

STUDIA I RAPORTY IUNG-PIB

ZESZYT 52(6):19-27

2017

Antoni Faber, Zuzanna Jarosz*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach***PROGNOZA OGRANICZENIA EMISJI AMONIAKU Z MINERALNYCH
NAWOZÓW AZOTOWYCH NA LATA 2020 I 2030*****Słowa kluczowe:** amoniak, emisja, prognoza, ograniczenie emisji**Wstęp**

Konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie transgranicznego przenoszenia zanieczyszczeń powietrza na dalekie odległości (8) obliguje nasz kraj do corocznego raportowania emisji amoniaku oraz innych zanieczyszczeń powietrza. W zakresie prawa unijnego roczne poziomy emisji amoniaku i niektórych innych zanieczyszczeń określone zostały w dyrektywie 2001/81/WE. Doprowadziła ona w ostatnich latach do obniżenia emisji dwutlenku siarki o 82%, amoniaku – o 28%, tlenków azotu – o 47% i niemetanowych lotnych związków organicznych – o 56% (3). Mimo to Unia Europejska nie osiąga swych długoterminowych celów dotyczących jakości powietrza. W komunikacie Komisji z 18 grudnia 2013 r. „Czyste powietrze dla Europy” stwierdzono, że nadal występują znaczące negatywne skutki i zagrożenia dla zdrowia ludzkiego i środowiska (9). Sytuację miałyby poprawić nowa dyrektywa o redukcji krajowych emisji niektórych zanieczyszczeń atmosferycznych na lata 2020-2030 (3). Zobowiązuje ona Polskę do ograniczenia emisji amoniaku w porównaniu do roku 2005 o 1% dla każdego roku w latach 2020-2029 oraz o 17% w każdym roku od 2030 r.

Celem ograniczania emisji amoniaku państwa członkowskie sporządzają krajowy kodeks dobrej praktyki rolniczej, zawierający: gospodarowanie azotem z uwzględnieniem całego cyklu jego przemian, poprawienie strategii żywienia zwierząt, stosowanie niskoemisyjnych technik aplikacji nawozów naturalnych, stosowanie niskoemisyjnych metod przechowywania nawozów naturalnych, wprowadzenie niskoemisyjnych pomieszczeń inwentarskich oraz

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.6 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

ograniczenie emisji związanych ze stosowaniem nawozów mineralnych (1). W przypadku nawozów mineralnych postuluje się wprowadzenie między innymi: zakazu stosowania węglanu amonu oraz zastąpienie nawozów mocznikowych nawozami saletrzanymi. Stosowanie nawozów mocznikowych będzie mogło być kontynuowane, jeśli emisja amoniaku z tego nawozu zostanie ograniczona co najmniej o 30% (1). Ograniczenie emisji ma być osiąganę praktykami wyspecyfikowanymi w decyzji UN ECE 2014/11 (10).

Rolnictwo jest głównym źródłem emisji amoniaku (NH_3) do atmosfery. Jak wynika z inwentaryzacji przeprowadzonej w Polsce w 2015 r. emisja ogółem tego gazu wynosiła 267 100,7 t r⁻¹ (7). Rolnictwo miało w niej 97% udział, z czego 79% przypadało na produkcję zwierzęcą, zaś 21% związane było ze stosowaniem mineralnych nawozów azotowych. W krajach EU-28 emisja NH_3 osiągnęła w 2013 r. wartość 3,6 miliona ton r⁻¹ i była mniejsza o 30% w stosunku do roku 1990 (5). Udział rolnictwa w tej emisji wynosił 93%, w tym emisja z produkcji zwierzęcej stanowiła około 56%.

Przyjęcie dyrektywy w sprawie krajowych pułapów emisji niektórych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego (NEC) w grudniu 2016 r. (3) obliguje do raportowania projekcji wybranych zanieczyszczeń powietrza, w tym amoniaku dla lat 2020, 2025 i 2030 oraz jeśli możliwe dla lat 2040 i 2050. Emisje dla kraju szacowane są przez przemnożenie ilości zużytych nawozów azotowych lub asortymentów nawozów azotowych przez wskaźniki emisji. Zalecane jest wykorzystywanie wskaźników opublikowanych w 2016 r. przez E M E P/E E A (4).

Celem niniejszego opracowania jest określenie prognozy zużycia mineralnych nawozów azotowych ogółem oraz poszczególnych asortymentów nawozów azotowych na lata 2020 i 2030 oraz oszacowanie emisji i ograniczenia emisji NH_3 dla pięciu scenariuszy. Scenariuszem bazowym jest niezmienną struktura zużycia asortymentów nawozów azotowych. Ograniczenia emisji szacowano w stosunku do scenariusza bazowego dla czterech scenariuszy modyfikujących wykorzystywanie mocznika.

Materiały i metodyka

W opracowaniu wykorzystano dane o wielkości zużycia mineralnych nawozów azotowych w Polsce w latach 1992-2015 (6). Na podstawie tej 24-letniej serii danych oszacowano trend zużycia nawozów azotowych ogółem wykorzystując pakiet statystyczny Statgraphics Centurion ver. 16.1.11. Trend ten został wykorzystany do określenia prognozy zużycia nawozów azotowych ogółem w 2020 i 2030 roku.

Wyszacowane z trendu zużycia nawozów azotowych ogółem dla przyszłych okresów przeliczono na asortymenty nawozów azotowych. Wykorzystano w tym celu procentowe zużycie poszczególnych asortymentów nawozów azotowych obliczone na podstawie danych literatury dla 2015 r. (10); (Tab. 1). Założono więc, iż w latach 2020 i 2030 procentowe zużycie asortymentów mineralnych nawozów azotowych będzie takie samo jak w 2015 r.

Tabela 1

Żużycie ogółem oraz żużycie asortymentów nawozów azotowych
w latach 2011-2015 (tys. ton)

Nawozy	2011	2012	2013	2014	2015
Saletra amonowa	379	385	405	370	334
Fosforan amonu	24	20	23	20	18
Siarczan amonu	30	35	35	34	28
Saletra wapniowa	200	190	205	190	168
RSM	49	38	45	46	43
Mocznik	317	322	356	320	300
Nawozy NPK	110	105	132	117	113
Ogółem	1109	1095	1201	1097	1004

Źródło: Nawozy ogółem – GUS (6); asortymenty nawozów - Kopiński, 2017 (10)

Wielkości emisji NH_3 z nawozów azotowych szacowano dla Polski (NUTS-0) według metodyki E M E P / E E A 2016 (4) wykorzystując współczynnik emisji amoniaku (EF) dla asortymentów nawozów według metody poziomu drugiego (Tier 2) (Tab. 2). Założono, że 90% gleb w Polsce charakteryzuje się pH mniejszym niż 7, zaś 10% pH większym niż 7.

Tabela 2

Współczynniki emisji amoniaku (EF) z mineralnych nawozów azotowych zalecane do stosowania w inwentaryzacjach emisji poziomu 2

Nawozy	EF (% zużytego nawozu)	
	pH gleby < 7	pH gleby > 7
Saletra amonowa	1,6	3,3
Fosforan amonu	5,1	9,4
Siarczan amonu	9,2	17,0
Saletra wapniowa	0,8	1,7
RSM	10,0	9,7
Mocznik	15,9	16,8
Nawozy wieloskładnikowe (NPK)	6,7	9,4

Źródło: E M E P / E E A 2016 (4)

Szacunki emisji wykonano dla scenariusza bazowego oraz czterech scenariuszy, w których modyfikowano wykorzystywanie mocznika. Scenariuszem bazowym [1] była niezmienną struktura żużycia nawozów z mocznikiem bez modyfikacji. W scenariuszu drugim [2] przyjęto, że mocznik stosowany będzie wyłącznie przedsięwzię pod rośliny jare i wymieszany z glebą oraz pogłównie tylko w kwietniu. Założono na podstawie literatury, że maksymalny EF dla tego scenariusza nie powinien być większy niż 10% (2). W scenariuszu trzecim [3] założono, że zwiększona zostanie wielkość granul mocznika do około 4 mm, co powinno ograniczyć emisję NH_3 o około 50% (2). W scenariuszu czwartym [4] założono, że mocznik modyfikowany będzie poprzez pokrycie granul inhibitorem ureazy, co powinno ograniczyć emisję o około 40% (2). W scenariuszu piątym [5] założono, że mocznik zostanie zastąpiony

równoważną ilością azotu w saletrze amonowej. Ograniczenia emisji w scenariuszach 2-5 obliczono jako procent w stosunku do scenariusza bazowego oraz emisji w roku odniesienia (2005) (3). W scenariuszach 2-5 założone ograniczenia emisji NH_3 dla mocznika były większe od 30%, co jest warunkiem dalszego użytkowania tego nawozu (1).

Wyniki i dyskusja

Prognoza zużycia nawozów azotowych ogółem na lata 2020 i 2030

W okresie rozpatrywanego 24-lecia minimalne zużycie nawozów azotowych ogółem wynosiło 619 tys. ton (1992 r.), zaś maksymalne osiągnęło wartość 1 202 tys. ton (2013 r.). W ostatnim pięcioleciu (2011-2015) średnie zużycie nawozów azotowych ogółem wynosiło 1 098 tys. ton. W 2005 r., w stosunku do którego liczy się ograniczenia emisji NH_3 (3), zużycie nawozów wynosiło 895 tys. ton. Trend zużycia nawozów azotowych najlepiej opisywała regresja krzywoliniowa (Rys. 1) wyrażona równaniem:

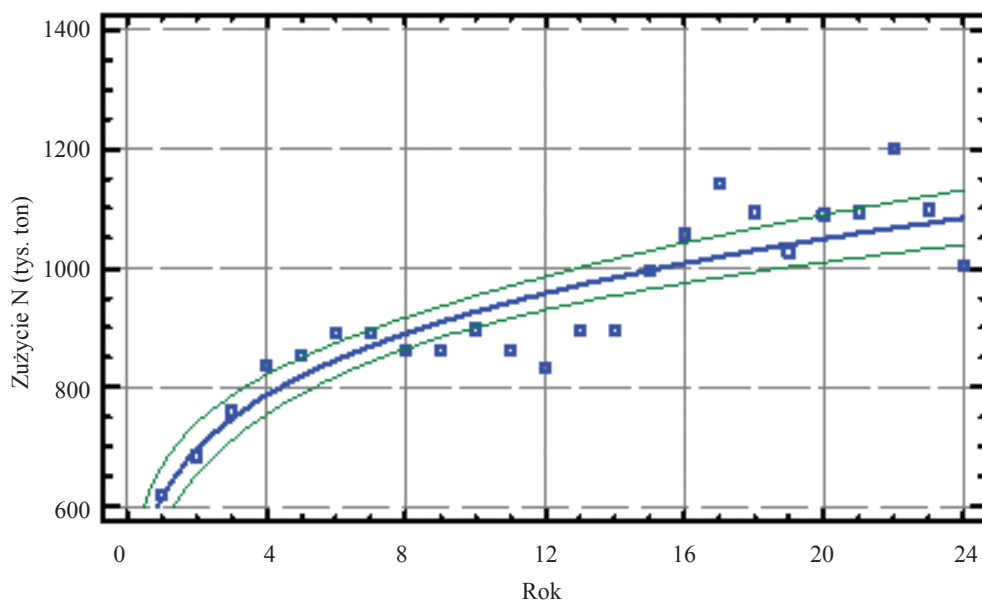
$$\text{ZN} = \exp(6,419 + 0,179206 \cdot \ln(R))$$

gdzie:

ZN - zużycie mineralnych nawozów azotowych (tys. ton)

R - kolejny rok w serii danych: 1-24 (1992 = 1)

Współczynnik determinacji dla równania był wysoki i wyniósł $R^2 = 82,9\%$.



Rys. 1. Trend zużycia mineralnych nawozów azotowych ogółem w latach 1992-2015

Źródło: opracowanie własne

Oszacowane z przedstawionego trendu zużycia nawozów azotowych ogółem na lata 2020 i 2030 wynosiły odpowiednio 1 122 i 1 183 tys. ton N (Tab. 3). Z przedstawionych danych:

Tabela 3

Średnie zużycie mineralnych nawozów azotowych ogółem w latach 2011-2015 oraz prognoza zużycia tych nawozów na lata 2020 i 2030 (tys. ton N)

Lata	Średnia	Przedział ufności	
		dolny	górný
2011-2015	1 098	-	-
2020	1 122	1 069	1 176
2030	1 183	1 118	1 251

Źródło: opracowanie własne

wynika, że w stosunku do zużycia średniego w latach 2011-2015 zużycie azotu (N) wzrośnie w prognozowanych latach średnio o 2,1% w 2020 r. oraz o 7,2% w 2030 r.. Przedziały ufności pokazują jednak, że zmiany zużycia mogą zawierać się w przedziałach odpowiednio -2,7 do 6,6% oraz 1,8 do 12,2% w stosunku do średniego zużycia w latach 2011-2015.

Zakładając, że struktura zużycia asortymentów nawozów azotowych będzie taka sama jak w 2015 r. wyszacowano zużycie poszczególnych asortymentów nawozów w prognozowanych latach (Tab. 4).

Tabela 4

Zużycie asortymentów nawozów w latach 2005, 2015 oraz prognoza zużycia w latach 2020 i 2030 (tys. ton N)

Nawozy	2005	2015	2020	2030
Saletra amonowa	308	334	373	394
Fosforan amonu	22	18	20	21
Siarczan amonu	22	28	31	33
Saletra wapniowa	165	168	188	198
RSM	40	43	48	51
Mocznik	250	300	335	353
Nawozy wieloskładnikowe (NPK)	88	113	126	133

Źródło: opracowanie własne

Przeprowadzone szacunki wykazały, że w perspektywie 2020 i 2030 roku zużycie nawozów wieloskładnikowych wzrośnie odpowiednio o 43,2% i 51,1% w stosunku do roku 2005. Wysoki wzrost zużycia wynoszące 40,9% i 50,0% przewiduje się także dla siarczanu amonu. Wprawdzie dla gleb o pH > 7 siarczan amonu charakteryzuje się wysokim współczynnikiem emisji amoniaku, ale w Polsce 90% stanowią gleby o pH mniejszym niż 7. W przypadku mocznika przewidywany wzrost zużycia dla lat 2020 i 2030 wyniesie odpowiednio 34,0 i 41,2% w porównaniu do 2005 r.

Szacunki emisji amoniaku dla lat 2015, 2020 i 2030

Oszacowane emisje NH_3 dla zużycia asortymentów nawozów w latach 2015, 2020 i 2030 wynosiły odpowiednio dla scenariusza bazowego: 71 330, 79 713 oraz 84 047 tys. ton (Tab. 5).

Tabela 5

Emisje amoniaku (tony) oraz ograniczenia emisji (%) dla badanych scenariuszy w latach 2015, 2020 i 2030

Rok	Jednostka	Scenariusz				
		1	2	3	4	5
2015	tona	71 330	53 336	47 345	52 142	30 529
	%	100,0	25,2	33,6	26,9	57,2
2020	tona	79 713	59 631	52 909	58 270	34 117
	%	100,0	25,2	33,6	26,9	57,2
2030	tona	84 047	62 873	55 786	61 438	35 971
	%	100,0	25,2	33,6	26,9	57,2

Źródło: opracowanie własne

Tak więc w perspektywie prognozy na lata 2020 i 2030 emisje NH_3 mogą wzrosnąć odpowiednio o 11,7 i 17,8%. Modyfikacja stosowania mocznika lub właściwości tego nawozu mogłaby, według badanych scenariuszy [2-5], ograniczyć emisje odpowiednio o: 25, 34, 27 i 57%, niezależnie od roku (Tab. 5).

Aby sprostać wymaganiom obniżenia emisji należałoby podjąć działania zmniejszające emisję NH_3 w dziesięcioleciu 2020-2029 w sumie o 10%, a w roku 2030 i dalszych o 17% rocznie (3). W sumie więc w latach 2020-2030 należałoby obniżyć emisję tego gazu o 27% w stosunku do roku 2005. W roku 2005 zużycie nawozów azotowych ogółem wynosiło 895 tys. ton, co odpowiadałoby emisji NH_3 60 429 ton liczonej według metody E M E P/E E A 2016 (4) dla asortymentów nawozów. Jest to dla rolnictwa polskiego bardzo niekorzystny wynik, ponieważ bazowe zużycie nawozów i emisja amoniaku były niskie w 2005 roku.

Prognozowane wielkości emisji amoniaku oraz ograniczenia emisji dla scenariuszy 2-5 dla 2020 r. przedstawiono w Tab. 6.

Tabela 6

Wielkości emisji amoniaku dla roku 2020 oraz ograniczenia emisji
w stosunku do bazowego 2005 roku (tony NH_3)

Nawozy	Scenariusz			
	2	3	4	5
Saletra amonowa	6 607	6 607	6 607	6 607
Fosforan amonu	1 112	1 112	1 112	1 112
Siarczan amonu	3 123	3 123	3 123	3 123
Saletra wapniowa	1 671	1 671	1 671	1 671
RSM	4 791	4 791	4 791	4 791
Mocznik	33 526	26 804	32 165	8 011
Nawozy wieloskładnikowe (NPK)	8 802	8 802	8 802	8 802
Suma emisji amoniaku	59 631	52 909	58 270	34 117
Procent ograniczenia emisji w stosunku do emisji NH_3 z asortymentów nawozów w 2005 r. = 60 429 ton	-1,3	-12,4	-3,6	-43,5

Źródło: opracowanie własne

Z przedstawionych danych wynika, że we wszystkich scenariuszach emisja NH_3 zmaleje w 2020 r. Przyjęcie scenariusza drugiego, według którego mocznik stosowany będzie przede wszystkim pod rośliny jare i wymieszany z glebą oraz pogłównie w kwietniu pozwoliłoby na ograniczenie emisji amoniaku o 1,3% w stosunku do 2005 roku bazowego. Nieco większe ograniczenie wynoszące 3,6% można by było uzyskać dzięki modyfikacji mocznika poprzez pokrycie granul inhibitorem ureazy (scenariusz 4). Zwiększenie granul mocznika przyjęte w scenariuszu trzecim pozwoliłoby na ograniczenie emisji amoniaku o 12,4%. Znaczący spadek emisji NH_3 wynoszący 43,5% zapewnić by mogło częściowe zastąpienie mocznika saletrą amonową. Jeszcze mniej korzystna sytuacja może się ukształtować w 2030 roku (Tab. 7).

Tabela 7

Wielkości emisji amoniaku dla roku 2020 oraz ograniczenia emisji
w stosunku do bazowego 2005 roku (tony NH_3)

Nawozy	Scenariusz			
	2	3	4	5
Saletra amonowa	6 966	6 966	6 966	6 966
Fosforan amonu	1 173	1 173	1 173	1 173
Siarczan amonu	3 293	3 293	3 293	3 293
Saletra wapniowa	1 762	1 762	1 762	1 762
RSM	5 051	5 051	5 051	5 051
Mocznik	35 349	28 261	33 913	8 447
Nawozy wieloskładnikowe (NPK)	9 280	9 280	9 280	9 280
Suma emisji amoniaku	62 873	55 786	61 438	35 971
Procent ograniczenia emisji w stosunku do emisji NH_3 z asortymentów nawozów w 2005 r. = 60 429 ton	4,0	-7,7	1,7	-40,5

Źródło: opracowanie własne

Przyjęcie scenariusza drugiego lub czwartego skutkowałoby wzrostem emisji amoniaku do poziomu odpowiednio 62873 i 61 438 ton NH_3 tj. o 4,0 i 1,7% w stosunku do roku 2005. Spadek emisji NH_3 wynoszący 7,7% można by było uzyskać poprzez zwiększenie granul mocznika. Natomiast na największe ograniczenie emisji amoniaku wynoszące 40,5% pozwoliłoby częściowe zastąpienie mocznika saletrą amonową.

Ograniczenie emisji o 27% może zapewnić jedynie częściowe zastąpienie mocznika przez saletrę amonową, chyba że wprowadzone zostaną modyfikacje mocznika ograniczające emisje o więcej niż 50%. Pewne nadzieje na to rokować może upowszechnienie stosowania inhibitora ureazy, który skuteczniej ogranicza emisje NH_3 niż dotąd stosowany inhibitor NBPT.

Podsumowanie

1. Według opracowanej prognozy zużycie mineralnych nawozów azotowych w Polsce może osiągnąć średnio 1 122 tys. ton w 2020 r. i 1 183 tys. ton w 2030 r., co w stosunku do średniej z lat 2011-2015 oznacza wzrost średnio odpowiednio o 2,1 i 7,2 %.
2. Wielkości emisji amoniaku w tych latach wynosić mogą odpowiednio 79 713 i 84 047 ton.
3. Modyfikację stosowania mocznika lub właściwości tego nawozu, według badanych scenariuszy, mogłyby ograniczyć emisję amoniaku w zakresie 25 – 57% w stosunku do emisji, które mogą wystąpić w przypadku stosowania mocznika bez modyfikacji.
4. W perspektywie 2030 roku wymagane ograniczenie emisji amoniaku o 27%, w stosunku do emisji w 2005 r., wymagać może częściowego zastąpienia mocznika przez saletrę amonową.

Literatura

1. Council of the European Union, 2015. DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants and amending Directive 2003/35/EC. Annex, 15401/15, Brussels, 16 December, 2015.
2. D ö h l e r H.: Statement on the EMEP Emission Factors for Mineral Fertilizers from the Applied Research Perspective in Germany. TFEIP A & N Panel Meeting Milan, 11-12 May 2015.
3. D y r e k t y w a Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2284 z dnia 14 grudnia 2016 r. w sprawie redukcji krajowych emisji niektórych rodzajów zanieczyszczeń atmosferycznych, zmiany dyrektywy 2001/81/WE. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 344/1, 17.12.2016, PL.
4. E M E P / E E A: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016. European Environment Agency, Copenhagen, 2016.
5. E U R O S T A T: Agriculture – ammonia emission statistics. June, 2015.
6. G U S: Rocznik Statystyczny Rolnictwa. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, 1992-2015.
7. K O B i Z E (Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami): Krajowy Bilans Emisji SO_2 , NO_x , CO , NH_3 , NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2014-2015 w układzie klasyfikacji SNAP. Raport syntetyczny. 2017.

-
8. Konwencja w sprawie transgranicznego przenoszenia zanieczyszczeń powietrza na dalekie odległości sporządzona w Genewie dnia 13 listopada 1979 r. (Dz. U. z dnia 28 grudnia 1985 r.). Dz.U.85.60.311.
 9. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Program „Czyste powietrze dla Europy”, COM(2013) 918 final, Bruksela, 18 grudzień 2013, https://www.mos.gov.pl/g2/big/2014_01/4a4a59ba838ff3f6489e907b42bb7183.pdf
 10. K o p i Ń s k i J.: Bilans azotu brutto jako agrośrodowiskowy wskaźnik zmian oddziaływania produkcji rolniczej na środowisko. Metodologia, wyniki bilansu na poziomie NUTS-0, NUTS-2. Monografie i rozprawy naukowe IUNG-PIB (w druku)
 11. U n i t e d N a t i o n s, 2014. Guidance document on preventing and abating ammonia emissions from agricultural sources. Economic Commission for Europe. ECE/EB.AIR/120, 7th February 2014.
-

Adres do korespondencji:

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

