP/EEA (2009) i uśredniono wartości końcowe. Emisja pyłu PM10 została policzona wg wytycznych PRTR (Dokument pomocniczy w sprawie ustalania wielkości emisji pochodzących z hodowli trzody chlewnej i drobiu 2018). Emisję siarkowodoru dla analizowanych ferm obliczono wg Hławiczka (1993) i Dobrzańskiego (2002) uwzględniając okres letni i zimowy oraz typ powstającego nawozu naturalnego. Wielkość emisji N₂O z analizowanych ferm obliczono wg wytycznych Mosiera i in. (1998). Wielkość emisji pyłów z chowu nerek policzono wg współczynników podawanych za Finnish Environment Institute (Air Pollutant Emission 2020). Emisję metanu oraz podtlenku azotu dla nerek obliczono wykorzystując współczynniki proponowane przez Donga i in. (2006). Emisję H₂S dla nerek, ze względu na skąpe informacje na ten temat, obliczono wykorzystując współczynniki jak dla świń, odnosząc je do odpowiedniej wagi nerek (Ni i in. 1998).

Poniżej w tabeli nr 11 przedstawiono wielkość emisji wybranych substancji emitowanych przez przykładowe zwierzęce ферmy przemysłowe. Ilości podane w tabelach dotyczą jednego roku. Należy sobie uzmysłowić, że znaczna część tych substancji będzie deponować w bardzo bliskim sąsiedztwie źródła emisji, czyli ferm. Niektóre będą się kumulować w okolicy modyfikując elementy środowiska takie jak np. wody, czy też gleba.

Tab. 11. Analiza wielkości wybranych zanieczyszczeń na podstawie przykładowych ferm o różnej specjalizacji z kilku województw (*specjalizacja podana w tabeli nr 10*)

Nr ферmy	Emisja amoniaku [kg·rok]	Ilość azotu z amoniaku [kg·rok]	Metan (CH ₄) [kg·rok]	Razem N-N ₂ O [kg·rok]	Razem H ₂ S [kg·rok]	Razem PM ₁₀ [kg·rok]
1	105 750	86715	30 550	2 812	127	16 310
2	114 307	93732	33 022	3 040	137	17 630
3	141 892	116351	40 991	3 773	170	42 441
4	16 394	13443	53 842	817	137	1 088
5	11 730	9619	38 523	423	98	778
6	241 248	197823	58 804	5 413	244	18 998
7	833918	683813	335541	2991	719	3947
8	449539	368623	180880	1612	388	2128
9	260791	213848	63568	5612	264	3015
10	36288	29756	8845	781	37	420
11	24168	19818	5891	520	24	279
12	17817	14610	4343	383	18	206
13	38874	31877	39448	2100	2510	2797
14	16554	13574	16583	2261	164	598
15	70642	57926	28424	253	61	334

Źródło: obliczenia własne

Poniżej, w tabeli nr 12, przedstawiono obciążenie azotem z amoniaku gruntów w strefie bezpośredniego negatywnego oddziaływania (do 800 m) fermy brojlerów kurzych o stanie średniorocznym 753 900 szt. fiz., przy założeniu, że tylko 5% amoniaku osiadzie w okolicy. Wielkość obciążenia gruntów kształtuje się na poziomie **49,2 kg/ha rocznie**. Średnia **tolerancja ekosystemów na dopływający azot wynosi 17 kg/ha**, z tym że np. ekosystemy wodne i z wodą związane mają tolerancją znacznie niższą – na poziomie 5-10 kg. Należy pamiętać, że amoniak nie jest jedynym źródłem azotu, jeśli chodzi o fermę. Są nim inne związki azotu, ale także nawozy naturalne, wytwarzane na fermach.

Większość ekosystemów naturalnych przystosowała się do egzystowania w siedlisku ubogim w azot. Dopływ zwiększonych ilości azotu powoduje przebudowę ekosystemów, wypadanie bardziej wrażliwych ogniw troficznych i spadek bioróżnorodności, pojawianiu się gatunków ekspansywnych, a w konsekwencji degradacji całego ekosystemu. Obecnie obserwujemy zanikanie siedlisk, takich jak wrzosowiska, czy murawy kserotermiczne. Widoczny jest również wzrost troficzności obszarów zmienno-wilgotnych oraz wód powierzchniowych. To powoduje, że wrażliwe na azot ekosystemy nie są w stanie poradzić sobie z tak dużą ilością zanieczyszczeń. Dlatego lokalizacja ferm powinna być ściśle określona i dopasowana do pojemności chłonnej środowiska i możliwości stymulowania i utrzymania procesu samooczyszczania oraz innych procesów naturalnych, zachodzących w środowisku. Skala produkcji zwierzęcej powinna więc być bezpośrednio skorelowana z wrażliwością ekosystemów towarzyszących fermom zwierzęcym. W przypadku obecności wrażliwych ekosystemów, dopuszczalne powinno być tylko prowadzenie produkcji ekstensywnej bądź ekologicznej.

Tab. 12. Obciążenie azotem pochodzącym z wyemitowanego amoniaku deponowana w odległości do 800 m od źródła (przykładowej fermy)

Budynek inwentarski [nr]	Sztuk fizycznych [SF]	Emisja NH ₃ [kg/szt./rok]	Ogółem [kg NH ₃]
Suma ze wszystkich kurników	753900	-	241248
SUMA N z NH ₃ (kg/rok)			197823
Powierzchnia oddziaływania do 800 m (ha)			200,96
Depozycja azotu z amoniaku do 800 m (kg/ha/rok) *			49,2

* przy założeniu, że tylko 5% amoniaku deponuje się w okolicy 300-800 m od analizowanej inwestycji

Źródło: obliczenia własne

2.5.1. Wytwarzanie nawozów naturalnych

Skalę wytworzenia nawozów naturalnych w analizowanych przykładowych fermach oszacowano na podstawie wytycznych zawartych w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lutego 2020 r. w sprawie przyjęcia "Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu" (Dz.U. 2020 poz. 243). Ilości nawozów naturalnych oraz zawartego w nim azotu w rzeczowych podmiotach przedstawiono w tabeli nr 13.

O podstawowych problemach związanych z gospodarką odchodami napisano w rozdziale nr 2.4.1.

Tab. 13. Produkcja nawozów naturalnych wraz zapotrzebowaniem na grunty nawożone

Nr fermy*	System chowu	Ilość pomiotu [t/rok]	Ilość azotu z pomiotu [kg]	Ilość obornika [t/rok]	Ilość azotu z obornika [kg]	Ilość gnojowicy [m ³ /rok]	Ilość azotu z gnojowicy [kg]	Zapotrzebowanie na grunty nawożone [ha]
1	bezściołowo	6 658	164 461	-	-	-	-	967
2	ściółka	7 197	177 769	-	-	-	-	1046
3	ściółka	8 934	220 668	-	-	-	-	1298
4	bezściołowo	-	-	-	-	5 301	24 382	143
5	bezściołowo	-	-	-	-	3 293	12 635	74
6	ściółka	12 816	316 563	-	-	-	-	1862
7	ściółka	-	-	7895	170929	-	-	1005
8	ściółka	-	-	4256	92142	-	-	542
9	ściółka	13854	342206	-	-	-	-	2013
10	ściółka	1928	47617	-	-	-	-	280
11	ściółka	1284	31713	-	-	-	-	187
12	ściółka	946	23379	-	-	-	-	138
13	bezściołowo	-	-	-	-	13627	62686	369
16	bezściołowo	-	-	-	-	17578	67506	397
17	ściółka	-	-	669	14479	-	-	85

* specjalizacja podana w tabeli nr 10

Źródło: obliczenia własne

Oprócz wytwarzania nawozów przedstawiono również zapotrzebowanie na grunty niezbędne do zagospodarowania takich ilości nawozów, które często jest bardzo duże (Tab. 13). Przykładowo, jeden inwestorów z planujących inwestycję w gminie Chlewiska (ferma brojlerów kurzych nieujęta w niniejszych analizach), przy założeniu maksymalnej dawki azotu z nawozów naturalnych (170 kg/ha), określonej w artykule 17, ust. 3, Ustawy o nawozach i nawożeniu z dn. 10 lipca 2007 r., **potrzebowalby ok. 69,3% użytków rolnych**

gminy. Inwestor deklaruje przekazywanie pomiotu okolicznym rolnikom. W praktyce oznaczałoby to, że zdecydowana większość gospodarstw w gminie Chlewiska powinna specjalizować się w produkcji roślinnej i wykazywać zapotrzebowanie na nawozy naturalne. Tymczasem w Strategii Rozwoju Gminy czytamy, że Gmina posiada ok. 996 gospodarstw, które posiadają zwierzęta krowy, trzoda chlewna, konie i drób. Istnieje więc produkcja własna nawozów naturalnych w poszczególnych gospodarstwach, co powoduje, że powierzchnia gruntów dla wykorzystania pomiotu będzie bardzo ograniczona. Poza tym należy uwzględnić, że oprócz nawozów naturalnych na polach stosowane są inne nawozy, np. mineralne, które również dostarczają do gleby azot i inne pierwiastki. Maksymalna dawka 170 kg N/ha dotyczy sumy ze wszystkich źródeł. Odnoszenie więc nawożenia naturalnego do maksymalnego poziomu jest błędem metodycznym. Poza tym należy też zwrócić uwagę, że w regionie część gruntów nie może być nawożona nawozami naturalnymi, bądź nawożenie musi być ograniczone, co wynika z różnych przepisów. Stąd więc możliwości rolniczego wykorzystania takich nawozów, są mocno ograniczone.

2.5.2. Zużycie wody na potrzeby bytowe zwierząt

Woda to jeden z najbardziej newralgicznych tematów związanych z funkcjonowaniem ferm. W obecnych czasach, jest to czynnik decydujący nie tylko o stanie gospodarki, ale także standardzie życia mieszkańców. Woda wykorzystywana jest na fermach przede wszystkim na potrzeby bytowe zwierząt. Jest dodatkowo wykorzystywana do utrzymywania higieny w pomieszczeniach i na zewnątrz budynków. W niewielkich ilościach zużywają wodę pracownicy zatrudnieni na fermach. Niewłaściwe usytuowanie ferm związane z miejscowym poborem wody (studnie głębinowe), niewłaściwa skala produkcji, może doprowadzić do okresowego lub całorocznego deficytu wody na potrzeby bytowe ludzi. Ma to już miejsce w wielu gminach w Polsce. Problem ten będzie narastał, ponieważ sięgamy po źródła coraz głębsze i zużywamy coraz większe ilości wody. Mamy przykłady płynące z Hiszpanii, czy Stanów Zjednoczonych, gdzie tego typu gospodarka doprowadziła do osuszenia bagien, degradacji gruntów, powstawania lejów depresyjnych, mineralizacji gruntów i ich osiadania nawet o kilkanaście centymetrów.

W niniejszym opracowaniu zużycie wody na wybranych fermach zwierzęcych obliczono na podstawie stanu średniorocznego inwentarza oraz zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dn. 14 stycznia 2002 r. (Załącznik do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. nr 8, poz. 70). Zużycie wody np. w Raportach OOŚ najczęściej bazują na wytycznych BAT. O ile same Konkluzje BAT (Decyzja Wykonawcza Komisji UE

2017/302) mają swoje uzasadnienie, o tyle współczynniki BAT z 2001 r. są oparte na przestarzałych danych, nieaktualnych technologiach, a na dodatek zostały opracowane dla krajów takich jak Holandia, Portugalia, czy Hiszpania, w których produkcja zwierzęca wygląda inaczej niż w Polsce, ale też uwarunkowania powodują, poziom emisji jest również inny.

Jak wynika z tabeli nr 14, zużycie wody na analizowanych fermach jest duże. Dla przykładu grupa ferm zlokalizowana w gminie Koźmin Wlkp. (11 z kilkudziesięciu działających w 2020 r. na terenie gminy), zużywa znacznie więcej wody niż jej mieszkańcy. Z informacji podawanej w „Programie Ochrony Środowiska na lata 2020–2024 z perspektywą do roku 2028 dla Gminy Koźmin Wielkopolski” (http://kozminwlpk.pl/wp-content/uploads/2021/01/POŚ_Gmina-Koźmin_projekt.pdf) w 2019 r. łącznie dostarczono mieszkańcom gminy 522 100 m³ wody. **Te 11 ferm zużywa 5,6 razy więcej wody na potrzeby bytowe zwierząt niż wszyscy mieszkańcy gminy.** Do tego dochodzi jeszcze zużycie wody na fermach na inne potrzeby niż bytowe. Należy zaznaczyć, że to nie są jedyne fermy w gminie Koźmin Wlkp. Jest ich tam znacznie więcej.

Tab. 14. Zużycie wody na cele bytowe zwierząt w przykładowych fermach zlokalizowanych w kilku województwach

Przykład nr	Rodzaj zwierząt	Zużycie wody [m ₃]
1	brojlery kurze	68 542
2	brojlery kurze	77 263
3	brojlery kurze	94 595
4	tuczniki	30 130
5	tuczniki, warchlaki	16 168
6	brojlery kurze	135 702
7	norka amerykańska	1 421 115
8	norka amerykańska	766 080
9	brojlery kurze	146 695
10	brojlery kurze	20 412
11	drób kurzy	13 594
12	drób kurzy	10 022
13	trzoda	77 461
14	bydło opasowe	53 784
15	norka amerykańska	120 384

Źródło: obliczenia własne

2.5.3. Analiza natężenia ruchu ciężkich pojazdów

Uciążliwość związana ze wzrostem natężenia ruchu pojazdów, szczególnie ciężkich, przy funkcjonujących fermach zwierzęcych, na lokalnych drogach, została opisana w rozdziale nr 2.5.5.

W tabeli nr 15 przedstawionej poniżej, przedstawiono strukturę liczby przejazdów na wybranych fermach, która generuje przemysłowa produkcja zwierzęca. Pojazdy te należy pomnożyć przez 2, dlatego, że ruch pojazdów musi odbywać się w dwie strony do i z fermy. W tradycyjnej polskiej wsi nagły wzrost natężenia ruchu samochodowego będzie wzmagał hałas, zagrożenia na drodze, ryzyko emisji zanieczyszczeń na drogach lokalnych oraz niszczenie niedostosowanej do ciężkiego ruchu nawierzchni dróg.

Tab. 15. Struktura natężenia ruchu pojazdów towarzysząca produkcji zwierzęcej w wybranych fermach

Przykład nr	Przywóz zwierząt	Wywóz zwierząt	Wywóz odchodów	Przywóz pasz	Wywóz martwych zwierząt	Przywóz słomy	RAZEM
1	5	130	333	685	60	0	1213
2	20	744	720	732	65	68	2349
3	24	207	447	851	72	24	1625
4	67	186	265	134	7	0	659
5	12	33	165	89	5	0	304
6	32	1172	1282	1289	408	0	4183

Źródło: obliczenia własne

2.6. Stan środowiska w okolicach ferm w świetle badań własnych

Od wielu lat prowadzone są na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu badania związane z wpływem gospodarki rolnej na różne elementy środowiska, ale przede wszystkim na wody powierzchniowe, podziemne (gruntowe i studzienne) i opadowe. Zakres badań dotyczy przede wszystkim szczegółowej analizy presji na środowisko z tytułu gospodarstw indywidualnych, a w ostatnich 14 latach również ferm. Z roku na rok zakres badań się poszerza. Obecnie oprócz parametrów fizycznych i chemicznych wód, badane są również parametry mikrobiologiczne oraz wykonywane są analizy na obecność hormonów i substancji farmakologicznych w wodach oraz odchodach. Ze względu na przygotowanie wyników do publikacji w ramach działalności naukowej, w niniejszym rozdziale przedstawione zostaną

tylko ogólne trendy. Tego typu badania prowadzone są już w wielu ośrodkach naukowych, np. na Gdańskim Uniwersytecie Medycznym,

Wody powierzchniowe

Jakość wód powierzchniowych badano w kilku województwach w wybranych ciekach oraz akwenach jeziornych. Część akwenów była zlokalizowana w zlewniach wód wrażliwych na zanieczyszczenia związkami azotu. Jakość wód powierzchniowych, ale również podziemnych w wielu zlewniach rolniczych uległa pogorszeniu, od momentu wejścia Polski w strukturę Unii Europejskiej. Badania własne, prowadzone w ostatnich latach, wskazują na katastrofalny stan wód powierzchniowych, szczególnie w otoczeniu wielkich ferm zwierzęcych. W ciekach wodnych wykrywano są hormony. Normy, w przypadku niektórych wskaźników troficznych w ciekach jak fosfor reaktywny, przekroczone są ponad 455 razy w stosunku do wartości progowych dla II klasy, zgodnie z wytycznymi Ramowej Dyrektywy Wodnej UE. Stężenia azotu amonowego przekraczają normy 175 razy przekraczają normy, a azot ogólny 96 razy. Stężenia wskaźników biogennych w wodach powierzchniowych są wyższe niż w nawozach. Na domiar złego stan sanitarny wód jest poza ustalonymi normami. W wielu przypadkach nie da się więc wywiązać z żadnych umów międzynarodowych, np. w kontekście osiągnięcia stanu dobrego wód powierzchniowych, zgodnie z wytycznymi Ramowej Dyrektywy Wodnej UE (Kupiec 2020). Wokół ferm zarówno w wodach opadowych jak i powierzchniowych wykrywane są nowe biowskaźniki (*Haematococcus pluvialis*), których wcześniej nie rejestrowano w Polsce, a które wydają się mieć potencjał destrukcyjny dla ekosystemów wodnych.

Wody opadowe

Wielkoskalowa produkcja zwierzęca modyfikuje również jakość wód opadowych. Jest to o tyle problematyczne, że opady powodują migrację zanieczyszczeń na pewną odległość od fermy. Staje się to ważnym zagadnieniem jeśli w okolicy funkcjonują gospodarstwa ekologiczne, ponieważ może to wpływać na przeżyźnienie gleb i obniżać jakość produktów ekologicznych. Dużym zagrożeniem jest też zasilanie wód powierzchniowych i podziemnych żyznymi opadami, ponieważ wpływa to na pogorszenie jakości tych wód i degradację ekosystemów wodnych.

Badania własne prowadzone są w pobliżu ferm o różnej specjalizacji w kilku województwach. Ponieważ nie ma norm dla jakości opadów, uzyskane na podstawie badań wyniki analiz chemicznych porównano z jakością opadów z obszarów względnie czystych (Łeba, Puszcza Borecka, Jarczew, Śnieżka). Wyniki analiz wskazują na bardzo duże przeżyźnienie opadów w okolicach funkcjonowania ferm zwierzęcych. Niemal wszystkie

badane parametry (azot azotanowy, azot azotynowy, azot amonowy, azot organiczny, azot ogólny, fosfor reaktywny, fosfor ogólny), wykazują znaczne przekroczenie tła. Stężenia niektórych związków przypominają ściek. Maksymalne stężenia azotu azotanowego przekraczały 144 razy tło, a azotu amonowego 14 razy przekraczały tło.

Wody podziemne

W wodach opadowych stężenia niektórych związków są na poziomie ścieków co może mieć potencjalny wpływ na jakość wód podziemnych, w tym studziennych. Badania własne prowadzono w kilku województwach na obszarach wiejskich w pobliżu ferm zwierzęcych. Analizowane wody studzienne nie nadają się do picia ani pojenia zwierząt, natomiast wody powierzchniowe nie nadają się do jakiegokolwiek wykorzystania. W studniach w okolicy budynków inwentarskich wykrywane były azotany w stężeniu do 1857,2 mg/l. Na polach w wodach gruntowych stężenia azotanów dochodziły do 1303,6 mg/l, a na terenie podwórzy gospodarstw rolnych - 1631,3 mg/l. Warto podkreślić, że Dyrektywa Azotanowa UE wskazuje na wody zagrożone zanieczyszczeniem na poziomie 40-50 mg NO₃/l, a za wody zanieczyszczone te, które przekraczają 50 mg/l. Skala przekroczenia tych wartości progowych pokazuje jak duża jest presja ze strony rolnictwa przemysłowego, ale z drugiej strony wskazuje na mało skuteczne działania monitoringowe i kontrolne. Musimy sobie uświadomić jedno, że środowisko które jest pod tak olbrzymią presją ze strony uprzemysłowionego rolnictwa, nie jest w stanie zachować dobrej kondycji. Wszelkie metody rekultywacji takiego środowiska są niemożliwe do wykonania i skazane na niepowodzenie, przede wszystkim ze względu na koszty, które przerzucone zostałyby i tak na społeczeństwo. Żeby jednak wykonać poprawną rekultywację środowiska, na wstępie należałoby odciąć źródła zanieczyszczeń. Nawet gdyby było to możliwe, to efekty środowiskowe byłyby widoczne najwcześniej za kilkadziesiąt lat. W studniach wykrywano również obecność antybiotyków wykorzystywanych w produkcji zwierzęcej.

Badania jakości pomiotu

Badania wykonano w ramach projektu pt. Prace B+R w celu wypracowania stabilnej i efektywnej kompozycji mikrobiologicznej ograniczającej dopływ biogenów do wód i kondycjonującej obornik (Nr umowy RPW M.01.02.01-28-0020/19-00) w ramach Osi Priorytetowej I – „Inteligentna Gospodarka Warmii i Mazur”, Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Warmińsko-Mazurskiego na lata 2014-2020 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego oraz kilku pomniejszych projektów. W badaniach nad pomiotem indykiem i emitowanymi gazami oprócz notowanych wysokich stężeń dwutlenku węgla, siarkowodoru oraz amoniaku,

zarejestrowano również emisję cyjanowodoru (HCN). Jest to nieorganiczny związek chemiczny, będący bezbarwną, lotną i silnie trującą cieczą o zapachu gorzkich migdałów. Z wodą tworzy słaby kwas cyjanowodorowy (kwas pruski), którego sole noszą nazwę cyjanków. Znalazł zastosowanie w syntezie i analizie chemicznej oraz jako pestycyd. Cyjanowodor występuje też naturalnie w postaci związanej w heterozydach (np. nasiona i liście pestkowców - gorzkie migdały, pestki brzoskwini i moreli (zawierające amigdalinę), owoce bzu czarnego oraz inne części tej rośliny (zawierają sambunigrinę). biała koniczyna (linamarynę i lotaustralinę), kora dzikiej wiśni (prusarynę). Cyjanowodor jest też obecny w dymie tytoniowym (Seńczuk 2005, Dutkiewicz 1968, Piotrowski 2006). Ilości zarejestrowanego cyjanowodoru w komorach statycznych były niekiedy ponad dwukrotnie razy większe niż stężenia amoniaku i stanowiły 0,71% objętości powietrza (amoniak 0,35%). Emisja cyjanowodoru w tak dużych ilościach, prawdopodobnie jest spowodowana intensyfikacją produkcji zwierzęcej. Nowe systemy żywienia, stosowanie substancji farmakologicznych, w tym antybiotyków, powoduje zmiany mikrobioty w przewodzie pokarmowym zwierząt, ale także w samych odchodach. Przebieg korzystnych procesów, które sprzyjają procesom biologizacji i kompostowania obornika, zostaje zakłócony. Pojawiają się procesy gnilne oraz inne procesy niepożądane, które obniżają wartość nawozową odchodów, ale przyczyniają się również do emisji związków do tej pory nieemitowanych lub, które towarzyszyły przemianom obornika w niewielkich ilościach. Wykonane badania pomiotu indyczego na obecność substancji farmakologicznych wskazują, że obornik jest mocno zanieczyszczony tego typu substancjami, co oznacza, że w przemysłowej produkcji zwierzęcej zużywa się ich dużo. Substancje jakie zidentyfikowano w pomiole indyczym to:

<ul style="list-style-type: none"> • Ibuprofen • Diclofenac • Sulfamethazin • Paracetamol • Iohexol • Metylparaben • Enrofloxacin • Ciprofloxacin • 17α-Etynyloestradiol • 17β-Estradiol • Karbamazepin • Atenolol • Metoprolol • Tramadol • Clarithromycin 	<ul style="list-style-type: none"> • Azithromycin • Venlafaxine • Telmisartan • 1-H-Benzotriazol • 5-methyl-1-H-Benzotriazol • Atorvastatin • Metylparaben • Norverapamil • Propylparaben • Enrofloxacin • Norfloxacin • Ciprofloxacin • Ofloxacin • Doxycyclin • Enoxacin.
---	--

4. Sposoby ograniczania emisji wybranych zanieczyszczeń

Emisja amoniaku jest procesem, który jest niezależny od rolnika i można go ograniczyć w bardzo niewielkim zakresie na fermach wielkoprzemysłowych. Przy tuczu zwierząt bardzo ważną rolę odgrywają pasze wysokobiałkowe. Ograniczenie białka powoduje wydłużenie cyklu produkcyjnego, więc nie jest praktykowane na fermach. Inwestorzy często proponują pewne *środki organizacyjno-techniczne*, dotyczące ograniczenia emisji zanieczyszczeń do powietrza na etapie eksploatacji fermy, np.:

- *utrzymywanie budynku inwentarskiego w czystości oraz zapewnienie odpowiedniej temperatury i wilgotności wewnątrz budynku poprzez sprawny system wentylacji,*
- *zastosowanie paliwa niskoemisyjnego,*
- *stosowanie nowoczesnych i technicznie sprawnych urządzeń (agregatu),*
- *utrzymywanie terenów wokół fermy w czystości, w celu zapobiegania wtórnej emisji pyłu.*

Większość powyższych propozycji jest raczej normalnymi praktykami organizacyjno-produkcyjnymi, które często wynikają z wymogów, lub mają na celu optymalizację produkcji i utrzymanie jej na pewnym poziomie rentowności. Są więc w interesie producenta. Nie są to dodatkowe praktyki środowiskowe wpływające na buforowanie oddziaływania fermy na środowisko.

Podawane w literaturze sposoby zmniejszenia emisji amoniaku z produkcji zwierzęcej są obejmują zarówno zmiany w technologii, jak i zarządzaniu fermą. Najczęściej są one jednak sposobem na optymalizację produkcji. Te, które mogą być stosowane dodatkowo i pociągają za sobą koszty, są stosowane rzadko przez właścicieli ferm zwierzęcych. Oto kilka przykładów sposobów, na ograniczenie emisji amoniaku podawane w literaturze:

- Ulepszanie technologii żywienia zwierząt: Dostosowanie diety zwierząt w celu zminimalizowania ilości białka i azotu w diecie może pomóc zmniejszyć produkcję amoniaku. Używanie specjalnych dodatków do paszy, które zmniejszają wydalanie azotu przez zwierzęta.
- Zastosowanie lepszych systemów zarządzania gnojowicą: Skuteczne zarządzanie gnojowicą jest kluczowe dla zmniejszenia emisji amoniaku. Zastosowanie nowoczesnych technologii, takich jak oddzielanie fazy ciekłej i stałej gnojowicy, pozwala na lepszą kontrolę nad emisją amoniaku.

- Wprowadzenie technologii oczyszczania powietrza w pomieszczeniach inwentarskich: Wprowadzenie systemów oczyszczania powietrza w budynkach ze zwierzętami, jak się podaje w literaturze, może zmniejszyć emisję amoniaku. Te technologie usuwają amoniak i inne związki azotowe przed ich uwolnieniem do atmosfery.
- Optymalizacja stosowania nawozów: Zastosowanie nawozów azotowych tylko w odpowiednich ilościach i na odpowiednich powierzchniach może pomóc w zmniejszeniu emisji amoniaku.
- Wdrażanie praktyk zrównoważonej produkcji: Wdrażanie praktyk zrównoważonej produkcji zwierzęcej, które uwzględniają ochronę środowiska, może pomóc w ograniczeniu emisji amoniaku.

Redukcja emisji amoniaku z produkcji zwierzęcej może się różnić w zależności od rodzaju wdrożonych działań oraz od rodzaju i skali produkcji. Szacuje się, że zastosowanie zaawansowanych technologii i praktyk zarządzania może zmniejszyć emisję amoniaku o około 30-50%. Jednak efektywność tych działań może się różnić w zależności od warunków lokalnych i indywidualnych charakterystyk każdej ferm. Współpraca z ekspertami i badaniami naukowymi może pomóc w wybieraniu najlepszych rozwiązań dla danej produkcji zwierzęcej.

Z innych metod wymienianych w literaturze, które mogą ograniczać emisję amoniaku, to stosowanie różnych dodatków chemicznych do ściółki. Te dodatki działają poprzez zmniejszenie procesów przekształcania azotu obecnego w ściółce w amoniak. Poniżej kilka przykładów takich dodatków:

- Kwas siarkowy (H_2SO_4) - dodawanie kwasu siarkowego do ściółki może obniżyć pH ściółki, co zmniejsza przemiany azotu w amoniak.
- Azotan amonu (NH_4NO_3) - dodatek azotanu amonu do ściółki może spowolnić przekształcanie azotu w amoniak, ponieważ jest to forma azotu, która jest mniej podatna na procesy utleniania.
- Wapno (CaO lub $Ca(OH)_2$) - dodawanie wapna do ściółki może zmniejszyć emisję amoniaku poprzez neutralizację kwasów obecnych w ściółce, co prowadzi do zmniejszenia przekształcania azotu w amoniak.
- Zeolity - dodatek zeolitów do ściółki może pomóc w absorpcji amoniaku i innych związków azotowych, co zmniejsza emisję amoniaku do atmosfery.
- Węgiel aktywny - dodatek węgla aktywnego do ściółki może pomóc w adsorpcji amoniaku, zmniejszając jego emisję.

- Mikroorganizmy - niektóre specjalnie wyselekcjonowane mikroorganizmy mogą być dodawane do ściółki w celu zwiększenia procesów rozkładu azotu w formy mniej lotne, co zmniejsza emisję amoniaku.

Na rynku istnieją również środki w celu ograniczenia emisji amoniaku, które można dodać do przechowywanych odchodów zwierzęcych. Działają one poprzez zmniejszenie procesów przekształcania azotu w amoniak, a więc przez zmniejszenie emisji amoniaku z samej masy odchodów. Przykłady takich środków przedstawiono poniżej:

- Inhibitory azotowe - to środki, które hamują procesy przemiany azotu w amoniak. Inhibitory azotowe zmniejszają aktywność enzymów odpowiedzialnych za przemiany azotowe w masie odchodów, co prowadzi do zmniejszenia emisji amoniaku. Przykłady inhibitorów azotowych to NPPT (3-nitrooxypropanol) i DMPP (3,4-dimetylopirazol fosforan).
- Inhibitory dehydratazy mocznika - hamują aktywność dehydratazy mocznika, co prowadzi do zmniejszenia przekształcania amoniaku w mocznik. Efektem tego jest zmniejszenie emisji amoniaku z mas odchodów. Przykładem takiego inhibitora jest hydroksy-3-metylobutanamid (HMB).
- Oksydatory amoniaku - przekształcają amoniak w inne formy azotu, które są mniej lotne. Oksydatory amoniaku działają poprzez przekształcenie amoniaku w azotany lub azotyny, które są mniej podatne na emisję do atmosfery.
- Adsorbenty - niektóre adsorbenty mogą być dodawane do masy odchodów, aby wchłonąć amoniak i inne związki azotowe, zmniejszając ich emisję. Przykładem takiego adsorbenta jest węgiel aktywny.

Warto zaznaczyć, że skuteczność dodatków chemicznych może się różnić w zależności od wielu czynników, takich jak rodzaj zwierząt hodowanych, rodzaj ściółki, typ i masa odchodów, klimat czy warunki chowu lub hodowli. Ważne jest również stosowanie dodatków chemicznych zgodnie z zaleceniami producenta i zgodnie z przepisami dotyczącymi bezpieczeństwa środowiskowego. Warto także konsultować się z ekspertami w dziedzinie rolnictwa, aby wybrać najlepsze rozwiązania dla danej produkcji zwierzęcej.

Niektóre firmy proponują rozwiązania techniczne oparte o metody dezodoryzacji gazów. Można je podzielić na pierwotne, polegające na zapobieganiu emisjom odorów w miejscu ich powstawania oraz wtórne. Należy jednak zaznaczyć, że nie wszystkim emisjom gazów odorowych da się zapobiec. Metody pierwotne mogą również okazać się nieopłacalne ze względów ekonomicznych. Wówczas ważne jest zbieranie gazów ze źródeł emisji i ich

skuteczna dezodoryzacja. Poniżej dwa dość absurdalne przykłady propozycji takiego działania w stosunku do amoniaku. Przykłady te pochodzą z dwóch Raportów OOS planowanych obiektów fermowych:

PRZYKŁAD I

Inwestor w Raporcie OOS z 2019 r. dla dwóch planowanych obok siebie inwestycji (I i II) pisze: *Zanieczyszczone powietrze kierowane będzie z budynków chlewni do oczyszczalni powietrza. Zanieczyszczone powietrze w pierwszej fazie przepływa przez kanał zbiorczy pod dachem budynku. Kanał zasysający do komory oczyszczalni jest szczelny, następnie ścianę myjącą, która w sposób ciągły natryskiwana jest wodą i może być wyposażona w linię wstępnego natrysku. W tym stopniu procesu następuje częściowe usuwanie odorów, amoniaku i pyłu. Następnie powietrze przepływa przez kolejną ścianę myjącą, która w sposób ciągły natryskiwana jest wodą o odpowiednim pH. Odpowiednie pH wody jest utrzymywane dzięki regulacji poziomu pH poprzez zakwaszenie. Dzięki temu mikroflora bakteryjna rozwija się na panelach i oczyszcza zużyte powietrze między innymi z amoniaku. Na tym etapie usuwany jest prawie całkowicie amoniak i w sposób skoncentrowany przechodzi do relatywnie czystego płynu myjącego. W ostatnim etapie procesu powietrze przechodzi przez złożę biologiczne, które w znacznym stopniu redukuje odory. Następnie oczyszczone powietrze przechodzi przez chwytacz kropli i usuwane jest za pomocą wentylatorów. Inwestor na tym etapie nie jest w stanie określić producenta oczyszczaczy. Bazując na kartach katalogowych różnych firm skuteczność oczyszczenia powietrza tą metodą wynosi ok. 70% redukcji amoniaku, 85% redukcji odorów, 90% redukcji pyłów Planuje się zamontować systemy oczyszczania powietrza przy każdym z budynków.*

Stopień redukcji ww. substancji jest abstrakcyjny. Abstrahując jednak od technologii oczyszczania (inwestor podał w Raporcie OOS przykład takiego rozwiązania ze specyfikacją), która w podanych kartach jest bardzo prosta i analizując sposób jej działania, nie jest ona w stanie zredukować tak ogromnych ilości zanieczyszczeń. Tutaj zasadniczo uwidaczniają się tutaj dwa problemy. Ponieważ w przyrodzie, fizyce, istnieje prawo zachowania masy, zredukowany amoniak nie znika i musiałby być w jakiś sposób magazynowany i ewentualnie odstawiany do odpowiednich punktów utylizujących (o tym inwestor nie wspominał). W przypadku redukcji amoniaku na poziomie 70% inwestor z terenu inwestycji I musiałby zagospodarować **43 323,8 kg NH₃/rok**, a z inwestycji II - **88 217,6 kg NH₃/rok**. **Takich ilości nie pochłoną mikroorganizmy. Gdyby jednak hipotetycznie założyć, że tak się**

stanie, to ilość wytworzonej biomasy byłaby tak ogromna, że powierzchnia fermy nie wystarczylaby do jej magazynowania.

PRZYKŁAD II

Autorzy Raportu OOŚ z 2017 r. dla planowanej fermy drobiu proponują różnego rodzaju rozwiązania, które mają na celu ograniczenie emisji niektórych zanieczyszczeń, przede wszystkim amoniaku. Część z nich to są zwykłe praktyki żywieniowe, które stosowane są raczej dla racjonalnego wykorzystania paszy i optymalizacji produkcji niż z pobudek środowiskowych i w niewielkim stopniu przyczyniają się do ograniczenia emisji związków odorowych. Autorzy ww. Raportu piszą: *Z licznych obserwacji wynika, iż zarówno krzewy jak i drzewa stanowią najskuteczniejszy pochłaniacz zanieczyszczeń. Wykazano, że w przeciągu sześciu lat drzewa redukują emisję pyłu o 56%, amoniaku o 53%, a odoru o 18%. Poza tym „wzmacniają” estetykę krajobrazu.* **Skąd Autorzy wzięli te liczby, trudno ustalić. Nie mają one żadnego potwierdzenia w badaniach naukowych. Jeśli to byłoby prawdą to znaczyłoby, że w ciągu 6 lat z analizowanej fermy redukcji powinno ulec 767 167 kg NH₃ (629 077 kg N).** Zakładamy, że azot z amoniaku zostanie pochłonięty, bo to jedyna rozsądna możliwość ograniczenia jego negatywnego oddziaływania na środowisko i zniwelowania uciążliwości zapachowej, drzewa musiałyby pochłonąć tę ogromną ilość azotu. Przyjmując, że w jednym kg s.m. drewna (średnio dla robinii akacyjowej w korze i drewnie pni) jest ok. 6,2 g azotu (Kraszkiewicz 2009) to przyrost biomasy w tym czasie wyniósłby ok. **629 077 ton s.m.** Jest to oczywiście niemożliwe ze względu na bardzo mały obszar zadrzewień (szpaler wokół Fermi). Licząc średnio, że z ha otrzymujemy rocznie ok. 15 ton s.m. drewna, potrzebowalibyśmy szpaler o powierzchni **41 938 ha.**

Dalej Autorzy tego Raportu OOŚ piszą: *Latem dają cień, a zimą stanowią izolator ciepła, dzięki któremu obniżają się koszty związane z ogrzewaniem budynku. Ponadto drzewa filtrują wody podskórne, rozkładając zawarte w nich toksyny. Budynki fermowe są otaczane przez pasy zieleni ukształtowane w formie ażurowej, przewiewnej (większe odstępy), zwartej. Do tego celu używa się zarówno drzew wysokich np. buk zwyczajny, wiąz, sosna czarna i inne, drzew średniowysokich np. grab zwyczajny, wierzba iwa, olsza czarna oraz krzewów np. głóg, czeremcha amerykańska, liguster pospolity i inne. Stosując wyżej wymienione sposoby, nie tylko pozbywamy się odoru z pomieszczeń inwentarskich, lecz także zwalczamy mikroorganizmy chorobotwórcze, poprawiając tym samym stan sanitarny w obiekcie. W związku z powyższym inwestor planuje zastosowanie wyżej opisanych pasów zieleni. Stosując bariery biogeochemiczne w postaci pasów*

ochronnych z pewnością nie jesteśmy w stanie pozbyć się odoru z pomieszczeń. Możemy co jedynie ograniczyć ich negatywne oddziaływanie na tereny przyległe, ale już poza budynkami, czyli już po wyemitowaniu zanieczyszczeń.

Nasadzenia drzew i krzewów w barierach biogeochemicznych tworzących szpaler, są jednym z mniej skomplikowanych i mniej kosztownych sposobów ograniczenia rozprzestrzeniania się amoniaku (także innych zanieczyszczeń powietrza - pyłów, gazów, drobnoustrojów) z obiektów hodowlanych i fermowych, miejsc składowania odchodów, oczyszczalni ścieków, zbiorników ścieków i in. Mogą być one formowane z roślinności drzewiastej i krzewiastej w strukturze zwartej, ażurowej lub przewiewnej. Strefy izolacyjne i ochronne można formować z udziałem:

- drzew wysokich: buk zwyczajny, topola berlińska, grab zwyczajny, klon (zwyczajny lub srebrzysty), jesion wyniosły, wiąz (polny lub szypułkowy), lipa drobnolistna, dąb (szypułkowy, bezszypułkowy lub czerwony), sosna czarna, modrzew europejski;
- drzew średniowysokich: klon jesionolistny, olsza czarna, grab zwyczajny, wierzba iwa, jarząb pospolity;
- krzewów: głóg, śnieguliczka biała, ligustr pospolity, suchodrzew tatarski, czeremcha amerykańska, róża dzika, dereń biały, bez czarny lub lilak.

Przy wyborze drzew i krzewów do nasadzeń zaleca się gatunki rodzime. W omawianym Raporcie OOS z 2017 r. czytamy: *Mając na uwadze powyższe, inwestor utworzy pas zieleni izolacyjnej, który ma na celu poprawę walorów krajobrazowych, a także zminimalizowanie dla obszarów sąsiednich, uciążliwości powstających w wyniku eksploatacji inwestycji. Pas zieleni zlokalizowany będzie wzdłuż granicy nieruchomości inwestora od strony południowej i zachodniej.*

Zalecenia odnośnie składu gatunkowego nasadzeń:

- drzewa liściaste - brzoza brodawkowa, wierzba biała;
- drzewa iglaste - sosna pospolita, świerk pospolity;
- krzewy - jałowiec pospolity.

Część z proponowanych gatunków jest mało efektywna a nawet wrażliwa na działanie amoniaku i innych zanieczyszczeń (siarka), a więc nie nadają się do tworzenia szpalerów tego typu. Są to gatunki iglaste, takie jak sosna pospolita, świerk czy jałowiec.

Holendrzy proponują specjalne ściany do ograniczenia uciążliwości zapachowej w celu minimalizowania negatywnego wpływu ferm na standard życia okolicznych mieszkańców (Fot. 21). Składają się one z materiałów organicznych czasem

zaszczepionych mikroorganizmami. Mają one za zadanie redukcję nieprzyjemnych zapachów oraz wyłapywanie pyłów, kurzu i innych materiałów pochodzenia organicznego np. resztki pasz, czy pióra. W przypadku pyłów spełniają one swoją funkcję. Częściowo również ograniczają oddziaływanie substancji odorowych, choć **duża część metod polega na maskowaniu zapachu**. Należy pamiętać, że w przypadku wielu zanieczyszczeń, których jak pokazano w niniejszym opracowaniu powstaje na fermach bardzo dużo, nie da się ich ograniczyć w zadowalającym stopniu. Koszty działań ograniczających oddziaływanie ferm w zakresie uciążliwości odorowej, szczególnie kompleksowych, są bardzo wysokie, stąd bardzo niewiele takich rozwiązań możemy na fermach spotkać.



Fot. 21. Bio-filtr powietrza firmy BIG-DUTCHMAN

Źródło: <https://31>

5. Podsumowanie i rekomendacje

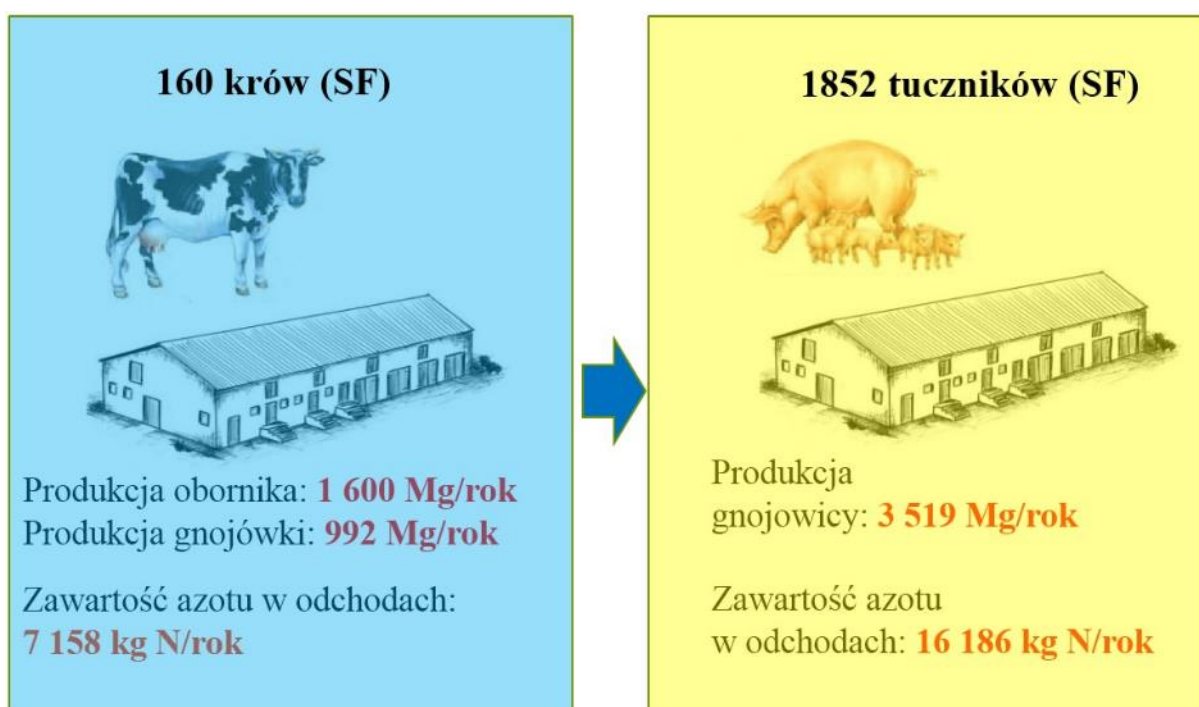
W ostatnich latach pojawiają się alternatywne typy ferm, które, jak deklarują ich właściciele oraz firmy promujące, mają mniejszy negatywny wpływ na środowisko. Jednak mimo pewnych, często niewielkich zmian w systemie produkcji, ale także zarządzania, nadal w wielu przypadkach jest to zamknięty system chowu, czyli w pomieszczeniach. Zwierzęta nie mają możliwości korzystania z wybiegów zewnętrznych, a pasze są dowożone z zewnątrz.

System żywienia oparty jest na paszach przemysłowych, które przy okazji wymuszają większe zużycie wody na potrzeby bytowe zwierząt. Problemem jest w dalszym ciągu koncentracją produkcji w jednym miejscu. Bez względu na to jakie czynności podejmie osoba zarządzająca fermą, w kontekście ograniczenia emisji niektórych substancji, to i tak skala zanieczyszczeń przy dużej koncentracji zwierząt będzie wywoływać dużą presję na środowisko. Pewnych procesów nie da się zatrzymać, będą zachodzić niezależnie od woli właściciela fermy. Aby mówić o zrównoważonym systemie chowu, zwierzęta powinny mieć stworzone warunki bytowe zbliżone do naturalnych, a sama produkcja nie powinna obciążać w znacznym stopniu ekosystemów naturalnych, występujących w ferm. W kontekście zmian regulacji prawnych dotyczących funkcjonowania zwierzęcych ferm przemysłowych, niezbędna jest zmiana przepisów w zakresie koncentracji produkcji w jednym miejscu. Należy bezwzględnie dopasować skalę produkcji do tzw. **pojemności chłonnej środowiska**. Potrzebne są zmiany systemowe dotyczące większej decyzyjności lokalnych społeczności o kształtowaniu własnego otoczenia.

Brak odpowiednich regulacji prawnych dotyczących uciążliwości odorowej oraz usytuowania obiektów inwentarskich w stosunku do określonych form użytkowania terenu, powoduje narastanie konfliktów społecznych oraz dyskomfort w działaniu samych inwestorów oraz właścicieli obecnie działających już ferm, chcących zgodnie z prawem i obowiązującymi normami rozwijać produkcję zwierzęcą. W ostatnich latach obserwowany jest wzrost liczby skarg na nieprzyjemne zapachy, którego przyczyn można upatrywać, m.in. w intensyfikacji i koncentracji chowu zwierząt na niewielkich powierzchniach. Obecne przepisy są nieprecyzyjne i nie służą interesom żadnej ze zainteresowanych tym problemem stron. Dużo zastrzeżeń budzą również wykonywane raporty oceny oddziaływania na środowisko, dla których brakuje standardów metodycznych do obliczania ilości zanieczyszczeń emitowanych przez określone gatunki zwierząt inwentarskich. Odkładanie w czasie unormowania tych kwestii będzie powodowało wzrost niezadowolenia różnych grup społecznych i użytkowników przestrzeni, w otoczeniu przemysłowych ferm zwierzęcych. Ponieważ ilość inwestycji tego typu rośnie, a wraz z nimi spory inwestorów z lokalnymi społecznościami oraz współbeneficjentami środowiska, w związku z tym problem jest niezwykle palący i wymaga szybkiego uregulowania.

Produkcja zwierzęca w ostatnich kilkunastu latach przeszła sporą transformację. Zmieniły się technologie produkcji, żywienie i pojenie zwierząt, skróciły cykle chowu, zmieniła się przede wszystkim skala produkcji. Częstym argumentem inwestorów, tych którzy oparli swoją produkcję o budynki po byłych Państwowych Gospodarstwach Rolnych, czy też Kombinatach Spółdzielczych lub Rolniczych Spółdzielniach Produkcyjnych,

jest, że wcześniej istniejąca produkcja zwierzęca nikomu nie przeszkadzała. Faktem jest, że farmy zwierzęce nie są czymś nowym i były tworzone w latach '70 czy '80 (przykład na rysunku nr 16). Mimo braku norm, były one jednak sytuowane najczęściej w pewnym oddaleniu od zabudowy mieszkalnej. Skala produkcji była nieporównywalna, co jest główną przyczyną braku skarg na tego typu produkcję. Koncentracja produkcji była niewielka. Budynki były jednopiętrowe i nie było ich dużo w jednym miejscu. Dzisiaj mamy budynki wielokondygnacyjne i w wielu miejscach koncentracja zwierząt jest bardzo duża. Poza tym spółki rolne były w posiadaniu dużych powierzchni ziemi, co ułatwiało zagospodarowanie nawozów naturalnych. Produkcja ta była więc zrównoważona. Dzisiaj producenci zajmujący się chowem lub hodowlą zwierząt na skalę przemysłową w wielu przypadkach nie posiadają ziemi, co utrudnia zgodne z obowiązującymi przepisami, zagospodarowanie nawozów naturalnych. Dotyczy to szczególnie nawozów płynnych, które trudno przechować, a mają najbardziej destrukcyjny wpływ na środowisko. Niemniej jednak jeszcze kilkanaście lat temu skala oddziaływania ferm była inna, ze względu na charakter tego typu produkcji. Obecnie, skala oddziaływania może być więc znacznie większa niż było to przed rokiem 2004, a zasięg oddziaływania większy niż bywało to wcześniej.



Rys. 16. Porównanie farmy funkcjonującej w latach '80 z rozwijającą się farmą w latach 2017-2018 w Nowej Wsi Ujskiej

Źródło: analizy i wykonanie własne

Fermy nie są inwestycjami izolowanymi, dlatego wchodzą w interakcję z otoczeniem i ekosystemami naturalnymi. Jednym z największych problemów funkcjonowania zwierzęcych ferm przemysłowych jest emisja azotu do środowiska. Odbywa się to różnymi drogami, przede wszystkim w wyniku mokrej i suchej depozycji z powietrza atmosferycznego na skutek wcześniejszej emisji lotnych związków azotu. Nie jest to jednak jedynie źródło tego pierwiastka w środowisku. Nawozy naturalne takie jak obornik, gnojówka, gnojowica czy pomiot ptasi wywożone są na pola jako produkt uboczny chowu i hodowli zwierząt. Nieracjonalna gospodarka odchodami w obrębie ferm zwierzęcych jest również przyczyną zanieczyszczenia środowiska azotem na skutek emisji różnych jego związków do atmosfery, spływów powierzchniowych i podziemnych, czy erozji. Do tego dochodzą nawozy mineralne czy organiczne stosowane przez rolników oraz napływ azotu na skutek przemieszczania się transgranicznego. To powoduje, że wrażliwe ekosystemy się są w stanie poradzić sobie z tak dużą ilością zanieczyszczeń. Proces samooczyszczania ekosystemów w takim wypadku jest niewydolny. Dlatego lokalizacja ferm powinna być ściśle określona i dopasowana do pojemności chłonnej środowiska i możliwości stymulowania i utrzymania procesu samooczyszczania oraz innych procesów naturalnych, zachodzących w środowisku. Tolerancja ekosystemów na azot w otoczeniu jest zróżnicowana, jednak najczęściej niezbyt wysoka. Skala produkcji zwierzęcej powinna więc być bezpośrednio skorelowana z wrażliwością ekosystemów towarzyszących fermom zwierzęcym. W przypadku obecności wrażliwych ekosystemów, dopuszczalne powinno być tylko prowadzenie produkcji ekstensywnej bądź ekologicznej. Produkcję zwierzęcą należy rozproszyć i unikać nadmiernej koncentracji produkcji w jednym miejscu.

Funkcjonowanie zwierzęcych ferm przemysłowych wiąże się z szerokim spektrum emitowanych zanieczyszczeń oraz z innymi czynnikami, wywierającymi presję na elementy środowiskowe i przyrodnicze, co przedstawiono w niniejszym opracowaniu. Warto jednak poruszyć problem niezwykle istotny dla przetrwania ekosystemów naturalnych, ale także dla egzystencji człowieka, a którym jest bioróżnorodność. W kontekście bioróżnorodności działalność ferm zwierzęcych można rozważać na kilku płaszczyznach. Z jednej strony emisja substancji odorowych ma negatywny wpływ na człowieka, ale także na zwierzęta (Makles i Galwas-Zakrzewska 2005, Pacałowski 1981). Substancje odorowe mogą wpływać na kondycję zwierząt hodowlanych, ale także dzikich, żyjących w otoczeniu ferm przemysłowych. Oprócz związków wywołujących wrażenie mamy szereg innych substancji, które emitowane z ferm stają się uciążliwe dla organizmów występujących w sąsiedztwie wielkoskalowych produkcji zwierzęcych. Problem bioróżnorodności dotyczy gatunków i ras zwierząt hodowlanych ale również gatunków i odmian roślin uprawnych. Ochrona agro-

różnorodności stała się obecnie priorytetem w działaniach wielu państw z całego świata. Przez ostatnie 12 tys. lat, człowiek uprawiał ok. 7 tys. gatunków. Obecnie uprawianych jest zaledwie 15 gatunków roślin. Łącznie z 9-ciomą gatunkami zwierząt dostarcza się ok. 90% całkowitej produkcji żywności wytwarzanej w świecie (FAO 2009). Blisko połowę uzyskiwanych na świecie roślinnych produktów żywnościowych dostarczają ryż, kukurydza, pszenica i ziemniaki. Dane FAO wskazują, że połowa ras występujących w Europie jeszcze na początku XX wieku wymarła, a ok. 30% jest obecnie zagrożonych wyginięciem. Zdaniem *The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*, 1491 z 7616 gatunków zwierząt udomowionych może w najbliższej przyszłości wyginać (*The State...* 2007). Uprzemysłowione rolnictwo wpływa na ubożenie bioróżnorodności agrocenoz (Balezientiene 2011, Kupiec 2015).

Ważną kwestią powinno być wprowadzenie rozwiązań prawnych, mających na celu powiązanie produkcji zwierzęcej z powierzchnią posiadanych gruntów nawożonych. To pozwoliłoby na uniknięcie „szarej strefy” w zakresie zarządzania chociażby nawozami naturalnymi i ograniczyłoby w jakimś stopniu rozrost ferm w jednym miejscu. W ostatnich kilkudziesięciu latach obserwujemy trend oddzielania się produkcji zwierzęcej od produkcji roślinnej. Te dwa kierunki idą zupełnie niezależnie. Niesłusznie, dlatego, że jednym z efektów ubocznych chowu bądź hodowli zwierząt są nawozy naturalne. Na fermach ich ilości są ogromne, stąd pojawia się problem z ich gospodarowaniem. W gospodarstwach tradycyjnych ilości odchodów są często dostosowane do powierzchni posiadanych gruntów, co jest związane z wytwarzaniem pasz. Skala produkcji zwierzęcej jest więc często limitowana w naturalny sposób. W przypadku ferm zwierzęcych, które obecnie albo nie posiadają gruntów rolnych predysponowanych do nawożenia, albo posiadają ich marginalne powierzchnie, pojawia się duży problem z ich zarządzaniem. Jednym z elementów tego zarządzania jest ciągłość odbioru. Musi ona być dostosowana do cykli chowu zwierząt zaplanowanych na fermach. Problem ze zbytem odchodów może się przekładać na zwiększającą się presję na środowisko. Przekazywanie nawozów naturalnych rolnikom indywidualnym wiąże się z poważnymi ograniczeniami. Rolnicy indywidualni mogą stosować tego typu nawozy tylko w pewnych okresach w roku. Z kolei przekazywanie nawozów naturalnych biogazowniom, napotyka na dwa problemy. Ich sieć nie jest aż tak mocno rozwinięta, by odbierać znaczna ilość odchodów z wielu tego typu inwestycji. Druga sprawa to powstające „piki” wielkości produkcji odchodów, które związane są z cyklami produkcji. Hodowcy nie są w stanie przechowywać odchodów na terenie fermy, więc często zdarza się, że są one magazynowane na niewielkich powierzchniach przez długi czas, stanowiąc potężne zagrożenie dla środowiska. Większy problem jest na fermach trzody, na

których obecnie dominuje chów bezściołowy, w wyniku którego powstaje gnojowica. Ta płynna forma odchodów nie da się w łatwy sposób magazynować, ponieważ potrzebne są do tego szczelne zbiorniki. Jest to też forma nawozu najbardziej niebezpieczna dla środowiska, ze względu na szybkość migracji w profilu glebowym, ale także powierzchniowo. Dlatego wiąże się z dużymi stratami do środowiska. Niestety z praktyki wynika, że hodowcy bardzo często w ponadnormatywnych ilościach wylewają ten nawóz na pola, żeby z jednej strony pozbyć się nadmiaru gnojowicy, a z drugiej strony nie doprowadzić do przestoju produkcji.

Dużym problemem są obecnie kontrole liczebności zwierząt na fermach, które są podstawą, chociażby obliczania uciążliwości odorowej. W niniejszym opracowaniu pokazano jak bardzo mogą różnić się stany zwierząt oparte o różne metody ich obliczania. **Pałym problemem jest więc stworzenie warunków do kontroli liczebności zwierząt na fermach.** Zmiany systemowe w zakresie wielkoskalowej produkcji zwierzęcej, dotyczące określenia skali produkcji, wywieranej presji na otoczenie, ale także poprawności środowiskowej powinny zostać zapoczątkowane od ustalenia stanu inwentarza. Niestety jest z tym duży problem, ponieważ niewiele instytucji może dokonać takiej kontroli, a te instytucje które taką kontrolę wykonują, nie mogą robić tego w sposób ciągły i najczęściej wykonują spis inwentarza ze stanu na określony dzień. Jest to dużym błędem, ponieważ w przypadku trafienia na okres po sprzedaży części lub całości inwentarza, liczba zwierząt nie jest adekwatna do skali produkcji, lub po prostu równa się zero. W różnych opracowaniach stosuje się różne stany zwierząt, np. stan przelotowy, maksymalna obsada, liczba stanowisk, czy też stany średnioroczne. Każda z tych wartości różni się diametralnie i może być wykorzystywana w opracowaniach specjalistycznych. Jednak do obliczania np. skali zanieczyszczeń, musi być ustalona najbardziej rzeczywista liczba zwierząt, taka która odzwierciedla skalę presji. W tym zakresie niestety istnieje duża dowolność, przez co skala presji, lub też obliczane stawki finansowe za emisję gazów do atmosfery, nie są adekwatne do rzeczywistych. Problemem jest też brak możliwości kontroli fermy zwierzęcej przez instytucje niezależne, pod względem poprawności chowu zgodnie z deklarowanym stanem zwierząt.

5. Spis literatury

Publikacje naukowe

1. Anderson I., 2008: Foot and Mouth Disease 2007: A Review and Lessons Learned, The Stationery Office, London.
2. Arszyński M., (red.). 1975. Profilaktyczna konserwacja kamiennych obiektów zabytkowych, Toruń.
3. Augustyńska-Prejsnar A., Ormian M., Sokołowicz Z., Topczewska J., Lechowska J. 2018. Oddziaływanie ferm trzody chlewnej i drobiu na środowisko. Proceedings of ECOpole. 12(1). DOI: 10.2429/proc.2018.12(1)011.
4. Balezientiene L. 2011. Alpha-Diversity of Differently Managed Agro-Ecosystems Assessed at a Habitat Scale. Pol. J. Environ. Stud. Vol. 20, No. 6, 1387-1394.
5. Balezientiene L. 2011. Alpha-Diversity of Differently Managed Agro-Ecosystems Assessed at a Habitat Scale. Pol. J. Environ. Stud. Vol. 20, No. 6, 1387-1394.
6. Barszczewski J., 2004. Wykorzystanie bilansów fosforu w doskonaleniu procesu produkcji w gospodarstwie. Woda Środ. Obsz. Wiej. 4, 2a, 11: 503-510
7. Beelen, Rob, et al. Long-term exposure to air pollution and cardiovascular mortality: an analysis of 22 European cohorts. *Epidemiology* 25.3 (2014): 368-378. http://journals.lww.com/epidem/Abstract/2014/05000/Long_term_Exposure_to_Air_Pollution_and.8.aspx
8. Berleć K., Michalska M. 2006. Mycological contamination of fair pig confinement buildings. *Annals of Animal Science Supplement*. No 2/1 s. 119–123.
9. Berleć K., Michalska M. 2006. Mycological contamination of fair pig confinement buildings. *Annals of Animal Science Supplement*. No 2/1 s. 119–123.
10. Bielczyk U. 2001. Skala porostowa. Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN. Kraków.
11. Bieszczad S., Sobota J. 1999. Zagrożenia, ochrona i kształtowanie środowiska przyrodniczo-rolniczego. Wyd. AR we Wrocławiu. 534.
12. Blunden J., Aneja V.P., Lonneman W.A. (2005). Characterization of non-methane volatile organic compounds at swine facilities in eastern North Carolina. *Atmospheric Environment*, 39, 6707–6718.
13. Boender G.J., Rob van den Hengel, Roermund H. J. W., Hagenaars T.J. 2014. The Influence of Between-Farm Distance and Farm Size on the Spread of Classical Swine Fever during the 1997–1998 Epidemic in The Netherlands. *PLoS ONE* 9(4): e95278. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095278>.
14. Brunekreef, Bert, and Stephen T. Holgate. Air pollution and health. *The Lancet* 360.9341 (2002): 1233-1242. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12401268>
15. Budysz A. 2016. Nadzór nad funkcjonowaniem ferm zwierząt futerkowych w Polsce, Zeszyt Studencki Kół Naukowych Wydziału Prawa i Administracja UAM, Wyd. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań, 51-52.
16. Budzińska K., Szejniuk B., Jurek A., Traczykowski A., Michalska M., Berleć K. 2014. Zanieczyszczenia mikrobiologiczne powietrza w budynku dla trzody chlewnej. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. X-XII. 4(86): 91-100.

17. Budzińska K., Szejniuk B., Jurek A., Traczykowski A., Michalska M., Berleć K. 2014. Zanieczyszczenia mikrobiologiczne powietrza w budynku dla trzody chlewnej. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. X-XII. 4(86): 91-100.
18. Budzińska, K., Szejniuk, B., Jurek, A., Traczykowski, A., Michalska, M., & Berleć, K. 2014. Zanieczyszczenie mikrobiologiczne powietrza w budynku dla trzody chlewnej. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, R. 22, nr 4(4), 91–100.
19. Bull K. R., Dyke H., Hall J. 1995. Exceedances od acidity and nutrient nitrogen critical loads . In: Mapping and modeling of critical loads for nitrogen: a workshop report. (Eds.) Hornung M., Sutton M. A., Wilson R. B. Institute of Terrestrial Ecology Bush estate, Edinburgh.158-159
20. Buttner M.P., Willeke K., Grinshpun S.A. 1997: Sampling and analysis of airborne microorganisms. W: *Manual of Environmental Microbiology*. Red. C. J. Hurst, G. R. Knudsen, M. J. McInerney, L. D. Stetzenbach, M. V. Walter, s. 629-640. American Society for Testing and Materials Press, Washington, D.C.
21. Bylińska E., Sendecki P., Dajdok Z. 1992. Ocena wizualna wg skali porostowej. Broszura.
22. Cabral J.P.S. 2010. Can we use indoor fungi as bioindicators of indoor air quality? Historical perspectives and open questions. *Science of the Total Environment*. 408: 4285–4295.
23. Cape J. N. Sheppard L. J., Binnie J., Dickinson A. L., 1998. Enhancement of the dry deposition of sulphur dioxide to a forest in the precence of ammonia. *Atmospheric Environment*. 32: 519-524.
24. Chang C.W., Chung H., Huang C.F., Su H.J.J. 2001. Exposure of workers to airborne microorganisms in open-air swine houses. *Applied and Environmental Microbiology*. Vol. 67(1) s. 155–161.
25. Chapin A., Boulind C., Moore A. 1998. Controlling Odor and Gaseous Emission Problems from Industrial Swine Facilities. A Handbook for All Interested Parties. <https://www.colorado.edu/economics/morey/8545/student/caforegs/ControllingOdor.pdf>.
26. Cleeland B., 2009. The Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE) Epidemic in the United Kingdom, International Risk Governance Council, Geneva.
27. Costanza R. I in. 1997. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital, *Nature*, vol. 387, p. 256.
28. Cox C.S. i Wathes C.M. (Red.) 1995. *Bioaerosols Handbook*. CRC Press, Boca Raton, FL.
29. Czapla J., Kryżanowska Z., Woicka-Bekas E., 2001. Kryzys rynku rolnego w UE związany z BSE i pryszczycą a szanse polskiego rolnictwa, Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa, Warszawa.
30. Czyżyk F., 1996. Zanieczyszczenia wód powierzchniowych i gruntowych we wsi nie skanalizowanej. *Przeł. Nauk. SGGW, Wydz. Melior. i Inż. Środ.*, 10: 125.
31. Dacarro C., Picco A.M., Grisoli P., Redolfi M. 2003. Determination of aerial microbiological contamination in scholastic sports environment. *Journal of Applied Microbiology*. 95, 5: 904–912
32. De Belie N., Richardson M., Braam C. R., Svennerstedt B., Lenehan J. J., Sonck B., 2000. Durability of building materials and components in the agricultural

- environment: Part I, The agricultural environment and timber structures. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 75, 225–241
33. Dillon H. K., Heinsohn P. A., Miller J.D. (Red.) 1996. *Field Guide for the Determination of Biological Contaminants in Environmental Samples*. American Industrial Hygiene Association Publications, Fairfax, Virginia,.
 34. Ding, L., D. Zhu, and D. Peng. [Meta-analysis of the relationship between particulate matter (PM (10) and PM (2.5)) and asthma hospital admissions in children]. *Zhonghua er ke za zhi. Chinese journal of pediatrics* 53.2 (2015): 129-135. <http://www.wip.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25876689>.
 35. Dobrowolska B, Mielczarek-Pankiewicz E. 1992. *Opieka nad zdrowiem pracowników w środowisku pracy. Tom I, Praca zbiorowa*. IMP Łódź.
 36. Dobrzański Z. 2002. *Zależność między nowoczesnymi systemami*. <https://www.ppr.pl/>
 37. Dobrzański Z., Rudzik F. 1998. Jakość ściółki drobiowej – problem wciąż aktualny. *Polskie Drobiarstwo*. 5: 3-6.
 38. Donaldson, Kenneth, M. Ian Gilmour, and William MacNee. *Asthma and PM 10. Respiratory Research* 1.1 (2000): 1. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC59535/>
 39. Donham K. J. 1987. Human health and safety for workers in livestock housing. In *latest developments in livestock housing*. St. Joseph, Mich. ASAE: 86-95.
 40. Donnelly Ch.A., Ferguson N.N., Ghani A.C., Anderson R.M., 2002. Implications of BSE Infection Screening Data for the Scale of the British BSE Epidemic and Current European Infection Levels, *Proceedings of the Royal Society B* 269, 2179–2190.
 41. Dreisbach R. H., Robertson W. D. 1995. *Vademecum zatruć*. Wyd. III PZWL. Warszawa.
 42. Duchaine C., Grimard Y., Cormier Y. 2000. Influence of building maintenance, environmental factors, and seasons on airborne contaminants of swine confinement buildings. *American Industrial Hygiene Association Journal*. Vol. 61(1) s. 56–63.
 43. Durkowski T., Woroniecki T., 2001. Jakość wód powierzchniowych obszarów wiejskich Pomorza Zachodniego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 476: 365-371.
 44. Dutkiewicz J. 1999. *Czynniki Zagrożeń Biologicznych w Środowisku Pracy*. Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa.
 45. Dutkiewicz J., Górny R. L. 2002. Biologiczne czynniki szkodliwe dla zdrowia - klasyfikacja i kryteria oceny narażenia. *Med. Pracy*, 53, 29-39.
 46. Dutkiewicz J., Mołoczniak A. 1998. Pyły organiczne pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Dokumentacja proponowanych wartości dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego. *Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy*, 18, 151-183.
 47. Dutkiewicz T. 1968. *Chemia toksykologiczna*, wyd. 2, Warszawa: Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich. 174–178.
 48. EEA (European Environmental Agency), 2010-2012: *Joint EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook*, <http://www.eea.eu.int/>
 49. EEA Report No 28/2016. *Air quality in Europe — 2016 report*. European Environment Agency. 83.
 50. Ellenberg H. 1990. Okologischer Veränderungen in Bionosen durch Stickstoffeintrag. In: *Ammoniak in der Umwelt*. Landwirtschaftsverlag GmbH. Münster, 44: 1-24.

51. European Medicines Agency. 2017. Sales of veterinary antimicrobial agents in 30 European countries in 2015. Seventh ESVAC report.178.
52. European Medicines Agency. 2017. Sales of veterinary antimicrobial agents in 30 European countries in 2015. Seventh ESVAC report.178.
53. FAO, 2009. Status and trends of animal genetic resources - 2008. Intergovernmental Technical Working Group on Animal Genetic Resources for Food and Agriculture, 12 Fifth Session, Rome, 28-30 January 2009 CGRFA/WG – AnGR - 5/09/Inf. 7 (<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/016/ak220e.pdf>).
54. Feld L., Bay H., Angen Ø., Larsen A.R., Madsen A.M. 2018. Survival of LA-MRSA in Dust from Swine Farms. *Ann Work Expo Health.*; 62(2):147-156. doi: 10.1093/annweh/wxx108. PMID: 29365048; PMCID: PMC6788576.
55. Firlej K. (red.). 2013. Analiza strategiczna wybranych branż przemysłu rolno-spożywczego w Polsce, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Kraków.
56. Gladding T.L., Rolph C.A., Gwyther C.L., Kinnersley R., Walsh K., Tyrrel S. 2020. Concentration and composition of bioaerosol emissions from intensive farms: Pig and poultry livestock. *J Environ Manage.* 272:111052. doi: 10.1016/j.jenvman.2020.111052.
57. Górny R. L., Dutkiewicz J. 2002. Bacterial and fungal aerosols in indoor environment in Central and Eastern European countries. *Ann. Agric. Environ. Med.* 9, 17-23.
58. Gourley C.J.P., Powell J.M., Dougherty W.J., Weaver D.M., 2007. Nutrient budgeting as an approach to improving nutrient management on Australia dairy farms. *Aust. J. Exp. Agric.* 47: 1064-1074
59. Groot Koerkamp P.W.G., Metz J.H.M., Uenk G.H., Philips V.R., Holden M.R., Sneath R.W., Short J.L., White R.P., Hartung J., Seedorf J., Schroder M., Linkert K.H., Pedersen S., Takai H., Johnsen J.O., Watches C.M. 1998. Concentrations and Emission of ammonia in livestock buildings in Northern Europe, *Journal of Agricultural Engineering Research*, 70(1), 79-95.
60. GUS. 2019. Rolnictwo w 2018 r. stat.gov.pl
61. Gyles C. 2011. The growing problem of antimicrobial resistance. *Can Vet J.* 52(8): 817–820.
62. Hardwick D.C. 1985. Agricultural problems related to odor pre-vention and control. In: Nielsen V.C., Voorburg J.H., Hermite P.L. (Red.), *Odour Prevention and Control of Organic Sludge and Live-stock Farming*. Elsevier Applied Science Publishers, New York, 21-26.
63. Hartung E. and G.J. Monteny. 2000. "Methane (CH₄ and Nitrous Oxide N₂O) emissions from animal husbandry" *Agrartechnische Forschung*. pp. E 62 - E 69.
64. Heber A.1997. Protection Distances for Sufficient Dispersion and Dilution of Odor from Swine Buildings. Purdue University. Swine Day Report. <http://www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday97/psd06-97.htm>
65. Herbut E., Walczak J., Krawczyk W., Szewczyk A., Pająk T. (2010). Badania emisji odorantów z utrzymania zwierząt gospodarskich. W: *Współczesna problematyka odorów*. Pod Red. Szyrkowskiej M. I. i Zwoździaka J. WNT. Warszawa, 1-13.
66. Hławiczka S. 1993. Uciążliwość zapachowa jako element ocen oddziaływania na środowisko. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej. 80.

67. Holandia, 2001. Comments Netherlands to first draft.
68. Holandia. 2000. Technical descriptions of systems for the housing of different poultry species. Prepared for the exchange of information on BAT.
69. Horak B., Dutkiewicz J., Solarz K. 1994. Microflora and acarofauna of bed dust from homes in Upper Silesia, Poland. *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 1996, 76, 41-50.
70. Hutchings N., Amon B., Dämmgen U., Webb J. 2010. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook. 4.B Animal husbandry and manure management.
71. Ilnicki P., 2004: Polskie rolnictwo a ochrona środowiska, Wydawnictwo akademii rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu. Poznań: 16-24;256-329
72. Indulski J. A. (Red.) 1999. Higiena Pracy. Praca zbiorowa pod redakcją. T. I-II. Instytut Medycyny Pracy, Łódź.
73. IPCC, 1997: Revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Paris.
74. Jacobson L.D., Guo H., Schmidt D.R., Nicolai R E., Zhu J., Janni K.A. 2005. Development of the offset model for determination of odor-annoyance-free setback distances from animal production sites: Part I. Review and experiment. *Transactions of the ASAE*, 48(6), 2259-2268.
75. Jankowska K. 2015. Jednorodna gnojowica dobry nawóz. PAN, Olsztyn. <http://www.portalhodowcy.pl/czasopisma/hodowca-bydla/hodowca-bydla-archiwum/142-hodowca-bydla-9-2012/1412-jednorodna-gnojowica-dobry-nawoz> (dostęp. 30.07.2022).
76. Johanning E. i Yang C.S. (Red.). 1994. Fungi and Bacteria in Indoor Air Environments. Health Effects, Detection and Remediation. Proceedings of the International Conference Saratoga Springs, New York, October 6-7,. Eastern New York Occupational Health Program, New York 1995.
77. Kaltwasser H. 1976. Destruction of concrete by nitrification. *European Journal of Applied Microbiology*, 3, , 185–192.
78. Katsouyanni, Klea, et al. Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA2 project. *Epidemiology* 12.5 (2001): 521-531. http://journals.lww.com/epidem/Abstract/2001/09000/Confounding_and_Effect_Modification_in_the.11.aspx
79. Kaupenjohann M., Hantschel R., Zech W., Horn R. 1987. Mogliche auswirkungen des “Sauren Regens” auf die Nährstoffversorgung von Waldern. *Kali-Briefe*. 18: 631-638.
80. Kiszka J. 1990. Lichenoindykacja obszaru województwa krakowskiego. *Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej*, 18. s. 201-212.
81. Kizerwetter-Świda M., Pławńska-Czarnak J. 2017. Odzwierzęce szczepy *Staphylococcus aureus* odporne na metycylinę (LA-MRSA) – obecny stan wiedzy. *Med. Weter.* 2017, 73 (2), 92-98.
82. Klimont Z., Brink C. 2004. Modelling of emissions of air pollutants and greenhouse gases from agricultural sources in Europe. Interim Report. IIASA. Austria.
83. Kluczek S. 2000. Ogólna ocena flory bakteryjnej przemysłowej fermy trzody chlewnej. *Prace Komisji Nauk Rolniczych i Biologicznych. Seria B. Nr 46* s. 51–57.

84. Kołacz R. 1997. Mikroflora budynków dla świń ważnym elementem higieny ich utrzymania. *Trzoda Chlewna*. Vol. 35 (6) s. 35–36.
85. Kołodziejczyk, Jugowar J.L., Piotrkowski M. 2011. Emisja odorów z kurnika. *Problemy Inżynierii Rolniczej* nr 1/2011. 135-141.
86. Kośmider J., Krajewska B. 2005. Normalizacja olfaktometrii dynamicznej. Podstawowe pojęcia i jednostki miar. *Normalizacja*, 15-22.
87. Kośmider J., Mazur-Chrzanowska B., Wyszyński B. 2002. *Odory*. PWN, Warszawa.
88. Kowalczyk E., Patyra E., Kwiatek K. 2013. Kwasy organiczne i ich znaczenie w produkcji zwierzęcej. *Med. Weter.* 2013, 69 (5).
89. Krajowa strategia ochrony i zrównoważonego użytkowania różnorodności biologicznej wraz z Programem Działań na lata 2007-2013, zatwierdzona uchwałą nr 270/2007 Rady Ministrów z dnia 26 października 2007 r. (<http://biodiv.gdos.gov.pl/wdrazanie-konwencji/national-strategy-conservation-and-sustainable-use-biodiversity-polish/krajowa-strategia-ochrony-i-zrownowazonego-uzytkowania-roznorodnosc>).
90. Kraszkiewicz A. 2009. Analiza wybranych właściwości chemicznych drewna i kory robinii akacjowej (*Robinia pseudoacacia*). *Inżynieria Rolnicza*. 8(117). 69-75.
91. Kristiansen A., Saunders A.M., Hansen A.A., Nielsen P.H., Nielsen J.L. 2012. Community structure of bacteria and fungi in aerosols of a pig confinement building. *Federation of European Microbiological Societies. Microbiology Ecology*. Vol. 80 s. 390–401.
92. Krzysztofik B. 1986. *Mikrobiologia powietrza*. Wyd. 2. popr. Warszawa. Wydaw. Politechniki Warszawskiej ss. 198.
93. Krzyżanowski M. 2016. Wpływ zanieczyszczenia powietrza pyłami na układ krążenia i oddychania. *Lek Wojskowy*, 1, 17-22. https://issuu.com/medycynapraktyczna/docs/_lw_2016_01
94. Kubiak D. 2013. Porosty epifityczne jako bioindykatory zanieczyszczeń atmosferycznych, w: *Biologiczne metody oceny stanu środowiska*, redakcja: Maria Dynowska, Hanna Ciecierska, Olsztyn 2013, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie.
95. Kuczyński T. 2002. Emisja amoniaku z budynków inwentarskich a środowisko. *RWNT, Zielona Góra*. 242.
96. Kupiec J. 2007: Ocena obciążenia agro-ekosystemów na podstawie bilansu składników biogenych „u wrót”, w wybranych gospodarstwach Wielkopolski. *Fragmenta Agronomica*, Puławy: 3(95): 275-282.
97. Kupiec J. 2011: Kształtowanie się salda i struktura bilansu azotu w małoobszarowych gospodarstwach rolnych. *Nauka Przyn. Technol.* 5, 2, #14.
98. Kupiec J.; Zbierska J. 2008: Możliwości zastosowania bilansu „u wrót gospodarstwa” dla oceny potencjalnego zagrożenia jakości wód na przykładzie gospodarstw zlokalizowanych na obszarach objętych dyrektywą azotanową. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie*. 4(419): 189-192.
99. Kupiec J.M. 2015. Assessment of Biodiversity in the Context of the ‘Greening’ Requirements of Farms Located in Natura 2000 Dąbrowy Krotoszyńskie (PLH300002) and Its Adjacent Zone. *Polish Journal of Environmental Studies*; 24(3): 1-8. DOI: 10.15244/pjoes/34669.

100. Kupiec J.M. 2015. Assessment of Biodiversity in the Context of the ‘Greening’ Requirements of Farms Located in Natura 2000 Dąbrowy Krotoszyńskie (PLH300002) and Its Adjacent Zone. *Polish Journal of Environmental Studies*; 24(3): 1-8. DOI: 10.15244/pjoes/34669
101. Kupiec J.M. 2019. Ekspertyza dotycząca emisji zanieczyszczeń generowanych przez wybranych hodowców trzody chlewnej w Polsce. Na zlecenie Fundacji INSTRAT – Fundacji Inicjatyw Strategicznych. 82.
102. Kupiec J.M. 2019. Ekspertyza dotycząca emisji zanieczyszczeń generowanych przez wybranych hodowców trzody chlewnej w Polsce. Na zlecenie Fundacji INSTRAT – Fundacji Inicjatyw Strategicznych. 82.
103. Kupiec J.M., 2015, Wybrane zagadnienia dotyczące problematyki odpadów powstających w fermach drobiu i ubojniach, cz. 1, *Wiadomości Drobiarskie*. Agencja Promocji Rolnictwa i Agrobiznesu. Dział Hodowli i Oceny KRDI-IG z siedzibą w Poznaniu, Nr 7/8 (4 rok VI), 20-23.
104. Kupiec J.M., Bednarek A., Szklarek S. 2020. Rozwój i optymalizacja innowacyjnej metody redukcji istotnych zanieczyszczeń punktowych rozproszonych oraz obszarowych na terenach wiejskich. Wielkopolski Regionalny Program Operacyjny na lata 2014–2020 oś priorytetowa 1. Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka działanie 1.2 Wzmocnienie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstw Wielkopolski. Raport końcowy. Projekt nr: RPWP.01.02.00-30-0010/17-00.
105. Kurvits T., Marta T. 1998. Agricultural NH₃ and NO_x emissions in Canada. *Environmental Pollution*. 102, S1: 187-194.
106. Lacey J., Dutkiewicz J. Lacey J., Dutkiewicz J. 1994. Bioaerosols and occupational lung disease. *J. Aerosol Sci.*, 25, 1371-1404.
107. Łęcki W. 1986. Korozja i ochrona przed korozją budowli rolniczych. PWRiL, Poznań.
108. Lloyd A., Mccorrison S., Morgan C.W., Rayner A.J., 2006. Food Scares, Market Power and Price Transmission: The UK BSE Crisis, *European Review of Agricultural Economics* 33 (2), 119–147.
109. LNV. 1994. *Handboek voor de pluimveehouderij*. 90-800999-4-5.
110. Loman Jon, Lardner Björn. 2006. Does pond quality limit frogs *Rana arvalis* and *Rana temporaria* in agricultural landscapes? A field experiment. „*Journal of Applied Ecology*”. 43 (4), 690-700.
111. Lückstädt C. 2009. Acidifiers in animal nutrition. A Guide for Feed Preservation and Acidification to Promote Animal Performance. Nottingham University Press. Nottingham.
112. Makles Z., Galwas-Zakrzewska M. 2005. Złowonne gazy w środowisku pracy. *Bezpieczeństwo Pracy*: 9.
113. Marcinkowski T., 2002. Identyfikacja strat azotu w towarowych gospodarstwach rolnych Żuław Wiślanych. Wyd. IMUZ, Falenty.
114. Marszałek M., Banach M., Kowalski Z. 2011. Wpływ gnojowicy na środowisko naturalne – potencjalne zagrożenia, *JECOLHealth*, 15, 2, Kraków. 66-70.
115. Masclaux F.G., Sakwinska O., Charriere N., Semaani E., Oppliger A. 2013. Concentration of airborne *Staphylococcus aureus* (MRSA and MSSA), total bacteria,

- and endotoxins in pig farms. *The Annals of Occupational Hygiene*. Vol. 57(5) s. 550–55.
116. Materiał dotyczący regulacji oraz wymagań w zakresie bilansowania emisji Niemetanowych Lotnych Związków Organicznych (NMLZO). 2015. Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami.
 117. Michalec T. 1993: Ochrona środowiska. Skrypt WSI w Radomiu, nr 6, wyd. III. Radom.
 118. Mielcarz M. 2018. Od wody surowej, do pomiarów w wodzie ultra czystej – pomiary ciągłe i laboratoryjne. Przegląd analizatorów ogólnego węgla organicznego w wodzie. Wrocław; www.technopomiar.pl.
 119. Miner, J.R., and C.L. Barth. 1988. Controlling Odors from Swine Buildings. PIH-33. Pork Industry Handbook, Purdue University Cooperative Extension Service, West Lafayette, IN.
 120. Moore P., 2009. Tajemnicze choroby współczesnego świata. Nowe zagrożenia, wirusy, bakterie, zarazki, Bellona, Warszawa.
 121. Morey P. P., Feeley J.C., Otten J. A. (Red.). 1990. Biological Contaminants in Indoor Environments. American Society for Testing and Materials Press, Philadelphia.
 122. Mosier, A. R., W. J. Parton, and S. Phongpan. 1998. Long term large N and immediate small N addition effects on trace gas fluxes in the Colorado shortgrass steppe. *Biology & Fertility of Soils* 28:44–50
 123. Nahm K.H., 2003. Evaluation of the nitrogen content in poultry manure. *World's Poul. Sci. J.* 59(1)
 124. O'Neill D.H., Phillips V.R. (1992). A review of the control of odor nuisance from livestock buildings: Part 3. Properties of the odor-ous substances which have been identified in livestock wastes or in the air around them. *J. of Agric. Eng. Res.* 51: 157-165.
 125. O'Rourke E., Kramm N., Chisholm N. 2012. The influence of farming styles on the management of the Iveraghuplands, southwest Ireland. *Land Use Policy*, 29, 805.
 126. O'Rourke E., Kramm N., Chisholm N. 2012. The influence of farming styles on the management of the Iveraghuplands, southwest Ireland. *Land Use Policy*, 29, 805.
 127. Opióła M. 2018. Dynamika rozwoju ferm i chlewni w Polsce. Raport. http://www.sejm.gov.pl/Sejm8.nsf/transmisje_arch.xsp?unid=00F2469F39BEE288C125825E003F299B.
 128. Oyetunde O. O. F i in. 1978. Aerosol exposure of ammonia, dust and E. coli in broiler chickens. *Canadian Veterinary Journal*, 19: 187-193.
 129. Pacałowski A. 1981. Odory rafineryjne w środowisku plockim. *Notatki Płockie* 26/1-106, 47-51, 198.
 130. Paul S. K, Samanta G., Halder G. 2007. Effect of a combination of organic acid salts as antibiotic replacer on the performance and gut health of broiler chickens. *Livestock Research for Rural Development.*, 19, 171.
 131. Pawełczyk A., Muraviev D. 2003. Zintegrowana technologia oczyszczania ciekłych odpadów z hodowli trzody chlewnej, *Przemysł Chemiczny*, 82(8/9): 2-4.

132. Pejsak Z., Truszczyński M. 2008. Wskazania do monitorowania występowania u zwierząt gronkowca złocistego opornego na metycylinę. *Życie Weterynaryjne*, 83(8). 648-650.
133. Pictairn C. E. R., Leith I. D., Sheppard L. J., Sutton M. A. Fowler D., Munro R. C. Tang S., Wilson D. 1998. The relationship between nitrogen deposition, species composition and foliar nitrogen concentrations in woodland flora in the vicinity of livestock farms. *Environmental Pollution*. 102. S1: 41-48.
134. Piotrowski J. (red.). 2006. *Podstawy toksykologii*, Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 208–212.
135. Płuska E., Przybyła T., Rackiewicz I., Rosicki M., Schönfelder T., Sobecki I., Miller U., Sówka I. 2020. Bezpieczne odległości od zabudowań dla przedsięwzięć, których funkcjonowanie wiąże się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej. Sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na zamówienie Ministerstwa Klimatu i Środowiska. Warszawa. 114.
136. Popescu S., Borda C., Diugan E.A., Oros D. 2014. Microbial air contamination in indoor and outdoor environment of pig farms. *Animal Science and Biotechnologies*. Vol. 47(1) s. 182–187.
137. Pracownia studencka Katedry Analizy Środowiska. Teoria do ćwiczeń laboratoryjnych. *Monitoring jakości powietrza*. Gdańsk, 2010
138. Quevauviller P. 2005. Groundwater monitoring in the context of EU legislation: Reality and integration needs. *Journal of Environmental Monitoring* 7(2):89-102.
139. Rauba M. 2009. Zawartość związków azotu i fosforu w wodach gruntowych zlewni użytkowanej rolniczo na przykładzie zlewni rzeki Śliny. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych* nr 40, 505-512.
140. Roelofs J. C. M. Boxman A. N., Van Dijk H. F. G. 1987. Effects of airborne ammonium on natural vegetation and forests. *EURASAP Symposium, Ammonia and Acidification Bilthofeven*.
141. Rohr, Annette C., et al. Asthma exacerbation is associated with particulate matter source factors in children in New York City. *Air Quality, Atmosphere & Health* 7.2 (2014): 239-250. <http://link.springer.com/article/10.1007/s11869-013-0230-y>.
142. Romeo, E., et al. . 2005. PM 10 exposure and asthma exacerbations in pediatric age: a meta-analysis of panel and time-series studies]. *Epidemiologia e prevenzione* 30.4-5): 245-254. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17176939>.
143. Różowicz T. 2013. Problematyka pojęcia „otuliny” w polskim systemie prawnym. *Studia Prawa Publicznego*. Nr 4 ISSN 2300-3936. 147-173.
144. Rylander R. i Jacobs R.R. FL 1994. *Organic Dusts. Exposure, Effects, and Prevention*. Praca zbiorowa pod redakcją. CRC Press, Boca Raton.
145. Samoli, E., et al. (2011). Acute effects of air pollution on pediatric asthma exacerbation: evidence of association and effect modification. *Environmental Research* 111.3: 418-424. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935111000296>
146. Samoli, E., et al. Investigating the dose-response relation between air pollution and total mortality in the APHEA-2 multicity project. *Occupational and environmental medicine* 60.12 (2003): 977-982. <http://oem.bmj.com/content/60/12/977.short>.

147. Samoli, Evangelia, et al. Estimating the exposure-response relationships between particulate matter and mortality within the APHEA multicity project. *Environmental Health Perspectives* (2005): 88-95. http://www.jstor.org/stable/3435752?seq=1#page_scan_tab_contents.
148. Samson R.A., Flannigan B., Flannigan M.E., Verhoeff A.P., Adan O.C.G., Hoekstry E.S. 1994. Elsevier Health Implications of Fungi in Indoor Environments. Praca zbiorowa pod redakcją, Amsterdam.
149. Sand W., Bock E. 1991. Biodeterioration of mineral materials by microorganisms – biogenic sulfuric and nitric acid corrosion of concrete and natural stone. *Geomicrobiological Journal* 9 (2–3), 129–138.
150. Sayer, J. 1991. Rainforest Buffer Zones: Guidelines for Protected Area Managers, Gland. s. 2.
151. Schiffman S.S., Sattely-Miller E.A., Suggs M.S., Graham B.G. 1995. The effect of environmental odors emanating from commercial swine operations on the mood of nearby residents. *Brain Research Bulletin*, 37(4), 369-375.
152. Seedorf, J., Hartung, J. 2001. A proposal for calculating the dustlike particle emissions from livestock buildings', *Dtsch Tierarztl Wochenschr.* 108, 307–310.
153. Seńczuk W. (red.). 2005. Toksykologia współczesna, Warszawa: Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, 459–463.
154. Silsoe Research Institute, B., England, 1997. "Concentrations and emission rates of aerial ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide, dust and endotoxin in UK broiler and layer houses." *British Poultry Science*. pp. 14-28.
155. Skiba, U.; Fowler, D.; Smith, K.A., 1997, Nitric oxide emissions from agricultural soils in temperate and tropical climates: sources, controls and mitigation options. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 48, 139-153
156. Skorupski J. 2013. Wielkoprzemysłowe fermy zwierząt w Polsce, Federacja Zielonych „GAJA”, Warszawa. <https://docplayer.pl/13680868-Wielkoprzemyslowe-fermy-zwierzat-jako-punktowe-zrodla-zanieczyszczen-rolniczych-jakub-skorupski-federacja-zielonych-gaja.html>https://www.ccb.se/documents/INDUSTRIAL_ANIMAL_FARMS-POLAND.pdf.
157. Skorupski J., Kowalewska-Łuczak I., Kulig H., Roggenbuck A. (2012). Wielkotowarowa produkcja zwierzęca w Polsce a ochrona środowiska przyrodniczego Morza Bałtyckiego. Federacja Zielonych GAJA, Szczecin.
158. Skorupski J., Kowalewska-Łuczak I., Kulig H., Roggenbuck A. 2012. Wielkotowarowa produkcja zwierzęca w Polsce, a ochrona środowiska przyrodniczego Morza Bałtyckiego, Szczecin. <http://balticgreenbelt.org.pl/uploads/WIELKOPRZEMYSLOWA%20PRODUKCJA%20wersja%20skompresowana.pdf>.
159. Skwierawski A. 2005. Współczesne kierunki przekształceń małych zbiorników wodnych na obszarach rolniczych Pojezierza Olsztyńskiego. *Inżynieria Ekologiczna*, 13: 166-173.
160. Sucker K., Both R., Winneke G. 2009. Review of adverse effects of odours in field studies. *Water Science and Technology*, 59, 1281-1289.

161. Sutkowska B., Rozbicki J., Gozdowski D. 2013. Farming Systems in High Nature Value (HNV) Farmland: a Case Study of Wigry National Park, Poland Pol. J. Environ. Stud. 22, 2, 521-531.
162. Sutkowska B., Rozbicki J., Gozdowski D. 2013. Farming Systems in High Nature Value (HNV) Farmland: a Case Study of Wigry National Park, Poland Pol. J. Environ. Stud. 22, 2, 521-531.
163. Swann MM, Baxter KL, Field HI, Howie JW, Lucas IAM, Millar ELM J.C. Murdoch, J.H. Parsons, and E.G. White. 1969. Report of the Joint Committee on the use of Antibiotics in Animal Husbandry and Veterinary Medicine. HMSO; London.
164. Szadkowska-Stańczyk I., Bródka K., Buczyńska A., Cyprowski M., Kozajda A., Sowiak M. 2010. Ocena narażenia na bioaerozole pracowników zatrudnionych przy intensywnej hodowli trzody chlewnej. Medycyna Pracy. Nr 61(3) s. 257–269.
165. The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. 2007. The state of the world's. Animal genetic Resources for food and agriculture - in brief. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. F AND Agriculture Organization of the United Nations. Rome. (available at <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1260e/a1260e00.pdf>).
166. The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. 2007. The state of the world's. Animal genetic Resources for food and agriculture - in brief. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. F AND Agriculture Organization of the United Nations. Rome. (available at <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1260e/a1260e00.pdf>).
167. The Telegraph, 2007. Foot and Mouth Timeline, <http://www.telegraph.co.uk/news/uknews/1559400/Foot-and-mouth-timeline.html> [dostęp: 19.11.2017].
168. Thyssen N. (Red.). 1999. Nutrients in European ecosystems. Environmental assessment report No 4.
169. Tombrkiewicz B., Niedziółka J., Migdał W., Lis M., Pawlak K., Podgórnny Z., Lubkiewicz M. 2000. Próba określenia zasięgu mikrobiologicznego zanieczyszczenia środowiska powietrznego w obrębie fermy trzody chlewnej. Prace Komisji Nauk Rolniczych i Biologicznych. Seria B. Nr 46 s. 3–42.
170. Truszczyński M., Pejsak Z. 2013. Antybiotyki zalecane w leczeniu chorób bakteryjnych zwierząt oraz zjawisko antybiotykooporności. Życie Weterynaryjne. 88(2). 101-104.
171. Tymczyna L., 1993. Wpływ naturalnych preparatów mineralno – organicznych na warunki utrzymania i efekty produkcyjne drobiu. Rozpr. habil. Lublin: Wydaw. AR, 59. 77–88.
172. UN Food and Agriculture Organization, FAOSTAT. <http://vitalsigns.worldwatch.org/vs-trend/farm-animal-populations-continue-grow>.
173. Van Breemen N., Burrough P. A., Velthorst E. J., van Dobben H. F., Wit T., Ridder T. B., Reijnders H. F. R. 1982. Soil acidification from atmosphere ammonium sulphate in forest canopy throughfall. Nature. 299: 548-550.
174. Weida W.J. 2002. The CAFO and Depopulation of Rural Agricultural Areas: Implications for Rural Economies in Canada and the US. For presentation at the

- International Conference on The Chicken—Its Biological, Social, Cultural and Industrial History, May 17-19, 2002, Yale University.
175. Weinmayr, Gudrun, et al. Short-Term Effects of PM10 and NO2 on Respiratory Health among Children with Asthma or Asthma-like Symptoms: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environmental health perspectives* 118.4 (2010): 449. <http://search.proquest.com/docview/89243795?pq-origsite=gscholar>
 176. Wells M., Brandon K. 1993. The Principles and Practice of Buffer Zones and Local Participation in Biodiversity Conservation, „Ambio”, vol. 22, no. 2/3, s. 159.
 177. Wiktorowski K., Cieślęwicz W. 2011. Wpływ procesów koncentracji ziemi i intensyfikacji upraw w rolnictwie konwencjonalnym na stan środowiska naturalnego w regionie zachodniopomorskim, Katedra Ekonomii Zachodniopomorskiej Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie. 11(26), 1-8.
 178. Wing S., Horton R.A., Marshall S.W., Thu K., Taiik M., Schinasi L. 2008. Air pollution and odor in communities near industrial swine operations. *Environmental Health Perspectives*, 116(10), 1362-1368.
 179. Włochy. 1999. Italian contribution to BATs Reference Document (draft April 1999).
 180. Włochy. 2001. Comments Italy to first draft.
 181. World Organisation for Animal Health (OIE): Resolution No. XXVIII: list of antimicrobials of veterinary importance. In: Final Report: OIE 75th General Session, 20–25 May, Paris, France, 2007, 148. Available at: www.oie.int/fileadmin/Home/eng/About_us/docs/pdf/A_RF_2007_webpub.pdf
 182. WWF. 2016. Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era. WWF International, Gland, Switzerland
 183. Xu W., Kun Zheng, Xuejun Liu, Lingmin Meng, Roxana M. Huaitalla, Jianlin Shen, Eberhard Hartung, Eva Gallmann, Marco Roelcke, Fusuo Zhang, 2014. Atmospheric NH3 dynamics at a typical pig farm in China and their implications. 5, 3: 455-463.
 184. Zhu J., 2000. A review of microbiology In swine manure odor control, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78. 93-106. <https://pdfs.semanticscholar.org/7795/5a53507a96fb32d88a061ddaa14544adeb09.pdf>
 185. Zwoździak J., Dziewa M., Szałata Ł., Kwiecińska K., Cuske M., Piechocka A., Bartosik M. 2016. Lista substancji i związków chemicznych, które są przyczyną uciążliwości zapachowej. NFOŚiGW.

Prawo, zalecenia, normy

1. Agriculture Code of Practice. 1976. Ministry of Agriculture and Food, Ontario. ISBN 077432807X, 9780774328074. 42. <https://libarchives.wlu.ca/agricultural-code-of-practice-ontario-ministry-of-agriculture-and-food-1976-special-collections-s-655-a37-sc2167>.
2. Decyzja Wykonawcza Komisji UE 2017/302 z dnia 15 lutego 2017 r. ustanawiająca konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do intensywnego chowu drobiu lub świń zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE (notyfikowana jako dokument nr (2017) 688) (Tekst mający znaczenie dla EOG).

3. Departament Inspekcji Sanitarnej. 1983. Tlenki azotu. Kryteria Zdrowotne Środowiska. Tom 4 PZWL MZiOS.
4. Directive 2000/54/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on the protection of workers from risks related to exposure to biological agents at work (seventh individual Directive within the meaning of Article 16 (1) of Directive 89/391/EEC). Official Journal of the European Communities, 17.10.2000, L. 262/21-45. Brussels 2000.
5. Dokument pomocniczy w sprawie ustalania wielkości emisji pochodzących z hodowli trzody chlewnej i drobiu. 2003. http://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/prtr/wytyczne_PRTR_rozp_emisje_trzod_chlewnej.pdf [dostęp: 22.02.2018]
6. Dyrektywa Rady Unii Europejskiej 96/61/EC z 24 września 1996 r. dotycząca zintegrowanego zapobiegania zanieczyszczeniom i ich kontroli (Dz.U. L 257 z 10.10.1996).
7. Kodeks przeciwdziałania uciążliwości zapachowej. Departament Ochrony Powietrza i Klimatu. 2016. 58.
8. Konwencja Helsińska. Konwencja o ochronie środowiska morskiego obszaru Morza Bałtyckiego, sporządzona w Helsinkach dnia 9 kwietnia 1992 r. (Dz.U. 2000 nr 28 poz. 346)
9. Konwencja londyńska. Convention Relative to the Preservation of Fauna and Flora in their Natural State, London, 8 XI 1933, <http://www.jus.uio.no/english/services/library/treaties/06/6-02/preservation-fauna-natural.xml> (dostęp: 4 XII 2013).
10. Konwencja o bioróżnorodności biologicznej z dn. 5 czerwca 1992. (Dz.U. 2002 Nr 184, poz. 1532). (<http://www.nid.pl/upload/iblock/ed8/ed8f84604e78aecc827b0a0d162a7870.pdf>).
11. Konwencja o bioróżnorodności biologicznej z dn. 5 czerwca 1992. (Dz.U. 2002 Nr 184, poz. 1532) (<http://www.nid.pl/upload/iblock/ed8/ed8f84604e78aecc827b0a0d162a7870.pdf>).
12. Konwencja z Aarhus o dostępie do informacji, udziale społeczeństwa w podejmowaniu decyzji oraz dostępie do sprawiedliwości w sprawach dotyczących środowiska sporządzona w Aarhus dnia 25 czerwca 1998 r. (Dz. U. z 2003 r. nr 78, poz. 706).
13. Krajowa strategia ochrony i zrównoważonego użytkowania różnorodności biologicznej wraz z Programem Działań na lata 2007-2013, zatwierdzona uchwałą nr 270/2007 Rady Ministrów z dnia 26 października 2007 r. (<http://biodiv.gdos.gov.pl/wdrazenie-konwencji/national-strategy-conservation-and-sustainable-use-biodiversity-polish/krajowa-strategia-ochrony-i-zrownowazonego-uzytowania-roznorodnosci>).
14. Lista substancji i związków chemicznych, które są przyczyną uciążliwości zapachowej. <https://www.gov.pl/web/klimat/uczalnosci-zapachowa>.
15. Minister Zdrowia. 2016. Program polityki zdrowotnej. Narodowy program ochrony antybiotyków na lata 2016-2020. Warszawa.
16. NIK. 2014. Nadzór nad funkcjonowaniem ferm zwierząt. Informacja o wynikach kontroli. KRR-4101-01-00/2014; Nr ewid. 181/2014/P/14/050/KRR. <https://www.nik.gov.pl/plik/id,7779,vp,9749.pdf> [22.08.2018].

17. NIK. 2018. Wykorzystywanie antybiotyków w produkcji zwierzęcej w województwie lubuskim. Najwyższa Izba Kontroli. <https://www.nik.gov.pl/plik/id,16219,vp,18743.pdf>
18. Norma PZ-Z-04015-13: 1996. „Ochrona czystości powietrza – Badania zawartości siarki i jej związków – Oznaczanie siarkowodoru na stanowiskach pracy metodą spektrofotometryczną
19. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 29 maja 2020 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2020 poz. 1219).
20. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 8 kwietnia 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo o ruchu drogowym (Dz. U. 2022 poz. 988).
21. Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 12 kwietnia 2021 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. Warszawa, dnia 5 maja 2021 r., poz. 845).
22. PN-EN 13725:2007. Jakość Powietrza. Oznaczanie stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej.
23. Program Ochrony Środowiska na lata 2020–2024 z perspektywą do roku 2028 dla Gminy Koźmin Wielkopolski” (http://kozminwlp.pl/wp-content/uploads/2021/01/POŚ_Gmina-Koźmin_projekt.pdf).
24. Rozporządzenia Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy - Dz. U. z 2018 r., poz. 1286.
25. Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2010 r. nr 16, poz. 87).
26. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690).
27. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody (Dz.U. 2002 nr 8 poz. 70).
28. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U z 2012 r., poz. 1031, z późn. zm).
29. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017 poz. 2294).
30. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 lutego 2020 r. w sprawie przyjęcia "Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu" (Dz.U. 2020 poz. 243).
31. Ustaw za dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U. 1985, Nr 14 poz. 60).
32. Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz.U. 2007 nr 147 poz. 1033).
33. Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. - Prawo wodne (Dz.U. 2017 poz. 1566).
34. Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych (tzw. ustawa odległościowa) (Dz. U. 2016, Poz. 961, tom 1) <http://dziennikustaw.gov.pl/du/2016/961/1> [dostęp 24.04.2017]

35. Wspólny podręcznik inwentaryzacji emisji do atmosfery EMEP/CORINAIR. 2002. Wydanie III, Kopenhaga. <http://reports.eea.eu.int/EMEPCORINAIR3/en/page019.html> [dostęp 24.07.2017]
36. Wspólny podręcznik inwentaryzacji emisji do atmosfery EMEP/CORINAIR. 2002. Wydanie III, Kopenhaga. <http://reports.eea.eu.int/EMEPCORINAIR3/en/page019.html> [dostęp 24.07.2017]

Strony internetowe

- [http//1. https://www.theguardian.com/environment/2017/jul/17/uk-has-nearly-800-livestock-mega-farms-investigation-reveals](http://1.https://www.theguardian.com/environment/2017/jul/17/uk-has-nearly-800-livestock-mega-farms-investigation-reveals)
- [http//2. https://www.thebureauinvestigates.com/stories/2017-07-17/megafarms-uk-intensive-farming-meat](http//2.https://www.thebureauinvestigates.com/stories/2017-07-17/megafarms-uk-intensive-farming-meat)
- [http//3. https://ffacoalition.org/articles/when-did-factory-farming-start-and-why-does-it-still-exist/](http//3.https://ffacoalition.org/articles/when-did-factory-farming-start-and-why-does-it-still-exist/)
- [http//4. https://zielona.interia.pl/aktualnosci/news-najwiekszy-taki-budynek-na-swiecie-swoich-gosci-prowadzi-na-,nId,6364262](http//4.https://zielona.interia.pl/aktualnosci/news-najwiekszy-taki-budynek-na-swiecie-swoich-gosci-prowadzi-na-,nId,6364262)
- [http//5 https://www.alamy.com/stock-photo-nepal-tandi-poultry-farm-with-3000-chicken-in-multi-storey-house-was-124774739.html](http//5https://www.alamy.com/stock-photo-nepal-tandi-poultry-farm-with-3000-chicken-in-multi-storey-house-was-124774739.html) Contributor:Joerg Boethling / Alamy Stock Photo
- [https://6 https://www.kalendarzrolnikow.pl/7558/ptasia-grypa-sa-wstepne-szacunki-strat-finansowych](https://6https://www.kalendarzrolnikow.pl/7558/ptasia-grypa-sa-wstepne-szacunki-strat-finansowych)
- [https://7 https://gloswielkopolski.pl/milionowe-straty-w-drobie-i-budzenie/ar/12369916](https://7https://gloswielkopolski.pl/milionowe-straty-w-drobie-i-budzenie/ar/12369916)
- [https://8 https://www.prawo.pl/zdrowie/120-mln-zlotych-wydano-na-walke-z-ptasia-grypa,418094.html](https://8https://www.prawo.pl/zdrowie/120-mln-zlotych-wydano-na-walke-z-ptasia-grypa,418094.html)
- [https://9 https://www.pb.pl/swinska-grypa-juz-zaraza-inwestorow-495131](https://9https://www.pb.pl/swinska-grypa-juz-zaraza-inwestorow-495131)
- [https://10 https://abcnews.go.com/Health/swine-flu-h1n1-pandemic-deaths-15-times-higher/story?id=16646281](https://10https://abcnews.go.com/Health/swine-flu-h1n1-pandemic-deaths-15-times-higher/story?id=16646281)
- [https://11 https://tvn24.pl/wiadomosci-ze-swiata,2/16-mln-szczepionek-na-swinska-grype-splonie,192409.html](https://11https://tvn24.pl/wiadomosci-ze-swiata,2/16-mln-szczepionek-na-swinska-grype-splonie,192409.html)
- [https://12 https://wiadomosci.onet.pl/swiat/najdrozsza-grypa-w-historii-podatnika/nqbel?utm_source=wiadomosci.onet.pl_viasg_wiadomosci&utm_medium=referral&utm_campaign=leo_automatic&srcc=ucs&utm_v=2](https://12https://wiadomosci.onet.pl/swiat/najdrozsza-grypa-w-historii-podatnika/nqbel?utm_source=wiadomosci.onet.pl_viasg_wiadomosci&utm_medium=referral&utm_campaign=leo_automatic&srcc=ucs&utm_v=2)
- [https://13 https://finanse.wp.pl/swinska-grypa-bedzie-kosztowac-meksyk-2-3-mln-dolarow-6114219608295553a](https://13https://finanse.wp.pl/swinska-grypa-bedzie-kosztowac-meksyk-2-3-mln-dolarow-6114219608295553a)
- [https://14. https://szczecin.tvp.pl/43256957/plaga-much-w-struminach-mieszkancY-ostzegaja-przed-protestem](https://14.https://szczecin.tvp.pl/43256957/plaga-much-w-struminach-mieszkancY-ostzegaja-przed-protestem)
- [https://15. https://gazetaolsztynska.pl/17666-0,Plaga-much-w-Rybnie,0.html](https://15.https://gazetaolsztynska.pl/17666-0,Plaga-much-w-Rybnie,0.html)

- <https://16>. Plaga much nie pozwala im normalnie żyć. "Padniemy jak te muchy" (UWAGA! TVN) (<https://www.Youtube.com/watch?v=hqihimWCSaY>)
- <https://17>. <https://www.polsatnews.pl/wiadomosc/2016-07-12/atakuja-ich-miliony-much-wchodza-wszedzie-do-jedzenia-i-poscieli/>
- <https://18>. <https://www.polsatnews.pl/wiadomosc/2017-08-31/walcza-z-plaga-much-sa-i-w-kawie-i-w-herbacie/> <https://19>.
https://www.youtube.com/watch?v=_FvwpMUJUgg
- <https://20>. <http://www.rynekzdrowia.pl/>.
- <http://21>. <https://www.gov.pl/web/klimat/uczalnosci-zapachowa>
- <https://22>. http://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/prtr/wytyczne_PRTR.pdf
- <https://23>. <http://www.rynekinstalacyjny.pl/artukul/id4037,zanieczyszczenia-powietrza-i-ich-wplyw-na-zdrowie-czlowieka?p=2>
- <https://24>. <https://www.thepoultrysite.com/articles/reducing-the-dust-load-protecting-the-health-in-layer-houses>
- <https://25>. <https://magazynbiomasa.pl>
- <https://26>. [https://www.sejm.gov.pl/sejm7.nsf/InterpelacjaTresc.xsp?key=2947A458 /](https://www.sejm.gov.pl/sejm7.nsf/InterpelacjaTresc.xsp?key=2947A458/)
- <http://27>. <https://www.situbiosciences.com/concrete-microbial-induced-corrosion/>
- <https://28>. https://www.biofilms.ac.uk/microbe-metal-interactions-report/?utm_source=hs_email&utm_medium=email&_hsenc=p2ANqtz-_Li07hIbW4G0cLHXhk4Ke_-DLEITeBizA6N1F-TLPZTJWMkFspkijzRfXc-1HR_k6SBhxx
- <https://29>. <http://news.harvard.edu/gazette/>
- <https://30>.
http://klimat.czn.uj.edu.pl/enid/0,59a8eb73686f7774797065092d097072696e74/3__Kwa_ne_deszcze/-_Obszary_zagro_one_45h.html
- <https://31>. <https://www.bigdutchman.pl/pl/hodowla-trzody/aktualnosci/detail/wiekszosc-systemow-dziala-jak-pralka/>

dr inż. Jerzy Mirosław Kupiec



.....
Podpis autora

dr inż. Jerzy Kupiec