Małgorzata Kida
Adam Masłoń
Piotr Koszelnik
Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

ANALIZA POTENCJALNEGO ODDZIAŁYWANIA ZANIECZYSZCZEŃ ZE ŹRÓDEŁ ROLNICZYCH NA WODY POWIERZCHNIOWE

Streszczenie

Ochrona wód powierzchniowych przed dopływem zanieczyszczeń pochodzenia rolniczego ma kluczowe znaczenie ze względu na znaczące ładunki związków biogennych dostarczanych z tego źródła. Przyczyny tych niekorzystnych zmian wiążą się między innymi z niewłaściwą agrotechniką, nieodpowiednim przechowywaniem i stosowaniem nawozów mineralnych i naturalnych. W aspekcie ich wykorzystania jako źródło nawozu w rolnictwie istotnym problemem jest brak świadomości i wiedzy na temat ilości poszczególnych substancji zawartych w stosowanych odpadach, dlatego w tym celu opracowano kodeks dobrej praktyki rolniczej. W pracy przedstawiono krótką charakterystykę dotyczącą wpływu rolniczych zanieczyszczeń na wody powierzchniowe oraz możliwości ich ograniczania poprzez przestrzeganie odpowiednich zasad.

Słowa kluczowe: związki biogenne, zanieczyszczenia pochodzenia rolniczego, ochrona wód powierzchniowych

ANALYSIS OF THE POTENTIAL IMPACT OF POLLUTION FROM AGRICULTURAL SOURCES TO SURFACE WATER DYNÓW FOOTHILLS

Summary

Surface water protection from agricultural pollutant is of great importance because of the amount of nutrients produced by agricultural activity. The reason for this is incorrect agriculture, inappropriate storage and use of mineral and natural fertilizers. Another problem is the lack of knowledge about the amount of nutrients in the applied waste. This work aims to describe briefly the influence of agricultural pollutant on surface waters and the ways to eliminate it by following appropriate principles.

Keywords: nutrients, agricultural pollutant, surface water protection

1. Wprowadzenie

Rolnictwo stanowi dział gospodarki bardzo ściśle związany ze środowiskiem, samo korzysta z jego zasobów, jednocześnie na nie oddziałując. Wpływ ten może być pozytywny, służyć ulepszaniu środowiska, ale również może mieć charakter negatyw-

ny, prowadzić do jego zanieczyszczenia i degradacji[1]. Podstawowym zagrożeniem dla środowiska wodnego wynikającym z działalności rolniczej jest intensyfikacja produkcji rolniczej i związana z nią modernizacja gospodarstw rolnych. Zjawisko to wiąże się z upowszechnieniem stosowania nawozów naturalnych i sztucznych, oraz środków ochrony roślin, powodujących m.in. zanieczyszczenie wód. W ostatnich latach do wód naturalnych przedostaje się coraz więcej substancji organicznych i nieorganicznych, pochodzących przede wszystkim z działalności rolniczej, która stanowi najpoważniejszą ingerencję człowieka w środowisko przyrodnicze[2].

Celem pracy jest wykazanie problematyki zanieczyszczeń ze źródeł rolniczych na wody powierzchniowe, bowiem nieuporządkowana gospodarka odpadami rolniczymi i niewłaściwe nawożenie nimi stanowią ogromne zagrożenie dla atrakcyjności turystycznej, walorów i jakości przyrodniczej tych terenów.

2. Wody powierzchniowe Pogórza Dynowskiego

Problematyka wpływu zanieczyszczeń pochodzących z rolnictwa na wody powierzchniowe oraz możliwości ich ograniczania mogą być odniesione do obszaru Pogórza Dynowskiego, które wraz ze swoją unikalną przyrodą oraz naturalnymi krajobrazami należy do Czarnorzecko-Strzyżowskiego Parku Krajobrazowego zajmującego powierzchnię 25 784 ha. Od zachodu granice wyznacza rzeka Wisłok, od wschodu – rzeka San, od południa – obniżenie Dołów Jasielsko-Sanockich, natomiast od północy – Przedgórze Rzeszowskie. Warunki naturalne, zarówno gleby, jak i klimat sprzyjają rozwojowi rolnictwa, które dominuje na tym obszarze. Przykładem może być tutaj gmina Nozdrzec, o powierzchni 12 169 ha, gdzie użytki rolne stanowią ponad połowę tego obszaru – 7575 ha, z kolei lasy 3613 ha, grunty zabudowane – 302 ha, wody – 156 ha, nieużytki – 45 ha[3].

Warunki hydrogeologiczne na Pogórzu Dynowskim są bardzo zróżnicowane, co wynika ze skomplikowanej budowy tektonicznej, litologicznego wykształcenia utworów skalnych, a także osadów czwartorzędowych. Przez obszar Pogórza Dynowskiego przepływa rzeka San. Utwory piaszczysto-żwirowe w dolinach rzecznych powodują główne zawodnienie. W obrębie wzniesień występują wody szczelinowe śródwarstwowe, wydostające się lokalnie na powierzchnię terenu w miejscu zluźnień utworów czwartorzędowych[4]. Duża stoczystość zlewni Sanu wraz z rolniczym zagospodarowaniem jej znacznej powierzchni, jak również gęsta zabudowa w obrębie jednostek osadniczych skutkują dużym prawdopodobieństwem bezpośrednich spływów zanieczyszczeń biogennych i organicznych do wód rzeki.

Na jakość wody w rzece ma wpływ wiele czynników, m.in. uwarunkowania naturalne, czyli zdolność samooczyszania się wód, warunki hydrologiczne oraz presje antropogeniczne. Rzeki są systemami otwartymi, których funkcjonowanie w głównej

---

1 K. Rószczka, *Prawna ochrona wód w procesie produkcji rolnej*, Przegląd Prawa Rolnego, nr 2, 2007, s. 77–92.

2 T. Durkowski, P. Burczyk, B. Królak, *Ocena odpływu składników nawozowych ze zlewni rolniczych Jeziora Miedwie w okresie restrukturyzacji rolnictwa*, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 6, z. 2 (18), Falenty 2006, s. 51–63.

3 http://www.nozdrzec.pl/strona,Polozenie,23 (dostęp: 5.07.2014).

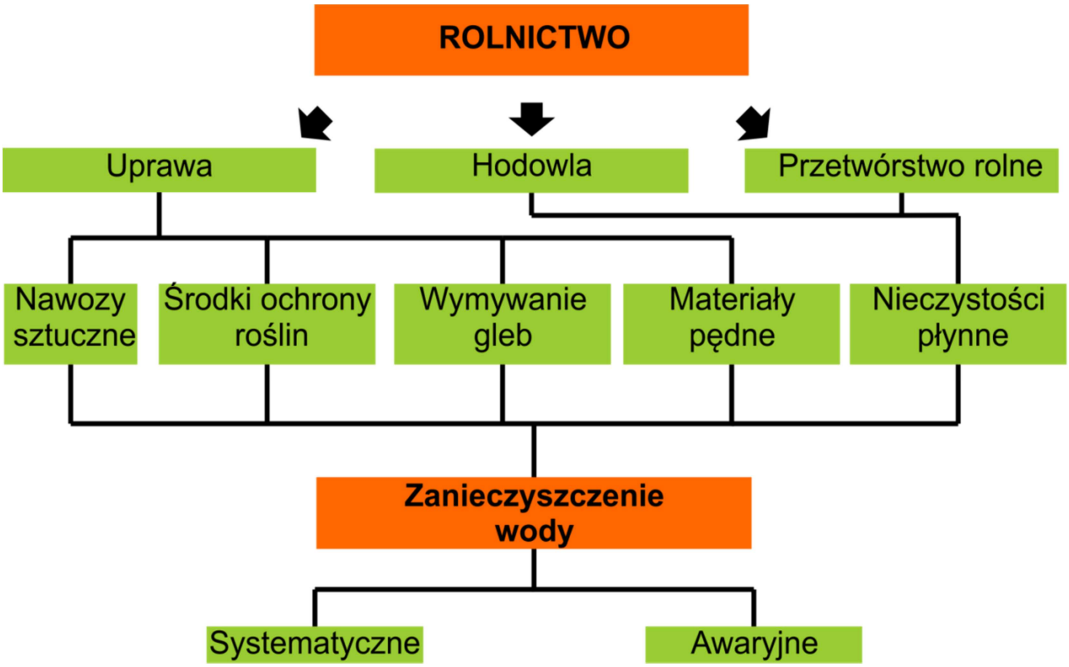
4 T. Solovey, *Ocena potencjalnej eutrofizacji wód płynących w zlewni środkowej Wisły*, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 8, z. 1 (22), Falenty 2008, s. 323–336.

mierze zależy od dopływu materii ze zlewni. W konsekwencji tego duże znaczenie ma również rozmieszczenie źródeł zanieczyszczeń wraz z biegiem cieku wodnego, gdyż obecność ich w górnych partiach zlewni rzutuje na stan czystości całej rzeki. Wzbogacanie wody w substancje biogenne powoduje przyspieszony wzrost wyższych form roślinnych oraz glonów. W odniesieniu do stanu jakości wód Sanu to w ostatnich latach uległ nieznacznej poprawie, jednak dynamika zmian jakości ciągle jest niezadawalająca[5,6].

3. Rolnicze źródła zanieczyszczenia wód

Wynikające z rolnictwa niebezpieczeństwo pogorszenia się stanu jakości środowiska, a przede wszystkim wód, jest rezultatem współdziałania czynników naturalnych i antropogenicznych. Niektóre z nich, szczególnie antropogeniczne, powinny być monitorowane i odpowiednio modyfikowane, gdyż w niewłaściwie zorganizowanym obejściu gospodarskim może powstać wiele punktów, gdzie dochodzi do niekontrolowanego rozproszenia zanieczyszczeń do gleb i wód gruntowych (ryc. 1)[7,8].

Ryc. 1. Rolnicze źródła zanieczyszczeń wód



Źródło: Opracowanie własne

5 http://www.nozdrzec.pl/strona,Polozenie,23 (dostęp: 5.07.2014).
6 T. Solovey, *Ocena potencjalnej eutrofizacji wód płynących w zlewni środkowej Wisły…, op. cit.*, s. 323–336.
7 T. Durkowski, P. Burczyk, B. Królak, *Stężenie wybranych składników chemicznych w wodach…, op. cit.*, s. 5–15.
8 S. Szymczyk, I.J. Świtajska, *Wpływ użytku ekologicznego na ograniczenie odpływu zanieczyszczeń z zagrody wiejskiej*, Inżynieria Rolnicza, nr 34, 2013, s. 214–221.

Podstawowe zanieczyszczenia wynikają z niewłaściwej agrotechniki, nieodpowiedniego przechowywania i stosowania nawozów mineralnych oraz naturalnych (fot. 1, 2).

Fot. 1. Niewłaściwe składowanie nawozów naturalnych w gospodarstwach rolnych
Źródło: Zbiory autorów

Fot. 2. Niewłaściwe składowanie nawozów naturalnych w gospodarstwach rolnych
Źródło: Zbiory autorów

Nawozy naturalne stanowią odpady pochodzące z hodowli i produkcji rolnej, w których zawarte są znaczne ilości zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych. Wytwarzane są m.in. specyficzne ścieki przy chowie zwierząt (gnojowica, gnojówka),

obornik, odcieki z obornika. Obornik składa się z odchodów zwierząt gospodarskich i ściółki. W zależności od rodzaju zwierząt, od których pochodzi, ilości używanej ściółki, sposobu przechowywania (tzw. płytka lub głęboka ściółka) oraz stopnia przefermentowania, może on znacznie się różnić składem. Z kolei gnojówka to odcieki, które powstają w budynkach inwentarskich przy ściółkowym systemie utrzymania zwierząt (na tzw. płytkiej ściółce). Natomiast gnojowica powstaje w wyniku zmieszania kału, moczu oraz wody, którą spłukiwane są stanowiska w bezściółkowym chowie zwierząt. Płynne nawozy naturalne są silnie zanieczyszczone domieszkami organicznymi. Typowy skład chemiczny gnojowicy jest zróżnicowany. Przykładowo wartość wskaźnika BZT_5, którą szacuje się w granicach od 55 000 do 16 000 mg O_2/dm^3, przy średniej jego wartości na poziomie 11 000 mg O_2/dm^3. W stosunku do BZT_5 ścieków bytowo-gospodarczych wartość ta wynosi 37:1. Gnojowica jest przede wszystkim ważnym źródłem wielu cennych składników odżywczych potrzebnych do rozwoju roślin, a także odgrywa istotną rolę w procesie kształtowania struktury gleby. W konsekwencji tego, nieprawidłowe postępowanie z płynnymi odchodami zwierzęcymi może doprowadzić nie tylko do utraty emitowanego azotu, lokalnych skażeń gruntów, wody gruntowej oraz powierzchniowej, ale także do zanieczyszczenia powietrza w wyniku emisji szkodliwych gazów i pyłów. Gazy wentylacyjne pochodzące z pomieszczeń inwentarskich mają bardzo szkodliwy wpływ na jakość powietrza. Jednak emisja wtórna gazów ze składowisk obornika, zbiorników na gnojowicę oraz nawożonych pól ma o wiele większy udział w jego zanieczyszczeniu. Dodatkowo zaobserwowano, że u ludności zamieszkałej w pobliżu niewłaściwie przechowywanych odchodów płynnych występują bóle głowy, kończyn, alergie, napięcie mięśni, podrażnienie śluzówki oczu oraz dróg oddechowych[9,10,11].

Nieodpowiednie składowanie odchodów zwierzęcych stanowi również zagrożenie higieniczne oraz sanitarne w zagrodzie, fermie, gdzie problemem jest magazynowanie dużej masy odchodów, a zawarte w nich bakterie kałowe stwarzają ogromne niebezpieczeństwo skażenia środowiska. W praktyce zazwyczaj obserwuje się luźne pryzmy obornika rozrzucone bezpośrednio na gruncie przed budynkiem inwentarskim, natomiast odcieki wokół miejsca składowania obornika tworzą cuchnące kałuże. W najbliższym otoczeniu takiego składowiska zostaje zahamowany rozwój roślin[12,13].

Wprowadzenie składników nawozowych do obiegu wody w większości przypadków prowadzi do ich niekontrolowanego rozprzestrzeniania się w tym ekosystemie. Na wielkość tego ładunku wprowadzanego do zlewni istotny wpływ ma sposób użytkowania ziemi – ekstensywne, intensywne użytkowanie rolnicze lub całkowity

---

[9] E. Hutnik, E. Mulica, *Techniczne aspekty racjonalnego przechowywania nawozów naturalnych*, Inżynieria Rolnicza, nr 4 (102), 2008, s. 315–321.

[10] K. Pałkowski, *Prawne aspekty przechowywania i stosowania nawozów naturalnych*, Pomorskie Wieści Rolnicze, nr 1, 2011. http://www.piagro.pl/artykuly-rolnicze/produkcja-roslinna/nawozy-i-srodki-ochrony-roslin/prawne-aspekty-przechowywania-i-stosowania-nawozow-naturalnych.html (dostęp: 5.07.2014).

[11] D. Nowak, *Ochrona wód przed zanieczyszczeniami z produkcji rolniczej. Nowy program działań na OSN*, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, Poznań 2013.

[12] E. Hutnik, E. Mulica, *Techniczne aspekty racjonalnego przechowywania nawozów…, op. cit.*, s. 315–321.

[13] A. Kiryluk, M. Rauba, *Zmienność stężenia związków azotu w różnie użytkowanej zlewni rolniczej rzeki Ślina*, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 9, z. 4 (28), Falenty 2009, s. 71–86.

brak użytkowania rolniczego. W największych ilościach przenika azot, a zwłaszcza jego forma azotanowa, które są przemieszczane ze spływem powierzchniowym przy jednoczesnym unoszeniu lekkiego materiału organicznego (resztki roślinne i pozostałości nawozów organicznych). Wody z terenów użytkowanych rolniczo charakteryzują się od 2 do 4,5 razy większą zawartością azotu ogólnego w porównaniu do wód terenów seminaturalnych. Natomiast w przypadku fosforu to ulega on rozpuszczeniu i szczególnie łatwo przemieszcza się w środowisku kwaśnym, z kolei w środowisku zasadowym ma tendencję do występowania w formie trwałej, trudno dostępnej dla roślin, jako fosforan żelaza, wapnia lub manganu. Aktualne bilanse wskazują, że udziały azotu i fosforu pochodzenia rolniczego przekraczają odpowiednio 60 i 50% całkowitej dostawy tych pierwiastków do wód powierzchniowych. Niebezpieczeństwo wymywania z gleby do wód azotanów jest największe w porze jesiennej ze względu na występujące w tym okresie opady atmosferyczne, które powodują przemywanie profilu glebowego. Z gleb wymywane są też w znacznym stopniu inne składniki rozpuszczalne (np. potas, sód, chlor, magnez i wapno)[14,15,16,17].

Następstwem wzbogacenia ekosystemów wodnych w azot i fosfor jest obserwowany proces eutrofizacji oraz zachwianie równowagi tlenowej. Dlatego konsekwencją złej gospodarki nawozami, zarówno naturalnymi, jak i mineralnymi, jest przyspieszenie tempa eutrofizacji zbiorników wodnych, a także zanieczyszczenie azotanami wód podziemnych. Eutrofizacja uważana jest za najpoważniejsze zagrożenie jakości wód powierzchniowych i przybrzeżnych. Objawia się zwiększoną produkcją biomasy glonów oraz wodnych roślin wyższych, mikroorganizmów i zwierząt. W wyniku tego następuje naruszenie równowagi pomiędzy poszczególnymi grupami organizmów. W powierzchniowych warstwach wód gromadzą się substancje toksyczne, rozwój roślin zielonych ulega zahamowaniu. Środki ochrony roślin dodatkowo naruszają procesy samooczyszczania się, działają toksycznie i, niestety, mają zdolność do akumulowania się w środowisku. Jednak postępująca chemizacja rolnictwa jest niezbędna w celu ochrony upraw przed szkodnikami, chorobami, stratami w trakcie magazynowania, które mają duży wpływ na jakość i ilość uzyskiwanych plonów. W związku z tym istnieje potrzeba ciągłego monitorowania i badania stanu czystości wód. Ważnym elementem jest tutaj zidentyfikowanie źródeł zanieczyszczeń, które ze względu na charakter ich występowania można podzielić na punktowe i obszarowe[18].

Zanieczyszczenia punktowe powstają w gospodarstwie na niewielkiej powierzchni. Są one stosunkowo łatwe do wykrycia i występują wtedy, gdy odcieki, ścieki bezpośrednio dostają się do cieku wodnego. Natomiast obszarowe źródła pochodzą

[14] J. Igras, T. Jadczyszyn, *Zawartość azotanów i fosforanów w płytkich wodach gruntowych w Polsce*, Problemy Inżynierii Rolniczej, nr 2, 2008, s. 91–101.

[15] A. Kiryluk, M. Rauba, *Wpływ rolnictwa na stężenie fosforu ogólnego w wodach powierzchniowych zlewni rzeki Śliny*, Inżynieria Rolnicza, nr 26, 2011, s. 122–132.

[16] M. Kopacz, S. Twardy, *Azotany w wodach gruntowych dorzecza górnej Wisły – próba oceny ich stężenia w świetle wytycznych Dyrektywy Azotanowej*, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 9, z. 4 (28), Falenty 2009, s. 87–101.

[17] S. Smoroń, *Zagrożenie eutrofizacją wód powierzchniowych wyżyn lessowych Małopolski*, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 12, z. 1 (37), Falenty 2012, s. 181–191.

[18] A. Kiryluk, M. Rauba, *Zmienność stężenia związków azotu w różnie użytkowanej zlewni…, op. cit.*, s. 71–86.

z dużej powierzchni użytków rolnych. Powstają w wyniku nadmiernego nawożenia nawozami naturalnymi i mineralnymi, stosowania środków ochrony roślin oraz przy niewłaściwym dawkowaniu nawozów i nieodpowiednim terminie aplikowania[19].

Wśród kilku tysięcy związków organicznych, zidentyfikowanych jako zanieczyszczenia wód pochodzenia rolniczego, ważną grupę stanowią także środki ochrony roślin. Do zbiorników wodnych przedostają się one w wyniku wymywania z gleby, spłukiwania opylonych lub opryskanych wcześniej roślin lub w trakcie wykonywania czynności rolniczych podczas niebezpiecznych zdarzeń, takich jak: przecieki w urządzeniach, przelewanie się cieczy podczas napełniania opryskiwaczy oraz w wyniku zanieczyszczeń wewnętrznych i zewnętrznych opryskiwaczy[20,21,22]. Nierozpoznanym jak dotąd zanieczyszczeniem mogą być również pozostałości farmakologiczne i weterynaryjne z chowu zwierząt gospodarskich. Lekarstwa i preparaty hormonalne wykorzystywane przez rolników 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 w przypadku stawów rybnych)[23]. Środki farmaceutyczne i hormonalne nie ulegają całkowitej redukcji w procesach biologicznych[24,25]. Powoduje to odprowadzanie do odbiorników podczyszczonych ścieków z różnymi dawkami niezidentyfikowanych leków, które nie pozostają obojętne dla środowiska wodnego.

4. Wdrażanie standardów dobrej praktyki rolniczej

Pierwszym krokiem do ograniczenia negatywnego wpływu działalności rolniczej na środowisko oraz zapobiegania stratom składników nawozowych jest prawidłowe przechowywanie odchodów zwierzęcych i racjonalne ich wykorzystanie. Wytycznymi dla zapewnienia odpowiedniej ochrony i jakości wody są przede wszystkim informacje zawarte w wielu aktach prawnych, z których podstawą jest Dyrektywa nr 91/676/EEC z dnia 12 grudnia 1991 r. (zwana potocznie Dyrektywą Azotanową) o ochronie wód przed zanieczyszczeniem azotanami pochodzącymi z działalności rolniczej. Pierwszorzędnym celem wdrożenia tej dyrektywy jest zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami wprowadzanymi ze źródeł rolniczych, co wymaga wyznaczenia na terenie Polski obszarów, które są szczególnie narażone na zanieczyszczenia (pochodzących ze źródeł rolniczych), związkami azotu (OSN). Przestrzeganie zasad określonych w tym dokumencie nakłada również zachęcania do stosowania zasad dobrej praktyki

---

19 D. Nowak, *Ochrona wód przed zanieczyszczeniami z produkcji rolniczej. Nowy program…, op. cit.*

20 S. Jurczuk, A. Łempicka, M. Rydałowski, *Poziom świadomości rolników ze zlewni Utraty w zakresie zanieczyszczenia wód środkami ochrony roślin na tle wybranych zlewni w krajach UE*, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 8, z. 2a (23), Falenty 2008, s. 45–62.

21 J. Igras, T. Jadczyszyn, *Zawartość azotanów i fosforanów w płytkich wodach gruntowych…, op. cit.*, s. 91–101.

22 T. Solovey, *Ocena potencjalnej eutrofizacji wód płynących w zlewni środkowej Wisły…, op. cit.*, s. 323–336.

23 I. Kruszelnicka, D. Ginter-Kramarczyk, A. Zając, J. Zembrzuska, *Problematyka obecności farmaceutyków w ściekach*, Wodociągi i Kanalizacja, nr 5, 2012, s. 96–99.

24 E. Felis, K. Miksch, J. Sikora, *Występowanie i możliwości usuwania farmaceutyków w Polsce*, materiały konferencyjne VII Ogólnopolskiej Sesji Popularnonaukowej „Środowisko a zdrowie – 2005", Częstochowa 2005.

25 C.-P. Yu, K.-H. Chu., *Occurrence of pharmaceutical and personal care products along the West Prong Little Pigeon River in east Tenessee*, USA, „Chemosphere"10/2009.

rolniczej. Rolników, którzy gospodarują na obszarach szczególnie narażonych, obowiązuje także posiadanie odpowiedniej dokumentacji oraz udział w organizowanych szkoleniach[26,27,28,29,30,31].

W kategoriach ekonomicznych oraz środowiskowych, nawozy naturalne są najlepszą dostępną i najbardziej efektywną metodą nawożenia. Dlatego ważną kwestią w gospodarce nawozami naturalnymi jest oszacowanie ilości produkowanych odchodów zwierzęcych w ciągu roku. W literaturze zamieszczony jest szereg wskaźników produkcji nawozów naturalnych powstających przez poszczególne rodzaje zwierząt (tab. 1). Ilość składników odżywczych w nawozach zależy także od zastosowanego rodzaju paszy i ściółki. W celu zachowania optymalnej ilości tych składników zaleca się zintegrowane działania w sposobie gromadzenia, przechowywania oraz rozrzucania nawozów naturalnych[32].

Tab. 1. Średnia roczna wielkość produkcji nawozów naturalnych i koncentracja zawartego w nich azotu, w zależności od systemu utrzymania zwierząt[33]

Rodzaj zwierząt	System utrzymania							
	Głęboka ściółka		Płytka ściółka				Bezściółkowo	
	Obornik		Obornik		Gnojówka		Gnojowica	
	Produkcja obornika (tona/rok)	Zawartość azotu (kg/tonę obornika)	Produkcja obornika (tona/rok)	Zawartość azotu (kg/tonę obornika)	Produkcja gnojówki (m^3/rok)	Zawartość azotu (kg/m^3 gnojówki)	Produkcja gnojówki (m^3/rok)	Zawartość azotu (kg/m^3 gnojówki)
Buhaje	19,0	3,1	10,5	3,3	5,8	3,4	22,0	3,5
Krowy mleczne	18,8	2,6	10,0	2,8	6,2	2,7	17,6	3,4
Knury	5,5	3,1	3,2	3,1	1,9	3,3	4,6	3,6
Tuczniki	2,0	4,2	1,5	4,4	1,0	4,6	1,9	4,6
Ogiery	8,5	5,0	5,0	1,7	2,0	1,9	-	
Klacze	8,5	5,2	5,5	1,9	2,4	2,1	-	
Kury	0,046	8,5	-				0,04	12,1
Indyki	0,067	15,4	-				0,06	19,0
Kozy	1,2	8,4	-					

Źródło: D. Nowak, Ochrona wód przed zanieczyszczeniami z produkcji rolniczej. Nowy program działań na OSN, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, Poznań 2013

[26] F. Czyżyk, *Jakość wody gruntowej i powierzchniowej na obszarze wieloletniego racjonalnego nawożenia gnojowicą*, Problemy Inżynierii Rolniczej, nr 2, 2006, s. 125–134.

[27] F. Czyżyk, M. Strzelczyk, *Zanieczyszczenie środowiska wodnego pod wpływem stosowania gnojowicy na glebie lekkiej i ciężkiej*, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 8, z. 1 (22), Falenty 2008, s. 61–68.

[28] T. Durkowski, P. Burczyk, B. Królak, *Stężenie wybranych składników chemicznych w wodach gruntowych i roztworze glebowym w małej zlewni rolniczej*, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 7, z. 1 (19), Falenty 2007, s. 5–15.

[29] A. Kowalewska, E. Pręgowska, W. Rzepiński, *Analiza funkcjonowania gospodarstw rolnych na obszarach szczególnie narażonych w zlewni Sony w aspekcie ich wpływu na jakość wód*, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 9, z. 1 (25), Falenty 2009, s. 5–19.

[30] S. Smoroń, *Zagrożenie eutrofizacją wód powierzchniowych wyżyn lessowych Małopolski…, op. cit.*, s. 181–191.

[31] A. Kiryluk, M. Rauba, *Zmienność stężenia związków azotu w różnie użytkowanej zlewni…, op. cit.*, s. 71–86.

[32] K. Pałkowski, *Prawne aspekty przechowywania i stosowania nawozów naturalnych…, op. cit.*

[33] D. Nowak, *Ochrona wód przed zanieczyszczeniami z produkcji rolniczej. Nowy program…, op. cit.*

Kodeks dobrej praktyki rolniczej określa, że ze względów środowiskowych roczna dawka nawozu naturalnego, pochodzącego od zwierząt gospodarskich, nie powinna przekraczać ilości zawierającej 170 kg azotu całkowitego na 1 ha użytków rolnych, a obsada zwierząt gospodarskich nie może być większa niż 1,5 DJP $\cdot$ha^{-1}. Jeżeli całkowita ilość azotu przekracza jednak 170 kg N $\cdot$ha^{-1}, wskazuje to na nadmierną obsadę inwentarza. Wówczas należy przedsięwziąć odpowiednie działania albo zmniejszyć obsadę zwierząt, albo podpisać umowę z sąsiadami, którzy będą zobowiązani do odbioru nadwyżkowych ilości nawozów naturalnych. Dawki nawozów naturalnych należy określać według zawartości w nich azotu działającego oraz na podstawie potrzeb nawozowych roślin (tab. 2), co bezpośrednio pozwoli uniknąć nadmiernego ich stosowania, mając tym samym wymierne skutki finansowe, zwłaszcza dla rolników indywidualnych[34].

Tab. 2. Maksymalne dawki nawożenia azotem dla upraw w plonie głównym N w kg/ha składnika działającego

Rodzaj uprawy	Max dawki azotu ze wszystkich źródeł (N kg/ha)
Pszenica ozima	200
Pszenica jara	160
Jęczmień	140
Żyto	120
Owies	120
Pszenżyto	180
Ziemniaki wczesne	100
Ziemniaki późne	250
Lucerna	30
Trawy	300

Źródło: D. Nowak, Ochrona wód przed zanieczyszczeniami z produkcji rolniczej. Nowy program działań na OSN, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, Poznań 2013

Azot działający oblicza się jako azot całkowity pomnożony przez równoważnik nawozowy (tab. 3). Wykazuje on identyczne działanie nawozowe jak azot nawozów mineralnych. Szczegółową metodykę obliczania wielkości nawożenia nawozami naturalnymi zawiera Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie szczegółowych warunków i trybu udzielania pomocy finansowej na dostosowanie gospodarstw rolnych do standardów Unii Europejskiej objętej planem rozwoju obszarów wiejskich[35].

Ważne jest, aby stosować nawóz pod najbardziej odpowiednie dla danego typu uprawy, ale równie istotny jest termin stosowania nawozu. Podczas ich rozprzestrzeniania należy zwrócić również uwagę na przestrzeganie odpowiednich zasad nawożenia użytków rolnych.

[34] K. Pałkowski, *Prawne aspekty przechowywania i stosowania nawozów naturalnych…, op. cit.*

Tab. 3. Zawartość azotu działającego w nawozach naturalnych w oparciu o równoważnik nawozowy

Rodzaj nawozu	Wartość równoważnika nawozowego dla różnych terminów stosowania nawozów	
	jesienny	wiosenny
Obornik	0,3	0,3
Gnojowica	0,5	0,6
Gnojówka	0,5	0,8
Środki do użyźniania gleby	0,3	0,2

Źródło: D. Nowak, Ochrona wód przed zanieczyszczeniami z produkcji rolniczej. Nowy program działań na OSN, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, Poznań 2013

Nawozy stosuje się:

- na glebach niezamarzniętych powierzchniowo, ale nie dotyczy to pierwszej wiosennej dawki nawozów azotowych na uprawach roślin ozimych na glebach zamarzniętych powierzchniowo, jeżeli uzasadniają to względy agrotechniczne,
- w okresach, gdy nie istnieje zagrożenie, że zawarte w nich składniki mineralne, a w szczególności związki azotu, będą wymywane do wód gruntowych albo zmywane do wód powierzchniowych, powodując zagrożenie zanieczyszczeniem.

Natomiast zabrania się stosowania nawozów:

- naturalnych w postaci płynnej oraz azotowych na glebach bez okrywy roślinnej, położonych na stokach o nachyleniu większym niż 10%,
- naturalnych w postaci płynnej w trakcie wegetacji roślin, które przeznaczone są do bezpośredniego spożycia przez ludzi, przy czym na łąkach trwałych i pastwiskach można je stosować jedynie w terminie od 1 marca do 15 sierpnia,
- na glebach, które są zalane wodą, przykryte śniegiem, zamarznięte do głębokości 30 cm, a także podczas opadów deszczu,
- na glebach nieuprawianych, w tym na ugorach[35].

Zgodnie z polskim prawem wody powierzchniowe powinny być chronione przed przypadkowym wpływem związków biogennych pochodzenia rolniczego poprzez zachowanie odpowiednich odległości. W konsekwencji tego, nawozy, z wyłączeniem gnojowicy, stosuje się na gruntach rolnych w odległości co najmniej 5 m od brzegu:

- jezior i zbiorników wodnych o powierzchni do 50 ha,
- kanałów,
- cieków wodnych,
- rowów (nie dotyczy jednak rowów o szerokości do 5 m liczonej na wysokości górnej krawędzi brzegu rowu).

Gnojowicę stosuje się na gruntach rolnych w odległości co najmniej 10 m od brzegu:

- jezior i zbiorników wodnych o powierzchni do 50 ha,
- kanałów,

[35] D. Nowak, *Ochrona wód przed zanieczyszczeniami z produkcji rolniczej. Nowy program…, op. cit.*

- cieków wodnych,
- rowów (nie dotyczy jednak rowów o szerokości do 5 m liczonej na wysokości górnej krawędzi brzegu rowu).

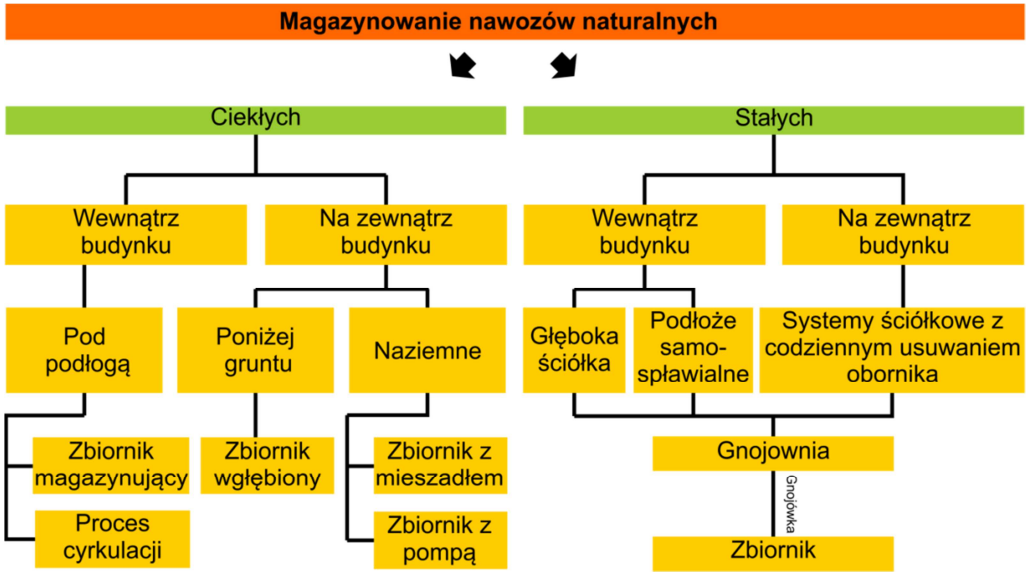
Natomiast należy zachować odległości co najmniej 20 m od:

- brzegów jezior i zbiorników wodnych o powierzchni powyżej 50 ha,
- stref ochronnych ujęć wody[36,37].

Dobra praktyka rolnicza i wymogi ochrony środowiska stanowią również o konieczności odpowiedniego magazynowania nawozów naturalnych (ryc. 2). W naszym kraju racjonalnemu przechowywaniu oraz zagospodarowaniu odchodów zwierzęcych sprzyja unijny program budowy zbiorników na odchody płynne i gnojowni. Obiekty te powinny być odpowiednio wykonane, zlokalizowane oraz muszą posiadać wymaganą powierzchnię lub kubaturę[38].

Wymagana pojemność i powierzchnia urządzeń do przechowywania odchodów zwierzęcych powinna umożliwiać ich składowanie przez okres 4 miesięcy. Natomiast w przypadku gospodarstw położonych na obszarach szczególnie narażonych na zanieczyszczenia związkami azotu ze źródeł rolniczych (OSN) pojemność zbiorników na gnojówkę i gnojowicę oraz wielkość płyty gnojowej musi zapewniać gromadzenie i przechowywanie przez co najmniej 6 miesięcy[39,40,41].

Ryc. 2. Możliwości magazynowania nawozów naturalnych



Źródło: Opracowanie własne

[36] D. Nowak, *Ochrona wód przed zanieczyszczeniami z produkcji rolniczej. Nowy program…, op. cit.*
[37] S. Jurczuk, A. Łempicka, M. Rydałowski, *Poziom świadomości rolników ze zlewni Utraty…, op. cit.*, s. 45–62.
[38] E. Hutnik, E. Mulica, *Techniczne aspekty racjonalnego przechowywania nawozów…, op. cit.*, s. 315–321.
[39] K. Pałkowski, *Prawne aspekty przechowywania i stosowania nawozów naturalnych…, op. cit.*
[40] E. Hutnik, E. Mulica, *Techniczne aspekty racjonalnego przechowywania nawozów…, op. cit.*, s. 315–321.
[41] D. Nowak, *Ochrona wód przed zanieczyszczeniami z produkcji rolniczej. Nowy program…, op. cit.*

Przechowywanie obornika powinno odbywać się w sposób zabezpieczający przed przenikaniem odcieków do gruntów lub do wód. Dopuszczalne jest składowanie go na pryzmie bezpośrednio na gruncie, ale tylko w okresie od 1 marca do 31 października i nie dłużej niż przez 12 tygodni, przy czym w kolejnym sezonie wegetacyjnym muszą być lokalizowane w innym miejscu (fot. 3). W przypadku, gdy obornik, który został rozrzucony na polu, ale jeszcze nie zaorany, 50–60% łatwo zasymilowanego azotu z niego ulatnia się do atmosfery w postaci amoniaku. Stopień, w jakim amoniak ulatnia się z gnojowicy, w głównej mierze zależy od zawartości suchej masy[40,41,42].

Fot. 3. Składowanie nawozów naturalnych w pryzmie na gruncie
Źródło: Zbiory autorów

Bardzo istotne jest nałożenie pewnych ograniczeń na minimalne odległości magazynów przechowujących odchody zwierzęce od innych budowli i urządzeń w gospodarstwie (tab. 4). Zbiorniki zamknięte są wykonywane z betonu albo żelbetu, elementów żelbetowych prefabrykowanych lub z tworzyw sztucznych, natomiast otwarte najczęściej z wymienionych wcześniej materiałów, a także dodatkowo z betonu sprężonego lub stali. Jednak przepisy różnicują gospodarstwa oraz terminy, w jakich należy wyposażyć gospodarstwa rolne w odpowiednie urządzenia[42,43].

[42] E. Hutnik, E. Mulica, *Techniczne aspekty racjonalnego przechowywania nawozów…, op. cit.*, s. 315–321.
[43] D. Nowak, *Ochrona wód przed zanieczyszczeniami z produkcji rolniczej. Nowy program…, op. cit.*

Tab. 4. Wymagane odległości zbiorników i płyt obornikowych od innych urządzeń i obiektów

Wyszczególnienie	Odległość [m]	
	Od zbiorników zamkniętych na płynne odchody	Od zbiorników otwartych o pojemności do 200 m³ oraz płyt obornikowych
Od otworów okiennych i drzwiowych pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi na działkach sąsiednich	15	30
Od granicy działki sąsiedniej	4	4
Od studni	5	15
Od silosów na zboże i pasze	5	5
Od budynków magazynowych ogólnych	5	10

Źródło: D. Nowak, *Ochrona wód przed zanieczyszczeniami z produkcji rolniczej. Nowy program działań na OSN*, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, Poznań 2013

W trakcie użytkowania nawozów naturalnych należy wziąć pod uwagę to, że odchody zwierzęce nie są uważane za odpady jako produkt uboczny w trakcie produkcji rolniczej, ale za bardzo cenny nawóz naturalny. Dlatego przy rolniczym zagospodarowaniu ich nie mają zastosowania przepisy ustawy o odpadach, to znaczy, że obornik, gnojówka i gnojowica wykorzystywane w celach nawozowych, pomimo określonego kodu odpadów (02 01 06 – odchody zwierzęce), nie są odpadami. Przykładem gospodarstw rolnych, w których nawozy naturalne są odpadami, określanymi kodem 02 01 06, mogą być fermy drobiu, nieposiadające gruntów rolnych, w których wytwarzane odchody są przekazywane do procesów odzysku. W takich sytuacjach mają zastosowanie przepisy ustawy o odpadach oraz rozporządzenia wykonawcze do tej ustawy[44].

5. Podsumowanie

W obecnym stanie prawnym określono wiele norm prawnych w zakresie przechowywania i zastosowania nawozów naturalnych, których podstawowym celem jest ograniczanie negatywnego ich oddziaływania na środowisko naturalne, a w szczególności zdrowie i życie ludzi. Odchody zwierzęce w każdej postaci są cennymi nawozami naturalnymi i mają duże znaczenie zarówno w żywieniu roślin, jak również w kształtowaniu struktury gleb.

Istotnym z punktu widzenia ochrony ekosystemów wód powierzchniowych jest zatem odpowiednie przechowywanie nawozów oraz racjonalne i prawidłowe ich stosowanie, bowiem ich nadmiar w glebie powoduje nie tylko straty składników nawozowych, ale również znaczny dopływ ładunku zanieczyszczeń odpowiedzialnych za eutrofizację.

[44] K. Pałkowski, *Prawne aspekty przechowywania i stosowania nawozów naturalnych…, op. cit.*

Bibliografia

1. Czyżyk F., *Jakość wody gruntowej i powierzchniowej na obszarze wieloletniego racjonalnego nawożenia gnojowicą*, Problemy Inżynierii Rolniczej, nr 2, 2006.
2. Czyżyk F., Strzelczyk M., *Zanieczyszczenie środowiska wodnego pod wpływem stosowania gnojowicy na glebie lekkiej i ciężkiej*, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 8, z. 1 (22), Falenty 2008.
3. Durkowski T., Burczyk P., Królak B., *Ocena odpływu składników nawozowych ze zlewni rolniczych Jeziora Miedwie w okresie restrukturyzacji rolnictwa*, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 6, z. 2 (18), Falenty 2006.
4. Durkowski T., Burczyk P., Królak B., *Stężenie wybranych składników chemicznych w wodach gruntowych i roztworze glebowym w małej zlewni rolniczej*, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 7, z. 1 (19), Falenty 2007.
5. Felis E., Miksch K., Sikora J., *Występowanie i możliwości usuwania farmaceutyków w Polsce*, materiały konferencyjne VII Ogólnopolskiej Sesji Popularnonaukowej ,,Środowisko a zdrowie – 2005", Częstochowa 2005.
6. Hutnik E., Mulica E., *Techniczne aspekty racjonalnego przechowywania nawozów naturalnych,* Inżynieria Rolnicza, nr 4 (102), 2008.
7. Igras J., Jadczyszyn T., *Zawartość azotanów i fosforanów w płytkich wodach gruntowych w Polsce*, Problemy Inżynierii Rolniczej, nr 2, 2008.
8. Jaszczyński J., Sapek A., Chrzanowski S., *Wskaźniki chemiczne wody do picia z ujęć własnych w gospodarstwach wiejskich w otulinie Biebrzańskiego Parku Narodowego*, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 6, z. 2 (18), Falenty 2006.
9. Jurczuk S., Łempicka A., Rydałowski M., *Poziom świadomości rolników ze zlewni Utraty w zakresie zanieczyszczenia wód środkami ochrony roślin na tle wybranych zlewni w krajach UE*, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 8, z. 2a (23), Falenty 2008.
10. Kiryluk A., Rauba M., *Wpływ rolnictwa na stężenie fosforu ogólnego w wodach powierzchniowych zlewni rzeki Śliny,* Inżynieria Rolnicza, nr 26, 2011.
11. Kiryluk A., Rauba M., *Zmienność stężenia związków azotu w różnie użytkowanej zlewni rolniczej rzeki Ślina*, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 9, z. 4 (28), Falenty 2009.
12. Kruszelnicka I., Ginter-Kramarczyk D., Zając A., Zembrzuska J., *Problematyka obecności farmaceutyków w ściekach*, Wodociągi i Kanalizacja, nr 5, 2012.
13. Kopacz M., Twardy S., *Azotany w wodach gruntowych dorzecza górnej Wisły – próba oceny ich stężenia w świetle wytycznych Dyrektywy Azotanowej,* Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 9, z. 4 (28), Falenty 2009.
14. Kowalewska A., Pręgowska E., Rzepiński W., *Analiza funkcjonowania gospodarstw rolnych na obszarach szczególnie narażonych w zlewni Sony w aspekcie ich wpływu na jakość wód,* Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 9, z. 1 (25), Falenty 2009.
15. Nowak D., *Ochrona wód przed zanieczyszczeniami z produkcji rolniczej. Nowy program działań na OSN*, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, Poznań 2013.
16. Rószczka K., *Prawna ochrona wód w procesie produkcji rolnej*, Przegląd Prawa Rolnego, nr 2, 2007.
17. Smoroń S., *Zagrożenie eutrofizacją wód powierzchniowych wyżyn lessowych Małopolski,* Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 12, z. 1 (37), Falenty 2012.
18. Smoroń S., Twardy S., Kopacz M., *Ładunek azotu z nawozów naturalnych na obszarze zlewni górnej Wisły*, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 11, z. 1 (33), Falenty 2011.
19. Solovey T., *Ocena potencjalnej eutrofizacji wód płynących w zlewni środkowej Wisły*, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 8, z. 1 (22), Falenty 2008.

20. Szymczyk S., Świtajska I.J., *Wpływ użytku ekologicznego na ograniczenie odpływu zanieczyszczeń z zagrody wiejskiej,* Inżynieria Rolnicza, nr 34, 2013.
21. C.-P. Yu, K.-H. Chu., *Occurrence of pharmaceutical and personal care products along the West Prong Little Pigeon River in east Tenessee,* USA, „Chemosphere" 10/2009.

Źródła internetowe

1. http://www.nozdrzec.pl/strona,Polozenie,23
2. http://www.piagro.pl/artykuly-rolnicze/produkcja-roslinna/nawozy-i-srodki-ochrony-roslin/prawne-aspekty-przechowywania-i-stosowania-nawozow-naturalnych.html