

ZBIÓR ZALECEŃ DOBREJ PRAKTYKI ROLNICZEJ

**mający na celu ochronę wód przed zanieczyszczeniem azotanami
pochodzącymi ze źródeł rolniczych**



Warszawa, maj 2024 r.

Przygotowało:

Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Departament Hodowli i Ochrony Roślin,
Wydział Nawożenia



Przy współpracy z:

Instytutem Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowym Instytutem Badawczym



Instytutem Technologiczno-Przyrodniczym – Państwowym Instytutem Badawczym



Instytutem Ogrodnictwa – Państwowym Instytutem Badawczym



Instytutem Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowym Instytutem Badawczym



Instytutem Zootechniki – Państwowym Instytutem Badawczym



W porozumieniu z ministrem właściwym do spraw gospodarki wodnej



**Ministerstwo
Infrastruktury**

Spis treści

1. Racjonalne i bezpieczne nawożenie azotem	12
1.1. Obieg azotu w ekosystemie	12
1.2. Rolnicze wykorzystanie nawozów	13
1.2.1. Zasady stosowania organicznych środków nawozowych	15
1.2.2. Stosowanie nawozów azotowych mineralnych	15
1.3. Plan nawożenia azotem	17
1.3.1. Stosowanie nawozów zawierających w składzie azot na gruntach ornych	24
1.3.1.1. Maksymalne dawki azotu	26
1.3.1.2. Podział dawek nawozów azotowych	29
1.3.1.3. Zastosowanie bionawozów na gruntach ornych	31
1.3.2. Stosowanie nawozów na trwałych użytkach zielonych	33
1.3.2.1. Stosowanie mineralnych nawozów azotowych na łąkach	33
1.3.2.2. Stosowanie mineralnych nawozów azotowych na pastwiskach	35
1.3.2.3. Stosowanie organicznych środków nawozowych na użytkach zielonych	36
1.3.2.4. Dodatkowe zalecenia ograniczające straty azotu	38
1.3.2.5. Zastosowanie bionawozów na trwałych użytkach zielonych	40
1.3.3. Stosowanie nawozów i zabiegi w uprawach ogrodnich i sadowniczych	41
1.3.3.1. Stosowanie nawozów	41
1.3.3.2. Zastosowanie bionawozów w uprawach ogrodnich i sadowniczych	45
1.3.3.3. Technologie dozowania wody i nawozów rozpuszczonych w wodzie	45
1.4. INTER-NAW narzędzie do planowania nawożenia azotem	45
2. Okresy, kiedy rolnicze wykorzystanie nawozów jest niewłaściwe	48
3. Rolnicze wykorzystanie nawozów na gruntach zamarzniętych, zalanych wodą, nasyconych wodą lub przykrytych śniegiem	53
4. Nawożenie na terenach nachylonych	53
5. Stosowanie nawozów w pobliżu cieków naturalnych, zbiorników wodnych, kanałów i rowów	56
6. Regulacja odczynu gleby	57
6.1. Zakwaszające działanie nawozów mineralnych	57
6.2. Wapnowanie gleb gruntów ornych	59
6.3. Wapnowanie gleb użytków zielonych	63

6.4. Wapnowanie gleb w ogrodnictwie	65
6.5. Wapnowanie gleb a wapnowanie roślin.....	67
6.6. Wapnowanie stawów.....	68
6.7. Podstawy ustalania dawek wapna i innych składników nawozowych – agrochemiczna obsługa rolnictwa	70
7. Maszyny i urządzenia do aplikacji nawozów naturalnych.....	71
7.1. Maszyny i urządzenia do aplikacji płynnych nawozów naturalnych	71
7.2. Maszyny i urządzenia do aplikacji stałych nawozów naturalnych.....	73
8. Przechowywanie nawozów naturalnych	74
8.1. Przechowywanie nawozów naturalnych stałych	78
8.1.1. Przykładowe rozwiązania konstrukcji żelbetowych.....	78
8.1.2. Inne przykładowe rozwiązania do przechowywania nawozów naturalnych stałych .	80
8.2. Przechowywanie nawozów naturalnych płynnych oraz odcieków roślinnych	84
8.2.1. Przykładowe rozwiązania konstrukcji betonowych	85
8.2.2. Inne przykładowe rozwiązania przechowywania nawozów naturalnych płynnych...	86
8.3. Czasowe przechowywanie obornika bezpośrednio na gruncie rolnym	87
8.4. Przetwarzanie nawozów naturalnych	89
9. Zasady przechowywania kiszonek	91
9.1. Przechowywanie kiszonek w silosach.....	92
9.1.1. Wymagania dotyczące silosów przejazdowych na kiszonkę	93
9.1.2. Zalecenia technologiczne do wykonania silosu na kiszonkę	93
9.1.3. Przechowywanie kiszonek w belach	97
10. Inne przykładowe działania ograniczające zanieczyszczenie wód azotanami.....	98
10.1. Nawożenie precyzyjne – Rolnictwo 3.0.....	98
10.2. Rolnictwo inteligentne – Rolnictwo 4.0.....	100
10.3. Stosowanie nawozów azotowych mineralnych otoczkowanych i nawozów z inhibitorami	100
10.4. Śródpolne oczka wodne i mokradła	101
10.5. Strefy buforowe.....	103
10.6. Zabiegi przeciwozyjne	105
10.7. Przyorywanie słomy	106
10.8. Wysiew międzyplonów	108

10.9. Zapobieganie przedostawaniu się zanieczyszczeń z budowli i instalacji.....	108
10.10. Przekazywanie nadwyżki nawozów naturalnych.....	109
11. Dodatkowe informacje	110

Słowniczek pojęć

Określenia użyte na potrzeby *Zbioru zaleceń dobrej praktyki rolniczej*, oznaczają:

duża jednostka przeliczeniowa – umowna jednostka przeliczeniowa zwierząt gospodarskich odpowiadająca zwierzęciu o masie 500 kg albo zwierzętom o łącznej masie 500 kg;

dyrektywa azotanowa – Dyrektywa Rady z dnia 12 grudnia 1991 r. dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego (91/676/EWG) (Dz. U. UE L.1991.375.1 z dnia 31 grudnia 1991 r.);

gospodarstwa wielkotowarowe – podmioty prowadzące chów lub hodowlę drobiu powyżej 40 000 stanowisk lub chów lub hodowlę świń powyżej 2000 stanowisk dla świń o wadze ponad 30 kg lub 750 stanowisk dla macior;

kompostowanie tlenowe – rozkład materii organicznej przez mikroorganizmy w warunkach tlenowych;

maksymalne dawki nawozów azotowych – dawki bezpieczne dla środowiska, których wielkości nie można przekraczać;

miejsce do przechowywania nawozów naturalnych – zbiornik na nawozy naturalne płynne (gnojówkę lub gnojowicę), płyta ze zbiornikiem na odciek i instalacją odprowadzającą odciek z płyty do zbiornika lub inne miejsce przechowywania obornika, lub pomiotu ptasiego, specjalnie przygotowane w tym celu z materiałów szczelnych i nieprzepuszczalnych, zabezpieczone przed przedostawaniem się odcieków do wód lub gruntu;

nawozy (nawozy azotowe), nawozy zawierające w składzie azot – rozumie się przez to każdą substancję zawierającą związek azotu lub związki azotu rolniczo wykorzystywaną w celu zwiększenia wzrostu roślinności, a także odchody zwierzęce, pozostałości z gospodarstw rybackich oraz osady ściekowe;

nawozy azotowe mineralne – nawozy produkowane w procesie syntezy chemicznej, których jednym ze składników jest azot;

nawozy naturalne (odchody zwierzęce) – odchody wydalone przez zwierzęta gospodarskie lub mieszanina ściółki i odchodów tych zwierząt, przeznaczone do rolniczego wykorzystania, w tym również w formie przetworzonej, np. obornik, gnojówka, gnojowica, pomiot ptasi;

nawozy organiczne – niebędące produktami nawozowymi UE nawozy wyprodukowane z substancji organicznej lub z mieszanin substancji organicznych, w tym komposty, a także komposty wyprodukowane z wykorzystaniem dżdżownic;

obszary szczególnego zagrożenia powodzią – rozumie się przez to obszary, o których mowa w art. 16 pkt 34 ustawy - *Prawo wodne*, tj.:

- a) obszary, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest średnie i wynosi 1%,
- b) obszary, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest wysokie i wynosi 10%,

- c) obszary między linią brzegu, a wałem przeciwpowodziowym lub naturalnym wysokim brzegiem, w który wbudowano wał przeciwpowodziowy, a także wyspy i przymuliska, o których mowa w art. 224 ww. ustawy, stanowiące działki ewidencyjne,
- d) pas techniczny;

organiczne środki nawozowe (nazywane dalej środkami) – wszystkie substancje zawierające azot w formie organicznej, nie pochodzące z syntezy chemicznej, w tym: nawozy naturalne, nawozy organiczne i organiczno-mineralne, organiczne lub organiczno-mineralne środki poprawiające właściwości gleby, produkty pofermentacyjne, zużyte podłoża po produkcji grzybów, produkty uboczne wg ustawy o odpadach, komunalne osady ściekowe oraz inne odpady wykorzystywane w celu poprawy zaopatrzenia roślin w składniki pokarmowe lub zwiększenia żyzności gleby”;

plan nawożenia azotem – dokument lub dane cyfrowe zawierające rozplanowanie stosowania nawozów azotowych mineralnych i organicznych środków nawozowych na poszczególnych polach w gospodarstwie, z uwzględnieniem potrzeb pokarmowych roślin w warunkach danego siedliska, opracowywany zgodnie z art. 105a ustawy – Prawo wodne;

produkt pofermentacyjny (poferment) – przeznaczone do rolniczego wykorzystania płynne lub stałe substancje organiczne powstające w wyniku procesu produkcji biogazu rolniczego w rozumieniu art. 2 pkt 2 ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. 2023 poz. 1436 i 1597) wytworzonego z:

- a) biomasy w postaci odchodów zwierzęcych, słomy i innych, niebędących niebezpiecznymi, naturalnych substancji pochodzących z produkcji rolniczej lub leśnej lub
- b) innych substratów służących do produkcji biogazu niezagrożających zdrowiu ludzi, zwierząt lub środowisku określonych w przepisach wydanych na podstawie art. 4 ust. 3 ustawy z dnia 13 lipca 2023 r. o ułatwieniach w przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie biogazowni rolniczych, a także ich funkcjonowaniu;

program azotanowy – rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 31 stycznia 2023 r. w sprawie „Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu” (Dz. U. 2023 r. poz. 244);

RENURE z ang. REcovered Nitrogen from manURE (azot odzyskany z nawozów naturalnych) – nowa grupa nawozów zaproponowana przez Komisję Europejską, zawierająca azot w pełni lub częściowo uzyskany z nawozu zwierzęcego w procesie jego przetwarzania;

równoważnik nawozowy – liczba niemianowana określająca jaką ilość azotu z nawozów mineralnych może zastąpić 1 kg składnika z dowolnego źródła;

teren o dużym nachyleniu – stok o nachyleniu większym niż 10%, czyli charakteryzujący się zmianą wysokości terenu o ponad 1 m na długości 10 m;

trwale użytki zielone – grunty, które są wykorzystywane do uprawy traw lub innych zielnych roślin pastewnych rozsiewających się naturalnie (samosiewnych), lub uprawianych (wysiewanych) i które nie były objęte zmianowaniem upraw przez co najmniej pięć lat, przy czym zaoranie, uprawa lub wysiew innego gatunku należącego do traw, lub innych zielnych

roślin pastewnych po uprawie, lub zaoraniu nie powoduje zmiany klasyfikacji danego obszaru jako trwałego użytku zielonego;

system otwarty – system otwarty, o którym mowa w przepisach wydanych na podstawie art. 12 ust. 7 oraz 8 ustawy z dnia 21 sierpnia 1997 r. o ochronie zwierząt (Dz. U. 2023 poz. 1580), polegający na grupowym utrzymaniu zwierząt bez wykorzystywania budynków i pastwiskowania na ogrodzonej, ograniczonej powierzchni rodzimego gruntu, ze stałym dostępem do wody i żywieniem opartym na dostarczanej przez hodowcę paszy;

ustawa - Prawo wodne – ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. - Prawo wodne (Dz. U. 2023 poz. 1478, 1688, 1890, 1963, 2029);

zwierzęta gospodarskie – zwierzęta gospodarskie w rozumieniu art. 2 pkt 1 ustawy z dnia 10 grudnia 2020 r. o organizacji hodowli i rozrodzie zwierząt gospodarskich (Dz. U. 2021 poz. 36), z wyłączeniem pszczoł i jedwabnika morwowego, a także lamy, muły i gołębie.

Użyte skróty:

GO – grunty orne

DJP – duża jednostka przeliczeniowa

IBMER – Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa

ITP-PIB – Instytut Technologiczno-Przyrodniczy – Państwowy Instytut Badawczy

IUNG-PIB – Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

KSChR – Krajowa Stacja Chemiczno-Rolnicza

N – azot

N_{min} – azot mineralny

CaO – tlenek wapnia

RSM – roztwór saletrzano-mocznikowy

TUZ – trwałe użytki zielone

UR – użytki rolne

Dodatkowe informacje

Niniejsze opracowanie zostało przygotowane w związku z wymaganiami art. 103 ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. - *Prawo wodne* i stanowi aktualizację dokumentu z lutego 2019 r., który zastąpił część H (Skrócony zbiór zasad dobrej praktyki rolniczej dla potrzeb wdrażania dyrektywy azotanowej) *Kodeksu Dobrej Praktyki Rolniczej* z 2004 r. oraz inne wymagania ww. *Kodeksu* odnoszące się do zasad stosowania nawozów zawierających azot, wapnowania gleb oraz przechowywania nawozów naturalnych.

Opracowanie zostało przygotowane zgodnie z aktualnym stanem prawnym oraz uwzględnia obecne rozwiązania w zakresie zarządzania gospodarstwem. W zaktualizowanym opracowaniu dodano m.in. informacje o nowym typie nawozów RENURE, rolnictwie precyzyjnym czy stosowaniu bionawozów.

W celu ułatwienia posługiwania się *Zbiorem zaleceń dobrej praktyki rolniczej* tekst podzielono na rozdziały prezentujące kolejno najważniejsze aspekty zarządzania gospodarstwem.

Opracowanie zawiera również wymagania regulowane obowiązującym prawem, które zostały wyróżnione w ramach.

Sugerujemy Państwu zapoznanie się w pierwszej kolejności z zamieszczonym powyżej słowniczkiem pojęć oraz wykazem użytych skrótów. Ostatni rozdział prezentuje dostępne online narzędzia usprawniające zarządzanie produkcją rolną, wskazówki, gdzie szukać dodatkowych źródeł informacji, oraz przydatne linki.

Zachęcamy również Państwa do zapoznania się z innymi opracowaniami uwzględniającymi zasady racjonalnego nawożenia:

- Kodeks dobrej praktyki rolniczej w zakresie ograniczania emisji amoniaku

Kodeks określa szereg praktyk rolniczych, mających na celu ograniczenie emisji amoniaku do atmosfery, które są możliwe do zastosowania w polskim rolnictwie. Kodeks obejmuje przede wszystkim kwestie niskoemisyjnych technik rozprowadzania i przechowywania nawozów oraz systemów utrzymywania i żywienia zwierząt. Dokument zawiera również zalecenia dotyczące racjonalizacji nawożenia azotowego.

- Program ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez związki fosforu ze źródeł rolniczych

Celem opracowania jest zwiększenie świadomości społecznej w obszarze zanieczyszczenia wód i zasadności ich ochrony na poziomie gospodarstwa rolnego. W opracowaniu scharakteryzowano przyczyny i skutki nadmiaru fosforu w glebie i wodach oraz przedstawiono skuteczne w praktyce narzędzia redukujące zanieczyszczenia wód pochodzące ze źródeł rolniczych w Polsce. Wskazano również ramy ekonomiczne, prawne na poziomie krajowym i międzynarodowym, a także rekomendacje dotyczące zarządzania fosforem w rolnictwie.

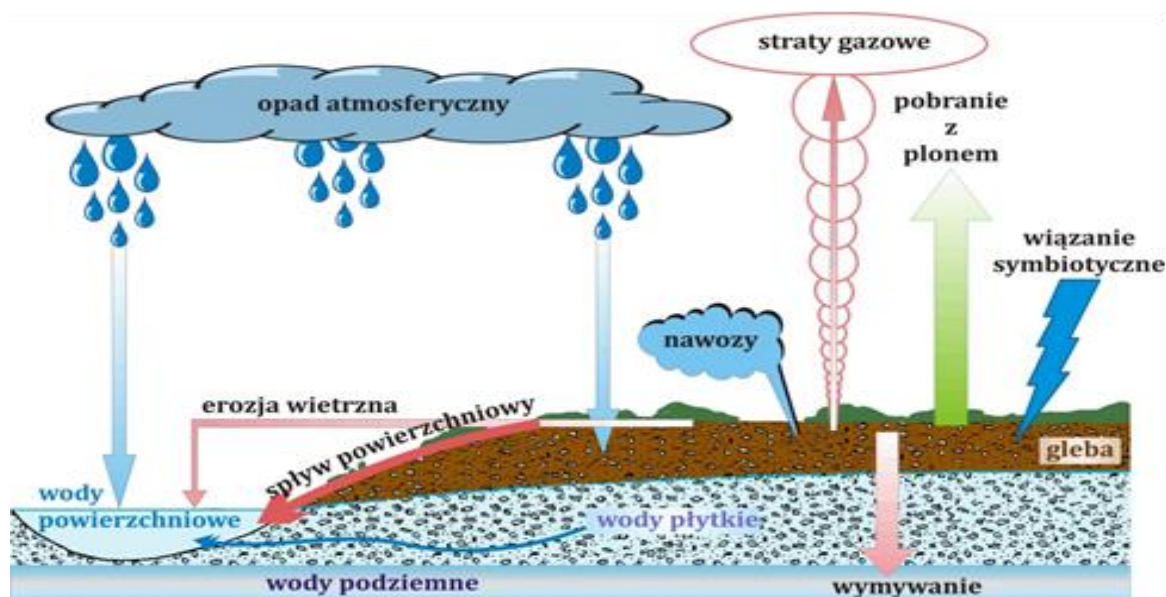
1. Racjonalne i bezpieczne nawożenie azotem

1.1. Obieg azotu w ekosystemie

Azot jest pierwiastkiem występującym powszechnie w środowisku glebowym. Zdolność przyswajania azotu cząsteczkowego z atmosfery i jego transformacji w związki organiczne posiadają tylko niektóre bakterie wolnożyjące w glebie (*Arthrobacter*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Pseudomonas*) oraz bakterie symbiotyczne (*Rhizobium*, *Bradyrhizobium*) zasiedlające korzenie roślin bobowatych. Rośliny zielone i bakterie żyjące w środowisku glebowym przyswajają azot w większości z obecnych w glebie związków azotowych (jony azotanowe i amonowe). Związki azotu obecne w glebie pochodzą z mineralizacji/ rozkładu materii organicznej i z nawozów azotowych, do których zaliczymy m.in. nawozy amonowe, saletrzane, saletrzano-amonowe oraz nawozy amidowe (mocznik). Azot wbudowywany jest następnie w tkanki roślinne i dopiero w tej formie może być wykorzystany przez organizmy heterotroficzne – cudzożywne, dla których substancje odżywcze stanowią inne organizmy roślinne lub zwierzęce żywe lub martwe).

W organizmie człowieka i innych ssaków azot wchodzi w skład szeregu niezbędnych dla życia związków, takich jak aminokwasy, białka, kwasy nukleinowe, niektóre lipidy i większość witamin rozpuszczalnych w wodzie. Związki zawierające azot pełnią w organizmie bardzo wiele istotnych funkcji biologicznych, po spełnieniu których są rozkładane. Człowiek wydala azot w postaci mocznika, kwasu moczowego i kreatyniny, ptaki w postaci kwasu moczowego, a ryby i inne organizmy wodne w postaci amoniaku. Związki azotowe z ww. odchodów, jak i te powstałe w wyniku obumierania roślin i zwierząt są rozkładane dzięki tlenowym i beztlenowym bakteriom (amonifikacja) do amoniaku. Amoniak jest następnie utleniany w procesie zwanym nitryfikacją przy udziale bakterii z rodziny *Nitrosomonas* i *Nitrobacter*. Jest to proces dwuetapowy, w którym bakterie nitryfikacyjne utleniają amoniak najpierw do azotynów (III), a następnie do azotanów (V), które w tej formie są przyswajalne dla roślin. Brak tego mechanizmu poza sezonem wegetacyjnym, w połączeniu ze znaczną przewagą opadów nad ewapotranspiracją oraz tym, że znaczna część nawozów naturalnych jest rozprowadzana na polach po zbiorze upraw, powoduje, że okres od późnej jesieni do wiosny charakteryzuje się znacznymi ładunkami azotu w rzekach. Azot wbudowany w tkanki roślinne może być ponownie wykorzystany przez zwierzęta i człowieka. Część azotu z azotanów, dzięki działaniu bakterii beztlenowych redukujących azotany do azotu cząsteczkowego w procesie denitryfikacji, wraca do atmosfery.

Rysunek 1. Źródła i straty azotu



Źródło: T. Jadczyzyn

Wysokie stężenia azotanów w wodzie są szkodliwe dla zdrowia ludzkiego i środowiska. W wyniku przemian biochemicznych w organizmie człowieka azotany mogą być przekształcane w azotyny, co w konsekwencji może prowadzić do poważnych komplikacji zdrowotnych. Nadmierny dopływ substancji biogennych, w tym azotu, do środowiska wodnego powoduje eutrofizację wód śródlądowych i morskich. Efektem eutrofizacji jest masowy zakwit glonów i sinic. Konsekwencją tego zjawiska jest ograniczony dostęp tlenu i namnażanie się bakterii beztlenowych produkujących siarkowodór, który z kolei niszczy życie na dnie zbiorników wodnych. Wdrażanie programu azotanowego oraz stosowanie dobrych praktyk rolniczych ma wpływ na racjonalne wykorzystanie nawozów, a w efekcie zmniejszenie ryzyka nadmiernej emisji azotu z rolnictwa.

1.2. Rolnicze wykorzystanie nawozów

Dobra praktyka rolnicza, której celem jest ochrona wód przed zanieczyszczeniem azotanami pochodzącymi z rolnictwa, polega na optymalizacji zarządzania azotem ze wszystkich źródeł, a przede wszystkim z nawozów. Obok nawozów mineralnych w rolnictwie mogą być stosowane do celów nawozowych różnego rodzaju substancje zawierające azot organiczny. Zalicza się do nich: nawozy organiczne (w tym naturalne) i organiczno-mineralne, środki poprawiające właściwości gleby (nazywane czasem polepszaczami), pofermenty z biogazowni, różnego rodzaju odpady i produkty uboczne, spełniające wymagania jakościowe zawarte w ustawie z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu oraz rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu. Na potrzeby niniejszego opracowania wszystkie wymienione substancje obejmuje się terminem „organiczne środki nawozowe”.

Rysunek 2. Podział nawozów zawierających azot



Źródło: A. Bochniarz

Racjonalne gospodarowanie tymi środkami nawozowymi wpływa korzystnie na żyzność gleby i plonowanie roślin, a jednocześnie pozwala obniżyć koszty produkcji, ograniczając zużycie nawozów mineralnych. Natomiast niewłaściwe ich stosowanie może powodować emisję związków azotu do wód powierzchniowych i podziemnych.

Jeśli w gospodarstwie stosowane są organiczne środki nawozowe, konieczne jest opracowanie sposobu ich zagospodarowania, obejmującego następujące etapy:

1. Ustalenie koncentracji azotu w stosowanym środku na podstawie:
 - Etykiety nawozu organicznego, organiczno-mineralnego lub środka poprawiającego właściwości gleby pochodzącego z zakupu lub;
 - Wyników analizy składu chemicznego odpadu lub produktu ubocznego, udostępnionych przez ich wytwórcę lub;
 - Wyników analizy składu chemicznego nawozów naturalnych lub oszacowania zawartości N z wykorzystaniem wskaźników zawartych w *programie azotanowym*.
2. Określenie wielkości dopuszczalnej dawki azotu na poszczególne działki/uprawy:
 - W przypadku nawozu organicznego, organiczno-mineralnego lub środka poprawiającego właściwości gleby pochodzącego z zakupu – na podstawie instrukcji stosowania.
 - W przypadku odpadu – na podstawie zaleceń udostępnionych przez ich wytwórcę.
 - W przypadku nawozu naturalnego – na podstawie dopuszczalnej dawki azotu.

Dawka azotu wniesiona na użytki rolne w nawozach naturalnych nie może być większa niż 170 kg N w czystym składniku na 1 hektar UR w ciągu roku.

3. W gospodarstwach z produkcją zwierzęcą określenie ilości wytwarzanych nawozów naturalnych i stężenia azotu w tych nawozach na podstawie wskaźników wielkości produkcji zamieszczonych w *programie azotanowym* lub określenie składu chemicznego nawozów na podstawie analizy laboratoryjnej próbek;

4. Rozplanowanie dystrybucji nawozów na poszczególne pola w gospodarstwie.

1.2.1. Zasady stosowania organicznych środków nawozowych

Organiczne środki nawozowe należy stosować zgodnie z poniższymi zasadami:

- + W pierwszej kolejności stosować pod uprawy o długim okresie wegetacji.
- + Stosować przedsiewnie, kiedy jest możliwość wymieszania nawozów z glebą najszybciej, jak jest to możliwe (nie później niż następnego dnia po aplikacji), aby ograniczyć straty azotu i zwiększyć efektywność wykorzystania składnika przez rośliny.
- + Poglównie można stosować w międzyrzędzia za pomocą węży wleczonych, jeśli dysponuje się takim systemem aplikacji - najlepiej w okresie zwarcia rzędów, kiedy gleba jest zakryta roślinnością pochłaniającą ulatniający się amoniak, lub metodą iniekcji bezpośrednio do gleby.

Stosując odpady, należy zachować warunki określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 20 stycznia 2015 r. w sprawie procesu odzysku R10.

Stosując osady ściekowe, należy spełnić warunki określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych.

Wykorzystanie odpadu do nawożenia jest możliwe po uzyskaniu zezwolenia właściwego organu (marszałka województwa lub starosty) na jego przetwarzanie metodą R10, co oznacza obróbkę na powierzchni ziemi przynoszącą korzyści dla rolnictwa. Zezwolenie powinien uzyskać właściciel gruntów, na których odpad będzie stosowany, lub wytwórca odpadu. W tym drugim przypadku konieczne jest zawarcie umowy dzierżawy lub użyczenia gruntu pomiędzy wytwórcą odpadu i władającym gruntami. Zezwolenie na odzysk nie jest wymagane w przypadku stosowania komunalnych osadów ściekowych.

Przed zastosowaniem odpadów konieczne jest wykonanie analizy gleby oraz zbadanie właściwości i określenie bezpiecznych dawek odpadu.

1.2.2. Stosowanie nawozów azotowych mineralnych

Azot z nawozów mineralnych jest łatwo dostępny dla roślin, ale jednocześnie podatny na wymywanie z gleby do wód podziemnych. Dlatego ich stosowanie wymaga szczególnej staranności i wiedzy.

- + Nawozy mineralne zawierają azot w formie azotanowej (NO_3^-), zwanej też saletrzaną, amonowej (NH_4^+) lub amidowej, $(\text{CO}(\text{NH}_2)_2)$, nazywanej też mocznikową.
 - Forma saletrzana – szybko działa, nie jest zatrzymywana w glebie, więc łatwo ulega wymywaniu. Jednocześnie lepiej działa w wyższych temperaturach i nie wymaga mieszania z glebą. Nawozy saletrzane należy stosować wyłącznie poglównie. Nawozy te nieznacznie odkwaszają glebę. Do grupy tych nawozów należą: saletra wapniowa, saletra potasowa, saletra potasowo-wapniowa i saletra sodowa.
 - Forma amonowa – jest to typowa forma azotu do stosowania przedsiewnego. Charakteryzuje się stosunkowo dobrym zatrzymywaniem w glebie, jest wolniej pobierana przez rośliny i dobrze działa w niskich temperaturach. Nawozy zawierające azot wyłącznie w formie amonowej to np. siarczan amonu, fosforan

amonu, polifoski. Są to typowe nawozy przedsiewne, zalecane do nawożenia gleb ciężkich jesienią i wczesną wiosną. Nawozy amonowe należy natychmiast po zastosowaniu wymieszać z glebą w celu uniknięcia strat azotu na skutek ulatniania się amoniaku.

Ważne! Nawozy amonowe zakwaszają glebę, dlatego nie należy ich stosować pod rośliny wrażliwe na niskie pH, np. jęczmień, burak czy rzepak, oraz na glebach lekkich. Są one dobrymi nawozami pod uprawę ziemniaka i kukurydzy, jak również pod żyto, owies i rośliny uprawiane na poplony.

- Forma saletrzano-amonowa – uniwersalna forma nawozów azotowych, która może być stosowana do nawożenia pogłównie i przedsiewnie. Do tej grupy nawozów należą wszystkie saletry amonowe i saletrzaki (mieszanki saletry amonowej najczęściej z wapnem, dolomitem lub siarką). Saletrzaki są zalecane na gleby kwaśne i z niską zawartością magnezu oraz w uprawie zbóż jarych, buraków cukrowych i pastewnych. Nadają się do pogłównego nawożenia roślin na glebach lekkich i zakwaszonych. Przedsiewnie nawozy saletrzano-amonowe należy stosować na krótko przed siewem roślin, natomiast pogłównie – wiosną, pod oziminy i rośliny jare. Saletra amonowa nieznacznie zakwasza glebę, natomiast saletrzaki są neutralne dla odczynu gleby.
- Forma amidowa (mocznikowa) – udostępnia roślinom azot w miarę przemian mocznika do formy amonowej. Z tego względu zaleca się ją do wiosennego nawożenia roślin. Azot w tej formie znajduje się w moczniku, który może być aplikowany pod wszystkie uprawy, zarówno przedsiewnie, jak i pogłównie. Wymaga przykrycia glebą, ponieważ, gdy pozostaje na jej powierzchni, podlega przemianom prowadzącym do strat gazowych amoniaku. Nawóz nadaje się na wszystkie gleby, z wyjątkiem gleb kwaśnych, silnie zasadowych lub świeżo wapnowanych. Bezpośrednio po zastosowaniu mocznika, pH gleby wokół granuli nawozu szybko wzrasta (wskutek wydzielającego się amoniaku), a następnie powoli się obniża (na skutek nityfikacji jonu amonowego) i z tego właśnie względu mocznik uznawany jest za nawóz zakwaszający glebę. Mocznika nie należy wysiewać łącznie z nasionami, ponieważ może powodować ograniczenie wschodów ze względu na szkodliwe działanie wydzielającego się amoniaku. Azot pod tą postacią może być stosowany również w formie roztworu do dolistnego dokarmiania roślin.
- Roztwór saletrzano-mocznikowy (RSM) – to wysokoskoncentrowany nawóz azotowy w formie wodnego roztworu saletrzano-mocznikowego, zawierający wszystkie dostępne formy azotu (azotanową, amonową, amidową), przez co zapewnia roślinom stały dopływ azotu w okresie wegetacji. Można go stosować przedsiewnie, jak i pogłównie. RSM wykazuje dużą skuteczność działania w okresach suszy. Zaleca się stosowanie tego nawozu na wszystkie rodzaje gleb, do nawożenia zbóż, buraków, ziemniaków, kukurydzy. Jednak należy zwrócić uwagę, iż łatwo dostępne formy azotu ulegają również szybkim stratom, dlatego zaleca się stosować inhibitory ureazy.

- ✚ Rośliny przyswajają azot wyłącznie w postaci jonów azotanowych i amonowych. Nawozy zawierające te formy azotu są nawozami szybko działającymi i łatwo ulegającymi wymywaniu.
- ✚ Cząsteczki mocznika dopiero w procesie hydrolizy z udziałem enzymów glebowych ulegają przemianie do formy amonowej, dlatego jest to nawóz nieco wolniej działający niż saletry lub siarczany amonowy. Tempo hydrolizy mocznika zależy od temperatury i może trwać 2 dni w temp. 30°C, zaś 10 dni w temp. 5°C. Mocznik jest zatem nawozem działającym wolniej w porównaniu do saletry, szczególnie w warunkach niskiej temperatury. Z tego względu nie zaleca się stosowania go wczesną wiosną na oziminy.
- ✚ Nawozy mineralne azotowe stosuje się bezpośrednio przed siewem lub łącznie z siewem roślin oraz pogłównie w okresie wegetacji, dostosowując wielkość dawek dzielonych i formę składnika do dynamiki jego pobierania przez rośliny.
- ✚ Dolistne nawożenie roślin azotem traktowane jest na ogół jako uzupełnienie nawożenia podstawowego i stosowane jest zapobiegawczo – w intensywnych technologiach produkcji, lub interwencyjnie – w przypadku niedoboru składników pokarmowych, np. wywołanego suszą.

1.3. Plan nawożenia azotem

Ważne! Plan nawożenia azotem jest podstawowym narzędziem do prawidłowego zarządzania składnikami pokarmowymi w produkcji roślinnej i jedną z najważniejszych praktyk ograniczających straty składników pokarmowych z rolnictwa.

Obowiązki w zakresie sporządzania planu nawożenia azotem wynikają z ustawy - *Prawo wodne* oraz *programu azotanowego*.

Zgodnie z art. 105a. ust. 1 ustawy - *Prawo wodne*, do opracowania planu nawożenia azotem obowiązane są podmioty, które:

1. prowadzą chów lub hodowlę drobiu powyżej 40 000 stanowisk lub chów lub hodowlę świń powyżej 2000 stanowisk dla świń o wadze ponad 30 kg lub 750 stanowisk dla macior (tzw. podmioty wielkopowierzchniowe),
2. posiadają gospodarstwo rolne o powierzchni powyżej 100 ha użytków rolnych, uprawiają uprawy intensywne na gruntach ornych na powierzchni powyżej 50 ha lub utrzymują obsadę większą niż 60 dużych jednostek przeliczeniowych (DJP), według stanu średniorocznego,
3. nabywają nawóz naturalny lub produkt pofermentacyjny do bezpośredniego rolniczego wykorzystania w celu nawożenia lub poprawy właściwości gleby od podmiotu importującego nawóz naturalny lub produkt pofermentacyjny z terytoriów państw trzecich lub od podmiotu prowadzącego działalność, o której mowa w pkt 1.

Plan nawożenia azotem opracowuje się w terminie pozwalającym na prawidłowe i bezpieczne stosowanie nawozów, nie później niż do dnia rozpoczęcia stosowania nawozów.

W gospodarstwach, których nie dotyczy obowiązek opracowania planu nawożenia azotem stosuje się nawozy azotowe w dawkach nieprzekraczających maksymalnych dawek określonych w *programie azotanowym*.

Plan nawożenia azotem opracowuje się w terminie pozwalającym na prawidłowe i bezpieczne stosowanie nawozów, nie później niż do dnia rozpoczęcia stosowania nawozów.

Opracowanie planu nawożenia azotem obejmuje następujące etapy:

1. Wybór gatunków roślin uprawnych i ustalenie przewidywanego plonu.
2. Oszacowanie potrzeb pokarmowych roślin, tj. pobrania składnika z oczekiwanym plonem (głównym i ubocznym).

Tabela 1. Pobranie azotu w kg na 1 tonę plonu głównego (z odpowiednią ilością produktów ubocznych)

Rodzaj uprawy	Pobranie składnika (kg N na 1 tonę produktu)
Zboża	
Gryka	41,7
Jęczmień jary browarny	21
Jęczmień jary pastewny	24
Jęczmień ozimy	24
Kukurydza na ziarno	26
Mieszanki zbożowe na ziarno	27
Mieszanki zbożowo-strączkowe na	15
Owies	22,2
Pszenica jara	27
Pszenica ozima	27
Pszenżyto	27
Żyto	24
Oleiste	
Gorczyca, nasiona	60,5
Rzepak, nasiona	50
Rzepak	50
Słonecznik, nasiona	50

Rodzaj uprawy	Pobranie składnika (kg N na 1 tonę produktu)
Okopowe	
Burak cukrowy	3,5
Burak pastewny	2,5
Ziemniak późny	4,2
Ziemniak wczesny	3,3
Inne	2,5
Pastewne	
Kapusta pastewna, zielona masa	4,2
Kukurydza, zielona masa	4
Mieszanki zbożowo-strączkowe,	1,5
Mieszanki bobowate drobnonasienne z trawami, zielona masa	3,0 ¹⁾
Owies, zielona masa	4
Rzepak, zielona masa	4,5
Słonecznik, zielona masa	4,2
Trawy w uprawie polowej, zielona	5,1
Ruń trwałych użytków zielonych	4,5
Żyto, zielona masa	4,1
Inne nie bobowate, zielona masa	4
Inne, w tym uprawy trwałe	
Chmiel	75
Konopie włókniste	19
Len oleisty, nasiona	40,4
Len włóknisty, słoma	9,5
Tytoń, suche liście	50
Rośliny energetyczne	
Miskant olbrzymi	8,4

Rodzaj uprawy	Pobranie składnika (kg N na 1 tonę produktu)
Ślazier pensylwański	7,0
Pozostałe	7,0
Warzywa	
Brokuł	3,7
Burak ćwikłowy	2,7
Cebula	1,9
Cykoria saładowa	2,5
Fasola	3,4
Koper włoski (fenkuł)	2,4
Jarmuż	4,6
Kalafior	3,2
Kalarepa	3
Kapusta brukselska	4,7
Kapusta pekińska	1,6
Kapusta głowiasta biała	2,3
Kapusta głowiasta czerwona	2,6
Kapusta włoska	3,8
Marchew	1,7
Ogórek	1,7
Por	2,6
Papryka	4
Pomidor	2
Pietruszka korzeniowa	3,5
Rzodkiewka	2
Salata głowiasta masłowa	1,8
Salata głowiasta krucha	1,3
Seler korzeniowy	2,7

Rodzaj uprawy	Pobranie składnika (kg N na 1 tonę produktu)
Szpinak	3,6
Szparag	3,5

Objaśnienia:

¹⁾ Ilość azotu na każdy pokos.

Źródło: program azotanowy

Z uwagi na brak niektórych gatunków roślin w programie azotanowym, przy ustalaniu dawek N, należy zastosować wartości pobrania przez rośliny o podobnych wymaganiach nawozowych lub ustalić pobranie składnika jako iloczyn plonu i stężenia azotu w produktach roślinnych.

- Określenie ilości azotu dostępnego dla roślin z organicznych środków nawozowych, w tym nawozów naturalnych.

Dawkę środka należy pomnożyć przez stężenie w nim azotu i przez wartość równoważnika nawozowego z Tabeli 2.

Tabela 2. Równoważniki nawozowe azotu z różnych źródeł w zależności od terminu stosowania

Źródło azotu	Termin stosowania	
	Jesień	Wiosna
Obornik		
Bydło	0,35	0,40
Świnie	0,40	0,45
Drób nieśny	0,40	0,45
Drób rzeźny	0,45	0,50
Pozostałe przeżuwacze, konie, zwierzęta futerkowe roślinożerne	0,30	0,35
Dowolny obornik zastosowany pod przedplon	0,15	
Gnojowica/pomiot/odchody		
Bydło	0,50	0,60
Świnie	0,60	0,70

Źródło azotu	Termin stosowania	
	Jesień	Wiosna
Drób nieśny – pomiot podsuszany/nie	0,45/0,65	0,50/0,75
Zwierzęta futerkowe mięsożerne	0,65	0,75
Pozostałe przeżuwacze, zwierzęta futerkowe roślinożerne	0,45	0,55
Gnojówka		
Bydło	0,55	0,75
Świnie	0,65	0,80
Drób nieśny	0,65	0,80
Drób rzeźny	0,65	0,80
Pozostałe przeżuwacze, konie, zwierzęta futerkowe roślinożerne	0,45	0,55
Fracja stała po separacji gnojowicy		
Bydło	0,20	0,25
Świnie	0,25	0,30
Fracja ciekła po separacji gnojowicy		
Bydło	0,20	0,25
Świnie	0,25	0,30
Inne		
Produkt pofermentacyjny (frakcja płynna)	0,60	0,70
Produkt pofermentacyjny (frakcja stała)	0,30	0,40
Kompost i inne nawozy organiczne	0,30	
Azot mineralny z zasobów glebowych	0,90 ¹⁾	0,60 ²⁾

Źródło azotu	Termin stosowania	
	Jesień	Wiosna
Komunalne osady ściekowe i ścieki przeznaczone do rolniczego wykorzystania	0,25	0,30

Objaśnienia:

¹⁾ W uprawach roślin ozimych dla nawożenia wiosną.

²⁾ W uprawach roślin jarych.

Źródło: program azotanowy

Ważne! W przypadku nawozów mieszanych należy przyjąć średnią wartość równoważnika.

4. Określenie ilości azotu mineralnego w warstwie gleby 0–60 cm na podstawie jej analizy lub wg przeciętnych wartości z Tabeli 3.

Tabela 3. Zasoby azotu mineralnego wiosną w warstwie gleby (kg N/ha)

Zasoby azotu mineralnego wiosną w warstwie gleby 0-60 cm (kg N/ha) ¹⁾			
Bardzo lekka	Lekka	Średnia	Ciężka
49	59	62	66
Zasoby azotu mineralnego w warstwie 0-30 cm gleb mineralnych użytków zielonych w zależności od ich kategorii agronomicznej (kg N/ha)			
Bardzo lekka	Lekka	Średnia	Ciężka
86	91	73	66
Zasoby azotu mineralnego wiosną w warstwie 0-30 cm gleb mineralno-organicznych użytków zielonych w zależności od zawartości w niej materii organicznej (kg N/ha)			
Całkowicie zmineralizowane gleby torfowo-murszowe – I	Gleby murszaste - II	Gleby murszowate- III	Gleby mineralno-murszowe- IV
≤3	(3-10>	(10-20>	>20
Dane jak dla gleb mineralnych UZ	135	158	117

Objaśnienia:

1) Do obliczeń podane w tabeli wartości można zastąpić wynikami badania wiosną N_{min} dla działki rolnej.

Źródło: program azotanowy

Ważne! Znajomość zawartości N_{min} w glebie pozwala na dokładniejsze zaplanowanie nawożenia tym składnikiem, dlatego **zaleca się** przeprowadzenie analizy gleby w tym zakresie.

W przypadku wykonania analiz rzeczywiste wyniki stosuje się w bilansie azotu zamiast wartości z Tabeli 3.

5. Określenie ilości azotu pozostawionego po przedplonach bobowatych.

Tabela 4. Ilość azotu działającego pozostającego po uprawie roślin bobowatych (kg/ha)

Rodzaj przedplonu	Bobowate w czystym siewie		Bobowate w mieszankach z trawami lub zbożami		Przyorane liście roślin korzeniowych
	Plon główny	Międzyplon	Plon główny	Międzyplon	
Przyorane resztki późniwne	25 kg	15 kg	15 kg	10 kg	25 kg
Przyorane całe rośliny na zielony nawóz	50 kg	20 kg	30 kg	15 kg	-

Źródło: program azotanowy

6. Obliczenie zapotrzebowania na azot z nawozów mineralnych jako różnicy pomiędzy przewidywanym pobraniem składnika i jego zasobami z innych źródeł (pkt. 3-5):
 $\text{zapotrzebowanie N} = \text{pobranie N przez rośliny} - (\text{N działający z nawozów naturalnych lub organicznych środków nawozowych} + \text{N z gleby} + \text{N po roślinach bobowatych}).$

7. Określenie dawki N w nawozach mineralnych na podstawie zapotrzebowania na azot z uwzględnieniem współczynnika wykorzystania składnika z nawozów mineralnych (wartość współczynnika – od 0,7 do 1,0, na TUZ – od 0,8 do 1,0): (wyliczone w pkt 6. zapotrzebowanie na azot należy podzielić przez odpowiednią wartość współczynnika wykorzystania).

1.3.1. Stosowanie nawozów zawierających w składzie azot na gruntach ornych

Dawki nawozów azotowych należy określić uwzględniając warunki uprawy na danym polu, takie jak: prognozowany plon, gatunek przedplonu, sposób zagospodarowania produktów ubocznych, kategorię agronomiczną gleby i zasoby azotu mineralnego w glebie, dawkę i rodzaj stosowanych nawozów naturalnych, i organicznych. Nie jest zatem możliwe wyznaczenie uniwersalnych dawek azotu ze względu na zmienność wymienionych parametrów w każdym indywidualnym przypadku. Wielkość dawek należy, zatem określić każdorazowo według metody wskazanej w *programie azotanowym* z zastosowaniem przytoczonych w nim wartości pobrania azotu na jednostkę plonu danego gatunku, zawartości azotu mineralnego w glebie itd.

Tabela 5. Zasoby azotu mineralnego wiosną w warstwie gleby na gruntach ornych (kg N/ha)

Zasoby azotu mineralnego wiosną w warstwie gleby 0-60 cm (kg N/ha) ¹⁾			
Bardzo lekka	Lekka	Średnia	Ciężka
49	59	62	66

¹⁾ Do obliczeń podane w tabeli wartości można zastąpić wynikami badania wiosną N_{min} dla działki rolnej i zastosować sposób obliczania podany w metodyce stacji chemiczno-rolniczej.

Źródło: program azotanowy

Przykłady opracowania planu nawożenia azotem na gruntach ornych

I. Dane o polu 1:

roślina uprawna – pszenica ozima, plon 8 t/ha

powierzchnia pola – 5 ha

gleba średnia

nawóz naturalny: wiosną gnojowica bydlęca o zawartości 2,9 kg N/m³ w dawce 40 m³/ha

Obliczenia:

Pobranie azotu: 8 t x 27¹ kg N/t = 216 kg N/ha

N z nawozów naturalnych (gnojowicy): 2,9 kg N/m³ x 40 m³/ha = 116 kg N/ha

N działający z gnojowicy: 116 kg N/ha x 0,6 = 70 kg N/ha

Azot glebowy N_{min} (działający): 62 kg N/ha x 0,9 = 56 kg N/ha

Suma N działającego: 70 kg N/ha + 56 kg N/ha = 126 kg N/ha

Zapotrzebowanie na azot z nawozów mineralnych = 216 kg N/ha – 126 kg N/ha = 90 kg N/ha

Dawka N w nawozach mineralnych = 90 kg N/ha/0,7 = 129 kg N/ha

Ilość N w nawozach mineralnych (kg): 129 kg N/ha x 5 ha = 645 kg N

II. Dane o polu 2:

roślina uprawna – burak cukrowy, plon 70 t/ha

powierzchnia pola – 4 ha

gleba ciężka

nawóz naturalny: wiosną obornik bydlęcy o zawartości azotu 3,3 kg N/t w dawce 30 t/ha

Pobranie (kg N/ha): 70 t/ha x 3,5 kg N/t = 245 kg N/ha

N z nawozów naturalnych (obornika): 3,3 kg N/t x 30 t = 99 kg N

N działający z obornika: 99 kg N x 0,4 = 40 kg N/ha

Azot glebowy N_{min} (działający): 66 kg N/ha x 0,6 = 40 kg N/ha

Suma N działającego: 40 kg N/ha + 40 kg N/ha = 80 kg N/ha

¹ Wartość na podstawie Tabeli 10. „Pobranie jednostkowe azotu”, znajdującej się w programie azotanowym.

Zapotrzebowanie na azot z nawozów mineralnych: $245 \text{ kg N/ha} - 80 \text{ kg N/ha} = 165 \text{ kg N/ha}$

Dawka N w nawozach mineralnych (kg N/ha): $165 \text{ kg N/ha} / 0,9 = 183 \text{ kg N/ha}$
(przyjęto wysoki współczynnik wykorzystania azotu równy 0,9)

Ilość N w nawozach mineralnych na pole (kg): $183 \text{ kg N/ha} \times 4 \text{ ha} = 732 \text{ kg N}$

Wyniki przykładowych obliczeń zamieszczono w Tabeli 6.

Tabela 6. Przykład planu nawożenia azotem

Pole lub użytk				Pobranie N (kg/ha)	Nawozy naturalne		N działający z różnych źródeł (kg/ha)			Suma N działającego (kg/ha)	Dawka N w nawozach mineralnych	
Nr	roślina uprawna	plon (t/ha)	Powierzchnia (ha)		(t/ha)	(kg N/ha)	nawozy naturalne	Gleba (N_{min})	inne		(kg N/ha)	(kg N) na powierzchnię pola
1	Pszonka ozima	8	5	216	40	116	70	56	-	126	90	450
2	Burak cukrowy	70	4	245	30	99	40	40	-	80	165	260
Razem w gospodarstwie												710

Źródło: IUNG-PIB

1.3.1.1. Maksymalne dawki azotu

Maksymalne ilości azotu działającego ze wszystkich źródeł w uprawie różnych gatunków roślin podano w Tabeli 7. Aby określić maksymalną dawkę nawozów mineralnych azotowych od wartości z tabeli należy odjąć ilość azotu w glebie (Tabela 3) i w zastosowanych już nawozach naturalnych, i organicznych środkach nawozowych (sposób postępowania jak w pkt. 3 procedury opracowania planu nawożenia).

Tabela 7. Maksymalne ilości azotu działającego ze wszystkich źródeł dla upraw w plonie głównym (N w kg/ha) dla plonów uzyskiwanych w warunkach uregulowanego odczynu gleby, zbilansowanego nawożenia azotem, fosforem i potasem (NPK) i stosowania integrowanej ochrony roślin

Rodzaj uprawy	Maksymalne ilości azotu działającego ze wszystkich źródeł (N kg/ha)*
Zboża	
Gryka	100
Jęczmień jary browarny	80
Jęczmień jary pastewny	140
Jęczmień ozimy	140
Kukurydza na ziarno	240

Rodzaj uprawy	Maksymalne ilości azotu działającego ze wszystkich źródeł (N kg/ha)*
Mieszanki zbożowe na ziarno	140
Mieszanki zbożowo-strączkowe na ziarno	100
Owies	120
Pszenica jara	160
Pszenica ozima	200
Pszenżyto	180
Żyto populacyjne	120
Żyto mieszańcowe	150
Bobowate	
Bobik	30 kg N z nawozów mineralnych lub 50 kg N z nawozów naturalnych
Grochy	
Koniczyna	
Lucerna	
Komonica	
Lędzwian	
Łubiny	
Nostrzyk	
Seradela	
Soczewica	
Soja	
Wyka	
Inne bobowate	
Oleiste	
Gorczyca	120
Rzepak	240
Rzepik	180
Słonecznik (nasiona)	130
Inne oleiste	160
Okopowe	

Rodzaj uprawy	Maksymalne ilości azotu działającego ze wszystkich źródeł (N kg/ha)*
Burak cukrowy	180
Burak pastewny	200
Ziemniak późny	180
Ziemniak wczesny	90
Inne	150
Pastewne	
Dynia pastewna	80
Kapusta pastewna	280
Kukurydza na zielonkę	240
Grunt w użytkowaniu kośno-pastwiskowym	160
Łąka 1 pokos	60
Łąka 2 pokosy	120
Łąka 3 pokosy	160
Łąka 4 pokosy	220
Mieszanki zbożowo-strączkowe na zieloną masę	100
Mieszanki bobowate z trawami	150
Owies na zielonkę	120
Perko	140
Rzepak	200
Słonecznik	120
Trawy w uprawie polowej	300
Żyto na zielonkę	120
Inne w tym uprawy trwale	
Chmiel	350
Facelia	100
Konopie	120
Len oleisty, nasiona	80
Len włóknisty, słoma	80

Rodzaj uprawy	Maksymalne ilości azotu działającego ze wszystkich źródeł (N kg/ha)*
Mak	90
Proso	140
Sorgo, w tym zasiewy mieszane z kukurydzą	200
Tytoń	160
Rośliny energetyczne	
Miskant olbrzymi	100
Ślazier pensylwański	100
Pozostałe	80

**Wartości z tabeli należy pomniejszyć o 20% w przypadku uprawy na glebach bardzo lekkich i o 10% na glebach lekkich.*

Źródło: program azotanowy

1.3.1.2. Podział dawek nawozów azotowych

Zaleca się podział wyliczonej dawki N w nawozach mineralnych na 2–3 części i zaplanowanie terminów ich aplikacji zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi dla poszczególnych gatunków roślin uprawnych (stosowanie dzielonych dawek nawozów jest uzasadnione wówczas, gdy wielkość pojedynczej dawki jest nie mniejsza niż 30 kg N/ha) (Tabela 8).

Wskazana jest modyfikacja dawek nawozów w okresie wegetacji z uwzględnieniem aktualnej kondycji roślin oraz przebiegu warunków pogodowych. Jeżeli wzrost roślin jest ograniczony w wyniku wystąpienia niekorzystnych warunków pogodowych lub innych czynników stresowych (pojawy chorób lub szkodników) ograniczających wzrost roślin i nie rokuje uzyskania prognozowanego plonu, należy zmniejszyć dawki azotu.

Tabela 8. Podział dawek nawozów azotowych w zależności od uprawianej rośliny

Rośliny	I dawka	II dawka	III dawka
Zboża ozime	przed ruszeniem wegetacji wiosną	faza strzelania w źdźbło	początek kłoszenia
Zboża jare	przedsiewnie	faza strzelania w źdźbło	początek kłoszenia
Kukurydza	przedsiewnie	6–7 liści (do wysokości roślin ok. 30 cm)	
Ziemniaki średnio późne i późne	przed sadzeniem	początek wschodów	
Buraki	przedsiewnie	po przerywce lub w fazie 4–6 liści	
Rzepak	przed ruszeniem wegetacji wiosną	faza rozety	początek pąkowania
Trawy, bobowate i ich mieszanki w roku siewu	przedsiewnie	po I pokosie	
Trawy, bobowate i ich mieszanki w latach pełnego użytkowania	przed ruszeniem wegetacji wiosną	po I pokosie	po II pokosie

Źródło: zalecenia IUNG-PIB, 2008

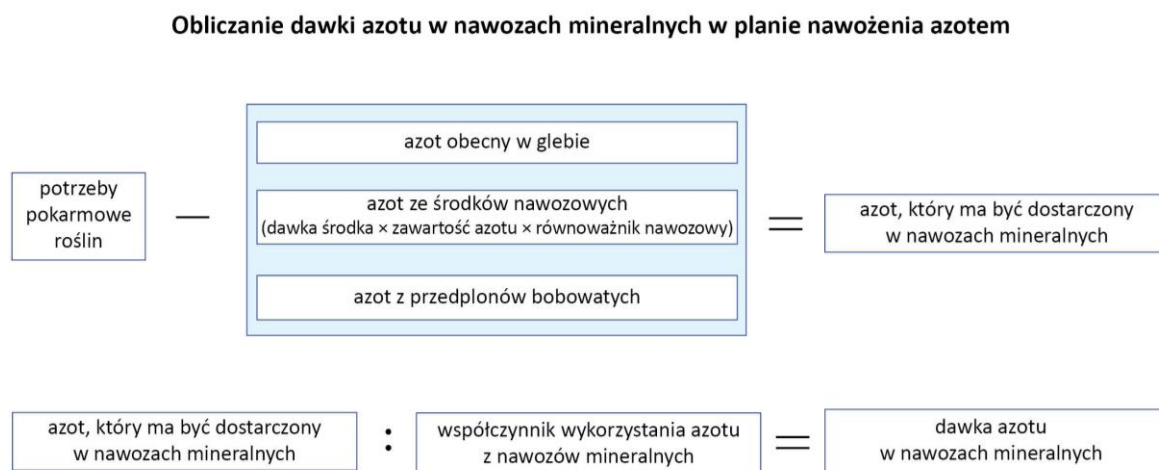
Ważne! Zaleca się opracowanie planu nawożenia azotem przez wszystkich rolników, z uwagi na wynikające z tego korzyści, do których obok ochrony wód zaliczyć należy zwiększenie efektywności nawożenia i obniżenie kosztów stosowania nawozów.

Przy opracowywaniu planu nawożenia azotem można korzystać z programów komputerowych lub dostępnych on-line kalkulatorów spełniających wymagania *programu azotanowego*.

Przykładowe narzędzie opisano w rozdziale 1.4.

Jeśli gospodarstwo nie ma obowiązku opracowania i posiadania planu nawożenia azotem, należy pamiętać, że nawozy wolno stosować w takich dawkach, aby nie były przekroczone maksymalne ilości azotu działającego ze wszystkich źródeł określone w Tabeli 14 załącznika 9 do programu azotanowego.

Rysunek 3. Obliczanie dawki azotu w nawozach mineralnych w planie nawożenia azotem



Źródło: A. Bochniarz

- ✚ Nadmierna ilość azotu pozostawiona jesienią w glebie stwarza niebezpieczeństwo wymycia azotanów poza strefę korzeniową do wód gruntowych i w związku z tym powoduje ich zanieczyszczenie.
- ✚ Zaleca się, aby górne wartości zasobu N_{min} (w formie azotanowej – $N-NO_3$) w glebach stwierdzane jesienią wg klas składu granulometrycznego nie przekraczały znacząco następujących wartości:
 - dla gleb bardzo lekkich i lekkich: 75 kg $N-NO_3/ha$,
 - dla gleb średnich: 80 kg $N-NO_3/ha$,
 - dla gleby ciężkich: 90 kg $N-NO_3/ha$.

Dla podanych powyżej zasobów granicznych (badania własne IUNG-PIB) średnie straty azotu podczas zimy na ogół nie przekraczały 30 kg N/ha.

Ważne! Warunkiem efektywnego wykorzystania azotu przez rośliny jest wapnowanie gleb kwaśnych i zrównoważone żywienie wszystkimi makro- i mikroelementami. Wskazane jest zatem opracowanie planu wapnowania i nawożenia pozostałymi składnikami z uwzględnieniem wyników badania odczynu i zasobności gleby.

1.3.1.3. Zastosowanie bionawozów na gruntach ornych

Intensywny rozwój rolnictwa wiąże się ze znacznym zużyciem chemicznych środków produkcji, przyczyniających się do zachwiania równowagi w środowisku naturalnym. W celu ograniczenia zużycia nawozów wytworzonych w drodze syntezy chemicznej poszukuje się rozwiązań mających na celu poprawę aktywności mikrobiologicznej gleby i wzrost efektywności wykorzystania składników pokarmowych z zasobów glebowych oraz z zastosowanych nawozów. Dostępne na rynku bioprodukty oparte na składnikach naturalnych,

w szczególności pochodzenia roślinnego, jak również produkty zawierające w składzie wyselekcjonowane mikroorganizmy, stosowane jako element technologii uprawy roślin mogą przyczynić się do poprawy plonowania roślin uprawnych, z równoczesnym zachowaniem podstawowych funkcji gleby.

Preparaty mikrobiologiczne to produkty, które po zastosowaniu na nasiona, powierzchnię roślin lub glebę kolonizują ryzosferę lub wewnątrz rośliny i wspomagają jej wzrost i rozwój poprzez zwiększenie dostępności składników pokarmowych oraz poprzez syntezę substancji o działaniu stymulującym. Mikroorganizmy obecne w biopreparatach, w szczególności ryzobakterie sprzyjające wzrostowi roślin (z ang. PGPR - plant growth - promoting rhizobacteria) poprawiają warunki próchnicotwórcze gleby, biorą udział w procesach wiązania azotu oraz solubilizacji fosforanu. Przywracają naturalny obieg składników odżywczych w glebie i wpływają na tworzenie materii organicznej. Dodatkową funkcją PGPR jest stymulacja aktywności i wzrost różnorodności mikrobiologicznej środowiska glebowego. Mikroorganizmy te syntetyzują związki biologicznie aktywne (witaminy, regulatory wzrostu, antybiotyki, siderofory, substancje odżywcze dla roślin), poprawiające wzrost i plonowanie roślin. Zanieczyszczenia gleby związane w strefie ryzosfery ulegają biodegradacji przy udziale mikroorganizmów glebowych. Do tej grupy preparatów należy zaliczyć **nawozowe produkty mikrobiologiczne**, które zgodnie z ustawą o nawozach i nawożeniu zawierają wyłącznie mikroorganizmy, w tym mikroorganizmy martwe lub nieaktywne, lub konsorcja tych mikroorganizmów oraz substancje stanowiące pożywkę dla tych mikroorganizmów i ich metabolity, a także nieszkodliwe substancje resztkowe z pożywek, które poprawiają aktywność biologiczną gleby lub stymulują procesy odżywiania roślin lub grzybów, a wyłącznym celem ich zastosowania jest poprawa efektywności wykorzystania składników pokarmowych przez rośliny lub grzyby, ich odporności na stres abiotyczny, ich cech jakościowych lub przyswajalności przez nie składników pokarmowych z form trudno dostępnych w glebie.

Inną grupę bioproduktów stanowią produkty pochodzenia naturalnego zawierające m.in. **aminokwasy, cukry, witaminy, fitohormony**. Wymienić należy tu wyciągi roślinne, między innymi wyciągi z alg czy hydrolizaty białkowe pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, wpływające korzystnie na wzrost roślin oraz ich aktywność fotosyntetyczną. Stosowanie produktów zawierających **kwasy humusowe**, których działanie polega na stymulowaniu rozwoju systemu korzeniowego, dzięki czemu zwiększa się wykorzystanie składników pokarmowych z gleby, pozwala na ograniczenie poziomu nawożenia mineralnego, w tym nawożenia azotem.

Bioprodukty działają najskuteczniej jeśli są aplikowane podczas sadzenia roślin lub we wczesnych stadiach ich wzrostu i rozwoju.

Zaletą bioproduktów jest brak fitotoksyczności dla roślin oraz bezpieczeństwo dla środowiska. W rolnictwie zrównoważonym bioprodukty mogą zatem być zalecane jako jeden z elementów agrotechniki, wpływający korzystnie na jakość gleby, bioróżnorodność, poprawę plonowania roślin uprawnych oraz ich walorów prozdrowotnych.

1.3.2. Stosowanie nawozów na trwałych użytkach zielonych

1.3.2.1. Stosowanie mineralnych nawozów azotowych na łąkach

Nawozy zawierające azot stosuje się zgodnie z zasadami określonymi w *programie azotanowym*. W gospodarstwach, dla których wymaga się opracowania planu nawożenia azotem dawki nawozów azotowych mineralnych oblicza się wg metody uproszczonego bilansu dla runi trwałych użytków zielonych. Pobranie azotu na 1 tonę produktu wynosi 4,5 kg N. Sposób wykonania obliczeń opisano w rozdziale 1.3.

Dawki nawozów azotowych mineralnych stosowane na łąki powinny uwzględniać rodzaj gleby, intensywność użytkowania (liczba pokosów) oraz skład botaniczny użytku. W przypadku łąk położonych na glebach mineralnych, w zależności od liczby pokosów, maksymalne dawki N powinny być stosowane w ilościach podanych w Tabeli 9.

Tabela 9. Maksymalne roczne dawka N w kg/ha zalecane na łąki trwale położone na glebach mineralnych i organicznych

Intensywność użytkowania	Gleby mineralne	Gleby organiczne
Łąki jednokośne	60	Nie nawozić
Łąki dwukośne	120	60
Łąki trzykośne	160	90
Łąki czterokośne	220	120

Źródło: opracowanie ITP-PIB

Dawki nawozów azotowych mineralnych na łąki położone na glebach organicznych należy zmniejszać ze względu na dopływ azotu pochodzącego z mineralizacji masy organicznej podłoża (w glebach torfowo-murszowych ilość uwalnianego N wynosi w zakresie od 80 do ponad 300 kg/ha na rok). Na tych glebach, w zależności od tempa mineralizacji masy organicznej, maksymalne zalecane dawki azotu są następujące:

- ✚ Użytki zielone położone w siedliskach posusznych na glebach średnio zmurszałych, zbudowanych z torfów olesowych, szuwarowych i turzycowiskowych o znacznym stopniu rozkładu, ulegających intensywnej mineralizacji – bez nawożenia azotem mineralnym.
- ✚ Użytki zielone położone na płytkich glebach silnie zmurszałych - dawka 20-30 kg N/ha pod odrost (60-90 kg N/ha na rok).
- ✚ Użytki zielone w siedliskach mokrych, na glebach słabo zmurszałych, utworzonych ze słabo rozłożonych torfów mechowiskowych - dawka 30 do 50 kg N/ha pod odrost (90 - 120 kg N/ha na rok).

Tabela 10. Zasoby azotu mineralnego wiosną w warstwie gleby (kg N/ha)

Zasoby azotu mineralnego w warstwie 0-30 cm gleb mineralnych użytków zielonych w zależności od ich kategorii agronomicznej (kg N/ha)			
Bardzo lekka	Lekka	Średnia	Ciężka

86	91	73	66
Zasoby azotu mineralnego wiosną w warstwie 0-30 cm gleb mineralno-organicznych użytków zielonych w zależności od zawartości w niej materii organicznej (kg N/ha)			
Całkowicie zmineralizowane gleby torfowo-murszowe - I	Gleby murszaste – II	Gleby murszowate- III	Gleby mineralno-murszowe- IV
≤3	(3-10>	(10-20>	>20
Dane jak dla gleb mineralnych UZ	135	158	117

Źródło: program azotanowy

Całoroczną dawkę azotu na łąkach, położonych zarówno na glebach mineralnych jak i organicznych, w zależności od liczby pokosów, należy dzielić na dwie, trzy lub cztery części (Tabela 11).

Tabela 11. Udział plonów z poszczególnych pokosów w plonie rocznym

Pokos	Intensywność użytkowania			
	Łąki jednokośne	Łąki dwukośne	Łąki trzykośne	Łąki czterokośne
I	100%	60%	50%	35%
II	-	40%	30%	25%
III	-	-	20%	25%
IV	-	-		15%

Źródło: opracowanie ITP-PIB

Wynika to z różnego poziomu wykorzystania składników pokarmowych przez rośliny łąkowe w trakcie sezonu. Przykładowo, w przypadku łąki trzyskośnej pod pierwszy wiosenny pokos należy stosować około 40-50% rocznej dawki N, pod drugi – 30-35% i pod trzeci – 20-25%.

Maksymalne roczne dawki N na łąki położone na glebach mineralnych i organicznych przedstawiono w Tabelach 12 i 13.

Tabela 12. Maksymalne roczne dawki N w kg/ha zalecane na łąki trwale położone na glebach mineralnych

Pokos	Intensywność użytkowania			
	Łąki jednokośne	Łąki jednokośne	Łąki jednokośne	Łąki jednokośne
I	60	70	80	80
II	-	50	50	55
III	-	-	30	55
IV	-	-	-	30
Rocznie	60	120	160	220

Źródło: opracowanie ITP-PIB

Tabela 13. Przykładowe dawki N w kg/ha zalecane na łąki trwale położone na glebach organicznych w zależności od tempa mineralizacji masy organicznej

Pokosy	Gleby		
	posuszne, zmurszałe torfowe	płytkie zmurszałe	mokre torfowe
I	-	30	40
II	-	25	30
III	-	25	30
Rocznie	-	80	100

Źródło: opracowanie ITP-PIB

W przypadku łąk wypasanych po I, II lub nawet po III pokosie, warunkach dużego obciążenia pastwiska, należy uwzględnić ilości azotu wnoszonego w odchodach zwierzęcych. Przykładowo, krowa o wydajności 4-6 tys. kg mleka dziennie wydała w odchodach (kał i moczu) 0,24 kg N.

Dawka azotu zależy też od udziału w runi roślin bobowatych. Potrzeby nawożenia azotem runi ze znacznym udziałem roślin bobowatych są niższe niż runi złożonej wyłącznie z traw. Powszechnie przyjmuje się, że 1% udziału roślin bobowatych w runi pozwala na oszczędności rzędu 3 - 4 kg azotu na 1 ha. Dlatego jeżeli ich udział w runi jest większy niż 20%, to jednorazowa dawka azotu nie powinna przekraczać 30 kg/ha.

1.3.2.2. Stosowanie mineralnych nawozów azotowych na pastwiskach

Ważne! Dawki nawozów azotowych na pastwiskach powinny uwzględniać ilość azotu w odchodach pozostawianych przez pasące się zwierzęta. Szacuje się, że przy obsadzie zwierząt wynoszącej 1,5 DJP/ha ilość azotu pozostawianego w odchodach kształtuje się na poziomie około 45 kg/ha na rok.

Nawozy azotowe mineralne na pastwiskach położonych na glebach mineralnych, w zależności od intensywności użytkowania, można stosować w ilościach nieprzekraczających poniższych dawek:

- Wypas kwaterowy dawkowany (5-7 rotacji) – do 140 kg N/ha.
- Wypas kwaterowy dawkowany (3-5 rotacji) – do 80 kg N/ha.
- Wypas wolny (ciągły ekstensywny) – do 45 kg N/ha.

Dawki nawozów azotowych na pastwiska położonych na glebach organicznych, podobnie jak w użytkowaniu kośnym, ze względu na proces mineralizacji masy organicznej, należy odpowiednio ograniczyć. Po uwzględnieniu ilości azotu wnoszonego w odchodach zwierzęcych (około 45 kg/ha na rok przy obsadzie 1,5 DJP/ha), w zależności od intensywności użytkowania, zaleca się stosowanie następujących maksymalnych dawek azotu w postaci nawozów azotowych mineralnych:

- Wypas kwaterowy dawkowany (5-6 rotacji) – do 60 kg N/ha.
- Wypas kwaterowy dawkowany (3-4 rotacji) – do 40 kg N/ha.
- Wypas wolny (ciągły ekstensywny) – do 20 kg N/ha.

W zależności od liczby rotacji zalecane jest stosowanie azotu w 4-5 dawkach, których wielkość powinna wynikać z udziału plonów zielonki pastwiskowej z poszczególnych rotacji w plonie rocznym. Wielkość pojedynczej dawki powinna wynosić od 20 do 60 kg N/ha. Większe jednorazowe dawki azotu mogą powodować szybkie jego pobieranie przez rośliny i kumulowanie mineralnych jego form (azotany). Pogarsza to jakość paszy, zwłaszcza w pierwszych tygodniach po aplikacji nawozu. Z tego względu zalecane jest rozpoczęcie wypasu nie wcześniej niż po ok. 3 tygodniach od wysiewu nawozu.

Dawka azotu, podobnie jak i na łąkach, powinna uwzględniać obecność w runi roślin bobowatych.

1.3.2.3. Stosowanie organicznych środków nawozowych na użytkach zielonych

Na łąkach mogą być stosowane: obornik, gnojówka oraz gnojowica oraz różnego rodzaju komposty.

Najlepszym nawozem naturalnym jest dobrze rozłożony, przefermentowany lub kompostowany obornik, szczególnie bydlęcy. Obornik, obok funkcji nawozowej, pełni funkcje ochronne, poprawia bilans wilgoci w glebie, chroni rośliny przed wymarzaniem i wysychaniem, wpływa na poprawę zadarnienia, zwiększa udział wartościowych traw i roślin bobowatych (koniczyny, komonicy), ogranicza tempo zakwaszania gleby. Obornik na łąki można stosować corocznie, najlepiej późną jesienią, na przełomie października i listopada. Można też stosować go wczesną wiosną, ale wtedy musi być dobrze rozłożony, drobny, aby jego elementy frakcji stałej nie zalegały na roślinach i nie zacieniały rozwijających się młodych liści.

Płynne nawozy naturalne (gnojówka, gnojowica) wykazują działanie pośrednie między nawozami mineralnymi a obornikiem czy kompostami. Gnojowica jest wartościowym nawozem o wysokiej zawartości składników pokarmowych, występujących w formach łatwo dostępnych dla roślin. Pod względem szybkości działania nawozowego jest bardziej zbliżona do nawozów mineralnych. Gnojowicę na łąkach można stosować wczesną wiosną lub po

każdym pokosie. Gnojówka to nawóz azotowo-potasowy. Gnojówkę najlepiej stosować wiosną (od początku kwietnia) oraz latem, w 2 tygodnie po I lub II pokosie, najpóźniej do końca sierpnia.

Dawka tych nawozów powinna wynikać z zawartości N w tych nawozach a zastosowana w okresie roku dawka nawozów naturalnych nie może zawierać więcej niż 170 kg azotu w czystym składniku na 1 ha użytków rolnych.

Obliczoną dawkę azotu działającego z nawozów organicznych należy rozdzielić pod pokosy proporcjonalnie do udziału ich plonów w plonie całkowitym (Tabela 14).

Tabela 14. Dopuszczalne poziomy nawożenia łąk położonych na glebach mineralnych i organicznych nawozami naturalnymi oraz nawozami organicznymi

Pokos	Obornik/Kompost (t/ha)	Gnojowica (m ³ /ha)	Gnojówka (m ³ /ha)
I	25	20	20
II	0	10	10
III	0	0	0
Rocznie	25	30	30

Źródło: opracowanie ITP-PIB

Zgodnie z programem azotanowym graniczne terminy stosowania nawozów na trwałych użytkach zielonych są następujące:

- nawozów naturalnych stałych (obornik i pomiot ptasi) – 1 marca - 30 listopada;
- nawozów azotowych mineralnych i nawozów naturalnych płynnych (gnojowica i gnojówka) – 1 marca - 31 października.

W przypadku organicznych środków nawozowych innych niż nawozy naturalne, które nie zostały ujęte w programie azotanowym obowiązują takie same zalecenia jak w przypadku nawozów naturalnych stałych.

Nawozy naturalne oraz inne organiczne środki nawozowe, ze względu na ich specyfikę, na pastwiskach można stosować w ograniczonym zakresie, tj. tylko poza sezonem pastwiskowym: wiosną oraz w dopuszczalnym terminie jesiennym, pamiętając, że łączna dawka nawozu naturalnego zastosowanego w ciągu roku nie może wynosić więcej niż 170 kg N w czystym składniku na 1 ha użytków rolnych.

Na pastwiska zaleca się przede wszystkim stosowanie kompostu obornikowego raz na 2-3 lata (najlepiej na te kwatery lub część pastwiska, które wiosną będą koszone). W roku stosowania obornika nawożenie mineralne jest zbędne. Gnojowicę i gnojówkę można stosować corocznie.

Tabela 15. Dopuszczalne dawki nawozów naturalnych na pastwiskach w zależności od obsady zwierząt (wypas dzienny 10-12 godz.)

Obsada zwierząt (DJP/ha)	Ilość N w odchodach (kg/ha)	Dopuszczalna ilość N zastosowanego w nawozie	Zalecana ilość nawozu do jednorazowego zastosowania w ciągu roku (jesienią lub wczesną wiosną)		
			Kompost obornikowy (t/ha)	Gnojowica bydlęca (m ³ /ha)	Gnojówka (m ³ /ha)
1,5	45	125	21	25	21
2,0	60	110	18	22	18
2,5	75	95	16	19	16
3,0	90	80	13	16	13
3,5	105	65	11	13	11

Źródło: opracowanie ITP-PIB

Stosując często i w dużych dawkach nawozy naturalne należy szczególnie zwrócić uwagę na zasobność gleb w fosfor, którego nadmierna akumulacja może stwarzać zagrożenie dla środowiska wodnego. Szczegółowe zalecenia w zakresie ochrony wód przed związkami fosforu można znaleźć w przygotowanym w 2023 r. Programie ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez związki fosforu ze źródeł rolniczych² tzw. programie fosforowym.

Wszystkie nawozy naturalne powinny być rozprowadzane równomiernie na powierzchni łąki, aby uzyskać wyrównany rozwój roślin. Nawozy płynne rozprowadzamy beczkowozami wyposażonymi w nowoczesne urządzenia do rozprowadzania ich na powierzchni gleby lub bezpośrednio do gleby. Ogranicza to ulatnianie się substancji odorowych i zmniejsza straty azotu. Aby ograniczyć straty amoniaku i emisję odorów oraz zapobiec ewentualnym uszkodzeniom roślin zaleca się rozlewanie tych nawozów w dni pochmurne.

1.3.2.4. Dodatkowe zalecenia ograniczające straty azotu

Trwałe użytki zielone o zdegradowanej runi powinny być odnawiane z wykorzystaniem następujących sposobów:

- Nawożenie w połączeniu z racjonalnym sposobem użytkowania lub zmianą dotychczasowego jego sposobu. Zaleca się stosowanie startowej dawki NPK na poziomie ok. 300 kg/ha (w tym do 170 kg azotu, 40 kg fosforu oraz 90 kg potasu).
- Podsiew bezpośredni zdegradowanej runi (z wykorzystaniem specjalistycznych agregatów) lub tradycyjny po częściowym zniszczeniu starej darni – siew oraz wałowanie.
- Pełna uprawa, tj. całkowite zniszczenie starej darni poprzez jej przeoranie, wykonanie niezbędnych zabiegów uprawowych oraz ponowny obsiew i wałowanie.

² <https://dpr.iung.pl/program-fosforowy/>

Podstawowe zabiegi pielęgnacyjne na łąkach:

- Konserwacja lub naprawa urządzeń melioracyjnych.
- Regulacja poziomu wody gruntowej.
- Wałowanie – zabieg konieczny na wszystkich glebach organicznych użytkowanych łąkowo, zwłaszcza na słabo rozłożonych torfach, które najsilniej ulegają pęcznieniu. Dzięki wałowaniu dociskana jest wierzchnia warstwa gruntu, co zwiększa podsiąk kapilarny wody, ograniczając proces murszenia. Optymalny termin wałowania: po obniżeniu się poziomu wody gruntowej (około połowy kwietnia lub po I pokosie).
- Włókowanie – ma na celu utrzymanie powierzchni w odpowiednim stanie (usunięcie nierówności, kęp i zagłębień, rozgarnięcie kretowisk). Optymalny termin włókowania: przed ruszeniem wegetacji lub w jej początkowej fazie.
- Koszenie w optymalnych terminach zgodnie z dynamiką wzrostu runi.
- Koszenie na odpowiedniej wysokości (5-8 cm).

Podstawowe zabiegi pielęgnacyjne na pastwiskach:

- Wiosenne rozgarnianie kretowisk.
- Utrzymanie i konserwacja dróg dopędowych.
- Naprawa i konserwacja urządzeń pastwiskowych, w tym ogrodzeń.
- Koszenie niedojadów oraz rozgarnianie łajniaków (jedno- lub dwukrotnie w sezonie).
- Pastwiska na glebach organicznych, o optymalnym obciążeniu nie wymagają wałowania.

Przykłady opracowania planu nawożenia azotem dla trwałych użytków zielonych:

Przykłady ustalenia dawki azotu z nawozów mineralnych na TUZ położone na glebach mineralnych.

Dane wejściowe:

- System użytkowania: kośny, obejmujący zbiór runi na siano trzykrotnie w ciągu roku.
- Zakładany plon zielonki: 35 t/ha (7 t/ha siana).
- Rodzaj gleby: gleba mineralna należąca do kategorii agronomicznej średniej.

Obliczenia:

- Ilość azotu, która zostanie pobrana przez run łąkową: $35 \text{ t/ha} \times 4,5 \text{ kg N zielonej masy} = 157,5 \text{ kg N/ha}$.
- Ilość azotu działającego z zasobów glebowych: $73 \text{ kg N/ha} \times 0,9 = 65,7 \text{ kg N/ha}$.
- Zapotrzebowanie runi łąkowej na azot z nawozów mineralnych: $(157,5 \text{ kg N/ha} - 65,7 \text{ kg N/ha}) / 0,8 = 114,8 \text{ kg N/ha} \approx 115 \text{ kg N/ha}$.

Sugerowany podział dawki: 50% pod pierwszy pokos, 30% pod drugi pokos i 20% pod trzeci pokos, tj. zaokrągleniu odpowiednio 57; 34 i 23 N/ha.

Przykłady ustalenia dawki azotu z nawozów mineralnych na TUZ położone na glebach pochodzenia organicznego

Dane wejściowe:

- System użytkowania: kośno-pastwiskowy, obejmujący zbiór I pokos na siano i następnie spasanie trzech kolejnych odrostów przez bydło.
- Zakładany plon zielonki: 30 t/ha.
- Rodzaj gleby: gleba mineralno-murszowa.
- Nawożenie nawozami naturalnymi: gnojowica od krów mlecznych o wydajności mlecznej do 6 tys. litrów zastosowana wiosną, w dawce 15 t/ha.

Obliczenia:

- Ilość azotu, która zostanie pobrana przez runę łąkową: $30 \text{ t/ha} \times 4,5 \text{ kg N zielonej masy} = 135 \text{ kg N/ha}$.
- Ilość azotu działającego z zasobów glebowych: $117 \text{ kg N/ha} \times 0,9 = 105,3 \text{ kg N/ha}$.
- Ilość azotu działającego z gnojowicy: $15 \text{ t/ha} \times 3,3 \text{ kg N/t} \times 0,6 = 29,7 \text{ kg N/ha}$.
- Zapotrzebowanie runi pastwiskowej na azot z nawozów mineralnych: $(135 \text{ kg N/ha} - 105,3 \text{ kg N/ha} - 29,7 \text{ kg N/ha})/0,8 = 0,0 \text{ kg N/ha}$.

Nie jest potrzebne stosowanie nawozów azotowych.

1.3.2.5. Zastosowanie bionawozów na trwałych użytkach zielonych

W Polsce i w innych krajach dynamicznie wzrasta produkcja i stosowanie nawozów wzbogaconymi pożytecznymi mikroorganizmami. Niektóre bionawozy zawierają bakterie o działaniu antagonistycznym wobec patogenów roślin. Optymalny skład chemiczny i mikrobiologiczny bionawozów sprawia, że są one wysoce skuteczne w regulacji odczynu i poprawie bio-fizykochemicznych właściwości gleby, stymulacji wzrostu systemu korzeniowego oraz zwiększeniu dostępności dla roślin składników mineralnych. Zanieczyszczenia gleby wiązane w strefie ryzosfery i ulegają biodegradacji przy udziale mikroorganizmów glebowych. Mikroorganizmy te syntetyzują związki biologicznie aktywne (witaminy, regulatory wzrostu, antybiotyki, siderofory, substancje odżywcze dla roślin), poprawiające jakość gleb uprawnych oraz wzrost i plonowanie roślin.

Zaletą bionawozów jest brak fitotoksyczności dla roślin, bezpieczeństwo dla środowiska, poprawa jakości plonów i ich walorów prozdrowotnych oraz odporności roślin na stresy biotyczne i abiotyczne. Z powodu wysokiej skuteczności bionawozów w uprawach roślin, poprawie jakości gleb, zwiększeniu zawartości materii organicznej oraz bioróżnorodności bakterii i grzybów, są one skuteczną i ekonomicznie opłacalną alternatywą dla nawozów mineralnych. Działają najskuteczniej, jeśli są aplikowane podczas sadzenia roślin, na początku uprawy, we wczesnych stadiach wzrostu roślin.

Na trwałych użytkach zielonych mogą być stosowane:

- Nawozowe produkty mikrobiologiczne zawierające pojedyncze szczepy mikroorganizmów lub ich konsorcja.
- Nawozy aminokwasowe, zawierające hydrolizaty białkowe lub wolne aminokwasy, pozyskane z biomasy roślinnej.
- Produkty zawierające kwasy huminowe i fulwowe pochodzenia naturalnego, pozyskane z naturalnych surowców oraz kwasy humusowe otrzymane w wyniku procesów biologicznych.

- Bionawozy na bazie mikroorganizmów wiążących azot (*Azotobacter*, *Arthrobacter*, *Azospirillum* i inne) i żyjących w pobliżu korzeni roślin wyższych, ale niezasiedlających roślin, tworzą asocjację ryzosferową.
- Produkty zawierające mikroorganizmy mobilizujące fosforany ze źródeł organicznych i nieorganicznych, bakterie z rodzaju *Bacillus*, grzyby z rodz. *Penicillium*, grzyby endomikoryzowe (strzępki w interakcji z korzeniami roślin poprawiają transport składników odżywczych).
- Produkty zawierające bakterie mobilizujące potas z rodzajów: *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Acidithiobacillus*, *Pseudomonas*, *Burkholderia*, grzyby z rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium*.
- Produkty zawierające bakterie produkujące fitohormony, w tym kwas indolilo-3 octowy (IAA) np. *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Pseudomonas* i *Azotobacter*.

Bionawozy w formie stałej stosowane doglebowo

Bionawozy w postaci stałej szybko poprawiają żyzność gleby. Zawierają P, K, Ca, S i inne makro- i mikroelementy oraz witaminy, hormony oraz węgiel organiczny. Należy stosować je wiosną, po ruszeniu wegetacji w dawkach wynikających z zawartości w nich głównych składników nawozowych. Nawozy te należy rozsiewać rozsiewaczami do nawozów mineralnych.

Bionawozy w formie płynnej stosowane w formie oprysku

Bionawozy w formie płynnej mogą być stosowane w formie oprysku wiosną po ruszeniu wegetacji oraz po I lub II pokosie. Oprysk należy wykonać opryskiwaczem po rozpuszczeniu określonej przez producenta dawki preparatu w 200-400 litrach wody. Najlepiej stosować je na wilgotną glebę, wieczorem lub przed spodziewanymi deszczami.

Bionawozy można mieszać z nawozami mineralnymi.

1.3.3. Stosowanie nawozów i zabiegi w uprawach ogrodnich i sadowniczych

Podstawowym celem nawożenia jest uzyskanie plonów wysokiej jakości, przy minimalnym „obciążeniu” środowiska naturalnego. Inną rolą nawożenia jest polepszenie lub podtrzymanie żyzności gleby, aby uzyskiwać wysokie i stabilne plony w dłuższym okresie czasu.

1.3.3.1. Stosowanie nawozów

Dawki nawozów powinny być dostosowane, zarówno do zasobności gleby w składniki pokarmowe, jak i potrzeb pokarmowych roślin. Nadmierne nawożenie azotowe najczęściej zwiększa plony, lecz prowadzi do nadmiernej akumulacji azotanów w ich tkankach.

Ważne! Azotany w owocach i liściach ulegają przemianom do szkodliwych dla zdrowia azotynów. Ma to miejsce szczególnie w uprawie warzyw liściowych o krótkim okresie przydatności do spożycia, tj. sałata, szpinak, endywia.

-  W uprawach roślin jagodowych, sadach, a także na plantacjach warzyw zaleca się wykorzystywanie fertygacji (jednoczesne aplikowanie wody i rozpuszczonych w niej nawozów). Podawany w tym systemie azot, w kilkunastu małych dawkach w okresie sezonu wegetacyjnego zgodnie z zapotrzebowaniem roślin i przebiegiem warunków

atmosferycznych, tylko w niewielkim stopniu narażony jest na straty poprzez wymywanie i ulatnianie.

- ✚ W systemie fertygacji, zaleca się korygowanie dawek nawozów azotowych w zależności od aktualnych wyników analiz gleby, fazy wzrostu roślin oraz warunków pogodowych.
- ✚ Ściółki organiczne zwiększają aktywność mikroorganizmów glebowych, przeciwdziałają przegrzewaniu się gleby, zwiększają jej wilgotność oraz hamują wzrost chwastów. Poprawa warunków wzrostu roślin sprzyja optymalnemu wykorzystaniu azotu z gleby.
- ✚ W polowej uprawie warzyw istotne znaczenie ma użycie okryw i ściółek, szczególnie z udziałem roślin bobowatych. Organiczne ściółki stopniowo wzbogacają glebę w azot poprzez rozkład wprowadzanej materii organicznej.

Ważne! Nawozy zielone (przedplony, międzyplony), szczególnie z roślin bobowatych drobnonasiennych (koniczyna, lucerna, seradela), są cennym źródłem azotu dla roślin, a dostępność azotu w pierwszym roku po ich przyoraniu wynosi 50–80%. Nawozy zielone pełnią również funkcję fitosanitarną.

- ✚ Zaleca się przyorywanie nawozów zielonych, gdyż są one cennym źródłem azotu oraz wzbogacają glebę w próchnicę, a tym samym poprawiają retencję azotu w glebie i jego dostępność dla roślin.
- ✚ W celu poprawienia ukorzenienia i pobierania azotu w uprawie warzyw, zaleca się staranne przygotowanie gleby i stosowanie zrównoważonego nawożenia.
- ✚ W młodych sadach, azot powinien być stosowany wokół pni drzew w promieniu około 1,5 razy większym niż średnica koron.
- ✚ W młodych sadach, w zależności od zawartości materii organicznej w glebie, dawki azotu wynoszą od 5 do 20 g na 1 m², jeśli wokół roślin utrzymywany jest ugór mechaniczny/herbicydowy.
- ✚ Intensywne sady, zakładane na karłowych podkładkach i sadzone w gęstej rozstawie, wymagają regularnego nawożenia azotem, rozłożonego w sezonie wegetacyjnym.
- ✚ W sadach z murawą w międzyrzędziach lub ze ściółką organiczną o wysokim stosunku C:N, dawki azotu należy zwiększyć o 40–50%.

Ważne! W młodym sadzie, nie zaleca się stosowanie azotu na całą powierzchnię gleby, gdyż prowadzi to do znacznych strat tego pierwiastka (głównie przez wymywanie), a w konsekwencji zanieczyszczenia środowiska.

- ✚ W uprawach sadowniczych wykorzystanie obornika przez rośliny powinno być uwzględnione w strategii nawożenia na kolejne 2–3 lata (w zależności od kategorii agronomicznej gleby). Azot z obornika, zastosowany przed założeniem sadu/plantacji, wykorzystany jest przez drzewa/krzewy w 30–40%.
- ✚ Na glebach lekkich, wykorzystanie składników z obornika zachodzi w ciągu 2 lat. Na takich glebach, obornik powinien być przyorwany na głębokość około 15 cm, aby skutecznie przeciwdziałać stratom azotu do atmosfery w formie amoniaku i tlenków azotu.

Na glebach cięższych, rozkład obornika zachodzi powoli i trwa 3–4 lata. Na tych glebach, głębokość wymieszania obornika wynosi około 10 cm.

- ✚ Do obliczenia właściwej dawki obornika, konieczne jest wcześniejsze wykonanie analizy składu chemicznego, w tym uwzględnienie zawartości azotu.
- ✚ W sadach, obornik może być zastosowany przed posadzeniem roślin lub może być wykładany wczesną wiosną wokół pni drzew w promieniu ok. 0,4 m.
- ✚ W uprawie roślin ogrodniczych celowe jest stosowanie kompostów z resztek organicznych (liści, resztek pożywnych, słomy, torfu) z dodatkiem obornika, gnojówki lub gnojowicy, ewentualnie odpadów komunalnych. Komposty poprawiają strukturę gleby i są bogatym źródłem składników pokarmowych, w tym azotu. Przed zastosowaniem kompostów, uzasadnione jest wykonanie analizy chemicznej celem określenia ilości wnoszonego azotu.
- ✚ Ściółkowanie plantacji warzyw, truskawek i kwiatów (roślin cebulowych na zimę – ściółka pozostaje do wykopania cebul) powoduje immobilizację (unieruchomienie) azotu glebowego, co ogranicza przenikanie azotu w głąb profilu gleby.

Przykłady opracowania planu nawożenia azotem dla upraw ogrodniczych i sadowniczych

Roślina uprawna: kapusta głowiasta

Założenia

Prognozowany plon:

- 40 t/ha dla odmian wczesnych.
- 60-80 t/ha dla odmian średnio wczesnych.
- 100-120 t/ha dla odmian późnych.

Nawożenie obornikiem jesienią:

30 t/ha (przy średniej zawartości azotu w oborniku 0,5% N; wnoszona ilość N do gleby 150 N kg/ha; w I roku uprawy po oborniku roślina pobiera około 25% N czyli 37,5 kg/ha).

Uprawa na glebach słabo próchnicznych o zawartości materii organicznej 1,5%: szacunkowa ilość azotu przyswajalnego dla roślin uwalniana z próchnicy glebowej w ciągu roku wynosi 15 kg/ha.

Wymagania pokarmowe kapusty głowiastej w zależności od odmiany:

- Odmiany wczesne zapotrzebowanie na N -105-120 kg/ha.
- Odmiany średnio wczesne zapotrzebowanie na N -160-180 kg/ha.
- Odmiany późne zapotrzebowanie na N - 250-270 kg/ha.

Ustalenie potrzeb nawozowych:

Na podstawie analizy zasobności gleby w składniki mineralne uwzględniającą N; gleba pobrana wiosną bieżącego roku z działki przed założeniem uprawy; analiza wykonana metodą ogrodniczą.

Stosowanie: nawozów naturalnych i mineralnych nawozów azotowych

Sposób nawożenia azotem: konwencjonalny, poprzez rozsianie nawozów

Plan nawożenia azotem

dla kapusty głowiastej odmiany wczesnej

Roczna ilość azotu: 52,5 kg/ha dostarczona z nawozów naturalnych i procesów rozkładu próchnicy; 52,5-67,5 kg/ha dostarczona z mineralnych nawozów azotowych

dla kapusty głowiastej odmiany średnio wczesnej

Roczna ilość azotu: 52,5 kg/ha dostarczona z nawozów naturalnych i procesów rozkładu próchnicy; 107,5-127,5 kg/ha dostarczona z mineralnych nawozów azotowych

dla kapusty głowiastej odmiany późne

Roczna ilość azotu: 52,5 kg/ha dostarczona z nawozów naturalnych i procesów rozkładu próchnicy; 197,5-217,5 kg/ha dostarczona z mineralnych nawozów azotowych

Podział rocznej dawki azotu z nawozów mineralnych: (1) 50% ilości (26,25-33,75 kg N/ha u odmian wczesnych; 53,75-63,75 kg N/ha u odmian średnio wczesnych i 98,75-108,75 kg N/ha u odmian późnych) rozsianie pod bronę przed sadzeniem rozsady, (2) 25% ilości zastosować pogłównie 2-3 tygodnie po przyjęciu rozsady oraz (3) pozostałą ilość gdy rośliny zaczynają stykać się liśćmi.

W pierwszym terminie nawożenia azotem używać saletry amonowej, saletrzaka lub innych nawozów zawierających formę amidową, azotanową i/lub amonową. W pozostałym terminie nawożenia azotem, używać saletry amonowej lub saletrzak.

Roślina uprawna: jabłoń

Założenia

Prognozowany plon: 40-60 t/ha

System pielęgnacji gleby w sadzie: ugór herbicydowy/mechanicznych wzdłuż rzędów drzew.

Zawartość materii organicznej w glebie w obrębie pasów herbicydowych/mechanicznych: 1,6-2,5%.

Zawartość azotu w liściach w okresie letnim: optymalna (2,10-2,40% s.m.).

Stosowanie tylko mineralnych nawozów azotowych.

Sposób nawożenia azotem: konwencjonalny, poprzez rozsiewanie nawozu na powierzchnię ugoru herbicydowego/mechanicznego.

Plan nawożenia azotem

Roczna ilość azotu mineralnego: 40-60 kg/ha powierzchni nawożonej.

Podział rocznej dawki azotu: (i) 50% ilości (20-30 kg/ha) w fazie nabrzmiewania/pęknięcia pąków, oraz (ii) pozostałą ilość bezpośrednio po opadnięciu płatków kwiatowych.

W pierwszym terminie nawożenia azotem używać mocznika, saletry amonowej, saletrzaka (tylko na glebach o zbyt małej zawartości magnezu w glebie) lub innych nawozów

zawierających formę amidową, azotanową lub amonową. W drugim terminie nawożenia azotem, używać saletry amonowej albo saletry wapniowej.

W przypadku, gdy zawartość azotu w liściach jest mniejsza niż 2,10% albo też większa niż 2,40%, roczną dawkę azotu mineralnego w kolejnym sezonie wegetacyjnym należy odpowiednio zwiększyć do 80 kg/ha albo zmniejszyć do 40 kg/ha.

1.3.3.2. Zastosowanie bionawozów w uprawach ogrodnich i sadowniczych

Udowodniono, że rośliny ogrodnicze (m.in. jabłoń, truskawka, pomidor, ogórek, pelargonja, tuja) traktowane bionawozami w większym stopniu przyswajają składniki mineralne i wodę oraz lepiej rosną i plonują. W uprawach ogrodnich zaleca się stosowanie stałych bionawozów w dawkach 400-700 kg/ha, a płynnych w dawkach 10-20 l/ha.

1.3.3.3. Technologie dozowania wody i nawozów rozpuszczonych w wodzie

Warzywa, truskawki i kwiaty produkowane są często pod osłonami w małej objętości podłoża. Taka technologia sprzyja wzrostowi i plonowaniu roślin, lecz wymusza uzyskiwanie przelewów pożywek, celem niedopuszczenia do zasolenia środowiska korzeniowego. Prowadzenie upraw w systemie otwartym (bez recyrkulacji pożywki), prowadzi do niekontrolowanej emisji wód drenarskich do środowiska, a w konsekwencji przenikania związków biogenych do wód gruntowych.

Ważne! W uprawach pod osłonami, uzasadnione jest wprowadzanie praktyk zarządzania nawozami w systemie zamkniętym, czyli z ponownym wykorzystaniem przelewów dla nawożenia roślin. Przy tej technologii produkcji, wykorzystania wody i składników nawozowych jest znacznie polepszone. Mając powyższe na uwadze oraz celowość gospodarowania upraw roślin w systemie zamkniętym zaleca się:

- Stosowanie recyklingu pożywki nawozowej.
- Powtórne wykorzystanie wód drenarskich do nawożenia innych upraw polowych, z wyłączeniem ziemniaków.
- Zagospodarowanie zużytych podłoży do upraw, wykorzystywanych w produkcji grzybów jadalnych, jako nawozu lub środka poprawiającego właściwości gleby.

Zalecanym działaniem jest budowanie nieprzepuszczalnych zbiorników na wody drenarskie z możliwością wykorzystania ich do nawożenia użytków zielonych.

W większości upraw ogrodnich, zaleca się aplikację nawozów poprzez system fertygacji. W warunkach uprawy na słabszych glebach o małej zasobności w materię organiczną (zawartość < 1,5%), wskazane jest stosowanie nawozów naturalnych i organicznych.

W trakcie uprawy roślin, konieczne jest kontrolowanie ich stanu odżywienia oraz systematyczne wykonywanie obserwacji/lustracji roślin, a także analiz chemicznych (podłoży, liści) w celu bieżącej korekty ilości stosowanych składników pokarmowych.

1.4. INTER-NAW narzędzie do planowania nawożenia azotem

Przy opracowywaniu planu nawożenia azotem można korzystać z programów komputerowych lub dostępnych on-line kalkulatorów spełniających wymagania *programu azotanowego*.

Zaleca się korzystanie z aplikacji INTER-NAW dostępnej nieodpłatnie na stronie internetowej Krajowej Stacji Chemiczno-Rolniczej³ w wersji on-line do korzystania przez Internet oraz w wersji off-line przeznaczonej do instalowania i korzystania na własnych urządzeniach (komputerach, tabletach) (Rysunek 4).

Rysunek 4. Menu aplikacji INTER-NAW



Źródło: Program INTER-NAW

Aplikacja INTER-NAW umożliwia opracowanie planu nawożenia azotem i wszystkimi głównymi składnikami pokarmowymi: fosforem, potasem, magnezem i siarką oraz określenie dawek wapna nawozowego. Posiada także moduł wyznaczania tzw. maksymalnych dawek azotu dla gospodarstw, których zgodnie z ustawą - *Prawo wodne* nie obejmuje obowiązku opracowania planu nawożenia azotem. Do przeprowadzenia obliczeń wymagane są informacje o odczynie i zasobności gleby w składniki pokarmowe (Rysunek 5).

³ <https://internaw.pl/>
<https://www.schr.gov.pl/>

Rysunek 5. Niezbędne informacje o właściwościach gleby



Dane o działkach

Dane agrochemiczne

Zatwierdź

Kategoria agron. gleby

3 - średnia

Odczyn gleby

5,3

pHKCl

Zawartość Corg

%

Zawartość azotu w glebie

kg N/ha

☒ Egner ☐ Mehlich

14

P2O5 mg/100g gleby

X

Zawartość fosforu

20

K2O mg/100g gleby

Zawartość potasu

5

Mg mg/100g gleby

Zawartość magnezu

S-SO4 mg/100g gleby

Źródło: Program INTER-NAW

INTER-NAW zawiera w sobie kalkulator nawozów naturalnych, który na podstawie informacji o liczbie zwierząt i sposobie ich utrzymania oblicza ilość wytwarzanych w gospodarstwie nawozów oraz określa ich skład chemiczny (Rysunek 6).

Rysunek 6. Obliczanie ilości nawozów naturalnych



Produkcja zwierzęca

2023 / yyyy

System utrzymania

Płytki ściółka

X

Gatunek, rodzaj zwierząt

Bydło / Jałówki powyżej 1 roku

Okres pastwiskowy

miesiące

Okres przebywania w grupie

12

miesiące

Stan początkowy

40

PRZYCHÓD

ROZCHÓD

- z urodzenia

- na przeklasowanie

- z przeklasowania

- na sprzedaż

- z zakupu

- padnięcia/ubój

RAZEM PRZYCHÓD:

0

RAZEM ROZCHÓD:

0

Przelotowość stada

40

DJP

32

Stan średnioroczny

40

Suma DJP

32

W nawozach naturalnych

Średnia dawka

Nawozy stałe

240 t

Nawozy płynne

232 m3

Azot

1298 kg

23,18 kg/ha UR

Azot

2,8 kg/t

Azot

2,7 kg/m3

Fosfor

519 kg

9,27 kg/ha UR

Fosfor

1,12 kg/t

Fosfor

1,08 kg/m3

Potas

1440 kg

25,71 kg/ha UR

Potas

3,1 kg/t

Potas

3 kg/m3

Magnez

596 kg

10,64 kg/ha UR

Magnez

1,7 kg/t

Magnez

0,81 kg/m3

System utr.

Rodzaj zwierząt

Wsp DJP

Stan pocz.

Przelot.

Stan średn.

DJP

Ilość N [kg]

Płytki ściółka

Bydło / Jałówki powy...

0,8000

40

40,00

40,00

32,000

1298,00

Źródło: Program INTER-NAW

Moduł o nazwie „Bilans NPKMg” pozwala obliczyć saldo bilansu składników pokarmowych z uwzględnieniem zalecanej przez INTER-NAW dawki nawozów mineralnych oraz informacji

wprowadzonych przez użytkownika (gatunek i plon rośliny uprawnej, sposób zagospodarowania produktów ubocznych, nawożenie organiczne) (Rysunek 7).

Rysunek 7. Bilans składników pokarmowych w skali pola

The screenshot shows the 'Bilans N P K Mg' (Nutrient Balance N P K Mg) window in the INTER-NAW 1.216 - 2023 application. The window is titled 'Bilans N P K Mg' and 'kowalksi'. It contains a table with the following data:

Data	Nr działki	Nr pola	Pow.	Gatunek rośliny
2023-01-20	X1		3,00	Pszenica ozima
2023-01-20	S1			Inne zboża na ziarno
2023-01-20	V1			Ruń TUZ
2023-01-20	U1			Grochy, nasiona

Below the table, there are input fields for mineral, natural, and organic fertilizers, and a section for symbiotic nitrogen fixation. The results are displayed in three colored boxes:

- PRZYCHÓD (Input):** N 123, P2O5 51, K2O 9, Mg 4.
- ROZCHÓD (Output):** N 151,2, P2O5 56, K2O 42, Mg 9,66.
- BILANS (Balance):** N -28,2, P2O5 -5, K2O -33, Mg -5,66.

The bottom section shows the 'Prognozowana zmiana zawartości w glebie' (Predicted change in soil content):

Składnik	Zmiana	Jednostka
Fosfor	-0,04	mg P2O5/100g
Potas	-0,15	mg K2O/100g
Magnez	-0,02	mg Mg/100g

Źródło: Program INTER-NAW

2. Okresy, kiedy rolnicze wykorzystanie nawozów jest niewłaściwe

Nawozy nie powinny być stosowane w warunkach, gdy zawarte w nich składniki mineralne, szczególnie związki azotu, narażone są na wymywanie do wód gruntowych lub zmywanie do wód powierzchniowych.

- Należy unikać stosowania nawozów azotowych w późnym okresie wzrostu i rozwoju roślin, kiedy pobieranie składników pokarmowych jest niewielkie. Niewykorzystany przez rośliny azot pozostający w glebie jest narażony na wymywanie do wód gruntowych. Dotyczy to przede wszystkim okresu zimowego, ale straty składników

mogą zachodzić i w innych okresach zależnie od rodzaju gleby, natężenia opadów i okrywy glebowej.

- + Brak okrywy roślinnej i ustanie wegetacji powoduje, że nawozy zastosowane jesienią nie są efektywnie wykorzystywane przez rośliny i może wystąpić wymycie związków azotu do wód gruntowych. Dlatego stosowanie nawozów naturalnych powinno być dostosowane do możliwości pobrania związków azotu przez rośliny, z uwzględnieniem warunków i terminów, w których ryzyko wymycia azotanów jest najmniejsze, tj. od początku sezonu wegetacyjnego do jego zakończenia.
- + Terminy, kiedy można stosować nawozy, wyznacza *program azotanowy*. Jednak z uwagi na dużą zmienność warunków pogodowych w poszczególnych latach, dopuszcza się pewne odstępstwa w warunkach, o których mowa w Tabeli 16 (informacje dodatkowe).

Zabronione jest stosowanie nawozów na gruntach zamrzniętych, zalanych wodą, nasyconych wodą lub przykrytych śniegiem (nie dotyczy nawożenia stawów ziemnych wykorzystywanych do chowu i hodowli ryb).

Nawet jeżeli nastąpi okresowe ocieplenie, ale gleba nie rozmarza co najmniej powierzchniowo, należy wstrzymać się z aplikacją nawozów.

Tabela 16. Terminy stosowania nawozów na gruntach rolnych

Rodzaj nawozów Rodzaj gruntów	Nawozy azotowe mineralne i nawozy naturalne płynne	Nawozy naturalne stałe
Grunty orne	1 marca – 20 października	1 marca – 31 października
Grunty orne na terenie gmin objętych wykazem stanowiącym załącznik nr 2 do <i>programu azotanowego</i>	1 marca – 15 października	
Grunty orne na terenie gmin objętych wykazem stanowiącym załącznik nr 3 do <i>programu azotanowego</i>	1 marca – 25 października	
Uprawy trwałe	1 marca – 31 października	1 marca – 30 listopada
Uprawy wieloletnie		
Trwałe użytki zielone		

Informacje dodatkowe:

Wcześniejsze stosowanie nawozów, przed terminami, o których mowa w Tabeli 16, jest możliwe w okresie od 1 do ostatniego dnia lutego, jeżeli w przypadku roślin zasianych jesienią, upraw trwałych, upraw wieloletnich i trwałych użytków zielonych średnia dobową temperatura powietrza przejdzie przez próg 3°C, a dla pozostałych upraw średnia dobową temperatura powietrza przejdzie przez próg 5°C. Jako przejście przez próg danej temperatury należy wskazać termin, w którym przez 5 dni następujących po sobie, każdego dnia, średnia dobową temperatura powietrza przekroczyła 3°C, lub termin, w którym przez pięć dni następujących po sobie, każdego dnia, średnia dobową temperatura powietrza przekroczyła 5°C.

Terminy określone w Tabeli 16 dla gruntów ornych, na terenie gmin objętych wykazem stanowiącym załącznik nr 2 do *programu azotanowego* oraz gruntów ornych na terenie gmin objętych wykazem stanowiącym załącznik nr 3 do *programu azotanowego* nie dotyczą podmiotów, które będą zakładać uprawy jesienią po późno zbieranych przedplonach, buraku cukrowym, kukurydzy lub późnych warzywach. Dopuszczalna dawka azotu w wieloskładnikowych nawozach mineralnych dla zakładanych upraw nie może przekroczyć dawki 30 kg N/ha. Należy szczegółowo udokumentować termin zbioru, datę stosowania nawozu, zastosowane nawozy i ich dawkę oraz termin siewu jesiennej uprawy.

Terminy określone w Tabeli 16 dla gruntów ornych, gruntów ornych na terenie gmin objętych wykazem stanowiącym załącznik nr 2 do *programu azotanowego* oraz gruntów ornych na terenie gmin objętych wykazem stanowiącym załącznik nr 3 do *programu azotanowego* nie dotyczą podmiotów, które nie mogły dokonać zbiorów lub nawożenia z uwagi na niekorzystne warunki pogodowe, w szczególności nadmierne uwilgotnienie gleby. Dla tych podmiotów termin graniczny stosowania nawozów to dzień 30 listopada.

Możliwość wcześniejszego stosowania nawozów

Program azotanowy w ust. 4 rozdziału 1.3 wprowadza możliwość wcześniejszego stosowania nawozów tj. w okresie od 1-go do ostatniego dnia lutego, jeżeli gleba nie jest zamrznięta, zalana wodą albo pokryta śniegiem i nastąpi przejście średniej temperatury powietrza przez próg:

- ✚ 3°C w przypadku roślin zasianych jesienią, upraw trwałych, upraw wieloletnich i trwałych użytków zielonych.
- ✚ 5°C w przypadku pozostałych upraw.

Przejście przez próg danej temperatury rozumiane jest jako termin, w którym przez 5 dni następujących po sobie, każdego dnia, średnia dobową temperatura powietrza przekroczyła 3°C lub termin, w którym przez 5 dni następujących po sobie, każdego dnia średnia dobową temperatura powietrza przekroczyła 5°C. Wykaz powiatów, w których nastąpiło przejście średniej dobowej temperatury powietrza przez próg 3°C i 5°C, jest publikowany codziennie, w okresie od 1 do ostatniego dnia lutego, na stronie internetowej Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego w zakładce „Kryterium wcześniejszego terminu nawożenia”⁴. W przypadku lokalizacji gospodarstwa na terenie 2 lub więcej powiatów terminem rozpoczęcia nawożenia jest termin określony dla powiatu z większym udziałem procentowym powierzchni gospodarstwa w tym powiecie w stosunku do całkowitej powierzchni tego gospodarstwa.

Możliwość późniejszego stosowania nawozów

Przepisy rozdziału 1.3 *programu azotanowego* umożliwiają rolnikom na elastyczne podejście do jesiennego terminu stosowania nawozów zawierających w swoim składzie azot na gruntach ornych w następujących wyjątkowych sytuacjach:

- ✚ Niekorzystnych warunków pogodowych – np. nadmiernego uwilgotnienia gleby, wystąpienia suszy – w tych sytuacjach graniczny termin stosowania nawozów to dzień 30 listopada. Przepisy *programu azotanowego* nie wymagają specjalnego dokumentowania takich przypadków. Rolnik sam określa warunki pogodowe i potrzebę stosowania nawozów w terminie późniejszym niż 31 października.
- Biorąc pod uwagę, że suszą rolniczą jest „okres, w którym wilgotność gleby jest niedostateczna do zaspokojenia potrzeb wodnych roślin i prowadzenia normalnej gospodarki w rolnictwie”, należy pamiętać, że wystąpienie tego zjawiska zależy nie tylko od lokalnych warunków klimatycznych (opady i temperatura), ale również od cech

⁴ https://agrometeo.imgw.pl/kryterium_wczesniejszego_terminu_nawozenia

geomorfologicznych danej zlewni. Istotne znaczenie ma również rodzaj uprawy, ponieważ poszczególne gatunki roślin reagują różnie na konkretne warunki klimatyczno-glebowe,

- ✚ Zakładania uprawy jesienią po późno zbieranych przedplonach, buraku cukrowym, kukurydzy lub późnych warzywach - dla tych sytuacji termin stosowania nawozów to koniec jesieni. W przypadku stosowania nawozów pod zakładanie uprawy jesienią po późno zbieranych przedplonach, buraku cukrowym, kukurydzy lub późnych warzywach:
 - dopuszczalna dawka azotu w wieloskładnikowych nawozach mineralnych dla zakładanych upraw nie może przekroczyć dawki 30 kg N/ha,
 - należy szczegółowo udokumentować termin zbioru, datę stosowania nawozu, zastosowane nawozy i ich dawkę oraz termin siewu jesiennej uprawy.

Zatem niekorzystne warunki pogodowe odnoszą się również do występowania suszy rolniczej oraz innych zdarzeń pogodowych (np. deszcz nawalny), które najczęściej występują lokalnie. W tej sytuacji, producent rolny powinien samodzielnie ocenić, uwzględniając panujące warunki pogodowe, możliwość dokonania jesiennego zbioru i zastosowania nawożenia, jednak nie później niż do końca listopada. Natomiast podczas lat o zwyczajowo panujących warunkach pogodowych jesienią należy dotrzymać terminów określonych w *programie azotanowym*.

Terminy podane w Tabeli 16 nie dotyczą nawożenia upraw pod osłonami oraz upraw kontenerowych.

Nie stosuje się nawożenia na glebach odłogowanych (gruntach odłogowanych). Dopuszcza się zastosowanie nawozów jesienią przed planowanym zakończeniem odłogowania.

Okresy stosowania organicznych środków nawozowych.

- ✚ Organiczne środki nawozowe najlepiej stosować przed siewem lub sadzeniem roślin, gdy możliwe jest ich wymieszanie z glebą, a więc po żniwach późnym latem i jesienią lub wiosną pod uprawy jare. Nie należy stosować środków wówczas, gdy stan gleby uniemożliwia prowadzenie zabiegów uprawy roli (gleba zamarznięta, nadmiernie uwilgotniona, zbyt przesuszona).
- ✚ Środki w postaci płynnej lub takie, których wymieszanie z glebą nie jest konieczne mogą być stosowane także pogłównie, w międzyrzędzia.
- ✚ Pochodzące z zakupu organiczne środki nawozowe stosuje się w dawkach i terminach wynikających z instrukcji stosowania produktu. Stosując odpady lub produkty uboczne, należy kierować się zaleceniami uzyskanymi od ich wytwórcy.
- ✚ Zaleca się, aby organiczne środki nawozowe w postaci płynnej oraz ścieki stosować w terminach obowiązujących dla nawozów azotowych mineralnych i nawozów naturalnych płynnych, a środki w postaci stałej, mazistej lub ziemistej stosować w terminach obowiązujących dla nawozów naturalnych stałych wskazanych w tabeli 16.

3. Rolnicze wykorzystanie nawozów na gruntach zamarzniętych, zalanych wodą, nasyconych wodą lub przykrytych śniegiem

Zabronione jest stosowanie nawozów na gruntach zamarzniętych, zalanych wodą, nasyconych wodą lub przykrytych śniegiem (nie dotyczy nawożenia stawów wykorzystywanych do chowu i hodowli ryb).

- ✚ Gleby zalane to takie, na których widoczne są zastoiska wody (nie dotyczy stawów rybnych). Za nasycone wodą można uważać gleby, które pomimo braku zastoisk nie wchłaniają wody, są maziste i plastyczne.
- ✚ Gleby zamarznięte są stwardniałe, stawiają opór naciskowi i nie wchłaniają wody z powodu zablokowania porów przez lód. Za glebę zamarzniętą nie uznaje się gleby, która rozmarza co najmniej powierzchniowo w ciągu dnia. Nawet jeżeli nastąpi okresowe ocieplenie, ale gleba nie rozmarza co najmniej powierzchniowo, należy wstrzymać się z aplikacją nawozów.
- ✚ Za pokryte śniegiem można uważać pola, których co najmniej 50% powierzchni pokrywa warstwa śniegu, spod której nie jest widoczna gleba.
- ✚ Gdy gleba jest nadmiernie uwilgotniona niewskazany jest wypas zwierząt, gdyż składniki nawozowe z odchodów mogą się przemieszczać do wód gruntowych.

Stawy wykorzystywane do chowu lub hodowli ryb mogą być nawożone nawozami naturalnymi lub nawozami azotowymi mineralnymi.

4. Nawożenie na terenach nachylonych

Głównym problemem gospodarowania na terenach o dużych spadkach jest erozja wodna. Wody opadowe spływające po zboczach wymywają z powierzchni pól składniki biogenne w formie rozpuszczonej oraz związane z wynoszonym materiałem glebowym. Mogą one przedostawać się do wód powierzchniowych powodując eutrofizację.

Ważne! Podstawowym działaniem ograniczającym straty azotu na terenach o dużym nachyleniu jest ochrona powierzchni ziemi przed erozją oraz umiejętne stosowanie nawozów.

Ważne! Nasileniu erozji wiosną sprzyja stosowanie w płodozmianie roślin wymagających szerokiej rozstawy rzędów, takich jak kukurydza, burak czy ziemniak.

- ✚ Rozmiar spływów powierzchniowych zależy od nachylenia terenu, składu granulometrycznego gleby i sposobu jej uprawy, natężenia opadów i rodzaju okrywy roślinnej. Wszystkie te czynniki, a zwłaszcza rodzaj okrywy roślinnej, muszą być brane pod uwagę przy ustalaniu terminów i sposobów stosowania nawozów w terenach narażonych na erozję wodną.
- ✚ Gleby położone na zboczach powinny być utrzymywane w dobrej strukturze, a przede wszystkim należy zapobiegać ich zagęszczeniu i zaskorupieniu. Gleby nadmiernie zagęszczone, w tym z podeszwą płużną, lub powierzchniowo zaskorupione, wykazują znacznie mniejszą przepuszczalność i pojemność wodną, a procesy erozyjne są tutaj

szczególnie nasilone. Spływy powierzchniowe wody są zawsze związane ze stratami składników mineralnych i ich przedostawaniem się do wód powierzchniowych.

Ważne! Na gruntach o nachyleniu 10–20% można prowadzić uprawę roślin, ale przy regularnym stosowaniu zabiegów przeciwozyjnych oraz ograniczeniach nawozowych, określonych w *programie azotanowym*. Zaleca się, aby grunty na stokach o nachyleniu powyżej 20% były trwale zadarnione lub zalesione.

Ważne! Grunty położone na stokach o nachyleniu 7–10%, zwłaszcza na długich skłonach, są słabiej zagrożone erozją wodną, ale również na nich wskazany jest przeciwozyjny sposób uprawy roli. Na takich polach konieczne jest też stosowanie nawożenia w taki sposób, by zminimalizować ilość niewykorzystanego przez rośliny azotu w glebie.

Ważne! Nachylenie 10% oznacza wzrost pochylenia terenu o 1 m na długości 10 m.

Stosowanie nawozów w terenie o dużym nachyleniu.

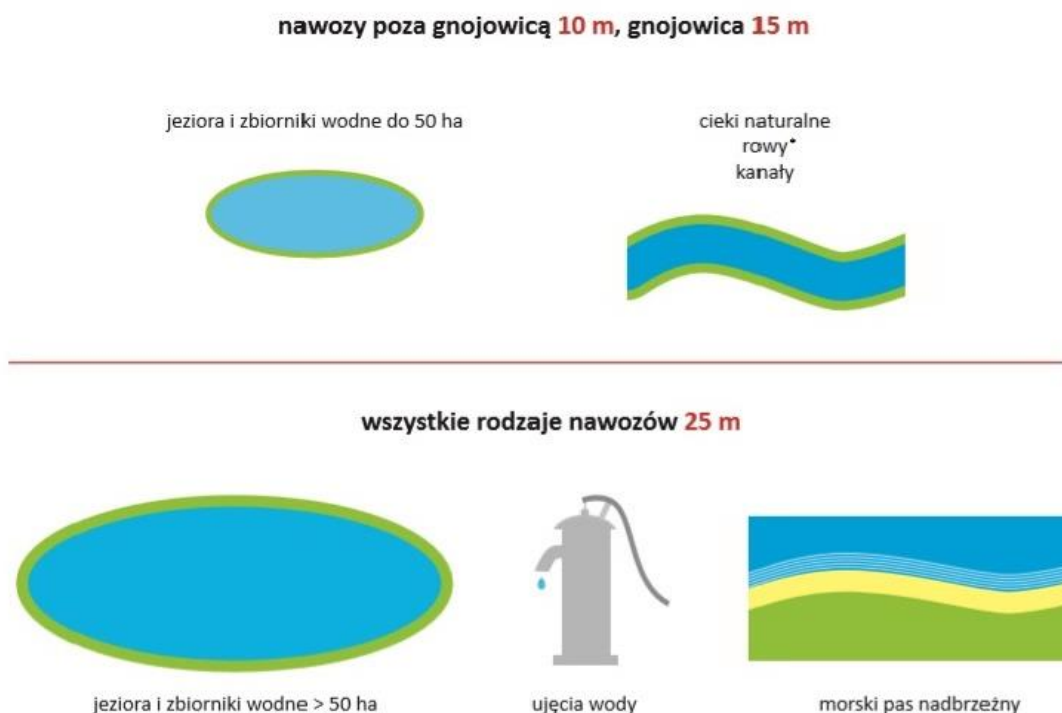
Nawozy naturalne w formie płynnej oraz mineralne nawozy azotowe mogą być stosowane na polach o nachyleniu większym niż 10% (6°), tylko jeżeli pola te znajdują się pod okrywą roślinną z zachowaniem wymaganych odległości określonych w *programie azotanowym*.

Ważne! Nawozy oraz środki nawozowe zaleca się stosować równomiernie na całej powierzchni pola (nie dotyczy aplikacji zmiennych dawek zgodnie z zasadami precyzyjnego rolnictwa) w sposób wykluczający nawożenie pól i upraw do tego nieprzewidzianych.

Stosując nawozy oraz wykonując wszelkie zabiegi uprawowe, należy zachowywać bezpieczną odległość od zbiorników wodnych, naturalnych cieków oraz kanałów i rowów, zgodnie z definicjami zawartymi w rozdziale 5.

Zakaz stosowania nawozów naturalnych na terenach o dużym nachyleniu obowiązuje w odległościach określonych na Rysunku 8.

Rysunek 8. Odległości dotyczące zakazu stosowania nawozów na obszarach o dużym nachyleniu



* Zgodnie z programem azotanowym zakaz dotyczy rowów z wyłączeniem rowów o szerokości do 5 m liczonej na górnej krawędzi brzegu rowu, jednak zaleca się nie stosować nawozów ww. odległościach od wszystkich rowów.

Źródło: A. Bochniarz

Odległość dotycząca zakazu stosowania nawozów od ujęć wody może być inna, jeżeli została ustanowiona strefa ochronna na podstawie przepisów ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. – *Prawo wodne*.

Odległości podane na Rysunku 8 mogą być zmniejszone o połowę w przypadku stosowania nawozów za pomocą urządzeń aplikujących je bezpośrednio do ziemi.

U podnóża zboczy następuje z reguły akumulacja składników mineralnych w glebie, co należy wziąć pod uwagę przy planowaniu nawożenia w tych miejscach.

Zaleca się, aby płynne nawozy naturalne były stosowane za pomocą urządzeń aplikujących je bezpośrednio do gleby, a nawozy w formie stałej wymieszane z glebą zaraz po ich rozrzuceniu.

Zaleca się, aby dawki nawozów azotowych były dzielone na dwie lub trzy równe części. Jednorazowa dawka N nie może być większa niż 100 kg N/ha, a odstęp pomiędzy stosowaniem poszczególnych dawek nawozów azotowych nie powinien być krótszy niż 14 dni.

5. Stosowanie nawozów w pobliżu cieków naturalnych, zbiorników wodnych, kanałów i rowów

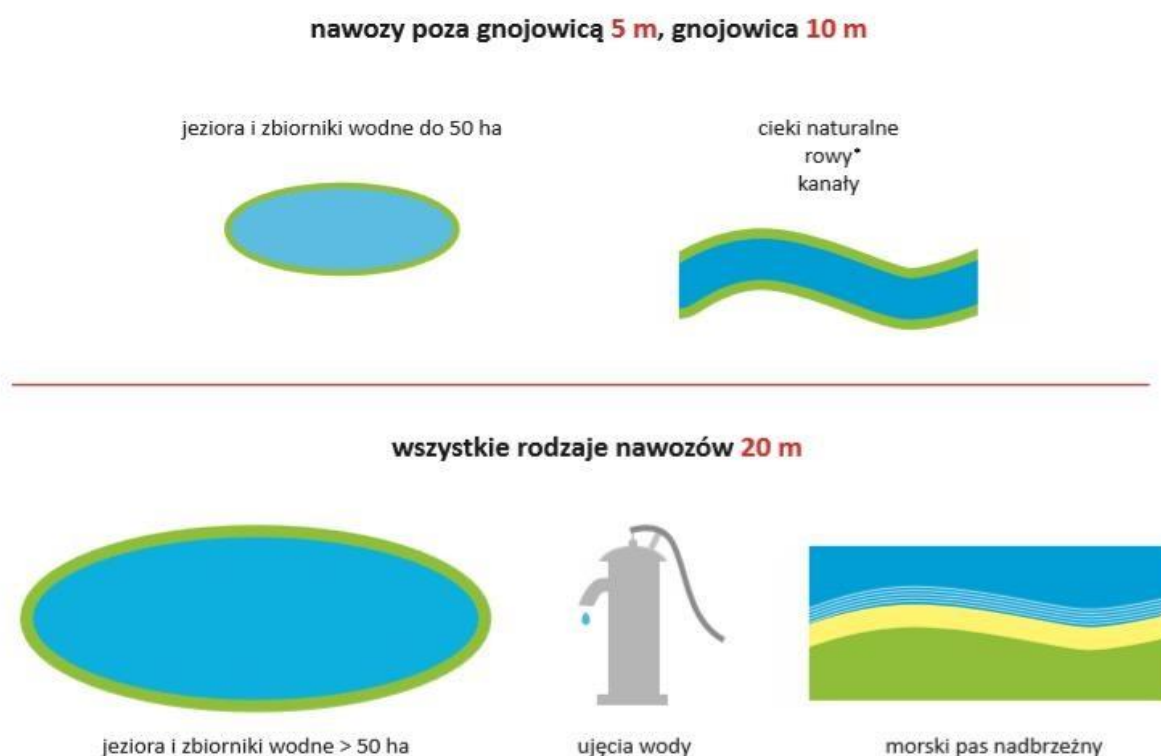
Na obszarach położonych w bezpośredniej bliskości cieków naturalnych, jezior i innych zbiorników wodnych, kanałów i rowów oraz ujęć wody obowiązują szczególne zasady stosowania nawozów, uwzględniające dawki, rodzaj i postać nawozu, dobór sprzętu do nawożenia, a nawet przebieg pogody w czasie rozsiewu lub rozlewu nawozów.

Ważne! Stosując nawozy naturalne, organiczne, mineralne i środki poprawiające właściwości gleby oraz wykonując wszelkie zabiegi uprawowe, należy zawsze zachowywać bezpieczną odległość od zbiorników wodnych, naturalnych cieków oraz rowów i kanałów wodnych.

Sprzęt do stosowania nawozów w pobliżu cieków naturalnych, zbiorników wodnych, kanałów i rowów powinien być w odpowiednim stanie technicznym i starannie wyregulowany. Zabiegu nawożenia należy dokonywać przy sprzyjającym kierunku wiatru, zapobiegającym znoszeniu cząstek lub kropli nawozu na powierzchnię wody.

Minimalne odległości prezentuje Rysunek 9.

Rysunek 9. Odległości dotyczące zakazu stosowania nawozów



*Zgodnie z programem azotanowym zakaz dotyczy rowów z wyłączeniem rowów o szerokości do 5 m liczonej na górnej krawędzi brzegu rowu, jednak zaleca się nie stosować nawozów ww. odległościach od wszystkich rowów.

Źródło: A. Bochniarz

Odległość dotycząca zakazu stosowania nawozów od *ujęć wody* może być inna, jeżeli została ustanowiona strefa ochronna na podstawie przepisów ustawy – *Prawo wodne*.

Odległości dotyczące zakazu stosowania nawozów na terenach o dużym nachyleniu zostały opisane w rozdziale 4.

Odległości podane na Rysunku 9 mogą być zmniejszone o połowę w przypadku stosowania nawozów za pomocą urządzeń aplikujących je bezpośrednio do ziemi, jednak w odległości nie mniejszej niż 3m.

Mycie rozsiewaczy nawozów i opryskiwaczy nie może się odbywać w pobliżu wód powierzchniowych czy stref ochrony wód, powinno odbywać się w miejscu oddalonym od krawędzi wody o co najmniej 25 m.

Pastwiska znajdujące się w bezpośrednim sąsiedztwie linii brzegowej wód powierzchniowych nie powinny być przeciążane zbyt dużą obsadą zwierząt.

Nie należy lokalizować wodopojów bezpośrednio na zbiorniku lub cieku wodnym. Ma to istotne znaczenie nie tylko w kontekście ograniczania zanieczyszczenia wód z powodu pozostawianych odchodów, ale jest również niewłaściwe ze względu na dobrostan zwierząt, które powinny być pojeone wodą o parametrach wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, tymczasem woda spożywana bezpośrednio ze zbiornika lub cieku może zawierać związki chemiczne, bakterie i pasożyty niebezpieczne zarówno dla samych zwierząt, jak i w dalszej kolejności dla człowieka.

6. Regulacja odczynu gleby

Czynnikami o istotnym wpływie na efektywność wykorzystania azotu i wielkość jego strat z rolnictwa jest odczyn gleby (pH).

6.1. Zakwaszające działanie nawozów mineralnych

Zakwaszanie gleby jest skutkiem naturalnych procesów prowadzących do nadmiernej akumulacji kationów wodoru (H^+). Zjawisko to objawia się dopiero w momencie, gdy gleba nie jest w stanie we własnym zakresie neutralizować nadmiaru kationów wodoru, co w konsekwencji prowadzi do spadku odczynu (pH). Źródła tego kationu w glebie są różne, w uproszczeniu możemy podzielić je na naturalne (tj. mineralizacja materii organicznej gleby, oddychanie korzeni roślin, wymywanie kationów), niezależne od człowieka oraz te powstające w wyniku jego działalności: kwaśne deszcze i stosowanie nawozów mineralnych o właściwościach zakwaszających.

Na większości gleb użytkowanych rolniczo decydujące znaczenie w zakwaszaniu ma stosowanie nawozów mineralnych, zwłaszcza azotowych, a w mniejszym stopniu również potasowych. Zastosowanie azotu do gleby w postaci amonowej NH_4^+ czy mocznika $CO(NH_2)_2$, który ulegając hydrolizie przechodzi również w formę amonową, powoduje zakwaszenie roztworu glebowego zarówno przez biologiczne utlenianie, nityfikację, jak też przez jego pobranie przez system korzeniowy. Każdy kilogram azotu zastosowany w postaci siarczanu amonu $(NH_4)_2SO_4$ powoduje wzrost ilości protonów w glebie o 110 mol H^+ /ha, w postaci saletry amonowej NH_4NO_3 i mocznika $CO(NH_2)_2$ o około 36 mol H^+ /ha. Dla lepszego

zobrazowania zakwaszającego oddziaływania poszczególnych nawozów azotowych, wyznaczono ilość węglanu wapnia CaCO_3 potrzebną dla zrównoważenia ich działania zakwaszającego (Tabela 17).

Tabela 17. Równoważniki kwasowe i zasadowe wybranych nawozów azotowych

Nazwa nawozu	Równoważnik (kg CaCO_3)/100 kg nawozu	
	kwasowy	zasadowy
Siarczan amonu	110	-
Mocznik	82	-
Saletra amonowa	61	-
Woda amoniakalna	36	-
Saletrzak	30	-
Saletra wapniowa	-	21
Saletra sodowa	-	28

Źródło: Filipek i in. 2015⁵.

Nawozy azotowe i wieloskładnikowe, które uwalniają jony amonowe w wyniku przemian w glebie (m.in. siarczan amonu, saletra amonowa, saletrzak, mocznik, fosforan amonu), przyczyniają się do zakwaszenia gleb poprzez:

- wypieranie z kompleksu sorpcyjnego jonów kwaśnych i kationów zasadowych, co prowadzi odpowiednio do uruchomienia kwasowości czynnej oraz wymywania jonów Ca^{2+} i Mg^{2+} wraz z anionami towarzyszącymi,
- pobieranie przez rośliny lub mikroorganizmy kationu NH_4^+ i wydzielanie jonów H^+ (fizjologiczna kwasowość),
- nityfikację azotu pochodzącego z nawozów mineralnych oraz z substancji organicznej (efekt bodźcowy),
- utlenianie amoniaku.

Do zakwaszenia gleby przyczyniają się również nawozy potasowe. Oddziaływanie soli potasowych wiąże się nie tyle z bezpośrednim zwiększaniem koncentracji protonów wodorowych w glebie, ile z wypieraniem jonów glinowych z kompleksu sorpcyjnego gleby do roztworu glebowego.

Część nawozów azotowych zawiera składniki, które mogą przyczyniać się do neutralizacji zakwaszenia (np. węglan wapnia w saletraku), co wpływa na zmniejszenie wartości równoważnika kwasowego lub powoduje alkalizację środowiska (np. saletra wapniowa, sodowa). Aniony z saletry wapniowej lub sodowej przy absorpcji przez organizmy żywe oraz

⁵ Filipek i in. 2015. Zakwaszenie i wapnowanie gleb. Fundacja Programów dla Rolnictwa FAPA

denitryfikacji przyczyniają się do alkalizacji środowiska, a niepobrany kation zwiększa wysycenie kompleksu sorpcyjnego zasadami.

Jak wynika z przedstawionych informacji, zdecydowana większość nawozów mineralnych, w szczególności nawozy azotowe, powodują silniejsze lub słabsze zakwaszenie gleby. Dlatego przed wyborem konkretnego nawozu warto wziąć pod uwagę jego zakwaszające oddziaływanie na glebę i rozważyć konieczność zastosowania nawozów wapniowych w celu regulacji odczynu.

6.2. Wapnowanie gleb gruntów ornych

Ważne! Dla GO optymalna wartość pH w KCl wynosi od 5,5 do 7,0, tj. odczyn od lekko kwaśnego do obojętnego. Zakwaszenie gleb, tj. spadek pH poniżej wartości granicznej, skutkuje zmniejszeniem przyswajalności składników pokarmowych dla roślin uprawnych, obniżką plonów i wymywaniem z gleby składników nawozowych niepobranych przez rośliny.

Czynniki zwiększające reaktywność wapna w odkwaszaniu gleb:

- wymieszanie z glebą,
- wilgotność gleby na poziomie połowej pojemności wodnej,
- forma pylista nawozu (<0,5 mm),
- wysoki potencjał odkwaszający.

- ✚ Na glebach o nieuregulowanym odczynie rośliny nie mogą efektywnie wykorzystać składników pokarmowych z nawozów, a intensyfikacja nawożenia nie przekłada się na wzrost plonów roślin.
- ✚ Racjonalne zarządzanie składnikami pokarmowymi wymaga regularnego (raz na 4–5 lat) badania odczynu i oceny potrzeb wapnowania gleb.
- ✚ W celu odkwaszenia gleb zalecane jest stosowanie nawozów wapniowych w dawkach wynikających z potrzeb wapnowania i kategorii agronomicznej gleby.
- ✚ Zabieg wapnowania najlepiej wykonywać po zbiorach roślin uprawnych, późnym latem albo jesienią.
- ✚ Wapno należy wymieszać z glebą za pomocą narzędzi uprawowych.
- ✚ Na glebach cięższych można stosować wapno tlenkowe, na glebach lżejszych – węglanowe.
- ✚ Nie należy łączyć zabiegu wapnowania ze stosowaniem nawozów naturalnych oraz nawozów mineralnych zawierających azot w formie amonowej z uwagi na duże straty amoniaku.
- ✚ Wskazane jest, aby między wapnowaniem, a zastosowaniem innych nawozów mineralnych lub organicznych upłynęło co najmniej 6 tygodni.
- ✚ W świetle najnowszych zaleceń IUNG-PIB, ustalanie dawek wapna może odbywać się w uproszczony sposób, z pominięciem tzw. potrzeb wapnowania i dostosowanie zalecanych dawek czystego składnika do stwierdzonego pH gleby. Wprowadzone

zalecenia wymagają ustalenia pH gleby oraz jej kategorii agronomicznej, a zalecana dawka CaO odczytywana jest z właściwej tabeli.

Dawki CaO na gruntach ornych.

Tabela 18. Gleby bardzo lekkie

pH gleby	zalecana dawka CaO t/ha	Podział dawki	
		dawka I	dawka II
5	0,2	0,2	-
4,9	0,5	0,5	-
4,8	0,8	0,8	-
4,7	1	1	-
4,6	1,3	1,3	-
4,5	1,6	1,6	-
4,4	1,8	1,8	-
4,3	2	2	-
4,2	2,2	2,2	-
4,1	2,4	2,4	-
4	2,8	2,8	-
3,9	3,1	3,1	-
3,8	3,4	3,4	-

Źródło: KSChR

Tabela 19. Gleby lekkie

pH gleby	zalecana dawka CaO t/ha	Podział dawki	
		dawka I	dawka II
5,5	0,2	0,2	-
5,4	0,5	0,5	-
5,3	0,9	0,9	-
5,2	1,2	1,2	-
5,1	1,5	1,5	-
5	1,8	1,8	-
4,9	2,1	2,1	-
4,8	2,3	2,3	-
4,7	2,6	2,6	-
4,6	2,9	2,9	-
4,5	3,1	3,1	-
4,4	3,4	3,4	-
4,3	4,5	3,5	1
4,2	4,7	3,5	1,2

pH gleby	zalecana dawka CaO t/ha	Podział dawki	
		dawka I	dawka II
4,1	5,5	3,5	2
4	5,9	3,5	2,4
3,9	6,3	3,5	2,8
3,8	6,5	3,5	3

Źródło: KSChR

Tabela 20. Gleby średnie

pH gleby	zalecana dawka CaO t/ha	Podział dawki	
		dawka I	dawka II
6	0,4	0,4	-
5,9	0,8	0,8	-
5,8	1,2	1,2	-
5,7	1,6	1,6	-
5,6	2	2	-
5,5	2,4	2,4	-
5,4	2,8	2,8	-
5,3	3,2	3,2	-
5,2	3,6	3,6	-
5,1	3,9	3,9	-
5	4,2	4,2	-
4,9	4,4	4,4	-
4,8	4,8	4,8	-
4,7	5	5	-
4,6	5,4	5	0,4
4,5	5,8	5	0,8
4,4	6,2	5	1,2
4,3	6,4	5	1,4
4,2	6,6	5	1,6
4,1	7	5	2
4	7,4	5	2,4
3,9	7,8	5	2,8

Źródło: KSChR

Tabela 21. Gleby ciężkie

pH gleby	zalecana dawka CaO t/ha	Podział dawki	
		dawka I	dawka II
6,3	0,2	0,2	-
6,2	0,2	0,2	-
6,1	0,5	0,5	-
6	0,8	0,8	-
5,9	1	1	-
5,8	1,5	1,5	-
5,7	2	2	-
5,6	2,5	2,5	-
5,5	3	3	-
5,4	3,5	3,5	-
5,3	3,8	3,8	-
5,2	4,1	4,1	-
5,1	4,5	4,5	-
5	4,8	4,8	-
4,9	5,1	5,1	-
4,8	5,4	5,4	-
4,7	5,7	5,7	-
4,6	5,8	5,8	-
4,5	6	6	-
4,4	7	6	-
4,3	7,5	6	1,5
4,2	8	6	2
4,1	9	6	3
4	9,8	6	3,8
3,9	10,8	6	4,8

Źródło: KSChR

Ważne! Wskazówki letniego wapnowania

Jednym z najlepszych momentów na wykonanie zabiegu wapnowania jest okres po zniwach.

Latem w glebie procesy neutralizacji kwasów powstających w procesie fermentacji cukrów rozpadającej się słomy przebiega znacznie szybciej. Kwasy te są naturalnymi produktami hydrolizy składników słomy i wokół niej się gromadzą, są też fitotoksyczne dla kiełkujących młodych zasiewów. Krótco po zbiorze ozimin dobrze jest wykonać zabieg wapnowania. Wapń ogranicza bowiem nagromadzanie substancji fitotoksycznych, pochodzących z mikrobiologicznego rozkładu słomy w glebie. Wysiewając wapno musimy uwzględnić reakcję nawozów wapniowych z innymi nawozami, których użyjemy. Zbyt krótki odstęp czasu pomiędzy ich wysiewem doprowadzi do strat składników pokarmowych.

Ważne! Różnice w wapnowaniu gleb lekkich i cięższych

Wapń w większości nawozów występuje w formie: tlenkowej (CaO) i węglanowej (CaCO₃). Wapno tlenkowe (szybciej działające) zaleca się na gleby cięższe, ze względu na wysoką buforowość tych gleb, czyli ich mniejszą podatność na zmiany pH. Na lżejszych glebach celowe jest stosowanie naturalnych, czyli węglanowych form Ca i Mg, wolniej działających, a więc łagodniejszych, choć bardziej trwałych w odkwaszaniu. Na glebach bardzo kwaśnych (pH poniżej 4) oraz cięższych, by osiągnąć zamierzony efekt, można jednorazowo wysiać nawet 6 t/ha czystego składnika (CaO i MgO). Jednak lepsze rezultaty daje stosowanie jednorazowo mniejszych dawek w węższych przedziałach czasowych. Dotyczy to zwłaszcza gleb lżejszych, z których Ca jest łatwiej wymywany. Po 2-3 wapnowaniach, co 2 lata, dawką do 2 t/ha CaO i uzyskaniu optymalnego pH, można w kolejnych latach prowadzić ten zabieg co 4 lata, by utrzymać odczyn na pożądanym poziomie.

6.3. Wapnowanie gleb użytków zielonych

Dla wzrostu i rozwoju większości roślin na trwałych użytkach zielonych optymalne pH gleb mineralnych wynosi 5,5–6,5, a gleb organicznych 5,0–5,5. Na zakwaszenie gleby szczególnie wrażliwe są rośliny bobowate, które z reguły najlepiej rozwijają się na glebach o pH ok. 6,0.

Ważne! Wapnowanie łąk i pastwisk jest konieczne, gdy wartość pH w KCl w wierzchniej warstwie gleby spadnie poniżej 5,0–5,5.

-  Zalecanym terminem wapnowania użytków zielonych jest okres pozawegetacyjny, zwłaszcza późna jesień lub wczesna wiosna, przed ruszeniem wegetacji roślin.
-  W przypadku użytków zielonych nawóz wapniowy stosowany w darń nie może być wymieszany z glebą. Z tego względu należy wykorzystywać możliwość połączenia zabiegu wapnowania z renowacją użytków zielonych, zwłaszcza podczas odnawiania metodą pełnej uprawy, w ramach której można wymieszać nawóz wapniowy z glebą.

Ważne! Wapnowanie gleb torfowych wzmacnia proces murszenia, a tym samym przyspiesza ich degradację. Dlatego przy pH powyżej 5,0 gleb tych nie należy wapnować.

Zaleca się nawozić wapnem częściej, lecz mniejszymi dawkami. Dawki nawozów wapniowych i wapniowo-magnezowych powyżej zalecanych mogą powodować przewapnowanie gleb z ujemnymi skutkami dla ich żyzności i produktywności. Na TUZ najlepsze rezultaty uzyskuje się, stosując nawozy wapniowe w formie węglanowej lub nawozy wapniowo-magnezowe.

Tabela 22. Dawki CaO na użytkach zielonych

pH	zawartość C w glebie (%)			
	< 2,5	2,6-5,0	5,1-10,0	> 10
3,8	1,5	2	3	3
3,9	1,5	2	3	3
4	1,5	2	3	3
4,1	1,5	2	3	3
4,2	1,5	2	3	2,9

pH	zawartość C w glebie (%)			
	< 2,5	2,6-5,0	5,1-10,0	> 10
4,3	1,5	2	3	2,8
4,4	1,5	2	3	2,7
4,5	1,5	2	3	2,4
4,6	1,5	1,9	2,9	2,1
4,7	1,3	1,8	2,8	1,7
4,8	1,2	1,7	2,7	1,3
4,9	1,1	1,6	2,6	0,9
5	1	1,5	2,5	0,5
5,1	0,9	0,9	0	0
5,2	0,8	0,8	0	0
5,3	0,7	0,7	0	0
5,4	0,6	0,6	0	0
5,5	0,5	0,5	0	0
5,6	0	0,5	0	0
5,7	0	0,4	0	0
5,8	0	0,3	0	0
5,9	0	0,2	0	0

Źródło: KSChR

W ten sposób zalecane dawki CaO zostały doprecyzowane do konkretnych wartości pH w glebach gruntów ornych i użytków zielonych. Gdy zalecane dawki czystego składnika są wysokie, powinny być podzielone, bez konieczności ponownego badania pH gleby.

Informacje uzupełniające

Wyliczanie dawki nawozu wapniowego na podstawie zaleceń otrzymanych z okręgowej stacji chemiczno-rolniczej powinno się odbywać według wzoru:

$$\text{Ilość nawozu} = \frac{\text{dawka czystego składnika w t/ha}}{\% \text{ CaO w nawozie}} \times 100$$

Przykład 1.

Zalecana dawka wynosi 2,4 t CaO/ha, nawóz zawiera 50% CaO, wyliczona dawka nawozu wynosi 4,8 t/ha (2,4:0,5).

Przykład 2.

Zalecana dawka wynosi 5,5 t CaO/ha, nawóz zawiera 70% CaO, wyliczona dawka nawozu wynosi 7,9 t/ha (5,5:0,7).

Tabela 23. Dawki wapna w zależności od zawartości CaO

CaO/ha t	% CaO w nawozie						
	20	30	40	50	60	70	80
	Dawka wapna na 1 ha						
1	5	3,3	2,5	2	1,7	1,4	1,3
1,5	7,5	5	3,8	3	2,5	2,1	1,9
1,7	8,5	6	4,3	3,4	2,8	2,4	2,1
2	10	6,7	5	4	3,3	2,9	2,5
2,5	12,5	8,3	6,3	5	4,2	3,6	3,1
3	15	10	7,5	6	5	4,3	3,8
3,5	17,5	11,7	8,8	7	5,8	5	4,4
4,5	22,5	14,3	11,3	9	7,5	6,4	5,6
6	30	20	15	12	10	8,6	7,5

Źródło: KSChR

Badanie odczynu gleby oraz badania zawartości przyswajalnych form makro- i mikroelementów można wykonać w laboratoriach 17 okręgowych stacji chemiczno-rolniczych zapewniających pełen zakres badań oraz innych usług związanych z podstawami nawożenia na terenie całego kraju⁶.

Wszystkie laboratoria posiadają akredytację Polskiego Centrum Akredytacji.

6.4. Wapnowanie gleb w ogrodnictwie

Wapnowanie gleb jest istotnym elementem zwiększenia efektywności wykorzystania azotu i ograniczenia strat składników pokarmowych.

Ważne! Wapnując glebę w uprawie warzyw, należy brać pod uwagę, że niektóre gatunki roślin (pomidor, marchew, groch, seler, cebula, burak ćwikłowy, ogórek) negatywnie reagują na ten

⁶ Białystok, 15-027 ul. Ogrodowa 10
Bydgoszcz, 85-090 ul. Powstańców Wlkp. 6
Gdańsk, 80-874 ul. Na Stoku 48
Gliwice, 44-100 ul. Sowińskiego 26
Gorzów Wielkopolski, 66-400 ul. Św. Jerzego 26
Kielce, 25-112, ul. Wapiennikowa 21
Koszalin, 75-411, ul. Partyzantów 7-9
Kraków, 30-133, ul. Kołowa 3
Lublin, 20-810, ul. Sławinkowska 5
Łódź, 92-003, ul. Zbocze 16A
Olsztyn, 10-444, ul. Kołobrzeska 11
Opole, 45-233, ul. Oleska 123
Poznań, 60-163, ul. Sieradzka 29
Rzeszów, 35-021, ul. Prof. L. Chmaja 3
Szczecin, 70-483, ul. Wojska Polskiego 117
Warszawa-Wesoła, 05-075, ul. Żółkiewskiego 17
Wrocław, 50-244, pl. Św. Macieja 5

zabieg. Dlatego, gatunki te zaleca się uprawiać w drugim roku po wapnowaniu. Rekomendowane dawki wapna nawozowego w uprawach ogrodnich podano w Tabeli 24.

Tabela 24. Maksymalne dawki wapna stosowane jednorazowo w sadzie/na plantacji roślin ogrodnich

Odczyn gleby	Kategoria agronomiczna gleby		
	Lekka	Średnia	Ciężka
	Dawka (kg CaO 100 m ⁻²)		
<4,5	17	20	30
4,5-5,5	10	15	20
5,6-6,0	5	8	15
6,1-6,5	-	5	10
6,6-7,0	-	-	5

Źródło: Wójcik, Kowalczyk 2021⁷

Zakwaszeniu gleby zwykle towarzyszy niedobór dostępnego wapnia w roztworze glebowym, powodując występowanie niektórych chorób fizjologicznych, tj. zamieranie brzegów liści („tipburn”) u sałaty i kapusty, oraz sucha zgnilizna wierzchołkowa na owocach pomidora i papryki. Skutkiem niedostatecznego odżywienia wapniem w uprawie ziemniaka jest natomiast skorkowacenie/brunatnienie miąższu bulw oraz różnego rodzaju ich rozpady. W konsekwencji, uprawa roślin na glebach zbyt silnie zakwaszonych, zwiększa podatność roślin na patogeny odglebowe (np. na kiłę kapusty) oraz szkodliwe nicianie.

Ważne! Rola wapnia jest niezwykle ważna dla utrzymania dobrej kondycji i zdrowia roślin ogrodnich.

- ✚ Rośliny ogrodnicze cechują się zróżnicowanym zapotrzebowaniem na wapń, jednakże jego niedobór w glebie powoduje obniżenie plonów oraz pogorszenie ich wartości przechowalniczej.
- ✚ Niedobór wapnia w uprawach warzyw, takich jak pomidor i papryka, powoduje suchą zgniliznę wierzchołkową owoców. W uprawie sałaty, kapusty pekińskiej, głowiastej oraz kalafiora, niedobór wapnia powoduje zbrązowienie wewnątrz główek. Na selerze brunatniej natomiast brzegi i wierzchołki najmłodszych liści.
- ✚ Rośliny sadownicze rosnące na glebie zbyt silnie zakwaszonej mają tendencję do drobnienia owoców, większej podatności owoców wiśni i czereśni na pęknięcie, a także do korkowacenia skórki i miąższu gruszek i jabłek. Niedobór wapnia w owocach obniża także ich wartość przechowalniczą oraz trwałość w obrocie handlowym.
- ✚ Rośliny ozdobne mają zróżnicowane zapotrzebowanie na wapń. Rośliny wrzosowate i rododendrony wymagają pH gleby w zakresie 4–4,5. U większości gatunków roślin

⁷ Wójcik, Kowalczyk, Nawożenie roślin sadowniczych na podstawie analizy gleby – uaktualnienie liczb granicznych oraz użycie nowych wskaźników glebowych, Skierniewice 2021

ozdobnych, niedobór wapnia powoduje zasychanie najmłodszych liści oraz wiotkość pędów i ich przełamywanie.

6.5. Wapnowanie gleb a wapnowanie roślin

Wapń jest niezbędnym składnikiem odżywczym roślin. Jest wymagany do pełnienia różnych ról strukturalnych w ścianie komórkowej i błonach, jest przeciwkationem dla nieorganicznych i organicznych anionów w wakuoli, a cytozolowe stężenie Ca^{2+} ($[\text{Ca}^{2+}]_{\text{cyt}}$) jest obowiązkowym wewnątrzkomórkowym przekąźnikiem koordynującym odpowiedzi na liczne sygnały rozwojowe i wyzwania środowiskowe.

Wapnowanie gleb to proces dodawania wapna lub substancji wapniowych do gleby w celu zmiany jej pH lub poprawy jej struktury. Gleby o kwaśnym pH (niskie wartości pH) mogą być wapnowane, aby zwiększyć wartość pH i zbliżyć ją do optymalnego zakresu dla większości roślin. Wapnowanie gleb ma na celu poprawę dostępności składników odżywczych dla roślin, stymulowanie ich wzrostu i rozwinięcia zdrowych systemów korzeniowych.

Niedostateczne zaopatrzenie roślin w wapń może prowadzić do różnych problemów, takich jak zahamowanie wzrostu, osłabienie tkanek roślinnych, deformacje liści, żółknięcie lub opadanie liści. Nawożenie wapniem to aplikacja wapnia bezpośrednio na części roślin, zwykle na liście. Aplikacja dolistna umożliwia szybkie wchłanianie jonu wapnia przez liście i transport do pozostałych części rośliny. Jest to metoda stosowana w celu uzupełnienia niedoboru wapnia, który jest niezbędny dla ich prawidłowego wzrostu i funkcjonowania roślin. Wapnowanie roślin dostarcza roślinom wapń.

- ✚ Mechanizmy przyswajania zaaplikowanego dolistnie wapnia to: dyfuzja: wapń może przenikać przez powierzchnię liści i innych części rośliny w wyniku różnicy stężeń między roztworem wapnia a wnętrzem komórek roślinnych. Wapń jest rozpuszczony w roztworze nawozowym, który jest nanoszony na liście. Dzięki dyfuzji, wapń przenika przez powierzchnię liści i dociera do wewnętrznych tkanek roślin.
- ✚ Przenikanie przez aparaty szparkowe: aparaty szparkowe, które są małymi otworami na powierzchni liści, są miejscem, gdzie woda i substancje odżywcze wchodzi i wychodzi z rośliny. Wapń może przenikać przez aparaty szparkowe i być transportowany przez tkanki roślinne do różnych części rośliny.
- ✚ Translokacja wapnia: po wchłonięciu przez tkanki roślinne, wapń jest transportowany do różnych części rośliny, takich jak korzenie, łodygi, pędy, kwiaty i owoce. Translokacja wapnia odbywa się poprzez transport w naczyniach przewodzących rośliny, takich jak łyko i kserofloem.

Skuteczność dolistnego żywienia wapniem zależy od wielu czynników, takich jak gatunek i kondycja rośliny, koncentracja wapnia w roztworze nawozowym, czas aplikacji i warunki atmosferyczne. Warto zauważyć, że wchłanianie wapnia przez rośliny w nawożeniu dolistnym może być ułatwione przez obecność substancji pomocniczych, takich jak substancje chelatujące, które mogą zwiększać dostępność wapnia dla roślin.

Najczęściej stosowane wapno ogrodowe to wapno nawozowe węglanowe lub wapno dolomitowe. Wapno dolomitowe oprócz węglanu wapnia zawiera również węglan magnezu.

Dawka wapna zależy od pH gleby i gatunku rośliny. Wapno można zazwyczaj stosować raz lub dwa razy w ciągu sezonu, ale zalecana częstotliwość może się różnić w zależności od potrzeb roślin i wyników analizy gleby.

W celu odkwaszenia gleby wapno należy równomiernie rozsypać na powierzchni gleby wokół roślin i delikatnie wymieszać z górną warstwą gleby. W przypadku dokarmiania roślin wapniem nawożenie wykonuje się przy pomocy opryskiwacza. Po zastosowaniu nawozu wapniowego zaleca się zapewnienie odpowiedniego nawilżenia roślin, aby ułatwić im wchłanianie i transport wapnia przez tkanki roślinne. Woda działa jako nośnik, który umożliwia przemieszczanie wapnia do wnętrza rośliny.

Twarda woda, zawierająca duże ilości związków wapnia i magnezu, może wpływać na skuteczność nawożenia dolistnego. Używając wody o dużej twardości do przygotowania roztworu wapnia, istnieje większe ryzyko wystąpienia osadów lub wytrąceń na liściach, co może ograniczać wchłanianie przez rośliny. Korzystanie z miękkiej wody (niskiej twardości) lub wody destylowanej jest korzystniejsze (pozwala uniknąć potencjalnych problemów z osadami). Warto monitorować poziom twardości wody i analizować potrzeby roślin, aby dostosować ilość wapnia do indywidualnych wymagań. W przypadku problemu z dostępem do miękkiej wody, można rozważyć stosowanie preparatów dolistnych, które są specjalnie opracowane dla twardych wód. W każdym przypadku analiza gleby i dokładne monitorowanie roślin po nawożeniu dolistnym pomogą określić, czy rośliny otrzymują odpowiednią ilość wapnia i czy konieczne są dodatkowe nawożenie.

Należy też mieć na uwadze, że w przypadku nawożenia dolistnego z użyciem twardej wody istnieje ryzyko gromadzenia się osadów w opryskiwaczach i dyszach, co może prowadzić do ich zatykania.

6.6. Wapnowanie stawów

Ważne! Wapnowanie przeprowadza się zarówno w celu poprawy odczynu jak i odkażania stawów (np. po inwazji drobnoustrojów chorobotwórczych).

Istnieją następujące metody wapnowania:

- na suche dno,
- na wodę.

Do wapnowania stawów używać można:

- węglanu wapnia – CaCO_3 ,
- wapna palonego – CaO ,
- wapna hydratyzowanego (gaszonego) – Ca(OH)_2 .

Węglan wapnia nie ma właściwości odkażających i służy jedynie nawożeniu stawów. Wapno palone i hydratyzowane (słabsze niż palone) mają właściwości odkażające. Najczęściej stosowane są na dno (rzadziej na wodę).

Zalecanym terminem wapnowania jest jesień lub wczesna wiosna.

Dawki wapna na wodę są z reguły o 25% mniejsze niż na dno.

Ważne! Za wody silnie zakwaszone uznaje się takie, gdy ich pH wynosi poniżej 5.0.

Dawki drobnoziarnistego węglanu wapnia CaCO_3 :

- gleba o pH 5 – 2 t CaCO₃/ha,
- gleba o pH 4 – 4-6 t CaCO₃/ha.

Ustalenie pH wody oraz grupy granulometrycznej dna stawowego pozwala ustalić zalecane dawki wapna według kryteriów zamieszczonych w Tabeli 25. W przypadku znajomości pH dna i zawartości w nim części koloidalnych zastosowanie mogą mieć dawki zamieszczone w Tabeli 26.

Tabela 25. Dawki wapna palonego zależą od odczynu i składu granulometrycznego dna stawowego.

pH wody	Dawka CaO (t/ha)		
	Piaski	Piaski gliniaste	Gliny ciężkie
<4,0	1,45	2,2	4,2
4,0-4,5	1,45	1,7	3,2
4,5-5,0	1,2	1,45	2,7
5,0-5,5	0,7	1,2	1,7
5,5-6,0	0,45	0,7	1,2
6,0-6,5	0,2	0,7	0,7

Źródło: KSChR

Zastosowanie wapna palonego lub hydratyzowanego związane jest z wywołaniem wysokiego pH (>11) i dlatego należy pamiętać o obsadzeniu stawu rybami po ok. 4-6 tygodni, gdy pH wody zbliży się do 8,5.

Tabela 26. Dawki wapna palonego na dno

Stan zakwaszenia		Rodzaj gruntu		
	pH	Lekkie do 20 % części o rozmiarach pon. 0,02 mm	Średnie 21-35 % części o rozmiarach pon. 0,02 mm	Ciężkie – pow. 35 % części o rozmiarach pon. 0,02 mm
		Dawka w t/ha		
Silne	<5	0,5-1	1-2	2-4
Średnie	5,1-7	0,25-0,5	0,5-1	1-1,5
Słabe	7,1-8	-	0,5	0,5

Źródło: KSChR

Według Stegmana dawki wapna hydratyzowanego (Ca(OH)_2) mogą wynosić wg rodzaju gruntu:

- lekkie: 1,5-2,5 Ca(OH)_2 ,
- cięższe: 2,5-3,5 Ca(OH)_2 .

W celu całkowitej dezynfekcji dna w warstwie do 3 cm – 10 t Ca(OH)_2 (dla zwalczenia niektórych wirusów rybich zalecane może być nawet 20 ton wapna palonego na 1 ha).

6.7. Podstawy ustalania dawek wapna i innych składników nawozowych – agrochemiczna obsługa rolnictwa

Zadania w zakresie agrochemicznej obsługi rolnictwa w Polsce realizują Okręgowe Stacje Chemiczno-Rolnicze wykonując:

-  **Badania** – gleb, gruntów ornych, użytków zielonych, sadów, ziem i podłoży ogrodniczych, nawozów mineralnych, w tym wapniowych, nawozów naturalnych, organicznych, organiczno-mineralnych, środków wspomagających uprawę roślin, produktów nawozowych, osadów ściekowych i innych produktów do użytkowania gleby, części wskaźnikowych roślin, pasz i roślinnych produktów spożywczych.
-  **Doradztwo nawozowe** - wyceny, zalecenia, mapy odczynu i zasobności gleb, opinie i ekspertyzy.

Badania agrochemiczne zapewniają:

- właściwą diagnostykę i ocenę kondycji gleby,
- optymalne nawożenie,
- zmniejszenie nakładów na środki produkcji,
- uzyskiwanie produktów roślinnych o wysokich parametrach jakościowych,
- produkcję bezpieczną dla środowiska.

Podstawowe badania w produkcji roślinnej obejmują:

- ocenę stanu zakwaszenia (pH gleby) oraz zasobności w fosfor, potas i magnez przyswajalny,
- ocenę zasobności w przyswajalne formy mikroelementów (B, Cu, Zn, Fe, Mn),
- ocenę zawartości azotu mineralnego i siarki.

Badania agrochemiczne w okręgowych stacjach chemiczno-rolniczych mogą być wykonane od pobrania próbek, poprzez analizy, po wyceny, zalecenia nawozowe, plany nawożenia - w tym plany nawożenia azotem, mapy oraz opinie.

Badania laboratoryjne wykonywane są na podstawie przepisów prawa, norm lub procedur badawczych opracowanych przy udziale instytutów resortowych, w tym IUNG-PIB. Dzięki temu zastosowanie mają zarówno metody tradycyjne jak i nowe, systematycznie wdrażane do praktyki (np. Mehlich 3, P_{sat}). Ulepszane są także zalecenia nawozowe, takie jak najnowsze zasady ustalania dawek CaO , a także zalecenia w zakresie nawożenia mikroelementami – wprowadzające nowe metody diagnostyki i nowe standardy wyceny uzyskanych pomiarów.

7. Maszyny i urządzenia do aplikacji nawozów naturalnych

7.1. Maszyny i urządzenia do aplikacji płynnych nawozów naturalnych

Na rynku krajowym dostępne są wozy asenizacyjne różniące się pojemnością zbiorników oraz dodatkowym wyposażeniem technicznym w postaci mechanizmów wspomagających i usprawniających pracę tych maszyn. Ze względu na ochronę środowiska, największe znaczenie mają w kolejności wozy asenizacyjne wyposażone w aplikatory nawozów naturalnych w postaci płynnej typu:

- doglebowe kultywatorowe o zębach sprężystych lub sztywnych,
- doglebowe kultywatorowe talerzowe (na bazie bron talerzowych),
- szczelinowe tarczowe,
- wleczone płozowe (łyżwowe, stopkowe),
- węże wleczone.

Aplikator doglebowy kultywatorowy. Są to aplikatory budowane na bazie kultywatorów o zębach sztywnych lub sprężynowych. Umożliwiają one wprowadzenie gnojowicy na głębokość 10 do 20 cm, z jednoczesną uprawą ścierniska, zapewniając prawie maksymalne ograniczenie emisji odoru i amoniaku.

Aplikator doglebowy talerzowy. Podobnie jak w przypadku aplikatorów kultywatorowych elementy aplikujące nawóz nabudowane są na bronie talerzowej. Nawóz podawany jest do rowków wykonanych przez przedni rząd talerzy, a tylny rząd zasypuje rowki przykrywając gnojowicę. Działanie ich i uzyskiwane efekty są bardzo podobne jak w przypadku aplikatorów kultywatorowych.

Aplikator doglebowy szczelinowy (tarczowy). Elementami roboczymi aplikatora są płaskie gładkie tarcze wycinające w glebie szczeliny o głębokości 6-10 cm, w które aplikowany jest nawóz. W niektórych rozwiązaniach stosuje się dodatkowe rolki dociskowe zamykające wytworzoną szczelinę. Ten rodzaj aplikatora zalecany jest do nawożenia użytków zielonych – Fotografia 1.

Płozy wleczone (inne określenia elementu roboczego: lemiesz, stopka, łyżwa, redlica). Płozy wleczone po powierzchni pola tworzą w glebie niewielkie bruzdy o głębokości do 3 cm, w które precyzyjnie i równomiernie wprowadzana jest gnojowica. Ten sposób aplikacji płynnych nawozów organicznych jest zalecany do nawożenia użytków zielonych, a zwłaszcza pastwisk. Dociskana sprężyną do podłoża płoza rozgarnia na boki łodygi trawy, co ogranicza ich zanieczyszczenie.

Węże wleczone. Węże rozlewające gnojownicę zamocowane są na poprzecznej ramie, a ich końce wleczone są po powierzchni pola. Węże mogą być dodatkowo zakończone specjalnymi końcówkami umożliwiającymi aplikację gnojowicy pod rośliny, co ogranicza ich zanieczyszczenie.

Fotografia. 1. Wóz asenizacyjny z aplikatorem do płynnych nawozów naturalnych.



Źródło: P. Nawalany

Straty amoniaku podczas aplikacji gnojowicy za pomocą aplikatorów doglebowych mogą być nawet o 90% mniejsze od strat podczas tradycyjnego rozprowadzania tego nawozu rozlewaczami z płytkami rozbryzgowymi. Zastosowanie przystawek z wleczonymi węzami lub wleczonymi płozami może przyczynić się do zmniejszenia tych strat, odpowiednio do 20 i 40% - Tabela 27.

Tabela 27. Ograniczanie emisji amoniaku z nawozów naturalnych podczas stosowania w zależności od metody aplikacji

Rodzaj aplikatora	Zmniejszenie emisji amoniaku (%)
Węże wleczone	20
Płozy wleczone	40
Aplikator szczelinowy	60
Aplikator kultywatorowy i talerzowy	90

Źródło: Muzalewski 2015 na podstawie: FE/MZ [2015]⁸.

Ograniczenie emisji amoniaku z gnojowicy stosowanej na użytki rolne można też osiągnąć poprzez jej zakwaszanie bezpośrednio w wozie asenizacyjnym. Do zakwaszania stosowany jest stężonym kwas siarkowym (96% H₂SO₄) w ilości 4-5 l kwasu na tonę gnojowicy. Jest on dozowany ze specjalnego zbiornika zamocowanego z przodu ciągnika na trzypunktowym

⁸ Aleksander Muzalewski, Zasady doboru maszyn rolniczych w ramach PROW na lata 2014-2020

układzie zawieszenia. Ocenia się, że zakwaszenie gnojowicy pozwala zmniejszyć z niej emisję amoniaku w granicach 40–70%.

Najmniej korzystne ze względu na ochronę środowiska, jest wykorzystywanie do aplikacji płynnych tradycyjnych nawozów naturalnych wozów asenizacyjnych z płytkami rozbryzgowymi umieszczanymi przy otworze wylotowym zbiornika. Ten sposób aplikacji gnojowicy powoduje bardzo duże straty amoniaku. Można je ograniczyć, przez szybkie wymieszanie nawozu z glebą.

7.2. Maszyny i urządzenia do aplikacji stałych nawozów naturalnych

Do aplikacji stałych nawozów naturalnych stosuje się przede wszystkim rozrzutniki obornika z tylnym wyrzutem materiału. Podstawowe zespoły robocze rozrzutnika stanowi:

- skrzynia na obornik,
- przenośnik podłogowy,
- układ napędowy,
- adapter – urządzenie rozrzucające obornik lub kompost (lub inny materiał stały).

Rozrzutniki obornika powinny zapewnić równomierne i precyzyjne rozrzucenie każdego rodzaju obornika, zarówno świeżego, jak i kompostowanego. Równomierne rozrzucanie obornika powoduje, że nie ma miejsc na polu słabo lub nadmiernie pokrytych nawozem, a w efekcie tego – roślin przenawożonych lub niedokarmionych. Dzięki temu zapewnione są jednakowe warunki pobierania składników nawozowych przez rośliny, co ma również wpływ na ograniczenie ich start. Najważniejszym zespołem roboczym, decydującym o jakości pracy rozrzutnika, jest adapter rozrzucający nawóz. Stosuje się adaptery z osiami bębna ustawionymi w poziomie lub pionie. Liczba bębnow może wynosić 2 lub 4.

Z punktu widzenia wpływu na środowisko stosowane w rozrzutnikach obornika adaptery, uszeregować można następująco:

- rozdrabniające poziome z tarczami rozrzucającymi, wyposażone w deflektory kierunku rozrzutu obornika,
- pionowe, wyposażone w deflektory kierunku rozrzutu obornika,
- rozdrabniające poziome z tarczami rozrzucającymi, wyposażone w zasuwę (gródź)⁹ skrzyni ładunkowej przed adapterami rozrzucającymi oraz deflektor,
- rozdrabniające poziome z tarczami rozrzucającymi,
- pionowe, wyposażonym w zasuwę (gródź) skrzyni ładunkowej przed adapterami rozrzucającymi,
- bębnowe poziome, wyposażone w zasuwę (gródź) skrzyni ładunkowej przed adapterami rozrzucającymi,
- bębnowe poziome.

Wyposażenie rozrzutników w deflektory kierunku rozrzutu jest szczególnie istotne w przypadku maszyn wyposażonych w adaptery z tarczami rozrzucającymi i w adaptery

⁹ Zasuw skrzyni (klapa zamykająca) znajduje się w tylnej części skrzyni przed adapterem i wykorzystywana jest do regulacji dawki, a jednocześnie ogranicza napór obornika na adapter w momencie jego uruchamiania. Z punktu widzenia ochrony środowiska, wyposażenie rozrzutników obornika w zasuwę (gródź) skrzyni ładunkowej umieszczoną przed adapterami rozrzucającymi jest mniej znaczącym elementem tych maszyn.

panionowe. Deflektory umożliwiają kontrolę kierunku rozrzucania obornika. Wykorzystywane są przede wszystkim przy rozrzucaniu obornika na obrzeżach pola, aby ograniczyć przerzucanie obornika na sąsiednie pole, przylegające drogi i ciekі wodne. Jest to ważny element ze względu na ochronę środowiska.

Najnowsze generacje rozrzutników wyposażane są w moduły sterowania pracą za pomocą komputera i systemu GPS. Umożliwiają one precyzyjną aplikację obornika. GPS podaje dokładne położenie rozrzutnika na polu, na podstawie którego sterownik samoczynnie (regulując prędkość przesuwu przenośnika łańcuchowo-listwowego oraz stopień otwarcia zasuw), przydziela dla danego miejsca odpowiednią dawkę nawozu. Operator za pomocą czytelnego wyświetlacza informowany jest o dawce obornika i innych parametrach pracy rozrzutnika.

8. Przechowywanie nawozów naturalnych

Rodzaj i jakość wyprodukowanych w gospodarstwie nawozów naturalnych zależą od gatunku zwierząt i systemu ich utrzymania oraz sposobu przechowywania odchodów. Nieprawidłowe przechowywanie odchodów zwierzęcych (nawozów naturalnych), poza stratami składników nawozowych, może powodować zanieczyszczenie środowiska naturalnego, w tym zanieczyszczenia wód związkami azotu.

Wśród nawozów naturalnych wyróżniamy:

- a) nawozy naturalne płynne:
 - gnojowica – mieszanina kału i moczu zwierząt z domieszką wody,
 - gnojówka – odciek z obornika (przefermentowany mocz zwierząt),
- b) nawozy naturalne stałe:
 - obornik – mieszanina kału i moczu zwierząt wraz ze ściółką, w szczególności słomą, trocinami lub korą,
 - pomiot ptasi – odchody drobiu z bezściółkowego systemu utrzymywania zwierząt gospodarskich.

Ważne! Wszystkie stosowane w gospodarstwie nawozy naturalne oraz kiszonki powinny być przechowywane w specjalnie przygotowanych do tego miejscach.

- ✚ Powinny one być usytuowane w bezpiecznej odległości od zabudowań i granic gospodarstwa, zgodnie z wymaganiami prawa budowlanego, a przede wszystkim w odpowiedniej odległości od studni stanowiącej źródło zaopatrzenia w wodę dla ludzi i zwierząt oraz linii brzegu wód powierzchniowych i morskiego pasa nadbrzeżnego.
- ✚ Miejsca do przechowywania nawozów naturalnych powinny mieć odpowiednią pojemność magazynową, wynikającą z potrzeby składowania nawozów naturalnych w okresie jesienno-zimowym, w którym zakazane jest ich stosowanie (Tabela 16).
- ✚ Konstrukcje te powinny mieć boki i dno wodoszczelne i wykonane z materiału odpornego na naciski i uderzenia związane z gromadzeniem i usuwaniem nawozów oraz posiadać zabezpieczenia chroniące przed niezamierzonym przemieszczaniem się gromadzonych nawozów poza ich obręb (np. ścianki boczne w gnojowni). Szczegółowe rozwiązania techniczne i konstrukcyjne w tym zakresie opracowywane i publikowane

są przez ITP-PIB. Poniżej zamieszczono odsyłacze do wybranych katalogów^{10,11,12,13}. Korzystając z nich, należy mieć na uwadze zmianę normatywów wymaganych pojemności, która nastąpiła wraz z wprowadzeniem programu azotanowego.

Pojemność zbiorników na nawozy naturalne płynne powinna umożliwiać ich przechowanie przez okres 6 miesięcy. Powierzchnia miejsc do przechowywania nawozów naturalnych stałych powinna umożliwiać ich przechowanie przez okres 5 miesięcy. W programie azotanowym określone zostały terminy dostosowania urządzeń, w zależności od wielkości produkcji zwierzęcej w gospodarstwie (Załącznik 11).

Jednocześnie należy mieć na uwadze wymagania dotyczące gromadzenia i przechowywania obornika przez podmioty prowadzące tzw. gospodarstwa wielkotowarowe, określone w *Decyzji Wykonawczej Komisji (UE) 2017/302 z dnia 15 lutego 2017 r. ustanawiającej 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 C(2017) 688)*.

W celu obliczenia wymaganej pojemności zbiorników lub powierzchni miejsc do przechowywania nawozów naturalnych należy posłużyć się metodyką przedstawioną w Załączniku 4 do programu azotanowego. Polega ona na określeniu obrotu stada, obliczeniu przelotowości zwierząt gospodarskich w grupie technologicznej, a następnie wyliczeniu stanów średniorocznych, które przekalkulowuje się na liczbę dużych jednostek przeliczeniowych. Wyliczanie stanu średniorocznego zwierząt gospodarskich należy dokonać na ostatni dzień roku – 31 grudnia (stan końcowy). W tym dniu obrót stada dotyczy całego roku, począwszy od dnia 1 stycznia (stan początkowy). Ewentualne przyjęcie innych terminów będzie powodować niezgodność i konsekwencje dla tych, którzy prowadzą rachunkowość rolniczą i księgowość w spółkach i przedsiębiorstwach rolniczych. Sposób obliczania wymaganej pojemności zbiorników oraz wymaganej powierzchni miejsc do przechowywania nawozów naturalnych został określony w Załączniku nr 5 do programu azotanowego. W przypadku, gdy wytworzone w gospodarstwie rolnym, nawozy naturalne podlegają procesom technologicznym przetwarzania lub przekazaniu, wymagana pojemność zbiorników oraz powierzchnia miejsc do ich przechowywania może ulec stosownemu zmniejszeniu.

¹⁰ Rudnik K., Młynik J. „Katalog rozwiązań technicznych i technologicznych zagrodowej infrastruktury technicznej w zakresie chowu bydła mlecznego. Obory, silosy, płyty obornikowe, zbiorniki na płynne odchody zwierzęce”. Wyd. Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Falenty – Warszawa 2014, s. 124, ISBN 978-83-62416-79-0

¹¹ Praca zbiorowa (red. Romaniuk W., Overby T.). 2005. Standardy dla gospodarstw rolnych. Magazynowanie nawozów naturalnych. Poradnik. Wyd. II. Warszawa, IBMER, DAAS Skejby. ISBN 83-89806-03-7 ss. 81

¹² Wierzbicki K., Rudnik K., Sadowska M., Jóźwikowski T., Palmowski J. „Wybrane obiekty infrastruktury technicznej obszarów wiejskich”. Wyd. IBMER Warszawa 2002, s. 114. ISBN 83-86264-84-5

¹³ Wierzbicki K., Palmowski J., Rudnik K., Sadowska M., Jóźwikowski T. „Silosy przejazdowe na kiszonki i obiekty do magazynowania odchodów zwierzęcych. Poradnik inwestora”. IBMER Warszawa 2000, s. 88. ISBN 83-86264-70-5

Całoroczne pastwiskowanie przeżuwaczy nie jest systemem otwartym i nie wymaga posiadania płyt oraz zbiorników. W przypadku korzystania z pastwiska jako częściowego pokrycia zapotrzebowania pokarmowego dawki żywieniowej, przez część roku obowiązują wymagania określone w *programie azotanowym* dla miejsc przechowywania nawozów naturalnych.

Z uwagi na organizację prac związanych z usuwaniem i magazynowaniem obornika oraz przy uwzględnieniu aspektów środowiskowych, należy:

- określić wymaganą powierzchnię miejsca składowania, kształt i wymiary gnojowni,
- zaplanować metodę usuwania nawozu,
- wytyczyć możliwie prostą i najkrótszą trasę przemieszczania nawozu z budynku inwentarskiego,
- unikać krzyżowania się drogi przemieszczania nawozu z drogą transportu pasz lub odbioru mleka,
- uwzględnić ewentualny spadek terenu,
- zapewnić dostęp do magazynu dla środków załadunku/rozładunku oraz transportu obornika,
- przewidzieć drogę spływu wód deszczowych z otoczenia budynków inwentarskich, aby nie powodowały wypływu cząstek nawozowych na zewnątrz miejsca składowania obornika.

Podmioty przyjmujące nawozy naturalne, w chwili ich przyjmowania, powinny posiadać odpowiednią powierzchnię lub pojemność miejsc do ich przechowywania w sposób bezpieczny dla środowiska, jeżeli nawozy te nie zostały zastosowane bezpośrednio po przywiezieniu.

Możliwe jest czasowe przechowywanie przyjętego obornika, w wyznaczonych miejscach bezpośrednio na gruntach rolnych, zgodnie z warunkami określonymi w *programie azotanowym*.

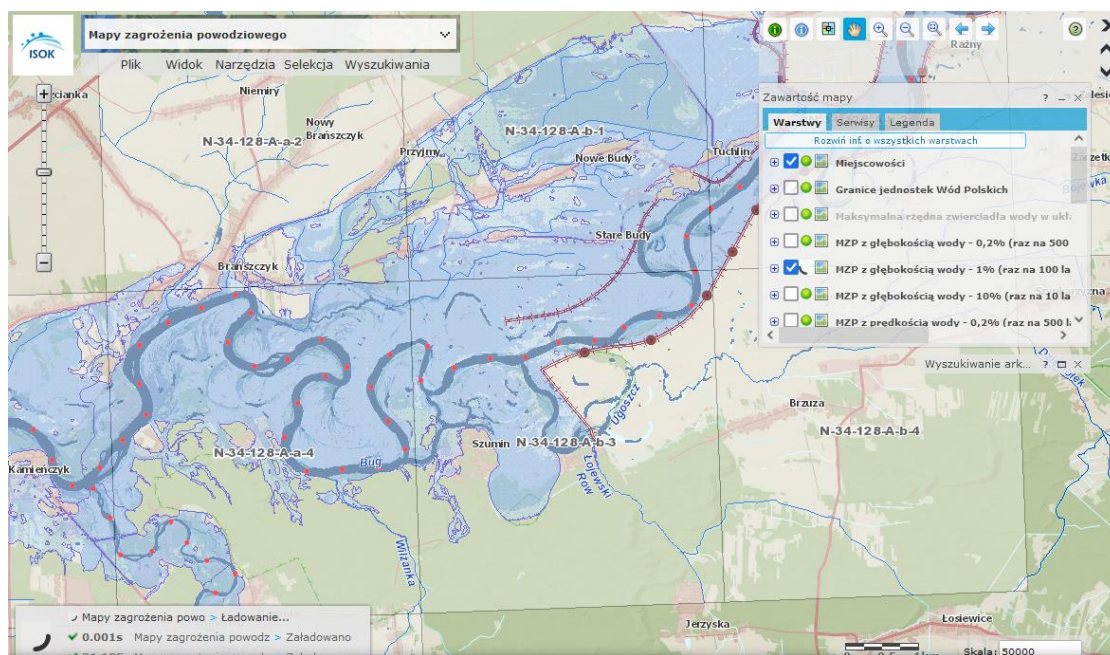
Jeżeli gospodarstwo (przedsiębiorstwo) rolne utrzymuje zwierzęta futerkowe w klatkach lub bateriach klatek z ażurową podłogą, to wymagane jest zabezpieczenie powierzchni gruntu znajdującego się pod nimi. Powinna być szczelna, lita i odporna na uszkodzenia mechaniczne, ukształtowana w sposób uniemożliwiający przedostawanie się odcieku do wód lub gruntu. Poza systemem pastwiskowym z regularną zmianą zadarnionych kwater, nie umieszcza się klatek dla zwierząt futerkowych z ażurową podłogą bezpośrednio na gruncie.

Ze względu na specyfikę odchodów zwierząt futerkowych mięsożernych – nie miesza się i nie przechowuje się ich wspólnie z odpadami pozostającymi po przygotowaniu paszy dla tych zwierząt.

Ważne! Obowiązki w przypadku gromadzenia nawozów naturalnych na obszarach szczególnego zagrożenia powodzią:

- ✚ Zgodnie z art. 77 ust. 1 pkt 3 ustawy - *Prawo wodne* na obszarach szczególnego zagrożenia powodzią zakazuje się m.in. gromadzenia nawozów naturalnych, środków chemicznych, a także innych substancji lub materiałów, które mogą zanieczyścić wody (w tym nawozów mineralnych). Obszary szczególnego zagrożenia powodzią (pełna definicja znajduje się w słowniczku pojęć), na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest średnie i wynosi 1% są przedstawione na mapach zagrożenia powodziowego, opublikowanych na ogólnodostępnym w Internecie Hydroportalu (<https://isok.gov.pl/hydroportal.html>) administrowanym przez Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie. Obszary szczególnego zagrożenia powodzią występują na obszarze całego kraju i są wyznaczone dla ok. 29 tysięcy km rzek. Występują na obszarze ponad 1970 gmin co stanowi prawie 80% wszystkich gmin w Polsce. Należy również wziąć pod uwagę, iż obszary nie znajdują się tylko w bliskim sąsiedztwie rzeki, ale mogą być odległe nawet o kilka kilometrów od koryta rzeki (Rysunek 10)). W załączniku nr 2 do *Zbioru zaleceń dobrej praktyki rolniczej* zamieszczono Instrukcję wyszukiwania informacji o obszarach szczególnego zagrożenia powodzią.

Rysunek 10 Przykład odczytu zasięgu obszarów szczególnego zagrożenia powodzią na Hydroportalu



Źródło: Hydroportal

Jeśli dla rzeki nie zostały sporządzone mapy zagrożenia powodziowego, należy przeanalizować, czy teren, na którym przewiduje się gromadzenie nawozów nie znajduje się na obszarze między linią brzegu a wałem przeciwpowodziowym lub naturalnym wysokim brzegiem, w który wbudowano wał przeciwpowodziowy. Obszary te zaliczmy również do obszarów szczególnego zagrożenia powodziowego, na których obowiązują zakazy gromadzenia nawozów naturalnych, środków chemicznych, a także innych

substancji lub materiałów, które mogą zanieczyścić wody (w tym nawozów mineralnych).

- ✚ W przypadku, gdy jest planowane gromadzenie m.in. nawozów naturalnych, środków chemicznych, a także innych substancji lub materiałów, które mogą zanieczyścić wody na obszarach szczególnego zagrożenia powodzią, w pierwszej kolejności należy zwrócić się do właściwego miejscowo dyrektora regionalnego zarządu gospodarki wodnej Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie z wnioskiem o zwolnienie od zakazów określonych w art. 77 ust. 1 pkt 3 lit. a ustawy - *Prawo wodne*. Wzór wniosku dostępny jest na stronie internetowej Wód Polskich. W sytuacji, gdy właściwy miejscowo dyrektor regionalnego zarządu gospodarki wodnej Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie uzna, że planowane działania nie spowodują zagrożenia dla jakości wód w przypadku wystąpienia powodzi wyda decyzję, w której zwolni od obowiązującego zakazu, określając warunki niezbędne dla ochrony jakości wód. Należy także zaznaczyć, że decyzja ta wygasa, jeżeli w terminie 3 lat od dnia, w którym stała się ostateczna, nie uzyskano wymaganego w kolejnym kroku pozwolenia wodnoprawnego.
- ✚ Po otrzymaniu decyzji zwalniającej z zakazów określonych w art. 77 ust. 1 pkt 3 ustawy *Prawo wodne* kolejnym krokiem jest uzyskanie pozwolenia wodnoprawnego, które zgodnie z art. 390 ustawy - *Prawo wodne* wymagane jest na gromadzenie na obszarach szczególnego zagrożenia powodzią ścieków, nawozów naturalnych, środków chemicznych, a także innych materiałów, które mogą zanieczyścić wody, oraz prowadzenie na tych obszarach przetwarzania odpadów, w szczególności ich składowania. W tym przypadku należy się udać z wnioskiem do właściwego zarządu zlewni lub najbliższego albo właściwego miejscowo nadzoru wodnego Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie.

Poniżej przedstawiono przykładowe rozwiązania dla przechowywania nawozów naturalnych stałych i płynnych.

8.1. Przechowywanie nawozów naturalnych stałych

Powierzchnia miejsc do przechowywania nawozów naturalnych stałych musi zabezpieczyć przechowanie przez okres minimum 5 miesięcy.

8.1.1. Przykładowe rozwiązania konstrukcji żelbetowych

Płyta obornikowa (potocznie zwana również gnojownią) to konstrukcja służąca do przechowywania nawozów naturalnych stałych: obornika i pomiotu ptasiego, w taki sposób, aby wycieki nie przedostawały się do gruntu lub wód. Gnojownie powinny być wyposażone w zbiorcze studzienki rewizyjne (rezerwowe), służące do zbierania wód gnojowych i ich odprowadzania za pośrednictwem systemu kanałów do zbiornika na gnojówkę (zaleca się, żeby płyty podłogi były nachylone min. 1% w kierunku rowka ściekowego a rowek 0,5–1,5% w kierunku studzienki).

Powierzchnia miejsc do przechowywania nawozów naturalnych stałych musi zabezpieczyć przechowanie przez okres minimum 5 miesięcy.

Miejsca do przechowywania nawozów naturalnych stałych powinny być zlokalizowane w terenie, w którym nie gromadzą się wody opadowe. Dojazdy powinny być utwardzone i posiadać spadki na zewnątrz tych budowli dla odprowadzania wód opadowych.

Płyty obornikowe zaleca się wyposażyć w ścianki oporowe. Praktyczna wysokość ścianek może wynosić od 30 cm (Rysunek 11) do 200 cm (Rysunek 12). Przy niższych ściankach wymagana jest dyscyplina rolnika i zwiększone są nakłady pracy na utrzymanie porządku wokół płyty obornikowej. Ścianki 30 cm stanowią obrzeża płyty, które uniemożliwiają wypływanie wód opadowych i gnojówki poza powierzchnię płyty.

Płyty obornikowe powinny być dostosowane konstrukcyjnie do wjazdu środków transportu (ładowacza, ciągnika z przyczepą), i jednocześnie uniemożliwiać wypływanie wód gnojowych z płyty, np. przez zastosowanie przeciwspadku płyty.

Każda płyta obornikowa powinna posiadać studzienkę umożliwiającą czasowe gromadzenie się wód gnojowych i uniemożliwiającą osadzanie się części stałych przed odprowadzeniem do zbiornika zasadniczego. Takie rozwiązanie przeciwdziała konieczności czyszczenia zbiornika.

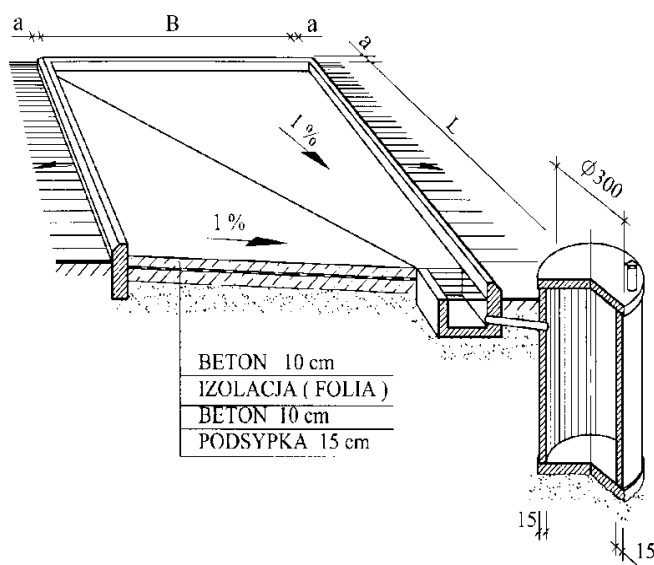
W celu ograniczenia wymywania azotu do wód możliwe jest przykrywanie przyzmu obornika, np. folią.

W przypadku utrzymywania zwierząt gospodarskich na głębokiej ściółce obornik może być przechowywany w budynku inwentarskim o nieprzepuszczalnym podłożu.

Należy przyjąć, że utrzymywanie zwierząt gospodarskich na głębokiej ściółce oznacza stosowanie ściółki, w rozumieniu przepisów wykonawczych do ustawy z dnia 21 sierpnia 1997 r. o ochronie zwierząt, w ilości, która wchłonie ciepłe odchody zwierząt w taki sposób, że przy jej stosowaniu nie powstają zastoiska i nie dochodzi do wydzielania się odcieków. System

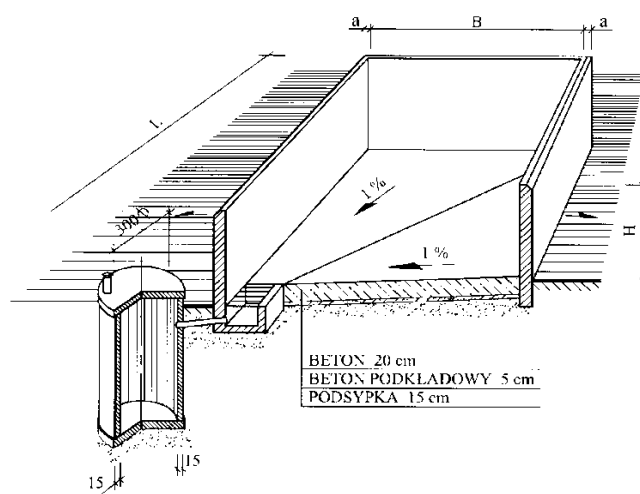
utrzymywania zwierząt na głębokiej ściółce funkcjonuje bez konieczności odprowadzenia frakcji ciekłej do zbiornika.

Rysunek 11. Płyta obornikowa z niskimi ściankami oporowymi wg K. Rudnik



Źródło: Praca zbiorowa: Standardy dla gospodarstw rolnych. Magazynowanie nawozów naturalnych

Rysunek 12. Płyta obornikowa z wysokimi ściankami oporowymi wg K. Rudnik



Źródło: Praca zbiorowa: Standardy dla gospodarstw rolnych. Magazynowanie nawozów naturalnych

8.1.2. Inne przykładowe rozwiązania do przechowywania nawozów naturalnych stałych

Przepisy nie określają materiałów, z jakich powinny być wykonane płyty obornikowe. Do ich budowy mogą być wykorzystane poza tradycyjnymi materiałami, jak na przykład beton, inne materiały, np. odpowiednie tworzywa sztuczne. Muszą one jednak zabezpieczać przed przedostawaniem się odcieków z obornika do gruntu (tj. powinny być nieprzepuszczalne).

Ważne! Konstrukcje do przechowywania mogą być wykonane z różnych materiałów, muszą jednak chronić przed przedostawaniem się odcieków do gruntu i wód.

W celu bezpiecznego dla środowiska składowania obornika oraz pomiotu ptasiego, istnieje na przykład możliwość zastosowania rozwiązań uwzględniających wykorzystanie wzmocnionej folii pod odpowiednio przygotowanym podłożem (Rysunek 13, Rysunek 14). Rozwiązania te zakładają też, że obrzeże składowiska będzie wyłożone płytami krawężnikowymi, a odcieki z przyzmy (gnojówka) będą odprowadzane przy pomocy drenażu do studzienki.

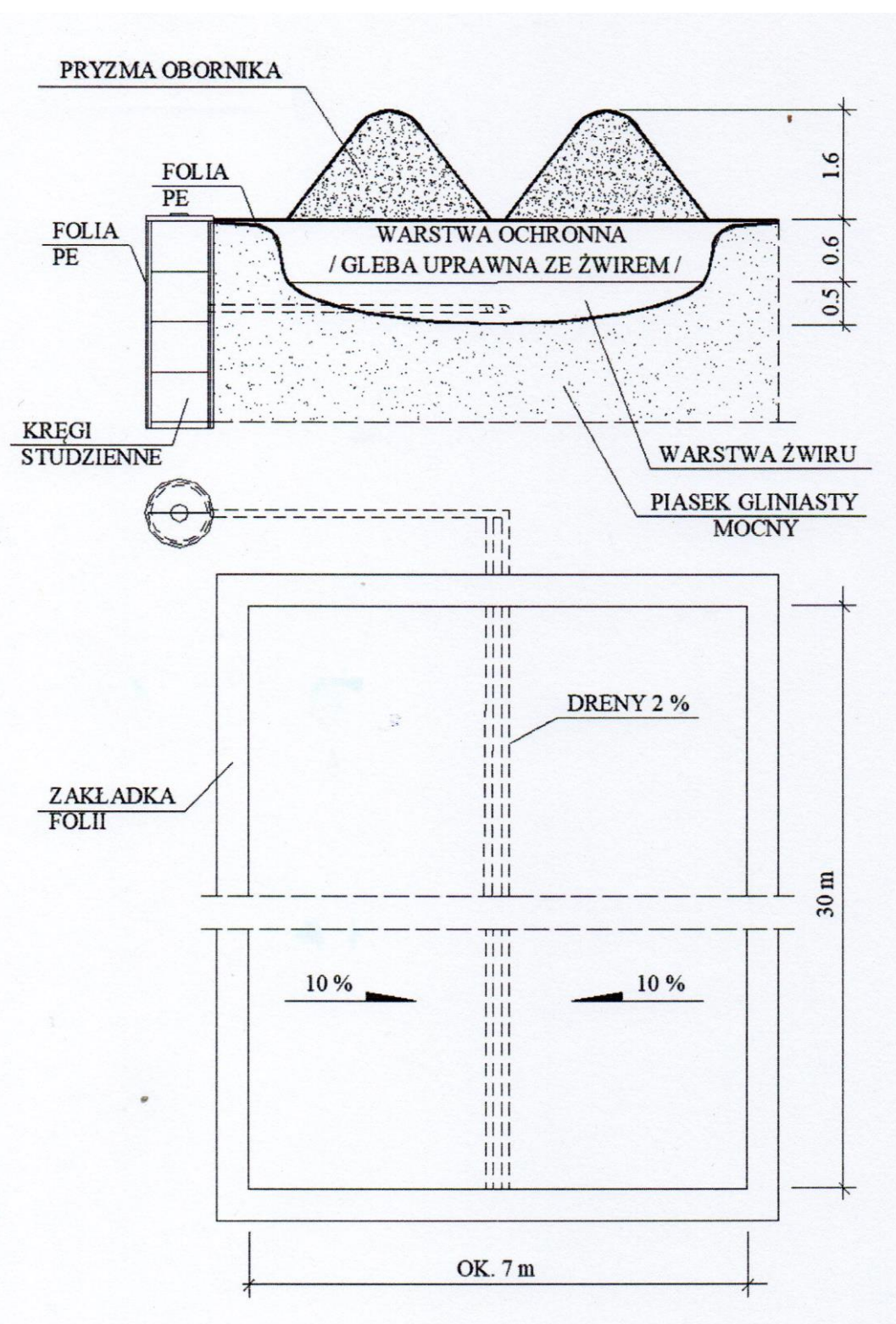
Należy zauważyć, że przy zastosowaniu tych rozwiązań konieczne jest:

- staranne układanie przyzmy, aby obornik nie trafiał poza krawężniki,
- ostrożne operowanie chwytakiem podczas wybierania obornika, aby nie doprowadzić do uszkodzenia folii.

Trwałość i skuteczność zaprezentowanych metod składowania obornika jest uzależniona od nacisków jednostkowych kół ciągnika lub ładowarki służących do załadunku i rozładunku przyzmy.

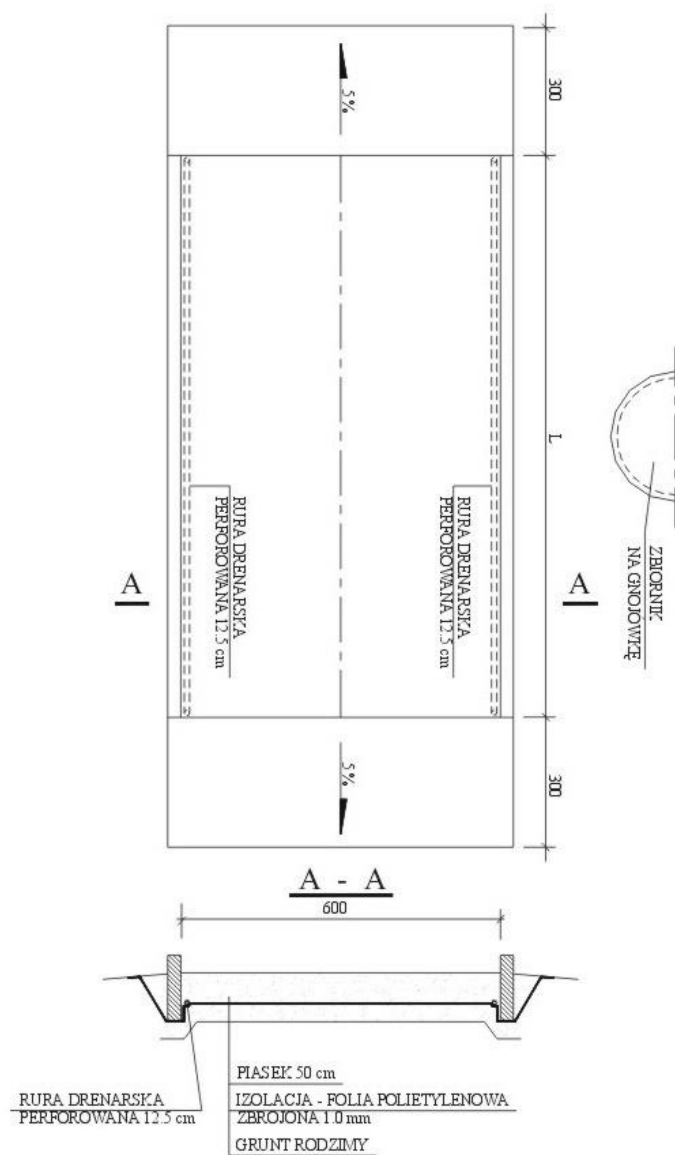
Miejsca do przechowywania nawozu naturalnego należy budować w obrębie gospodarstwa w sposób, zapewniający łatwość przemieszczania nawozu i formowania przyzmy. Zaleca się budowę w bliskiej odległości od budynku inwentarskiego, o ile to możliwe – w północnej lub północno-wschodniej części działki zagrodowej.

Rysunek 13. Propozycja składowania obornika ze studzienką na odciek



Źródło: K. Rudnik

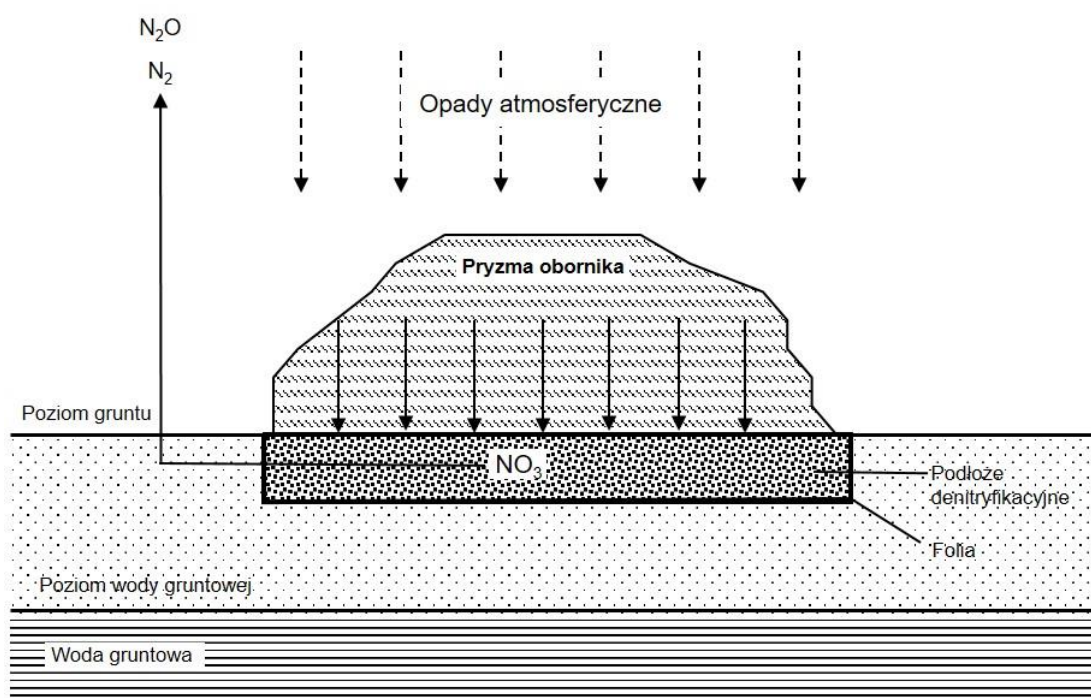
Rysunek 14. Płyta gnojowa z izolacją wykonaną z folii zbrojonej z krawężnikami



Źródło: K. Rudnik

W sposób alternatywny w stosunku do rozwiązań opartych na konstrukcjach betonowych, sposobem magazynowania nawozów naturalnych stałych, w tym pomiotu ptasiego oraz odchodów zwierząt futerkowych jest zastosowanie odizolowanego od gruntu podłoża denitryfikacyjnego (Rysunek 15). Istota tej metody polega na tym, że obornik jest przechowywany w pryzmie posadowionej na podłożu stanowiącym mieszaninę gleby i trocin (podłoże denitryfikacyjne), umieszczonym w wykopie wyłożonym folią (geomembraną).

Rysunek 15. Składowiska obornika z odizolowanym od gruntu podłożem denitryfikacyjnym



Źródło: Pietrzak, Urbaniak, Majewska 2018¹⁴

8.2. Przechowywanie nawozów naturalnych płynnych oraz odcieków roślinnych

Pojemność zbiorników na nawozy naturalne płynne musi wystarczać na ich przechowywanie przez okres, co najmniej 6 miesięcy.

Do usuwania i przechowywania odchodów zwierzęcych powinny być zastosowane urządzenia i budowle rolnicze odpowiednie do systemów utrzymywania zwierząt.

Zamknięte zbiorniki na płynne odchody zwierzęce powinny posiadać:

- nieprzepuszczalne dno i ściany,
- przykrycie, z wyłączeniem zbiorników na płynne odchody zwierzęce lub ich części znajdujących się pod budynkiem inwentarskim, stanowiących technologiczne wyposażenie budynku inwentarskiego, tj. kanały gnojownicowe.

Ważne! Do zbiornika na gnojownicę nie należy odprowadzać substancji pochodzących z domowych instalacji sanitarnych.

¹⁴ Pietrzak, Urbaniak, Majewska 2018, Budowa i wstępna ocena składowiska obornika z podłożem denitryfikacyjnym

8.2.1. Przykładowe rozwiązania konstrukcji betonowych

Częstym sposobem gromadzenia nawozów naturalnych płynnych są cylindryczne zbiorniki betonowe (Fotografia 2).

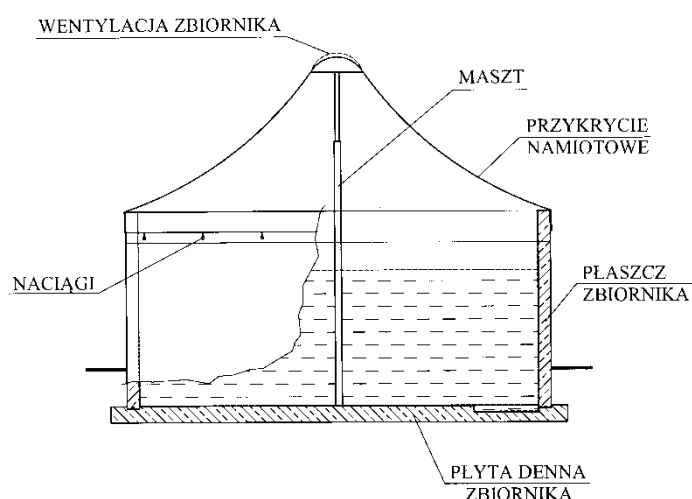
Fotografia 2. Zbiornik na gnojowicę



Źródło: W. Wardal

Przechowywanie płynnych odchodów zwierzęcych w zbiorniku zagłębionym przykrytym powłoką elastyczną przedstawiono schematycznie na Rysunku 16.

Rysunek 16. Przekrój pionowy zbiornika zagłębionego przykrytego powłoką elastyczną



Źródło: ITP-PIB

Zbiornik zagłębiony przykryty powłoką elastyczną może być przeznaczony do przechowywania nawozów naturalnych płynnych, czy też soków kiszonkowych.

Charakterystyka obiektu:

- płyta denna żelbetowa,
- płaszcz żelbetowy,
- przykrycie elastyczną powłoką z EPDM (*ethylene propylene diene monomer* – terpolimer),
- pojemność od kilkuset do kilku tysięcy m³.

Konstrukcja:

Zbiornik składa się z: płyty dennej, płaszcza, masztu i przykrycia.

Płyta denna: grubość żelbetowej płyty dennej wynika z obliczeń statycznych. Minimalna grubość wynosi 20 cm. Płyta posadowiona jest na warstwie filtracyjnej z zagęszczonego piasku oraz na warstwie betonu podkładowego o grubości minimum 5 cm. Minimalna klasa betonu C16/20.

Płaszcz /ściana: grubość żelbetowych ścian wynika z obliczeń statycznych. Ściany zbrojone są podwójnie na siły występujące od strony wewnętrznej i zewnętrznej zbiornika. Minimalna klasa betonu C16/20 a zalecana klasa betonu C30/37.

Przykrycie: zbiornik przykryty jest powłoką elastyczną wykonaną z EPDM. Powłoka oparta jest na maszcie zakończonym głowicą, umieszczonym w środku zbiornika oraz na górnej części ściany. W powłoce umieszczony jest otwór rewizyjny /właz/ oraz otwór wentylacyjny.

8.2.2. Inne przykładowe rozwiązania przechowywania nawozów naturalnych płynnych

Przechowywanie nawozów naturalnych płynnych w zbiornikach elastycznych

Innym sposobem, który może być stosowany w celu przechowywania nawozów naturalnych płynnych, jest ich gromadzenie w elastycznych zbiornikach workowych. Przykładowe pojemności mogą wynosić od kilkuset do kilku tysięcy metrów sześciennych. Wykonane są na ogół z włókna poliestrowego o bardzo dużej odporności na rozrywanie oraz wpływ warunków atmosferycznych i środowiskowych. Trwałość może przekraczać nawet 20 lat. Zbiornik workowy musi posiadać rury doprowadzające i odprowadzające oraz otwory wentylacyjne. W celu homogenizacji zawartości system ten należy wyposażyć w dyszę, umożliwiającą odpowiednią cyrkulację. Zaleca się, aby zbiornik był zabezpieczony trwałym ogrodzeniem przed dostępem osób niepowołanych lub zwierząt. Zbiorniki workowe są bardzo dobrym rozwiązaniem magazynowania masy pofermentacyjnej z biogazowni

Ważne! Zaletą jest szybki montaż i możliwość zmiany lokalizacji takiego magazynu oraz fakt, że nie wymaga on zabezpieczenia antykorozyjnego. Zbiorniki workowe układa się powyżej poziomu wód gruntowych.

8.3. Czasowe przechowywanie obornika bezpośrednio na gruncie rolnym

Możliwe jest czasowe, jednak nie dłuższe niż okres 6 miesięcy od dnia utworzenia przyzmy, przechowywanie obornika bezpośrednio na gruntach rolnych, przy czym:

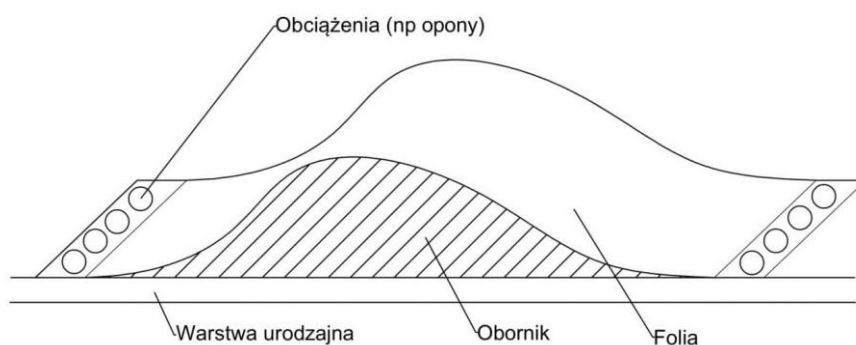
- przyzmy lokalizuje się poza zagłębieniami terenu, na możliwie płaskim terenie, o dopuszczalnym spadku do 3%, w miejscu niepiaszczystym i niepodmokłym, w odległości większej niż 25 m od linii brzegu wód powierzchniowych, pasa morskiego i ujść wód, jeżeli nie ustanowiono strefy ochronnej na podstawie przepisów ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. – *Prawo wodne*,
- lokalizację przyzmy oraz datę złożenia obornika w danym roku na danej działce zaznacza się na mapie lub szkicu działki, które przechowuje się przez okres 3 lat od dnia zakończenia przechowywania obornika,
- Obornik na przyzmy można przechowywać w tym samym miejscu po upływie 3 lat od dnia zakończenia poprzedniego przechowywania obornika.

Zabrania się przechowywania pomiotu ptasiego bezpośrednio na gruncie.

Ważne! Odchodów zwierząt futerkowych nie należy przechowywać bezpośrednio na gruncie.

W celu czasowego przechowywania obornika istnieje możliwość użycia rozwiązań przedstawionych na Rysunku 17.

Rysunek 17. Przykładowe składowanie obornika na gruncie



Źródło: ITP-PIB

W takich przypadkach zalecane jest przykrycie przyzmy obornika folią, zwłaszcza, gdy przyzma ma funkcjonować przez dłuższy okres.

Składując czasowo obornik na gruncie rolnym, nie należy usuwać warstwy urodzajnej gleby. W przypadku czasowego przechowywania obornika na glebach piaszczystych, wskazane jest rozłożenie materiału chłonnego takiego jak: pocięta słoma, trociny, itp.

W Tabeli 28 przedstawiono zdolność różnych materiałów do wchłaniania wody (wg Kalendarza Rolników).

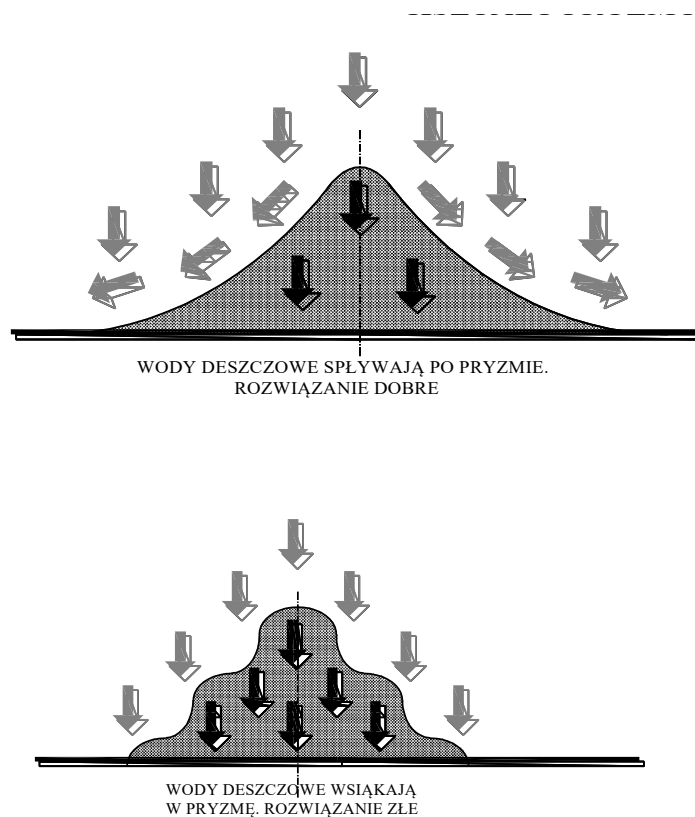
Tabela 28. Zdolność różnych materiałów do wchłaniania wody

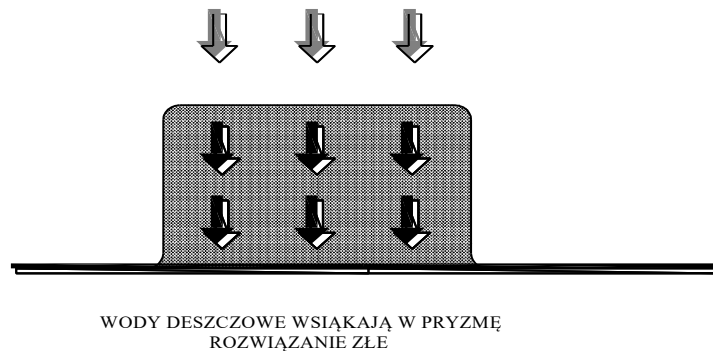
Lp.	Materiał	Zdolność wchłaniania wody przez 100 kg materiału
1.	wióry drzewne	145 kg
2.	trociny	152 kg
3.	słoma pszeniczna	257 kg
4.	słoma żytnia	265 kg
5.	torf	404 kg

Źródło: ITP-PIB na podstawie Kalendarza Rolników

W przypadku słomy największą chłonność uzyskujemy po pocięciu jej na odcinki do 4 cm.

Rysunek 18. Przykładowy kształt pryzmy i jego wpływ na wymywanie składników nawozowych





Źródło: ITP-PIB

8.4. Przetwarzanie nawozów naturalnych

Przetwarzanie nawozów naturalnych jest jednym ze sposobów zagospodarowania nadmiaru nawozów naturalnych, z którymi mają problem rolnicy i hodowcy państw członkowskich UE zmagających się z ich nadprodukcją. Główną zaletą przetworzonych nawozów naturalnych jest ich korzystny wpływ na żyzność gleby.

W regionach europejskich, w których przeważa intensywna produkcja zwierzęca, hodowcy przetwarzają już nawozy naturalne w miejscu ich wytwarzania, a finalny nowy produkt transportują do innych, odległych często obszarów kraju, w których produkty takie mają zastosowanie, bez obaw o przenawożenie azotem czy fosforem. Nowe technologie wprowadzane w związku z rozwojem metod przetwarzania nawozów naturalnych przyjaznych środowisku mogą być stosowane w całym sektorze rolnictwa wpływając na poprawę efektywności gospodarki rolnej i stan środowiska naturalnego.

W Polsce dla potrzeb jednolitej interpretacji przepisów definicja „nawozów naturalnych” wprowadzona została przez ustawę z dnia 20 lipca 2017 r. – *Prawo wodne*.

Nawozy naturalne – rozumie się przez to nawozy pochodzące od zwierząt gospodarskich – obornik, gnojówka, gnojowica, pomiot ptasi, przeznaczone do rolniczego wykorzystania, w tym również w formie przetworzonej:

a) nawóz naturalny płynny:

- gnojowica – mieszanina kału i moczu zwierząt z domieszką wody,
- gnojówka – odciek z obornika (przefermentowany mocz zwierząt),

b) nawóz naturalny stały:

- obornik – mieszanina kału i moczu zwierząt wraz ze ściółką, w szczególności słomą, trocinami lub korą,
- pomiot ptasi – odchody drobiu z bezściółkowego systemu utrzymywania zwierząt gospodarskich.

Istnieje wiele metod przetwarzania nawozów naturalnych, od prostych i tańszych do bardziej złożonych i wymagających zastosowania specjalnych urządzeń.

Proces przetworzenia, który prowadzi do zmiany właściwości chemicznych nawozu naturalnego, zgodnie z przepisami ustawy o *nawozach i nawożeniu* wiąże się z koniecznością

uzyskania stosowanego pozwolenia na wprowadzanie do obrotu nowego produktu nawozowego.

Według ustawy *o nawozach i nawożeniu* przetworzone różnymi metodami nawozy naturalne są nawozami organicznymi, które wprowadza się do obrotu na podstawie decyzji ministra właściwego do spraw rolnictwa. Instrukcja stosowania, będąca załącznikiem do decyzji (pozwolenia), określa wielkość dopuszczalnej dawki takiego nawozu.

Należy również zwrócić uwagę na wymogi dotyczące przetwarzania obornika w gospodarstwie, obowiązujące w odniesieniu do tzw. podmiotów wielkotowarowych (tj. podmiotów prowadzących chów lub hodowlę drobiu powyżej 40 000 stanowisk lub chów lub hodowlę świń powyżej 2000 stanowisk dla świń o wadze ponad 30 kg lub 750 stanowisk dla macior), a wynikające z decyzji wykonawczej komisji (UE) ustanawiającej konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT)¹⁵. W BAT 19 ww. decyzji, mowa jest o technikach przetwarzania obornika w gospodarstwie, w celu zmniejszenia emisji azotu, fosforu, zapachu i drobnoustrojów chorobotwórczych do powietrza i wody oraz ułatwienia przechowywania obornika lub jego aplikacji.

▪ **Nawozy typu RENURE**

RENURE (REcovered Nitrogen from manURE) są nowym rodzajem nawozu, substytutem ilości azotu odzyskiwanego z przetworzonych nawozów naturalnych.

Nawozy RENURE mają większe wykorzystanie azotu przez rośliny, mogą być stosowane precyzyjnie, umożliwiając lepsze wykorzystanie składników pokarmowych, wykazując mniejsze ryzyko wymywania azotanów do wód.

RENURE mogą być produkowane przy użyciu następujących technologii: w drodze procesu przetwarzania nawozów naturalnych w sposób fizyczny, chemiczny lub biologiczny, innego niż tylko mieszanie, suszenie, rozcieńczanie, granulacja i/lub przechowywanie, w którym zawartość azotu nieorganicznego musi wzrosnąć w stosunku do całkowitej zawartości azotu (organiczny + nieorganiczny). Proces produkcji powinien gwarantować stałą jakość, a takie nawozy muszą charakteryzować się wysoką jakością zapewniającą wysokie plony i niskie straty wymywania.

W 2024 r. Komisja Europejska przygotowała projekt dyrektywy wprowadzający zmiany do załącznika III dyrektywy azotanowej, który przewiduje, że stosowanie przetworzonych nawozów naturalnych tzw. RENURE będzie możliwe pod pewnymi warunkami w ilościach przekraczających limit 170 kg N/ha/rok. Wspólne Centrum Badawcze Komisji Europejskiej (JRC) oceniło, że w pewnych warunkach nawozy RENURE mają podobny potencjał wymywania azotu oraz skuteczność agronomiczną jak nawozy mineralne, ale mniejszy udział w wymywaniu azotanów do wód w porównaniu z nawozami naturalnymi. Dzięki temu można je stosować w ilościach przekraczających limit 170 kg N/ha/rok, zapewniając jednocześnie ochronę wód oraz odpowiednie korzyści agronomiczne.

¹⁵ 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 C(2017) 688)

Ważne! W czasie opracowywania niniejszego Zbioru zaleceń dobrej praktyki rolniczej w Komisji Europejskiej trwają prace legislacyjne nad projektem dyrektywy wprowadzającej zmiany do załącznika III dyrektywy azotanowej w zakresie stosowania tzw. nawozów RENURE. Dopiero po przyjęciu ostatecznej wersji projektu przez Parlament Europejski i Radę Unii Europejskiej oraz opublikowaniu nowych przepisów możliwe będzie wprowadzenie przepisów krajowych ustalających warunki legalnego stosowania nawozów typu RENURE w ilościach przekraczających limit 170 kg N/ha/rok.

9. Zasady przechowywania kiszonek

Ważne! Kiszonki zaleca się przechowywać w silosach, w rękawach foliowych, w dużych belach lub na pryzmach usytuowanych na szczelnych płytach, lub na podkładzie z folii, sieczki, słomy lub na innym materiale, który może pochłaniać odcieki.

Powstawanie soków kiszonkowych jest uzależnione od zawartości suchej masy w zakiszanych materiałach roślinnych, takich jak ruń łąkowa, kukurydza czy inne zielonki. Kiszonki zaleca się sporządzać z materiału o podwyższonej zawartości suchej masy, tj. powyżej 30-35% suchej masy. Podwyższenie zawartości suchej masy w zakiszonym surowcu do poziomu 30-35% zapobiega powstawaniu wycieków kiszonkowych (Tabela 29).

Tabela 29. Ilość soku kiszonkowego wydzielana z 1m³ kiszonki w zależności od wilgotności zakiszanego surowca.

Zawartość suchej masy w zakiszonym surowcu (%)	Masa 1 m ³ kiszonki (kg)	Ilość wydzielanego soku w (l/m ³) kiszonki
15	800	400
20	700	200
25	600	74
30	500	0

Źródło: IUNG-PIB

Soki kiszonkowe powinny być odprowadzane do specjalnie przystosowanych do tego celu studzienek zbiorczych, stanowiących integralną część składową silosów. Zbiorniki/studzienki przeznaczone do okresowego przechowywania odcieków kiszonkowych powinny spełniać następujące warunki:

- powinny być szczelne, aby uniemożliwić przedostawanie się soków do wód gruntowych,
- pojemność zbiorników powinna być dostosowana do ilości powstających soków kiszonkowych przez okres co najmniej pierwszych 20 dni fermentacji, kiedy ilość powstających soków jest największa; mniejsze zbiorniki muszą być opróżniane częściej,
- konstrukcja studzienek powinna zapewnić łatwość ich okresowego opróżniania,
- konstrukcja studzienek powinna zapewniać bezpieczeństwo osób i zwierząt przebywających w ich pobliżu (wymagane zabezpieczenie wlotu studzienki od góry).

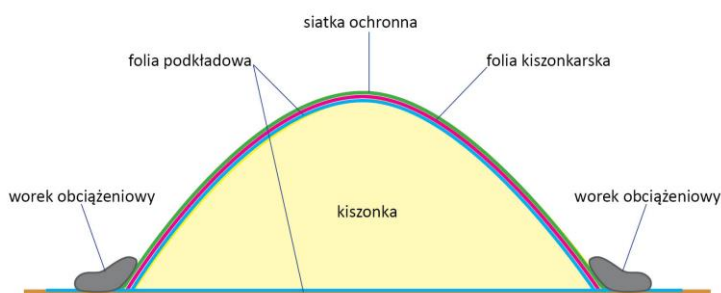
Ważne! Zgodnie z art. 77 ust. 1 pkt 3 ustawy - *Prawo wodne* gromadzenie soków kiszonych na obszarach szczególnego zagrożenia powodzią jest objęte zakazem (patrz. str. 79).

9.1. Przechowywanie kiszonek w silosach

Najtańszym sposobem przechowywania kiszonek jest składowanie w przyzmiie uformowanej na podkładzie z folii (Rysunek 19). Przy zakiszaniu w przyzmiach zachodzą jednak duże straty składników pokarmowych.

Zaletami przechowywania kiszonek w silosach (Fotografia 3) są natomiast m.in.: ograniczenie dostępu powietrza do zakiszanej masy, zmniejszenie strat składników w stosunku do przechowywania w przyzmiie (o 10–20%), oszczędność materiałów okrywających kiszonkę lub sianokiszonkę, łatwość zmechanizowania załadunku i ubijania masy w silosie. Poza tym ugniatanie masy roślinnej trwa krócej, niż na przyzmiie, sporządzana pasza nie rozsuwa się na boki i nie nanosi się kołami ciągnika ziemi na sporządzaną kiszonkę. W silosie przejazdowym można magazynować rośliny wydzielające soki dzięki możliwości zbierania wycieków do zbiornika.

Rysunek 19. Przechowywanie kiszonki na podkładzie z folii



Źródło: A. Bochniarz

Zabrania się przechowywania kiszonek bezpośrednio na gruncie.

Fotografia 3. Silos betonowy do przechowywania kiszonek



Źródło: IUNG-PIB

9.1.1. Wymagania dotyczące silosów przejazdowych na kiszonkę

Silos ma za zadanie utrzymać warunki sprzyjające zakiszaniu, chronić paszę przed dostępem powietrza, wodą opadową i przed działaniem promieni słonecznych. Konstrukcja silosu powinna ułatwiać załadunek zielonki oraz wybieranie kiszonki, a ponadto zapewniać odprowadzenie nadmiaru soków kiszonkowych do szczelnych zbiorników. Istotną sprawą jest obliczenie pojemności przy zachowaniu proporcji wymiarów silosu. Szerokość silosu powinna gwarantować równomierne ugniecenie przez koła ciągnika. Utwardzenie podjazdu zapobiega zabrudzeniu kiszonki. Zaleca się umieszczenie tablic ostrzegawczych informujących o maksymalnej wytrzymałości ścian silosu.

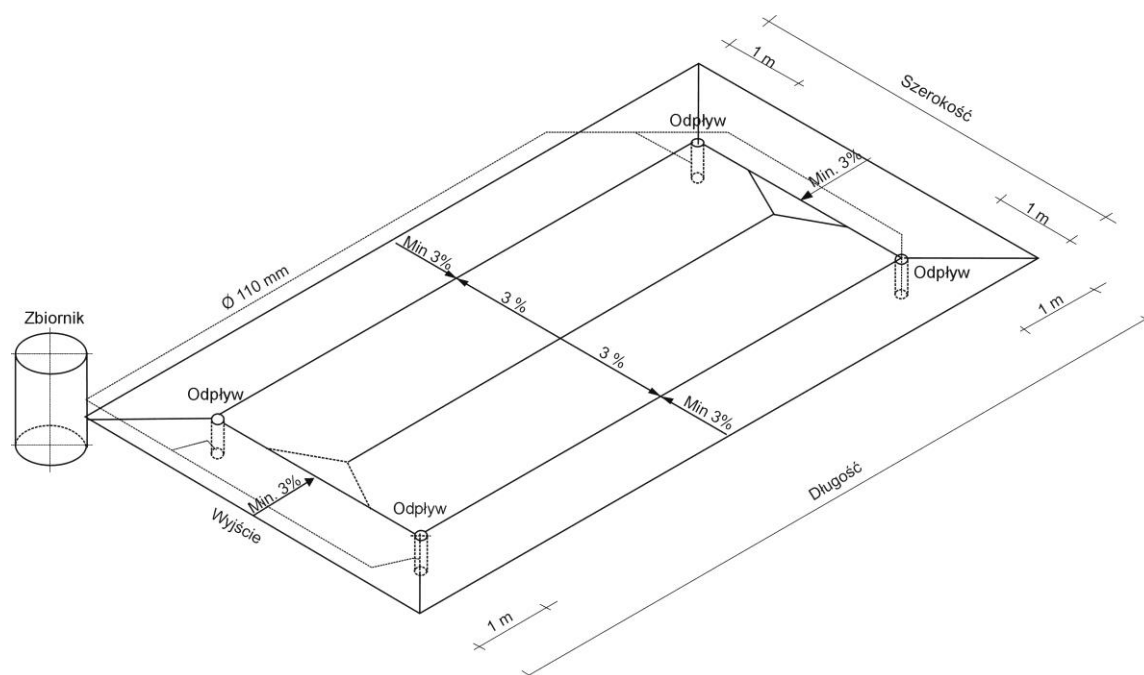
Zaplanowanie objętości silosu polega na określeniu dziennej dawki kiszonki przypadającej przeciętnie na 1 krowę, modelu żywienia (monodieta czy zróżnicowane żywienie letnie i zimowe), który wpływa na długość okresu żywienia kiszonką, wielkości stada. Planując pojemność silosu, pamiętajmy, że jedna tona kiszonki z kukurydzy zajmuje objętość około $1,3 \text{ m}^3$, a tona sianokiszonki nawet $1,8\text{--}2 \text{ m}^3$. Z jednego hektara można zabrać 50–60 ton kukurydzy na kiszonkę. Ważnym elementem jest wzięcie pod uwagę faktu występowania strat, które mogą sięgać 20%.

9.1.2. Zalecenia technologiczne do wykonania silosu na kiszonkę

Najprostsze rozwiązanie budowy silosu na kiszonkę (dla mniejszego stada, np. 10 krów) polega na przygotowaniu płyty betonowej bez ścian oporowych (Rysunek 20). Pozwala ono na zapewnienie odprowadzenia soków kiszonkowych i wody opadowej ze strefy składowania,

jednak wysokość przymy jest niższa niż w przypadku silosu ze ścianami, co pociąga za sobą konieczność zajęcia większej powierzchni.

Rysunek 20. Schemat płyty silosu



Źródło: Poradnik „Magazynowanie pasz”¹⁶

Beton, z którego wykonuje się silos, powinien zapewniać wodoszczelność. Konieczne jest zapewnienie pasa brzegowego o szerokości nie mniej niż 1 metr, aby zapobiec nanoszeniu ziemi do wnętrza silosu. Płytę denną należy wylewać ze spadkiem w kierunku studzienek odpływowych gromadzących wycieki z kisonki.

Silosy przejazdowe mają szereg zalet, jak łatwość załadunku i wyładunku oraz możliwość dobrego ugniecenia kisonki kołami środków transportowych, głównie ciągnikiem lub ładowarką samobieżną. Wykonuje się je zazwyczaj w gospodarstwach utrzymujących stado liczące kilkadziesiąt i więcej sztuk bydła. Ściany powinny być obsypane ziemią od zewnątrz, co pozwala na ich zabezpieczenie przed wypchnięciem podczas ugniatania masy zielonki oraz przemarzaniem kisonki w okresie mrozów. Silosy przejazdowe mogą być budowane jako naziemne lub częściowo zagłębione.

Załadunku silosów można dokonać dopiero po całkowitym związaniu betonu, nie wcześniej niż po miesiącu od zakończenia budowy. Przykładowe rozwiązania przedstawiono na Fotografii 4, 5, 6 i 7.

Silos ze ścian prefabrykowanych składa się z następujących elementów: płyty dennej, ścian oporowych z betonowych prefabrykatów, wjazdu, studzienki odpływowej.

Zaletami tego systemu są: skrócenie czasu budowy w porównaniu z silosem monolitycznym, zazwyczaj mniejsza liczba osób zaangażowanych w budowę, trwała konstrukcja – silos wytrzymuje znaczne obciążenia pochodzące od pojazdu ugniatającego kisonkę (nawet 10 t),

¹⁶ Praca zbiorowa, 2004, wyd. IBMER i DAAS

mrozo- oraz kwasoodporny beton, możliwość dalszej rozbudowy silosu, gdyby okazało się, że dotychczasowa pojemność jest niewystarczająca. Wadą jest konieczność zastosowania dźwigu lub ładowarki do ustawiania gotowych elementów.

Silos przejazdowy z betonu monolitycznego. Części składowe silosu jak poprzednio. Różnica jest w sposobie wykonania ścian bocznych, do budowy których konieczne jest przygotowanie szalunków. Poleca się użycie szalunków tzw. „systemowych”, co pozwala na staranny i szybki montaż.

Silos z zadaszeniem. Głównym atutem tego rodzaju magazynowania jest doskonała ochrona kiszonki przed niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi. Wadą natomiast jest ograniczenie manewrowości maszyn i urządzeń podczas sporządzania i wybierania kiszonki, a także wyższe koszty budowy (Fotografia 7).

Fotografia 4. Silos przejazdowy bezpośrednio po wybudowaniu



Źródło: ITP-PIB

Fotografia 5. Wykonanie spadków płyty dennej silosu przejazdowego w celu odprowadzenia nadmiaru odcieków oraz wody opadowej



Źródło: W. Wardal

Fotografia 6. Sposób przykrycia kieszonki w silosie przejazdowym



Źródło: W. Wardal

Fotografia 7. Silos przejazdowy zadaszony ułatwia osiągnięcie najwyższej jakości kiszonki oraz minimalizację strat



Źródło: ITP-PIB

Silosy przejazdowe są dobrym sposobem na przygotowanie i magazynowanie kiszonek.

Dla uniknięcia błędów oraz skrócenia czasu budowy prace warto powierzyć wyspecjalizowanej firmie, która udziela gwarancji wykonania.

Celem wydłużenia okresu eksploatacji silosu zaleca się wykonanie powłok ochronnych.

Załadunek silosów przejazdowych należy przeprowadzać z zachowaniem środków ostrożności, aby nie doprowadzić do wywrócenia ciągnika.

Ważne! Straty wartości pokarmowej kiszonki można ograniczyć do minimum poprzez wybudowanie zadaszenia.

9.1.3. Przechowywanie kiszonek w belach

Bele sianokiszonki owinięte folią mogą być składowane na gruncie lub na utwardzonym albo wybetonowanym podłożu (Fotografia 8).

Fotografia 8. Składowanie bel sianokiszonki



Źródło: W. Wardal

Owinięte bele składa się w pozycji stojącej, obok siebie, najlepiej w dwóch, maksymalnie trzech warstwach. Bele najlepiej składować na powierzchni wyścielonej folią. Jeśli składowane są na ziemi, warto spryskać ją środkiem chwastobójczym w celu ograniczenia wzrostu chwastów niszczących folię i uniemożliwiających zasiedlanie gryzoniami.

Powierzchnia, na której są składowane powinna być sucha, równa i pozbawiona przedmiotów mogących uszkodzić folię. Miejsce składowania bel nie powinno być zalewane wodami opadowymi. Należy unikać składowania pod drzewami i w pobliżu stromych stoków wzgórz. Bele należy zabezpieczyć przed uszkodzeniami mechanicznymi przez ptaki lub zwierzęta, tzn. ogrodzone, a nawet przykryte siatką. Wszelkie ewentualne uszkodzenia powinny być natychmiast zaklejone np. taśmą wodoodporną.

Bele można przechowywać przez jeden rok, później folia staje się podatniejsza na uszkodzenia.

10. Inne przykładowe działania ograniczające zanieczyszczenie wód azotanami

10.1. Nawożenie precyzyjne – Rolnictwo 3.0

Rolnictwo precyzyjne to dopasowanie terminów i dawek wysiewu nawozów, aplikacji środków ochrony roślin oraz wody do warunków glebowych i przebiegu pogody na podstawie map przestrzennych i pomiarów. Typowym jego elementem jest wykorzystywanie mapy zasobności gleby w NPK i dopasowanie do niej dawek nawozów. Zwykle opera się na statycznych danych np. strefowaniu za pomocą teledetekcji wspartemu pomiarami laboratoryjnymi zasobności gleby raz w roku.

Nawożenie precyzyjne jest skutecznym sposobem ograniczania strat azotu. Polega ono na stosowaniu zróżnicowanych dawek nawozów w obrębie jednego pola produkcyjnego. Dawki nawozów dostosowuje się do potrzeb nawożenia w danym punkcie pola.

W nawożeniu precyzyjnym wykorzystuje się specjalne urządzenia, które na bieżąco analizują stan odżywienia roślin i pozwalają dostosować dawkę nawozu do zapotrzebowania na azot.

Precyzyjne nawożenie zapewnia lepsze wyrównanie łanu i sprzyja uzyskiwaniu wyższych plonów roślin uprawnych.

Ważne! Precyzyjne nawożenie ogranicza zużycie nawozów i emisję azotu do środowiska.

Do precyzyjnego nawożenia są konieczne maszyny i urządzenia do zmiennej aplikacji nawozów. Ciągnik powinien być wyposażony w komputer i odbiornik GPS sprzężony z komputerem maszyny aplikującej.

Jednym z elementów Rolnictwa 3.0 jest wykorzystanie Bezzałogowych Statków Powietrznych – BSP (tzw. dronów). Najważniejszym celem wykorzystywania dronów rolniczych jest zwiększenie wydajności i efektywności gospodarstwa. Ich wykorzystanie to sposób na dokładniejsze, bardziej precyzyjne monitorowanie stanu upraw i podejmowanie decyzji w oparciu o szczegółowe dane.

Zastosowanie dronów w uprawach roślin ma ogromne znaczenie dla rolnictwa. Dzięki nim gospodarstwo może ograniczać koszty uprawy przy jednoczesnym zwiększeniu plonów, a co za tym idzie, także i zysku. Drony zyskują na popularności wraz z rozwojem rolnictwa precyzyjnego, szczególnie jako urządzenia do dostarczania informacji o stanie upraw, dzięki lotom z zamontowanymi na nich kamerami multispektralnymi. Ma to ogromne znaczenie w kontekście ograniczenia zużycia nawozów, co jest możliwe dzięki technologii zmiennego dawkowania (ang. VRA – variable rate application). Wykorzystuje ona badania oceny zasobności gleb w miejscach uprawy z zastosowaniem metod teledetekcji, czyli pomiarów światła odbitego od roślin. Na ich podstawie można ocenić wielkość biomasy, kondycję upraw czy prognozę plonów.

Inne możliwości stosowania dronów w rolnictwie:

- ✚ Kontrola żyzności gleby – wykrywają niedobory potrzeb pokarmowych. Analiza stanu gleby pozwala wykryć miejsca, w których rośliny nie mają zapewnionych optymalnych warunków do wzrostu.
- ✚ Wydajniejsze nawodnienie – wspomagają wykrywanie niedoborów wody w glebie.
- ✚ Monitorowanie stanu upraw – obrazowanie multispektralne pozwala na dokładną ocenę kondycji upraw.
- ✚ Zaplanowanie dokładnej strategii rozwoju upraw na podstawie szczegółowych danych takich jak zawartość chlorofilu czy faza wzrostu roślin.
- ✚ Zapobieganie chorobom i rozwojowi szkodników.
- ✚ Dokumentowanie szkód rolniczych.
- ✚ Zbieranie danych do mapowania.

Rozwój technologii dronów i ich zastosowanie w rolnictwie przynosi nowe możliwości w zakresie optymalizacji procesów uprawowych. Drony służące do oprysków i rozsiewania nawozów mają potencjał do zrewolucjonizowania sektora rolniczego, poprawiając precyzję, efektywność i prowadząc do zrównoważonej gospodarki.

Przy stosowaniu nawozów za pomocą dronów należy pamiętać, że celem nawożenia jest zaspokojenie zapotrzebowania na składniki odżywcze uprawianych roślin poprzez zastosowanie właściwego rodzaju i ilości składników odżywczych dla roślin.

Drony nie zastąpią wiedzy i doświadczenia rolnika, ale mogą znacznie ułatwić pracę i zwiększyć zyski w gospodarstwie.

Aktualnie JARUS¹⁷ prowadzi konsultacje z EASA¹⁸ nt. wprowadzenia ułatwień mających na celu wdrożenie regulacji dotyczących wykorzystywania systemu bezzałogowego statku powietrznego (SBSP) w rolnictwie przy stosowaniu nawozów i środków ochrony roślin.

10.2. Rolnictwo inteligentne – Rolnictwo 4.0

Pojęcie rolnictwa inteligentnego (Smart Farming), używane jest zamiennie z Rolnictwem 4.0, obejmuje oprócz elementów rolnictwa precyzyjnego również automatyzację procesów w gospodarstwie, w szczególności wprowadzenie autonomicznych systemów monitoringu i sterowania, dających rolnikowi możliwość obsługi procesów w gospodarstwie z poziomu swojego smartfonu lub komputera w czasie rzeczywistym (RT) lub zbliżonym do rzeczywistego (NRT). Rolnictwo 4.0 pozwala na bardzo szybką reakcję na zmiany warunków dzięki szybkiemu wielokierunkowemu cyfrowemu transferowi danych między urządzeniami a systemami decyzyjnymi i wykonawczymi. Systemy zarządzania gospodarstwem pozwalają na zarządzanie wszystkimi procesami w gospodarstwie umożliwiając optymalizację każdego z nich jak również całości funkcjonowania gospodarstwa.

Rolnictwo 4.0 obejmuje szereg technologii, takich jak systemy wspomagania decyzji, aplikacje mobilne, robotyka, sztuczna inteligencja, geolokalizacja, duże zbiory danych, trójwymiarowa wizualizacja, urządzenia autonomiczne i rozszerzona rzeczywistość.

Rolnictwo 4.0 jest cyfrowym interoperacyjnym rozwinięciem rolnictwa precyzyjnego. Rozwinięcie to stanowi przede wszystkim wielokierunkowa komunikacja i podejmowanie decyzji (DSS) w czasie rzeczywistym, ale również urządzenia autonomiczne i centralne sterowanie wszystkimi procesami w gospodarstwie w oparciu o systemy zarządzania gospodarstwem FMIS.

10.3. Stosowanie nawozów azotowych mineralnych otoczkowanych i nawozów z inhibitorami

Nawozy o spowolnionym uwalnianiu azotu (nawozy otoczkowane oraz nawozy z inhibitorami) poprawiają fizyczne, chemiczne i biologiczne właściwości gleby. Dzięki dużej zawartości materii organicznej w tych nawozach ich stosowanie istotnie zwiększa w glebie dostępność dla roślin wody i składników mineralnych. Wskazane są przede wszystkim na gleby ubogie w materię organiczną.

Zastosowanie nawozów azotowych o spowolnionym działaniu przeciwdziała nadmiernej kumulacji azotanów w plonie, a jednocześnie zapewnia harmonijny wzrost roślin.

Nawozy azotowe o spowolnionym działaniu przeciwdziałają zanieczyszczeniu środowiska nadmierną ilością związków azotu w glebie oraz wodach gruntowych w rejonach intensywnych

¹⁷ JARUS – Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems - organizacja zajmująca się tworzeniem wytycznych dla legislatorów w celu wskazania optymalnych i jednolitych rozwiązań w obszarze bezzałogowych statków powietrznych

¹⁸ EASA – European Union Aviation Safety Agency - Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego

upraw rolniczych. Szczególnie korzystne działanie tego typu nawozów wykazano w uprawie ziemniaka, buraka cukrowego, brokułu, kukurydzy i marchwi.

Nawozy azotowe o spowolnionym działaniu najlepiej jest stosować jednorazowo przedsiwennie lub pogłównie tuż po posadzeniu roślin. Te nawozy poprzez poprawę warunków rozwoju systemu korzeniowego zwiększają również efektywność działania innych związków mineralnych z gleby.

Ważne! Stosowanie nawozów azotowych otoczkowanych pozwala na spowolnienie uwalniania się azotu, a tym samym przeciwdziała wypłukiwaniu nadmiernych ilości tego składnika z gleby w razie niekorzystnego przebiegu warunków pogodowych.

Ważne! Dobrym rozwiązaniem jest stosowanie nawozów azotowych o spowolnionym działaniu, opartych o organiczne matryce koloidowe, które zawierają połączone dwie formy azotu: aminową i amidową oraz węgiel organiczny. Węgiel organiczny zawarty w tych nawozach przyczynia się do poprawy właściwości fizyko-chemicznych i biologicznych gleby oraz stymuluje rozwój mikroorganizmów w glebie.

Z uwagi na zawarty w moczniku i nawozie typu RSM azot amidowy stosowanie tych nawozów bez inhibitora ureazy może powodować straty azotu. Wskutek obecnego w glebie bakteryjnego enzymu ureazy, mocznik po zaaplikowaniu do gleby jest przekształcany stosunkowo szybko (w ciągu 2–3 dni) w amoniak, dwutlenek węgla i wodę.

Ważne! Zastosowanie inhibitora ureazy w nawozie zawierającym azot amidowy zmniejsza straty gazowe azotu.

Inhibitory nityfikacji DMPP (fosforan 3,4-dimetylo-1H-pirazolu) w nawozach spowolniają proces przekształcania azotu z formy jonów amonowych w azotany zwiększając jej dostępność dla roślin. W rezultacie następuje ograniczenie wymywania azotanów do wód gruntowych.

10.4. Śródpolne oczka wodne i mokradła

Oczka śródpolne są to małe zbiorniki wodne o powierzchni do 1 ha w krajobrazie rolniczym. Powstały one na skutek naturalnych procesów geologicznych i występują na całym obszarze kraju. Mokradłami, inaczej obszarami wodno-błotnymi, nazywane są tereny bagien, błot i torfowisk lub zbiorniki wodne zarówno naturalne, jak i sztuczne, stałe i okresowe, o wodach stojących lub płynących, słodkich, słonawych lub słonych. Wskazane jest całkowite wyłączenie mokradeł z użytkowania rolniczego lub wykorzystywanie, jako naturalnych, ekstensywnie użytkowanych łąk. Obszarów tych nie należy odwadniać, gdyż ich przydatność rolnicza pozostanie i tak niewielka w porównaniu z ich funkcją ekologiczną i wartością przyrodniczą.

Śródpolne oczka wodne i mokradła pełnią ważne funkcje środowiskowe. Jedną z nich jest wychwytywanie biogenów niesionych przez wody spływające z pól uprawnych. W akwenach tych składniki nawozowe, np. azot i fosfor, i inne zanieczyszczenia zawarte w spływie powierzchniowym, są usuwane z wody w wyniku procesów sedymentacji, przemian biologicznych i chemicznych, degradacji oraz pobrania przez rośliny. Substancja organiczna i związki mineralne połączone z cząsteczkami gleby lub rozpuszczone w wodzie są retencjonowane w oczku śródpolnym lub mokradle i dzięki temu nie trafiają do cieków wodnych czy jezior. W tych ekosystemach zachodzą różnorakie procesy, dzięki którym

dopływające biogeny są utylizowane, m.in. azot i fosfor są pobierane przez roślinność wodną, następuje rozkład materii organicznej, w procesie denitryfikacji część azotu uwalnia się do atmosfery, następuje osadzanie cząsteczek gleby i materii organicznej na dnie zbiornika.

Ilość biogenów retencjonowanych w oczkach śródpolnych jest zróżnicowana i zależy od usytuowania zbiorników, wielkości oraz intensywności produkcji rolnej (szczególnie nawożenia) na przyległych użytkach rolnych. Szacuje się, że ilości zatrzymywanego azotu mogą sięgać 250–500 kg N rocznie na 1 ha powierzchni oczka.

Należy chronić i pielęgnować istniejące naturalne śródpolne oczka wodne oraz mokradła. Ochrona przed dewastacją ma znaczenie nie tylko dla ochrony środowiska wodnego, ale także dla zachowania bioróżnorodności i jakości krajobrazu oraz zwiększenia odporności ekosystemu.

Śródpolne oczka wodne i mokradła spełniają także ważną rolę w retencjonowaniu wody w rolniczej przestrzeni produkcyjnej, regulują stosunki wodne w zlewni, w tym zlewni rolniczej zwiększając wilgotność gleby, dzięki czemu rośliny uprawne mogą korzystać z tych zasobów co może mieć wpływ na wzrost plonów. Rola tzw. małej retencji wodnej w poprawie gospodarki wodą jest coraz bardziej istotna w związku ze zwiększającą się częstotliwością występowania niedoboru opadów.

Fotografia 9. Oczko wodne



Źródło: T. Jadczyzyn

Ważne! Mokradła (tereny wodno-błotne) i oczka wodne pełnią w środowisku rolę filtrów, poprawiając jakość i skład chemiczny wód powierzchniowych i gruntowych. Zatrzymują również nadmiar składników pokarmowych: azotu, fosforu, oraz substancje toksyczne.

10.5. Strefy buforowe

Strefy buforowe w szerokim rozumieniu są to wszystkie trwałe środowiska chroniące przyległe do nich ekosystemy. Strefy buforowe mogą być ukształtowane naturalnie lub powstać w wyniku celowej działalności człowieka. Wyróżnia się następujące ich rodzaje: zadrzewienia, zakrzewienia, remizy, środowiska trawiaste (miedze, murawy, przydroża), żywopłoty.

Zadaniem strefy buforowej jest ograniczenie migracji gleby i składników nawozowych, spowodowanej spływem powierzchniowym i podpowierzchniowym z terenów wyżej położonych. Roślinność strefy buforowej w sposób mechaniczny zatrzymuje spływającą wodę i cząsteczki gleby, a korzenie roślin porastających strefę buforową wychwytyją nadmiar biogenów, przez co zmniejszają ich odpływ do wód powierzchniowych. Rola stref buforowych jest tym bardziej znacząca, im większe jest nachylenie otaczającego terenu i zagrożenie przemieszczania się biogenów do wód. Na terenach o większym ryzyku zanieczyszczenia wód azotanami zaleca się tworzenie szerszych stref buforowych, o większej łącznej długości i powierzchni.

Z punktu widzenia ograniczenia emisji biogenów do środowiska wodnego najważniejszą rolę spełniają porośnięte roślinnością strefy buforowe wzdłuż wód powierzchniowych (Fotografia 10). Oddzielają one ekosystemy wodne od bezpośredniego wpływu użytków rolnych.

W strefie buforowej nie powinna być prowadzona produkcja rolna. Wypas lub koszenie jest możliwe pod warunkiem, że strefę tę będzie można odróżnić od przyległych użytków rolnych.

Fotografia 10. Roślinność w strefie buforowej strumienia płynącego wśród łąk

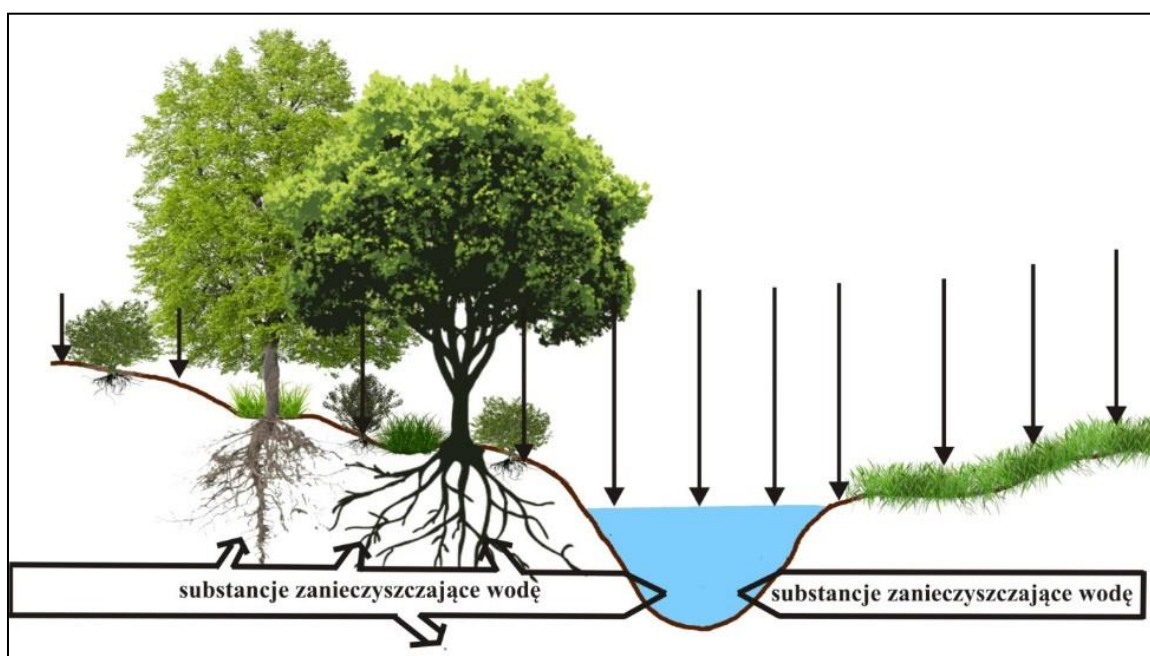


Źródło: M. Woźniak

Ważne! Strefy buforowe to wszystkie trwałe środowiska chroniące przyległe do nich ekosystemy, w tym zbiorniki wodne. Ich podstawowe funkcje to: ochrona wód powierzchniowych przed zanieczyszczeniami odpływającymi z obszarów użytkowanych rolniczo (biogenami i środkami ochrony roślin), zmniejszenie erozji oraz zwiększenie różnorodności biologicznej.

Strefy buforowe na trwałych łąkach i pastwiskach są już zadarnione i należy je tylko wydzielić z powierzchni dotychczas użytkowanej produkcyjnie. Do zakładania stref buforowych na gruntach ornych nadaje się większość gatunków traw i roślin bobowatych (zwłaszcza koniczyn i lucern), stosowanych na produkcyjne łąki i pastwiska. Trawy powinny stanowić 70–80% mieszanki, a pozostałe 20–30% rośliny bobowate i inne. Strefa powinna charakteryzować się bogatym składem gatunkowym wytworzonego zbiorowiska roślinnego (zaleca się 8–9 gatunków i więcej). Głównymi kryteriami doboru odpowiednich gatunków do zakładania stref buforowych powinna być jakość gleb oraz warunki wilgotnościowe.

Rysunek 21. Zadrzewienia jako bariery biogeochemiczne



Źródło: Duer i in. 2002¹⁹

Szczególną rolę ochronną spełniają zadrzewienia występujące w strefach buforowych. Dzięki rozbudowanemu systemowi korzeniowemu drzewa stanowią skuteczną barierę biogeochemiczną, ograniczając przemieszczanie się azotu, fosforu i innych związków do wód stojących i płynących. Wysoka efektywność zadrzewień w przechwytywaniu związków chemicznych wynika również z tego, że roślinność drzewiasta posiadająca rozbudowaną część nadziemną (korona drzew) transpiruje znacznie więcej wody niż ekosystemy łąkowe czy pola uprawne. Drzewa rosnące w strefach buforowych pobierają duże ilości wody przesiąkającej z pól produkcyjnych w kierunku zbiorników wodnych. Wraz z wodą pobierane są zawarte w niej składniki pokarmowe, przy tym są one niemal w całości wbudowane i przez wiele lat

¹⁹ Duer I., Fotyma M., Madej A. (red.), 2002. Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej. MRiRW, MŚ, FAPA Warszawa.

magazynowane w biomasie drzew. Zadrzewienia, stanowiąc bariery wiatrochronne, zabezpieczają gleby przed erozją wietrzną, co także jest ważnym czynnikiem ograniczającym przemieszczanie składników nawozowych do środowiska wodnego (Rysunek 20).

Strefy buforowe i zadrzewienia mają pozytywny wpływ na zwiększenie wilgotności powietrza oraz obniżenie temperatury powietrza, dzięki czemu uprawy są mniej narażone na suszę. Istotnym czynnikiem jest również ochrona upraw przed nadmiernym wiatrem, co pozwala ochronić rośliny przed stratami wody w wyniku nadmiernego parowania. Niewątpliwie pomaga to również w utrzymaniu odpowiedniej ilości składników odżywczych w glebie. Zadrzewienia pomagają również utrzymać zimą pokrywę śnieżną na polu, dzięki czemu poprawie ulega wiosenne nawodnienie gleb wodami roztopowymi. Drzewa pomagają również ograniczyć wywiewanie mgieł, przez co zwiększa się ilość wody z opadu rosy.

Ważne! Zarówno zadrzewienia, jak i buforowe pasy roślinności trawiastej efektywnie pobierają niewykorzystane przez rośliny uprawne biogeny przemieszczające się wraz z przesączem glebowym do wód gruntowych.

Ponadto należy zaznaczyć, że strefy buforowe nie powinny uniemożliwiać utrzymania cieków oraz urządzeń wodnych.

Zgodnie z przepisami ustawy - Prawo wodne Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie zobowiązane jest do utrzymywania wód powierzchniowych płynących, gdyż w odniesieniu do nich wykonują prawa właścicielskie Skarbu Państwa.

W myśl przepisów ustawy - Prawo wodne, utrzymywanie urządzeń melioracji wodnych należy do zainteresowanych właścicieli gruntów, a jeżeli urządzenia te są objęte działalnością spółki wodnej to obowiązek ten spoczywa na tej spółce. Właściwe utrzymanie urządzeń melioracji wodnych, polegające na prawidłowej eksploatacji, konserwacji oraz remontach wymaga zorganizowanych, skoordynowanych działań w celu zachowania ich funkcji i sprawności. Prace, o których mowa powyżej powinny być prowadzone cyklicznie, gdyż ich celem jest umożliwienie odpływu wód opadowych i roztopowych.

10.6. Zabiegi przeciwoerozyjne

Wskazane jest utrzymywanie i/lub odtwarzanie zadarnionych skarp oraz pasów ochronnych o charakterze zakrzaczeń lub zadrzewień śródpolnych, które przechwytyją i akumulują składniki mineralne zmywane z erodowanych zboczy.

Erozję można w znacznym stopniu ograniczać stosując płodozmiany przeciwoerozyjne, w skład których powinny wchodzić rośliny bobowate i ich mieszanki z trawami. Innym rozwiązaniem chroniącym glebę przed erozją mogą być tzw. „zielone pola”, tj. rośliny ozime uprawiane w plonie głównym, międzyplony ozime i ścierniskowe, pozostające na powierzchni pola w okresie jesieni i zimy. W grupie roślin ozimych szczególnie polecane są: rzepak, żyto i pszenżyto, które tworzą zwartą okrywę już w okresie jesiennym. Dzięki temu zmniejsza się ilość mineralnych form azotu w glebie i jego przemieszczanie do wód gruntowych. Na terenach równinnych około 60% powierzchni gruntów ornych, a na terenach zagrożonych erozją przynajmniej 75% powierzchni gruntów ornych zaleca się pozostawianie pod okrywą roślinną przez cały rok (również w okresie zimowym). Płodozmian wpływa pozytywnie na zawartość

próchnicy, a także na wiele właściwości fizyko chemicznych i biologicznych gleby, w tym zdolność retencjonowania wody.

Duża ilość bruzd i wzdłużny kierunek uprawy gleby na takich polach sprzyjają nasileniu erozji gleb i w związku z tym także stratom składników pokarmowych. Zaleca się zatem zastąpić uprawę płużną przez uprawę bezorkową, prowadzić wszystkie zabiegi uprawowe w kierunku poprzecznym do nachylenia stoku, zadarnić drogi spływu wód opadowych, a w przypadku trwałych użytków zielonych – ruń trawiastą kosić przynajmniej jeden raz w okresie wegetacji.

Zadarnione skarpy oraz pasy ochronne mają na celu również spowolnienie lub rozproszenie spływu wód powierzchniowych oraz wzmacnianie retencji wodnej gleb. Rośliny zadarniające tworząc rozgałęziony system korzeniowy są bardziej odporne na suszę. Okrywając powierzchnię podłoża, utrudniają wzrost chwastom, a ich korzenie przerastające glebę i przeciwdziałają jej wymywaniu podczas deszczu i osuwaniu się po pochyłości terenu.

Nieobsiane powierzchnie gruntu można przykrywać na okres jesienno-zimowy dostępnymi w gospodarstwie materiałami mulczującymi, takimi jak rozdrobnione łodygi roślin strączkowych i kukurydzy, liście buraków itp.

Ważne! Dodatkowym zabiegiem przeciwoerozyjnym na glebach silnie podatnych na erozję jest głęboszowanie, które zwiększa retencję wody i szybkość jej wsiąkania do głębszych warstw gleby, ograniczając tym samym erozję wodną.

10.7. Przyorywanie słomy

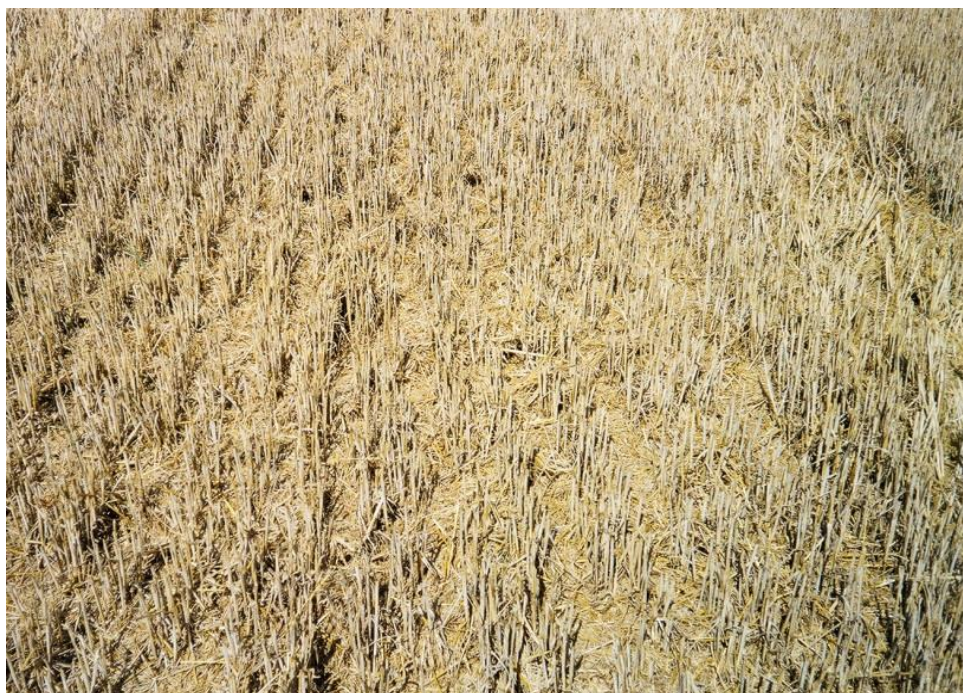
Słoma jest ważnym źródłem składników pokarmowych i substancji organicznej. Specyficzną cechą słomy jest szeroki stosunek węgla do azotu (C:N), wynoszący 60–100:1, podczas gdy w oborniku waha się on w granicach 15–30:1, a w glebie 8–12:1. Wprowadzenie do gleby słomy o tak dużej zawartości węgla stymuluje rozwój mikroorganizmów glebowych, które zużywają nie tylko azot z rozkładającej się słomy, ale także z zasobów glebowych. Proces ten nazywa się biologicznym unieruchomieniem (immobilizacją) azotu. Na każdą tonę przyoranej słomy w wyniku tego procesu może zostać związane około 10 kg azotu mineralnego. Z punktu widzenia ochrony środowiska jest to proces korzystny, bowiem ogranicza straty azotu z gleby.

Do korzyści wynikających z nawożenia słomą zalicza się:

- wzbogacanie gleby w substancję organiczną (odnawianie zasobów próchnicy),
- zwiększanie zawartości składników pokarmowych w glebie,
- ograniczanie wymywania azotu z warstwy ornej gleby,
- poprawę pojemności sorpcyjnej gleby,
- wzrost aktywności mikroorganizmów glebowych,
- korzystny wpływ na strukturę i gospodarkę wodną gleby,
- zmniejszenie zagrożenia erozją wodną i wietrzną.

Zabieg przyorywania słomy można wykonywać różnymi narzędziami: używając pługa podorywkowego, brony talerzowej, kultywatora z zębami sztywnymi, sprzężystymi lub wibrującymi, narzędzi rotacyjnych lub agregatów wieloczynnościowych.

Fotografia 11. Ścierń zbóż z rozdrobnioną słomą



Źródło: fot. A. Harasim

Aby właściwie nawozić słomą zaleca się:

- przed przyoraniem pociąć słomę na krótkie kawałki (5–8 cm) i równomiernie rozrzucić słomę po całym polu,
- płytkie 8–12 cm przyoranie słomy pługiem podorywkowym bądź wymieszanie jej z glebą (na 6–8 cm) przy użyciu brony talerzowej, kultywatora lub agregatu.

Najlepsze efekty uzyskuje się przy nawożeniu słomą gleb ciepłych, umiarkowanie wilgotnych, niezakwaszonych (pH powyżej 6) i zasobnych w składniki pokarmowe. Przyorywanie słomy nie jest wskazane na polach zaperzonych. Do nawożenia pod oziminy najlepiej wykorzystać szybko rozkładającą się słomę rzepakową bądź z roślin strączkowych – szczególnie grochową; nawożenie słomą pól pod rośliny jare na ogół nie wymaga dodatkowego stosowania azotu. W zmianowaniach o dużym udziale zbóż najlepiej nawozić słomą co 2 lata, głównie pod rośliny jare.

Ważne! W przypadku uprawy ozimin przed przyoraniem słomy wymagane jest stosowanie dodatku azotu mineralnego w ilości około 8 kg N na każdą tonę słomy zbóż, gdyż samo nawożenie słomą może powodować obniżkę plonów tych roślin uprawnych.

Ważne! Wymieszanie słomy z glebą wzbogaca ją w substancję organiczną (odnawianie zasobów próchnicy), zwiększa zawartość składników pokarmowych, w szczególności potasu w glebie, korzystnie wpływa na strukturę i gospodarkę wodną gleby, przyczynia się do biologicznej immobilizacji azotu (jego asymilacji przez mikroorganizmy glebowe).

10.8. Wysiew międzyplonów

Po zbiorze roślin uprawnych w glebie pozostają zawsze znaczące ilości azotu mineralnego podatnego na wymywanie. Wysiew międzyplonów jest znakomitą metodą zatrzymania składnika w profilu glebowym w okresie jesienno-zimowym, gdy procesy wymywania zachodzą najbardziej intensywnie. Azot pobrany przez rośliny uprawiane jako międzyplon, a następnie uwolniony po przyoraniu i rozkładzie, jest wykorzystywany przez roślinę następczą przychodzącą na to stanowisko. Międzyplony ozime (rzepak, rzepik, żyto, pszenżyto, pszenica, życica wielokwiatowa) wysiewa się najczęściej na stanowiskach po zbożach przed późno wysiewanymi roślinami jarymi (kukurydza, ziemniaki, warzywa). Przyoranie następuje wiosną w terminie umożliwiającym przygotowanie stanowiska pod zasiew rośliny następczej. Międzyplony ścierniskowe wysiewane są w drugiej połowie lata (od III dekady lipca do II dekady sierpnia). Masę roślinną najlepiej pozostawić do wiosny w postaci mulczu na powierzchni gleby. Jako międzyplony ścierniskowe można wysiewać mieszanki, w skład których wchodzi: rzodkiew oleista, gorczyca biała, facelia, życica westerwoldzka, rzepa ścierniskowa, rzepak, rzepik oraz różne gatunki roślin bobowatych.

Międzyplon wpływa pozytywnie na zawartość próchnicy, a także na wiele właściwości fizykochemicznych i biologicznych gleby, w tym zdolność retencjonowania wody. Stosowanie międzyplonów poprzez celowe zmiany cyklu uprawianych roślin przyczynia się do zrównoważonego zużywania składników mineralnych zawartych w glebie i zapobiega jej jałowieniu oraz nadmiernemu wysychaniu. Międzyplony stosuje się w celu związania substancji odżywczych, które nie zostały zużyte przez główne uprawy i są uwalniane z gruntu po zbiorach.

10.9. Zapobieganie przedostawaniu się zanieczyszczeń z budowli i instalacji

Zaleca się regularne kontrolowanie stanu technicznego obecnych w gospodarstwie urządzeń do magazynowania i przechowywania substancji mogących zanieczyścić środowisko, takich jak: zbiorniki na nawozy naturalne płynne, magazyny paliw. Regularne przeglądy wszystkich instalacji pozwolą na wczesne wykrycie drobnych awarii i ich naprawienie, a to w efekcie pozwoli uniknąć incydentów zanieczyszczenia środowiska.

Odcieki po myciu maszyn rolniczych, po myciu stanowisk zwierząt oraz urządzeń mleczarskich powinny być właściwie zagospodarowane i odprowadzone do sieci kanalizacyjnej.

Przeciwdziałać przedostawaniu się zanieczyszczeń zmywanych z wybiegów dla zwierząt, a w szerszym ujęciu z podwórz (obejść) gospodarskich do cieków i zbiorników wodnych można poprzez odprowadzenie tych zanieczyszczeń do specjalnie w tym celu stworzonych sztucznych mokradeł lub też do istniejących w okolicy zagrody oczek wodnych. W sztucznych mokradłach np. składniki nawozowe i inne zanieczyszczenia zawarte w spływie powierzchniowym są usuwane z wody w wyniku procesów sedymentacji, przemian biologicznych i chemicznych, degradacji oraz pobrania przez rośliny.

W celu zapobiegania przedostawaniu się zanieczyszczeń z podwórz gospodarskich i w przypadku utrzymywania zwierząt gospodarskich pod wiatą wolnostojącą do wód powierzchniowych zaleca się utworzenie odpowiedniego obwałowania (np. małe wały ziemne),

kierującego je na powierzchnie zadarnione znajdujące się w pobliżu zagrody (roślinność trawiasta stanowi naturalny filtr biologiczny).

W odniesieniu do utrzymywania zwierząt gospodarskich w systemie otwartym w aktualnych przepisach²⁰ określono wymóg zapewnienia tym zwierzętom możliwości ochrony przed niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi i zwierzętami drapieżnymi. W odniesieniu do bydła, z wyjątkiem cieląt, koni, owiec, kóz, strusi, przepiórek, perlic, lisów polarnych, lisów pospolitych, jenotów, norek, tchórzy, królików, szynszyli, nutrii, jeleni i danieli, indyków, gęsi i kaczek, wymóg ten powinien być spełniony w szczególności przez zakrzewienie lub zadrzewienie miejsc utrzymywania zwierząt albo przez budowę w tych miejscach niezwiązanych trwale z podłożem zadaszeń, wiat lub innych osłon chroniących przed wiatrem.

W odniesieniu do sposobu przygotowania kwater i wielkości obsady w systemie otwartym, ww. przepisy określają:

- minimalną powierzchnię dla świń, w przeliczeniu na dorosłą sztukę – 15 m²,
- minimalną powierzchnię dla bydła w przeliczeniu na jedną sztukę, w przypadku:
 - jałówek – 10 m²,
 - krów – 15 m²,
 - buhajów – 20 m²,
- minimalną powierzchnię dla cieląt w przeliczeniu na jedną sztukę – 5 m²,
- minimalną powierzchnię dla koni, w przeliczeniu na jednego dorosłego konia – 0,1 ha; powierzchnię zabezpiecza się trwałym ogrodzeniem,
- maksymalne zagęszczenie obsady dla gęsi – 6,5 kg na m² powierzchni,
- maksymalne zagęszczenie obsady dla kaczek – 10,5 kg na m² powierzchni,
- maksymalne zagęszczenie obsady dla perlic – 15 sztuk na m²; perlicom zapewnia się miejsce wyposażone w grzędy noclegowe i gniazda,
- minimalną powierzchnię dla przepiórek, w przeliczeniu na jedną sztukę – 0,04 m²; powierzchnię trwale zabezpiecza się ogrodzeniem o wysokości co najmniej 2 m i przykrywa siatką,
- maksymalne zagęszczenie obsady dla jeleni i danieli, wynoszące odpowiednio 7 i 15 sztuk na ha powierzchni; powierzchnię pastwiska zabezpiecza się trwałym i wytrzymałym ogrodzeniem o wysokości co najmniej 2 m.

10.10. Przekazywanie nadwyżki nawozów naturalnych

Oddawanie nadwyżki nawozów naturalnych gospodarstwom nastawionym na produkcję roślinną jest działaniem wspomagającym racjonalne wykorzystanie azotanów, a co za tym idzie – zmniejszającym ryzyko ich emisji do wód. Nawozy naturalne mogą być zbywane do bezpośredniego rolniczego wykorzystania wyłącznie na podstawie umowy zawartej w formie pisemnej pod rygorem nieważności. Przyjmując nawóz naturalny od innego podmiotu rolnik powinien pamiętać o ograniczeniu rocznej dawki azotu z nawozów naturalnych wynoszącym

²⁰ Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 15 lutego 2010 r. w sprawie wymagań i sposobu postępowania przy utrzymywaniu gatunków zwierząt gospodarskich, dla których normy ochrony zostały określone w przepisach Unii Europejskiej (Dz.U. 2010 Nr 56 poz. 344)

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 czerwca 2010 r. w sprawie minimalnych warunków utrzymywania gatunków zwierząt gospodarskich innych niż te, dla których normy zostały określone w przepisach Unii Europejskiej (Dz.U. 2019 poz. 1966)

170kg/ha. Wzór przykładowej umowy stanowi załącznik nr 1 do *Zbioru zaleceń dobrej praktyki rolniczej*.

Oddawanie nadwyżki nawozów naturalnych powinno odbywać się bezpośrednio przed terminem aplikacji, by uniknąć ponownego składowania w gospodarstwie odbiorcy. Ważne, by wymiana odbywała się między gospodarstwami leżącymi w odległości, w której transport jest opłacalny kosztowo i środowiskowo.

11. Dodatkowe informacje

Zapraszamy Czytelnika do zapoznania się z tekstem *dyrektywy azotanowej* (dostępnym na stronie internetowej pod adresem: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/pl/ALL/?uri=CELEX:31991L0676> oraz materiałami przygotowanymi przez:

Komisję Europejską:

- pt. *Questions and answers: Nitrates Directive* z dnia 17 września 2021 r. (https://ec.europa.eu/environment/water/water-nitrates/index_en.html)
- pt. *Report from the commission to the council and the European Parliament on the implementation of Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources based on Member State reports for the period 2016–2019* (https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d168a73d-2a8b-11ec-bd8e-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_29&format=PDF)
- link do konsultacji publicznych w zakresie oceny dyrektywy azotanowej (https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/14051-Ochrona-wod-przed-zanieczyszczeniami-powodowanymi-przez-azotany-pochodzenia-rolniczego-ocena_pl)

Ministerstwo Infrastruktury:

- pt. *Pytania i odpowiedzi do Programu azotanowego* (<https://www.gov.pl/web/infrastruktura/pytania-i-odpowiedzi-do-programu-azotanowego>)
- materiały informacyjne: *Broszura informacyjna i Niespecjalistyczna wersja Programu działań* (<https://www.gov.pl/web/infrastruktura/materiały-informacyjne>)

jak i zapisami zawartymi w Programie działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu (dostępny na stronie internetowej pod adresem: <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20230000244>).

W razie jakichkolwiek wątpliwości zachęcamy do szukania dodatkowych informacji na stronach poniższych instytucji:

 Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy (<http://www.iung.pulawy.pl/>), Dobre Praktyki Rolnicze (<https://dpr.iung.pl/>)

 Instytut Technologiczno-Przyrodniczy – Państwowy Instytut Badawczy (<http://www.itp.edu.pl/>)

- ✚ Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy (<http://www.inhort.pl/>)
- ✚ Instytut Zootechniki – Państwowy Instytut Badawczy (<http://www.izoo.krakow.pl/>)
- ✚ Krajowa Stacja Chemiczno-Rolnicza (<http://www.schr.gov.pl/>)
- ✚ Centrum Doradztwa Rolniczego (<http://www.cdr.gov.pl/>)
- ✚ Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (<http://www.arimr.gov.pl/>)
- ✚ Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi (<https://www.gov.pl/rolnictwo>)
- ✚ Ministerstwo Infrastruktury (<https://www.gov.pl/web/infrastruktura/ochrona-wod-przed-azotanami>),

a także bezpośrednio w ośrodkach doradztwa rolniczego oraz biurach powiatowych i oddziałach regionalnych ARiMR.

Ośrodki doradztwa rolniczego aktywnie uczestniczą w upowszechnianiu działań wynikających z wymogów prawa. Szkolenia mogą być w całości lub w części (jeden blok tematyczny) poświęcone *dyrektywie azotanowej* i wymogom *programu azotanowego*. Ośrodki dysponują również bogatym materiałem szkoleniowym dostępnym bezpłatnie on-line.

Linki do ważnych aktów prawnych (stan na maj 2024 r.):

Dziennik Ustaw

[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 C\(2017\) 688\)](#)

[Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. - Prawo wodne \(Dz. U. 2023 poz. 1478, 1688, 1890, 1963, 2029\)](#)

[Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu \(Dz. U. 2024 poz. 105\)](#)

[Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach \(Dz. U. 2023 poz. 1587\)](#)

[Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 5 czerwca 2018 r. w sprawie przyjęcia "Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu" \(Dz.U. 2018 poz. 1339\)](#)

[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" \(Dz.U. 2020 poz. 243\)](#)

[Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 31 stycznia 2023 r. w sprawie przyjęcia "Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu" \(Dz.U. 2023 poz. 244\)](#)

[Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 20 lipca 2018 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego sposobu stosowania nawozów oraz prowadzenia szkoleń z zakresu ich stosowania \(Dz. U. 2018 poz. 1438 z późn. zm.\)](#)

[Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 16 kwietnia 2008 r. w sprawie szczegółowego sposobu stosowania nawozów oraz prowadzenia szkoleń z zakresu ich stosowania \(Dz.U. 2019 poz. 1826\)](#)

[Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu \(Dz.U. 2009 nr 224 poz. 1804 \)](#)

[Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 24 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu i magazynowaniu środków ochrony roślin oraz nawozów mineralnych i organiczno-mineralnych \(Dz.U. 2005 r. nr 88 poz. 752\)](#)

[Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 stycznia 2015 r. w sprawie procesu odzysku R10 \(Dz.U. 2015 poz. 132 z późn. zm.\)](#)

[Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych \(Dz.U. 2023 poz. 23\)](#)

[Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie \(Dz. U. 2022 poz. 1225\)](#)

[Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 13 stycznia 2023 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie \(Dz.U. 2023 poz. 297\)](#)

[Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 11 grudnia 2017 r. w sprawie przyjęcia Krajowego programu ochrony wód morskich \(Dz.U. 2017 poz. 2469\).](#)

Spis rysunków

Rysunek 1. Źródła i straty azotu (źródło: T. Jadczyzyn)

Rysunek 2. Podział nawozów zawierających azot (A. Bochniarz)

Rysunek 3. Obliczanie dawki azotu w nawozach mineralnych w planie nawożenia azotem (A. Bochniarz)

Rysunek 4. Menu aplikacji INTER-NAW (źródło: Program INTER-NAW)

Rysunek 5. Niezbędne informacje o właściwościach gleby (źródło: Program INTER-NAW)

Rysunek 6. Obliczanie ilości nawozów naturalnych (źródło: Program INTER-NAW)

Rysunek 7. Bilans składników pokarmowych w skali pola (źródło: Program INTER-NAW)

Rysunek 8. Odległości dotyczące zakazu stosowania nawozów na obszarach o dużym nachyleniu (A. Bochniarz)

Rysunek 9. Odległości dotyczące zakazu stosowania nawozów (A. Bochniarz)

Rysunek 10. Przykład odczytu zasięgu obszarów szczególnego zagrożenia powodzią na Hydroportalu (źródło: Hydroportal)

Rysunek 11. Płyta obornikowa z niskimi ściankami oporowymi (wg K. Rudnik, źródło: Praca zbiorowa: Standardy dla gospodarstw rolnych. Magazynowanie nawozów naturalnych)

Rysunek 12. Płyta obornikowa z wysokimi ściankami oporowymi (wg K. Rudnik, źródło: Praca zbiorowa: Standardy dla gospodarstw rolnych. Magazynowanie nawozów naturalnych)

Rysunek 13. Propozycja składowania obornika ze studzienką na odciek (K. Rudnik)

Rysunek 14. Płyta gnojowa z izolacją wykonaną z folii zbrojonej z krawężnikami (K. Rudnik)

Rysunek 15. Składowiska obornika z odizolowanym od gruntu podłożem denitryfikacyjnym (Pietrzak, Urbaniak, Majewska 2018)

Rysunek 16. Przekrój pionowy zbiornika zagłębionego przykrytego powłoką elastyczną (źródło: ITP-PIB)

Rysunek 17. Przykładowe składowanie obornika na gruncie (źródło: ITP-PIB)

Rysunek 18. Przykładowy kształt pryzmy i jego wpływ na wymywanie składników nawozowych (źródło: ITP-PIB)

Rysunek 19. Przechowywanie kiszonki na podkładzie z folii (A. Bochniarz)

Rysunek 20. Schemat płyty silosu (źródło: Poradnik „Magazynowanie pasz”. Praca zbiorowa, 2004, wyd. IBMER i DAAS)

Rysunek 21. Zadrzewienia jako bariery biogeochemiczne (źródło: Duer i in. 2002)

Spis tabel

Tabela 1. Pobranie azotu w kg na 1 tonę plonu głównego (z odpowiednią ilością produktów ubocznych) (Źródło: program azotanowy)

Tabela 2. Równoważniki nawozowe azotu z różnych źródeł w zależności od terminu stosowania (Źródło: program azotanowy)

Tabela 3. Zasoby azotu mineralnego wiosną w warstwie gleby 0–60 cm (kg N/ha) (Źródło: program azotanowy)

Tabela 4. Ilość azotu działającego pozostającego po uprawie roślin bobowatych (kg/ha) (Źródło: program azotanowy)

Tabela 5. Zasoby azotu mineralnego wiosną w warstwie gleby na gruntach ornych (kg N/ha) (Źródło: program azotanowy)

Tabela 6. Przykład planu nawożenia azotem (Źródło: IUNG-PIB)

Tabela 7. Maksymalne ilości azotu działającego ze wszystkich źródeł dla upraw w plonie głównym (N w kg/ha) dla plonów uzyskiwanych w warunkach uregulowanego odczynu gleby, zbilansowanego nawożenia azotem, fosforem i potasem (NPK) i stosowania integrowanej ochrony roślin (Źródło: program azotanowy)

Tabela 8. Podział dawek nawozów azotowych w zależności od uprawianej rośliny zalecenia (Źródło: zalecenia IUNG-PIB, 2008)

Tabela 9. Maksymalne roczne dawki N w kg/ha zalecane na łąki trwałę położone na glebach mineralnych i organicznych (Źródło: opracowanie ITP-PIB)

Tabela 10. Zasoby azotu mineralnego wiosną w warstwie gleby (kg N/ha) (Źródło: program azotanowy)

Tabela 11. Udział plonów z poszczególnych pokosów w plonie rocznym (Źródło: opracowanie ITP-PIB)

Tabela 12. Maksymalne roczne dawki N w kg/ha zalecane na łąki trwałę położone na glebach mineralnych (Źródło: opracowanie ITP-PIB)

Tabela 13. Przykładowe dawki N w kg/ha zalecane na łąki trwałę położone na glebach organicznych w zależności od tempa mineralizacji masy organicznej (Źródło: opracowanie ITP-PIB)

Tabela 14. Dopuszczalne poziomy nawożenia łąk położonych na glebach mineralnych i organicznych nawozami naturalnymi (Źródło: opracowanie ITP-PIB)

Tabela 15. Dopuszczalne dawki nawożenia pastwisk nawozami naturalnymi w zależności od obsady zwierząt (wypas dzienny 10-12 godz.) (Źródło: opracowanie ITP-PIB)

Tabela 16. Terminy stosowania nawozów na gruntach rolnych (Źródło: program azotanowy)

Tabela 17. Równoważniki kwasowe i zasadowe wybranych nawozów azotowych (Źródło: Filipek i in. 2015).

Tabela 18. Gleby bardzo lekkie (Źródło: KSChR)

Tabela 19. Gleby lekkie (Źródło: KSChR)

Tabela 20. Gleby średnie (Źródło: KSChR)

Tabela 21. Gleby ciężkie (Źródło: KSChR)

Tabela 22. Dawki CaO na użytkach zielonych (Źródło: KSChR)

Tabela 23. Dawki wapna w zależności od zawartości CaO (Źródło: KSChR)

Tabela 24. Maksymalne dawki wapna stosowane jednorazowo w sadzie/na plantacji roślin ogrodnich (Źródło: KSChR)

Tabela 25. Dawki wapna palonego zależą od odczynu i składu granulometrycznego dna stawowego. (Źródło: KSChR)

Tabela 26. Dawki wapna palonego na dno (Źródło: KSChR)

Tabela 27. Ograniczanie emisji amoniaku z nawozów naturalnych podczas stosowania w zależności od metody aplikacji (Źródło: Muzalewski 2015 na podstawie: FE/MZ [2015])

Tabela 28. Zdolność różnych materiałów do wchłaniania wody (Źródło: ITP-PIB na podstawie Kalendarza Rolników)

Tabela 29. Ilość soku kiszonkowego wydzielana z 1m³ kiszonki w zależności od wilgotności zakiszane surowca (Źródło: IUNG-PIB)

Spis fotografii

Fotografia 1. Wóz asenizacyjny z aplikatorem do płynnych nawozów naturalnych. (Źródło: P. Nawalany)

Fotografia 2. Zbiornik na gnojowicę (Źródło: W. Wardal)

Fotografia 3. Silos betonowy do przechowywania kiszzonek (Źródło: IUNG-PIB)

Fotografia 4. Silos przejazdowy bezpośrednio po wybudowaniu (Źródło: ITP-PIB)

Fotografia 5. Wykonanie spadków płyty dennej silosu przejazdowego w celu odprowadzenia nadmiaru odcieków oraz wody opadowej (Źródło: W. Wardal)

Fotografia 6. Sposób przykrycia kiszonki w silosie przejazdowym (Źródło: W. Wardal)

Fotografia 7. Silos przejazdowy zaduszony ułatwia osiągnięcie najwyższej jakości kiszonki oraz minimalizację strat (Źródło: ITP-PIB)

Fotografia 8. Składowanie bel sianokiszonki (Źródło: W. Wardal)

Fotografia 9. Oczko wodne Źródło: (T. Jadczyzyn)

Fotografia 10. Roślinność w strefie buforowej strumienia płynącego wśród łąk (Źródło: M. Woźniak)

Fotografia 11. Ścierń zbóż z rozdrobnioną słomą (Źródło: fot. A. Harasim)

WZÓR

Przykładowa umowa zbytu nawozów naturalnych (odchodów zwierzęcych)

.....
(miejscowość, data)

W dniu między zbywającym:
.....
zamieszkałym w
.....,
legitymującym się dowodem osobistym, a przyjmującym:
.....
....., zamieszkałym w
.....,
legitymującym się dowodem osobistym, została zawarta następująca umowa:

1) Zbywający zobowiązuje się dostarczać przyjmującemu:
w okresie od do

nawóz naturalny:

- obornik w ilości t, o zawartości azotu kg N/t;
- gnojówka w ilości m³, o zawartości azotu kg N/m³;
- gnojowica w ilości m³ (t), o zawartości azotu kg N/m³ (kg N/t)
- pomiot ptasi/odchody w ilości t (m³), o zawartości azotu kg N/t (kg N/m³)

który zostanie wykorzystany w celu
(podać cel wykorzystania poszczególnych nawozów naturalnych).

2) Przyjmujący zobowiązuje się przyjmować nawóz naturalny po wcześniejszym ustaleniu ze zbywającym terminu dostawy.

3) Umowę sporządzono w dwóch egzemplarzach, po jednym dla każdej strony.

Podpis przyjmującego nawóz naturalny

Podpis zbywającego nawóz naturalny

.....

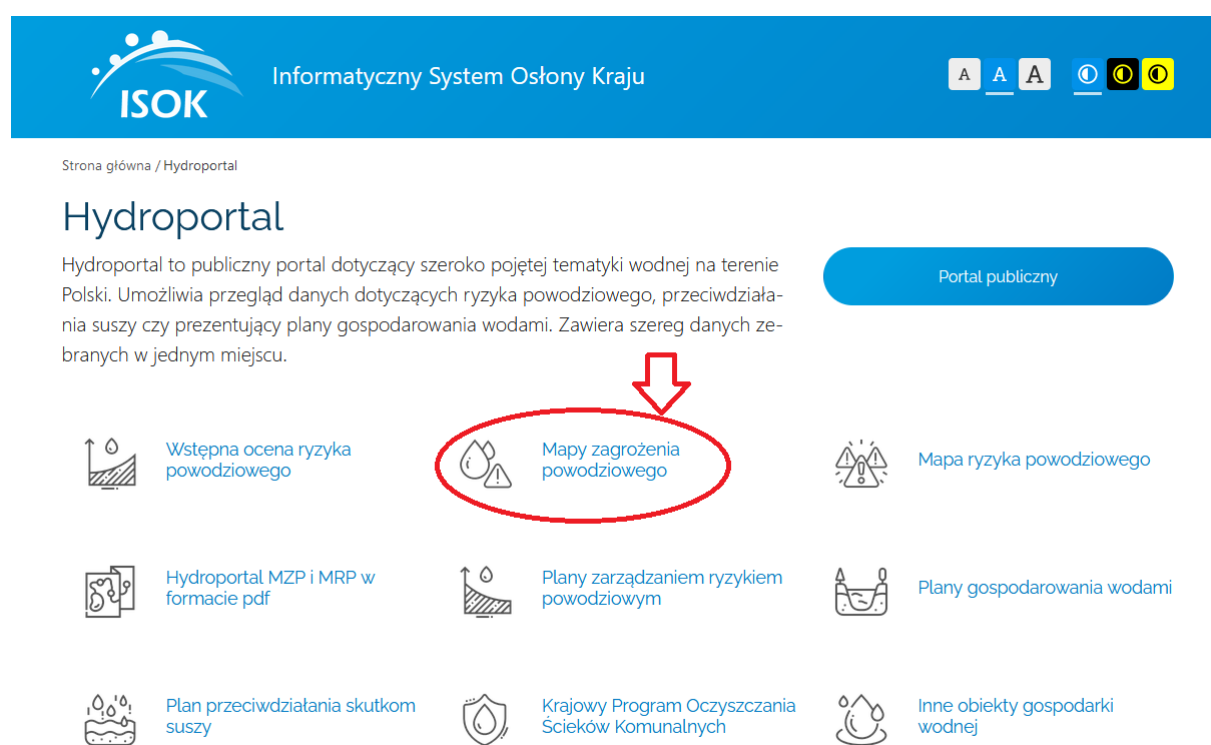
Instrukcja

wyszukiwania informacji o obszarach szczególnego zagrożenia powodzią

Obszary szczególnego zagrożenia powodzią, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest średnie i wynosi 1% są przedstawione na mapach zagrożenia powodziowego, opublikowanych na ogólnodostępnym w Internecie Hydroportalu (<https://isok.gov.pl/hydroportal.html>) administrowanym przez Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie.

Aby wejść na Hydroportal należy użyć powyższego linku lub wpisać słowo „Hydroportal” w wyszukiwarce internetowej. Można również się spotkać z innym nazewnictwem jak Informatyczny System Osłony Kraju | ISOK, który obejmuje więcej systemów informacji przestrzennej, w tym m.in. Hydroportal.

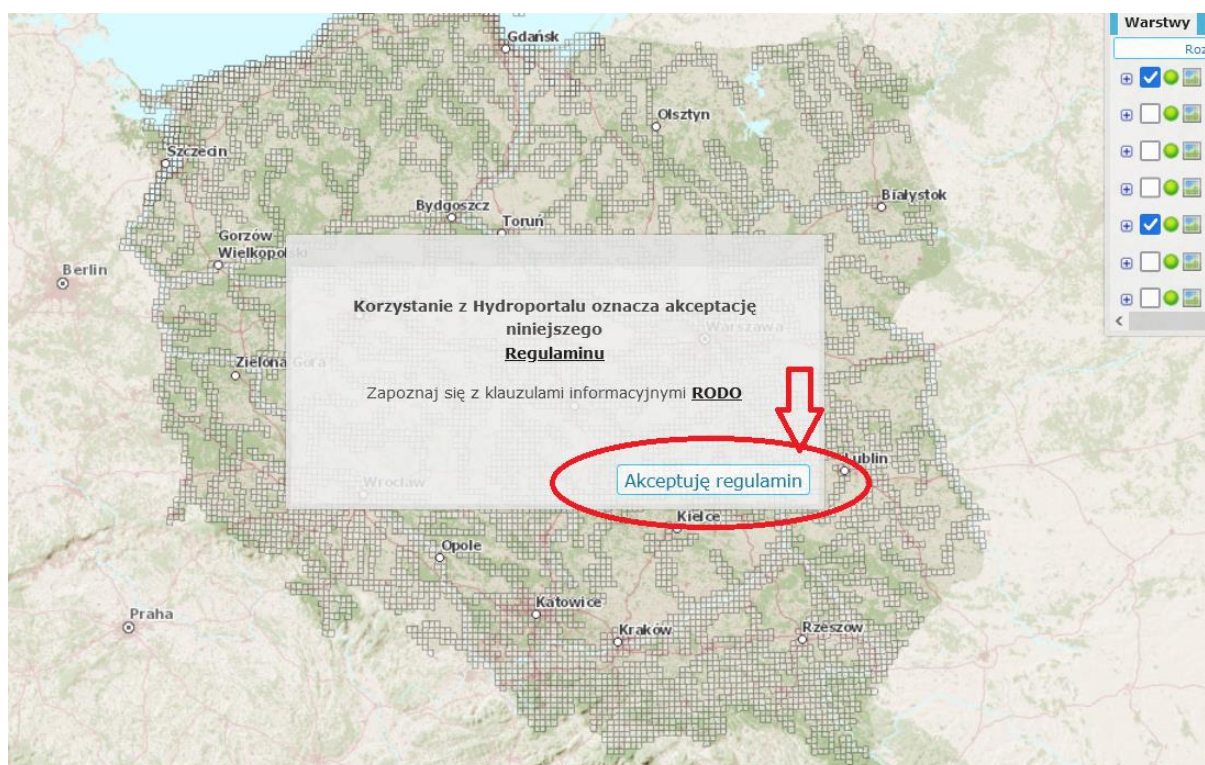
Rysunek. 1



Ze strony startowej przechodzimy do bazy „Mapy zagrożenia powodziowego” klikając lewym przyciskiem myszy (Rysunek 1). Następnie wyświetla nam się okno w celach badań statystycznych. Klikamy lewym przyciskiem myszy w najbardziej pasujący opis (Rysunek 2), a następnie należy zaakceptować regulamin (Rysunek 3) również klikając lewym przyciskiem myszy.

Rysunek 2

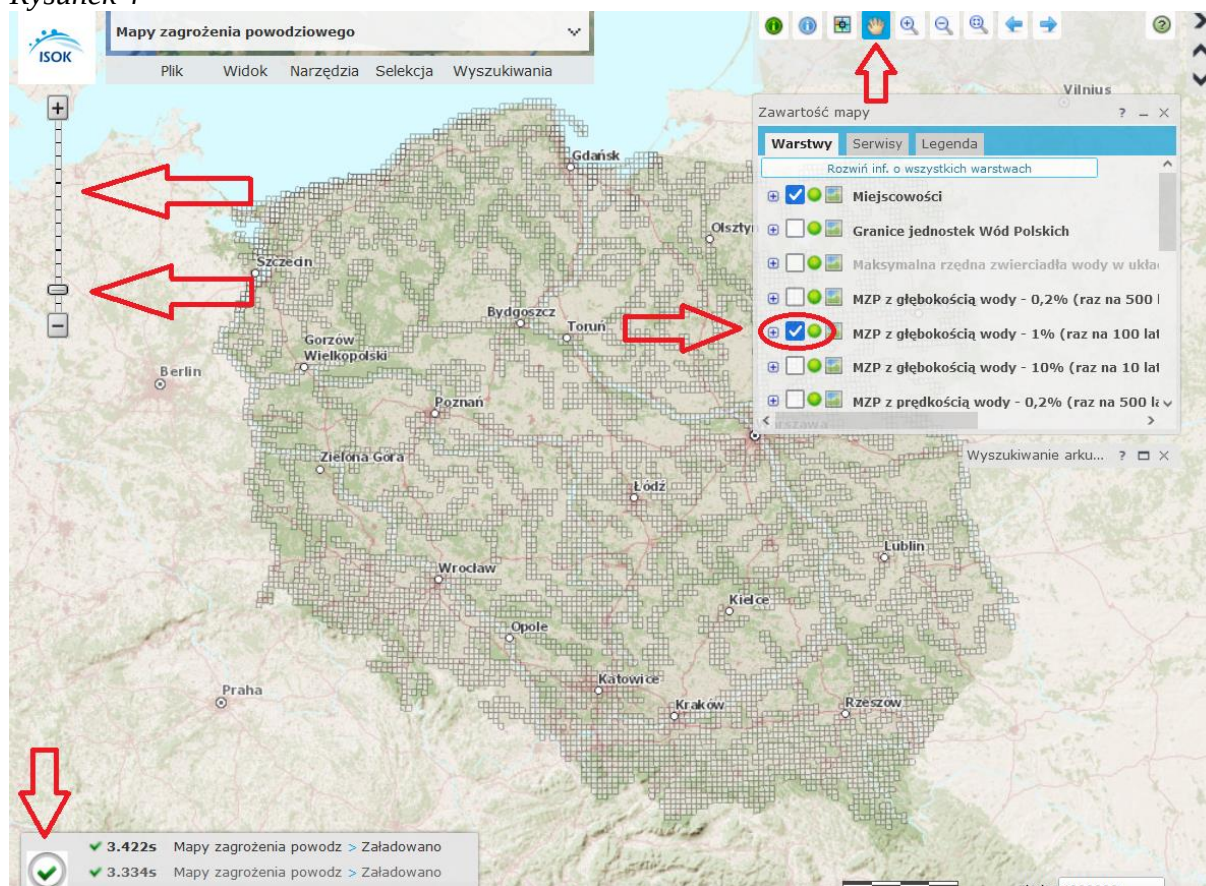
Rysunek 3



Po akceptacji Regulaminu pojawi nam się mapa Polski. Po prawej stronie mamy automatycznie otwarte okno prezentujące dostępne warstwy, które mogą być wyświetlane na mapie (dalej zwane okno zawartości mapy). Domyślnie aktywna jest warstwa MZP (mapy zagrożenia powodziowego) z głębokością wody – 1% (raz na 100 lat) - która ilustruje zasięg obszarów szczególnego zagrożenia powodzią (Rysunek 4). Za pomocą suwaka znajdującego się z lewej

strony możemy powiększyć mapę do interesującego nas obszaru (Rysunek 4). Należy przy tym pamiętać, iż domyślnie mapa powiększa się do punktu znajdującego się pośrodku okna. Za pomocą kursora, który jest wyświetlany jako „rączka”, poprzez przetrzymanie lewego przycisku muszki, można przesuwając mapę tak, aby obszar, który chcemy sprawdzić znajdował się pośrodku ekranu. Obszary szczególnego zagrożenia powodzią wyświetlą się, gdy skala mapy oznaczona na suwaku określającego przybliżenie będzie w skali o wartości co najmniej 1:50 000 (okolice środka suwaka). W momencie przybliżenia należy chwilę odczekać na wczytanie się danych dot. obszarów szczególnego zagrożenia powodzią. Długość wczytywania danych zależy m.in. od jakości połączenia z Internetem. O tym, że dane zostały wczytane informuje nas zielona kropka przy wczytywanych danych w oknie zawartości mapy oraz znaczek znajdujący się w lewym dolnym rogu (Rysunek 4). W przeciwnym wypadku będą się wyświetlać ikonki kręcącego się kółka.

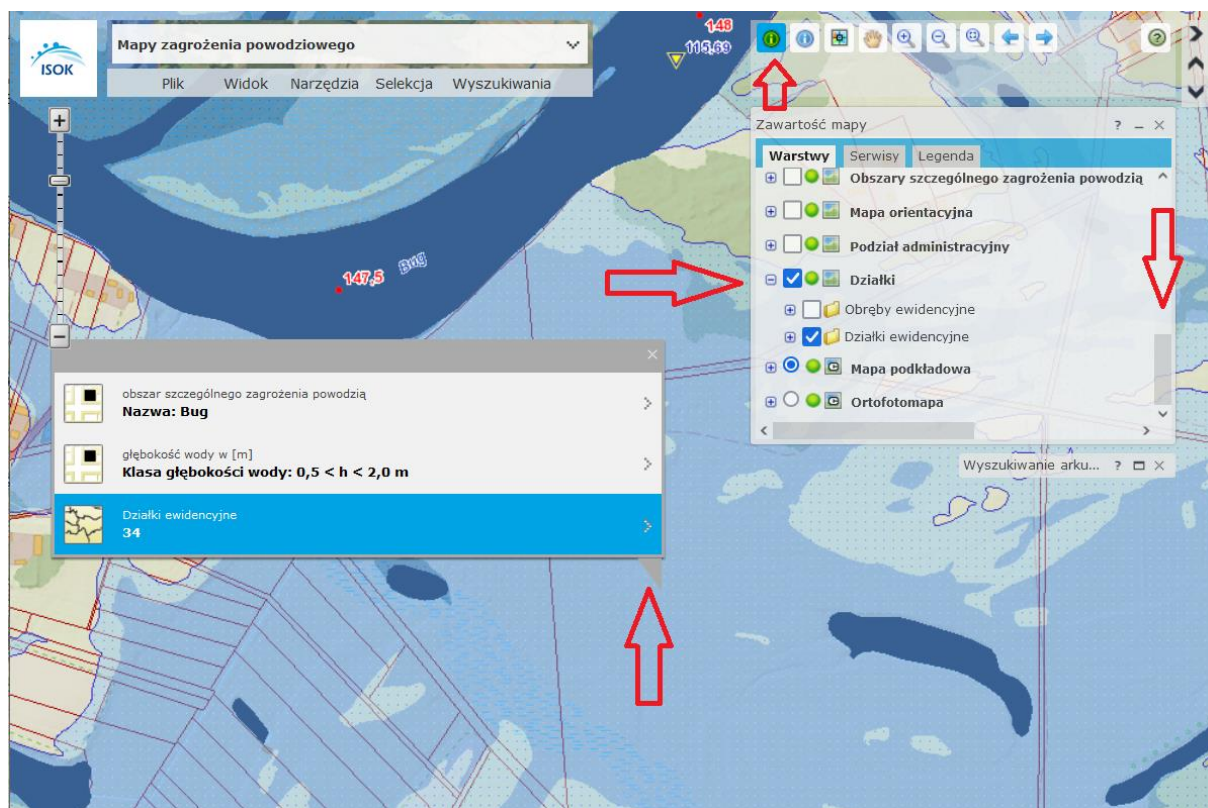
Rysunek 4



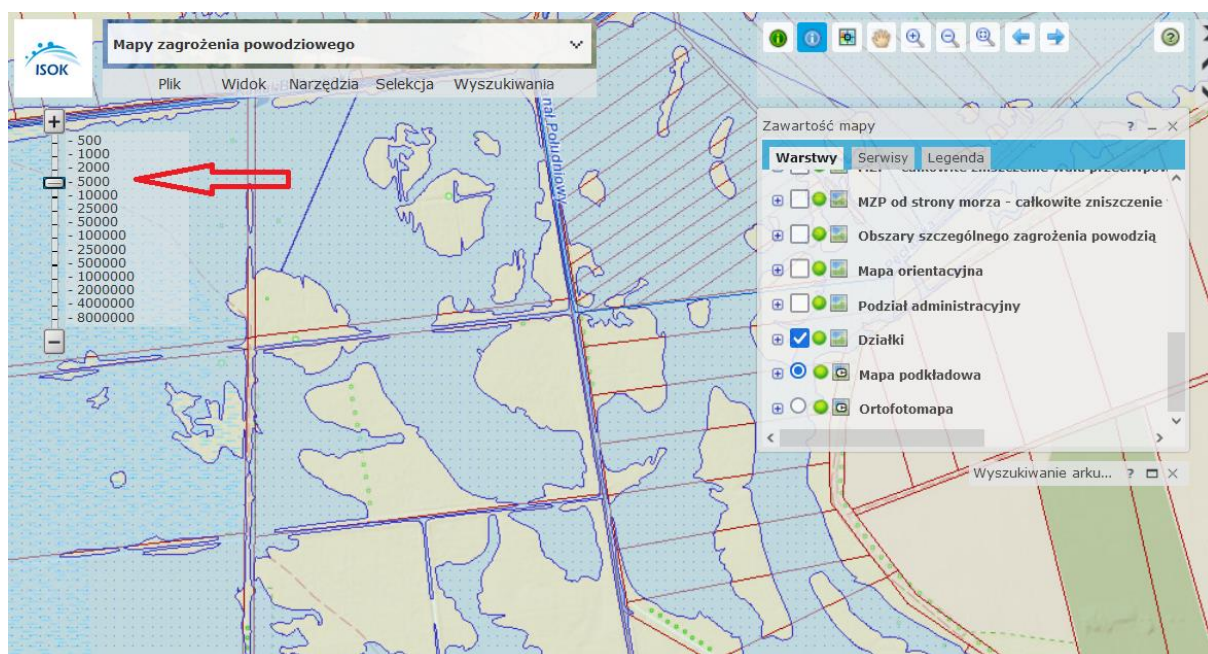
Po przybliżeniu do terenu, który nas interesuje możemy sprawdzić oprócz zasięgu wód powodziowych, głębokość prognozowanego zalewu wodą o prawdopodobieństwie wystąpienia 1 %. Ponadto możemy sprawdzić zasięg obszarów szczególnego zagrożenia powodzią względem działek ewidencyjnych. Aby odczytać powyższe informacje należy w oknie zawartości mapy przesunąć suwak okna na sam dół i zaznaczyć okienko (checkbox) przy słowie „Działki” tak aby wyświetlał się na niebiesko (Rysunek 5). W menu w prawym górnym rogu nad oknem zawartości mapy wybierając pierwszą ikonę poprzez kliknięcie lewym przyciskiem myszy, możemy wyszukać na mapie informację na temat wybranego punktu. W momencie wyświetlania się kursora w kształcie zielonego kółka z literą „i” w środku, możemy klikając lewym przyciskiem myszy odczytać m.in. głębokość prognozowanego zalewu oraz numer działki ewidencyjnej (Rysunek 5). Jeśli informacja o przebiegu granic działek ewidencyjnych

się nie wyświetla oznacza to, iż trzeba powiększyć skalę poprzez przybliżenie analizowanego terenu. Warstwa działek ewidencyjnych wyświetla się przy skali 1:5000 i większej (Rysunek. 6)

Rysunek 5



Rysunek 6



Należy również pamiętać, że jeśli dla rzeki nie zostały sporządzone mapy zagrożenia powodziowego, należy przeanalizować, czy teren, na którym przewiduje się m.in. gromadzenie nawozów nie znajduje się na obszarze między linią brzegu a wałem przeciwpowodziowym lub naturalnym wysokim brzegiem, w który wbudowano wał przeciwpowodziowy. Obszary te zaliczmy również do obszarów szczególnego zagrożenia powodziowego, na których obowiązują zakazy gromadzenia nawozów naturalnych, środków chemicznych, a także innych substancji lub materiałów, które mogą zanieczyścić wody (w tym nawozów mineralnych).