



**KODEKS DOBRYCH
PRAKTYK WODNYCH**
w rolnictwie

Redakcja:

Dr hab. inż. Rafał Wawer, Instytut Uprawy Nawożenia
i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
Dr inż. Karolina Kolasińska, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy
- Państwowy Instytut Badawczy

Autorzy rozdziałów:

Prof. dr hab. Kazimierz Banasik, ITP-PIB
Dr inż. Bogdan Bąk, ITP-PIB
Dr Robert Borek, IUNG-PIB
Dr hab. inż. Krzysztof Jończyk, IUNG-PIB
Dr inż. Ewa Kanecka-Geszke, ITP-PIB
Dr inż. Wiesława Kasperska-Wołowicz, ITP-PIB
Mgr inż. Bartosz Kierasiński, ITP-PIB
Dr inż. Karolina Kolasińska, ITP-PIB
Dr inż. Eugeniusz Nowocień, IUNG-PIB
Dr inż. Piotr Skowron, IUNG-PIB
Dr hab. inż. Janusz Smagacz, IUNG-PIB
Dr hab. inż. Tomasz Szymczak, ITP-PIB
Dr inż. Damian Wach, IUNG-PIB
Dr hab. inż. Rafał Wawer, IUNG-PIB



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie.” Publikacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach pomocy technicznej PROW 2014-2020. Materiał został opracowany na zlecenie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 – Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Spis treści

Wstęp	7
Administracja wodna w Polsce	7
Zmiany klimatu w Polsce.....	12
2. Wytyczne dla dobrych praktyk zarządzania wodą na obszarach wiejskich.....	15
2.1 Lokalne Partnerstwa ds. Wody.....	15
2.2 Mała i duża retencja	16
2.3 Sieci melioracji – utrzymanie rowów melioracyjnych.....	22
2.4 Racjonalne systemowe zarządzanie zasobami	32
2.5 Planowanie przestrzenne pod kątem zapobiegania skutkom susz	37
2.6 Wielokierunkowe wykorzystanie wód na obszarach wiejskich, usługi ekosystemowe obszarów wiejskich, w tym wód.	50
3. Dobre praktyki zarządzania wodą w gospodarstwach	51
3.1 Dobre praktyki oszczędzania wody	51
3.2 Zbieranie deszczówki	52
3.3 Instalacje wody szarej.....	54
3.4 Mała retencja w gospodarstwach	55

4. Dobre praktyki rolnicze na gruntach ornych	74
4.1 Organizacja produkcji roślinnej, gospodarka płodozmianowa	74
4.2 Zwiększanie retencji glebowej oraz ochrona zasobów glebo- wych i próchnicy. Konserwująca uprawa roli.	86
4.3 Zapobieganie zanieczyszczeniom zasobów wód przez rolnictwo	98
4.4 Ograniczenie parowania z upraw	124
5. Dobre praktyki rolnicze na użytkach zielonych	127
5.1 Odwodnienia i nawodnienia podsiąkowe (grawitacyjne)..	127
5.2 Przyrodnicze aspekty dobrych praktyk - ochrona śródpolnych wysp środowiskowych.....	134
6. Dobre praktyki w nawadnianiu	145
6.1 Precyzyjne nawadnianie	147
6.2. Wskazania dotyczące planowania nawodnień – zastosowanie harmonogramu nawadniania i różnych systemów nawadniania	158
6.3 Wskazania w zakresie określenia zasad dla stworzenia sprawnego i wiarygodnego systemu monitoringu bieżących potrzeb nawodnień i poboru wód	180
7. Praktyki utrzymania żyzności i zdolności retencyjnych gleb na terenach wyżynnych, podgórskich i górskich. Melioracje przeciwerozyjne.....	187
7.1 Agrotechnika przeciwerozyjna.....	188
7.2 Nawożenie gleb dostosowane do położenia pola w rzeźbie terenu.....	190
7.3 Odpowiedni dobór i następstwo roślin w płodozmianie ..	190
7.4 Korekta granicy rolno-leśnej	193

7.5 Rozmieszczenie użytków	196
7. 6 Planowanie sieci i umocnienie dróg rolniczych	197
7.7 Fitomelioracje przeciwozyjne.....	199
7.8 Trwałe użytki zielone na obszarach skoncentrowanego spływu wód	202
7.9 Scalanie gruntów z uwzględnieniem melioracji przeciwozyjnych.....	202
8. Podsumowanie Kodeksu Dobrych Praktyk Wodnych dla Rolnictwa.....	208
Literatura:.....	210

Wstęp

Niniejsze opracowanie ma na celu przedstawienie dobrych praktyk zarządzania wodą na poziomie gospodarstwa, pola i gminy.

Definicje „dobrej praktyki” w różnych krajach są różne. Zależą bowiem od obowiązującego prawa, sytuacji ekonomicznej, a często norm kulturowych i posiadanych doświadczeń. Najczęściej mianem dobrej praktyki określamy działanie, które przyniosło konkretne, pozytywne rezultaty, zawiera w sobie pewien potencjał innowacji, jest trwałe i powtarzalne, możliwe do zastosowania w podobnych warunkach w innym miejscu, lub przez inne podmioty. Warto podkreślić, że z dobrymi praktykami najczęściej organizacje pozarządowe mają do czynienia w dwóch przypadkach:

1. Kiedy zrealizowany przez nie projekt ma szansę stać się dobrą praktyką lub
2. Kiedy chcą skorzystać z dobrej praktyki innych.

Dobre praktyki wykorzystywane są głównie w celu doskonalenia standardów prowadzonej działalności. Są dobrym narzędziem podnoszenia jakości kapitału ludzkiego. Uczą jak można wzbogacać swoją wiedzę korzystając z doświadczenia innych.

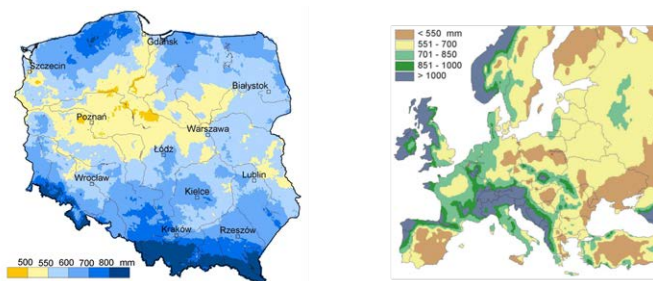
Administracja wodna w Polsce

Gospodarka wodna w Polsce regulowana jest ustawą Prawo Wodne z 20 lipca 2017 roku (Dz.U. 2017 poz. 1566), stanowiące implementację Ramowej Dyrektywy Wodnej (2000/60/WE).

Ustawa ustanawia Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie jako instytucję zarządzającą wodą na poziomie kraju (Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej), regionu (11 Regionalnych Zarządów Gospodarki Wodnej), zlewni (50 Zarządów Zlewni oraz 330 Nadzory Wodne).

Klimat Polski

Obszar Polski położony jest w klimacie umiarkowanym, stanowiącym przejście między klimatem kontynentalnym na wschodzie i morskim na zachodzie. Roczna suma opadów jest jedną z najniższych w północnej Europie, dorównując miejscami minimom z południowej Europy (Rysunek 1).



Rysunek 1. Średnia (z wielolecia) roczna suma opadu dla Polski i Europy (IUNG-PIB, 2015)

Generalnie w okresie wegetacyjnym na obszarze Polski występuje ujemny bilans wodny, tj. parowanie przeważa nad opadem atmosferycznym (Tabela 1) więc uprawy muszą bazować na zasobach wody zgromadzonych w glebie podczas chłodnego, dżdżystego okresu kilku miesięcy między jesienią a wiosną.

Wobec obserwowanych w pierwszej dekadzie XXI wieku okresów posusznych w sezonie letnim, rolnicy coraz częściej uciekają

się do nawadniania upraw. Coraz częściej na obszarach dotykanych notorycznie suszami, rolnicy zmieniają profil produkcji, przechodząc ze zbóż do upraw, które opłaca się nawadniać: warzyw, krzewów jagodowych, sadów.

Tabela 1. Średni z wielolecia klimatyczny bilans wodny dla Polski dla okresu kwiecień-wrzesień (Kozyra, 2005)

m-c	IV	V	VI	VII	VIII	IX	suma
Opad	42	58	72	88	76	52	388
Parowanie	69	98	105	118	107	64	562
Bilans	-27	-40	-33	-30	-31	-12	-174

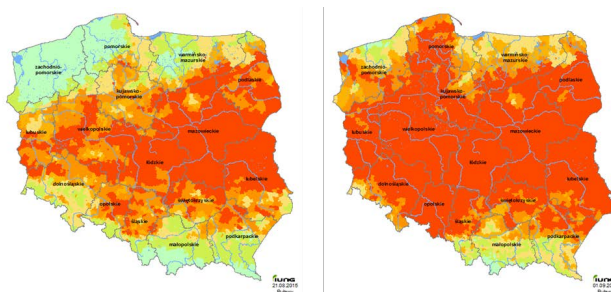
Niestety większość z instalowanych systemów nawodnieniowych nie jest wyposażona w narzędzia wspomagania decyzji służące do optymalizacji zużycia. Niezrównoważone nawadnianie może doprowadzić do powstawania braków wody oraz jest związane z ryzykiem zwiększonego wymywania azotu do wód gruntowych w wyniku wzmożonego przepływu wody w głąb profilu glebowego. Łatwo rozpuszczalne formy azotu wymyte poniżej strefy korzeniowej są stracone dla roślin i mogą się przyczynić do zanieczyszczenia wód gruntowych. Ponadto przy braku powszechnego systemu oceny zasobów wodnych dostępnych dla rolnictwa, intensywne i niekontrolowane zużycie wód do nawodnień może doprowadzić do zaburzenia cyklu odnawiania zasobów (Rysunek 2).



Rysunek 2. Orientacyjny czas odnawiania zasobów wody gruntowej. Źródło: USDA.

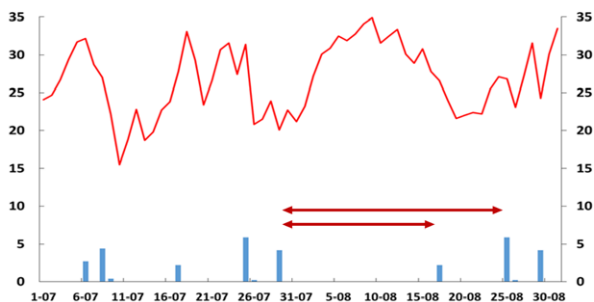
Aby zwiększyć odporność polskiego rolnictwa na suszę należy zadbać o zatrzymanie jak największej ilości wody na miejscu poprzez zmniejszenie odpływu powierzchniowego i gruntowego do cieków wodnych.

W drugiej dekadzie XXI wieku obserwujemy nasilenie susz. Według ciągłego monitoringu suszy rolniczej, prowadzonego przez IUNG-PIB susze występują co roku, jednak ich przestrzenna lokalizacja nieco się różni i dotyka w różnym stopniu różnych regionów kraju. W latach 2014–2016 susze były tak silne, że niekiedy objęta klęską suszy była większość obszaru kraju (Rysunek 3)



Rysunek 3. Susza rolnicza 08-09.2015 (IUNG-PIB, 2015)

Jak trudna jest sytuacja gospodarstw rolnych niech zobrazuje rysunek 4, przedstawiający przebieg pogody przez 2 miesiące okresu wegetacyjnego w gospodarstwie nastawionym na produkcję maliny wczesnej i późnej oraz porzeczki deserowej.



Rysunek 4. Przebieg temperatury i opadów w roku 2015 w gospodarstwie jagodowym w Kosiorowie (opracowanie własne)

W okresie od 1 lipca do końca sierpnia 2015 roku spadło na tym obszarze zaledwie 31,5 mm przy czym temperatury przez większość tego okresu oscylowały wokół 25-30 stopni, co daje wartość dziennego parowania w granicach 4-7 mm, w zależności od prędkości wiatru. W czasie pierwszych 25 dni sierpnia spadło tylko 3 mm deszczu! Szacunkowy bilans wodny dla tego okresu wynosi więc średnio $31,5 \text{ mm} - 305 \text{ mm} = -273,5 \text{ mm}$. Gospodarstwo prowadzi uprawę na bardzo lekkich rędzinach, podścielonych zeszczelinowaną skałą marglową. Bez nawadniania ze wspomaganiami decyzji z wykorzystaniem czujników wilgotności gleby uprawa krzewów jagodowych na tym obszarze nie byłaby możliwa.

Zmiany klimatu w Polsce

Ocieplający się klimat przyniesie również zwiększenie parowania z powierzchni ziemi i spowoduje intensywniejsze zużycie wody przez rośliny. Zmiana średniej temperatury (bez uwzględnienia usłonecznienia, wiatru i innych czynników) o 1 stopień wzwyż powoduje wzrost dziennego parowania o 0,3 mm-0,4 mm. Wydaje się to niedużo, jednak zważywszy, że w dni o temperaturze około 25 stopni parowanie wynosi 4 mm na dzień, zwiększenie temperatury o 1 stopień przyniesie wzrost parowania o 10%. W kategoriach zapotrzebowania uprawy na wodę przeciętnie o 10% wynosi 3-4 m³/ha dziennie. W skali tej części sezonu wegetacyjnego, kiedy występują wysokie temperatury (powiedzmy 60 dni), zwiększenie zużycia wody wyniesie 180-240 m³/ha. Pamiętać również należy, że ocieplenie spowoduje przesunięcie dat wyznaczających początek i koniec okresu wegetacyjnego i nastąpi jego wydłużenie, a więc i zwiększą się roczne straty wody na parowanie.

Większość scenariuszy zmian klimatu, opracowanych przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (w anglojęzycznym skrócie IPCC) wskazuje na znaczne zwiększenie częstości występowania susz 100-letnich na obszarze Polski. Termin susza 100-letnia określa suszę o natężeniu tak dużym, że pojawia się nie częściej niż raz na 100 lat. Jest to wartość, do której odnoszą się prognozy i pochodzi ona z „ubiegłego” klimatu tj. okresu 1900-1990. Obecnie obserwowane corocznie okresy posuszne i lokalne kłęski suszy wydają się potwierdzać prognozy IPCC dla roku 2020. Dotychczasowe susze 100-letnie w „nowym” klimacie przybiorą na sile co najmniej o 25%. Symulacje przeprowadzone w IUNG-PIB przez zespół pod kierunkiem D. Badory wskazują na bardzo niekorzystne zmiany hydrologii zlewni Wisły i Odry

w przyszłym klimacie. Jakkolwiek spodziewany jest nieznaczny wzrost sumy opadu rocznego to jego rozkład pomiędzy miesiącami zmieni się znacznie na niekorzyść okresu V-IX, kiedy budowane są masy plonów większości roślin uprawnych. Opady deszczu w tym okresie będą miały prawdopodobnie charakter nawałny, sprzyjający szybkiemu odpływowi wód do rzek. Wzrośnie też znacznie parowanie terenowe i roczny klimatyczny bilans wodny (różnica między opadem a stratami wody glebowej na parowanie) obniży się nawet o 100mm w stosunku do obecnego poziomu.

Czy polskie rolnictwo jest gotowe na nadchodzące klęski? Zdaniem wielu hydrologów, klimatologów i agronomów, przy obecnym reżimie hydrologicznym, sprzyjającym szybkiemu odpływowi - nie. Spowolnienie odpływu i zatrzymanie wody w miejscu, gdzie ona występuje stanowi kluczowy element zwiększenia retencji wody w krajobrazie i jest głównym celem małej retencji wodnej.

Niezbędne z punktu widzenia bezpieczeństwa żywnościowego kraju jest przygotowanie rolnictwa na nadchodzące zmiany w dostępności wody wywołane zmieniającym się klimatem. Konieczne jest utworzenie lokalnych strategii gospodarki wodnej, opracowanych w oparciu o analizę lokalnych potrzeb i problemów wszystkich użytkowników wód. Obecnie wdrażane w całym kraju Lokalne Partnerstwa ds. Wody służą, między innymi, temu celowi. Integrując lokalnych użytkowników wód, Lasy Państwowe, Wody Polskie, samorządy, instytucje ochrony przyrody, organizacje pozarządowe, szkoły i uniwersytety Partnerstwa mogą prowadzić szeroko zakrojone badania dotyczące dostępności wód oraz mocnych i słabych stron swojego obszaru. Dzięki temu są w stanie określić bieżące i przyszłe potrzeby oraz kierunki działań zmierzających do poprawy sytuacji obecnie i w przyszłości, uwzględniającej zmianę klimatu. Ważną częścią pracy partnerstw

jest upowszechnianie wiedzy o gospodarce wodnej w rolnictwie, w tym o dobrych praktykach zarządzania nią i oszczędnego jej wykorzystania.

Niniejszy kodeks obejmuje zespół praktyk, które sprzyjają ograniczeniu zużycia wody na obszarach wiejskich, dostosowaniu do niedoborów wody oraz zmniejszeniu szybkiego odpływu do rzek. Praktyki podzielono pod względem zasięgu na praktyki na poziomie gmin oraz na poziomie gospodarstw rolnych. Praktyki na poziomie gospodarstw uwzględniają praktyki na użytkach zielonych i ornych oraz optymalizację nawodnień i małą retencję. Oddzielny rozdział poświęcono ochronie gleb wyżynnych i górskich przed erozją, powodującą utratę próchnicy i spłykanie gleb co wydatnie zmniejsza retencję glebową – podstawowy składnik retencji wodnej na terenach o dużych nachyleniach, gdzie trudno o budowanie zbiorników małej retencji.

2. Wytyczne dla dobrych praktyk zarządzania wodą na obszarach wiejskich

2.1 Lokalne Partnerstwa ds. Wody

5 marca 2020 roku w Puławach odbyła się konferencja naukowa pt. „Adaptacja gospodarki wodnej w rolnictwie do zmieniającego się klimatu”, którą zorganizowały na prośbę Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi instytuty badawcze: IUNG i ITP. Na konferencji przedstawiono spodziewane zagrożenia związane ze zmianami klimatu, stan wiedzy o obecnym wpływie zmieniającego się klimatu na rolnictwo, stan badań naukowych mających na celu adaptację polskiego rolnictwa do zmieniającego się klimatu oraz przykłady rozwiązań w Hiszpanii i Izraelu.

Dyskusje podejmowane w trakcie konferencji skłoniły MRiRW do podjęcia kroków organizacyjnych zmierzających do uprzedzenia nadchodzących problemów i umożliwienia poprawy gospodarki wodnej w rolnictwie na poziomie społeczności lokalnych. Opracowano założenia Lokalnych Partnerstw ds. Wody na poziomie powiatu, z ośrodkami doradztwa rolniczego jako liderami. Partnerstwa mają skupiać użytkowników wód (w tym rolników), samorządy, instytucje zarządzające wodą i infrastrukturą (jednostki Wód Polskich, spółki wodne) i przestrzenia (Lasy Państwowe, RDOŚ), uniwersytety, organizacje pozarządowe oraz inne podmioty zainteresowane współpracą na poziomie lokalnym.

LPW mają budżet umożliwiający zlecenie ekspertyz firmom lub ośrodkom naukowym w zakresie hydrologii wód powierzchniowych i podziemnych, retencji glebowej, wpływu zmian klimatu

na dostępność wody i inne. Mają również budżet na organizację spotkań i szkoleń.

Pilotaż, przeprowadzony w 2020 roku w 16 województwach w 18 powiatach wykazał dużą przydatność tej inicjatywy: opracowano raporty dotyczące dostępności wód podziemnych, stanu sieci melioracyjnych, wyznaczono najbardziej palące społeczność problemy z wodą, co umożliwiło opracowanie strategii gospodarki wodnej wskazujących co i w jakiej kolejności powinno być zrobione, by poprawić stan dostępności i jakości wód na obszarze danego LPW. W roku 2021 zwiększono liczbę działających LPW do około 330.

Chęć założenia LPW lub przystąpienia do już istniejącego można zgłosić do właściwego dla miejsca zamieszkania ODR lub Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie.

2.2 Mała i duża retencja

Mała retencja to zatrzymywanie lub spowalnianie spływu wód w obrębie małych zlewni przy jednoczesnym zachowaniu i wspieraniu rozwoju krajobrazu naturalnego.

Waldemar Mioduszeński (ITP) pisał: „Za małą retencję uznać można wszelkie rodzaje magazynowania wody bez możliwości bieżącej regulacji objętości retencyjnej. Inaczej mówiąc, działania poprawiające bilans wodny zlewni i zwiększające zasoby wodne głównie na skutek zmiany szybkiego spływu powierzchniowego na powolny odpływ gruntowy można zaliczyć do małej retencji”.

W Polsce umownie przyjęta została wartość graniczna między małą a dużą retencją, określona w Porozumieniu z dnia 21 grudnia 1995 roku między Ministrem Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej a Ministrem Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa dotyczącym współpracy w zakresie małej retencji,

zwanym Programem Rozwoju Małej Retencji. Porozumienie to przyjmuje wielkość graniczną pojemności małych zbiorników wodnych równą 5 mln m³.

Priorytetowe kierunki działań z zakresu małej retencji przewidziane w porozumieniu:

- Odbudowa, modernizacja i budowa urządzeń piętrzących: jazów, zastawek, mniczków, stopni – na ciekach melioracyjnych, zlokalizowanych na zmeliorowanych użytkach zielonych i ornych;
- Zatrzymywanie wód wiosennych roztopowych i opadowych w sadzawkach, potorfiach, oczkach wodnych i zaniżeniach terenowych, wyrobiskach żwiru, gliny i pospółki;
- Odbudowa i modernizacja oraz budowa nowych sztucznych zbiorników wodnych o pojemności do 5 mln m³;
- Odbudowa, modernizacja i budowa nowych stawów rybnych;
- Piętrzenie istniejących małych jezior i magazynowanie dodatkowych zasobów wody w ilości do 5 mln m³.
- Małą retencję wodną można podzielić na (Mioduszewski, 2003):
- krajobrazową, wynikającą z ukształtowania terenu zlewni rzecznej oraz jej zagospodarowania i użytkowania,
- glebową, wynikającą z magazynowania wody w strefie nienasyconej profilu glebowego,
- wód podziemnych, która wynika z magazynowania wody w warstwach wodonośnych pierwszego i dalszych poziomów,
- wód powierzchniowych, polegającą na gromadzeniu wody w zbiornikach wodnych i ciekach, na których wykonano budowle umożliwiające regulację poziomów i odpływów wody.

Budowa zbiorników małej retencji jest na poziomie gospodarstwa utrudniona o tyle, że nie zawsze w obrębie występujących na nim gruntów są miejsca sprzyjające zbieraniu i utrzymywaniu się wód. Ponadto wielkość zbiorników limitowana jest rozmiarami działek. W związku z tym rolą gminy powinno być strategiczne planowanie gospodarki wodnej uwzględnione w planach zagospodarowania przestrzennego.

Zakładanie zbiorników małej retencji na obszarach wiejskich nie tylko sprzyja ograniczaniu strat wody poprzez spływy powierzchniowe, ale przyczynia się również do poprawy mikroklimatu. Gdzie jest to możliwe, zaleca się budowanie zbiorników małej retencji jako źródła wody do nawodnień.

Pozytywy oczek wodnych i stawów to wg prof. Bielakowskiej:

- zwiększenie retencji wodnej gleb, wyższy poziom zalegania wód gruntowych i uwilgotnienie gleb obszarów sąsiadujących,
- zmiany poziomu wód gruntowych na obszarach przyległych, co jest wynikiem:
 - podsiąku na tereny przyległe,
 - zahamowania odpływu wód gruntowych,
- zahamowanie procesu obniżania się poziomu wód gruntowych w latach normalnych i suchych,
- poprawa walorów krajobrazowych i mikroklimatu,
- wspomaganie procesu samooczyszczania się wód powierzchniowych,
- unikalne siedliska dla roślin i zwierząt z gatunków chronionych, będące równocześnie miejscem rekreacji (wędkarstwo, niektóre sporty wodne itp.) dla ludzi.

Priorytetowe kierunki działań z zakresu małej retencji, w które mogą włączyć się społeczności lokalne i rolnicy są następujące:

- odbudowa, modernizacja i budowa urządzeń piętrzących:

jazów, zastawek, mnychów, stopni – na ciekach melioracyjnych, zlokalizowanych na zmeliorowanych użytkach zielonych i ornych (Rysunek 5);



Rysunek 5. Przenośny próg piętrzący samoczynnie napełniający się wodą płynącą w rowie (Zakład Inżynierii i Gospodarki Wodnej ITP – fot. K. Krężałek)

- odbudowa, modernizacja i budowa budowli piętrzących i stopni przeciwoerozyjnych (Rysunek 6);
- zatrzymywanie wód wiosennych roztopowych i opadowych w sadzawkach, potorfiach, oczkach wodnych i заниżeniach terenowych, wyrobiskach żwiru, gliny i pospółki (Rysunek 7);
- odbudowa i modernizacja oraz budowa nowych sztucznych zbiorników wodnych o pojemności do 5 mln m³ (Rysunek 8);
- odbudowa, modernizacja i budowa nowych stawów rybnych;
- piętrzenie istniejących małych jezior i magazynowanie dodatkowych zasobów wody w ilości do 5 mln m³ (Rysunek 9, Rysunek 10).



Rysunek 6. Przegroda w wąwozie dolinowym w Wólce Gierasowskiej (fot. R. Wawer)



Rysunek 7. Mały i płytki zbiornik małej retencji w lokalnym zagłębieniu terenu w dolinie Wisły zbiera wody roztopowe i deszczowe (fot. R. Wawer)



Rysunek 8. Nowo założony zbiornik wodny w zlewni rowu śródstokowego na Wyżynie Lubelskiej (fot. R. Wawer)



Rysunek 9. Duży i głęboki zbiornik retencyjny powstały w starorzeczu rzeki Wieprz w Bobrownikach służy całej wsi (fot. R. Wawer)



Rysunek 10. Spiętrzenie rzeki Bystrej na użytek przyległego młyna i stawów rybnych (fot. R. Wawer)

Zaleca się stosowanie jednocześnie różnych form małej retencji ze względu na ograniczone zasoby jej poszczególnych rodzajów.

Obecnie całkowita ilość zmagazynowanej wody w istniejących zbiornikach retencyjnych w Polsce wynosi ok. 4 mld m³, co stanowi tylko nieco ponad 6,5% objętości średniorocznego odpływu rzecznej. Warunki geograficzne Polski pozwalają natomiast retencjonować aż 15% średniego rocznego odpływu. Większość wód jest obecnie retencjonowana w zbiornikach o bardzo dużej pojemności. Największy udział ma 11 zbiorników o pojemności

powyżej 100 mln m³ i łącznej pojemności ponad 2 345 mln m³. W obiektach małej retencji wodnej gromadzone jest tylko 826 mln m³.

Budowa małych zbiorników wymaga zaangażowania specjalistów i projektantów oraz niekiedy przyrodników. Zbiorniki małej retencji ze względu na małą pojemność i straty na filtrację w dno i brzegi oraz parowanie z powierzchni lustra wody są mało przydatne do magazynowania wody w dłuższym okresie, np. w czasie suszy. Praktycznie nie jest możliwe utrzymanie zapasu wody zgromadzonego np. w marcu w celu wykorzystania go w miesiącach letnich, jeśli już od kwietnia lub maja wystąpiła susza. Badania prowadzone w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym (ITP) pokazały natomiast, że skuteczność w wyrównywaniu odpływu rzecznoego można zwiększyć, budując systemy (kaskady) od kilku do kilkunastu małych zbiorników w jednej zlewni. Jest to inwestycja wymagająca zaangażowania władz samorządowych i pozyskania odpowiedniego dofinansowania oraz odpowiednich terenów.

Ciekawym rozwiązaniem może być np. opracowany i przetestowany w ITP przenośny próg piętrzący, którym można wielokrotnie przez krótkie okresy piętrzyć wodę w rowie, ułatwiając jej pobór do nawodnień bez konieczności uzyskiwania pozwolenia wodnoprawnego na budowę urządzenia wodnego (rysunek 5 powyżej).

2.3 Sieci melioracji – utrzymanie rowów melioracyjnych

Konieczność prowadzenia prac konserwacyjnych i utrzymania urządzeń melioracji wodnych w należyтым stanie technicznym wynika z ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (DZ.U. z 2022 poz. 88, 258).

Prace utrzymaniowe w zakresie urządzeń wodnych, w tym rowów melioracyjnych warunkują prawidłowe prowadzenie melioracji wodnych, które zgodnie z ustawą Prawo Wodne polegają na regulacji stosunków wodnych w celu polepszenia zdolności produkcyjnej gleby i ułatwienia jej uprawy. Ustawa definiuje także wykonanie i utrzymanie melioracji. W nowym Prawie Wodnym nie ma natomiast podziału na melioracje podstawowe i szczegółowe. Do urządzeń melioracji wodnych zalicza się:

- rowy wraz z budowlami związanymi z nimi funkcjonalnie,
- drenowania,
- rurociągi,
- stacje pomp służące wyłącznie do celów rolniczych,
- ziemne stawy rybne,
- groble na obszarach nawadnianych,
- systemy nawodnień grawitacyjnych,
- systemy nawodnień ciśnieniowych – jeżeli służą regulacji stosunków wodnych w celu polepszenia zdolności produkcyjnej gleby i ułatwienia jej uprawy.

Prawo wodne nie określa pojęcia system melioracyjny, który stanowi zespół urządzeń melioracyjnych na danym obszarze, umożliwiając racjonalne gospodarowanie zasobami wodnymi. Z uwagi na funkcję, jakie urządzenia i systemy melioracyjne pełnią, stanowią ważny element infrastruktury technicznej państwa.

Prawidłowa eksploatacja i systematyczna konserwacja systemów melioracyjnych na gruntach ornych i użytkach zielonych warunkuje utrzymanie w sprawności wszystkich urządzeń melioracyjnych i zapewnia ich właściwe funkcjonowanie, co przekłada się na optymalizację czynników plonotwórczych w środowisku (woda, powietrze, temperatura, światło, składniki pokarmowe) oraz przyczynia się do ograniczenia skutków ekstremalnych zjawisk pogodowych, jakimi są powodzie, podtopienia i susze. Sys-

tematyczna konserwacja urządzeń melioracji wodnych powoduje, że spełniają one swoją funkcję w zależności od potrzeb i przeznaczenia. Prawdłowo działający i utrzymywany system melioracyjny przyczynia się do zapewnienia optymalnych warunków wilgotnościowych (stosunków powietrzno-wodnych) gleby w okresie rozwoju roślin, ułatwia również wykonanie działań agrotechnicznych na gruntach ornych i użytkach zielonych oraz ochronę środowiska przyrodniczo-rolniczego przed degradacją.

Aby zapewnić wysoką, stabilną i opłacalną pod względem ekonomicznym produkcję rolniczą, konieczne jest prowadzenie odpowiedniej gospodarki wodnej na obszarze całej Polski.

W urządzenia melioracyjne wyposażonych jest ponad 30% gruntów rolnych, tj. około 18% powierzchni kraju. Wyraźne pogorszenie stanu urządzeń melioracyjnych i pilna potrzeba ich usprawnienia to temat, który regularnie powraca od lat 90-tych. Wieloletnie zaniedbania w konserwacji, przyczyniają się do znacznej utraty sprawności urządzeń melioracyjnych, a nawet prowadzą do ich całkowitej dewastacji i bezużyteczności. Taki stan skutkuje pogorszeniem produktywności gleb i przyczynia się do ich biodegradacji. Niedrożne systemy melioracyjne mogą wpływać także na zanieczyszczenie wody pitnej.

Odpowiednia konserwacja urządzeń oraz współpraca zainteresowanych stron w tym zakresie powoduje, że systemy melioracyjne mogą działać znacznie dłużej niż przewidywali to pierwotnie twórcy czy projektanci. Sprawnie działające systemy nawadniania w Hiszpanii, Egipcie, Włoszech, Pakistanie i innych krajach i są przykładem, że odpowiednie utrzymanie urządzeń i systemów może przynosić trwałe korzyści wielu pokoleniom.

Zgodnie z obowiązującym Prawem Wodnym (DZ.U. z 2022 poz. 88, 258), nadzór nad utrzymywaniem urządzeń melioracji wodnych leży po stronie Państwowego Gospodarstwa Wodnego

Wody Polskie. Obowiązek utrzymania urządzeń melioracji wodnych w odpowiednim stanie zgodnie z art. 205 ustawy, należy do zainteresowanych właścicieli gruntów, na które te urządzenia wywierają korzystny wpływ. Jeżeli urządzenia te są objęte działalnością spółki wodnej działającej na terenie gminy lub związku spółek wodnych, w którym jest zrzeszona spółka wodna działająca na terenie gminy, ich utrzymanie należy do tej spółki lub tego związku spółek wodnych.

Utrzymanie urządzeń melioracyjnych to obowiązek właścicieli gruntów, na które te rowy wywierają korzystny wpływ!

Właściciele gruntów, na które urządzenia melioracji wodnych wywierają korzystny wpływ oraz właściciele gruntów i nieruchomości sąsiednich są obowiązani umożliwić wejście na grunt w celu utrzymywania tych urządzeń (art. 208).

Prawidłowe utrzymywanie urządzeń melioracji wodnych wymaga skoordynowanych działań wszystkich właścicieli gruntów. Najczęstsze problemy dotyczące właściwego zgrania terminów i zakresu prac utrzymaniowych wynikają ze złożoności systemów melioracyjnych, struktury własności gruntów oraz różnego stopnia zainteresowania i podejścia poszczególnych właścicieli do tematu melioracji. Możliwość sprawnej organizacji prac dają spółki wodne, które są dobrowolnymi organizacjami zrzeszającymi właścicieli zmeliorowanych gruntów.

Spółki wodne, w myśl art. 441 ust. 3 Prawa wodnego, mogą być tworzone w szczególności do wykonywania, utrzymywania oraz eksploatacji urządzeń, w tym urządzeń wodnych, służących do:

1. zapewnienia wody dla ludności, w tym uzdatniania i dostarczania wody;

2. ochrony wód przed zanieczyszczeniem, w tym odprowadzania i oczyszczania ścieków;
3. melioracji wodnych oraz prowadzenia racjonalnej gospodarki na zmeliorowanych gruntach;
4. ochrony przed powodzią;
5. odwadniania gruntów zabudowanych lub zurbanizowanych.

Spółki wodne oraz związki spółek wodnych mogą ubiegać się o przyznawanie dotacji celowej z budżetów jednostek samorządu terytorialnego na bieżące utrzymanie wód i urządzeń wodnych oraz na finansowanie lub dofinansowanie inwestycji oraz dotacji podmiotowej z budżetu państwa oraz z rezerwy celowej budżetu państwa z przeznaczeniem na bieżące utrzymanie wód i urządzeń melioracji wodnych, z wyłączeniem zadań, na realizację których została udzielona inna dotacja. Środki finansowe dla spółek wodnych i ich związków przeznaczone są na utrzymanie urządzeń melioracji wodnych, naprawy i usuwanie awarii na urządzeniach melioracyjnych, zakup materiałów do naprawy i konserwacji tych urządzeń (dreny, studnie, pokrywy, rury przelewowe, kieszka fazynowa itp.), materiałów eksploatacyjnych (paliwo, smary, oleje), maszyn i urządzeń melioracyjnych, narzędzi i części zamiennych, czy też odzieży ochronnej.

Zasady udzielania dotacji celowej i sposób jej rozliczania określają organy jednostek samorządu terytorialnego. Udzielenie dotacji celowej następuje na podstawie umowy zawartej przez jednostkę samorządu terytorialnego ze spółką wodną.

Dotacje podmiotowe udzielane są w oparciu o szczegółowe zasady, oddzielne dla każdego województwa, potwierdzone przez Wojewodę. Po zaakceptowaniu kwot i wydaniu decyzji przez Wojewodę dotacje zostają przekazane na konta spółek wodnych.

Spółki wodne i ich związki z wykorzystania dotacji podmiotowych rozliczają się przed Wojewodą.

Rutynowa konserwacja urządzeń obejmuje wszystkie prace niezbędne do prawidłowego utrzymania i funkcjonowania systemu i jest zwykle wykonywana corocznie. Konserwacja gruntowna obejmuje wszelkie prace niezbędne do odzyskania utraconej funkcji w porównaniu z pierwotnym projektem.

Plan prac utrzymaniowych oraz sposób i terminy wykonania poszczególnych zabiegów konserwacyjnych powinny być określone w programie konserwacji i aktualizowane co 3-5 lat.

Konserwacja rowu melioracyjnego w głównej mierze polega na zapewnieniu jego drożności poprzez czyszczenie oraz koszenie trawy na jego skarpach.

Do zabiegów konserwacyjnych na rowach melioracyjnych należą:

- wykaszanie roślin ze skarp i dna rowów – dwukrotnie w ciągu roku, wiosną oraz jesienią (z uwzględnieniem terminów zgodnych z wymogami środowiskowymi), by umożliwić odpływ wód opadowych i roztopowych;
- usuwanie roślinności wodnej i podwodnej – raz do roku;
- czyszczenie dna rowów odpływowych, wylotów i studzienek drenarskich z nagromadzonego namułu w celu utrzymania wymaganej głębokości i zapewnienia odpływu wody z wylotów drenarskich – nawet dwukrotnie w ciągu roku, jesienią lub wczesną wiosną;
- monitorowanie i umacnianie faszyną, darnią lub brukiem uszkodzonych brzegów i dna rowów i kanałów w sąsiedztwie budowli melioracyjnych;
- usuwanie wszelkich zatorów;
- regularne usuwanie odpadów i śmieci zanieczyszczających rowy;

- naprawianie i utrzymywanie w sprawności budowli wodno-melioracyjnych;
- drewniane części urządzeń melioracyjnych należy zabezpieczać środkami impregnującymi (np. olej lniany surowy, pokosty lniane, oleje syntetyczne, impregnacja ciśnieniowa środkami solnymi), a metalowe - minią lub asfaltem.

Ważne jest, aby konserwacja urządzeń melioracyjnych była dokonywana na całej długości. Szczególnie istotne jest zapewnienie właściwego utrzymania dolnych (końcowych) odcinków rowów i rurociągów drenarskich.

W trakcie planowania prac utrzymaniowych należy uwzględnić szereg czynników, które wpływają na zakres i harmonogram, i równocześnie przekładają się na koszty wykonania zabiegów. Dotyczy to na przykład metod, technik konserwacji czy warunków fizycznych. Zastosowane metody wpływają na jakość pracy, a co za tym idzie na wymaganą częstotliwość, ale także na koszty. W organizowaniu prac, pod uwagę należy wziąć także specyficzne warunki klimatyczne, glebowe i hydrologiczne danego obszaru, które wpłyną na przykład na wzrost roślinności a tym samym na większą częstotliwość wykonywanych zabiegów:

- szybkie odrastanie roślinności w niektórych obszarach powoduje, że prace konserwacyjne powinny być wykonane kilkakrotnie w ciągu roku;
- na niektórych obszarach woda do nawadniania jest silnie obciążona mułem, co wymaga częstego odmulania, podczas gdy na innych jest woda czysta i odmulanie nie jest konieczne.

Dla przykładu, w Holandii rozróżnia się dwa rodzaje konserwacji, tzw. „małą konserwację”, obejmującą kontrolę roślinności z dużą częstotliwością, oraz „dużą konserwację”, obejmującą prace w zakresie odmulania, z bardzo niską częstotliwością.

Na częstotliwość zbiegów wpływa również sam projekt systemu, w którym dla przykładu strome zbocza boczne mogą wymagać częstszej konserwacji.

Nieprawidłowa obsługa bądź zaniechanie wykonywania prac konserwujących niosą za sobą wyłącznie negatywne skutki. Zły stan rowów i budowli uniemożliwia prawidłowe prowadzenie nawodnień oraz sprawne odprowadzenie wody w okresach jej nadmiaru. Brak stałej, systematycznej konserwacji rowów melioracyjnych oraz przepustów przy obfitych opadach deszczu, może być przyczyną lokalnych podtopień. Zarośnięte i zamulone rowy nie odprowadzają nadmiaru wód, co skutkuje tworzeniem się zastoiśk powodujących podtapianie przyległych gruntów.

Niewywiązywanie się z obowiązku utrzymywania urządzeń melioracji wodnych powoduje, że właściwy organ Wód Polskich ustala w drodze decyzji, proporcjonalnie do odnoszonych korzyści przez właścicieli gruntów, szczegółowe zakresy i terminy jego wykonywania. Brak nadzoru i egzekwowania obowiązku utrzymywania urządzeń wodnych, pomimo wyraźnych potrzeb w tym zakresie, może przyczynić się do pogłębiania zaniedbań w zakresie utrzymania tych urządzeń melioracji wodnych.

Środki finansowe przeznaczone na odbudowę urządzeń melioracji wodnych są w wielu przypadkach niewystarczające by zapewnić prawidłowe funkcjonowanie systemów melioracyjnych. Dodatkowo, ograniczone środki na prace utrzymaniowe powodują konieczność zmniejszenia zakresu realizacji robót konserwacyjnych. W efekcie odpływ wody z rowów jest utrudniony, a często w ogóle niemożliwy. Lokalnie pogarsza się funkcjonowanie systemów drenarskich, lub przestają one działać, co wywołuje negatywne skutki gospodarcze i przyrodnicze nadmiernego uwilgotnienia gleb. Jest to szczególnie widoczne wiosną oraz po obfitych opadach atmosferycznych. Zaniedbania w dziedzinie

konserwacji cieków i prawidłowego utrzymania urządzeń piętrzących powodują, że w sytuacjach klęsk nieurodzaju w rolnictwie spowodowanych suszą nie można w pełni wykorzystać urządzeń nawadniających. Wszystko to potwierdza, że sprawność techniczno-eksploatacyjna systemów nawadniających sukcesywnie maleje.

Uwagi

Prawidłowo eksploatowane i utrzymywane systemy melioracji wodnych prowadzą do wzrostu plonu. Z tego też względu potrzeba konserwacji urządzeń melioracji wodnych jest oczywista i niezaprzeczalna. Brak zabiegów utrzymaniowych na urządzeniach melioracyjnych prowadzi do utraty ich funkcji i dekapitalizacji (zmniejszenia wartości urządzeń), co następnie przekłada się na jeszcze większy wzrost kosztów utrzymania.

Jeśli konserwacja urządzeń melioracyjnych jest wykonywana zbyt późno i ma bardziej charakter naprawy, regeneracji lub wymiany, całkowite koszty takich prac mogą być wyższe, niż w przypadku terminowej konserwacji.

Istotną barierą prawidłowego i planowego prowadzenia prac utrzymaniowych, w bardzo wielu przypadkach są niedostateczne środki pieniężne na te cele, wynikające z wysokich kosztów utrzymania urządzeń melioracyjnych. Według informacji od jednej ze spółek w województwie kujawsko-pomorskim, średni koszt wykazania rowów to obecnie ok. 0,50 zł /m². Koszt ten zależy od parametrów technicznych danego rowu (szerokości, głębokości oraz nachylenia skarpy). Składki zbierane przez spółki wodne starczą na wykonanie ok. 30% prac utrzymaniowych z zaplanowanego harmonogramu na dany rok, pozostałą część zaplanowanych zabiegów uzupełniają dotacje z Urzędu Marszałkowskiego, ze Starostwa lub z Gminy. Spółki wodne borykają się także z pro-

blemem osiągalności składek, będących podstawą budżetu, jakim dysponują.

Analizy ekonomiczne utrzymania rowu melioracyjnego w województwie wielkopolskim w 2014 r. pokazały, że koszty wykonania bieżących konserwacji zależą zarówno od parametrów danego rowu melioracyjnego, jak i od rodzaju i metody konserwacji. Bieżące konserwacje wykonywane ręcznie kosztowały w granicach od 2200 do 5570 zł/km, natomiast zabiegi mechaniczne od 3200 do 5800 zł/km. Wykonanie konserwacji gruntowych przy użyciu sprzętu mechanicznego to koszt rzędu 5300-8660 zł/km, natomiast ta sama konserwacja ręcznymi metodami to już koszt rzędu 5800-14550 zł/km. Zatem w przypadku małych rowów melioracyjnych, koszty konserwacji bieżącej metodami ręcznymi mogą być mniejsze od metod mechanicznych. W przypadku konserwacji gruntowej z punktu ekonomii zalecana jest metoda mechaniczna. Koszt prac konserwacyjnych rowu melioracyjnego jest istotnie mniejszy od kosztu jednostkowego wykonania nowego rowu, który według cen i stawek z 2014 roku (przy głębokości – 1,00m, szerokości w dnie – 0,50 m) wyniósł 88,50 zł/m.

Z uwagi na wysokie koszty pracy ręcznej (koszt roboczogodziny, wysiłek ludzki) i trudności w uzyskaniu efektywnych prac konserwacyjnych za pomocą narzędzi ręcznych istnieje potrzeba wykorzystywania wydajnego sprzętu do prac konserwacyjnych. Do konserwacji rowów melioracyjnych można wykorzystać sprzęt używany w budownictwie.

Problemy utrzymania rowów melioracyjnych związane są ponadto z prowadzeniem robót na obszarach Natura 2000 czy pozyskaniem dobrych pracowników oraz dużą rotacją w ich zatrudnieniu. Bywa, że zaniechanie prac utrzymaniowych jest efektem braku zainteresowania części rolników udziałem w pracach konserwacyjnych i może wynikać z kilku przyczyn:

- braku wiedzy na temat znaczenia prac konserwacyjnych i metod/sposobów ich wykonania;
- braku właściwego planu prac konserwacyjnych;
- poczucia pracy na korzyść innych, a nie swoją;
- braku identyfikacji z systemem melioracyjnym jako własnością.

2.4 Racjonalne systemowe zarządzanie zasobami

Wobec przewidywanych susz i braków wody w rolnictwie, woda staje się dobrem wspólnym o znaczeniu strategicznym i sytuacja ta wymaga spójnego i solidarnego gospodarowania ograniczonymi zasobami wody zarówno na poziomie państwowym, jak i wspólnot lokalnych oraz w poszczególnych gospodarstwach domowych, przedsiębiorstwach i gospodarstwach rolnych.

Niezbędna jest zatem spójna i kompleksowa polityka zagospodarowania zasobów wody łącząca zgodnie z zasadą pomocniczości działania różnych podmiotów: rządu, jednostek samorządu terytorialnego, wspólnot lokalnych, obywateli, gospodarstw domowych, przedsiębiorców, rolników i organizacji społecznych. Działania sektorowe poszczególnych podmiotów powinny składać się na harmonijną całość w ujęciu terytorialnym.

Solidarne gospodarowanie ograniczonymi zasobami wodnymi w obliczu zmian klimatycznych wymaga m.in.:

- doskonalenia regulacji prawnych i sprawności organizacyjnej podmiotów odpowiedzialnych za zarządzanie zasobami wodnymi;
- promowania współdziałania na poziomie lokalnym w zakresie gospodarowania dostępnymi zasobami wodnymi;
- promowania oszczędnego i racjonalnego wykorzystania wody w gospodarstwach domowych, gospodarstwach

rolnych, przedsiębiorstwach, instytucjach użyteczności publicznej i gospodarce komunalnej.

Mądra polityka i zarządzanie wodą polegające na zapewnieniu wszystkim użytkownikom sprawiedliwego do niej dostępu wymaga dobrych uregulowań prawnych oraz dużej ilości informacji o bieżącym zużyciu, istniejących zasobach wód oraz prognozach ich zużycia i odnawiania się. W XXI wieku dysponujemy już technologiami, które pozwalają w pełni zautomatyzować zbieranie danych z terenu oraz wykorzystać je do obliczenia, ile wody jeszcze zostało i czy jej wystarczy w danym miejscu.

Polskie prawo wodne przewiduje utworzenie portalu przez Wody Polskie – systemu Hydroportal, jako węzła krajowej infrastruktury informacji przestrzennej i centralnego punktu dostępowego do usług kartograficznych oraz informacji z zakresu gospodarowania wodami. Obecne zaawansowanie technologii pozwala na docelowo pełną automatyzację wszystkich niezbędnych elementów wraz ze stworzeniem systemu doradczego i przystępne przekazywanie informacji gminom oraz rolnikom o stanie zasobów wodnych w danym miejscu i czasie.

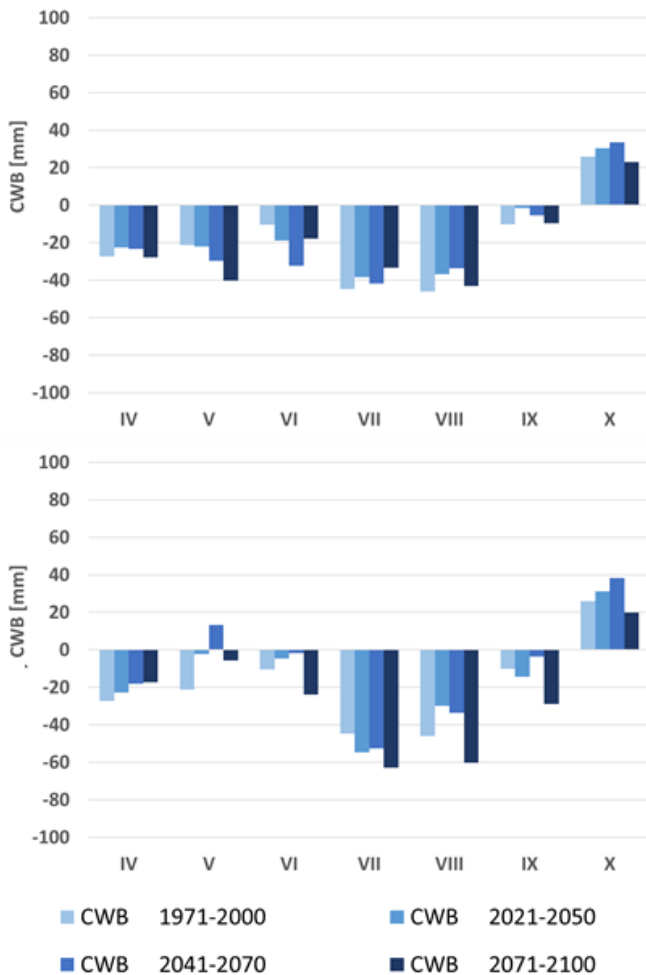
Ład przestrzenny w polskiej gminie jest przede wszystkim regulowany przez Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego oraz powstały na jego podstawie Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego uchwalany przez Radę Gminy. Dotychczasowa praktyka przygotowywania dokumentów planistycznych gminy traktowała najczęściej gospodarkę wodną w rolnictwie jako element drugorzędny. Obecne drastyczne zmiany w rocznym bilansie wodnym, susze w okresie wegetacyjnym i powstające przez to deficyty wody w uprawach, ale i nierzadko również ograniczenie wody w publicznych wodociągach, wymuszają potraktowanie zasobów wodnych jako

elementu priorytetowego w planowaniu przestrzennym na obszarach wiejskich.

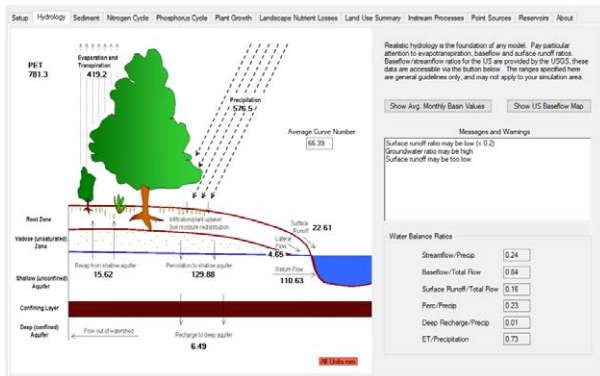
W ramach planowania przestrzennego powinny powstawać symulacje obejmujące zarówno prognozę dostępnych zasobów wodnych, jak i scenariusze rozwoju gminy w zakresie: ludności, sieci komunikacyjnej itp. Kluczowe jest dobre rozpoznanie dostępnych zasobów wodnych w gminie w zakresie wód powierzchniowych i podziemnych, w tym uzupełnienie Państwowego Monitoringu Środowiska o dodatkowe punkty pomiarowe. Do oceny zasobów wód podziemnych niezbędne jest utworzenie lokalnych modeli hydrogeologicznych opisujących stany graniczne poziomów wód gruntowych odpowiadające minimalnym poziomom, dla których zapewniona jest krótkoterminowa odnawialność zasobu, co umożliwi określenie bezpiecznej wysokości rocznego poboru wód. Ważnym elementem planowania przestrzennego powinno być także uwzględnienie retencji krajobrazowej, czyli kształtowania środowiska tak, by wpływało ono na ograniczenie parowania i odpływu wód.

Analizy bilansu wodnego i wyznaczenie obszarów o największym zagrożeniu dotkliwymi deficytami wody w obecnym i przyszłym klimacie przekraczają możliwości merytoryczne i infrastrukturalne zarówno gmin, jak i jednostek przygotowujących Studium. Dlatego analizy takie mogłyby być przeprowadzone w ramach uzupełnienia obszarów o niekorzystnych warunkach gospodarowania (ONW) przez IUNG przy użyciu narzędzi modelowania symulacyjnego.

Na podstawie scenariuszy klimatu (Rysunek 11) i wielu danych przestrzennych można wykonać modelowanie symulacyjne bilansu wodnego obszaru gminy (Rysunek 12).



Rysunek 11. Przykład wyliczenia miesięcznego klimatycznego bilansu wodnego (CWB) wg 2 scenariuszy emisyjnych RCP4.5 i RCP8.5 dla współczesnego (1971-2000) i przyszłego klimatu w perspektywie lat 2030, 2050 i 2080.



Rysunek 12. Przykład modelowania bilansu hydrologicznego dużej zlewni - roczny bilans wodny [mm]

Dzięki przeprowadzeniu symulacji możliwe będzie określenie zagrożeń związanych z niedoborami wody i podjęcie odpowiednio wcześniej działań strategicznych adaptacji polityki przestrzennej gminy, w tym planowania małej i dużej retencji, do zmian klimatu.

Gminy wiejskie powinny zlecać analizy związane z przyszłym klimatem i zmianami w hydrologii na obszarze gminy jako istotny element prac nad Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego.

Rozpoznanie wpływu zmian klimatu na przebieg pogody i bilans wodny obszaru gminy w latach 2030, 2040 i 2050 umożliwi oszacowanie na ile zmiany klimatu wpłyną na rolnictwo i użytkowanie terenu. Pozwoli to właściwie dobrać strategiczne cele inwestycyjne gmin na najbliższe lata oraz zaplanować gospodarkę przestrzenną w kierunku zrównoważenia gospodarki wodnej (np. mała retencja) w wypadku, gdyby symulacje wskazywały na zagrożenie obszaru gminy dużymi niedoborami zasobów wodnych.

Koszt analizy dla może wynosić od 35000 do 80000, w zależności od dostępności danych. Analizę należałoby powtórzyć

po ukazaniu się nowych scenariuszy zmian klimatu IPCC, publikowanych średnio co 7 lat. Koszt powtórnej analizy powinien być znacznie niższy ze względu na to, że gmina dysponuje danymi przestrzennymi uzyskanymi ze zlecenia na poprzednią analizę.

2.5 Planowanie przestrzenne pod kątem zapobiegania skutkom susz

Susza, jak i powódź to dwa groźne zjawiska, coraz częściej powszechnie występujące w Polsce i na świecie. Stan wody w rzekach budzi zaniepokojenie i jest problemem stojącym przed grupą ekologów, hydrologów i klimatologów. Wszyscy obawiają się niedostatków wody, zastanawiając się jak temu przeciwdziałać, jak zorganizować gospodarkę wodną, aby zminimalizować ograniczenia i niedostatki wody, jak magazynować i retencjonować zasoby wodne w Polsce.

Unia Europejska wydała szereg przepisów dotyczących tzw. „dyrektyw wodnych”, zwracając szczególną uwagę na konieczność wprowadzenia wspólnych ram regulujących przepisy prawne dotyczące gospodarki wodnej. Ramowa Dyrektywa Wodna (RDW) wyznacza zadania i cele, dla zapewnienia przyszłym pokoleniom dostępu do wody oraz umożliwienia korzystania z wody na potrzeby rolnictwa i przemysłu, przy jednoczesnym zachowaniu i ochronie środowiska naturalnego. RDW wprowadza planowanie gospodarowania wodami w obszarach dorzeczy, ze szczególnym naciskiem na współpracę w obszarach dorzeczy o zasięgu międzynarodowym.

Podstawowe cele ochrony wód to zapewnienie odpowiedniego zaopatrzenia w wodę dobrej jakości oraz monitoring i zmniejszenie skutków susz i powodzi.

Susza, podobnie jak powódź są zjawiskami naturalnymi; dlatego ich pojawienie się co jakiś czas jest względnie normalne, choć

obserwacje wskazują, że zjawiska te mają tendencje do wydłużania się i zwiększania swej częstotliwości. Badania prowadzone w Polsce wskazują na potrzebę analizy suszy i powodzi w szerszym kontekście oraz interdyscyplinarne podejście do problemów niedoboru czy nadmiaru wody, podkreślając inną dynamikę i tendencję zmian stanów i jakości wód podziemnych w stosunku do wód powierzchniowych.

Woda, spełniając w środowisku przyrodniczym wiele różnorodnych funkcji, jest podstawowym i niezastąpionym czynnikiem rozwoju przyrodniczego, gospodarczego i cywilizacyjnego.

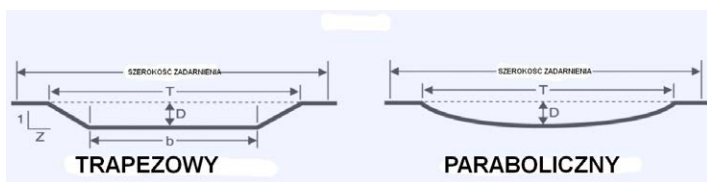
2.5.1 Formowanie i zadarnianie dróg skoncentrowanego spływu powierzchniowego (dróg wodnych)

Droga wodna to ukształtowany z równomiernym spadkiem lub stopniowany kanał, ustabilizowany odpowiednią roślinnością, służący do odprowadzania wody pochodzącej ze spływu powierzchniowego. Woda odpływa do stabilnego ujścia z nieerozyjną prędkością korytem o szerokim i płytkim przekroju poprzecznym. Chcąc zapobiec poważnej utracie powierzchni uprawnej, budowane drogi wodne mogą być obsiane roślinami przeznaczonymi na pasze - mieszankami traw lub roślin strączkowych. Roślinność w korycie opóźnia przepływ i zapewnia trwałość powierzchni kanału, uodparniając glebę na erozję. Przy odpowiednim nawożeniu i utrzymaniu, trawiasta droga wodna może być produktywnym obszarem paszowym.

Drogi wodne budowane są z jednakowym nachyleniem, aby stopniowo odprowadzać wodę po zboczach oraz z płaskim dnem, aby rozprowadzać wodę na możliwie największej powierzchni i spowalniać ją. Odpowiednio uformowane i zadarnione drogi spływu powierzchniowego zmniejszają prędkość i ilość odpływającej wody, ograniczają erozję gleb i bezpiecznie odprowadzają

wodę deszczową z powierzchni pól do wyznaczonych ujść. Mogą również służyć jako ujścia skoncentrowanej wody pochodzącej z tarasów lub upraw wstęgowych.

Trawiaste drogi wodne są zazwyczaj ukształtowane na jeden z trzech sposobów: paraboliczny, trapezowy lub trójkątny (Rysunek 13). Zwykle preferowany jest kształt paraboliczny, ponieważ jest to kształt występujący w naturalnych ciekach wodnych (Rysunek 14). Kształt trapezowy zapewnia natomiast bardziej równomierne rozprowadzanie wody po dnie, w większym stopniu spowalniając jej prędkość i zmniejszając jej siłę erozyjną. Ułatwia również maszynom rolniczym przekraczanie kanału i koszenie roślinności.



Rysunek 13. Typowe przekroje poprzeczne dróg wodnych spływu powierzchniowego (źródło: [https://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex795/\\$file/573-6.pdf?OpenElement](https://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex795/$file/573-6.pdf?OpenElement))

Drogi wodne powinny być zaprojektowane i zbudowane tak, aby były w stanie odprowadzać wymaganą ilość wody w jednostce czasu. Droga wodna musi mieć dostateczną szerokość i głębokość, aby pomieścić spodziewaną objętość spływu. Na wielkość spływu mają wpływ: powierzchnia zlewni, tempo topnienia śniegu, czas trwania i intensywność opadów, szata roślinna i rodzaj gleby w zlewni. Według zagranicznej literatury droga wodna powinna mieć przepustowość wystarczającą do odprowadzenia kulminacyjnego natężenia spływu o 10-letniej częstotliwości dla 24-godzinne go opadu burzowego.

Skarpy boczne dróg wodnych nie powinny mieć nachylenia większego niż 1:4. W razie potrzeby skarpy można spłaszczyć, aby ułatwić przejazd sprzętu rolniczego. Standardowa szerokość dna to trzy metry, co pozwala na budowę równiarką lub spychaczem. Minimalne wymiary drogi wodnej porośniętej trawą, drenującej małe obszary powinna wynosić 9 m szerokości (z uwzględnieniem dna i skarp) i 30 - 40 cm głębokości. Droga wodna powinna być zbudowana późną wiosną, aby zapewnić dobry wzrost trawy przed kolejnym wiosennym spływem.



Rysunek 14. Widok drogi wodnej o parabolicznym przekroju (źródło: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/09-021.htm>)

Trawiaste drogi wodne są skuteczną praktyką ochronną w zapobieganiu erozji gleb i tworzeniu się rowów erozyjnych wynikających z koncentracji spływu powierzchniowego na polach uprawnych. Rozpoznanie terenowe w celu zidentyfikowania przebiegu linii tego spływu w zlewni było dotychczas czasochłonne i pracochłonne. Ostatnie postępy w tworzeniu precyzyjnych modeli numerycznych terenu z wykorzystaniem nalotów samolotami lub dronami oraz laserowej technice określania odległości (LiDAR) pozwalają na dokładne wyznaczenie linii spływu powierzchni-

wego przy zastosowaniu modeli numerycznych. Bardzo przydatny jest tu np. model topograficznego wskaźnika uwilgotnienia gruntu.

Trawiaste drogi wodne są szeroko stosowaną, najlepszą praktyką spowalniania i retencjonowania spływu powierzchniowego w krajach o stosunkowo dużych powierzchniach pól uprawnych (Rysunek 15). Są to szerokie, płytkie, porośnięte trawą kanały, zlokalizowane w obrębie dużych pól, których głównym zadaniem jest odprowadzanie spływów powierzchniowych i zapobieganie ich intensyfikacji wzdłuż naturalnych linii koncentracji. W wielu krajach europejskich drogi wodne stosowane są rzadko, gdyż na obszarach ze stosunkowo małymi polami pojedyncza droga wodna musiałaby być projektowana do osuszenia kilku sąsiadujących ze sobą pól.

Z rolniczego punktu widzenia, korzyści wynikające z budowy dróg wodnych wydają się z nadwyżką rekompensować główną wadę: utratę ziemi pod uprawę. Jednak wyciągnięcie ogólnych wniosków jest trudne ze względu na ogromne zróżnicowanie cen gruntów i kosztów budowy dróg wodnych spływu powierzchniowego. Szacowana żywotność dróg wodnych wynosi dziesięć lat.

Oprócz skutecznego zapobiegania szkodom spowodowanym erozją (np. błotnym powodziom), społeczeństwo skorzystałoby na innych skutkach ekologicznych (wzrost różnorodności biologicznej, mozaikowość krajobrazu rolniczego, powstawanie unikalnych siedlisk), które nie są uwzględnione w rozważaniach ekonomicznych rolników.



Rysunek 15. Drogi wodne utworzone na liniach skoncentrowanego spływu powierzchniowego (źródło: <https://www.slideshare.net/MdlrfanAnsari/1-grassed-water-ways>)

2.5.2 Tworzenie pasów filtracyjnych

Zabieg ten polega na wydzieleniu, na części pól, niewielkiej szerokości pasów w miejscach przecinających linie spływu powierzchniowego, oraz obsadzeniu ich roślinnością zwiększającą zdolność infiltracyjną gruntu (Rysunek 16).

Pasy filtracyjne to łagodnie nachylone, porośnięte roślinnością pasy ziemi, które zapewniają spowolnienie spływu powierzchniowego oraz jego retencjonowanie i infiltrację. Są one zaprojektowane tak, aby przyjmować warstwowy spływ powierzchniowy z wyżej położonych terenów i często znajdują się między obszarem generującym spływ a ciekami odbierającym lub systemem gromadzenia, uzdatniania lub odprowadzania wód powierzchniowych.

Pasy filtracyjne są zazwyczaj obsadzone trawą lub inną gęstą roślinnością, w celu oczyszczania wód powierzchniowych za pomocą filtracji przez systemy korzeniowe roślin i sedymentację osadów. Są często stosowane jako technika wstępnego oczyszczania przed innymi technikami zrównoważonego odwadniania np.

rowami infiltracyjnymi. Pasy filtracyjne nadają się do oczyszczania wód z zanieczyszczeń pochodzenia rolniczego oraz spływów ze stosunkowo małych obszarów, poza obszarami użytkowanymi rolniczo, takich jak drogi i autostrady, rynny spustowe dachów, małe parkingi i przepuszczalne powierzchnie.

Pasy filtracyjne mogą służyć jako bufor między różnymi sposobami użytkowania gruntów i mogą zapewniać miejsca do uzupełniania zasobów wód gruntowych na obszarach z glebami przepuszczalnymi. Pasy filtracyjne są często zintegrowane z otaczającym terenem, na przykład otwartą przestrzenią publiczną lub pobocznymi dróg. Mogą być na nich zasadzane lokalne gatunki dzikich traw i kwiatów, wprowadzane ze względu na wizualną atrakcyjność i zapewnienie siedlisk dla przedstawicieli lokalnej fauny.



Rysunek 16. Przykład pasa filtracyjnego (źródło: http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_MEDIA/nrcs144p2_021118.jpg)

2.5.3 Konturowanie powierzchni uprawnych - uprawy wstęgowe

Konturowanie powierzchni uprawnych, nazywane również uprawą wstęgową, umożliwia prowadzenie prac rolniczych na zboczu, zgodnie z przebiegiem warstwic. Polega ono na tworzeniu małych bruzd i grzbietów (Rysunki 17 i 18), które działają jak tamy, zatrzymując spływającą wodę, osady, składniki odżywcze i pestycydy. Zatrzymana woda kierowana jest wzdłuż uporządkowanych rzędów upraw do ujść, takich jak specjalnie przygotowane trawiaste drogi spowalniające spływ powierzchniowy lub infiltruje w grunt.

Uprawa wstęgowa zalecana jest do stosowania na polach o długich i znacznie nachylonych zboczach. Poszczególne pasy upraw powinny być zasiane naprzemiennie różnymi typami roślin. Łąki i zboża, które charakteryzują się gęstym zasiewem powinny być rozdzielone pasami upraw rzędowych, takich jak kukurydza, soja, bawełna lub buraki cukrowe. Uprawy pasowe pomagają znacznie zmniejszyć straty wody powodowane spływem powierzchniowym i powstrzymać erozję gleby. Tworzą naturalne tamy dla wody, pomagając zachować odpowiednią strukturę gleby.

Niestety, uprawy wstęgowe są trudniejsze od tradycyjnych i niezbyt chętnie stosowane przez rolników. W Polsce najczęściej można je spotkać na Lubelszczyźnie na stromych zboczach lessowych i w Małopolsce.

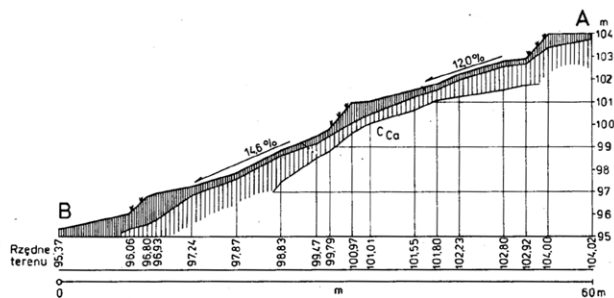
Rekomendowana praktyka przynosi następujące korzyści:

- znaczne – spowolnienie i redukcja ilości spływu powierzchniowego, zmniejszenie erozji gleb, ochrona ekosystemów i polepszenie zielonej infrastruktury;
- średnie – zwiększenie infiltracji i zasilania wód gruntowych, redukcja ryzyka powodziowego, redukcja zanieczyszczeń pochodzenia rolniczego, zapobieganie pogarszaniu się

- jakości wód powierzchniowych, zapobieganie utracie bioróżnorodności, poprawa żyzności gleb;
- niewielkie – zwiększenie retencji wody w glebie.



Rysunek 137. Przykład upraw wstęgowych z Wielkiej Brytanii



Rysunek 18. Przekrój poprzeczny przez zbocze lessowe z uprawą wstęgową w Elizówce

Ważne linki:

<http://nwrn.eu/measures-catalogue>

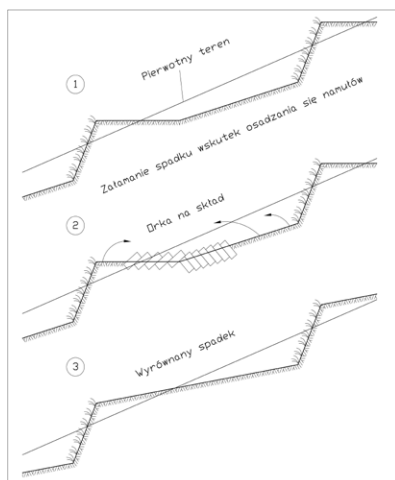
<http://nwrn.eu/measure/strip-cropping-along-contours>

2.5.4 Budowa tarasów

Metoda tarasowania, wykorzystywana na terenach górskich, umożliwia wykorzystanie zboczy o nachyleniu do 30%. Praktyka ta bazuje na stopniowym (schodkowym) zmniejszaniu spadku terenu na zboczach, umożliwiając ich rolnicze wykorzystanie. Zmniejszając efektywne nachylenie terenu, tarasowanie może zmniejszyć erozję i spływ powierzchniowy poprzez spowolnienie wody deszczowej do prędkości nieerozyjnej. Zwiększa to również stopień infiltracji i poprawia wilgotność gleby. Rezygnacja z tradycyjnego tarasowania może powodować wysoki poziom erozji i spływów wód powierzchniowych.

Tradycyjne tarasy schodkowe składają się z dwóch podstawowych elementów: skarpy i ławy (na której prowadzona jest uprawa). Podstawową tradycyjną metodą wykonywania tarasów w Polsce było wykonywanie tarasów naorywanych (wielokrotna orka), o ukształtowanym spadku do 3%. Z uwagi na osadzanie się namułów niesionych ze spływem powierzchniowym, projektowany spadek ławy powinien być poddawany modernizacji w postaci wyrównywania (Rysunek 19).

Na tarasach schodkowych zaleca się uprawiać naprzemienne rośliny w dobrym i w słabym stopniu okrywające glebę. Spływ powierzchniowy z ławy ze słabym okryciem gleby unosi materiał, który osadzany jest na ławie niższej, dobrze okrytej przez roślinność. Istotnym aspektem jest również zadarnianie skarp.



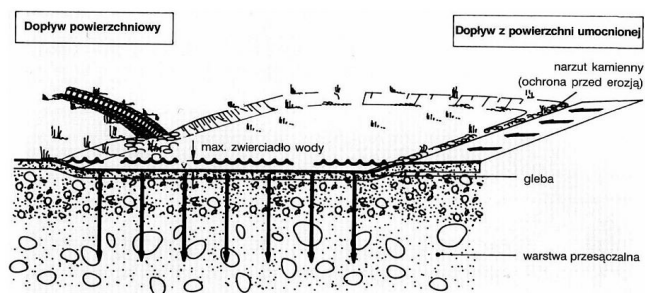
Rysunek 14. Wyrównywanie spadku tarasów (źródło: Kowalewski i inni, 2014)

2.5.5 Budowa niecki wodno-osadowych (infiltracyjnych)

Niecki infiltracyjne są to płytkie wykopy wypełnione gruzem lub kamieniami (Rysunek 20). Pozwalają wodom opadowym wnikać do otaczających gleb przez dno i boki wykopu, zwiększając naturalną zdolność gleby do odprowadzania wody. W teorii, niecki infiltracyjne powinny otrzymywać dopływ boczny z sąsiedniej, nieprzepuszczalnej powierzchni, ale dopływy ze źródeł punktowych mogą być dopuszczalne po pewnych dostosowaniach projektowych (w rzeczywistości są one formą nasiąkania).

Niecki infiltracyjne zmniejszają szybkość i objętość odpływu powierzchniowego, pomagają uzupełniać zasoby wód gruntowych i zachować podstawowy przepływ w rzekach. Oczyszczają spływ poprzez filtrację przez podłoże w wykopie, a następnie przez glebę. Skutecznie usuwają zanieczyszczenia i osady poprzez fizyczną filtrację, adsorpcję na materiale w wykopie lub reakcje

biochemiczne w wypełnieniu lub glebie. Nie są one jednak przeznaczone do działania jako pułapki na osady i zawsze muszą być zaprojektowane z uwzględnieniem skutecznego systemu oczyszczania wstępnego, w którym osad jest wysoki (np. pasek filtrujący).



Rysunek 15. Schemat niecki infiltracyjnej (źródło: Suchanek E., Mrowiec M., 2015)

O ile projekt nie obejmuje bardzo skutecznej obróbki wstępnej, najlepiej jest umieszczać je w pobliżu nieprzepuszczalnych powierzchni, takich jak parkingi lub drogi, gdzie poziom cząstek stałych w spływie jest niski. Najlepiej sprawdzają się jako część większego zrównoważonego zestawu do oczyszczania drenażu. Niecki infiltracyjne są łatwe do zintegrowania z miejscem i mogą być używane do osuszania spływów mieszkalnych i niemieszkalnych. Ze względu na swój niewielki kształt można je stosować do różnych miejsc. Niecki (a nawet rowy) infiltracyjne są idealne do stosowania wokół boisk, terenów rekreacyjnych lub otwartych przestrzeni publicznych. Można je skutecznie wkomponować w krajobraz i zaprojektować tak, aby zminimalizować powierzchnię zajmowanego terenu.

2.5.6 Przywrócenie łączności hydraulicznej starorzeczy z rzeką

Starorzecze to historyczny meander, który został odcięty od rzeki, tworząc w ten sposób mały zbiornik w kształcie litery U.

Ponowne połączenie starorzecza z rzeką polega na usunięciu gruntów lądowych pomiędzy odcięтым starorzeczem a aktualnym korytem rzeki (Rysunek 21).

Działania takie poprawiają ogólne funkcjonowanie rzeki. Przywrócenie łączności bocznej, pozwala zwiększyć możliwości retencyjne koryta rzeki oraz wpływa na zróżnicowanie przepływów. Przywrócenie funkcjonalności starorzeczy w bardzo pozytywny sposób oddziałuje również na ochronę przeciwpowodziową w zlewniach rzecznych, przyczyniając się bezpośrednio do spłaszczenia fal wezbraniowych.

Starorzecza, zaliczające się do obiektów tzw. małej retencji, są elementami krajobrazu bardzo podatnymi na zarastanie i zamulanie, co z biegiem czasu zmniejsza ich rolę w retencjonowaniu wody. Przywrócenie łączności hydraulicznej z rzeką, wpływa pozytywnie na przepustowość starorzeczy, co jest również istotne dla organizmów żywych np. ryb, dla których przepływowe starorzecza są miejscami dogodnymi do składania ikry lub odpoczynku z uwagi na bardzo małe prędkości przepływu wody.



Rysunek 21. Przykład połączenia starorzecza z rzeką

2.6 Wielokierunkowe wykorzystanie wód na obszarach wiejskich, usługi ekosystemowe obszarów wiejskich, w tym wód.

Utrzymanie/poprawa bioróżnorodności poprzez tworzenie mokradeł w lokalnych obniżeniach terenu.

Utrzymanie/tworzenie trawiastych pasów buforowych o szerokości do 10 metrów wzdłuż cieków, co zredukować będzie spływ cząstek glebowych, fosforanów i innych zanieczyszczeń wraz z wodą po intensywne deszczach i w czasie roztopów, a tym samym nastąpi redukcja zanieczyszczenia wód i zagrożenia eutrofizacją niżej zlokalizowanych zbiorników wodnych.

Wyłączenie z uprawy ornej i zadarnienie lokalnych obniżeń – linii spływu powierzchniowego, w celu jw.

3. Dobre praktyki zarządzania wodą w gospodarstwach

3.1 Dobre praktyki oszczędzania wody

Kierunki użycia wody w wiejskich gospodarstwach domowych i w gospodarstwach rolnych można podzielić generalnie na zużycie na cele bytowe i zużycie na cele gospodarskie. Obecnie woda na cele bytowe najczęściej pochodzi z publicznych wodociągów. Jak bolesny może być brak wody w wodociągu mogli przekonać się w czerwcu 2019 roku mieszkańcy Skierniewic. Okres deficytu opadów odbił się bardzo niekorzystnie na odnawialności zasobów wód. Powtarzające się wiosenne deficyty opadów oraz brak śnieżnych zim może sprawić, że gmin z niedoborami wody w wodociągach zaczną przybywać. Skalę kryzysu można zmniejszyć, zmieniając codzienne praktyki korzystania z wody przez obywateli. Wiele gospodarstw domowych i gospodarstw rolnych zależy całkowicie od własnych źródeł wody podziemnej, które w zmieniającym się klimacie i coraz bardziej deficytowym rocznym bilansie wodnym mogą doświadczać krótko – a nawet długo – okresowych niedoborów.

Woda na cele gospodarskie zużywana jest głównie na podlewanie, przygotowanie roztworów substancji czynnych używanych w rolnictwie, pojenie zwierząt. Największe oszczędności może przynieść wprowadzenie technik precyzyjnego nawadniania z wykorzystaniem czujników wilgotności gleby i oszczędnych systemów nawadniających, jak nawadnianie kropelkowe.

Drugim kierunkiem oszczędzania może być wykorzystanie tzw. szarej wody do niektórych zastosowań, np. spłukiwania toalet, w których nie jest niezbędne korzystanie z wody pitnej.

Trzecim kierunkiem jest zbieranie wody opadowej, która z powodzeniem może służyć do niektórych zastosowań zarówno w gospodarstwie domowym (po odpowiednim uzdatnieniu do zmywania naczyń czy prania), jak i w gospodarstwie rolnym (do nawodnień czy przygotowywania cieczy roboczych).

Kolejnym działaniem służącym oszczędzaniu wody i analogicznym do precyzyjnego nawadniania jest oszczędne korzystanie z dostępnej wody do celów zachowania higieny osobistej i czystości (m.in. preferowanie prysznica zamiast wanny czy dozowanie wody w kranach).

Według specjalistów, istotnym działaniem sprzyjającym zwiększeniu retencji w krajobrazie jest zakładanie zadrzewień i zakrzewień, sprzyjające zatrzymywaniu wody deszczowej w glebie oraz zapobiegające osuszaniu terenów podmokłych, gdyż ogranicza parowanie. Najnowsze badania w zakresie upraw rolno-leśnych wskazują, że drzewa mają zdolność wydobywania wody z dużych głębokości w pobliżu poziomu orno-próchnicznego, co sprzyja roślinom uprawnym o znacznie płytszym systemie korzeniowym.

3.2 Zbieranie deszczówki

Deszczówka to woda, która spada na powierzchnię ziemi w formie opadów atmosferycznych, np. w postaci śniegu, deszczu czy gradu.

- Deszczówka nie nadaje się do picia.
- Po zebraniu w kanalizacji może być jednak przydatna do celów przemysłowych i gospodarczych.

Jak najlepiej wykorzystać wodę opadową?

Deszczówkę można wykorzystać do różnych celów, np.:

- mycia pojazdów,
- splukiwania urządzeń sanitarnych,
- nawadniania upraw ogrodowych i trawników,
- prac porządkowych w budynkach i ich otoczeniu,
- do celów przemysłowych oraz komunalnych,
- do nawadniania roślin na polach i łąkach.

Zagospodarowanie deszczówki:

- Tzw. ogrody deszczowe chłoną nawet o 40% wody więcej niż klasyczny trawnik. Są one obsadzone lub obsiewane gatunkami hydrofitowymi, czyli „lubiącymi wodę”. Należą do nich m.in. knieć błotna, krwawnica pospolita, tatarak zwyczajny, strzałka wodna.
- Powierzchnie przepuszczalne są polecane m.in. na aleje, ścieżki spacerowe, parkingi, miejsca postojowe czy podjazdy. Mogą to być perforowane prefabrykaty, jak również nawierzchnie z kruszyw naturalnych, niespajanych cementem – żwiru, tłucznia lub polnych kamieni.
- Muldy chłonne to porośnięte roślinnością zagłębienia terenu służące retencji wód opadowych.
- Zielone ściany to tzw. ogrody wertykalne, gdzie pnącza roślin ochraniają tynk przed promieniami UV, deszczem, wiatrem i wychładzaniem zimą oraz oczyszczają deszczówkę.
- Zielone przystanki komunikacyjne z dachami pokrytymi roślinami. Taki dach może zatrzymać nawet 90% deszczówki. Zielone przystanki pojawiły się już w Polsce, w Radomiu i Białymstoku.
- Zielone dachy - inaczej, ogrody na dachach. Woda deszczowa i roztopowa przepływająca przez dach zielony w okresie dużych opadów może być gromadzona do

ponownego wykorzystania. Jakość gromadzonej wody zależy przede wszystkim od zawartości fosforanów, a ta z kolei zależy od podłoża, czyli substratu dachowego oraz od zastosowanych gatunków roślin. Dachy zielone spełniają ważną funkcję w gospodarowaniu wodą opadową przez opóźnianie jej spływu do kanalizacji, odciążając tym samym systemy kanalizacji miejskiej. 215 tysięcy metrów kwadratowych zielonych dachów daje objętość 90,3 miliona litrów zretencjonowanej wody opadowej. Odpowiada to rocznemu zużyciu wody przez ok. tysiąc statystycznych Polaków (250 l/dobę).

3.3 Instalacje wody szarej

W wielu zastosowaniach w gospodarstwie nie jest wymagana woda o jakości wody pitnej, którą dostarcza wodociąg lub własne ujęcie wody. Często można wykorzystywać tzw. wodę szarą, którą Europejska Norma 12056-1 definiuje jako wodę zabrudzoną, wolną od fekalii. Jest to woda pochodząca z mycia i prania. Nierzadko do wody szarej zalicza się wodę pochodzącą ze zmywania naczyń, ale ze względu na obecność zanieczyszczeń stałych nie nadaje się ona do wszystkich zastosowań. Nieoczyszczoną wodę szarą z powodzeniem można wykorzystywać do spłukiwania toalet (wymaga to jednak zastosowania drugiego obiegu wody). Podczyszczoną wodę szarą można używać do większości zastosowań poza myciem i wykorzystaniem w celach spożywczych. Na rynku istnieją już systemy separacji strumieni wody i ścieków, oddzielające opomiarowane zasilanie wodą wodociągową, wodą deszczową oraz separację odpływu na wodę szarą i ścieki, przy czym woda szara jest wykorzystywana bezpośrednio do spłukiwania toalet bądź podczyszczania i magazynowana do zastoso-

wań gospodarskich. Wykorzystanie deszczówki i wody szarej jest opomiarowane, a ich zużycie ujmowane jest w bilansie kosztów wodno-kanalizacyjnych, zmniejszając koszty. System taki pozwala na oszczędzenie 30-40% wody tylko na splukiwaniu toalet.

Na rynku dostępne są urządzenia i systemy do zbierania i wykorzystywania „wody szarej” do splukiwania toalet – prosty zbiornik z funkcją zbierania „wody szarej” i jej podnoszenia do wykorzystania w toalecie – pozwalają one na łatwą adaptację systemu do istniejącej instalacji.

3.4 Mała retencja w gospodarstwach

Rolnictwo jest największym konsumentem wody, wykorzystując ok. 70% jej światowych zasobów. Rozwój przemysłu, rozbudowa miast, uprawa roślin na biopaliwa sprawiają, że niedobór wody staje się istotnym problemem. Aby uniknąć światowego kryzysu wodnego, rolnicy stoją przed koniecznością coraz to bardziej wydajnego gospodarowania wodą w gospodarstwach rolnych. Należałoby podjąć działania adaptacyjne, polegające na zwiększeniu retencji wody w środowisku, zabezpieczeniu mokradł przed osuszeniem, ochronę terenów źródłiskowych. Do głównych zadań w zakresie zabezpieczenia zasobów wodnych w rolnictwie, jakie należałoby wprowadzić, można zaliczyć:

- budowę zbiorników do magazynowania deszczówki,
- retencionowanie wód płynących w zbiornikach,
- instalowanie progów piętrzących i zastawek na rowach melioracyjnych,
- regulację odpływów wód z systemów drenarskich,
- małą retencję wodną.

Podane wyżej przykłady mogą stanowić podstawę do opracowania projektów i programów badawczych oraz są niewielką

cząstką działań. Prognozy zmian klimatycznych wskazują konieczność opracowania nowej strategii dotyczącej przedsięwzięć ograniczających skutki hydrologicznych zjawisk ekstremalnych (powodzie, susze) na obszarach wiejskich. Koniecznym jest podjęcie w szerszym zakresie badań i inwestycji dotyczących gospodarki wodnej wsi i rolnictwa, w aspekcie zmian klimatycznych. W przypadku wodo- i energooszczędnych technologii nawodnień dobrym rozwiązaniem będą zbiorniki na wodę opadową. Zatrzymana woda może być wykorzystywana do podlewania upraw na polach, trawników, ogródków działkowych, mycia maszyn rolniczych i zwierząt, jak również do zabiegów ochrony roślin. Wodę opadową wykorzystują już niektórzy rolnicy, sadownicy i właściciele szklarni. Pod obiektem szklarniowym budowane są zbiorniki gromadzące wody opadowe.

Do zwiększenia retencji wody należy dołączyć także zadania nietechniczne, polegające na odmulaniu rowów oraz rewitalizacji oczek wodnych, zalesianiu i odnawianiu drzewostanu, zabiegi agrotechniczne. Pojemność wodna gleby zasobnej w próchnicę jest wielokrotnie większa od pojemności gleby nawożonej tylko nawozami sztucznymi. Posiadanie zwierząt pozwala w nawożeniu przyorać materię organiczną, a ona w glebie zatrzymuje i magazynuje wodę.

Podsumowując, prawidłowe zabezpieczenie zasobami wodnymi w rolnictwie wymaga narzędzi wspomagających, jakimi mogą być progi piętrzące wodę, zbiorniki gromadzące wodę opadową, energooszczędne technologie nawodnień i odwodnień. Podstawą do opracowania będą szczegółowe działania związane z ograniczeniem spływów powierzchniowych i podpowierzchniowych, ponieważ są one odpowiedzialne za wymywanie zanieczyszczeń z warstwy glebowej i powierzchni terenu zlewni. Na przeważającej części terytorium naszego kraju mamy do czynienia z nasilającym

się problemem niedoboru wody. Równocześnie wzrasta częstotliwość, występowania gwałtownych zjawisk atmosferycznych, którym bardzo często towarzyszą ulewne deszcze. Po ich wystąpieniu woda gwałtownie odpływa ze zlewni rzek do morza i nie może być wykorzystana w odpowiedni sposób przez roślinność, nie gromadzi się w odpowiedniej ilości w glebach, ani nie infiltruje w wystarczającej ilości do wód podziemnych, by uzupełnić ich zasoby. Zbyt szybki odpływ wód opadowych zasilających zlewnie rzek, powoduje, że nie da się ich wystarczająco wykorzystać dla celów gospodarczych (rolnictwo i przemysł), ani dla celów komunalnych. Gwałtowny odpływ wód ze zlewni powoduje ponadto ogromne straty przyrodnicze, poprzez wypłukiwanie z gleb składników biogennych (głównie azotu i fosforu) przyczyniając się do nasilenia eutrofizacji wód, a co za tym idzie, pogorszenia ich jakości, a nawet spowodowania całkowitej nieprzydatności wody dla rozwoju życia roślin i zwierząt. Dotyczy to zarówno wód płynących, jak i stojących łącznie z basenem morza. Tym samym ponosimy ogromne straty, często nieodwracalne w skutek utraty różnorodności biologicznej cieków i zbiorników wodnych, jak i obszarów do nich przyległych, zasilanych przez zanieczyszczone wody. Jeśli chcemy przetrwać i rozwijać się gospodarczo, musimy poważnie zacząć chronić zasoby wody, które są w naszym kraju małe. Musimy zatem zadbać o **retencję wody**. Poprzez retencję wodną rozumie się zdolność do gromadzenia zasobów wodnych i przetrzymywania ich przez dłuższy czas w środowisku biotycznym (czyli w żywych organizmach roślinnych, zwierzęcych a także w drobnoustrojach) i środowisku abiotycznym (czyli w nieożywionej części środowiska, w której funkcjonują żywe organizmy). Istnieje m.in. **retencja szaty roślinnej**, czyli zatrzymywanie wody opadowej na powierzchni roślin, **retencja glebowa**, czyli przestrzeń w glebie w której magazynowana jest woda, **retencja**

wód gruntowych i podziemnych, polegająca na gromadzeniu wody w strefie nasyconej warstwy wodonośnej, **retencja śnieżna**, **retencja depresyjna**, polegająca na zatrzymywaniu wody w nierównościach terenu, czy też **retencja zbiorników wodnych** naturalnych i sztucznych **oraz cieków wodnych**.

Tylko na niewielkich obszarach górskich jest korzystny. Niedobory wody ograniczają znacznie rozwój roślin, a szczególnie roślin uprawnych, których plony z tego powodu są znacznie mniejsze. Jankowski i Józwiak (2011) wskazują, że niedobory wody ograniczają plon roślin uprawnych do **62% potencjalnie możliwego do uzyskania plonu**. Konieczne jest zatem podejmowanie szeregu działań mających na celu zwiększenie ilości wody dostępnej dla roślin. Takimi działaniami, skutecznie poprawiającymi ten niekorzystny bilans wodny, jest szczególnie rodzaj retencji wodnej określanej jako **mała retencja**. Małą retencją wodną określa się wszelkie działania techniczne i nietechniczne, które mają na celu wydłużenie odpływu wód ze zlewni poprzez ich gromadzenie (retencjonowanie) w różnego rodzaju obiektach (np. zbiornikach wodnych), a także w środowisku przyrodniczym - zarówno w jego części **biotycznej**, jak i **abiotycznej**. Mała retencja nie tylko przyczynia się do zwiększenia ilości wody. Ma ona także znaczący wpływ na poprawę jej jakości. Wraz ze spowolnieniem obiegu wody spowolniony jest także obieg rozpuszczonych w niej składników pokarmowych, przez co są one lepiej pobierane przez rośliny, a tym samym zatrzymywane w środowisku. Maleje zatem między innymi niebezpieczeństwo eutrofizacji wód. Niezwykle ważne jest również to, że wiele działań mających na celu małą retencję może być realizowanych bezpośrednio na poziomie gospodarstwa rolnego.

Jednym ze sposobów gromadzenia wody jest kształtowanie właściwej gospodarki wodnej w profilu glebowym. Dokonuje

się tego poprzez poprawę struktury gruzelkowej gleby, na co ma wpływ odpowiednie prowadzenie zabiegów uprawowych, zapewniające równowagę między procesami mineralizacji i humifikacji, wapnowanie, prawidłowy płodozmian, zwiększanie zawartości materii organicznej w glebie poprzez systematyczne jej wprowadzanie do gleby (nawożenie organiczne, poplony, przyoranie słomy). Nie mniej ważne dla poprawy retencji jest ułatwienie przesiąkania wody do głębszych jej warstw poprzez zastosowanie orki z pogłębiaczem likwidującej **tzw. podeszwę płużną**, jaką tworzy zagęszczona i zbita warstwa gleby, znajdująca się pod dnem bruzdy między warstwą orną a podskibiem. Duże znaczenie dla poprawy gromadzenia wody w profilu glebowym ma stosowanie roślin z głębokim systemem korzeniowym (np. lucerna, łubin, groch), które także poprawiają udroźnienie gleby poniżej zasięgu narzędzi uprawowych.

Możemy także retencionować wodę w gospodarstwie poprzez kształtowanie właściwej struktury użytkowania ziemi, planując odpowiedni układ pól orných, użytków zielonych, lasów czy użytków ekologicznych. Warto także utrzymywać w gospodarstwie stawy, a nawet budować nowe, jeśli są ku temu odpowiednie warunki lub postarać się o stworzenie takich warunków. Nie należy likwidować występujących obszarów podmokłych, bagien czy torfowisk. Torfowiska osuszone warto ponownie nawodnić, gdy tylko jest taka możliwość, są one bowiem doskonałym zbiornikiem wody oddającym ją stopniowo do otoczenia i poprawiają jej dostępność dla roślin.

Należy także zalesiać tereny nieprzydatne do produkcji rolnej w gospodarstwie oraz tworzyć pasy zadrzewień wzdłuż granicy pól, rowów i dróg dojazdowych. Należy pozostawić kępy zadrzewień śródpolnych. Na tych polach gospodarstwa, które przylegają bezpośrednio do cieków wodnych, należy utworzyć

pasy ochronne poprzez utrzymanie na ich powierzchni od strony cieków roślinności trawiastej. Wśród najważniejszych z zabiegów mających na celu tworzenie małej retencji należy wymienić także **regulowanie przepływu wody w rowach melioracyjnych**, poprzez wyposażenie ich w systemy zastawek, podpiętrzających wodę. Stwierdzono w wyniku badań, że systematyczne regulowanie poziomu wód poprzez system zastawek w rowach melioracyjnych poprawia plonowanie na użytkach zielonych nawet o **100%**, a plon pszenicy wzrasta o **20-30%** (Nyc i Pokładek 2009).

Nieodzowne staje się także **sterowanie odpływem wody z rurociągów drenarskich**. Studzienki rurociągów drenarskich koniecznie powinny być wyposażone w odpowiednie przegrody umożliwiające przytrzymywanie wody na odpowiednim poziomie w sieci drenarskiej i regulowanie poziomu odpływu wód odwadnianych przez drenaż. Kontrolowany drenaż przyczynia się także do znacznego zmniejszenia odpływu wody z sieci drenarskiej, a wraz z nią również składników biogenych. Według badań prowadzonych w Danii na glebach gliniastych, ilość odprowadzanej wody przez tę sieć zwiększyła się z **38% do 52%**, a azotanów z **36% do 48%** co daje około **6-8 kg N-NO₃·ha⁻¹** (Carstensen i in. 2016).

Kolejnym sposobem poprawienia bilansu wody, a także mającym znaczenie dla poprawy jej jakości, jest **budowanie stawów sedymentacyjnych**. W gospodarstwie możemy także gromadzić **w przygotowanych do tego celu zbiornikach**, każdą wodę opadową, która spływa z powierzchni nieprzepuszczalnych, jak dachy budynków gospodarczych czy mieszkalnych. W okresach zwiększonego zapotrzebowania na wodę może być ona również wykorzystana do celów produkcyjnych.

Prowadząc systematycznie działania zwiększające możliwości małej retencji, poprawiamy nie tylko możliwości produkcyjne roślin

rolniczych, ale także przyczyniamy się do poprawy jakości wody, a przez to stanu środowiska przyrodniczego w gospodarstwie rolnym. Istnieją także możliwości wsparcia działań zmierzających do poprawy warunków małej retencji wodnej w ramach działania rolno-środowiskowo-klimatycznego. Szereg pakietów wsparcia przyczynia się do poprawy małej retencji, pomimo że nawet mają nieco inne cele główne. Pakietami płatności w ramach zobowiązań rolno-środowiskowo-klimatycznych, które oprócz realizacji głównego swojego celu sprzyjają małej retencji, są:

- Ochrona gleb i wód,
- Cenne siedliska i zagrożone gatunki ptaków na obszarach Natura 2000,
- Cenne siedliska poza obszarami Natura 2000.

3.4.1 Stawy kopane

Stawy kopane (retencyjne - mikro zbiorniki wodne retencjonujące wodę przez cały rok, bądź znaczną jego część)

Cel praktyki

Stawy kopane mają walory środowiskowe - redukując uciążliwości okresów upalnych i susz oraz przechwytyjąc wody deszczowe i roztopowe z pól, uszczelnionych powierzchni w gospodarstwie (z dachów, parkingów, utwardzonych ścieżek) i walory gospodarcze – służąc do hodowli ryb i do zaopatrzenia w wodę zwierząt inwentarskich. Mogą być wykorzystywane rekreacyjnie i jako zbiorniki przeciwpożarowe.

Opis praktyki

Wykonanie stawów o powierzchni nieprzekraczającej 1000 m² i głębokości maksymalnej nieprzekraczającej 3 m od naturalnej powierzchni terenu podlegają tylko prostemu zgłoszeniu wodno-

prawnemu (Dz. U. z 2019 r. poz. 2170). Na ich budowę nie jest wymagane pozwolenie wodnoprawne. Tego typu stawy nie mogą być napełniane w ramach usług wodnych (w tym wodą z cieków i rzek). Zasilane mogą być tylko i wyłącznie wodami opadowymi, roztopowymi i wodami gruntowymi.

Zakres stosowania praktyki

Zasięg oddziaływania stawu nie może wykraczać poza granice terenu działki właściciela.

Potencjalne korzyści

Możliwości wykorzystania wody dla celów gospodarczych, i rekreacyjnych, poprawa walorów estetycznych i ekologicznych - bioróżnorodności i mikro klimatu.



Rysunek 16. Staw kopany (Farmer.pl 2020)

Uwagi

Zagadnienie lokalizacji i wybór technicznych rozwiązań w budowie zbiorników małej retencji jest bardzo złożone. Kluczowe jest tu rozpoznanie zdolności zatrzymywania wody na danym obszarze oraz oszacowanie zlewni zbierającej wody z przyległego terenu. Zdolność zatrzymywania wody zależy od układu poziomów w gle-

bie i podścielających ją warstwach geologicznych. Gwarantem zatrzymania odpływu wody ze zbiornika jest obecność warstw nieprzepuszczalnych lub mało-przepuszczalnych. W razie braku istnienia takich utworów można zastosować sztuczne uszczelnienie misy zbiornika nawieszoną warstwą iltu bądź geomembraną o odpowiedniej wytrzymałości na uszkodzenia mechaniczne, jednak opłacalność wprowadzania takich rozwiązań dla większych zbiorników jest wątpliwa.

3.4.1.1 Wyznaczanie lokalizacji zbiornika na podstawie mapy glebowo-rolniczej

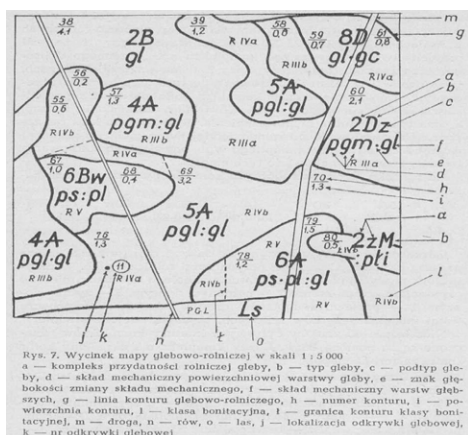
Cel praktyki

Wyznaczenie optymalnej lokalizacji zbiornika małej retencji gwarantującej zarówno odpowiedni dopływ wód jak i ich utrzymanie.

Opis praktyki

Podstawowym źródłem informacji o pokrywie glebowej jest w Polsce mapa glebowo-rolnicza. Występuje ona w skalach od 1:500, poprzez 1:5.000, 1:25.000, 1:100.000 oraz 1:500.000 oraz mniejszych. Mapy w skali 1:500 są dostępne tylko dla wybranych lokalizacji. Mapa stanowi skan mapy papierowej i zawiera wszystkie oznaczenia charakterystyczne dla tej mapy:

- kompleks przydatności rolniczej gleb – pierwsza cyfra w oznaczeniu gleby;
- typ gleby – pierwsza litera duża po kompleksie, czasem z literą małą;
- gatunek gleby, oznaczony małymi literami w nowej linii, wraz ze wskazaniem na jakiej głębokości ów gatunek zalega (za pomocą kropek oddzielających poszczególne gatunki),



Rysunek 17. Treść mapy glebowo-rolniczej (Witek, 1973)

Oznaczenie miąższości gleb i rodzaju podłoża (gdzie występuje zmiana składu mechanicznego):

- bardzo płytko (do 25 cm)
- płytko (25-50 cm)
- : średnio głęboko (50-100 cm)
- .. głęboko (100-150 cm)

Mapy glebowo-rolnicze w skali 1:5.000 (czasem w skali nawet 1:500) są dostępne w powiatowych ośrodkach dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej w formie odbitki lub pliku GIS. Najlepiej zwrócić się do fachowca GIS umiającego nałożyć tę mapę na np. geoportal by precyzyjnie zlokalizować poszukiwane rejony, jednak dla celów rekonesansu wystarczy wersja papierowa.

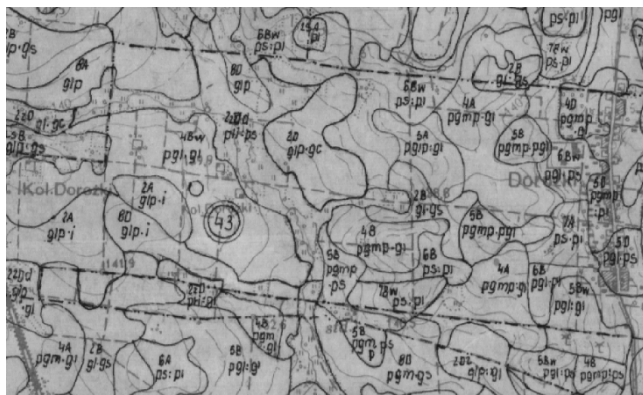
Na mapie glebowo-rolniczej należy odszukać następujące elementy:

- Kompleksy przydatności rolniczej (oznaczone cyfrą arabską) 8 (okresowo nadmiernie uwilgotnione) i 9 (stałe nadmiernie uwilgotnione). Zwykle na tych obszarach woda ma

tendencję do zbierania się w sposób naturalny i również w sposób naturalny jej poziom może się tam utrzymywać samoistnie;

- Gatunki gleb ciężkich: glina średnia (gs), glina średnia pylasta (gsp), glina ciężka (gc), glina ciężka pylasta (gcp), ił zwykły (i) oraz ił pylasty (ip). Gleby te powinny znajdować się na głębokości dna i dolnej części niecki zbiornika. Ich bardzo mała przepuszczalność sprzyja utrzymywaniu się wody;
- Typy gleb organicznych oznaczonych dużymi literami T (torfy) i M (mursze). Gleby te powstają w obecności stałej wysokiej wilgotności lub zalania, dlatego należy się spodziewać, że znajdziemy je w naturalnych zagłębieniach terenu, nierzadko zmeliorowanych, które można tanio przystosować do zalania;
- Wodne nieużytki oznaczające występowanie różnych wód powierzchniowych. W tych miejscach można poszukiwać możliwości założenia zbiornika po dogłębnej wizji terenowej.

Dla przykładu oznaczenie jednego z poligonów glebowych, które potencjalnie nadają się na lokalizację zbiornika małej retencji z mapy glebowo-rolniczej poniżej (rys. 8):



Rysunek 18. Przykładowa mapa glebowo-rolnicza (IUNG-PIB)

8D glp.i – kompleks 8, typ: czarna ziemia właściwa, glina lekka pylasta, podścielona płytko (25-50cm) iłem, który sięga już do spągu (dna) profilu tj. cn. do 150cm.

2A glp.i – kompleks 2, typ: gleba płowa, glina lekka pylasta, podścielona płytko 25-50cm) iłem, który sięga już do spągu (dna) profilu tj. cn. do 150cm.

Zakres stosowania praktyki

Na wszystkich użytkach rolnych.

Potencjalne efekty

Lokalizacja zbiorników w miejscach naturalnej akumulacji wody powoduje obniżenie kosztów budowy zbiornika. Można dzięki temu uniknąć konieczności uszczelniania zbiornika np. geomembranami lub nawiezionym iłem (gliną).

Uwagi

Należy pamiętać, że mapy glebowo-rolnicze były tworzone w IUNG w latach 60 i 70. Od tego czasu na znacznych obszarach Polski przeprowadzono melioracje wodne i stosunki wodne uległy miejscami radykalnej zmianie. Kompleksy 8 są bardzo często położone na żyznych czarnych ziemiach wysokich klas bonitacyjnych i zostały w znacznej mierze zmeliorowane. Wyłączenie ich z produkcji rolniczej może podlegać ograniczeniom z mocy ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych.

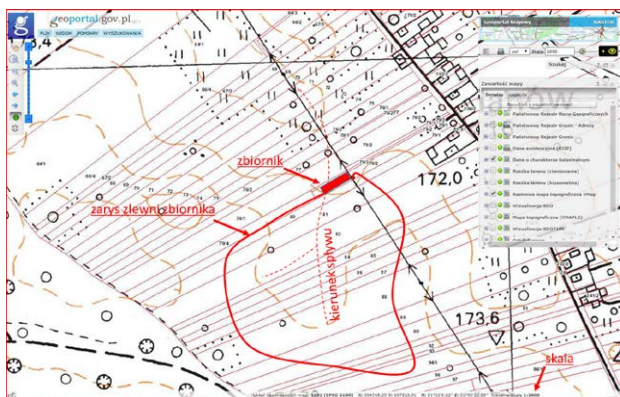
3.4.1.2 Wyznaczenie lokalizacji zbiornika na podstawie mapy topograficznej

Cel praktyki

Wyznaczenie optymalnej lokalizacji zbiornika pod względem wielkości zlewni (obszaru, z którego spływa woda do zbiornika)

Opis praktyki

Opis praktyki na przykładzie rzeczywistego zbiornika zlokalizowanego w terenie płaskim, w poprzek lokalnej płytkiej dolinki. Zbiornik zlokalizowano w obrębie lokalnego skłonu terenu, zbierającego wodę z przyległych pól i kierującego je w podmokłe tereny poniżej zbiornika. Wykorzystano mapę topograficzną ze strony www.geoportal.gov.pl, która umożliwia również liczenie powierzchni i odległości. Na podstawie warstwic określono w przybliżeniu obrys zlewni, prowadząc linie od zbiornika w kierunku prostopadłym do wyższych warstwic. Następnie policzono powierzchnię zlewni w geoportalu i oszacowano na 5ha (Rysunek 21). Aby spowolnić odpływ wód ze zbiornika w dół terenu zaprojektowano ściankę szczelną z gliny ciężkiej w poprzek profilu skłonu terenu wzdłuż północnej granicy działki i zbiornika. W ten sposób otrzymano rodzaj przegrodzenia dla odpływu wód gruntowych, który w tak przepuszczanych glebach jak piasek luźny, dość szybko doprowadziłby do obniżenia poziomu wody w zbiorniku.



Rysunek 19. Mapa poglądowa wyznaczania optymalnej lokalizacji zbiornika na działce w oparciu o mapę topograficzną ze strony www.geoportal.gov.pl

Zakres stosowania praktyki

Na wszystkich użytkach.

Potencjalne efekty

Lokalizowanie zbiorników w miejscach, gdzie naturalny dopływ wód powierzchniowych i podpowierzchniowych umożliwia zasilenie zbiornika wodą.

Uwagi

Metoda jest wyłącznie szacunkowa. Najlepiej zdać się na fachowych projektantów, którzy dobrać odpowiednią budowę zbiornika do lokalnych warunków.

3.4.2 Stawy detencyjne

Stawy detencyjne (mikro zbiorniki wodne) przechwytyjące wody spływu powierzchniowego i spowalniające odpływ do cieku

Cel praktyki

Okresowe zatrzymywanie spływu po ulewnych deszczach dla redukcji przepływu kulminacyjnego, opóźnienie szczytu wezbrania i zmniejszenia zanieczyszczeń stałych wód odprowadzanych do cieku.

Opis praktyki

Stanowią rodzaj obiektów wodnych pomiędzy stawami kopanymi (retencyjnymi) a zbiornikami wodnymi. Od pierwszych różnią się tym, że mają zawsze określony obszar (powierzchnię zlewni), który okresowo zasila staw detencyjny spływem powierzchniowym oraz urządzenia upustowe regulujące odpływ, od drugich natomiast różnią się tym, że lokalizowane są nie na ciekach, lecz w nisko położonych miejscach 'suchych dolinek' odprowadzających wody do cieków (o ciągłym przepływie) lub w dolinie cieku.

Zakres stosowania praktyki

Stosujemy wszędzie tam, gdzie konieczna jest redukcja - na terenach niżej położonych, przepływów wezbraniowych a także redukcja zanieczyszczeń rozproszonych (obszarowych) transportowanych ze spływem powierzchniowym, takich jak cząstek gleby, związków fosforu i azotu czy metali ciężkich. Powinny być tworzone w miejscach odbierających wody powierzchniowe z budów osiedli, centrów handlowych, parkingów, dróg i autostrad, boisk, lotnisk i innych obszarów związanych z plantowaniem terenu. Pozostają i spełniają swoje funkcje także po zakończonych inwestycjach.

Wyróżnia się dwa typy stawów detencyjnych: a) z utrzymanym zwierciadłem wody ('mokre') i b) suche (wypełniane jedynie w czasie opadów i roztopów i tuż po nich). Pierwsze mają zwykle większą efektywność jeśli chodzi o redukcję zanieczyszczeń,

drugie natomiast wykazują większą redukcję parametrów fal wezbraniowych. Cechuje je duża zmienność poziomu (i ilości) wody w zbiorniku w czasie i po wystąpieniu opadu i/lub roztopu.

Z uwagi na znaczny koszt inwestycji, wymagający zwykle budowy zapory i urządzeń upustowych, dla właściwego działania stawu detencyjnego w zależności od celu przeznaczenia konieczne jest wykonanie szczegółowej analizy hydrologiczno-hydraulicznej dla optymalnego doboru kształtu czaszy stawu i charakterystyki urządzeń upustowych (Krajewski 2017, Krajewski i in. 2017, 2019).

Potencjalne efekty

Zmniejszenie ryzyka powodziowego na terenach niżej położonych, poprawa jakości wody w ciekach i zbiornikach, w tym redukcja zagrożenia eutrofizacją zbiorników wodnych.

Uwagi

Aspekty ekonomiczne, z uwagi na redukcję wezbrań i zanieczyszczeń - to zmniejszenie strat powodziowych i mniejsze koszty uzdatniania wody. Korzyści środowiskowe - to bardziej przyjazne otoczenie - czysta woda, poprawa bioróżnorodności.

3.4.3 Śródpolne oczka wodne i mokradła

Cel praktyki

W oczkach śródpolnych następuje wychwytywanie biogenów niesionych przez wody spływające z pól uprawnych i usuwanie ich. Ilość biogenów retencionowanych w oczkach śródpolnych jest zróżnicowana i zależy od usytuowania zbiorników, wielkości oraz intensywności produkcji rolnej (szczególnie od nawożenia) na przyległych użytkach rolnych.

Śródpolne „oczka wodne” i mokradła przyczyniają się do zachowania bioróżnorodności i jakości krajobrazu oraz zwiększenia odporności ekosystemu oraz spełniają ważną rolę w retencjonowaniu wody w rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Woda w nich zgromadzona może być wykorzystywana do nawadniania pól uprawnych w okresach suszy, dzięki czemu składniki mineralne są zawracane do produkcji rolniczej. Rola tzw. małej retencji wodnej w poprawie gospodarki wodą jest coraz bardziej istotna w związku ze zwiększającą się częstotliwością występowania niedoboru opadów.



Rysunek 21 Przykład mokradła ze strefą buforową (FarmLand 2020; <https://www.farmer.pl/prawo/przepisy-i-regulacje/budowa-zbiornikow-wodnych-bez-pozwolen-tylko-do-1000m2,90941.htm>)

Opis praktyki

Zasady zakładania jak przypadku praktyk 3.4.1.

3.4.4 Sztuczne mokradła

Cel praktyki

Sztuczne mokradła („constructed wetlands”) są projektowane i budowane głównie do usuwania składników nawozowych, np. azotu i fosforu i innych zanieczyszczeń w splywie powierzchniowym w wyniku procesów sedymentacji, przemian biologicznych

i chemicznych, degradacji oraz pobrania przez rośliny. Zakładanie sztucznych mokradeł przynosi również dodatkowe korzyści, takie jak: poprawa różnorodności biologicznej, zwiększenie zasobów wody, wzbogacenie walorów krajobrazu, stworzenie/poprawa możliwości prowadzenia nawodnień i produkcji biomasy roślinnej.

Opis praktyki

Zakładane jako płytkie zbiorniki retencyjne na obszarze lokalnych skłónów terenu, które koncentrują wodę z pól i kierują ją do wód powierzchniowych. Sztuczne mokradła można tworzyć w sposób kaskadowy tj. wprowadzić kilka niewysokich progów na znacznie dłużości by jak najdłużej zatrzymać wodę. Obszar mokradeł należy obsadzić roślinnością trzcinową. Wokół mokradeł należy przewidzieć pas buforowy o szerokości 2-10m. Roślinność trzcinowa oczyszcza wodę we związków N, P, K a samo mokradło spowalnia odpływ wód i kształtuje korzystny mikroklimat na przyległych polach uprawnych.

3.4.5 Inne praktyki małej retencji

Inne praktyki redukujące niekorzystne skutki ekstremów hydrologicznych (wezbrań i suszy) i poprawiające jakość wód do stosowania w obrębie gospodarstwa rolnego:

- powierzchnie chłonne, porośnięte roślinnością, np. trawą (trawniki) lub bez pokrycia roślinnością, które są przepuszczalne dla wód opadowych, dzięki czemu mogą infiltrować w głąb gruntu,
- ogrody deszczowe (nasadzenia roślin w gruncie o zwiększonej przepuszczalności, które zbierają wodę),
- muldy chłonne (niecka chłonna, zagłębienie terenu o charakterze liniowym, przepuszczalnym, gdzie infiltrują wody opadowe),

- urządzenia do infiltracji z retencją podziemną np. skrzynki rozsączające, komory drenażowe, studnie chłonne, rigole, drenaże rozsączające (urządzenia te umożliwiają rozsączanie wody do warstw przepuszczalnych gruntu),
- podziemne lub naziemne pojemniki (zwane w prawie budowlanym 'zbiornikami') na wody opadowe.
- utrzymanie/tworzenie trawiastych pasów buforowych o szerokości do 12 metrów wzdłuż cieków, stawów i zbiorników, co zredukować będzie spływ cząstek glebowych, fosforanów i innych zanieczyszczeń wraz z wodą po intensywnych deszczach i w czasie roztopów, a tym samym poprawi jakość wód w ciekach, i zmniejszy zagrożenie eutrofizacją zbiorników wodnych,
- tworzenie zadarnień linii/dróg spływu powierzchniowego, tzn. wyłączenie z uprawy ornej i zadarnienie lokalnych obniżień, w celu jw.

4. Dobre praktyki rolnicze na gruntach ornych

4.1 Organizacja produkcji roślinnej, gospodarka płodozmianowa

Cel praktyki

Poprawa gospodarki wodnej na gruntach ornych wymaga działań kompleksowych. Jedną z praktyk, która ma taki charakter jest stosowanie płodozmianu. Poprawnie skonstruowany płodozmiian przyczynia się do zwiększenia retencji wody oraz lepszego wykorzystania jej zasobów w glebie. Efekty te uzyskuje się poprzez zwiększenie zasobów materii organicznej oraz bardziej efektywne wykorzystanie dostępnej wody (dobór roślin w zmianowaniu, kształtowanie warunków do efektywnego jej wykorzystania – poprzez zdrowe, dobrze odżywione, konkurencyjne łany roślin uprawnych, stosowanie mulczu z resztek roślinnych i międzyplonów).

Opis praktyki

Płodozmian – jest to ściśle określone następstwo roślin zaplanowane na szereg lat dla danego obszaru. Płodozmian jest podstawowym elementem organizacji produkcji roślinnej w gospodarstwie i poprzez odpowiedni dobór roślin, dostosowany do warunków siedliskowych oraz profilu produkcji, umożliwia optymalne wykorzystanie zasobów gospodarstwa (ziemi, siły roboczej, wyposażenia technicznego). Gospodarka płodozmianowa obejmuje obok doboru roślin ich następstwo uwzględniające wymagania roślin w stosunku do stanowiska oraz właściwości

biologiczne m.in. potrzeby pokarmowe, budowę systemu korzeniowego, długości okresu wegetacji oraz wymagania wodne.

Znaczenie płodozmianu polega na jego wielostronnym oddziaływaniu na produktywność roślin (Rysunek 25). Dodatkowo determinuje on stosowanie pozostałych elementów agrotechniki – nawożenia, uprawy roli czy ochrony roślin.



Rysunek 22 Wielostronne oddziaływanie płodozmianu na plonowanie roślin

Poprawa gospodarki wodnej i zwiększenie zasobów wody w siedlisku w kontekście gospodarki płodozmianowej polega m.in. na:

- kształtowaniu zasobów materii organicznej w glebie;
- całościście agrotechniki związanej z doбором uprawianych roślin minimalizującej bezproduktywne parowanie wody bezpośrednio z powierzchni gleby (ewapotranspiracja);
- doborze do uprawy gatunków roślin i odmian dostosowanych do warunków siedliska;
- zwiększeniu efektywności wykorzystania wody przez rośliny (nawożenie, ochrona przed chwastami, chorobami i szkodnikami);
- mulczowaniu powierzchni gleby.

Ekonomiczno - organizacyjne uwarunkowania w stosowaniu płodozmianu.

Z punktu widzenia ekonomiczno-organizacyjnego płodozmian stanowi podstawowy element systemu organizacji produkcji roślinnej w gospodarstwie. Na dobór roślin uprawianych, obok zespołu warunków przyrodniczych w coraz większym stopniu wpływają czynniki ekonomiczno-organizacyjne. Mając na uwadze te dwie kategorie czynników, gospodarstwa muszą uwzględniać ryzyka i bariery związane ze stosowaniem wielokierunkowych rozbudowanych płodozmianów lub uproszczeń w tym zakresie.

Z wielostronną produkcją i stosowaniem tradycyjnych wielopolowych płodozmianów wiąże się m.in.:

- pełniejsze wykorzystanie możliwości produkcyjnych gleby poprzez dobór gatunków roślin o dużym potencjale plonowania;
- lepsze wykorzystanie zasobów pokarmowych gleby poprzez uprawę i następstwo roślin o różnej zdolności wykorzystywania składników pokarmowych z gleby;
- równomierne wykorzystanie sprzętu i siły roboczej w ciągu roku;
- zapewnienie odpowiedniej ilości pasz na okres żywienia letniego i zimowego;
- zmniejszenie ryzyka dzięki wielokierunkowości produkcji.

Upraszczania w produkcji roślinnej i specjalizacja gospodarstw wiążą się m.in. ze:

- wzrostem wymagań w stosunku do wdrożenia zaawansowanych rozwiązań technicznych i reżimu technologicznego w produkcji poszczególnych ziemiopłodów i całego gospodarstwa;
- ograniczeniem kosztów sprzętu technicznego – gospodarstwo nie jest w stanie w odpowiedni sposób zmechanizować technologii produkcji różnych gatunków roślin;
- wymaganiami rynkowymi – presja na sprzedaż odpowied-

- nio dużych i jednolitych partii towaru;
- koniecznością spełnienia wymagań w zakresie dobrej praktyki w produkcji rolniczej i standardów ochrony środowiska przyrodniczego (w przyszłości tzw. warunkowości).

4.1.1. Zwiększenie zasobów materii organicznej gleby przez płodozmian

Cel praktyki

Płodozmian, obok nawożenia organicznego i uprawy roli, jest głównym elementem agrotechniki decydującym o zawartości materii organicznej w glebie. Zawartość materii organicznej w glebie traktuje się jako podstawowy wskaźnik żyzności, a jej bilans stanowi ocenę poprawności gospodarowania.

Poszczególne gatunki roślin uprawnych zostawiają różne ilości resztek poźniwnych (Tabela 2). Z punktu widzenia oddziaływania na bilans materii organicznej w glebie, uprawiane rośliny można podzielić na trzy grupy:

Wzbogacające glebę w substancję organiczną. Należą tu przede wszystkim wieloletnie rośliny pastewne motylkowe i ich mieszanki z trawami oraz trawy w uprawie polowej. Dodatkowo z uwagi na optymalny stosunek węgla do azotu ich wpływ na jakość związków próchnicznych jest korzystny. Także rośliny strączkowe oraz międzyplony przyorywane jako zielone nawozy mają dodatni wpływ na bilans próchnicy;

Zubożające glebę. Do tej grupy zalicza się głównie rośliny okopowe, warzywa korzeniowe i kukurydzę. Pozostawiają one bardzo mało resztek poźniwnych, a ich wysiew w szerokie rzędy, międzyrzędowe zabiegi pielęgnacyjne oraz późne zwarcie ładu (zakrycie międzyrzędzi) zwiększa rozkład próchnicy i nasila erozję. Szacuje się, że w trakcie uprawy roślin okopowych ulega mineralizacji

około 1,0-1,5 t/ha próchnicy. Aby ten ubytek wyrównać trzeba zastosować około 15-16 t/ha obornika;

Rośliny o małym ujemnym wpływie na bilans materii organicznej lub neutralne pod tym względem. Należą tu zboża i oleiste, wcześniej zboża traktowano jako rośliny degradujące substancję organiczną gleby, jednak zmiany w ich agrotechnice (zagęszczenie łanów dzięki skróceniu słomy) oraz kombajnowy zbiór, przy którym pozostaje dużo resztek poźniwnych, znacznie zmniejszyły ich ujemne oddziaływanie na bilans substancji organicznej w glebie. Należy podkreślić, że jakość resztek poźniwnych zbóż jest gorsza z uwagi na niekorzystny stosunek węgla do azotu.

Tabela 2. Sucha masa (t/ha) resztek poźniwnych (wg Kvech)*

Gatunek roślin	Resztki poźniwne (t na ha)
Pszenica ozima	3,31
Żyto ozime	3,22
Jęczmień jary	2,54
Owies	2,86
Bobik na nasiona	3,14
Ziemniak	0,91
Lucerna	8,22
Koniczyna czerwona	5,23
Międyzplon z gorczycy	1,42
Międyzplon z facelii	1,57
Wsiewka koniczyny białej	3,65

* / Źródło:Tyburski, 2004.

Jeżeli bilans jest ujemny niezbędne są zmiany w strukturze zasiewów (wprowadzenie roślin wzbogacających glebę w próchnicę, z dodatnim współczynnikiem reprodukcji, (Tabela 3) lub zwięk-

szenie dawek nawozów organicznych (przyorywanie słomy) albo uprawa międzyplonów na przyoranie.

Tabela 3. Współczynniki reprodukcji i degradacji glebowej materii organicznej (wg Eicha i Kundlera)

Roślina lub nawóz organiczny	Współczynnik reprodukcji (+) lub degradacji (-) w t substancji organicznej na ha dla gleb		
	lekkich	średnich	ciężkich
Okopowe, warzywa korzeń, 1 ha	-1,26	-1,40	-1,54
Kukurydza, warzywa liściowe 1 ha	-1,12	-1,15	-1,22
Zboża, oleiste, włókniste, 1 ha	-0,49	-0,53	-0,56
Strączkowe 1 ha	+0,32	+0,35	+0,38
Trawy 1 ha	+0,95	+1,05	+1,16
Motylkowe, mieszanki 1 ha	+1,89	+1,96	+2,10
Międzyplony na ziel. nawóz 1 ha	+0,63	+0,70	+0,77
Obornik 1 t suchej masy *	+0,35		
Gnojowica 1 t suchej masy **	+0,28		
Słoma 1 t suchej masy	+0,21		
Liście buraka, międzyplony	+0,14		

*/ przeciętna dawka obornika 40t/ha o zawartości s.m.- 25%

**/ przeciętna dawka gnojowicy 40 t/ha o zawartości s.m. około 6-8%

Źródło: Chemia rolna. Fotyma .M., Mercik S. Wyd. PWN 1992.

Potencjalne efekty

Zawartość glebowej materii organicznej decyduje o:

- zdolności gleby do zatrzymywania i uwalniania składników mineralnych do roztworu glebowego (pojemność sorpcyjna gleby). Jej koloidalna struktura pozwala na sorpcję składników pokarmowych roślin w stopniu 4-12 razy większym niż frakcja mineralna gleby, a dodatkowo są one łatwo dostępne dla roślin;

- zdolności gleby do zatrzymywania i gromadzenia wody, gdyż próchnica zatrzymuje 3 do 5-krotnie więcej wody dostępnej dla roślin w stosunku do swojej masy;
- strukturze gruzelkowej gleby ułatwiającej mechaniczną uprawę roli i zmniejszającej jej podatność na erozję, ponieważ stanowi ona lepszycze dla fazy stałej gleby;
- ciemnej barwie i właściwościach cieplnych gleby (szybkości ogrzewania się wiosną);
- zdolności adsorpcji na swojej powierzchni metali ciężkich i toksycznych substancji (np. pestycydów) aż do czasu ich rozkładu przez mikroorganizmy glebowe;
- aktywności biologicznej gleby, gdyż materia organiczna jest źródłem węgla i innych składników pokarmowych dla mikroorganizmów żyjących w glebie.

Poprawnie skonstruowany płodozmian, dostosowany do warunków siedliskowych i ekonomiczno - organizacyjnych powinien zapewniać dodatni bilans materii organicznej. Dodatni wynik bilansu świadczy o prawidłowej gospodarce substancją organiczną i w dłuższym czasie zapewnia stabilizację zawartości próchnicy na optymalnym poziomie. Nawet stosunkowo małe zmiany w zawartości próchnicy w glebie powodują znaczące modyfikacje jej właściwości. Wyniki wieloletnich doświadczeń wskazują, że wieloletnie stosowanie nawożenia organiczno-mineralnego połączonego z wapnowaniem zwiększyło zawartość węgla organicznego w glebie z 0,42 do 0,72% oraz jej zdolności do retencji wody (Tabela 4).

Tabela 4. Wpływ długotrwałego stosowania zróżnicowanego nawożenia na zawartość węgla organicznego i zdolność retencyjną wody

Nawożenie	Zawartość węgla organicznego (%)	Polowa pojemność wodna gleby (%)	Woda dostępna dla roślin (%)
Bez nawożenia	0,42 a	21,6 a	17,8 a
NPK+Ca	0,48 b	22,6 a	18,8 a
Obornik (10 t·ha ⁻¹ ·rok)	0,57 b	23,5 a	19,3 b
Obornik (10 t·ha ⁻¹ ·rok) + NPK i Ca	0,72 c	25,5 b	20,5 b

*/ wyniki oznaczone różnymi literami różnią się istotnie
Źródło: Korchens, 2010

4.1.2. Dobór roślin i odmian.

Opis praktyki

Oddziaływanie płodozmianu w celu bardziej efektywnego wykorzystania zasobów wodnych przejawia się również w umiejętnym doborze roślin i ich uprawie na polach płodozmianu o mniejszej retencji wody. Elementem lepszego wykorzystania glebowych zasobów wodnych w produkcji roślinnej jest również ograniczenie w strukturze zasiewów udziału zbóż jarych. Z uprawą tej grupy roślin wiąże się większa wrażliwość na niedobory wody wiosną. Oziminy lepiej wykorzystują zapasy zgromadzone w okresie jesienno-zimowym i w niektórych stanowiskach ich uprawa obciążona jest mniejszym ryzykiem.

Dodatkowym rozwiązaniem poprawiającym wykorzystanie zasobów wody w przypadku uprawy zbóż jest uprawa odmian przewodkowych. Zboża przewodkowe w wyniku prac hodowlanych uzyskały większą odporność na niskie temperatury i mogą

być wysiewane w okresie późnojesiennym. Rozwiązanie to jest korzystne w przypadku siewów zbóż po późno zbieranych przedplonach np.: kukurydzy na nasiona, późnych odmianach ziemniaka, buraku cukrowym. W warunkach utrudniających przygotowanie stanowiska pod siewy zbóż ozimych oraz coraz częściej występujących niedoborach wilgoci wiosną, odmiany przewódkowe lepiej wykorzystują zapasy wody z opadów jesienno-zimowych i plonują lepiej w porównaniu do zbóż wysiewanych wiosną.

Do odmian zbóż o cechach przewódkowych zaliczane są m.in.:

- pszenica jara: Arabella, Bombona, Mandaryna, Waluta, Struna, Dublet, Cytra, Koksa, Nawra, Ostka Smolicka, Tybalt, KWS Chamsin, KWS Scirocco, Monsun, Izera, Parabola Żura, Ethos, Granus, Lennox, Matthus,
- pszenżyto jare: Dublet, Mazur, Nagano, Andrus, Kargo, Milewo, Milkaro, Matejko,
- żyto jare, Bojko.

Potencjalne efekty

Zwiększenie w zmianowaniu udziału roślin o większych wymaganiach termicznych i efektywniej gospodarujących wodą ogranicza wykorzystanie zasobów wodnych gleby, a dodatkowo zmniejsza ryzyko ograniczenia produktywności w warunkach okresowej suszy. Takie rośliny jak: kukurydza, proso, sorgo, należące do grupy roślin o typie fotosyntezy C4 lepiej wykorzystują wodę (Tabela 5).

Tabela 5. Zużycie wody w różnych grupach roślin w przeliczeniu na 1 kg przyrostu suchej masy

Gatunek rośliny	Typ fotosyntezy	Zużycie wody [l/kg przyrostu suchej masy]
Pszenica , ziemniak, gryka	C 3	500-600
Jęczmień, żyto		400-500
Burak cukrowy		350-450
Owies, rzepak, groch, koniczy- na czerwona		600-700
Lucerna, soja, len		>700
Kukurydza		300-400
Proso, sorgo	C 4	200-300

4.1.3. Ochrona roślin poprzez płodozmian.

Opis praktyki

Zmniejszenie presji agrofagów poprzez właściwie skonstruowany płodozmian polega na ograniczaniu ich wstępowania (choroby, szkodniki) i zwiększeniu konkurencyjności roślin uprawnych w stosunku do chwastów. Łany zdrowe o optymalnym zagęszczeniu lepiej konkurują o zasoby siedliska: wodę, składniki pokarmowe, światło. Zwarte łany lepiej zacierają powierzchnie gleby ograniczając straty wody poprzez ewapotranspirację.

Potencjalne efekty

Właściwie skonstruowany płodozmian wpływa korzystnie na wzrost biologicznej aktywności gleby. Pod tym pojęciem rozumie się zasiedlenie jej przez liczne gatunki flory i fauny glebowej. Zachwaszczenie w różnych zmianowaniach jest wypadkową konkurencyjnego oddziaływania poszczególnych roślin w stosunku do chwastów i stosowanych w ich uprawie zabiegów pielęgnacyj-

nych. Odchwaszczająco działają te rośliny, które dobrze zacieniają glebę, mają długi okres wegetacji lub wymagają intensywnego pielęgnowania. Poprzez włączenie do płodozmianu roślin o zróżnicowanych wymaganiach: jarych, ozimych, pastewnych, można ograniczyć występowanie uciążliwych chwastów. Każdemu gatunkowi roślin uprawnych towarzyszy zespół chwastów, których wzrost i rytm są zbliżone do uprawianej rośliny. W związku z tym częsty powrót na dane pole tego samego lub pokrewnych gatunków roślin prowadzi do kompensacji określonych gatunków chwastów. Do grupy roślin o właściwościach fitosanitarnych należą m.in.: owies, który hamuje rozwój patogenów wywołujących choroby podstawy źdźbła, gryka, gorczyca biała – hamujące rozwój drutowców, nicieni i nasion niektórych chwastów.

4.1.4. Nawożenie roślin poprzez płodozmian.

Opis praktyki

Zrównoważona gospodarka składnikami pokarmowymi, uwzględniająca z jednej strony zasoby glebowe z drugiej wszystkie możliwe źródła składników odżywczych (m.in. zawarte w resztkach poźniwnych, nawozach naturalnych i organicznych), wpływa na stan odżywienia roślin. Szczególnie ważną rolę w gospodarce wodnej roślin spełnia potas i fosfor.

Potas jest odpowiedzialny za pobieranie wody przez rośliny. Wyższe stężenie potasu w soku komórkowym, oznacza większe ciśnienie osmotyczne, które umożliwia pobieranie większych ilości wody. Potas bierze udział w procesach otwierania i zamykania szparek liściowych. Potas, w przeciwieństwie do azotu i fosforu, nie buduje podstawowych substancji organicznych roślin, ale pełni ważną rolę w procesach biologicznych takich, jak: fotosynteza, oddychanie i regulacja uwodnienia tkanek.

Fosfor. Związki fosforu odgrywają główną rolę w gospodarce energetycznej roślin, a poprzez to biorą udział we wszystkich procesach życiowych: asymilacji CO₂, oddychania, syntezie białka, węglowodanów i tłuszczów. Prawidłowe żywienie fosforem stymuluje rozwój systemu korzeniowego, tym samym zwiększając odporność roślin na mróz, suszę i niektóre choroby.

Potencjalne efekty

Rośliny w optymalny sposób zaopatrzone w składniki pokarmowe zużywają mniej wody na wyprodukowanie jednostki suchej masy (Tabela 6).

Tabela 6. Wpływ nawożenia potasem na plon buraka, zawartość cukru i zużycie wody

Nawożenie (g K/wazon)	Plon (g s.m./wazon)		Cukier (%)	Zużycie wody (l/kg s.m.)
	korzenie	liście		
0,20	42	56	15,1	522
0,78	78	64	16,6	364
2,72	109	59	17,6	314

4.1.5. Mulczowanie.

Opis praktyki

Mulcz (matowanie) jest to zabieg polegający na pokryciu powierzchni gruntu materiałem organicznym, w celu przeciwdziałania erozji wodnej i wietrznej. Dodatkowym efektem mulczowania jest efekt nawozowy. Nie obsiane powierzchnie gruntów ornych, szczególnie na zboczach zaleca się przykrywać na okres jesienno-zimowy wszystkimi dostępnymi w gospodarstwie materiałami osłaniającymi glebę jak: słoma, łęty, liście, międzyplony. Materiały te spełniają rolę mulczu i chronią glebę przed destrukcyjnym

działaniem kropel deszczu, zatrzymują śnieg i ograniczają zmywy wiosenne.

Potencjalne efekty

Pozostawiona na powierzchni gruntu masa organiczna poddana działaniu czynników biologicznych i atmosferycznych poprawia strukturę gleby, zmniejsza jej zlewność i reguluje stosunki wodne poprzez usprawnienie podsiąkania wody, ograniczenie parowania.

4.2 Zwiększanie retencji glebowej oraz ochrona zasobów glebowych i próchnicy. Konserwująca uprawa roli.

Cel praktyki

Zwiększenie retencji glebowej polegające na zastosowaniu innowacyjnych rozwiązań w uprawie roli w postaci konserwującej – zachowawczej uprawy roli. Uprawa konserwująca to taki system uprawy, który w porównaniu do konwencjonalnej, płużnej uprawy roli pozostawia na powierzchni gleby przynajmniej 30% resztek poźniwnych. Prowadzi to w dłuższym okresie czasu do nagromadzenia w powierzchniowej jej warstwie substancji organicznej (próchnicy). Europejskie Stowarzyszenie Rolnictwa Konserwującego określa ten system uprawy jako sposób zagospodarowania gleby zmniejszający destabilizację w jej strukturze i bioróżnorodności. W wyniku tych działań **glebowa materia organiczna, powstająca w trakcie rozkładu resztek pozbiorowych, wpływa na gospodarkę wodną gleby w sposób:**

- **bezpośredni** – wiąże ona około 5-krotnie więcej wody w stosunku do swojej masy,
- **pośredni** – sprzyja powstawaniu trwałej struktury gruzełkowej, co zwiększa zdolność retencyjną i usprawnia ruch wody w glebie.

Zwiększenie zawartości glebowej materii organicznej jest możliwe do osiągnięcia po kilku latach poprawnego gospodarowania z dodatnim jej saldem. Można szacować, że zwiększenie jej zawartości np. z 1,50 do 1,51% oznacza przyrost jej masy na powierzchni 1 ha o 480 kg, w tym 278 kg węgla organicznego.

Problem dotyczy zatem stopniowego odejścia od dominującej w rolnictwie naszego kraju klasycznej (płużnej) uprawy roli i zastąpienia pługa narzędziami nie odwracającymi gleby. W ostatnich latach na świecie, a w szczególności w krajach Ameryki Północnej i Południowej, obserwuje się wyraźne tendencje zmian w podejściu do uprawy roli i siewu. Podobnie w krajach Unii Europejskiej, głównie we Francji, Wielkiej Brytanii, Hiszpanii i Niemczech dokonują się pewne zmiany wskazujące na powolny, aczkolwiek istotny wzrost takiego sposobu przygotowania pola pod zasiew ważniejszych roślin uprawnych, tj. rzepaku, zbóż (w tym głównie pszenicy), kukurydzy i roślin bobowatych. Istotną cechą takiego systemu uprawy jest ochrona środowiska przyrodniczego, zmniejszenie nakładów na produkcję roślinną i uzyskiwanie zadowolających plonów o odpowiedniej jakości. Dzięki temu presja rolnictwa na środowisko staje się mniejsza, a rolnictwo przyjazne, ekonomicznie i społecznie uzasadnione. Nowoczesna uprawa roli powinna uwzględniać ochronę gleby przed degradacją, zachowanie jej produktywności i przeciwdziałać skutkom zmian klimatu. Kryterium to spełnia konserwująca uprawa roli (system bezorkowy, uprawa pasowa – tzw. strip-till, siew bezpośredni). W Polsce system uprawy bezorkowej z siewem bezpośrednim włącznie praktykowany jest na powierzchni blisko 870 tys. ha. Wzrost tej powierzchni będzie jednak uzależniony od tempa powiększania gospodarstw rolnych oraz możliwości finansowych producentów rolnych. Szacuje się, że powierzchnia upraw systemem bezorkowym wzrośnie

w roku 2030 do 1 030 tys. ha, zaś do roku 2050 zwiększy się do około 1 350 tys. ha i będzie stanowić około 14% gruntów pod zasiewami.

W ostatnich latach upowszechnia się tzw. zachowawcza – konserwująca uprawa roli. Jest to taka koncepcja produkcji rolniczej, której głównym celem jest zachowanie naturalnych zasobów przyrody przy równoczesnym osiągnięciu zadowalających plonów. Uprawa ta bazuje na wspieraniu naturalnych procesów biologicznych w glebie, a wszelkiego rodzaju zabiegi uprawowe są zredukowane do niezbędnego minimum. Środki produkcji pochodzenia organicznego lub syntetycznego są w tym systemie uprawy w ten sposób stosowane, aby nie naruszać procesów odtwarzających życie biologiczne i naturalnej struktury gleby. Taka uprawa umożliwia zmniejszenie nakładów pracy żywej (rbh) i uprzedmiotowionej (cnh) na produkcję roślinną i uzyskiwanie plonów o odpowiedniej jakości. Dzięki temu presja rolnictwa na środowisko zmniejsza się, a rolnictwo staje się przyjazne, ekonomicznie i społecznie uzasadnione.

Uprawę konserwującą określają trzy podstawowe cechy:

- długotrwała, znacznie ograniczona intensywność uprawy roli,
- całoroczne przykrycie powierzchni gleby resztkami poźniwnymi, mulczem lub roślinami okrywowymi,
- znacznie zróżnicowane zmianowanie uwzględniające stosowanie międzyplonów.

Wszelkie zabiegi uprawowe powinny być ograniczone do niezbędnego minimum. Konserwująca uprawa roli charakteryzuje się, względem uprawy orkowej, wieloma zaletami, do których należą m.in.:

- ograniczenie strat glebowej materii organicznej (wzrost sekwestracji węgla organicznego w glebie),

- poprawa zdolności infiltracyjnej gleby, ograniczenie spływu i parowania wody z powierzchni pola – kwestia gromadzenia wody w glebie oraz ograniczenia bezproduktywnych jej strat,
- zdecydowane ograniczenie erozji wodnej i wietrzej,
- ograniczenie strat próchnicy i składników nawozowych, a w szczególności azotu, powstających w wyniku ich wymywania,
- mniejszy poziom emisji CO₂ i N₂O do atmosfery (przeciwdziałanie zmianom klimatycznym),
- zwiększenie aktywności biologicznej gleby poprzez korzystne oddziaływanie saprofitycznych bakterii, promieniowców i grzybów oraz zdecydowany wzrost populacji dżdżownic, co sprzyja tworzeniu próchnicy w glebie,
- ograniczenie do niezbędnego minimum ilości i głębokości zabiegów uprawowych, a co się z tym bezpośrednio wiąże mniejszego zużycia paliwa oraz większej wydajności pracy, czyli zmniejszenie kosztów produkcji roślinnej.

W ramach systemu uprawy konserwującej wyróżnia się uprawę bezorkową - bezpłużną, gdzie pług zastępowany jest innymi narzędziami uprawowymi, np. przez bronę talerzową, kultywator ścierniskowy, spulchniacz obrotowy oraz tzw. uprawę zerową, po której następuje siew bezpośredni. W tym przypadku następuje siew w rolę nieuprawioną, czyli od zbioru przedplonu do wysiewu rośliny następczej nie wykonuje się żadnych zabiegów uprawowych. Poza tym ważnym elementem tej techniki siewu jest pozostawienie na powierzchni pola resztek pozbiorowych rośliny przedplonowej jako mulczu. Najczęściej przed przystąpieniem do siewu konieczne jest zastosowanie odpowiedniego herbicydu na bazie glifosatu niszczącego samosiewy rośliny przedplonowej i chwasty.

Stosunkowo nowym i ciekawym rozwiązaniem jest tzw. pasowa uprawa roli, która polega na spulchnieniu pasa gleby wzdłuż przyszłych rzędów rośliny uprawnej. Po pasowym spulchnieniu (nawet do 30 cm) wykonuje się nawożenie i siew nasion. Wszystkie te zabiegi można przeprowadzić w trakcie jednego przejazdu zestawem składającym się z maszyny spulchniającej glebę, siewnika i aplikatora umożliwiającego rzędowe (zlokalizowane) stosowanie nawozu. Pierwotnie ten system uprawy wykorzystywany był pod rośliny uprawiane w szerokich rzędach 45 i 75 cm (np. kukurydza, burak cukrowy, słonecznik) i siewem przy użyciu siewników punktowych. W późniejszym okresie pojawiła się wersja, w której uprawiane pasy są od siebie oddalone o 30-35 cm, a siew odbywa się za pomocą nabudowanego siewnika rzędowego. Takie rozwiązanie można stosować między innymi do pasowej uprawy zbóż, roślin bobowatych, a nawet międzyplonów. O wyborze takiego sposobu uprawy roli i siewu decydują praktycznie względy ekonomiczno-organizacyjne. Ważniejsze zalety uprawy pasowej, gdzie gleba nie jest uprawiana na całej powierzchni pola są następujące:

- zachowanie właściwej (naturalnej) jej struktury,
- zminimalizowanie bezproduktywnych strat wody – mniejsze parowanie wody z gleby,
- gromadzenie (sekwestracja) węgla organicznego,
- mniejsza podatność na erozję wodną i wietrzną,
- zoptymalizowanie nawożenia i efektywniejsze wykorzystanie składników pokarmowych przez rośliny uprawne (nawożenie wglębne),
- przeciwdziałanie ugniataniu (zagęszczeniu) gleby wskutek przejazdu maszyn i narzędzi uprawowych – lepsza nośność gleby,
- mniejsza energochłonność i pracochłonność w porównaniu z uprawą płużną.

4.2.1 Uprawa bezorkowa

Opis praktyki

- a. uprawa pod oziminy: wysiew nawozów mineralnych P i K posypowo (dawka ustalona na podstawie zawartości tych składników w glebie), podanie azotu na rozkład słomy zbóż (posypowo w ilości 6-8 kg w czystym składniku na 1 tonę słomy zbóż); uprawa późniwna wykonana talerzówką lub kultywátorem uprawowym na głębokość 10-15 cm. Przed siewem oprysk herbicydem na bazie glifosatu (w miarę potrzeb) na 2 tygodniem przed siewem, a następnie w optymalnym dla danego regionu kraju siew nasion (rzepak) lub ziarna (pszenica, pszenżyto, żyto, jęczmień) agregatem uprawowo-siewnym bądź zwykłym siewnikiem.
- b. uprawa pod rośliny jare: wysiew nawozów mineralnych P i K posypowo (dawka ustalona na podstawie zawartości tych składników w glebie), podanie azotu na rozkład słomy zbóż (posypowo w ilości 6-8 kg w czystym składniku na 1 tonę słomy zbóż); uprawa późniwna wykonana na głębokość 10-15 cm, a następnie wysiew międzyplonu (gorczyca, facelia, seradela, łubin); wiosną talerzowanie przemarzniętego międzyplonu, uprawa i siew zbóż jarych (im wcześniej, tym lepiej) i bobowatych, najlepiej agregatem uprawowo-siewnym lub zwykłym siewnikiem zbożowym. W przypadku buraka cukrowego i kukurydzy – wysiew siewnikiem punktowym we właściwym dla nich terminie agrotechnicznym – odpowiednia temperatura gleby, również dla bobowatych.

4.2.2 Uprawa zerowa

Opis praktyki

- a. uprawa pod oziminy: pozostawienie ścierniska z mulczem na powierzchni pola po zbiorze rośliny przedplonowej; wysiew nawozów mineralnych P i K posypowo (dawka ustalona na podstawie zawartości tych składników w glebie), podanie azotu na rozkład słomy zbóż (posypowo w ilości 6-8 kg w czystym składniku na 1 tonę słomy zbóż); przed siewem oprysk herbicydem na bazie glifosatu (na 2 tygodnie przed siewem), a następnie w optymalnym dla danego regionu kraju siew nasion (rzepak) lub ziarna (pszenica, pszenżyto, żyto, jęczmień) specjalnym siewnikiem do siewu bezpośredniego. Docisk każdej z redlic przy siewie w mulcz techniką siewu bezpośredniego powinien wynosić nawet do 4,0 kN.
- b. uprawa pod rośliny jare: pozostawienie ścierniska z mulczem na powierzchni pola po zbiorze rośliny przedplonowej na okres zimy; wysiew nawozów mineralnych P i K posypowo (dawka ustalona na podstawie zawartości tych składników w glebie), podanie azotu na rozkład słomy zbóż (posypowo w ilości 6-8 kg w czystym składniku na 1 tonę słomy zbóż); wysiew międzyplonu (wariant z międzyplonem ścierniskowym w postaci gorczycy, facelii, bobowatych); wiosną (im wcześniej tym lepiej, bez talerzowania czy kultywatorowania) siew ziarna (pszenica, pszenżyto, jęczmień, owies) specjalnym siewnikiem do siewu bezpośredniego; docisk każdej z redlic przy siewie w mulcz powinien wynosić nawet do 4,0 kN. Siew bobowatych, kukurydzy czy buraka cukrowego we właściwym dla nich terminie agrotechnicznym – odpowiednia temperatura gleby.

4.2.3 Uprawa pasowa

Opis praktyki

- a. uprawa pod oziminy: pozostawienie ścierniska z mulczem na powierzchni pola po zbiorze rośliny przedplonowej; podanie azotu na rozkład słomy zbóż (posypowo w ilości 6-8 kg w czystym składniku na 1 tonę słomy); przed siewem oprysk herbicydem na bazie glifosatu (na 2 tygodniem przed siewem), a następnie w optymalnym dla danego regionu kraju siew nasion (rzepak) lub ziarna (pszenica, pszenżyto, żyto, jęczmień) specjalnym agregatem uprawowo-siewnym do uprawy pasowej. Jego zadaniem jest uprawa roli w pasach, gdzie będzie następował zaraz po uprawie siew nasion (ziarna w przypadku zbóż) przy jednoczesnym podaniu nawozu (dawka P i K ustalona na podstawie zawartości tych składników w glebie) na odpowiednią głębokość – tu rozwiązania są różne w zależności od firmy produkującej sprzęt do takiego przygotowania roli i siewu. Można również zastosować wgłębnie azot w dawce startowej lub w dawce podstawowej wg wymagań pokarmowych rośliny uprawnej.
- b. uprawa pod rośliny jare: pozostawienie ścierniska z mulczem na okres zimy lub ewentualnie wariant z międzyplonem ścierniskowym (gorczyca, facelia, bobowate) bądź międzyplonem ozimym (np. żyto, rzepak w zależności od potrzeb), podanie azotu na rozkład słomy zbóż (posypowo w ilości 6-8 kg w czystym składniku na 1 tonę słomy); siew międzyplonu zwykłym agregatem uprawowo-siewnym. Wiosną talerzowanie jedynie międzyplonu ozimego (talerzowania międzyplonu ścierniskowego można nie wykonywać), a następnie, im wcześniej tym lepiej, siew

ziarna (pszenica, pszenżyto, jęczmień, owies) specjalnym agregatem uprawowo-siewnym do uprawy pasowej. Jego zadaniem jest uprawa roli w pasach, gdzie będzie następował zaraz po uprawie siew nasion (ziarna w przypadku zbóż jarych) z jednoczesnym podaniem nawozu (dawka P i K ustalona na podstawie zawartości tych składników w glebie) na odpowiednią głębokość – tu rozwiązania są różne w zależności od firmy produkującej sprzęt do pasowej uprawy roli i siewu. Można również zastosować wgłębnie azot w dawce startowej lub w dawce podstawowej wg wymagań pokarmowych rośliny uprawnej.

Zakres stosowania praktyk

Wyniki dotychczasowych badań wskazują, że uprawa konserwująca powinna być preferowana:

- w terenach silnie erodowanych (erozja wodna i wietrzna),
- we wstępnym zagospodarowaniu pól odłogowanych,
- w gospodarstwach nastawionych na maksymalizację wydajności pracy,
- w tych ogniwach zmianowania, w których okres od zbioru przedplonu do wysiewu rośliny następczej jest zbyt krótki,
- po wymarzniętych oziminach.

Potencjalne efekty

Proponowane innowacyjne rozwiązania w uprawie roli charakteryzują się wieloma zaletami. Pozostawienie resztek roślinnych na powierzchni pola (istotny element konserwującej uprawy roli) chroni glebę przed degradacją, zmniejsza spływy powierzchniowe i poprawia (zwiększa) retencję wodną. Ograniczenie ilości i głębokości wykonywanych zabiegów uprawowych prowadzi do eliminowania procesów erozyjnych, sprzyja sekwestracji węgla

organicznego w glebie i zwiększa jej aktywność biologiczną. Jednocześnie ulegają zmniejszeniu nakłady ponoszone na produkcję roślinną m.in. poprzez mniejsze zużycie paliwa, uzyskuje się większą wydajność pracy maszyn i narzędzi uprawowych oraz pracy ludzkiej. Obecnie taka uprawa roli stosowana jest na powierzchni 9-10% pod zasiewami (ponad 1 mln ha) w szczególności w dużych gospodarstwach rolnych specjalizujących się w produkcji zbóż, rzepaku i kukurydzy. W terenach podgórskich i górskich, gdzie zlokalizowane są małe gospodarstwa rolne, często o niekorzystnym rozłogu pól i dużym nasileniu miedz śródpolnych, możliwe jest jedynie zastosowanie bezorkowej uprawy roli przy użyciu takich narzędzi uprawowych jak kultywatory ścierniskowe, grabery, brony talerzowe i spulchniacze obrotowe. Uprawa zerowa, po której następuje siew bezpośredni i uprawa pasowa z uwagi na wyżej wymienione okoliczności oraz ciężki sprzęt (duże agregaty uprawowo-siewne) nie jest zalecana na takich terenach.

Tabela 7. Zawartość próchnicy (%) po zbiorze pszenicy ozimej uprawianej po rzepaku w zależności od systemu uprawy roli i warstwy gleby – RZD Baborówko, gleba średnia, lata 2017-2020

Warstwa gleby	System uprawy roli			Średnia
	płużny	bezorkowy	zerowy	
0 – 5	1,58	2,18	2,23	2,00
5 – 15	1,58	1,86	1,69	1,71
15 – 30	1,52	1,24	1,20	1,32

Tabela 8. Zawartość próchnicy (%) po zbiorze pszenicy ozimej uprawianej po rzepaku w zależności od systemu uprawy roli i warstwy gleby – RZD Kępa-Puławy, gleba ciężka, lata 2017-2020

Warstwa gleby	System uprawy roli			Średnia
	płuzny	bezorkowy	pasowy	
0 – 5	2,26	3,14	3,05	2,82
5 – 15	2,32	2,38	2,84	2,51
15 – 30	2,29	2,28	2,89	2,49

Tabela 9. Wilgotność gleby w uprawie pszenicy ozimej w GI Rogów gleba ciężka, średnie z 6-ciu terminów pomiarów, rok 2013

Uprawa roli	Głębokość (cm)						Średnia
	10	20	30	40	60	100	
Płużna	15,4	6,8	7,6	7,7	14,4	24,9	12,8
Bezorkowa	15,3	8,4	10,0	8,7	13,3	31,3	14,5
Zerowa	4,5	10,2	10,0	9,9	18,1	33,7	16,0

Tabela 10. Wilgotność gleby w uprawie pszenicy ozimej w RZD Kępa-Puławy

Głębokość (cm)	Uprawa		
	płużna	bezorkowa	pasowa
10	10,2	13,0	12,9
20	11,5	14,0	15,7
30	16,8	16,8	17,1
0-30	12,8	14,6	15,0

Uwagi

Omówione rozwiązania w przygotowaniu poźniwnym i przed-siewnym pola pod zasiew ważniejszych ziemiopłodów (pszenica, rzepak, kukurydza, bobowate) stosowane są przez gospodarstwa duże, specjalizujące się w uprawie roślin technologicznie podob-

nych. Ma to swoje uzasadnienie ekonomiczne, bowiem zmniejsza się znacznie zużycie paliwa i maleją koszty jednostkowe na uprawę. Mniejsze jest też szkodliwe oddziaływanie uprawy na glebę – mniejsza ilość przejazdów roboczych i głębokość pracy narzędzi uprawowych. Jednocześnie ulegają zmniejszeniu emisje CO₂ i N₂O do atmosfery, co przekłada się bezpośrednio na ochronę klimatu – sekwestracja węgla organicznego w glebie. Bariery w stosowaniu uprawy konserwującej mogą być głównie początkowe koszty związane z przestawieniem gospodarstwa z systemu płużnego na nowy, innowacyjny sposób uprawy, czyli kwestia zakupu nowych maszyn i narzędzi uprawowych. Koszty te można jednak w pewien sposób ograniczyć poprzez zamówienie wykonania usługi lub leasing sprzętu do uprawy roli i siewu, co jest praktykowane przez rolników gospodarujących na mniejszych areałach. Kolejną barierą jest z pewnością niedostateczna jeszcze wiedza dotycząca omawianego problemu. Panuje bowiem powszechne przekonanie, iż stosowanie uproszczeń uprawowych prowadzi nieuchronnie do zwiększonego zachwaszczenia pól uprawnych i dużych spadków plonów roślin rolniczych. Następuje to w okolicznościach uprawy roślin w nieodpowiednich stanowiskach, np. uprawa zbóż po sobie, na polach zachwaszczonych, o nieuregulowanym odczynie i zasobności gleby w podstawowe składniki pokarmowe (przyswajalny fosfor, potas i magnez), czyli w warunkach nie przestrzegania zasad integrowanej ochrony roślin, która obowiązuje 1 stycznia 2014 roku i kodeksu dobrej praktyki rolniczej.

4.3 Zapobieganie zanieczyszczeniom zasobów wód przez rolnictwo

4.3.1 Plan nawożenia

Plan nawożenia jest najważniejszym narzędziem zarządzania podstawowymi składnikami pokarmowymi NPK w produkcji roślinnej. Opracowany zgodnie z zasadami dobrej praktyki, bierze pod uwagę zarówno plonotwórczy i ekonomiczny aspekt nawożenia (realizacja potencjału plonowania i optymalizacja kosztów) oraz jego oddziaływanie na środowisko (łagodzenie presji).

Cel praktyki

Plan nawożenia powinien określić ilość składników pokarmowych, które trzeba efektywnie dostarczyć roślinom w ciągu całego okresu wegetacyjnego w postaci nawozów, jednocześnie minimalizując straty pierwiastków biogennych do wód gruntowych, powierzchniowych i atmosfery.

Opis praktyki

Najbardziej korzystnym i efektywnym rozwiązaniem, które bierze pod uwagę interesy ekonomiczne rolnika i chroni środowisko jest plan nawożenia oparty o poprawnie zbilansowane składniki pokarmowe NPK. Praktyka ta polega na określeniu wymagań pokarmowych roślin i obliczeniu takiej ilości składników pokarmowych, która może być przez rośliny pobrana w ciągu całego okresu wegetacyjnego. W systemie rolnictwa zrównoważonego zakłada się, że wnoszenie składników w nawozach powinno być równe ich pobraniu z plonami roślin, a bilans na powierzchni pola powinien być zbliżony do zera. Nadwyżka składnika w bilansie może ulec rozproszeniu do wód lub atmosfery, natomiast deficyt będzie miał swoje konsekwencje w spadku wielkości i jakości plo-

nu roślin uprawnych. W przypadku gleb o niskiej zawartości P i K dopuszcza się dodatni bilans tych pierwiastków w celu utrzymania optymalnej zasobności, a w przypadku gleb o zawartości wysokiej bilans może być ujemny, aby zmniejszyć pulę P i K podatną na wymywanie. Na podstawie bilansu składników pokarmowych na powierzchni pola opracowuje się plan nawożenia osobno dla każdego składnika pokarmowego NPK. Plan nawożenia jest przygotowywany osobno dla każdego roślinopola w gospodarstwie (powierzchni z jedną rośliną uprawną o jednakowym potencjale plonowania), gdzie stosowane jest nawożenie, z uwzględnieniem podziału na działki rolne, co pozwala na przejrzyste udokumentowanie działań w gospodarstwie na potrzeby analizy i kontroli. Przy opracowywaniu planu nawożenia można korzystać z programów komputerowych i dostępnych w internecie kalkulatorów.

W bilansie na poziomie pola obliczanym powszechnie rekomendowaną metodą OECD, po stronie przychodów bierze się pod uwagę składniki pokarmowe wprowadzone wraz z nawozami mineralnymi, naturalnymi i organicznymi, resztkami poźniwnymi i materiałem siewnym. W przypadku azotu dodatkowo uwzględnia się depozycje atmosferyczną, wiązanie biologiczne i mineralizację glebowej materii organicznej. W przypadku fosforu i potasu dodatkowo uwzględnia się klasę zasobności gleby w dany składnik, która jest określana na podstawie analiz próbek gleby. Dla jeszcze dokładniejszego zaplanowania nawożenia można w bilansie uwzględnić również zawartość azotu mineralnego (N_{min}) w glebie w warstwie 0-60 cm oraz wykorzystać wyniki analiz zawartości NPK w nawozach naturalnych zamiast danych tabelarycznych. Po stronie rozchodów znajduje się wyniesienie składnika pokarmowego wraz z plonem głównym i ubocznym, które są zabierane z powierzchni pola. Pobranie składników pokarmowych przez rośliny zależy od ich wymagań pokarmowych i wielkości uzyskiwanych plonów.

Szacując ilość NPK, którą należy wprowadzić w nawozach mineralnych, naturalnych i organicznych należy wziąć pod uwagę, że tylko część składników pokarmowych aplikowanych w ten sposób zostanie wykorzystana przez rośliny i zastosować do obliczeń tak zwane równoważniki nawozowe (np. ilość azotu działającego). Dobrą praktyką jest podział dawek azotu zoptymalizowany pod kątem dynamiki pobierania tego składnika przez poszczególne gatunki roślin. Uwzględnia się w ten sposób wysoką mobilność azotu i zmniejsza ryzyko wymywania i strat gazowych. Aby zmniejszyć rozproszenie azotu należy również kontrolować i ograniczyć ilość Nmin pozostawianą jesienią w glebie.

Zakres stosowania praktyki

Aktualnie obowiązujące w Polsce zasady przygotowania planu nawożenia azotem i sposoby dokumentowania działań związanych z nawożeniem azotem, znajdują się w załącznikach do rozporządzenia 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” (Program Azotanowy), oraz w opracowaniu „Zbiór zaleceń dobrej praktyki rolniczej mającym na celu ochronę wód przed zanieczyszczeniem azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych”. Plan nawożenia azotem jest obowiązkowy dla producentów, którzy: 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, 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, oraz któ-

rzy nabywają nawóz naturalny lub produkt pofermentacyjny do bezpośredniego rolniczego wykorzystania w celu nawożenia lub poprawy właściwości gleby od innych podmiotów. Mniejsze gospodarstwa mają obowiązek stosowania nawozów na podstawie maksymalnych dawek azotu, natomiast plan nawożenia azotem jest dla nich dobrowolny. Obowiązek posiadania planu nawożenia fosforem, potasem, czy też innymi składnikami pokarmowymi mogą mieć niektóre gospodarstwa wielkotowarowe – w związku z wymogiem wynikającym z otrzymanego pozwolenia zintegrowanego. Ponadto biorąc pod uwagę wymagania dobrej praktyki rolniczej, które uwzględniają zarówno korzyści ekonomiczne, jak i ochronę środowiska, plan nawożenia wszystkimi podstawowymi składnikami pokarmowymi (NPK) powinien być narzędziem wykorzystywanym przez wszystkie podmioty stosujące nawozy. Do przygotowania planu nawożenia fosforem i potasem, można wykorzystać „Zalecenia nawozowe dla roślin uprawy polowej i trwałych użytków zielonych” opracowane przez IUNG-PIB, natomiast do sporządzenia planu nawożenia azotem, powinno się wykorzystać metodykę zawartą w Programie Azotanowym i „Zbiorze zaleceń dobrej praktyki rolniczej mającym na celu ochronę wód przed zanieczyszczeniem azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych”.

Potencjalne efekty

Wykorzystanie planu nawożenia opartego na bilansie składników pokarmowych na powierzchni pola pozwala na optymalizację dawek nawozów stosowanych w gospodarstwie. Najczęściej obserwuje się znaczącą redukcję zużycia nawozów, co w pierwszej kolejności przynosi korzyści ekonomiczne, a w dłuższej perspektywie czasowej istotnie zmniejsza rozproszenie pierwiastków biogennych i poprawę jakości środowiska. Efektywność tej praktyki

dla ochrony wód wzrasta kiedy plan nawożenia jest stosowany przez znaczącą większość gospodarstw na określonym obszarze hydrologicznym, geograficznym czy administracyjnym (zlewni cząstkowej, dziale wodnym, zlewisku, regionie).

Uwagi

Głównym problemem w powszechnym wdrożeniu tej praktyki jest stopień skomplikowania obliczeń przy wykorzystaniu dostępnych tabel i wzorów, konieczność dostarczenia wielu niezbędnych danych, a także wymóg tworzenia i archiwizowania obowiązkowej dokumentacji. Częściowym rozwiązaniem tego problemu byłoby stworzenie powszechnego, prostego w obsłudze i wspomagającego użytkownika informatycznego narzędzia doradczego (instalowanego na urządzeniach stacjonarnych, mobilnych i jako aplikacja w przeglądarce internetowej). Konieczne byłoby wsparcie wdrożenia pełnego planu nawożenia przez system doradztwa rolniczego i odpowiednio niski koszt analiz zawartości w glebie składników pokarmowych. W niedalekiej przyszłości należy się spodziewać wprowadzenia wymagań prawnych do opracowania planu nawożenia fosforem w podobnym zakresie jak obecnie obowiązujący plan nawożenia azotem. Rozwój nowych narzędzi informatycznych wspierających doradztwo nawozowe obejmuje obecnie bilans dla wszystkich składników pokarmowych NPK, co tak czy inaczej pozwoli na stosowanie pełnego planu nawożenia na zasadzie dobrowolności.

4.3.2 Prawidłowe stosowanie nawozów

Prawidłowe stosowanie nawozów mineralnych, naturalnych i organicznych wpływa korzystnie na żyzność gleby i plonowanie roślin. Jednak niewłaściwe postępowania z tymi środkami produkcji, może powodować rozproszenie zawartych w nich składników

pokarmowych do wód gruntowych, powierzchniowych i atmosfery, a także degradacje innych parametrów środowiska glebowego.

Cel praktyki

Stosowanie nawozów zgodnie z przepisami prawa i zasadami dobrej praktyki rolniczej ma na celu efektywne wykorzystanie zawartych w nich składników pokarmowych przez rośliny, przy jak najmniejszym rozproszeniu pierwiastków biogenych, oraz minimalizowaniu innych niekorzystnych oddziaływań na środowisko.

Zgodnie z zasadami dobrej praktyki rolniczej należy optymalizować zarządzanie składnikami pokarmowymi dostarczonymi w nawozach, tak aby ograniczać straty składników do wód i atmosfery. Obok nawozów mineralnych w rolnictwie mogą być stosowane do celów nawozowych różnego rodzaju substancje zawierające składniki pokarmowe (organiczne środki nawozowe). Zalicza się do nich nawozy naturalne, nawozy organiczne i organiczno-mineralne, środki poprawiające właściwości gleby, pofermenty z biogazowni oraz 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.

4.3.2.1 Prawidłowe stosowanie nawozów mineralnych

Opis praktyki

Przy nawożeniu nawozami mineralnymi należy uwzględnić 4 zasady: odpowiednią formę nawozu, odpowiednią dawkę nawozu, odpowiednią technikę aplikacji oraz odpowiedni termin aplikacji. Dopasowanie form i dawek nawozów do okresów zwiększonego

zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe skutkuje lepszym ich wykorzystaniem przez rośliny i zmniejsza rozpraszanie do środowiska. Podstawą optymalizacji nawożenia jest przygotowanie planu nawożenia.

Nawożenie precyzyjne z wykorzystaniem systemu GPS podczas stosowania nawozów mineralnych może zwiększać możliwości kontrolowania pracy sprzętu i wpływać na właściwe rozprowadzenie tych nawozów. Połączenie precyzyjnego odbiornika GPS z systemem automatycznego prowadzenia ciągnika, zintegrowanym z systemem rozsiewacza umożliwia wykonanie zabiegu tak, aby nie wystąpiły miejsca bez nawożenia i miejsca nadmiernie nawożone. Używając systemu GPS, można również odwzorować różne właściwości pola, a następnie wykorzystać te informacje do realizacji precyzyjnego nawożenia mineralnego (nawożenie dostosowane do zasobności gleby w składniki pokarmowe w konkretnym miejscu pola). Stosowanie systemu nawożenia precyzyjnego umożliwia zmniejszenie zużycia nawozów i zwiększenie efektywności wykorzystania nawozów przez rośliny (w wyniku bardziej równomiernego ich rozprowadzenia na polu).

Jednoczesny siew i nawożenie polega na umieszczeniu nasion i nawozów w glebie w trakcie jednego zabiegu. Specjalny przeznaczony do tego celu siewnik posiada redlice nasienne w normalnej rozstawie oraz jest dodatkowo wyposażony w redlice do aplikacji nawozów mineralnych, które są umieszczone między rzędami redlic nasiennych. Redlice nawozowe umieszczają nawozy o kilka centymetrów głębiej niż nasiona. Wprowadzanie nawozów mineralnych na większą głębokość niż nasiona zapewnia dobre warunki kiełkującym siewkom roślin poprzez aplikację składników nawozowych bezpośrednio w strefę korzeniową rośliny. Oprócz oszczędności czasu i lepszej efektywności wykorzystania składników nawozowych, jednoczesny siew i nawożenie zmniejsza kon-

kurencję chwastów o składniki pokarmowe i znacząco zmniejsza ryzyko spływu powierzchniowego tych składników.

W przypadku gdy elementem agrotechniki jest aplikacja nawozów mineralnych w formie dolistnego oprysku, należy takie zabiegi wykonać zachowując odpowiednie odległości od wód powierzchniowych i ujęć wody. Przy stosowaniu nawozów dolistnych należy odpowiednio wyliczyć ich ilość, tak aby ciecz robocza w całości mogła być wykorzystana na polu i nie wymagała długotrwałego przechowywania, czy przepompowywania co może powodować ryzyko przedostawania się jej do wód. Należy również przestrzegać zasad BHP oraz zachować 25 m odległości od wód powierzchniowych i ujęć wody podczas mycia opryskiwaczy zgodnie z rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 16 kwietnia 2008 r. w sprawie szczegółowego sposobu stosowania nawozów oraz prowadzenia szkoleń z zakresu ich stosowania.

Praktyką, która w przyszłości może mieć coraz większe znaczenie jest stosowanie nawozów z powolnym uwalnianiem składników (SRF), kontrolowanym uwalnianiem składników (CRF) oraz nawozów azotowych z inhibitorami nityfikacji. Nawozy te modyfikują tempo dostarczania roślinom składników pokarmowych, co poprawia odpowiednie zaopatrzenie roślin w zależności od fazy rozwojowej i w konsekwencji znacząco zmniejsza straty do wód i atmosfery. Należy zwrócić uwagę, że według ustawy z dnia 7 maja 2020 r. o zmianie ustawy o nawozach i nawożeniu oraz ustawy o Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa, od 1 sierpnia 2021 można będzie stosować mocznik w formie granulowanej tylko z dodatkiem inhibitora ureazy lub z powłoką biodegradowalną.

4.3.2.2 Prawidłowe stosowanie nawozów naturalnych i organicznych

Opis praktyki

Termin stosowania nawozów naturalnych ma duże znaczenie w aspekcie ograniczania wymywania składników do wód. Stosowanie nawozów naturalnych, szczególnie gnojowicy, późną jesienią może poważnie zwiększyć ryzyko wymycia NPK nawet bezpośrednio do wód gruntowych i powierzchniowych, szczególnie podczas intensywnych opadów. Dlatego przy planowaniu nawożenia należy również uwzględnić dozwolone terminy stosowania. Szczegółowe wytyczne odnośnie terminów stosowania znajdują się w rozdziale 1.3 programu azotanowego oraz w zbiorze zaleceń dobrej praktyki rolniczej mającym na celu ochronę wód przed zanieczyszczeniem azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych.

Ryzyko wymywania zwiększa się w przypadku stosowania nawozów naturalnych co roku na te same pola, dlatego też wskazane jest aby nawozy te były stosowane z jednakową częstotliwością na wszystkich polach na terenie gospodarstwa co 2-3 lata, co również należy uwzględnić w planie nawożenia azotem, lub planie nawożenia NPK, jeśli taki jest opracowywany w gospodarstwie.

Nawozy naturalne (również mineralne i organiczne) powinny być jak najszybciej całkowicie przykryte glebą. Do przykrycia ich można wykorzystać pługi lub kultywatory talerzowe i sprzężynowe, w zależności od rodzaju gleby i jej stanu. Przykrywanie nawozów glebą ma na celu zapobiegać stratom NPK w wyniku spływu powierzchniowego, erozji lub ulatniania się, oraz zachować jak największą część wniesionych składników do wykorzystania przez rośliny uprawne. Dzięki przykryciu nawozy są wymieszane z wierzchnią warstwą gleby, gdzie składniki pokarmowe są łatwo dostępne dla systemu korzeniowego roślin uprawnych.

Płynne nawozy naturalne mogą być stosowane na wiele sposobów, w tym przez rozlewanie na powierzchni pola, aplikację podpowierzchniową i deszczowanie. Najbardziej skuteczną metodą ze względu na ograniczenie strat składników do wód i atmosfery jest bezpośrednio wprowadzenie gnojowicy lub gnojówki do gleby lub ich rozprowadzanie blisko powierzchni gleby za pomocą zespołów rozlewających. Bezpośrednia aplikacja doglebowa zmniejsza straty gazowe (emisję amoniaku) jednocześnie zwiększając dostępność składników pokarmowych w strefie korzeniowej roślin dzięki bezpośredniemu umieszczeniu nawozu w warstwie ornej.

Naturalne i organiczne nawozy stałe i półpłynne (tj. obornik, kompost, poferment) mają bardzo różną konsystencję i właściwości fizyczne, dlatego odpowiednie rozprowadzenie tego typu nawozów, jest istotne ze względu na konieczność uzyskania równomiernego dostępu do składników pokarmowych przez rośliny na wszystkich fragmentach pola, gdzie nie występują miejsca słabo lub nadmiernie pokryte nawozem. W przypadku płynnych nawozów naturalnych, dostępne są już technologie aplikacji oparte na systemie GPS, które podobnie jak w przypadku nawozów mineralnych, umożliwiają precyzyjną ich aplikację dostosowaną do map zasobności pola. Precyzyjną dystrybucję każdego rodzaju obornika (zarówno świeżego jak i przetworzonego) na powierzchni pola zapewniają odpowiednio dobrane rozrzutniki.

4.3.2.3 Prawidłowe stosowanie nawozów wapniowych

Opis praktyki

Prawidłowe stosowanie nawozów wapniowych jest szczegółowo omówione w zbiorze zaleceń dobrej praktyki rolniczej i przestrzeganie tych zaleceń co do dawek, terminów i techniki

minimalizuje wpływ tego zabiegu na wody gruntowe i powierzchniowe. Należy jednak pamiętać, że wzrost pH zmienia dynamikę przemian N i P w glebie. Przy regulacji odczynu za pomocą wapnowania może przejściowo zwiększać się wymywanie azotu w formie azotanów (na skutek zwiększenia tempa nityfikacji) i fosforu w formie fosforanów (na skutek wzrostu rozpuszczalności stabilnych form P), jednocześnie jednak wzrasta pobieranie i wykorzystanie składników pokarmowych przez rośliny, co powoduje, że oddziaływanie nawozów wapniowych na zanieczyszczenie wód pierwiastkami biogennymi jest bardzo niewielkie.

4.3.2.4 Prawidłowe stosowanie osadów ściekowych i ścieków do nawożenia

Opis praktyki

Rolnicze wykorzystanie osadów ściekowych i ścieków do nawożenia regulowane jest przez ustawę z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach i rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych. Osady ściekowe zaliczamy do odpadów, więc ich stosowanie w nawożeniu powinno być wyważone oraz poprzedzone badaniami chemicznymi (pH, zawartość suchej masy i substancji organicznej, zawartość N ogólnego i amonowego, P ogólnego, Ca i Mg, metali ciężkich) i mikrobiologicznymi samego osadu oraz gleb (pH, zawartość P przyswajalnego i metali ciężkich), na których będzie on stosowany. Wykonie analiz osadów ściekowych leży po stronie wytwórcy, co więcej, zobowiązany jest on do udostępnienia wyników badań oraz informacji o dopuszczalnych dawkach osadu właścicielowi, dzierżawcy lub innej osobie władającej nieruchomością, na której osad ma być stosowany. Osady ściekowe zawierają stosunkowo duże ilości azotu i fosforu, tak więc mogą stanowić znaczące

źródło tych pierwiastków biogenicznych w planie nawożenia. Zgodnie z zapisami prawa osady ściekowe i ścieki traktowane są jako środki nawozowe i w związku z tym, podlegają tym samym regulacjom co nawozy zawierające azot. Przy ich stosowaniu należy przestrzegać okresów, w których można je aplikować na pole, zachowywać odległości o wód i ujęć wody oraz uwzględniać je w planie nawożenia azotem. Według prawa wodnego, roczne i sezonowe dawki ścieków wykorzystywane rolniczo powinny być określone w pozwoleniach wodno-prawnych lub pozwoleniach zintegrowanych oraz nie mogą przekroczyć zapotrzebowania roślin na azot, potas i wodę oraz utrudniać przebiegu procesów samooczyszczania się gleby.

4.3.2.5 Ograniczenia w stosowaniu nawozów

Opis praktyki

Zgodnie z obowiązującym prawem, nawozów naturalnych i azotowych nie można stosować w tzw. okresach zakazanych (okresach zwiększonego ryzyka), kiedy to niskie temperatury, opady oraz zamarznięta i pokryta śniegiem gleba (nawet jeżeli nastąpiło okresowe ocieplenie) drastycznie zwiększają prawdopodobieństwo przedostawania się składników z nawozów bezpośrednio do wód. Dokładny termin stosowania zależy od rodzaju nawozu, rodzaju gruntu, lokalizacji (obszarów o różnej długości okresu wegetacyjnego) i może być w pewnym stopniu modyfikowany ze względu na przebieg pogody. Nawozów azotowych mineralnych i naturalnych płynnych nie można stosować na gruntach ornych od 20 października do 1 marca (na obszarach o krótszym okresie wegetacyjnym od 15 października, a na obszarach o dłuższym okresie wegetacyjnym od 25 października), natomiast w uprawach trwałych, wieloletnich i trwałych użytkach zielonych od 31

października. Nawozów naturalnych stałych nie można stosować na gruntach ornych od 31 października do 1 marca (w uprawach trwałych - od 30 listopada). Nawozów w pewnych sytuacjach nie powinno się stosować także, gdy pole nie jest obsiane lub rozwój roślin nie jest dostatecznie zaawansowany oraz gdy spodziewane są większe opady. Odnosi się to przede wszystkim do gleb bardzo lekkich i lekkich o wysokiej przepuszczalności, zwłaszcza w warunkach ich bardzo dużego uwilgotnienia oraz gleb o zwiększonej podatności na spływ powierzchniowy.

Nawozów nie można stosować na obszarach w bezpośredniej bliskości cieków naturalnych, jezior i innych zbiorników wodnych, kanałów i rowów oraz ujęć wody, należy zachować ochronny pas gruntu niepoddawanego zabiegom związanym z nawożeniem. Na terenach o dużym nachyleniu, stosowanie nawozów wymaga podziału dawek nawozów, aplikacji bezpośrednio do gleby lub szybkiego wymieszania z glebą, prowadzenia uprawy w kierunku poprzecznym do nachylenia stoku lub stosowania systemów konserwujących. Co więcej, jeśli nachylenie terenu jest skierowane w stronę wód powierzchniowych pas gruntu nienawożonego należy dodatkowo zwiększyć. Odległości, w jakich można stosować nawozy zależą od typu i wielkości wód, oraz rodzaju nawozów.

Zakres stosowania praktyki

Obowiązujące zasady stosowania nawozów oraz środków wspomagających uprawę roślin zostały określone w ustawie z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu, rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lutego 2020 r. w sprawie przyjęcia „Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych, oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu” (Program Azotanowy), rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 16 kwietnia 2008 r.

w sprawie szczegółowego sposobu stosowania nawozów oraz prowadzenia szkoleń z zakresu ich stosowania, zbiorze zaleceń dobrej praktyki rolniczej mającym na celu ochronę wód przed zanieczyszczeniem azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz konkluzjach BAT 20, 21, 22, które znajdują się 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. Praktyki wykraczające poza ramy prawa i zaleceń powinny być indywidualnie ocenione pod kątem opłacalności kosztów w stosunku do korzyści dla środowiska.

Potencjalne efekty

Poprawne stosowanie nawozów mineralnych, naturalnych i organicznych polegające na przestrzeganiu dozwolonych terminów, dawek i odległości od wód powierzchniowych, czy stosowaniu odpowiednich technik aplikacji, przyczyni się do ograniczenia migracji pierwiastków biogennych do wód gruntowych i powierzchniowych.

Uwagi

Część wymienionych powyżej praktyk jest już powszechnie wdrożona i stosowana, jak na przykład praktyki wynikające z zapisów prawa (Program Azotanowy obowiązuje wszystkich producentów rolnych). Ograniczenia w powszechnym stosowaniu praktyk dobrowolnych wiążą się głównie z wysokimi kosztami ich realizacji i koniecznością wygospodarowania dodatkowego czasu potrzebnego do ich realizacji. Nowoczesne maszyny do precyzyjnego wysiewu nawozów, do łącznej aplikacji nawozów i nasion czy też wglębnego stosowania nawozów naturalnych mają wysoki

koszt zakupu i eksploatacji, co powoduje, że mogą sobie na nie pozwolić tylko duże, dobrze prosperujące gospodarstwa.

4.3.3 Prawidłowe zarządzanie nawozami i kiszonkami oraz ich przechowywanie

Cel praktyki

Podczas zarządzania nawozami i kiszonkami, co obejmuje przede wszystkim ich gromadzenie, transport na bliskie i dalsze odległości, oraz przechowywanie, występuje ryzyko znacznych strat pierwiastków biogenych (przede wszystkim azotu i fosforu) i innych substancji (związków organicznych), które stanowią zagrożenie dla jakości wód gruntowych i powierzchniowych.

4.3.3.1. Prawidłowe zarządzanie nawozami naturalnymi

Stosowanie nawozów naturalnych jest ograniczone czasowo, co powoduje duże zapotrzebowanie na bezpieczne miejsca składowania. Nawozy naturalne dzielimy na: płynne (gnojowica, gnojówka) i stałe (obornik, pomiot ptasi). Rodzaj, jakość i ilość powstających w gospodarstwach nawozów naturalnych zależą od gatunku zwierząt, ich żywienia, systemu utrzymania, oraz technologii transportu i przechowywania.

Cel praktyki

Celem tej praktyki jest zminimalizowanie strat pierwiastków biogenych i innych substancji, które mogą przemieścić się pod wpływem grawitacji do wód gruntowych i dalej do wód powierzchniowych, podczas gromadzenia, transportu i przechowywania nawozów naturalnych.

Opis praktyki

Żywienie zwierząt jest pierwszym etapem, na którym istnieje możliwość zmniejszenia mobilnej puli azotu i fosforu w całym systemie produkcji zwierzęcej. Można to zrealizować wdrażając zasady żywienia precyzyjnego, na przykład, poprzez obniżenie poziomu białka ogólnego w paszy o 15-20%, przy jednoczesnym pokryciu potrzeb żywieniowych dla każdej grupy technologicznej zwierząt. Wymaga to zmiany składu pasz i poprawy ich strawności poprzez dodatek aminokwasów syntetycznych (L-lizyna, metionina, treonina, tryptofan, walina), enzymów rozkładających organiczne związki białkowe (ksylanazy, glukany, proteazy, polisacharydy nie skrobiowe), dodatków fitogenicznych (kwas benzoesowy), taniny, białka chronionego (strawnego jelitowo), fitazy czy nieorganicznych fosforanów o wysokiej strawności. Inną metodą jest tzw. żywienie wielofazowe, które dostosowuje pasze pod względem koncentracji białka i energii do wieku, wagi i fazy wzrostu zwierząt. Opis poszczególnych technik można odnaleźć w konkluzjach BAT 3 i 4, które znajdują się 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. Ilość wydalanego N i P powinna podlegać kontroli z wykorzystaniem obliczeń opartych na równowadze mas i analizie ich zawartości w nawozach (BAT 24). Uzupełnieniem tych metod są rozwiązania techniczne, które pozwalają na pełną indywidualizację procesu żywienia, takie jak automatyczne dozowanie paszy, systemy ważenia, identyfikacji, selekcji i separacji zwierząt, detekcji ich kondycji i aktywności, oraz kontroli klimatu w oborze, czy śledzenia wzrostu runi na pastwisku. Przy wykorzystaniu metod żywienia precyzyjnego uzyskuje się redukcje zawartości pierwiastków biogenych w odchodach nawet do 30-40%.

Następnym etapem w produkcji zwierzęcej, który powinien być objęty metodami redukcyjnymi jest system utrzymania zwierząt i transportu odchodów/nawozów naturalnych do miejsc składowania. Dostępnych jest szereg technik obniżających emisję substancji wydzielanych do środowiska, których głównym założeniem jest zachowanie czystości (zwierząt, powierzchni i wyposażenia obory) poprzez szybkie usunięcie odchodów z przestrzeni zajmowanej przez zwierzęta i gromadzenie ich w odpowiednich bezpiecznych miejscach składowania. Należy tu wymienić między innymi techniki polegające na grawitacyjnym lub podciśnieniowym odprowadzaniu gnojowicy w systemach rusztowych oraz za pomocą rur i rynien, regularnym i częstym zgarnianiu obornika przez odpowiednie urządzenia lub maszyny, splukiwaniu odchodów i ściółki za pomocą wody, separacji kału i moczu. W przypadku hodowli drobiu wykorzystuje się szereg metod suszenia pomiotu na taśmach lub specjalnej suszarni, oraz suszenia obornika za pomocą systemów podłogowych. Jeżeli do zarządzania odchodami stosuje się urządzenia mobilne (ładowarki, zgarniarki) niezbędne jest zachowanie odpowiednich zasad staranności i bezpieczeństwa pracy mających na celu minimalizowanie niezamierzonego rozproszenia pierwiastków biogenicznych na przestrzeni pomiędzy miejscem powstawania odchodów, a miejscem ich składowania. W systemie utrzymania zwierząt futerkowych w klatkach i bateriach klatek z ażurową podłogą należy zabezpieczyć znajdujący się pod nimi grunt szczelną i litą, odporną na mechaniczne uszkodzenia powierzchnią.

Wszystkie produkowane, przyjmowane i stosowane w gospodarstwie nawozy naturalne muszą być przechowywane w specjalnie przygotowanych w tym celu miejscach, które:

- muszą znajdować się w odpowiedniej lokalizacji, bezpiecznej odległości od zabudowań i granic gospodarstwa, zgod-

nie z wymaganiami prawa budowlanego, oraz odpowiedniej odległości od studni stanowiącej źródło zaopatrzenia w wodę dla ludzi i zwierząt ich pojemność musi pozwalać na przechowywanie wszystkich wyprodukowanych w gospodarstwie nawozów wraz z odciekami i wodami opadowymi, przez cały okres kiedy ich stosowania na polach jest zakazane. Pojemność zbiorników na nawozy naturalne płynne powinna umożliwiać ich przechowywanie przez okres co najmniej 6 miesięcy, natomiast miejsc przechowywania nawozów naturalnych stałych przez okres minimum 5 miesięcy posiadają właściwie zaprojektowaną konstrukcję ze szczelnymi bokami, dnem, systemem odprowadzania i magazynowania odcieków, oraz funkcjonalnością umożliwiającą działania związane z załadunkiem i opróżnianiem z pomocą odpowiedniego sprzętu

- są zbudowane z materiałów odpornych na naciski i uderzenia związane z gromadzeniem i usuwaniem nawozów, a wysokość ścian powinna uniemożliwiać niezamierzone przemieszczanie się gromadzonych nawozów poza zbiorniki. Zbiorniki na nawozy naturalne płynne powinny posiadać przykrycie (osłony stałe, pływające, jednolite zbiorniki elastyczne) aby zredukować emisję do atmosfery związków N i odorów, oraz zwiększanie się ich objętości pod wpływem opadów. Konieczną praktyką jest również przykrywanie miejsc składowania nawozów stałych osłonami elastycznymi, aby zapobiegać intensywnej migracji wód opadowych.

Opis technik zapobiegających emisjom do gleby i wody pochodzącym z gromadzenia, transportowania oraz przechowywania nawozów naturalnych znajduje się w Zbiorze zaleceń dobrej praktyki rolniczej mającym na celu ochronę wód przed zanie-

czyszczeniem azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych, oraz konkluzjach BAT 15 i 18.

W przypadku gdy intensywność produkcji zwierzęcej jest wysoka i ilość wyprodukowanych nawozów naturalnych przekracza możliwości wykorzystania ich do nawożenia na polach należących do gospodarstwa (zgodnie z dyrektywą azotanową można zastosować w postaci nawozów naturalnych tylko $170 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$) istnieje możliwość przekazania tych nawozów na cele rolnicze (do innych gospodarstw) lub pozarolnicze (np. do biogazowni). Przekazywanie nadwyżki nawozów naturalnych powinno odbywać się bezpośrednio przed terminem aplikacji, by uniknąć ponownego składowania w gospodarstwie odbiorcy. W przypadku gdy nawozy nie są bezpośrednio wykorzystywane po przekazaniu, podmiot przyjmujący ma zgodnie z obowiązującymi przepisami obowiązek posiadania odpowiednio przygotowanych miejsc ich składowania, gdzie będą gromadzone w sposób bezpieczny dla środowiska. Wymogi jakie należy spełnić przy przekazywaniu nawozów naturalnych znajdują się w programie azotanowym.

Kolejnym działaniem prowadzącym do ograniczenia emisji pierwiastków biogenych do wód może być przetwarzanie nawozów naturalnych w miejscach składowania. Najczęściej stosowanymi metodami są: mechaniczna separacja obornika płynnego i gnojowicy, kompostowanie obornika stałego, zakwaszanie gnojowicy i obornika płynnego, rozkład beztlenowy w biogazowni, stosowanie dodatków obniżających zawartość substancji organicznej, granulowanie obornika. Celem tych działań jest zwiększenie przyswajalności N i P oraz innych składników pokarmowych dla roślin i zmniejszenie ich puli podatnej na wymywanie, redukcja objętości składowanego nawozu, inne niż nawozowe wykorzystanie oddzielonych frakcji. Nawozy naturalne mogą być też modyfikowane na etapie pomiędzy oborą, a miejscem składowania na

przykład poprzez separację gnojowicy, co zmniejsza ilość gnojowicy w zbiornikach o 15-20%. Odseparowana faza stała może być wykorzystywana jako ściółka dla bydła lub materiał do produkcji peletów na cele energetyczne. Kwestia przetwarzania nawozów naturalnych w gospodarstwie w celu ograniczenia emisji do środowiska omówiona jest w konkluzji BAT 19.

Zakres stosowania praktyki

Według obecnie obowiązujących aktów prawnych (Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu, 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” (Program Azotanowy), Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 7 października 1997 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie) istnieje obowiązek odpowiedniego składowania oraz przechowywania nawozów, który spoczywa na wszystkich producentach rolnych. Jednocześnie muszą być spełnione określone wymogi odnośnie konstrukcji oraz pojemności miejsc przechowywania nawozów naturalnych. Zgodnie z Programem Azotanowym, wszyscy rolnicy zobowiązani są do przykrywania zbiorników na nawozy naturalne płynne. Do dnia 31 grudnia 2021 r. duże gospodarstwa rolne (prowadzące chów lub hodowlę zwierząt gospodarskich w liczbie większej niż 210 DJP, w tym 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) mają czas na dostosowanie powierzchni nieprzepuszczalnych miejsc do przechowywania nawozów naturalnych. Natomiast dla gospodarstw

prowadzących chów lub hodowlę zwierząt gospodarskich w liczbie mniejszej lub równej 210 DJP okres ten jest wydłużony do 31 grudnia 2024. Gospodarstwa prowadzące intensywny chów drobiu i świń na skalę przemysłową (z ponad 40 000 stanowiskami dla drobiu, lub z ponad 2 000 stanowiskami dla tuczników (powyżej 30 kg), lub z ponad 750 stanowiskami dla loch) aby otrzymać pozwolenia zintegrowane na prowadzenie działalności, muszą stosować najlepsze możliwe techniki (BAT) ograniczające emisje do środowiska z takich instalacji. Konkluzje BAT zostały określone w Decyzji wykonawczej 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. Praktyki wykraczające poza ramy prawa są pożądane w kontekście redukcji emisji, szczególnie w sytuacji gdy wyznaczone są jej wymierne standardy, ale powinny być ocenione pod kątem nieproporcjonalnie wysokich kosztów w stosunku do korzyści dla środowiska.

Potencjalne efekty

Działania mające na celu ograniczenie wydalania N i P przez zwierzęta, stosowanie technik zmniejszających ich rozproszenie w procesie zarządzania nawozami naturalnymi, czy składowanie tych nawozów w odpowiednio zabezpieczonych miejscach, przyczyni się do ograniczenia przedostawania się pierwiastków biogennych do wód gruntowych i powierzchniowych.

Uwagi

Główną barierą w szybkim wdrożeniu tej praktyki i powszechnym jej stosowaniu w skali całego kraju jest wysoki koszt przygotowania odpowiedniej infrastruktury do przechowywania nawozów naturalnych. Pomimo tego, że rolnicy mogą się starać o częściowe

dofinansowanie takich inwestycji z różnych funduszy wsparcia, to proces podniesienia jakości w tym obszarze działalności rolniczej przebiega bardzo powoli, a gospodarstwa mają widoczne problemy z dotrzymaniem terminów spełnienia wymagań prawnych.

4.3.3.2. Prawidłowe zarządzanie nawozami kiszonkami

Procesowi przygotowywania kiszzonek towarzyszy powstawanie soków kiszonkowych. Ich ilość jest uzależniona od zawartości suchej masy w zakiszanych materiałach roślinnych, takich jak ruń łąkowa, kukurydza czy inne zielonki. Zawarte w nich pierwiastki biogenne i związki organiczne mogą być potencjalnym źródłem zanieczyszczeń wód, jeżeli odcieki będą wydostawać się poza miejsca składowania kiszzonek.

Cel praktyki

Celem praktyki jest zminimalizowanie strat pierwiastków biogenych i innych substancji, które mogą przemieścić się pod wpływem grawitacji do wód gruntowych i dalej do wód powierzchniowych, podczas gromadzenia, transportu i przechowywania kiszzonek.

Opis praktyki

Kiszzonek należy sporządzać z materiałów roślinnych o podwyższonej zawartości suchej masy (powyżej 30-35% suchej masy), co w znacznym stopniu zapobiega powstawaniu dużych ilości wycieków kiszonkowych. Miejsca ich składowania muszą znajdować się w odpowiedniej lokalizacji, bezpiecznej odległości od zabudowań i granic gospodarstwa, zgodnie z wymaganiami prawa budowlanego. Optymalnym z punktu widzenia ochrony wód sposobem przechowywania kiszzonek jest stały silos pozwalający na zmechanizowany załadunek i rozładunek. Trwałe

ściany boczne zbudowane z odpornych na uszkodzenia mechaniczne materiałów, ułatwiają ugniatanie masy za pomocą maszyn, a elastyczne przykrycie lub dach zabezpieczają paszę przed dostępem powietrza, wodą opadową i przed działaniem promieni słonecznych. Pojemność silosów powinna być dostosowana do zapotrzebowania gospodarstwa na paszę. Soki kiszonkowe muszą być odprowadzane do specjalnie przystosowanych do tego celu bezpiecznych zbiorników, stanowiących integralną część składową silosów. Zbiorniki te powinny być szczelne, aby uniemożliwić przedostawanie się soków do wód gruntowych, a ich pojemność dostosowana do ilości powstających soków kiszonkowych przez okres co najmniej pierwszych 20 dni fermentacji, kiedy ilość powstających soków jest największa. Bele sianokiszonki owinięte folią należy składować na zabezpieczonym warstwą nieprzepuszczalną gruncie w maksymalnie trzech warstwach i nie dłużej niż jeden rok. Podczas całego procesu zarządzania sianokiszonkami należy mieć na uwadze ryzyko uszkodzenia folii.

Opis technik zapobiegającym emisjom do gleby i wody pochodzącym z gromadzenia, transportowania oraz przechowywania kiszonek znajduje się w Zbiorze zaleceń dobrej praktyki rolniczej mającym na celu ochronę wód przed zanieczyszczeniem azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych

Zakres stosowania praktyki

Podstawowe zasady postępowania z kiszonkami zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 7 października 1997 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie i Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lutego 2020 r. w sprawie przyjęcia „Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze

źródeł rolniczych, oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu” (Program Azotanowy). Praktyki wykraczające poza ramy prawa powinny być ocenione pod kątem opłacalności kosztów w stosunku do korzyści dla środowiska.

Potencjalne efekty

Zastosowanie odpowiednio zabezpieczonych miejsc do składowania kiszonek przyczyni się do ograniczenia powstawania i przedostawania się odcieków do wód gruntowych i powierzchniowych.

Uwagi

Największym problemem we wrażaniu tej praktyki jest jej finansowanie. Na budowę dużych silosów przejazdowych mogą pozwolić sobie wyspecjalizowane gospodarstwa rolne, które tego typu inwestycji traktują jako elementy technologii produkcji i są w stanie wygospodarować lub pozyskać na ten cel odpowiednie środki. W małych gospodarstwach ponoszenie dużych kosztów na budowę tego typu silosów jest nieuzasadnione ekonomicznie. Pewnym rozwiązaniem dla małych gospodarstw jest budowanie czasowych silosów na gruncie odpowiednio zabezpieczonych materiałami nieprzepuszczalnymi.

4.3.3.3 Prawidłowe zarządzanie nawozami mineralnymi

Nawozy mineralne, które są przechowywane lub transportowane w obrębie gospodarstwa w niewłaściwy sposób stanowią potencjalne źródło zanieczyszczeń wód na skutek niezamierzonego ich rozproszenia. Aby ograniczyć związane z tym negatywne skutki należy stosować się do zaleceń producentów nawozów i przestrzegać zasad dobrej praktyki i bezpieczeństwa i higieny pracy.

Cel praktyki

Celem praktyki jest zminimalizowanie strat pierwiastków, które mogą przemieścić się pod wpływem grawitacji do wód gruntowych i dalej do wód powierzchniowych, podczas transportu i przechowywania nawozów mineralnych.

Opis praktyki

Nawozy mineralne znajdujące się w obrocie występują w oryginalnych opakowaniach lub luzem (nawozy wapniowe, nawozy wieloskładnikowe mieszane w gospodarstwie). Warunki składowania mają na celu przede wszystkim zabezpieczenie nawozu przed niekorzystnym wpływem czynników zewnętrznych powodującego zmiany jakościowe i ilościowe, oraz zminimalizowanie zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt i środowiska związanych z rozproszaniem nawozu. W gospodarstwach rolnych zakupione nawozy powinny być przechowywane w specjalnych magazynach nawozowych w opakowaniach jednostkowych (kontenery elastyczne i worki w stosach) lub w przypadku nawozów wapniowych, luzem na pryzmach, przykryte materiałem nieprzepuszczalnym zabezpieczającym przed rozsypaniem, pyleniem i zmoknięciem. Zasady składowania powinny być zgodne z zaleceniami producenta i zasadami BHP (ilość warstw składowania, ochrona przeciwpożarowa). Nawozy mineralne pakowane są w różnej wielkości opakowania – worki 25kg, 50kg oraz kontenery elastyczne od 500 do 5000 kg (jedno- i wielokrotnego użytku) co wymusza odpowiednie zasady postępowania. Należy pamiętać, że również zużyte opakowania po nawozach wymagają odpowiedniego sposobu przechowywania i utylizacji w celu ograniczenia przedostawania się pozostałości nawozów do środowiska. Transport i przeładunek nawozów w obrębie gospodarstwa, jak również z gospodarstwa na pole stanowi kolejne ogniwo, w którym można ograniczyć

straty składników nawozowych do środowiska, poprzez wykorzystanie sprawnego sprzętu oraz staranność w wykonywaniu prac związanych z tymi czynnościami, aby zapobiec uszkodzeniu opakowań i rozsypywaniu nawozów. Dobrą praktyką, która może pomóc w zmniejszeniu zagrożeń związanych ze składowaniem nawozów mineralnych jest dokładne określenie aktualnego zapotrzebowania na te nawozy w gospodarstwie i ograniczenie ich długoterminowego magazynowania.

Zakres stosowania praktyki

Podstawowe zasady transportu i przechowywania nawozów oraz środków wspomagających uprawę roślin zostały określone w Ustawie z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu. Praktyki wykraczające poza ramy prawa powinny być ocenione pod kątem opłacalności kosztów w stosunku do korzyści dla środowiska.

Potencjalne efekty

Zastosowanie odpowiednio zabezpieczonych miejsc do składowania nawozów mineralnych i prawidłowe postępowanie z nimi na etapie gromadzenia i transportu, przyczyni się do ograniczenia powstawania i przedostawania się pierwiastków biogenych do wód gruntowych i powierzchniowych.

Uwagi – m.in. aspekty ekonomiczne, bariery w stosowaniu itd

Właściwe zarządzanie nawozami mineralnymi wymaga dużych nakładów na budowę magazynów i zakup specjalistycznego sprzętu do ich transportu i przeładunku. Powoduje to powszechne wykorzystanie środków tymczasowych i sprzętu nie wystarczająco dostosowanego do wykonywania prac.

4.4 Ograniczenie parowania z upraw

4.4.1 Systemy rolno-leśne

Cel praktyki

Ochrona przed parowaniem, erozją, spływem powierzchniowym. Wzrost zawartości węgla w glebie. Optymalizacja wykorzystania składników pokarmowych z głębszych warstw gleby. Poprawa różnorodności biologicznej obszarów wiejskich.

Opis praktyki

Produkcja roślinna lub zwierzęca współistnieje na tym samym obszarze z roślinnością drzewiastą/krzewami.

Nasadzenia w formie szpalerów drzew i krzewów z zachowaniem odstępów między rzędami drzew od 10 do 40 m oraz maksymalnych odstępów między drzewami 20 m. Maksymalna dozwolona ilość drzew na hektarze – 250 sztuk, przy sadzeniu 250 szt./ha. Minimalna ilość drzew – 60 szt./ha. 50% gatunków winny stanowić gatunki rodzime.

Zakres stosowania praktyki

Na gruntach ornych lub trwałych użytkach zielonych (sylwopastoralizm).

Potencjalne efekty

Podnoszenie odporności gospodarstw rolnych na zmiany klimatu, poprzez ochronę gleby i podnoszenie poziomu materii organicznej, poprawę warunków mikroklimatycznych upraw oraz zatrzymanie wody w gruncie. Podnoszenie dochodowości gospodarstw (dywersyfikacja produkcji) oraz konkurencyjności.

Uwagi

Wysokie koszty zaprojektowania i utrzymania systemu. Aspekty ekonomiczne z produkcji drzewnej są osiągnięte przynajmniej po kilkunastu latach. Wymaga specjalistycznej wiedzy. Obniżenie plonowania upraw pod drzewami. W przypadku leśno-pastwiskowego użytkowania niezbędna jest optymalizacja obsady zwierząt oraz zabezpieczenie drzew przed zgryzaniem.

4.4.2 Pasy przeciwwietrzne

Cel praktyki

Redukcja ewapotranspiracji z powierzchni pola uprawnego, ograniczanie zwiewania śniegu z pól i zwiększanie równomierności jego zalegania, ograniczanie erozji wodnej gleby, akumulacja węgla w glebie, wzbogacanie bioróżnorodności krajobrazu rolniczego.

Opis praktyki

Drzewa zasadzone w rzędzie lub w pasie w min. dwóch rzędach oraz rzędami krzewów na zewnątrz, co najmniej 60% (dla gleb piaszczystych V i VI klasy bonitacyjnej – min. 50%) udziału gatunków liściastych. Szerokość do 20 m. Pielęgnacja drzew (w tym cięcia) są kluczowe dla spełnienia celów ochronnych. W założeniach szpalerowych czy wąskich pasowych krzewy mogą być sadzone w linii drzew. W szerszych, wielorzędowych założeniach pasowych, dla wzmocnienia funkcji, linia krzewów powinna być wyznaczona na zewnątrz linii drzew a linia drzew o słabym wzroście (np. jarzębiny) pomiędzy linią drzew wysokich i linią krzewów. O ile jest to możliwe, zadrzewienie powinno być usytuowane prostopadle do kierunku dominujących wiatrów. Forma materiału nasadzeniowego – ukorzenione sadzonki kopane z gruntu lub

pojemnikowe albo nieukorzenione sztabry (np. dziki bez czarny, wierzby, topole) lub żywokoły (wierzby za wyjątkiem iwy). Dobór jedynie gatunków rodzimych, zgodnie z warunkami siedliskowymi, w przypadku krzewów musi w szczególności uwzględniać ich wymogi świetlne.

Zakres stosowania praktyki

Grunty orne.

Potencjalne efekty

Wprowadzenie zadrzewień na gruntach podatnych na susze, w szczególności na obszarach o niskiej lesistości znacznym udzia-
le gleb lekkich, spowoduje łagodzenie ekstremalnych warunków klimatycznych. Zadrzewienia korzystnie oddziałują na rozkład opadów oraz temperatur powietrza i gleby.

Uwagi

Wysoki koszt zaprojektowania, korzystne oddziaływanie drzew po kilku/kilkunastu latach od zasadzenia, zastosowanie na dużych powierzchniach pól, wyłączenie gruntów z produkcji rolniczej.

5. Dobre praktyki rolnicze na użytkach zielonych

5.1 Odwodnienia i nawodnienia podsiąkowe (grawitacyjne)

Cel praktyki

Regulacja stosunków powietrzno-wodnych poprzez utrzymanie optymalnej wilgotności gleby dla rozwoju i plonowania upraw przy jednoczesnej ochronie walorów przyrodniczych.

Zadaniem sieci melioracyjnej, na którą składa się system drenarski i/lub sieć rowów odwadniająco-nawadniających oraz budowle na tej sieci, takie jak studzienki kontrolne, wyloty drenarskie, zastawki, ma za zadanie stworzenie optymalnych warunków wilgotnościowych w glebie dla zwiększenia plonowania upraw. Zadanie to system melioracyjny spełnia prawidłowo wówczas, kiedy odprowadza nadmiar wód, szczególnie w okresie wczesnowiosennym, w tym podczas roztopów i tuż po nich, a także zatrzymuje wody po niewielkich opadach występujących w okresie wegetacji, szczególnie po dłuższych okresach bezopadowych.

Opis praktyki

W warunkach klimatycznych Polski, z uwagi na dużą zmienność wilgotności gleby wynikającą ze zmienności opadów i uzależnionego głównie od temperatury zróżnicowanego parowania terenowego w ciągu roku, zachodzi w wielu regionach kraju potrzeba stosowania nawodnień i/lub odwodnień. Konieczność ta potęgowana jest występowaniem coraz częstszych i dłuższych okresów suchych i mokrych.

Odwadnianie (drenowanie) polega na odprowadzaniu nadmiaru wody z profilu glebowego i obniżeniu poziomu wody gruntowej, co sprzyja poprawie warunków powietrznych (lepszemu napowietrzeniu) w wierzchniej warstwie gleby. Oznakami nadmiernego uwilgotnienia gleb mogą być:

- okresowe zastoiska wód na powierzchni terenu;
- zbyt wysoki poziom wody gruntowej w okresie wegetacji;
- zbyt powolne przesychnanie gleb;
- wymakanie roślin.

W Polsce, melioracje odwadniające najczęściej stosowane są glebach mineralnych. Odwadnianie prowadzi się za pomocą sieci rowów otwartych, głównie na trwałych użytkach zielonych i/lub sieci drenarskiej (system sączków, zbieraczy oraz studzienek drenarskich) w przypadku gruntów ornych. W praktyce spotykany jest także system mieszany, będący połączeniem sieci drenarskiej i sieci rowów otwartych, które pełnią tu rolę zbieraczy.

Odwadnianie należy rozpocząć, gdy woda gruntowa zalega powyżej poziomu drenów lub gdy zostanie przekroczona połowa pojemność wodna gleby. W wyniku tych działań uzyskujemy lepsze warunki zarówno dla rozwoju roślin uprawnych (systemy korzeniowe sięgają głębszych warstw profilu), jak również terminowego prowadzenia zabiegów agrotechnicznych i zbioru upraw.

Drenowanie szczególnie korzystnie wpływa na strukturę i właściwości fizyczne gleb ciężkich. Stają się one bardziej przewiewne, przepuszczalne i mają większą zdolność retencjonowania wody. Na zdrenowanych gruntach obserwowano także 2–3-krotne zmniejszenia spływów powierzchniowych powodujących erozję i wymywanie składników nawozowych z powierzchni gleby oraz łagodzenie fali powodziowej w rzekach.

Obserwowane zmiany klimatyczne objawiające się m.in. łagodniejszymi zimami – z mniejszą pokrywą śnieżną i mniej wilgotną wiosną w okresie roztopów oraz coraz dotkliwszymi suszami w okresach wegetacji roślin, skłaniają do zastępowania melioracji odwadniających, powszechnie stosowanych w przeszłości, melioracjami nawadniająco-odwadniającymi bądź stosowania melioracji nawadniających. Za właściwe uznać należy także modernizację istniejących systemów odwadniających na odwadniająco-nawadniające.

Nawadnianie podsiąkowe polega na regulowaniu uwilgotnienia profilu glebowego poprzez zmiany głębokości zalegania wody gruntowej. Na obszarze Polski, nawodnienia podsiąkowe mogą działać przy każdej ilości wody dyspozycyjnej. Warunkiem koniecznym w tego typu metodzie jest dostatecznie płytki poziom wody gruntowej oraz odpowiednio przepuszczalne gleby. W ramach systemu nawodnień podsiąkowych wyróżnia się:

- nawadnianie z regulowanym zmiennym poziomem wody gruntowej,
- nawadnianie ze stałym poziomem wody gruntowej,
- nawadnianie przez regulowanie (kontrolowanie) odpływu – wczesno wiosenne zamknięcie urządzeń piętrzących na rowach powoduje wysokie pozimowe stany wody gruntowej, zatrzymanie wody ze zlewni własnej oraz z opadów. Na skutek hamowanego odpływu poziom wody gruntowej obniża się wolniej.

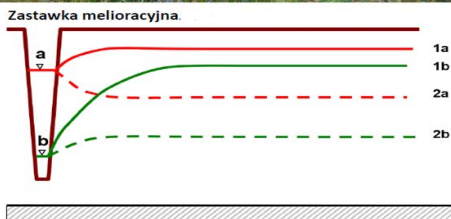
Zakres stosowania praktyki

Dobór systemu nawadniająco-odwadniającego zależy od lokalizacji obiektu względem cieku (jako potencjalnego źródła wody do nawodnień oraz odbiornika wód roztopowych i opadowych), rodzaju gleb, rodzaju upraw, ukształtowania terenu itp. Inwesty-

cja, bądź modernizacja istniejącej sieci wymaga zwykle wykonania projektu przez wyspecjalizowaną firmę. Odpowiednią poradę uzyskać można w gminie i w spółkach wodnych.

Nawodnienia podsiątkowe najczęściej wykorzystywane są na trwałych użytkach zielonych, położonych w płaskim terenie, o małych spadkach oraz przy stosunkowo płytkim zaleganiu wód gruntowych. Metoda ta charakteryzuje się niskimi kosztami eksploatacji, prostą obsługą i wysokim współczynnikiem wykorzystania wody, co powoduje, że ma powszechne zastosowanie na obszarach o zmiennej równowadze bilansu wodnego.

Nawodnienia metodą regulowanego odpływu stosowane są najczęściej w warunkach małych zasobów wody dyspozycyjnej, na obszarach użytkowanych ekstensywnie, często cennych przyrodniczo. Zamknięcie urządzeń piętrzących na rowach odpływowych w okresach wczesnowiosennych, przy dużych zapasach retencji poziomej, pozwoli zgromadzić wodę w profilu glebowym i zapewnić dobre warunki wodne w glebie w okresie letnim. Decyzja o terminach i wysokości piętrzenia wody zależy od głębokości zalegania wody gruntowej, intensywności użytkowania i walorów przyrodniczych. Piętrzenie wody można rozpoczynać po roztopach wiosennych, w marcu-kwietniu, a nawet jesienią poprzedniego roku. Urządzenia piętrzące pozostają zamknięte zazwyczaj przez cały sezon wegetacyjny i nawet w okresie sianokosów nie jest konieczne obniżanie poziomu wody gruntowej. Zastawki otwieramy tylko po dużych opadach, w momencie nadmiernego podniesienia poziomu wody gruntowej (Rysunek 26).



Rysunek 23. Działanie systemu melioracyjnego z regulowanym odpływem: a - podtrzymywany, wysoki poziom wody, b - naturalna gospodarka wodna; 1 - krzywa depresji wiosną, 2 - krzywa depresji latem (Rossa 2019b)

Nawodnienia ze stałym poziomem wody gruntowej rozpoczynają się, gdy zwierciadło wody gruntowej utrzymuje się na optymalnej głębokości lub nieco powyżej. W przypadku niedoborów wody, nawodnienia rozpoczynają się, gdy zwierciadło wody gruntowej znajdzie się na minimalnej głębokości. Pobór wody do nawodnień rozpoczyna się na przełomie kwietnia i maja. Aby częściowo obniżyć poziom wody gruntowej, na krótko przed sianokosami (3-7 dni) wstrzymuje się pobór wody z rzeki i otwiera zastawki. Po zbiorze ponownie spiętrza się wodę. W przypadku dobrej nośności powierzchni łąki piętrzenie w rowach można utrzymywać przez cały sezon wegetacyjny. W momencie poboru z rzeki tylko niewielkiej ilości wody, niewystarczającej do pokrycia niedoboru, podsiąk stały można poprzedzić regulowaniem odpływu przez zamknięcie zastawek w rowach. Regulowanie odpływu wody zimą i wczesną wiosną oraz nawadnianie metodą podsiąku stałego w okresie wegetacyjnym istotnie zwiększa ilość wody retencjonowanej w małych dolinach rzecznych.

Nawadnianie łąk dwukośnych w Polsce trwa średnio 45-50 dni przy pierwszym odroście oraz 55-60 dni przy drugim. W warunkach braku wody, w okresach o wysokiej temperaturze i przy długotrwałych okresach bezopadowych, stosuje się oszczędne gospodarowanie wodą poprzez ograniczenie pobór wody z rzeki. Stosuje się także praktyki okresowego wyłączenia z nawodnień tych obszarów, które mają lepsze właściwości podsiąku kapilarnego i mogą być zaopatrzone przez wody gruntowe. W pierwszej kolejności nawadnia się obiekty położone na glebach organicznych oraz obszary intensywnie użytkowane.

Nawodnienia metodą podsiąku stałego oszczędniej wykorzystują wody własnej zlewni i podawanej z ujęcia, ograniczenie zrzutów i wykorzystanie wody z roztopów i opadów. Rowy mogą być płytsze i rzadsze, a użytkowanie systemu melioracyjnego jest prostsze i tańsze niż w przypadku podsiąku zmiennego. Metoda podsiąku stałego jest lepiej dostosowana do obecnych możliwości organizacyjnych i finansowych rolników, zarówno pod względem inwestycyjnym jak i eksploatacyjnym.

Nawodnienia metodą podsiąku zmiennego stosowane są w przypadku bardzo intensywnego kośnego i kośno-pastwiskowego użytkowania oraz zbioru zielonki do produkcji suszu. Stosuje się je tylko gdy mamy do dyspozycji duże zasoby wody (np. na polderach). Po obniżeniu się zwierciadła wody gruntowej do maksymalnej dopuszczalnej głębokości zastawki zamyka się, a następnie rowy napełnia się wodą do poziomu 10-30 cm od powierzchni terenu. Po podniesieniu wody gruntowej do minimalnej głębokości zastawki się otwiera. Takie działania mają charakter cykliczny. Nawodnienia należy przerwać 7 dni przed sianokosami i ponownie je rozpocząć po zbiorze masy roślinnej i zabiegach pielęgnacyjnych.

Potencjalne efekty

Stosowanie nawodnień podsiąkowych przyczynia się do utrzymania zwierciadła wody gruntowej na poziomie optymalnym dla danej uprawy (utrzymanie wysokiego poziomu wody gruntowej nawet w latach bardzo suchych) i danego rodzaju gleb, co w efekcie końcowym prowadzi do zwiększenia plonów i wpływa korzystnie na ochronę gleby przed degradacją i jest ważnym elementem „małej retencji”, zwiększającym zasoby wodne w rolnictwie.

Jedną z głównych przyczyn kurczenia się powierzchni nawadnianych podsiąkowo jest brak ekonomicznej zachęty do zwiększenia produkcji pasz z użytków zielonych, co z kolei wynika z braku zainteresowania rozwojem hodowli zwierząt przeżuwających. Prowadzeniu melioracji nawadniających nie sprzyja również postępująca dewastacja urządzeń melioracyjnych, a koszty nowych inwestycji przekraczają możliwości finansowe pojedynczych rolników. Zaprzestanie eksploatacji i konserwacji systemów nawodnień podsiąkowych wpływa niekorzystnie nie tylko na produkcję rolną, lecz również na stan środowiska, powodując przesuszenie i zanikanie bagien, murszenie torfów, przekształcanie siedlisk roślin i zmiany bilansu wodnego.

Procesy mineralizacji gleb organicznych oraz zanikania torfowisk można ograniczać poprzez podnoszenie poziomu wody gruntowej. Wysoki poziom wody gruntowej sprzyja również obniżaniu emisji CO₂.

Uwagi

Zastosowanie systemu melioracji nawadniająco-odwadniających, poprzez właściwą regulację stosunków wodno-powietrznych w glebie prowadzi do zwiększenia plonów oraz redukcji ryzyka start spowodowanych suszami. Wyniki badań prowadzonych w Instytucie Melioracji i Użytków Zielonych w latach 2002–2006

wskazują na znaczną efektywność nawadniania podsiąkowego na plonowanie łąk w małych dolinach rzecznych.

Barierami w zastosowaniu może być trudność w dostępie do odpowiedniej ilości wody w latach suchych, szczególnie przy braku dostępu do zbiornika wodnego.

5.2 Przyrodnicze aspekty dobrych praktyk - ochrona śródpolnych wysp środowiskowych.

Utrzymanie zasobów wodnych na obszarach rolniczych oraz poprawa walorów przyrodniczych i zwiększenie biologicznej różnorodności krajobrazu rolniczego poprzez zachowanie śródpolnych wysp środowiskowych, w tym zadrzewień i oczek wodnych.

Cel praktyki

Celem praktyki jest popularyzacja idei utrzymywania na obszarach wiejskich istniejących zadrzewień oraz oczek wodnych i zachęcenia rolników do tworzenia nowych. Zadrzewienia i oczka wodne są najczęstszymi i najważniejszymi formami grupowych śródpolnych wysp środowiskowych. Mniejsze znaczenie mają miedze, zakrzaczenia, nasypy, małe obszary trawiaste czy wyrobiska poeksploatacyjne.

Zakres stosowania praktyki

Celem praktyki jest popularyzacja idei utrzymywania na obszarach wiejskich istniejących zadrzewień oraz oczek wodnych i zachęcenie rolników do tworzenia nowych wysp środowiskowych. Popularyzowanie wiedzy o pozytywnym wpływie śródpolnych wysp środowiskowych na zwiększenie retencji wodnej i wzbogacenie różnorodności biologicznej oraz krajobrazu powinno przyczynić się podniesienia świadomości ekologicznej i powszechnego

dążenia do utrzymania tych wysp w stanie naturalnym. Tam, gdzie obserwuje się już częściowo zdegradowane siedliska w wyniku działalności człowieka, powinno się próbować poprawić ten stan. Praktyka zachowania wysp środowiskowych nie ma ograniczeń w jej stosowaniu, a pozytywne efekty dla rolnictwa są szybko zauważalne.

Uwagi

Istnienie wysp środowiskowych, występującej w nich roślinności oraz obecnego w nich świata zwierzęcego jest uzależnione od działalności człowieka. Najczęściej niebezpieczeństwo to jest związane z wykonywaniem zabiegów agrotechnicznych zbyt blisko krawędzi wysp, które powodują uszkodzenia drzew i krzewów. Kolejnym zagrożeniem jest zbyt intensywna wycinka zadrzewionych form liniowych (przydroży, miedz i rowów melioracyjnych), likwidacja oczek poprzez ich zasypywanie. Do niszczenia szaty roślinnej przyczynia się także stosowanie biocydów na sąsiadujących polach.

Powinno się dbać o pozostawienie miedz, okrajków, pasów krzewów, zadrzewień, roślinności wzdłuż cieków, rowów melioracyjnych, dróg śródpolnych. Wpływają one pozytywnie na lokalny mikroklimat, gromadzą zapasy wody, zapobiegają erozji, filtrują zanieczyszczenia i tworzą korytarze ekologiczne i szlaki migracji dla zwierząt.

Pozytywny wpływ wymienionych powyżej elementów wysp środowiskowych szczególnie jest widoczny w okresach długotrwałej suszy. Zasoby wodne Polski są jednymi z najmniejszych w Europie. Szacuje się, że na terenie około 60% obszarów wiejskich opady są jednym źródłem wody dla upraw rolniczych. Każde działanie zwiększające zasoby retencyjne w kraju i hamujące zużycie zasobów wody dostępnej dla rolnictwa jest więc

szczególnie pożądane.

Zachowanie istniejących zadrzewień i zakrzewień oraz zachęcenie do tworzenia nowych wysp środowiskowych jest jednym z celów Wspólnej Polityki Rolnej państw Unii Europejskiej realizowanych poprzez płatności obszarowe. Wszyscy rolnicy korzystający z płatności bezpośrednich są zobligowani do dywersyfikacji upraw, utrzymania trwałych użytków zielonych (TUZ) oraz do utrzymania obszarów proekologicznych (EFA - ang. ecological focus area) w ramach tzw. zazielenienia. Szczegółowe regulacje prawne i finansowe są ustalane przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

5.2.1 Zadrzewienia

Cel praktyki

Zadrzewienia są często pozostałością fragmentacji ekosystemów leśnych, które z biegiem czasu uległy przekształceniom. Znacznie rzadziej są one efektem nasadzeń (Rysunek 27).



Rysunek 27. Przykład zadrzewień, miedz i pasów roślinności; źródło: <https://docplayer.pl/57691063-Zadrzewienia-srodpolne.html>

Już w starożytności, a także w późniejszych wiekach zauważono pozytywną rolę zadrzewień w tworzeniu lokalnych mikroklimatów. Sadzenie pasów zadrzewień było powszechnie stosowane na dużych obszarach rolnych dzisiejszej Ukrainy, Turcji, Rosji, Chin, gdzie ich głównym zadaniem było powstrzymanie erozji wietrznej i wodnej. Na ziemiach polskich jako pierwsi pasy zadrzewień wprowadzili osadnicy z Niderlandów na obszarze Żuław Wiślanych w XVI wieku. Podobne aleje zadrzewień pojawiły się licznie w XVIII wieku na terenie dawnych Prus. Prekursorem rolnictwa ekologicznego i kształtowania środowiska na obszarach wiejskich był generał Dezydery Chłapowski, który w latach 20-tych XIX wieku w swoim majątku w Turwii (obecnie woj. wielkopolskie), liczącym około 10 tys. ha, utworzył rozległy system zadrzewień. Efektem tego przedsięwzięcia był istotny wzrost produkcji rolniczej w jego gospodarstwie. 100 lat później na terenie Polski, już po odzyskaniu niepodległości, przeprowadzona została jedna z największych akcji zadrzewiania. Przez okres 10 lat posadzono ponad 5,5 milionów drzew. Po drugiej wojnie światowej, począwszy od lat 50-tych rozpoczęto tzw. gospodarkę zadrzewieniową, kiedy każdej wiosny rozdawano miliony sadzonek drzew i krzewów. Jednak akcja ta nie była zbyt popularna i w konsekwencji ilość nowych nasadzeń szybko zmalała.

Opis praktyki

W krajobrazie wiejskim wyróżnia się kilka rodzajów zadrzewień: pojedyncze, rzędowe, pasowe, grupowe, kępowe oraz powierzchniowe. Istotne znaczenie ma fakt, że zadrzewienia śródpolne ograniczają straty wody z gleby średnio o 25% i spowalniają tempo topnienia śniegu, co jest istotne dla odtwarzania pozimowych zapasów wody glebowej. Pasy zadrzewień hamują prędkość wiatru i zacieniają, co przyczynia się do zmniejszenia

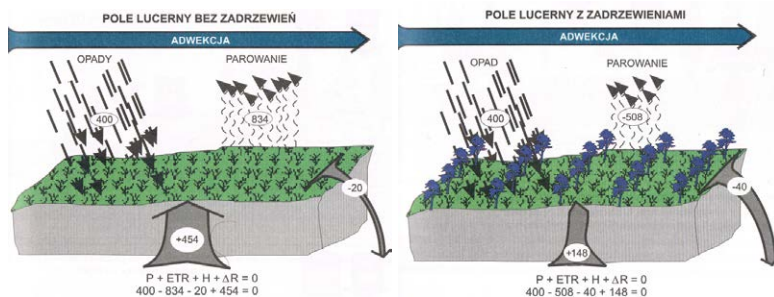
parowania z powierzchni gruntu. Przy zmiennym ukształtowaniu terenu pasy zadrzewień ograniczają sploty powierzchniowe, przez co większa ilość opadów ma szansę wsiąknąć w glebę jednocześnie zwiększając odpływ podziemny. Pasy drzew i krzewów przeciwdziałają również erozji wodnej (problem ten dotyczy 20% powierzchni Polski), a więc wymywaniu gleby podczas intensywnych opadów. Zdolność zwiększenia pojemności wodnej gleb pod korzeniami drzew skutkuje wzmocnieniem się struktury gleby, przez co jest ona bardziej zasobna w materię organiczną.

Potencjalne efekty

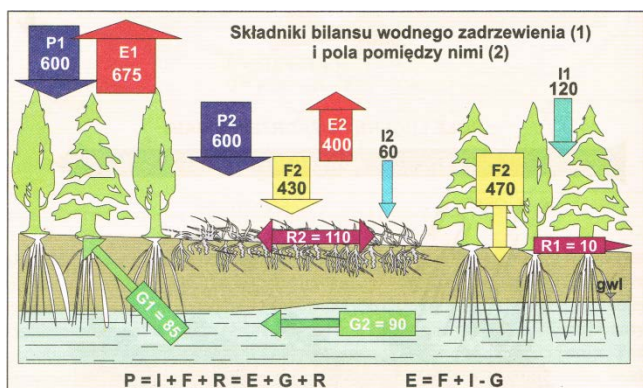
Pozytywna rola zadrzewień szczególnie ujawnia się w czasie napływu suchych i jednocześnie ciepłych mas powietrza, który powoduje silny wzrost parowania potencjalnego i rzeczywistego (nawet o 100 mm). Zadrzewienia pozwalają zmniejszyć ten negatywny skutek o prawie połowę i w ten sposób zmniejszyć straty w końcowym plonie. Badania wykazały, że wpływ zadrzewień na strukturę bilansu wodnego pola zależy także od typu upraw polowych. W przypadku upraw mających małe wymagania wodne (uprawy zbożowe) wpływ ten jest znacznie mniejszy niż w przypadku upraw reagujących silnie na niedobory wodne, takich jak lucerna czy buraki cukrowe (rys. 28 i 29). Można przyjąć, że im więcej zadrzewień polnych, tym większa oszczędność wody w krajobrazie rolniczym, zwłaszcza w okresach suchych.

Istotne znaczenie ma również funkcja oczyszczania wód przez pasy zadrzewień. Są one są zdolne przechwytywania biogenów z wody przesączającej się przez strefy zasięgu systemów korzeniowych tych roślin. W wodach gruntowych pod zadrzewieniami spadek koncentracji azotanów aż o 97%, a fosforanów o 25%. Ponadto zaobserwowano redukcję stężenia metali ciężkich i innych szkodliwych związków chemicznych, w tym pozostałości

pestycydów. Podobną rolę, choć nieco mniej skutecznie pełnią również łąki, a także rosące wzdłuż cieków wodnych pasy roślin zielnych i krzewów.



Rysunek 28. Wpływ zadrzewień na bilans wodny pola lucerny w warunkach adwekcji; źródło: Kędziora, 2005.



Rysunek 29. Wpływ sieci zadrzewień na strukturę bilansu wodnego pól uprawnych; P - opady, E - ewapotranspiracja, I - intercepcja, F - wsiąkanie w glebę, R - spływ powierzchniowy; źródło: Kędziora, 2005.

Zadrzewienia pełnią również funkcje klimatyczne. Ich obecność powoduje obniżenie temperatury powietrza, przy jednoczesnym wzroście jego wilgotności. Jest to spowodowane transpiracją wody z powierzchni blaszek liściowych. W określonych warunkach atmosferycznych z liści jednego drzewa może wyparować nawet

300 litrów na dobę. Warto też wspomnieć, że drzewa i krzewy w procesie fotosyntezy wykorzystują dwutlenek węgla, w zamian uwalniając tlen i w ten sposób uczestniczą również w redukcji gazów cieplarnianych. Jedno niewielkie drzewo wytwarza rocznie około 100 kg tlenu.

Na koniec warto podkreślić istotną funkcję przeciwoerozyjną zadrzewień i zakrzewień, które zmniejszają siłę wiatru nawet do 70% (średnio o 20%), co ogranicza wywiewanie cząstek materii organicznej z pól (rys. 4).



Rysunek 30. Przykład erozji wietrznej. Źródło: Internet ogólnodostępny

Uwagi

Obecność zadrzewień powoduje obniżenie temperatury powietrza, przy jednoczesnym wzroście jego wilgotności, co szczególnie docenia się w okresach długotrwałych susz. Zasoby wodne Polski w porównaniu z innymi krajami europejskimi są niewielkie i w dużym stopniu uzależnione od opadów. Ciepłe i bezśnieżne zimy, niemal coroczne susze w okresie letnim powodują straty w gospodarce człowieka i w przyrodzie. Straty finansowe spowodowane zmianami klimatu już w tej chwili dotyczą nasz kraj i wyniosły w 2015 r. ponad 1 miliard złotych. Straty te są trudne

do oszacowania i mogą być znacznie wyższe. Z kolei straty niematerialne, takie jak chociażby straty w środowisku naturalnym są nieodwracalne, a ich skutki mogą okazać się katastrofalne dla przyrody jaką znamy. Z tych powodów tak ważne są działania polegające na zwiększaniu zasobów retencyjnych Polski, m. in. poprzez zwiększanie ilości zadrzewień oraz uwzględnianie ich roli przy tworzeniu zabezpieczeń przeciwpowodziowych.

Czy wiesz, że zadrzewienia śródpolne:

- Ograniczają siłę wiatru nawet o 70%,
- Zmniejszają straty wody z gleby średnio o 25%,
- Są w stanie przechwycić do 97% azotanów i 25% fosforanów,
- Stanowią miejsce życia ok 250 gatunków pszczoł i 60 gatunków ptaków
- Obecność zadrzewień śródpolnych ogranicza straty wody z gleby średnio o 25%,
- Grupy drzew i krzewów spowalniają tempo topnienia śniegu, co jest istotne dla odtwarzania poziomów wód gruntowych,
- Hamują prędkość wiatru i zacieniają, co ogranicza parowanie z powierzchni gruntu
- Pasy zadrzewień ograniczają spływy powierzchniowe, przez co więcej wody ma szansę wsiąknąć w glebę,
- Korzenie drzew wzmacniają strukturę gleby i jest ona bardziej zasobna w materię organiczną, dzięki czemu posiada większą pojemność wodną,
- Obecność zadrzewień powoduje obniżenie temperatury powietrza, przy jednoczesnym wzroście jego wilgotności

5.2.2 Oczka wodne

Oczka wodne powstały w wyniku wielowiekowych procesów przekształcania się środowiska naturalnego lub w wyniku działalności człowieka. Wiek antropogenicznych zbiorników wodnych, będącymi młodymi środowiskami wodnymi, nie przekracza najczęściej 100-150 lat, a nawet wynosi mniej. Do takich młodych zbiorników zalicza się stawy poeksploatacyjne, powstałe w dawnych żwirowiskach i kopalniach piasku. Wszystkie wymienione formy zbiorników wodnych wpływają ograniczająco na spływ zanieczyszczeń do otwartych cieków wodnych. Wyróżnia się trzy typy śródpolnych oczek wodnych: o odkrytym całkowicie, częściowo zarośniętym i okresowo wysychającym lustrze wodnym.



Rysunek 32. Przykłady śródpolnych oczek wodnych. Źródło: Internet ogólnodostępny

Obserwowane od lat 80. XX wieku zmiany klimatu powodują, że coraz częściej pojawiają się okresy suszy meteorologicznej,

glebowej i hydrologicznej. Ich skutkiem jest zasychanie oczek wodnych, które stają się przeważnie płytkimi i bezodpływowymi zbiornikami wodnymi, oraz zarastanie tafli wolnej, co prowadzi do trwałego obniżenia poziomu wody. Coraz rzadziej obserwuje się oczka wodne wypełnione przez cały rok; najczęściej wypełnienie następuje tylko zimą i wiosną.

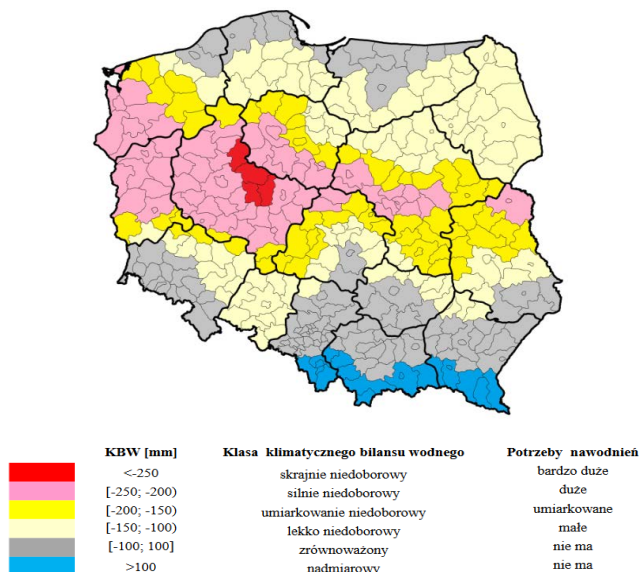
Rola oczek wodnych w gospodarce wodnej na obszarach rolniczych jest uzależniona od zmieniających się warunków klimatycznych. W okresach lub latach, kiedy oczka są zalane wodą, spełniają one rolę zbiorników małej retencji. Wówczas pozytywnie oddziałują na sąsiednie pola uprawne i dostarczają niezbędne zasoby wilgoci dla gleby. Z powodu coraz częstszych okresów suszy hydrologicznej, tylko w sporadycznych i najczęściej krótkich okresach wzmożonych opadów śródpolne oczka wodne mogą być naturalnymi zbiornikami wody pobieranej do nawodnień, do celów przeciwpożarowych. Badania prowadzone w różnych krajach wykazały, że śródpolne oczka wodne lub śródpolne torfowiska podnoszą wilgotność powietrza terenu otaczającego, działają ochładzająco w porze dziennej i ocieplają powietrze nocą. Zróżnicowanie szaty roślinnej śródpolnych oczek wodnych jest uzależnione od warunków geomorfologicznych, trofii wód (czyli produktywności biologicznej zbiorników wodnych) oraz układu roślinności. Na obszarach intensywnej gospodarki rolnej, prowadzonej wokół śródpolnych oczek wodnych, szczególnie cenne są zakrzewienia zlokalizowane przy tafli wodnej i na obrzeżach zbiorników. Jest to naturalna bariera dla biogenów spływających do wód oczek.

Istnienie oczek wodnych jest uzależnione nie tylko od zmian klimatu, lecz również od działalności człowieka. Na szczęście coraz rzadziej obserwuje się likwidację oczek poprzez zasypywanie zagłębień, ich zanieczyszczenie ich ściekami lub wylewaną gno-

jownicą, a także wycinkę roślinności występującej w strefie brzegowej. Niekiedy stają się one też zbiorowiskami różnego rodzaju śmieci, gruzu, porzuconych maszyn rolniczych.

6. Dobre praktyki w nawadnianiu

W celu przeciwdziałania negatywnym skutkom niedoborów wody w uprawach rolnych i trwałych użytkach zielonych oraz uzupełnienia zasobów wody dostępnej dla roślin stosuje się nawodnienia. W Polsce stosowanie nawodnień cały czas ma charakter interwencyjny. Najważniejszym czynnikiem w ocenie potrzeb nawadniania jest czynnik klimatyczny. Na rysunku 29 przedstawiono mapę Polski prezentującą przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego w okresie wegetacyjnym i wynikających z niego potrzeb nawadniania.



Rysunek 24 Przestrzenny rozkład klimatycznego bilansu wodnego KBW i oceny klimatycznych uwarunkowań potrzeb nawodnień w okresie wegetacyjnym (kwiecień-wrzesień) (Łabędzki, 2017 r.)

W ostatnich latach obserwuje się wzrost powierzchni nawadniającej w Polsce (Rocznik Statystyczny, 2019). Na przestrzeni lat 2010-2018 zanotowano ponad 2,5% wzrost nawodnień. Największy udział w nawadnianiu powierzchni użytków rolnych i leśnych mają nawodnienia powierzchniowe. Dane szacunkowe z 2019 roku pokazują, że stosowanie nawodnień deszczownianych w porównaniu z rokiem 2018 wzrosło o 54%. W tabeli 11 przedstawiono wartości pobranej wody do nawodnień rolniczych w 2017 r.

Tabela 11. Pobór wody do nawodnień rolniczych w 2017 (Rocznik Statystyczny, 2019)

Sposób nawadniania	Powierzchnia nawadniana		Pobór wody	
	Ha	%	dm ³	%
Podsiąk	61 020	88,2	77 852	94,8
Deszczownie	7 812	11,3	3 652	4,4
Zalew	193	0,3	278	0,3
Ogółem	69 196	99,8	82 131	99,6

Obecnie zachętą/ułatwieniem do stosowania nawodnień są dotacje na inwestycje w nawadnianie w rolnictwie, przyznawane w ramach programu „Modernizacji gospodarstw rolnych” w ramach poddziałania „Wsparcie inwestycji w gospodarstwach rolnych” objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014 -2020 (Dz. U., poz. 1371 z późn. zm.).

Aktualnie dotacja na nawadnianie w gospodarstwie rolnym wynosi do 100 tys. złotych, przy czym dofinansowanie stanowi 50% kosztów, a dla młodego rolnika 60% kosztów.

Uzyskane dotacje mają być przeznaczone przede wszystkim na 1) operacje/działania ulepszające już istniejące instalacje nawadniające; 2) operacje powiększające obszar nawadniania; 3)

operacje jednocześnie powiększające obszar nawadniania oraz ulepszające już istniejące instalacje.

Ubiegając się o dotacje na nawadnianie, w przypadku ulepszenia istniejących instalacji, trzeba będzie doprowadzić do oszczędności wody na poziomie co najmniej 10%. Z tego powodu każda z inwestycji będzie musiała mieć zainstalowane urządzenie do pomiaru zużycia wody.

Minimalny poziom kosztów inwestycji powinien wynieść 15 tys. złotych.

W ramach uzyskanej dotacji rolnik będzie mógł sfinansować:

- wykonanie ujęcia wody na potrzeby nawadniania (studnie, zbiorniki);
- zakup nowych maszyn i urządzeń do poboru wody, pomiaru zużycia wody;
- nabycie urządzeń do magazynowania, uzdatniania i odzyskiwania wody;
- zakup urządzeń lub nowych instalacji do rozprowadzania wody;
- zakup sprzętu komputerowego i oprogramowania na potrzeby nawadniania w gospodarstwie;
- nabycie oraz montaż nowych systemów nawadniających;
- opłaty za patenty lub licencje;
- opłaty za opracowanie dokumentacji technicznej.

6.1 Precyzyjne nawadnianie

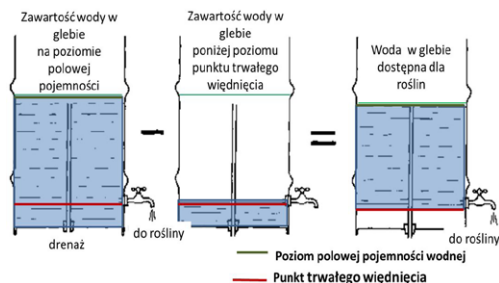
Od wielu lat najczęściej stosowaną przez rolników w praktyce metodą określania potrzeb nawodnień pozostaje metoda organoleptyczna oparta na obserwacji stanu uwilgotnienia gleby (dotyk) bądź stanu rośliny (wzrokowa ocena stanu rośliny). Organoleptycznie rolnik jest w stanie z grubsza ocenić na podstawie własnego

doświadczenia, kiedy nawadniać. Decyzja ile nawadniać zwykle opiera się na założeniu wysycenia gleby wodą, tj. nawadnianiu do pełnej pojemności wodnej gleby, której osiągnięcie objawia się pojawianiem zastoisk wody na powierzchni gleby.

Metoda organoleptyczna jest dalece niedoskonała. Po pierwsze rolnik decyduje wyłącznie na podstawie własnego doświadczenia, niepopartego jakimkolwiek pomiarem bezwzględnym wilgotności gleby, po drugie często po okresie posuszonym opady deszczu zwilżają tylko wierzchnią część poziomu orno-próchniczego, więc ocena uwilgotnienia powierzchni gleby może sugerować dostatek wody, podczas gdy 5 cm poniżej warstwy uwilgotnionej występuje przesuszenie profilu glebowego. Podlewanie uprawy do osiągnięcia nasycenia gleby jest zarówno nieekonomicznie, jak i szkodliwe dla środowiska. Woda z gleby nasyconej (wszystkie kapilary i pory nasycone wodą) odcieknie zwykle w ciągu 1 doby do wód gruntowych, pozostawiając w glebie zawartość wilgoci odpowiadającą połowej pojemności wodnej. Rolnik traci całą tę nadmiarową objętość wody wraz z nawozami łatwo rozpuszczalnymi, jak potasowe i azotowe, które trafiają do wód gruntowych, zanieczyszczając je.

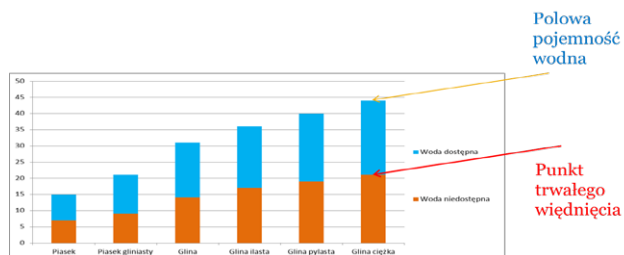
- Ilość dostępnej wody w glebie opisywana jest poziomami wilgotności:
- Punkt trwałego wędnięcia (PTW);
- Punkt połowej pojemności wodnej (PPW);

Zależności między tymi poziomami pokazuje Rysunek 25. Pełną pojemność wodną gleby reprezentuje górny brzeg beczki na rysunku. Różnica między pojemnością pełną i PPW odcieka z nasyconej gleby w ciągu około 24h (pionowa linia drenażu na rysunku). Między zieloną linią oznaczającą pojemność połową (PPW) a czerwoną linią punktu trwałego wędnięcia (PTW) znajduje się woda dostępna dla roślin, przy czym im bliżej PTW tym



Rysunek 25 Woda dostępna w glebie. Źródło: Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO, 2004)

trudniej roślinie pobierać wodę z gleby. Generalnie należy unikać obniżania wilgotności gleby w strefie korzeniowej poniżej połowy zawartości wody dostępnej, przy czym każdy gatunek i odmiana roślin uprawnych ma swoje optimum procentowego wykorzystania wody dostępnej, przy którym jest najwyższy przyrost biomasy i najwyższa odporność na choroby. Również poprzez zabiegi agrotechniczne można zwiększyć zdolność retencyjną danej gleby. Każdy gatunek gleby (piasek, glina, pył lub ił) ma swoją charakterystykę układu progów wilgotności PTW i PPW.



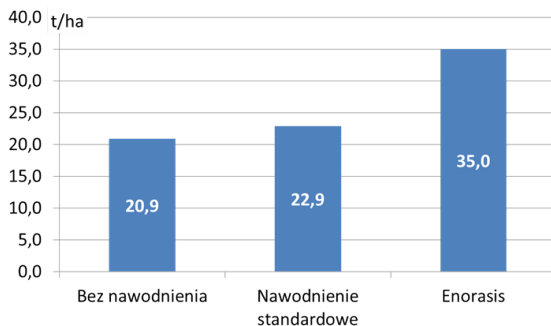
Rysunek 26. Poglądowe wartości wody dostępnej dla roślin (wilgotność względna objętościowa wyrażona w %) w różnych glebach. Źródło: United States Department for Agriculture (USDA, xx)

Jak widać na rysunku 26, wilgotność na poziomie 15% oznacza w przypadku piasku połowę pojemność wodną, zaś w przypadku glin jest poniżej punktu trwałego wędnięcia.

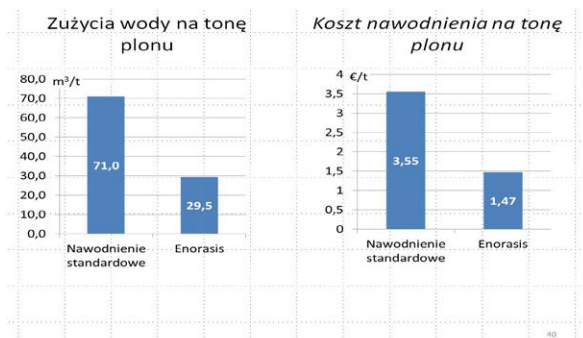
Precyzyjne nawadnianie obejmuje precyzyjne określenie terminu i dawki nawodnieniowej, ale ponieważ dawki te najsilniej zależą od uziarnienia (gatunku) gleby, najważniejsze jest dobre rozpoznanie gleb w danym gospodarstwie i wyznaczenie stref nawodnieniowych oraz przestrzenne zróżnicowanie dawek (strefowanie nawodnień).

W warunkach Polski mamy wiele obszarów polodowcowych z mozaiką gleb, gdzie nierzadko spotyka się klasę II obok klasy VI w obrębie jednego pola. Strefowanie pod kątem nawodnień jest przydatne również w wyznaczaniu stref pod kątem nawożenia i płodozmianów.

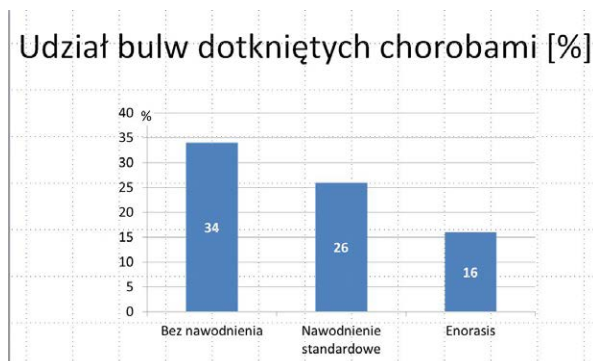
Można osiągnąć szybszy zwrot i znaczne oszczędności wody dzięki zastosowaniu zaawansowanych systemów obliczania dawek nawodnieniowych opartych o sieci czujników. Dzięki ciągłemu monitoringowi wilgotności w strefie korzeniowej i zaawansowanym technikom obliczeniowym aplikacji na smartfon, możliwe jest dopasowanie terminu i dawki nawodnienia ściśle do potrzeb rośliny przy danym gatunku gleby, a nawet pełna automatyzacja nawadniania. Pozwala to nie tylko radykalnie zmniejszyć zużycie wody i koszty z tym związane, ale również zwiększyć wielkość i jakość plonu w porównaniu z niezrównoważonym nawadnianiem. Przykładem niech będzie wykorzystanie systemu ENORASIS na ziemniaku na piasku gliniastym mocnym pylastym w niekorzystnym roku 2014 (Rysunek 27, Rysunek 28, Rysunek 29, Rysunek 30). Dopasowanie poziomu wilgotności gleby ściśle do gatunku gleby i potrzeb rośliny uprawnej powoduje, że rośliny rozwijają się w optymalnych warunkach, co przynosi maksymalizację plonu i wzrost odporności na choroby. Widać to zarówno w wysokości plonowania, jak i jakości plonu w porównaniu do uprawy nawadnianej na maksymalne parowanie (nawadnianie standardowe). Uzyskana oszczędność wody obrazuje, jak marnowana jest woda w nawodnieniach niezoptymalizowanych.



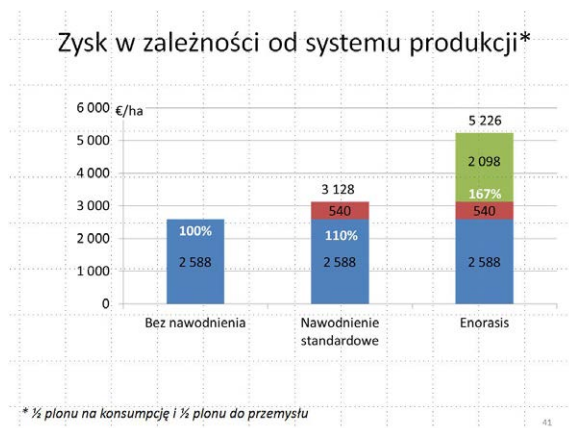
Rysunek 27. Plon ziemniaka w roku 2014 (IUNG)



Rysunek 28. Zużycie wody na plantacji badawczej ziemniaka w roku 2014 (IUNG)



Rysunek 29. % bulw dotkniętych chorobami przy różnych wariantach nawadniania (doświadczenie ENORASIS z 2014 roku) (IUNG)



Rysunek 30. Analiza ekonomiczna zastosowania nawodnienia precyzyjnego na plantacji badawczej ziemniaka w roku 2014 (% koloru białego dotyczy plonu, liczby w kolorze czarnym dotyczą zysku w €) (IUNG, 2014)

6.1.1. Strefowanie nawodnień

Cel praktyki

Wyznaczenie stref o różnej pokrywie glebowej, dla których nawadnianie i nawożenie będzie liczone odrębnie.

Opis praktyki

Strefy można wyznaczyć następującymi sposobami:

Własnoręcznie na podstawie mapy ewidencji gruntów i budynków z naniesionymi klasami bonitacji gleb. Jest to metoda bardzo zgrubna, ale nie generuje kosztów, poza zakupieniem wyrysów mapy ewidencji w powiatowym ośrodku dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej.

Precyzyjne wyznaczenie stref, zlecając ich utworzenie specjalistycznej firmie doradczej, która na podstawie zdjęć satelitarnych lub lotniczych oraz uzupełniających prób glebowych precyzyjnie wyznaczy zasięgi stref.

Aby należycie ustawić nawodnienia i nawożenie należy dodatkowo pobrać próby glebowe w środku każdej strefy i oznaczyć w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej skład granulometryczny gleby oraz zawartość próchnicy. Badania tego nie trzeba powtarzać częściej niż co 5 lat.

Zakres stosowania praktyki

Wszystkie użytki rolne

Potencjalne efekty

Dokładne wyznaczenie stref sprawia, że zużywa się optymalną ilość wody dla danej gleby. Gleba nie jest nadmiernie przemywana ani przesuszana i rośliny mają optymalne warunki wzrostu, zachowując maksymalną odporność oraz zdolność budowania plonu. Do tak wyznaczonych stref można dopasowywać precyzyjnie normy siewu oraz wysiewu nawozów lub fertygacji.

Uwagi

Dokładne wyznaczenie stref zlecone specjalistycznej firmie generuje koszty na poziomie do 2000 złotych za hektar, jednak ceny tego typu usług spadają systematycznie z roku na rok. Koszty strefowania można obniżyć w trakcie rejestracji w systemach zarządzania gospodarstwem (Np. eAgronom, FarmCloud), gdzie zwykle dystrybutor systemu dokonuje strefowania na etapie rejestracji pól użytkownika.

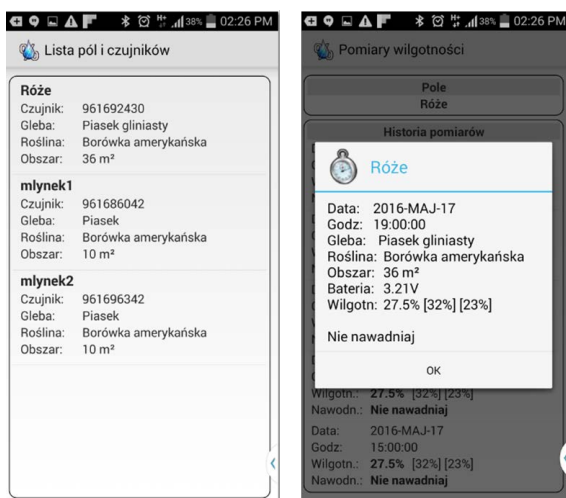
6.1.2. Nawadnianie na podstawie pomiaru wilgotności gleby

Cel praktyki

Precyzyjne nawadnianie tylko wtedy kiedy zachodzi potrzeba i tylko tyle, ile potrzebuje roślina do optymalnego plonowania.

Opis praktyki

Bezpośredni pomiar wilgotności gleby w strefie korzeniowej roślin umożliwia jednoznaczną ocenę bieżącej wilgotności gleby oraz określenie deficytu wody w podłożu. Metoda ta umożliwia utrzymywanie wilgotności ściśle w zakresie optymalnym dla danego gatunku i odmiany rośliny uprawnej. Ponadto pozwala na automatyzację nawadniania na zadaną wilgotność docelową. Dawkę potrzebnej do nawadniania wody można precyzyjnie wyliczyć lub nastawić system na wyłączenie, gdy wilgotność gleby osiągnie zadaną wartość. W nowoczesnych systemach wspomagania nawodnień w obrębie systemu korzeniowego instalowane są na stałe czujniki, a pomiar wykonywany jest w odstępach godzinowych, wartości liczbowe z kolei odczytuje się w smartfonach, które na bieżąco przeliczają wilgotność na optymalną dawkę nawadniania dla danego stanowiska (Rysunek 31).



Rysunek 31. Przykład aplikacji Android do wspierania decyzji w nawodnieniach na polu testowym

Instalacji czujników dokonuje sam rolnik na zadanej dla danej uprawy i gleby głębokości (Rysunek 32, Rysunek 33).

Liczba czujników dla gospodarstwa powinna odpowiadać liczbie stref. Zwykle wystarczy 1 zestaw (2 czujniki) na strefę, lecz jeśli strefy są duże i położone w urozmaiconym terenie należałoby zwiększyć liczbę czujników.



Rysunek 32. Instalacja czujników wilgotności gleby na ziemniaku, gleba piasek gliniasty mocny pylasty. (fot. R. Wawer)



Rysunek 33. Czujniki z bezprzewodowym przekaźnikiem umieszczone w uprawie ziemniaka

Zakres stosowania praktyki

Nawadniane użytki rolne

Potencjalne efekty

Oszczędność wody nawet 10-krotna w stosunku do praktyk zalewania upraw (pomiar dla maliny na glebie lekkiej) do pojawienia się zastoisk na powierzchni, sugerujących całkowite wypełnienie gleby wodą, co jest niestety częsta praktyką.

Wzrost roślin w optymalnych dla nich warunkach, utrzymywanych dzięki ciągłemu pomiarowi wilgotności gleby i dopasowaniu dawki do gleby i rośliny, umożliwia osiągnięcie maksymalnej naturalnej odporności roślin na patogeny, plony wysokiej jakości oraz maksymalizację plonu. Dla ziemniaka zyski z uprawy są 2-krotnie wyższe w stosunku do uprawy nienawadnianej i o 67% wyższe od uprawy nawadnianej, dla której dawki zostały ustalone na podstawie maksymalnego dziennego parowania (ewapotranspiracji).

Uwagi

Precyzyjne nawadnianie sterowane wilgotnością gleby znacznie oszczędza wodę, energię oraz nakład pracy ludzkiej. W porównaniu do powszechnie stosowanych przez rolników praktyk nawadniania do pełnej pojemności wodnej gleby, oszczędność wody może być aż 10-krotna (wyniki dla maliny na słabej glebie o dużej ociekalności). Zysk generowany z uprawy nawadnianej wg wilgotności gleby w uprawie ziemniaka był o około 67% większy od uprawy nawadnianej na podstawie wyliczeń maksymalnego parowania dziennego, co przy cenach systemów wspierania decyzji na poziomie od 2500 do 6000zł pozwala zwrócić się inwestycji w jednym sezonie z plonu 1 ha uprawy.

Podczas zakupu systemu wspierania decyzji należy zwrócić uwagę, czy system podaje dawki nawodnieniowe. Podanie wy-

łącznie samej wilgotności gleby nie daje żadnej informacji o aktualnym stresie wodnym w glebie and o dawce koniecznej do jego pokrycia (patrz rys. 26).

Zastosowanie sterowania zdalnego i/lub automatycznego zaworami, oferowane przez nowoczesne systemy, pozwala również na uwolnienie się od konieczności ciągłego pobytu w gospodarstwie.

Minusem zastosowania czujników, nawet w konfiguracji radiowej (bezprowadowej) jest konieczność ich instalacji na początku sezonu na uprawach jednosezonowych i raz na uprawach wieloletnich (Rysunek 32).

W 2015 r., w dwóch gospodarstwach monitorowanych za pomocą czujników wilgotności gleby prawie zabrakło wody. W 2016 r. sytuacja się powtórzyła. Jeśli po wodę sięgną również sąsiednie gospodarstwa, a może się to okazać nieuniknione, intensywne pobieranie wody z wód gruntowych czy powierzchniowych może spowodować, że nikt w okolicy nie będzie mógł zapewnić wody dla upraw przez cały sezon. Odnawianie zasobu wód gruntowych trwa długo: miesiące, a nawet lata (głębsze poziomy wodonośne np. te eksploatowane przez wodociągi, mogą odnawiać się przez dziesięciolecia), a wobec braku zbiorników małej retencji i coraz rzadszego występowania śnieżnych zim, odnowa zasobów wodnych może trwać jeszcze dłużej.

Ponadto należy spodziewać się wdrożenia opłat za korzystanie z wody dla celów rolniczych, czego wymagają zapisy Dyrektywy Wodnej UE, co wiązać się będzie również z zaostrzeniem kontroli korzystania z wody, opomiarowaniem poboru i ulgami dla tych rolników, którzy wykażą, że optymalizują zużycie wody. Już w tej chwili wymagania oszczędzania wody są wdrażane w rolnictwie ekologicznym i certyfikowanym (np. w GlobalGap). Stosowanie nawadniania precyzyjnego już niedługo stanie się zapewne koniecznością dla wszystkich upraw nawadnianych.

6.2. Wskazania dotyczące planowania nawodnień – zastosowanie harmonogramu nawadniania i różnych systemów nawadniania

6.2.1 Planowanie nawadniania (harmonogram nawodnień upraw polowych i użytków zielonych)

Cel praktyki

Racjonalne i oszczędne gospodarowanie zasobami wody, efektywne wykorzystanie wody do nawadniania, ograniczenie ewapotranspiracji (parowania z powierzchni gleby i transpiracji roślin), optymalizacja plonu (uzyskanie optymalnego i wyrównanego pod względem ilości i jakości plonu). Celem praktyki jest również wspomaganie decyzji dotyczących określania potrzeb wodnych roślin oraz terminów i dawek nawadniania (kiedy i ile).

Opis praktyki

Jest to ważna praktyka przyczyniająca się do oszczędnego gospodarowania zasobami wody, tym bardziej, że wzrasta zainteresowanie rolników nawadnianiem upraw, do którego w coraz większym stopniu wykorzystywane są zasoby wód gruntowych. Korzystanie z wód gruntowych jak i powierzchniowych do nawadniania jest regulowane ustawą Prawo Wodne z dnia 20 lipca 2017 r. (Dz. U. z 2020 r., poz. 310 z późn. zm.).

Przy planowaniu nawodnień niezbędna jest wiedza o następujących czynnikach:

- potrzeby wodne roślin – specyficzne dla konkretnych upraw. W tabeli 12 przedstawiono potrzeby wodne różnych gatunków roślin uprawnych i sadowniczych w okresie ich wegetacji;

- elementy meteorologiczne – dobowe wartości temperatury i wilgotności powietrza, prędkości wiatru, promieniowania słonecznego i opadu atmosferycznego, zarówno aktualne jak i prognozowane na najbliższe kilka dni. Są one niezbędne do określenia potrzeb wodnych roślin, w szczególności do określenia bieżącego zapotrzebowania na wodę poszczególnych upraw (w okresie między kolejnym nawodnieniem) oraz pomocne do określenia jednorazowej dawki nawodnieniowej;
- gleba – właściwości retencyjne. Każda gleba posiada specyficzne dla niej zdolności do zatrzymywania wody, ważne jest poznanie ich przed przystąpieniem do nawadniania, w szczególności wartości wilgotności gleby odpowiadające połowej pojemności wodnej (PPW), punktu trwałego więdnięcia (PTW) oraz ilość wody dostępnej dla roślin w warstwie korzeniowej lub profilu gleby (0-100 cm). Właściwości te określa się jeden raz na kilka / wiele lat przy pomocy specjalistów w tym zakresie;
- system i metoda nawadniania – parametry i wydajność zastosowanego systemu nawodnieniowego.

Przez zapotrzebowanie upraw rolniczych na wodę rozumie się ilość wody potrzebną do osiągnięcia określonego efektu produkcyjnego (uzyskania określonego plonu końcowego). Zapotrzebowanie na wodę zależy od właściwości danego gatunku roślin i wielkości plonu końcowego oraz od warunków meteorologicznych występujących w okresie wegetacji rośliny.

Planowanie nawadniania pozwala dostarczać wodę w taki sposób i w ilościach, aby uniknąć niedostatecznego lub nadmiernego nawadniania upraw. Dlatego ważna jest wiedza dotycząca potrzeb wodnych roślin (Tabele 12 i 13) oraz odpowiedź na pytania kiedy, jak często i w jakich ilościach nawadniać. Harmonogram

nawadniania powinien być dostosowany do warunków meteorologicznych i glebowych. Należy monitorować w szczególności temperaturę powietrza i opady atmosferyczne, śledzić informacje dotyczące prognozy pogody na najbliższe dni oraz monitorować stan i fazę rozwoju roślin i wilgotność gleby z wykorzystaniem przyrządów i technik informacyjnych, takich jak zainstalowane na polu czujniki, sondy profilowe i tensjometry. Pomocne w podejmowaniu decyzji może być korzystanie z wyników uzyskanych z zastosowaniem modeli matematycznych oraz zobrazowań tele-detekcyjnych.

Tabela 12. Potrzeby wodne wybranych gatunków roślin uprawnych i użytków zielonych w Polsce. Źródło: Łabędzki i in., 2007.

Roślina	Okres wegetacji	Potrzeby wodne, mm
Pszenica ozima	kwiecień-lipiec	270-300
Jęczmień jary	kwiecień-sierpień	360-370
Kukurydza na ziarno	kwiecień-wrzesień	450-480
Rzepak ozimy	kwiecień-lipiec	350-400
Buraki cukrowe	kwiecień-wrzesień	500-550
Ziemniaki wczesne	kwiecień-lipiec	280-330
Ziemniaki późne	kwiecień-wrzesień	430-480
Marchew	maj-wrzesień	480-530
Warzywa wczesne	maj-lipiec	250-400
Warzywa późne	maj-wrzesień	500-600
Łąki 3-kośne i lucerna	kwiecień-wrzesień	450-500

Tabela 13 Potrzeby wodne wybranych gatunków roślin ogrodniczych w Polsce. Źródło: Rolbiecki, 2018.

Roślina	Zakres średniej temperatury (V-IX), °C	Potrzeby wodne, mm
Brzoskwinia	15-17	440-560
Czereśnia	14-17	460-620
Grusza	14-17	500-710
Jabłoń	14-17	540-780
Śliwa	14-17	560-800
Winorośl	15-17	380-500

Miarą potrzeb wodnych i zużycia wody przez rośliny jest ewapotranspiracja, czyli parowanie z powierzchni gleby (ewaporacja) i pokrywających ją roślin (transpiracja). Wielkość ewapotranspiracji zależy od aktualnych warunków meteorologicznych, rodzaju i aktualnej wilgotności gleby oraz gatunku roślin i aktualnej fazy ich wzrostu i rozwoju. O zdolności atmosfery do pochłaniania pary wodnej w danych warunkach meteorologicznych z powierzchni referencyjnej (np. powierzchnia wody lub równomierna, jednolita powierzchnia traw w warunkach optymalnego zaopatrzenia w wodę) świadczy ewapotranspiracja wskaźnikowa (ET_o). W warunkach klimatycznych Polski maksymalne wartości ET_o notowane są najczęściej w okresie letnim, w szczególności w czerwcu i lipcu, przewyższając nawet wartość 6 mm na dobę. Rodzaj i aktualny stan rozwoju roślin determinowany jest wartością współczynnika roślinnego (kc). Współczynnik roślinny jest bezpośrednio związany z faktycznym etapem rozwoju. Jego wartości zmieniają się w ciągu sezonu wegetacji i są różne dla poszczególnych gatunków roślin. Jego zmiany dobrze odzwierciedlają zobrazowania teledetekcji.

Zawartość wody dostępnej dla roślin retencjonowana w glebie zależy od jej struktury / rodzaju / składu granulometrycznego.

Gleby lekkie z przewagą piasków charakteryzują się mniejszą pojemnością wodną i zdolnością do zatrzymywania wody niż gleby ciężkie z przewagą glin. Na przykład w profilu gleby 0-100 cm udział wody dostępnej dla roślin wynosi od <75-100 mm na glebach piaszczystych (przepuszczalnych) do 175->200 mm na gliniastych.

Okresy krytyczne dla roślin

Zapotrzebowanie roślin na wodę jest różne w poszczególnych fazach rozwojowych – zwiększa się wraz z przyrostem zielonej masy i rozwojem części wegetatywnych. Największe zapotrzebowanie zwykle przypada na okres krytyczny danej rośliny, czyli taki, w którym niedobór wody powoduje największe zahamowanie przyrostu i rozwoju. Niedobory wodne upraw rolniczych powstają wówczas, gdy zapotrzebowanie na wodę nie jest w pełni pokryte przez opady i zapas wody łatwo dostępnej dla roślin w glebie. Stres wodny w okresie krytycznym może spowodować nieodwracalną stratę plonu lub znaczne obniżenie wielkości plonu oraz jego jakości.

Stres może być spowodowany również nadmiernym uwilgotnieniem gleby i zawartością powietrza poniżej 6-10% w warstwie korzeniowej.

Poniżej (Tabela 14) przedstawiono okresy krytyczne dla wybranych gatunków roślin, odpowiadające fazom wzrostu i rozwoju, w których są największe potrzeby wodne. W niniejszej pracy wykorzystano opracowania jednostek naukowych w Polsce oraz zagranicą dotyczących strefy klimatycznej, w której znajduje się Polska.

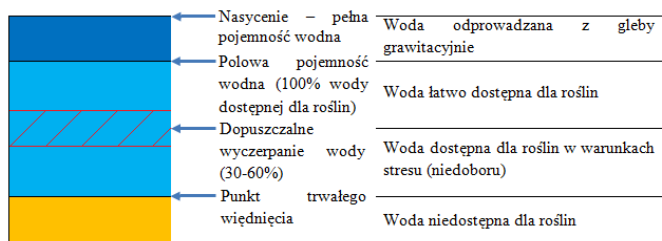
Nawadnianie w okresach krytycznych zapewnia najbardziej efektywne wykorzystanie wody przez rośliny.

Tabela 14 Okresy krytyczne stresu wodnego dla wybranych gatunków roślin i dopuszczalne wyczerpanie wody

Roślina	Okres krytyczny	DWW (w%)
Zboża i oleiste	Kwitnienie, wczesny rozwój ziarna i nasion, wczesny etap dojrzałości woskowej. Mniej wrażliwe na suszę we wczesnym okresie wegetacji.	40-60
Kukurydza (ziarno) Kukurydza (słodka)	Kwitnienie, wczesny rozwój ziarna i nasion, wczesny etap dojrzałości woskowej. Mniej wrażliwe na suszę we wczesnym okresie wegetacji. Podczas końcowego okresu dojrzewania możliwe wyczerpanie wody (DWW) do 80%.	50 40-50
Burak cukrowy	Około miesiąc po wschodach, tworzenie korzeni spichrzowych. Mniej wrażliwe na wystąpienie krótkich okresów umiarkowanego stresu suszy. Nadmierne nawodnienie jesienią powoduje obniżenie zawartości cukru.	50
Ziemniaki	Kwitnienie, tworzenie bulw i ich powiększanie. Mniej wrażliwe na wystąpienie krótkich okresów umiarkowanego stresu suszy.	35-50
Fasola	Kwitnienie, rozwój strąków (od kwitnienia do zbioru)	40
Cebula, sucha	Tworzenie pędu spichrzowego.	30-40
Warzywa (gł. korzeni < 60cm)	Kontrolowany dostępnością wody dla roślin.	30-35
Warzywa (gł. korzeni > 60cm)	Kontrolowany dostępnością wody dla roślin.	35-40
Rośliny łąkowe (trawy, motylkowe)	Rozwój wegetatywny do kłoszenia	40-50
Drzewa owocowe	Kwitnienie i zawiązywanie owoców, okres wzrostu i powiększania owoców oraz dwa tygodnie przed zbiorem (szczególnie pestkowe)	50
Winogrono	Od kwitnienia do zbioru	40-50
Krzewy owocowe (żurawina, borówka)	Od kwitnienia do zbioru	40-50

Oznaczenia: DWW - dopuszczalne wyczerpanie wody dostępnej dla roślin (w %)

Dopuszczalne wyczerpanie dostępnej wody glebowej definiuje się jako procent, o który może zostać wyczerpana całkowita zawartość wody dostępnej dla roślin w strefie korzeniowej gleby w okresie między kolejnymi terminami nawadniania, nie powodująca stresu wodnego roślin. Nie można dopuścić do wyczerpania zapasów wody do granicy punktu trwałego wędnięcia (PTW). Na rysunku 34 granice wody dostępnej dla roślin, wykorzystywanej w planowaniu nawodnień zaznaczono kolorem jasnoniebieskim.



Rysunek 34 Zapasy wody w glebie (retencja glebowa) (Źródło: opracowanie własne na podstawie <https://extension.umn.edu/irrigation/basics-irrigation-scheduling>)

Kiedy prowadzić nawodnienie:

- gdy wilgotność gleby mieści się w zakresie wody dostępnej dla roślin, nie można dopuścić do wyczerpania zapasów wody do granicy punktu trwałego wędnięcia (PTW);
- należy zwrócić szczególną uwagę na okresy krytyczne w rozwoju roślin;
- jeśli możliwe – w dzień pochmurny, ze względu na mniejsze straty wody na parowanie niż w dzień słoneczny;
- w godzinach od późnego popołudnia do rannych, z pominięciem okresów w ciągu dnia z największym usłonecznieniem i najwyższą temperaturą;
- przy niewielkim wietrze.

W Polsce najwyższe wartości temperatury w ciągu dnia notowane są w godzinach wczesno-popołudniowych, to znaczy 14-15 (15-16 czasu letniego). Nawadnianie w godzinach wieczornych spowalnia parowanie (mniej są straty wody).

Wysoka temperatura, duże usłonecznienie, duża prędkość wiatru zwiększają parowanie.

Planując nawodnienia, należy określić wielkość plonu gwarantującą opłacalność produkcji. W dalszej kolejności należy:

oszacować potrzeby wodne roślin, z uwzględnieniem aktualnej fazy wzrostu i rozwoju;

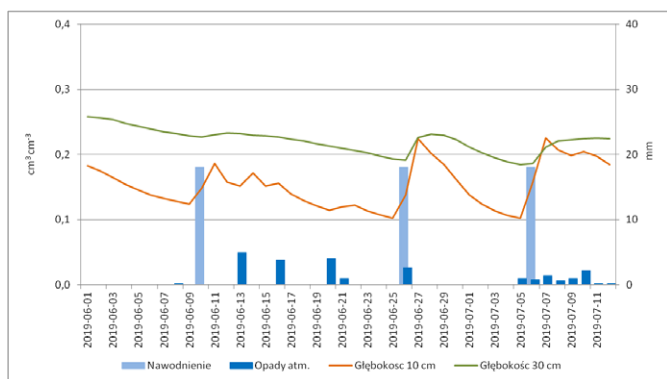
- oszacować maksymalną wielkość i czas trwania jednorazowej dawki znając głębokość systemu korzeniowego uprawy oraz wydajność systemu nawodnieniowego;
- pojedyncza dawka nie powinna być za duża, aby nie dopuścić do nadmiernego uwilgotnienia, co może wiązać się z niedostatecznym natlenieniem warstwy korzeniowej i/ lub nadmiernym parowaniem;
- kontrolować wilgotność gleby;
- kontrolować aktualne i prognozowane na najbliższe dni warunki meteorologiczne.

Zakres stosowania praktyki

Praktyka ma szczególne zastosowanie w uprawach sadowniczych, uprawach polowych warzyw oraz nawadnianiu w szklarniach. Zmieniające się warunki klimatyczne, postępujący wzrost temperatury powietrza, powodujący zwiększenie ewapotranspiracji oraz długotrwałe okresy posuszne wpływają na wzrost zainteresowania rolników prowadzeniem nawodnień. Zwiększa się zainteresowanie nawadnianiem przez rolników prowadzących uprawy polowe, zwłaszcza ziemniaków, buraka cukrowego, kukurydzy, roślin korzeniowych (marchew, pietruszka, seler), warzyw

liściastych i naciowych, roślin strączkowych a także na użytkach zielonych. Niejednokrotnie podejmowane są również nawodnienia zbóż, rzepaku oraz innych roślin oleistych i wysokobiałkowych roślin strączkowych.

Na rysunku 35 przedstawiono przebieg wilgotności gleby ($\text{cm}^3\cdot\text{cm}^{-3}$) na głębokości 10 i 30 cm rejestrowanej z wykorzystaniem sondy profilowej z transmisją danych na polu produkcyjnym na Kujawach w ciągu sześciu tygodni latem 2019 r. Na wykresie zaznaczono również terminy i dawki (mm) nawodnienia oraz dobowe wartości opadu atmosferycznego. Nawodnienie stosowano w okresach wyczerpania od 40 do >50% wody dostępnej dla roślin.



Rysunek 35. Zmierzona objętościowa zawartość wody ($\text{cm}^3\cdot\text{cm}^{-3}$) w glebie na głębokości 10 i 30 cm, dawki nawodnienia i opady atmosferyczne - pole produkcyjne pietruszki naciowej, 1VI-12VII 2019 r.

Wnioski i rekomendacje

Zboża jare i kukurydza na ziarno najefektywniej wykorzystują wodę przy ograniczonym nawadnianiu na początku sezonu (faza wegetatywna) i zwiększonym w okresie od kwitnienia do wypełniania ziaren i dojrzałości wczesnowoskowej.

Plon roślin korzeniowych i bulwiastych (np. buraki cukrowe, ziemniaki) oraz użytków zielonych (lucerna i trawy) bardziej zależy od warunków klimatycznych i zużycia wody w całym sezonie wegetacji niż od stresu w określonym stadium wzrostu określonej fazy wzrostu i rozwoju.

Buraki cukrowe są umiarkowanie wrażliwe na stres wodny, z wyjątkiem okresu wczesnego wzrostu. Rośliny efektywniej wykorzystują wodę przy zastosowaniu dawek większych z mniejszą częstością (zasilenie całego profilu gleby na początku okresu stresu). Buraki cukrowe przystosowują się do ograniczonego nawadniania, wykorzystując głęboko zmagazynowaną wodę glebową. Nawadnianie buraków cukrowych można zmniejszyć od połowy lipca. Prawdopodobieństwo zmniejszenia się plonu cukru jest bardzo małe przy zastosowaniu takiej praktyki i ostatnim dużym nawodnieniu na początku sierpnia oraz zaprzestaniu nawadniania trzy do czterech tygodni przed zbiorem.

Plony ziemniaków wysokiej jakości można osiągnąć poprzez utrzymanie równomiernie wysokiego poziomu dostępnej wody przez cały sezon uprawy. Krótkie okresy stresu trwające od czterech do pięciu dni nie obniżają znacząco plonów ani nie pogarszają jakości ziemniaków. Produkcja ziemniaków jest bezpośrednio związana z wykorzystaniem wody przez rośliny między wschodem a defoliacją.

Plon lucerny i traw jest bezpośrednio związany z dostępnością wody i rzeczywistym zużyciem wody przez rośliny. Można uzyskać wzrost plonu siana na każdy centymetr zastosowanej dawki wody do nawadniania. Większość odmian lucerny i traw poddanych stresowi suszy, przejdzie w stan spoczynku, co znacznie zmniejszy zużycie wody i produkcję. Dzięki nawodnieniu uprawy te wznawiają wzrost.

Potencjalne efekty

Planowanie nawodnień z wykorzystaniem technik informacyjnych, takich jak modelowanie matematyczne, prognoza pogody, teledetekcja, czujniki lub połączenie tych metod, może prowadzić do poprawy efektywności wykorzystania wody. Wielkość opadów ma duży wpływ na zawartość wody w glebie i oszacowanie bieżących potrzeb nawadniania. Niestety prognozy opadów nadal charakteryzują się najmniejszą sprawdzalnością spośród innych elementów meteorologicznych. Dokładna prognoza tego parametru skutkuje dokładniejszym prognozowaniem zapotrzebowania upraw na wodę na kilka następnych dni.

Potencjalne korzyści planowania nawodnień:

- wzrost i stabilizacja (optymalizacja) wielkości plonu oraz jego jakości; efektywne i bardziej racjonalne wykorzystanie wody, mniejsze zużycie wody na wyprodukowanie masy plonu z jednostki powierzchni;
- oszczędność wody i energii;
- optymalizacja poniesionych kosztów produkcji i większa ich przewidywalność;
- zdobycie i poszerzenie praktycznej wiedzy;
- poprawa warunków i organizacji pracy oraz wzrost konkurencyjności gospodarstwa.

Potencjalne zagrożenia to:

- koszty związane z utrzymaniem infrastruktury nawodnieniowej;
- brak umiejętności (trudności z interpretacją dostarczanej informacji np. z czujników wilgotności gleby lub modeli matematycznych szacujących aktualne potrzeby wodne roślin);
- niepoprawna decyzja nawodnieniowa;
- niechęć do innowacji i nowych technologii.

Uwagi

Planowanie nawadniania często wiąże się z odpowiedzią na pytanie czy budowa lub odnowienie infrastruktury nawodnieniowej i jej stosowanie są opłacalne. Nawadnianie to jedna z prac agrotechnicznych, do zastosowania której niektórzy rolnicy podchodzą z niepewnością. Zadają pytanie, czy warto inwestować w system nawadniania w warunkach klimatu Polski, który charakteryzuje się dużą i częstą zmiennością warunków meteorologicznych, na przykład po długotrwałych okresach posusznych następują okresy intensywne opadów atmosferycznych.

Problemy dotyczące nawadniania zostały omówione z interesariuszami (rolnicy indywidualni, grupy producentów rolnych, spółki wodne, doradcy rolni, jednostki naukowe, przedstawiciele administracji samorządowej i rządowej) z województwa kujawsko-pomorskiego podczas warsztatów i bezpośrednich spotkań w ramach projektu o akronimie OPERA (OPERA, 2019). Zainteresowanie nawadnianiem jest duże, ale istnieją ograniczenia, które przedstawiono poniżej.

Ograniczeniem w poprawie efektywności wykorzystania wody do nawadniania według rolników i podmiotów zarządzających wodą są problemy administracyjno-prawne i ekonomiczne (ponad 90% respondentów).

Bariery (ograniczenia) ekonomiczne: wysokie koszty poboru wody i energii elektrycznej, wysokie koszty inwestycyjne (sprzęt do nawadniania, wiercenie studni, dystrybucja wody, amortyzacja), brak form finansowania (dotacji) na instalacje nawadniające, ryzyko zwrotu inwestycji, wysokie planowane (wynikające z nowej Ustawy Prawo Wodne) koszty poboru wody do nawadniania w rolnictwie, brak katalogu najlepszych rozwiązań technicznych i organizacyjnych, które zostałyby sprawdzone w warunkach polowych.

Bariery (ograniczenia) administracyjne lub prawne: długotrwałe i skomplikowane procedury wydawania pozwoleń wodnoprawnych, brak wiedzy na temat procedur administracyjnych, brak wsparcia dla rolników przy sporządzaniu dokumentacji instalacji nawodnieniowych, wysokie koszty administracyjne, stronnictwo w wydawaniu pozwoleń na pobór wody, ograniczenia w poborze wody, zbyt duża biurokracja.

Zwrócono uwagę na brak prognoz potrzeb wodnych dla roślin uprawnych; zwiększenie prawdopodobieństwa konfliktów z innymi użytkownikami wody w społecznościach lokalnych w związku z pobieraniem wód gruntowych do nawadniania, użytku domowego i pojenia zwierząt, szczególnie w perspektywie zmiany klimatu. Grupa osób podkreśliła problem jakości wody.

Spośród proponowanych metod zwiększania efektywności wykorzystania wody w nawadnianiu najbardziej preferowanymi oczekiwaniami (przez wszystkich respondentów) są: poprawa infrastruktury nawodnieniowej oraz doskonalenie strategii nawadniania. Do zmiany gatunków lub odmian roślin uprawnych oraz zwiększenia gęstości siewu zainteresowani podchodzą z większą ostrożnością, jako główne ograniczenia wymienili koszty ekonomiczne i niepewność prognoz dotyczących potrzeb (popytu) rynku.

Do planowania nawodnień przydatny może okazać się internetowy lub w postaci aplikacji system wspomagania decyzji nawodnieniowych. Wśród proponowanych opcji informacji, które powinny znaleźć się w narzędziu doradczym, najbardziej preferowane są prognozy zapotrzebowania na wodę w okresie nawadniania (90%) oraz bieżące koszty nawadniania (83%). Ponad 70% respondentów wymieniło porady dotyczące zarządzania ograniczeniami wodnymi oraz porady dotyczące kosztów związanych z energią wykorzystywaną do nawadniania, a także porady

dotyczące gatunków i odmian odpornych na suszę (uprawy alternatywne). Najmniej ważną opcją były porady dotyczące zachęt. Oznacza to, że rolnicy nie potrzebują motywacji do nawadniania i są świadomi problemu niedoboru wody w swoim regionie oraz potrzeb związanych z nawadnianiem.

Ograniczeniem w planowaniu nawadniania są również: niedoskonałe prognozy meteorologiczne, w szczególności prognozy opadu atmosferycznego (nawet kilkudniowe są obciążone dużym błędem); brak wiedzy i szkoleń dotyczących właściwości retencyjnych gleb oraz zastosowania i interpretacji odczytów z aparatury do pomiaru wilgotności gleby jak również informacji pochodzącej z teledetekcji (zdjęcia satelitarne i z dronów).

Opłaty za usługi wodne związane z nawodnieniami rolniczymi dotyczą poboru wód w formie opłaty zmiennej, w zależności od ilości pobieranej wody w ramach pozwolenia wodnoprawnego albo pozwolenia zintegrowanego. Za korzystanie z wody do nawadniania gruntów i upraw nie ponosi się opłaty stałej. Nie ponosi się również opłaty za pobieraną do nawadniania wodę powierzchniową. Jednostkowe stawki opłat zostały określone w rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 22 grudnia 2017 r. w sprawie jednostkowych stawek opłat za usługi wodne (Dz. U. poz. 2502).

Obecnie opłata za pobór wody do celów rolniczych lub leśnych na potrzeby nawadniania gruntów i upraw, pobieranej za pomocą urządzeń pompowych wynosi 0,05 zł za 1 m³ pobranych wód podziemnych.

Do celów rolniczych lub leśnych na potrzeby nawadniania gruntów i upraw, pobieranej za pomocą urządzeń pompowych górna jednostkowa stawka wynosi 0,15 zł za 1 m³ pobranych wód podziemnych (Ustawa, Prawo Wodne z dnia 20 lipca 2017 r.). Poniżej przedstawiono treści Ustawy dotyczące tego zagadnienia.

Opłaty za usługi wodne uiszcza się za pobór wód podziemnych lub wód powierzchniowych (Ustawa Prawo Wodne, Art. 268 ust. 1 pkt 1).

Opłata za usługi wodne za pobór wód składa się z opłaty stałej oraz opłaty zmiennej uzależnionej od ilości wód pobranych. Opłaty stałej nie ponosi się za pobór wód do celów rolniczych lub leśnych na potrzeby nawadniania gruntów i upraw oraz na potrzeby chowu i hodowli ryb (Art. 270. 1., 2.).

Górne jednostkowe stawki opłat za usługi wodne wynoszą (Art. 274 pkt 3b i 3c):

3) za pobór wód w formie opłaty zmiennej, w zależności od ilości pobieranej wody w ramach pozwolenia wodnoprawnego albo pozwolenia zintegrowanego:

b) do celów rolniczych na potrzeby zaopatrzenia w wodę ludzi i zwierząt gospodarskich, w zakresie niebędącym zwykłym korzystaniem z wód:

- 0,10 zł za 1 m³ pobranych wód podziemnych,
- 0,05 zł za 1 m³ pobranych wód powierzchniowych,

c) do celów rolniczych lub leśnych na potrzeby nawadniania gruntów i upraw, pobieranej za pomocą urządzeń pompowych – 0,15 zł za 1 m³ pobranych wód podziemnych.

Przykładowe koszty instalacji nawodnieniowych (z października 2020 r.):

- Koszt robót geologicznych z wierceniem studni głębinowej – około 145 tys. zł.
- Koszt wykonania studni wraz z montażem pompy – około 65-80 tys. zł do głębokości 100-110 m oraz około 50-60 tys. zł do głębokości 50 m.
- Wykonanie ziemnego zbiornika retencyjnego – około 150-160 tys. zł.

- Koszt zakupu instalacji nawodnieniowej kroplowej – około 30-50 tys. zł na 1 ha
- Koszty zakupu deszczowni szpulowej – około 60-90 tys. zł., automatyczne sterowniki do precyzyjnego zaprogramowania dawek nawodnieniowych to koszt około 10 tys. zł. Koszty deszczowni zależą również od długości i średnicy węża.

Planując nawodnienia należy uwzględnić zainstalowanie zarówno liczników wody jak i energii wykorzystywanej do pompowania wody.

Rekomendacje

Poprawa i utrzymanie (naprawy, konserwacja) infrastruktury nawodnieniowej (pompy; sprzęt - deszczownie, linie kroplujące; wydajność aplikacji nawadniania) oraz przestrzeganie programu planowania nawadniania może prowadzić do znacznej redukcji kosztów zarówno wody jak i energii wykorzystywanej w systemach nawadniania ciśnieniowego (deszczownie, linie kroplujące).

Zbyt wczesne lub nadmierne w stosunku do potrzeb roślin dostarczanie wody prowadzi do nieefektywnego nawadniania. Zbyt często decydenci zajmujący się nawadnianiem wolą „nawadniać w razie wątpliwości” zamiast planować nawadnianie na podstawie monitorowania wilgotności gleby i mierzonych potrzeb wodnych roślin.

Zapas wody dostępnej dla roślin (ZWD) jest ważnym czynnikiem glebowym w planowaniu nawadniania. Dopuszczalne powinno być tylko częściowe wyczerpanie ZWD. W przypadku większości roślin uprawianych na glebach gliniasto-piaszczystych wyczerpanie może stanowić 50% bez stresu wodnego roślin. W przypadku większości warzyw pożądane jest mniejsze wyczerpanie, na poziomie około 30%.

Utrzymywanie wody w glebie w pożądanym zakresie (wody dostępnej dla roślin) powinno zapewnić oczekiwany plon i jakość. Wpływ niedostatku wody na plon i jakość zależy od tego, jak duży i w jakim okresie występuje deficyt wody w danej uprawie.

Stosowanie nadmiernych dawek wody do nawadniania, może przyczynić się do zmniejszenia plonu i pogorszenia jego jakości.

Inne czynniki, takie jak brak dostępnych składników odżywczych, pierwiastków śladowych i niekontrolowana aktywność szkodników, mogą ograniczać plony. Nadmiar wody do nawadniania może wyplukiwać istotne składniki odżywcze roślin oraz niektóre pestycydy i ich metabolity poniżej strefy korzeniowej. Jest to szczególnie istotne w przypadku azotanów, które są dość mobilne w wodzie. Nadmiar wody do nawadniania przesączający się poniżej strefy korzeniowej może również zanieczyścić wody gruntowe.

6.2.2 Zastosowanie różnych typów systemów nawodnieniowych – kroplowych i deszczownianych

6.2.2.2 Nawodnienia kroplowe

Cel praktyki

W ostatnim czasie najpopularniejszym rodzajem nawodnień są nawodnienia kroplowe (kropelkowe) zaliczane do nawodnień umiejscowionych. Polegają na rozprowadzaniu wody w postaci pojedynczych kropel lub strużek. Stosowanie nawodnień kroplowych umożliwia precyzyjne sterowanie dostarczaną wodą w zależności od fazy rozwojowej danej rośliny oraz zasięgu jej systemu korzeniowego.

Opis praktyki

Woda dostarczana jest roślinom punktowo, za pomocą kroplowników umiejscowionych na przewodach – taśmach kroplujących rozłożonych na ziemi. Zwilżenie gleby i zasilenie wodą obejmuje bezpośrednio strefę korzeniową roślin. Woda dostarczana jest do systemu korzeniowego roślin w małych dawkach, co wpływa na jego optymalne nasycenie wilgocią.

Zakres stosowania praktyki

Nawodnienia kropłowe cechują się wysoką efektywnością nawadniania. Wykorzystuje się je głównie do nawadniania sadów owocowych, jagodników i szkótek, upraw warzywniczych uprawianych na gruntach ornych, jak i pod osłonami.

Systemy nawodnień kropłowych mogą być montowane zarówno na, ponad, jak i pod powierzchnią gleby (tzw. nawadnianie wgłębne), a topografia (ukształtowanie) planowanego do nawadniania obszaru nie stanowi żadnej przeszkody podczas instalacji tych systemów. Ten rodzaj nawodnień można stosować niezależnie od warunków atmosferycznych, nawet przy wietrznej pogodzie.

Ten rodzaj nawodnień wymaga znacznie mniejszych dawek wody, natomiast częstotliwość ich stosowania jest większa.

W trakcie wykonywania nawodnień za pomocą systemów kropłowych bez przeszkód można wykonywać inne zabiegi pielęgnacyjne w uprawie czy zbiory. Dystrybucja wody jest możliwa przy każdej pogodzie.

Potencjalne efekty

Główne zalety nawadniania kropłowego to przede wszystkim:

- wysoka efektywność nawadniania – mała ilość wody zużyta na jednostkę wyprodukowanego plonu,

- niższe straty wody na ewaporację w porównaniu do systemów deszczownianych, a w przypadku systemów kroplowych wgłębnych straty ograniczone są prawie do zera,
- zapewnienie optymalnego nawodnienia korzeni, ogranicza wysychanie i gnicie w wyniku nadmiaru wody,
- możliwość jednoczesnej aplikacji nawozów do gleby,
- ograniczenie rozprzestrzeniania chorób – zastosowane dolistnie środki grzybo- i owadobójcze nie spływają do gleby.

Uwagi

W nawodnieniach kroplowych notujemy wysoką oszczędność zarówno wody, jak i energii, co szczególnie dostrzegalne jest przy wprowadzaniu automatyzacji tych nawodnień. Straty wody przy mikronawodnieniach wynoszą 2-3%, a zużycie energii jest 4-5 razy mniejsze.

Metoda ta daje możliwość stosowania rurociągów nisko i średniociśnieniowych i jest odporna na zmiany ciśnienia w tych przewodach.

Wadą stosowania tego typu nawodnień jest wysoka wrażliwość na jakość wody powodująca zatykanie się kanałów, zakraplaczy i taśm kroplujących najczęściej w wyniku zassania drobnych stałych cząstek substancji chemicznych i organicznych oraz roślinnych (korzeni). Powoduje to konieczność stosowania dość dokładnych filtrów wody przy zasilaniu, aby zapobiec zapchaniu kroploowników.

Podczas nawadniania kroplowego starszego sadu można oszczędzić w granicach 20-40% wody w porównaniu z deszczowaniem, natomiast w sadzie młodym nawet dwukrotnie więcej (50-80%).

6.2.2.3 Nawodnienia deszczowniane

Cel praktyki

Elastyczne gospodarowanie wodą poprzez stosowanie dowolnych dawek polewowych o dużej częstotliwości dawkowania. Podstawowym celem stosowania deszczowania jest uzupełnienie niedoborów wodnych roślin, a tym samym przerwanie suszy glebowej. Dodatkowo wykorzystywane są do nawożenia nawozami mineralnymi, rozdeszczowywania ścieków, nawodnień zabiegowych umożliwiających inne zabiegi agrotechniczne, nawodnień ułatwiających zbiory roślin korzeniowych czy nawodnień ochronnych i klimatyzacyjnych.

Opis praktyki

W zależności od ujęcia wody, powierzchni nawadnianej oraz rodzaju roślin przewidzianych do nawodnień wyróżniamy:

urządzenia deszczownie w całości przenośne – stosowane w nawadnianiu małych powierzchni takich jak ogródki przydomowe czy niewielkie uprawy warzywnicze. Z uwagi na konieczność każdorazowego układania elementów instalacji, tego rodzaju urządzenia są czasochłonne,

urządzenia deszczownie w całości stałe (z wyjątkiem zraszaczy) – stosowane w nawadnianiu większych powierzchni upraw wieloletnich oraz cennych roślin w szklarniach i inspektach, wymagających stosowania małych dawek nawodnieniowych.

Na system deszczowniany składają się następujące elementy:

- ujęcie wody (powierzchniowej lub podziemnej),
- agregat pompowy lub pompownia,
- rurociąg (nadziemny lub podziemny) doprowadzający wodę do urządzeń deszczujących i hydranty,

- urządzenia deszczowniane ze zraszaczami, których zadaniem jest równomierne rozprowadzenie wody po nawadnianej powierzchni i decydują o jakości deszczowania.

Zakres stosowania praktyki

Nawodnienia deszczowniane są najbardziej zbliżone do naturalnego deszczu. Woda jest przepompowywana przez system rur, a następnie rozpylana na uprawy przez ruchome głowice zraszaczy. Ten rodzaj nawodnień stosowany jest do nawadniania użytków rolnych i roślin uprawnych (uprawa warzyw, szkółki sadownicze, rośliny jagodowe, okopowe, przemysłowe, pastewne, motylkowe i silosowe, a także strączkowe i zboża oraz trwałe użytki zielone – intensywnie użytkowane pastwiska kwaterowe). Najczęściej wykorzystywany jest przy intensywnej produkcji polowej. Przy nawadnianiu roślin, które spożywane są w stanie surowym konieczne jest stosowanie wody o odpowiedniej jakości, zgodnej z normami.

Potencjalne efekty

Nawodnienia deszczowniane charakteryzują się wysokim współczynnikiem wykorzystania wody. W trakcie nawodnień deszczownianych największe straty wody wynikają z intensywnego parowania podczas samego deszczowania, oraz straty przy parowaniu wody ze zwilżonej gleby (ewaporacja).

Uwagi

Stosowanie nawodnień deszczownianych przekłada się na dużą efektywność nawadniania upraw polowych. Zwyżka plonów kształtuje się na poziomie 10-50%, a w latach suchych może osiągnąć 100% i więcej (Tabela 15). Deszczowanie łąk jest nieopłacalne, a w przeciętnych warunkach pogodowych jest niezalecane.

Tabela 15. Zwyżki plonów roślin uprawnych przy zastosowaniu deszczowania.

Rodzaj uprawy	Wzrost plonowania (%)
pomidor, seler, buraki ćwikłowe	ponad 100
trawa, lucerna	ponad 100
ziemniaki średnio późne	170
pastwiska	105
cebula	65
ogórki	64
kapusta wczesna	61
buraki cukrowe	53

Przeszkodą w stosowaniu tego rodzaju systemów są wysokie koszty urządzeń oraz posiadanie wykwalifikowanej obsługi. Spośród kilku rodzajów systemów deszczowniczych najtańsze są deszczownie ruchome, jednak wymagają dużych nakładów na eksploatację systemu. Przeciwnieństwem są deszczownie stałe, które wymagają dużych nakładów na instalację, natomiast koszty eksploatacji są niskie.

Koszt montażu systemu nawadniającego zależy między innymi od wielkości areалу i ukształtowania terenu planowanego do nawadniania, dostępności (odległość) gruntów uprawnych od źródła wody oraz parametrów technicznych samej deszczowni (wielkości przepływu wody oraz ciśnienia). Wraz ze wzrostem powierzchni przeznaczonej do nawodnień maleje cena za metr kwadratowy instalacji nawadniającej. Koszt instalacji waha się w granicach od 6 do 18 zł za 1 m² instalacji. W przypadku obszaru o powierzchni ponad 3 tys. m² cena instalacji za 1 m² może wynieść nawet 6-8 zł (Tabela 16).

Tabela 16. Koszty elementów systemu nawodnieniowego – deszczowni szpulowej (zł), źródło: Łuszczuk, 2009

Wielkość maszyny	Q m ³ /h	G m	F ha	P bar	N kW	Koszt pompowni	Koszt rurociagu	Koszt szpuli	Koszt całkowity	Średnio na 1 ha
40/110	8	30	4	4	3	7100	5900	10300	23300	5820
50/170	12	40	6	5	5	7700	7800	14000	29500	4900
63/200	20	50	10	6	9	11000	13200	21200	45400	4540
75/220	30	60	15	7	13	12500	16000	26500	55000	3700
82/300	40	70	20	7	18	15100	27000	33000	75100	3750
90/350	50	75	25	8	26	17400	35000	39600	92000	3680
100/400	60	80	30	8	30	19300	46000	50100	115400	3850
110/450	70	85	35	9	37	25000	54000	57300	136300	3900
125/500	80	90	40	10	50	30000	78000	120000	228000	5700
140/500	99	99	50	11	75	35000	102000	141000	278000	5560

6.3 Wskazania w zakresie określenia zasad dla stworzenia sprawnego i wiarygodnego systemu monitoringu bieżących potrzeb nawodnień i poboru wód

Wobec przewidywanych susz i braków wody w rolnictwie, woda staje się dobrem wspólnym o znaczeniu strategicznym i sytuacja ta wymaga spójnego i solidarnego gospodarowania ograniczonymi zasobami wody zarówno na poziomie państwowym, jak i wspólnot lokalnych oraz w poszczególnych gospodarstwach domowych, przedsiębiorstwach i gospodarstwach rolnych.

Niezbędna jest zatem spójna i kompleksowa polityka zagospodarowania zasobów wody łącząca zgodnie z zasadą pomocniczości działania różnych podmiotów: rządu, jednostek samorządu terytorialnego, wspólnot lokalnych, obywateli, gospodarstw domowych, przedsiębiorców, rolników i organizacji społecznych. Działania sektorowe poszczególnych podmiotów powinny składać się na harmonijną całość w ujęciu terytorialnym.

6.3.1. Monitoring zasobów wód

Cel praktyki

Bieżący monitoring zasobów wód powierzchniowych i podziemnych, wykorzystywanych przez gospodarstwo do nawadniania i w gospodarstwie.

Opis praktyki

Instalacja czujników poziomu (nurniki-divery) w rurach sięgających dna zbiornika powierzchniowego lub w dnie odwiertu studni głębinowej. Urządzenia do pomiaru ciśnienia statycznego przelicznego na wysokość poziomu wody ponad czujnikiem, są wyposażone zwykle w czytniki. W przypadku zbiorników wód powierzchniowych można stosować zwykły wodowskaz i przeliczać aktualną pojemność zbiornika jako iloczyn pola powierzchni zbiornika i głębokości wody. W przypadku wód podziemnych aby pomiar głębokości mógł być przeliczony na objętość wody dostępnej należy przeprowadzić konsultacje z hydrogeologiem.

Zakres stosowania praktyki

Gospodarstwa nawadniające wodą ze zbiorników powierzchniowych i studni głębinowych.

Potencjalne efekty

Bieżąca informacja ile wody pozostaje do dyspozycji na nawadnianie upraw. W sytuacjach niedoboru wody pozwala to zaplanować zmniejszenie dawek nawodnieniowych by wody starczyło na dłużej. W bardzo dużym przybliżeniu można założyć, że nawadnianie uprawy w takiej ilości by pokryć dzienne parowanie w upalny letni dzień to dawka od 40 m³ do 55 m³ na ha na dobę.

Uwagi

W ubiegłych latach zdarzały się już głębokie niedobory wód podziemnych. Intensywne parowanie z powierzchni zbiorników w czasie susz i zmniejszone ich zasilenie powoduje wysychanie źródeł wód powierzchniowych. W 2015 r. plantatorzy z rejonu woj. świętokrzyskiego współpracujący z IUNG-PIB doświadczyli niedoboru wody do nawodnień (Rysunek 36).

W przypadku borówki okazało się, że dzięki korzystnemu układowi terenu jedna z sekcji w ogóle nie musiała być nawadniana, co pozwoliło na oszczędność wody na podlewanie dwóch pozostałych sekcji, w tym jednej bardzo zagrożonej przesuszeniem. W przypadku maliny zasób wody gruntowej użytej do nawodnień prawie się wyczerpał (Rysunek 37). Dzięki stałemu monitorowaniu wilgotności gleby zmniejszono nawodnienie do niezbędnego minimum i uratowano plantację przed zniszczeniem, uzyskując zadowalający plon.



Rysunek 36. Dotkliwe niedobory wody na nawadnianej plantacji borówki amerykańskiej (fot. R. Wawer)



Rysunek 37. Objaw wyczerpywania się zasobu wód podziemnych na nawadnianej plantacji maliny (fot. R. Wawer)

6.3.2. Monitoring zużycia wody

Cel praktyki

Monitoring zużycia wody do nawodnień w gospodarstwie dla celów raportowania, wyliczenia efektywności ekonomicznej nawadniania, wykrywania uszkodzeń w instalacji nawodnieniowej, niezbędne do wprowadzenia automatycznego sterowania nawodnieniem.

Opis praktyki

Założenie cyfrowego czujnika przepływu w świetle głównej magistrali zasilającej system nawodnieniowy z jednego źródła (Rysunek 38, Rysunek 39, Rysunek 40). Obecnie czujniki takie oferowane są np. w ramach usług sterowania nawodnieniami np. polski system Neptun.



Rysunek 38. Czujnik przepływu (cyfrowy) do automatyzacji nawadniania (fot. R. Wawer)



Rysunek 39. Zawory na 4 strefy nawadnianie sterowane półautomatycznie i bezprzewodowo via Internet. ENORASIS i NEPTUN (fot. R. Wawer)



Rysunek 40. Nawadnianie sterowane w pełni automatycznie i bezprzewodowo via Internet. System ENORASIS. (fot. R. Wawer)

Zakres stosowania praktyki

Wszystkie gospodarstwa z nawodnieniami.

Potencjalne efekty

Informacja o rzeczywistym zużyciu wody. Systemy wspierania decyzji w nawodnieniach używają czujników przepływu do wykrywania awarii zaworów i uszkodzeń instalacji nawodnieniowych. Bez zastosowania czujników przepływu nie da się wprowadzić bezpiecznej automatyzacji nawodnień.

Uwagi

Koszt czujnika zależy od średnicy przewodu, na którym ma zostać zainstalowany. Koszt usługi monitoringu zużycia to instalacja i abonament roczny.

7. Praktyki utrzymania żyzności i zdolności retencyjnych gleb na terenach wyżynnych, podgórskich i górskich. Melioracje przeciwerozyjne.

Cel praktyk

Obszary wyżyny, gór i pogórzy charakteryzują się urozmaiconą rzeźbą terenu, nierzadko płytką pokrywą glebową i pojawianiem się katastrofalnych zjawisk związanych z erozją wodną. Podstawowym elementem budującym retencję wodną na tych terenach jest retencja glebowa, stąd też najważniejszym elementem kształtowania odporności tych terenów na suszę i zmiany klimatu jest dbanie o zachowanie żyzności gleb, w szczególności próchnicy glebowej. Całokształt zabiegów ochrony gleb przed erozją przyjęto nazywać melioracjami przeciwerozyjnymi. Melioracje przeciwerozyjne to nie tylko ochrona gleb i gruntów przed erozyjną degradacją i dewastacją, ale równocześnie najtańszy sposób walki z suszą, „stepowieniem” i powodzią.

Do głównych celów melioracji przeciwerozyjnych zalicza się: ograniczenie występowania i zmniejszenie nasilenia procesów erozyjnych, zachowanie potencjału produkcyjnego gleb i nie dopuszczenie do jego niekorzystnych przemian oraz wydłużenie obiegu wody w krajobrazie i przeciwdziałanie deformacyjnym zmianom hydrografii i hydrologii cieków rzecznych. Poniżej wymieniono podstawowe elementy melioracji przeciwerozyjnych dla gruntów rolnych, zwłaszcza położonych na obszarach o urozmaiconej rzeźbie terenu.

7.1 Agrotechnika przeciwoerozyjna

Opis praktyki

Wśród przeciwoerozyjnych zabiegów agrotechnicznych podstawowe znaczenie ma poprzecznostokowa uprawa roli. Poprzecznostokowa orka jesienna, na zboczach o spadku do 10%, kilkakrotnie zmniejsza nasilenie erozji i równocześnie zwiększa, od kilkunastu do kilkudziesięciu milimetrów zapas wody w jednorodnej warstwie gleby (po roztopach śniegowych) oraz zwiększa plony o kilkanaście procent. Im orka jest głębsza, bardziej wyskibiona, tym większy jest jej wpływ na retencjonowanie wody. Orkę najlepiej wykonuje się pługiem obracalnym, z odkładaniem skiby w górę stoku. Wówczas glebę przemieszcza się w odwrotnym kierunku, niż procesy erozyjne, co w znacznym stopniu zmniejsza roczne przemieszczanie poziomej orno-próchnicznego w dół zbocza i poza pole. Zapobiega to stratom gleby i tworzeniu się zbyt głębokich tarasów naorywanych (Rysunek 41), które w ekstremalnych przypadkach powodują odsłonięcie całego pogłębia (Rysunek 42) i długotrwałą, a nawet całkowitą (na płytkich glebach gór i pogórzy) utratę żyzności gleby. Tarasy naorywane nie zmniejszające miąższości gleby są korzystne z gospodarczego punktu widzenia ze względu na obniżanie spadków poprzecznych pól (Rysunek 51).



Rysunek 41. Przykład tarasów naorywanych w lekko falistym terenie, zmniejszających spadek poprzeczny pól (fot. R. Wawer)



Rysunek 42. Taras naorywany praktycznie pozbawiony gleby z odsłoniętym kamieniem wapiennym. Wyraźnie widać gorsze plonowanie. Na przyległym polu po prawej widać wyraźne słabsze plonowanie na skłonie wynikające z zubożenia gleby uprawianej wzdłuż stoku

Oprócz orki ważny jest poprzecznostokowy kierunek siewu i sadzenia, który w okresie wegetacji roślin znacznie ogranicza nasilenie erozji. Termin siewu zwłaszcza ozimin, powinien być możliwie wczesny, ponieważ wtedy zapewnia dobre ukorzenie i rozkrzewienie roślin, a przez to lepszą przeciwozyjną ochronę gleby. Wskazany jest głębszy wysiew nasion - ziarno jest lepiej chronione przed ewentualnym zmyciem, a wężył krzewienia są lepiej zabezpieczone przed odsłonięciem.

Najlepszym rozwiązaniem jest stosowanie narzędzi uprawowych wielofunkcyjnych (uprawa, nawożenie i siew), które chronią przed erozją wodną i wietrzną oraz minimalizują utratę wilgoci w glebie.

7.2 Nawożenie gleb dostosowane do położenia pola w rzeźbie terenu.

Opis praktyki

W terenach erodowanych nawożenie powinno być zróżnicowane na poszczególnych elementach rzeźby, ze względu na wyraźne odrębności siedliskowe. Najbardziej wymagają gleby na zboczach, zwykle najuboższe i łatwo przesychające. Szczególnie wskazane są tam nawozy organiczne. Zwiększone dawki nawozów mineralnych, zwłaszcza azotu i potasu, są również wykorzystywane efektywnie. Słabo lub wcale nie erodowane gleby na wierzchowinach wymagają mniejszego nawożenia niż na zboczach, a najmniejszego zwykle zasobne w próchnicę gleby u podnóży zboczy oraz w dolinach.

7.3 Odpowiedni dobór i następstwo roślin w płodozmianie

Opis praktyki

Właściwy dobór gatunków roślin i odpowiednie ich zmianowanie stanowi kapitalny zabieg przeciwozyjny na gruntach ornych, niestety często jeszcze nie doceniany. Gatunki wieloletnie takie jak trawy i ich mieszanki z motylkowatymi, a następnie tylko same motylkowate (koniczyna, lucerna) mają największą wartość przeciwozyjną. Spośród roślin jednorocznych pierwszeństwo mają ozime w kolejności - żyto, rzepak, jęczmień i pszenica. Następną grupą są jare. Okopowe najskuteczniej chronią glebę przed erozją.

W górach i na pogórzach, gdzie krytycznym okresem występowania erozji są ulewy letnie nie ma zasadniczej różnicy w wartości przeciwoerozyjnej zbóż jarych i ozimych. Natomiast na wyżynach, gdzie procesy erozyjne występują głównie podczas roztopów śniegowych zróżnicowanie wartości ochronnej jest bardzo wyraźne na korzyść ozimych.

Zmianowanie roślin zależy od rzeźby terenu, układu i wielkości pól, warunków siedliskowych i sposobu gospodarowania. W płodozmianach przeciwoerozyjnych powinny dominować rośliny o dużych właściwościach ochronnych, a zabiegi spulchniające glebę powinny być ograniczone i wykonywane w okresach małego nasilenia erozji.

Płodozmiany na zboczach z poprzecznostokowym układem pól powinny być tak dobrane, aby pola z roślinami dobrze chroniącymi glebę sąsiadowały z polami słabiej chronionymi przez szatę roślinną.

Płodozmiany powinno się szczególnie starannie układać dla zboczy, na których będą one stanowiły zasadniczy lub jedyny zabieg przeciwoerozyjny, zwłaszcza dla zboczy z poprzecznostokową (Rysunek 43), wstęgową (Rysunek 44), skośnostokową lub nawet wzdłużstokową (Rysunek 45, Rysunek 46) uprawą roli. W takich przypadkach wskazane jest ograniczenie zabiegów spulchniających glebę i skracanie okresów pozostawienia roli bez okrywy roślinnej, zwłaszcza w okresach krytycznych, podczas których występuje duże zagrożenie erozyjne.

Uprawy polowe w obniżeniach terenu, którymi okresowo przepływa większa ilość wód powierzchniowych (dolinki śródpolne i różnego rodzaju obniżenia) powinny być raczej ograniczone na korzyść użytków zielonych.



Rysunek 43. Poprzecznostokowy układ pól



Rysunek 44. Układ zbliżony do pola wstęgowego (fot. R. Wawer)



Rysunek 45. Najbardziej niekorzystny układ uprawy wzdłuż stoku. Widoczne głębokie żłobiny rozwinięte z bruzd po uprawie. U podnóża stoku dużą objętość gleby wymytej z pola powyżej (fot. R. Wawer)



Rysunek 46. Wyraźne zróżnicowanie gęstości ładu. Uprawa wzdłuż stoku spowodował znaczną erozję i utratę próchnicy w górnych partiach zbocza (fot. R. Wawer)

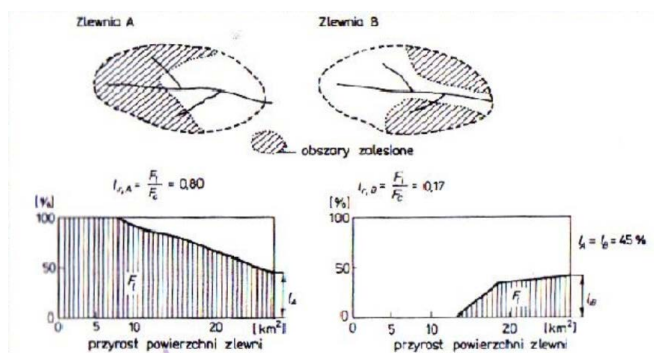
7.4 Korekta granicy rolno-leśnej

Opis praktyki

Grunty na stromych zboczach silnie degradowane przez erozję wodną powinny być wyłączone z ornego użytkowania i w większości przeznaczone pod zalesienia lub trwałe użytki zielone. Do wyłączenia zboczy o nachyleniu ponad 120 (21%) z ornego użytkowania obowiązuje również Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 12 stycznia 1998 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy obsłudze ciągników, maszyn, narzędzi i urządzeń technicznych stosowanych w rolnictwie (Dz. U. 1998 nr 12, poz. 51). Wydaje się, że na stokach o glebach utworzonych z głębokich lessów, ze względu na duży potencjał produkcyjny i szybką regenerację gleb ze skały lessowej to graniczne nachylenie można zwiększyć do 150 (27%), zastosować poprzecznostokowy układ pól i wytwarzać przez orkę tarasy na-

orywane o nachyleniu ław tarasów poniżej 120 (20%). Natomiast na płytkich rędzinach i glebach szkieletowych graniczne nachylenia można obniżać do 100 (17,6%). Fragmenty zboczy o nachyleniu większym od granicznego nachylenia należy przeznaczyć pod zalesienia, a wyjątkowo pod zagospodarowanie pastwiskowe.

Lasy zabezpieczają nie tylko powierzchnię, na której występują ale również tereny przyległe. Dlatego ich rozmieszczenie w terenach silnie urzeźbionych ma bardzo istotne znaczenie. Przedstawia to Lambor za pomocą wskaźnika rozwinięcia lesistości (Rysunek 56).



Rysunek 47. Wskaźnik rozwinięcia lesistości wg Lambora (Lambor, 1976)

Obie zlewnie w podanym przykładzie mają jednakową lesistość (49%), ale różne rozmieszczenie powierzchni zalesionych. Lasy w zlewni A są zlokalizowane w górnej części, a w zlewni B w dolnej. W związku z tym wskaźnik rozwinięcia lesistości jest różny i wynosi 80% w zlewni A i zaledwie 17% w zlewni B. Rozmieszczenie lasów w zlewni A jest prawidłowe, ponieważ wody z górnej, zalesionej części zlewni spływają do rzeki z opóźnieniem, czyli wówczas, kiedy wody z pól uprawnych już odpłynęły. Natomiast rozmieszczenie lasów w zlewni B jest niekorzystne,

ponieważ wody spływające z górnej, niezalesionej części zlewni i z dolnej, zalesionej dopływają w tym samym czasie do dolnego odcinka rzeki powodując wezbranie powodziowe.

Właściwości ochronne lasu zależą od takich cech jak: zwarcie drzewostanu, piętrowa budowa, skład gatunkowy, wiek i sposób eksploatacji. Najlepszą ochronę gleb przed erozją zapewniają lasy liściasto-iglaste lub liściaste o zwartej, wielopiętrowej budowie, właściwie pielęgnowane, z gatunków dostosowanych do siedliska i o dużej miąższości ściółki. W terenach zagrożonych silną erozją wodną lub wodno-grawitacyjną (ruchami mas ziemnych) funkcja ochronna lasu powinna być bardziej preferowana od funkcji produkcyjnej. Dlatego w takich lasach powinno się prowadzić właściwą eksploatację. Rębina całkowita, zwłaszcza na większych powierzchniach jest niedopuszczalna, a grabienie ściółki zabronione. Wywóz drewna powinien odbywać się specjalnie urządzonymi drogami lub kolejkami linowymi. Spuszczanie ściętych pni po stokach, praktykowane często w górach, powoduje powstawanie rynien, które następnie łatwo rozmywane są przez spływające wody i przekształcane w wąwozy.

Lasy powinno się lokalizować na gruntach podlegających silnej i bardzo silnej erozji, których nie da się zabezpieczyć, jeżeli będą użytkowane rolniczo oraz na gruntach zdewastowanych przez erozję i trudnych do rekultywacji i zagospodarowania rolniczego, a także na glebach bardzo słabej jakości, mało przydatnych dla rolnictwa. Jednak na terenach wyżynnych zalesianie większych powierzchni napotyka na wiele trudności, dlatego ochronną funkcję lasu powinny przejąć zadrzewienia leśne lub sady.

7.5 Rozmieszczenie użytków

Opis praktyki

Dla terenów wyżyn południowo-wschodnich nie ma dotychczas ustalonej granicy rolno-leśnej i struktury użytków, uwzględniającej ochronę gleb przed erozją. Jest to obszar intensywnego rolnictwa, który ze względu na dobre gleby został silnie wylesiony. Lasy w niektórych regionach wyżynnych zajmują zaledwie kilka procent ogółu gruntów. Jednak radykalne zwiększenie powierzchni leśnej nie ma tu gospodarczego uzasadnienia. Szerzej natomiast powinno się uwzględniać różnego typu zadrzewienia o charakterze fitomelioracyjnym, przeciwdziałające erozji wodnej i wietrznej. Zadrzewiać należy przede wszystkim zbocza o nachyleniu powyżej 30-35%, bez względu na rodzaj gleb, a także zbocza o mniejszym nachyleniu powyżej 20%, ale silnie wyerodowane, na których regeneracja gleb jest trudna i bardzo powolna oraz wąwozy i tereny bardzo silnie pocięte wąwozami. W terenach wyżynnych szczególną rolę w ochronie gleb przed erozją, a także w intensyfikacji rolnictwa mogą odegrać zadrzewienia sadownicze zarówno duże sady produkcyjne jak, również małe plantacje drzew i krzewów owocowych oraz krzewów dla celów farmacji.

Typowanie gruntów pod uprawy polowe powinno uwzględniać nachylenie zboczy, zróżnicowanie mikrorzeźby, rodzaj gleb i stopień ich wyerodowania oraz strukturę agrarną. Grunty orne w gospodarstwach dużych mogą występować na stokach o nachyleniu przeważnie do 20% (12 stopni), a w gospodarstwach małych na nieco większych spadkach, ale w zasadzie pod warunkiem starasowania zboczy przez naoranie.

Trwałe użytki zielone w terenach wyżynnych również spełniają ważną funkcję przeciwoerozyjną i gospodarczą. Powinny przede wszystkim zajmować doliny rzek a ponadto należy je lokalizować

na dnach dolin smużnych, w których koncentrują się okresowo spływy powierzchniowe i ewentualnie na stromych zboczach o nachyleniu do 25% lecz o glebach średniozwięzłych i zwięzłych.

7. 6 Planowanie sieci i umocnienie dróg rolniczych

Opis praktyki

Sieć dróg rolniczych w Polsce kształtowana przez stulecia w drodze podziałów własnościowych, mimo dużej gęstości jest generalnie mało funkcjonalna i nie dostosowana do współczesnych środków transportu oraz maszyn i narzędzi rolniczych. Występujący na terenach wiejskich ruch samochodowy i ciągnikowy, wymusza modernizację już istniejących dróg rolniczych i budowę nowych, zwłaszcza na terenach wyżynnych i podgórskich.

Nadrzędnym celem prac związanych z kształtowaniem sieci dróg rolniczych jest zapewnienie poprawnych warunków transportu przez cały rok. Dlatego właściwie zaplanowany układ komunikacyjny na terenach rolniczych stanowi jeden z podstawowych elementów prac urządzeniowo-rolnych. Nowo projektowana lub modernizowana sieć dróg rolniczych powinna w pełni zaspokoić potrzeby komunikacyjne na obszarze gminy. Jest to możliwe przez właściwe wymiarowanie dróg rolniczych w planie sytuacyjnym i w przekroju drogi (podłużnym i poprzecznym).

Na stokach o nachyleniu do 6% istniejące modernizowane i nowo projektowane drogi rolnicze o podłużnych spadkach niwelety do 4% można nie umacniać. Natomiast na drogach o podłużnych spadkach powyżej 4% powinno się utwardzać jezdnię i umacniać urządzenia odprowadzające wodę ze spływów powierzchniowych, a po upływie kilku lat (od 5 do 10) ulepszać nawierzchnię pasa drogowego. W terenach bardziej urzeźbionych drogi na zboczach mają podłużne spadki niwelety nawet do 14%.

Jednak nie można z takich dróg zrezygnować ponieważ łączą one drogi usytuowane w dolinach i na wierzchowinach oraz obsługują przyległe pola. Drogi (na zboczach) o nawierzchni gruntowej ulegają przekształcaniu się w wąwozy drogowe, średnio 4,5 cm na rok, natomiast w warunkach ekstremalnych pogłębianie dochodzi do 9,0 cm na rok. Aby zmniejszyć rozmywanie dróg gruntowych na zboczach należy sytuować je w grzbietowych częściach zboczy na tzw. lokalnych wododziałach o najmniejszej koncentracji wód powierzchniowych. Natomiast na zboczach o nachyleniu powyżej 14% powinno się projektować drogi ukośnie do stoku w celu zmniejszenia spadku podłużnego niwelety do 4%. Drogi tak usytuowane mają jednak duże zlewnie, a płynące nimi wody okresowe znacznie je erodują - rozmywy dna dochodzą nawet do ponad 1 m. Dla uniknięcia tego rodzaju zniszczeń, drogi powinno się lokalizować w dolinach śródboczowych, przestrzegając zasady, aby pas drogowy był poza zasięgiem skoncentrowanego spływu wód powierzchniowych. Ponadto powinno się unikać zbędnego przekraczania dolin, ponieważ wymaga to budowania przepustów drogowych i urządzeń odwadniających.

Drogi rolnicze usytuowane w dolinach rzek, w znikomym stopniu są narażone na procesy erozyjne ze względu na niewielkie podłużne spadki niwelety. Drogi te charakteryzują się dużą ilością krzywizn w planie sytuacyjnym i wieloma obiektami odwadniającymi, jakimi są rowy, przepusty i mosty. Drogi te powinny być również umacniane, ewentualnie ulepszone, ponieważ są zwykle zlokalizowane wzdłuż zabudowy wiejskiej zwartej lub kolonijnej, gdzie występuje intensywny ruch samochodowy i ciągnikowy z osprzętem rolniczym.

Drogi na wierzchowinach cechują się niewielkimi spadkami podłużnymi niwelety, małymi zlewniami i nie podlegają erozji. Dlatego nawierzchnie takich dróg można zadarniać, jeżeli są to drogi polowe (technologiczne).

7.7 Fitomelioracje przeciwoerozyjne

Opis praktyki

Fitomelioracyjne przeciwoerozyjne stanowią zadrzewienia leśne, które w rejonach nadmiernie wylesionych i o zachwianej równowadze biocenotycznej mają do spełnienia wielorakie funkcje, od glebochronnych, wodochłonnych i przeciwwietrznych, które łącznie można określić jako przeciwoerozyjne, do poprawiających deficyty wodne, równowagę biocenotyczną, warunki agroklimatyczne i walory krajobrazowe.

Zadrzewienia fitomelioracyjne ze względu na położenie dzieli się na śródpolne, śródłąkowe, przydrożne, przywodne, osiedlowe (przyzagrodowe), a ze względu na układ przestrzenny mogą być powierzchniowe, kępowe, grupowe, pasowe, szeregowe i jednostkowe. Właściwości ochronne zależą od usytuowania zadrzewień - przy erozji wodnej względem rzeźby i spadków terenu, przy erozji wietrznej względem kierunku dominujących (erozjotwórczych) wiatrów. Ważna jest również budowa zadrzewień - poziomy i pionowy układ drzew i krzewów, skład gatunkowy, więźba. W ograniczeniu nasilenia erozji wietrznej najkorzystniejsze są ażurowe zadrzewienia pasowe oraz zadrzewienia szeregowe, które zmniejszają siłę wiatru w pasie przyległym o szerokości równej około 30-to krotnej wysokości zadrzewień. Przy ograniczeniu erozji wodnej funkcja zakrzewień szeregowych i wąskopasowych jest minimalna i należałoby wprowadzać raczej zadrzewienia powierzchniowe lub zalesienia, co łączy się z wyłączeniem z użytkowania rolniczego znacznych terenów. Zadrzewienia fitomelioracyjne mają wybitnie regionalny charakter i powinny być realizowane po wykonaniu wnikliwych studiów terenowych z określeniem niekorzystnych kierunków zmian środowiska przyrodniczego, które chcemy poprawić i przebudować. Należy pamiętać jednak, że zadrzewienia

leśne oprócz korzystnych funkcji powodują wyłączenie części gruntów z użytkowania rolniczego, a na powierzchniach bezpośrednio przyległych do zadrzewień powodują również wyraźny spadek plonowania roślin polowych.

Przy zalesianiu stromych zboczy należy wyorać w odstępach około 2 m poprzecznostokowe bruzdy chłonne z odkładaniem skib w dół zbocza. Celem tych bruzd, w których będą sadzone drzewa i krzewy jest przechwytywanie powierzchniowych spływów wody i zwiększenie wilgotności gleby. Ważne jest aby bruzdy były wyorane w poziomie. Proponujemy aby pierwsze bruzdy w odstępach około 20 m wytyczyć dokładnie w poziomie przy użyciu niwelatora. Następne bruzdy wyorać jako równoległe do wytyczonych niwelatorem. Jeżeli są trudności z wytyczaniem przy użyciu niwelatora bruzd ściśle poziomych to korzystniej jest narorywać bruzdy przerywane. Dobór drzew i krzewów do zalesienia stromych zboczy zależy od rodzaju gleb i ekspozycji zboczy i może być taki sam jak przy zalesianiu wąwozów. Warto również użyć do nasadzeń wartościowych gatunków drzew i krzewów dobrze rosnące w danym regionie.

Sady i zadrzewienia sadownicze, podobnie jak zadrzewienia leśne, wpływają na kształtowanie warunków przyrodniczych i ograniczenie nasilenia procesów erozyjnych. Przeciwoerozyjne, racjonalne zagospodarowanie sadownicze wymaga jednak dużych nakładów inwestycyjnych, zwiększonych w stosunku do zakładania sadów na terenach płaskich o wydatki związane z równaniem terenu i tarasowaniem zboczy. Zagospodarowanie takie jest jednak bardzo opłacalne, ponieważ stoki, zwłaszcza strome są mało przydatne do upraw polowych, a jednocześnie są doskonałym siedliskiem dla drzew i krzewów owocowych.

W Polsce nie ma tradycji zakładania przeciwoerozyjnych sadów, a sady na tarasach założono dotychczas jedynie w kilku obiektach

doświadczalnych. Uwzględniając jednak doświadczenia krajowe i zagraniczne można przypuszczać, że sady takie zwłaszcza w terenach wyżynnych powinny odegrać kapitalną rolę w ochronie gleb przed erozją i w podnoszeniu potencjału produkcyjnego terenów silnie urzeźbionych, a zwłaszcza zboczy w granicach nachyleń 15-35%, trudnych do uprawy polowej i silnie degradowanych przez procesy erozyjne.

Gleby na stokach, za wyjątkiem wyerodowanych do skalnego podłoża są na ogół odpowiednie dla zagospodarowania sadowniczego. Gleby lessowe zdecydowanie wysuwają się na plan pierwszy, ze względu na dobre właściwości fizyko-wodne i dużą żyzność. Na gruncie lessowym, nawet silnie wyerodowanym i o bardzo urozmaiconej topografii można zlikwidować (złagodzić, zasypać) rozmywy, a nawet wąwozy i uformować tarasy. Rzędziny na terenach silnie urzeźbionych są przeważnie zdegradowane przez erozję, mają małą miąższość profilu glebowego i zwykle na powierzchni zalega rumosz skalny. Wiele takich gruntów zostało już wyłączonych z użytkowania rolniczego i wymaga rekultywacji i przeciwoerozyjnego zagospodarowania. Jednym z najekonomiczniejszych sposobów zagospodarowania takich gruntów jest założenie sadów na tarasach. Skarpy w tym przypadku można wykonać z rumoszu wapiennego. Pozostałe gatunki gleb na wyżynach, za wyjątkiem żwirów i głębokich piasków też przeważnie nadają się pod sady. Ciepleszy mikroklimat na stokach o ekspozycji południowej i wcześniejsze dojrzewanie owoców można wykorzystać do uprawy moreli, brzoskwiń, winogron, wczesnych odmian jabłoni i grusz, co zwiększa rentowność plantacji.

7.8 Trwałe użytki zielone na obszarach skoncentrowanego spływu wód

Opis praktyki

Trwałe użytki zielone są po zadrzewieniach kolejną formacją roślinną dobrze przeciwdziałającą erozji. Ograniczenie procesów erozyjnych na powierzchni gleby oraz stosunkowo szybkie podnoszenie się urodzajności zachodzi wskutek rozwoju zwartej biomasy nadziemnej i systemu korzeniowego darni. Większość korzeni znajduje się w wierzchniej 10-20 cm warstwie gleby i przez to doskonale ją umacnia. Dostarczenie dużej masy resztek organicznych poprawia bio-fizyko-chemiczne właściwości gleby, zwiększa zawartość próchnicy i polepsza strukturę. Wszystko to, w połączeniu z drenażem przez system korzeniowy, zapewnia glebie dobrą przepuszczalność i chłonność wodną, co znacznie redukuje spływ powierzchniowy. Oprócz właściwości przeciwe-rozyjnych trwałe użytki zielone, a zwłaszcza łąki w dolinach, są zielonym oceanem dla przyległych terenów, wdzięcznym za spływy powierzchniowe z terenów stokowych zlewni. Trwałe zadarnienia mają również istotny udział w zwalczaniu erozji wietrznej, co jest szczególnie ważne na torfach i murszach.

7.9 Scalanie gruntów z uwzględnieniem melioracji przeciwe-rozyjnych

Opis praktyki

Scalania gruntów odgrywają istotną rolę w koncentracji ziemi i poprawie struktury agrarnej polskiego rolnictwa. Metoda ta ma na celu przekształcenie struktury przestrzennej rozdrobnionych działek, rozmieszczonych w „szachownicy” w kształtne działki o dogodnym dojeździe.

Podczas scalania likwiduje się enklawy, półenklawy oraz projektuje nowy układ komunikacyjny wsi. Umożliwia on dojazd do działek i skraca odległość między siedliskiem a polem.

Scalania gruntów pozwalają na zwiększenie efektywności ekonomicznej gospodarowania dzięki obniżaniu kosztów produkcji, zmniejszaniu nakładów pracy, czasu przejazdów i zużycia paliwa. Racjonalniej wykorzystywany jest sprzęt rolniczy. Na etapie gospodarki rynkowej ma to szczególne znaczenie dla wzrostu konkurencyjności produkcji rolnej.

Scalania gruntów stwarzają doskonałą okazję, aby przy stosunkowo niewielkich, dodatkowych nakładach sił i środków zrealizować melioracje przeciwerozyjne na stosunkowo dużych obszarach, zwłaszcza w południowej i południowo-wschodniej części kraju, gdzie występuje największe zagrożenie gruntów przez erozję wodną i najbardziej uciążliwa szachownica gruntów. Podczas scaleń wprowadzany jest nowy układ działek i dróg i stosunkowo łatwo można dokonać transformacji użytków. Chodzi jedynie o to, by prace te były realizowane zgodnie z zasadami ochrony gleb przed erozją.

Dotychczas wykonywane scalania gruntów w terenach silnie urzeźbionych bez przestrzegania zasad melioracji przeciwerozyjnych, potęgowały nasilenie procesów rzeźbotwórczych i zwiększały dynamikę erozyjnej degradacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej.

Oczywiście byłoby najbardziej korzystne, gdyby zamiast zwykłych scaleń gruntów, wzorem państw zachodnich, realizować kompleksowe urządzenie silnie urzeźbionych terenów rolnych w procesie scalania gruntów. Programy te obejmują: scalenia gruntów, rozmieszczenie dróg rolniczych, utwardzenie dróg osiedlowych i rolniczych, transformację użytków - dostosowanie do warunków naturalnych, melioracje wodne z uregulowaniem

lustra wody, melioracje przeciwerozyjne i rekultywacja terenów, rozmieszczenie terenów budowlanych, zaopatrzenie gospodarstw w wodę bieżącą, kanalizacja i oczyszczalnie ścieków, utylizacja nieczystości stałych.

Kompleksowe melioracje przeciwerozyjne traktowane jako jeden z systemów urządzeniowo-rolnych mogą być w warunkach gospodarki indywidualnej (o uciążliwej szachownicy gruntów i różnym układzie rozdrobionych działek) realizowane tylko podczas prac scaleniowych. Natomiast przy panującej obecnie strukturze gospodarstw rolnych i w przypadku braku scaleń można zalecać jedynie niektóre zabiegi przeciwerozyjne.

Podsumowanie praktyk melioracji przeciwerozyjnych

Na terenach zagrożonych erozją należy zadbać o:

- wyłączenie z ornego użytkowania stromych i trudnych do uprawy zboczy i przeznaczanie ich pod zalesianie lub trwałe użytki zielone (łąki, pastwiska) lub pod sady w darni;
- stosowanie poprzecznostokowej (równoległej do warstwic) uprawy roli, która na zboczach o nachyleniu do 21% (12 stopni) jest łatwiejsza do wykonania, zmniejsza powierzchniowe spływy wody i nasilenie erozji, a także zużycie paliwa, a zwiększa wilgotność gleby i plonowanie roślin;
- stosowanie orki pługiem obracalnym, która przyspiesza tarasowanie zboczy oraz zmniejsza ich nachylenie i nasilenie erozji;
- stosowanie płodozmianów przeciwerozyjnych, z dużym udziałem roślin chroniących glebę przed zmywem powierzchniowym i żłobieniem, takich jak motylkowe i ich mieszkanki z trawami, zboża ozime zamiast jarych;
- stosowanie wsiewek, międzyplonów i poplonów, aby gleba jak najkrócej znajdowała się bez osłony;

- wcześniejszy termin siewu, zwłaszcza roślin ozimych, który zapewnia lepsze krzewienie a przez to lepsze zabezpieczenie przed erozją;
- stosowanie większych dawek nawozów, zwłaszcza azotowych na glebach na zboczach, ze względu na małą zawartość w nich próchnicy i mniejszą aktywność biologiczną;
- likwidowanie przez zasypywanie rozmywów erozyjnych, które mogą inicjować powstawanie wąwozów;
- obsiew mieszkanką traw prywatnych dróg dojazdowych i ich użytkowanie w taki sposób, aby nie tworzyć kolein i nie powodować zagłębienia się drogi;
- kształtowanie rzeźby terenu przez zasypywanie różnego rodzaju niewielkich form erozyjnych, w których następuje koncentracja okresowych spływów wód powierzchniowych i które utrudniają gospodarowanie;
- budowa wielofunkcyjnych zbiorników małej retencji na dnach dolin ze stałym i okresowym przepływem wody;
- budowa zbiorników kolmatacyjnych i retencyjno-kolmatacyjnych w wąwozach dolinowych w celu likwidowania wąwozów, ochrony upraw poniżej wylotu wąwozów przed zamulaniem i cieków wodnych przed zanieczyszczeniem.
- agrotechnikę przeciwoerozyjną, która może stanowić samodzielny zabieg na gruntach z erozją słabą i umiarkowaną oraz zabieg uzupełniający na gruntach bardziej erodowanych - począwszy od erozji średniej. Wśród zabiegów podstawowe znaczenie ma poprzecznostokowa uprawa roli, poprzecznostokowy kierunek siewu i sadzenia, nawożenie gleb oraz dobór i następstwo roślin;
- korektę granicy rolno-leśnej. Grunty na stromych zboczach o nachyleniu ponad 12 stopni (21%) silnie degradowane przez erozję wodną powinny być wyłączone z ornego

użytkowania i w większości przeznaczone pod zalesienia lub trwałe użytki zielone;

- rozmieszczenie użytków. Należy szerzej wprowadzać zadrzewienia o charakterze fitomelioracyjnym, typować grunty pod uprawy polowe uwzględniając nachylenie zboczy, zróżnicowanie mikrorzeźby, rodzaj gleb i stopień ich wyerodowania oraz strukturę agrarną;
- trwałe użytki zielone. Powinny przede wszystkim zajmować doliny rzek, a ponadto należy je lokalizować na dnach dolin smużnych, w których koncentrują się okresowo spływy powierzchniowe i ewentualnie na stromych zboczach o nachyleniu do 25% lecz o glebach średniozwięzłych i zwięzłych;
- sieć dróg rolniczych. Drogi rolnicze powinny posiadać nawierzchnię utwardzoną oraz właściwy system odwodnienia powierzchniowego;
- scalenia gruntów z uwzględnieniem melioracji przeciwoerozyjnych. Metoda ta ma na celu przekształcenie struktury przestrzennej rozdrobionych działek, rozmieszczonych w „szachownicy” w kształtne działki o dogodnym dojeździe i poprawienie układu dróg transportu rolniczego.

Potencjalne efekty

Każdy z wymienionych zabiegów wykazuje określone działanie ochronne lecz najlepsze efekty uzyskuje się przy ich kompleksowym stosowaniu. Oczywiście udział poszczególnych zabiegów w systemie kompleksowym zależy od rodzaju form występowania i nasilenia erozji oraz warunków przyrodniczych i sposobu gospodarowania ziemią.

Uwagi

W terenach wyżynnych, pogórskich i górskich gleba jest narażona na bardzo intensywną erozję wodną. Strome zbocza sprzyjają przyspieszaniu spływającej wody i silniejszemu erodowaniu gleby. Według szacunków Wspólnego Centrum Badawczego UE straty gleby w wyniku erozji wodnej na ww obszarach Polski mogą sięgać miejscami powyżej 50t/ha (5kg/m² ~3,5mm), przeciętnie wahając się w granicach 2-20t/ha (0,15mm – 1,5mm). Zważywszy, że FAO ocenia tempo tworzenia się gleby ze skały na 25mm na 1000 lat, degradacje gleby przewyższa wielokrotnie możliwości jej odbudowania. Straty są trudno mierzalna, ale należy się liczyć ze znacznym obniżeniem urodzajności gleb a nawet z całkowitym zmyciem profilu glebowego do skały litej.

8. Podsumowanie Kodeksu Dobrych Praktyk Wodnych dla Rolnictwa

Zrównoważone i solidarne gospodarowanie wodą jest wielkim wyzwaniem w naszym kraju w warunkach pogłębiającego się niedoboru zasobów wodnych, dotyczącego również obszarów wiejskich i rolnictwa. Gospodarstwa domowe, gospodarstwa rolne i społeczności lokalne z jednej strony są odbiorcami krajowej polityki w zakresie gospodarowania wodą, z drugiej zaś mają wpływ na stosunki wodne i gospodarowanie wodą. Do najważniejszych zagadnień, na które mogą mieć wpływ rolnicy należą m.in.:

1. Dbłość o glebę i zwiększanie jej zdolności retencyjnych;
2. Właściwy dobór roślin, ich odmian i zabiegów agrotechnicznych;
3. Precyzyjne nawadnianie;
4. Oszczędne gospodarowanie wodą z wykorzystaniem także wód opadowych i drugiego obiegu wody;
5. Wprowadzanie zadrzewień i zakrzewień śródpolnych, chroniących przed przesuszaniem, erozją wodną i wietrznością;
6. Dbłość o urządzenia hydrotechniczne i utrzymywanie sieci melioracji w należytych stanie;
7. Dbanie o stosunki wodne poprzez małą retencję, melioracje wodne i wykorzystanie potencjału trwałych użytków zielonych;
8. Współdziałanie w społecznościach lokalnych w zakresie gospodarowania wodą m.in. w ramach Lokalnych Partnerstw ds. Wody.

Różne zadania dot. zrównoważonego i solidarnego gospodarowania wodą powinny być realizowane na różnych poziomach. W istotnej części mogą i powinny być one udziałem rolników i społeczności lokalnych na obszarach wiejskich - z korzyścią w postaci zabezpieczenia zasobów wodnych zarówno lokalnie, jak i w całym naszym kraju, co jest warunkiem bezpiecznego rozwoju całej Polski, rolnictwa i wspólnot lokalnych. Woda jest zasobem strategicznym, nie tylko dla gospodarstw domowych, ale i wszystkich gałęzi gospodarki oraz bezpieczeństwa żywnościowego Polski.

Literatura:

- Bala W., Kosturkiewicz A., Marcilonek S. Stan, potrzeby i niezbędne działania w kierunku pełnego wykorzystania i prawidłowej eksploatacji urządzeń i systemów melioracyjnych. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 19B9 z. 375
- FAO (1984). Irrigation Practice and Water Management. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 1, Revision 1.
- Fotyma M., Mercik S. 1995. Chemia rolna. Wyd. PWN. Warszawa.
- Józefaciuk A., Józefaciuk Cz.: 1996. Erozja i melioracje przeciwerozyjne. PIOŚ, Warszawa, ss: 144.
- Józefaciuk A., Józefaciuk Cz.:1998. Agrotechnika przeciwerozyjna. Bibl. Monit. Środ., Warszawa, ss:89.
- Józefaciuk A., Józefaciuk Cz.:1999. Ochrona gruntów przed erozją. PIOŚ, Warszawa, ss: 108.
- Józefaciuk A., Nowocień E., Wawer r. 2014. Erozja gleb w Polsce – skutki środowiskowe i gospodarcze, działania zaradcze. Monografie i rozprawy naukowe IUNG-PIB, nr 44, ISBN 978-83-7562-181-5, ss.: 263.
- Józefaciuk A., Nowocień E., Wawer r. 2016. Rozwój, skutki i występowanie erozji wąwozowej w Polsce oraz metody zagospodarowania wąwozów. Monografie i rozprawy naukowe IUNG – PIB nr 48, ISBN 978-83-7562-242-3, ss. ;371;
- Józefaciuk A., Nowocień E., Wawer r. 2018. Erozja wietrzna w Polsce. Monografie i rozprawy naukowe IUNG – PIB nr 57, ISBN 978-83-7562-286-7, ss. ;221.

- Jurczuk S. Znaczenie nawodnień podsiąkowych w kształtowaniu plonów z łąk w małej dolinie rzecznej. Woda Środowisko Obszary Wiejskie 2007: t. 7 z. 2a, IMUZ, Falenty
- Karczmarczyk S., Nowak L. (red.). Nawadnianie roślin PWRiL, Poznań, 2006
- Kozyra J., Wawer r. 2018. Rola agrotechniki w poprawie gospodarki wodnej w produkcji roślinnej. W: Wawer r. i Kozyra J. (red.). Metody ochrony i racjonalnej gospodarki wodnej w rolnictwie i na obszarach wiejskich. Fundacja na Rzecz Rozwoju Polskiego Rolnictwa: 17-23. http://ksow.pl/uploads/tx_library/files/Woda.pdf
- Körschens M., 2010: Der organische Kohlenstoff im Boden (C-org) – Bedeutung, Bestimmung, Bewertung. Arch. Agron. Soil Sci., 56, 4:375-392.
- Körschens M. i in. 2004. Humusbilanzierung. Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. Standpunkt VDELUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs und Forschungsanstalten), Bonn.
- Kundzewicz Z., Zaleski Z., Nachlik E., Januchta-Szostak A., Balcerowicz M., Banasik K., Błażejowski r., Chudziński P., Degórski M., Dolny J., Drzewiecki S., Godyń I., Hausner J., Jania J., Januchta-Szostak A., Jokiel P., Kochanek K., Konieczny r., Kozyra J., Kutek K., Licznar P., Magnuszewski A., Majewski W., Nachlik E., Nieznański P., Okruszko T., Ostrowski K., Pierzgalski E., Piniewski M., Przybylak r., Ramm K., Romanowicz r., Rosiek K., Wałęga A., Wawer r., Wiatkowski M., Zaleski J., Ziętara P., 2021. Gospodarowanie wodą – wyzwania dla Polski. NAUKA 1/2021: 79–102. DOI: 10.24425/nauka.2021.136305
- Kuś J., Kopiński J. 20012. Gospodarowanie glebową materią organiczną we współczesnym rolnictwie. Zagadnienia Doradztwa Rolniczego. NR 2/2012: 5-27.

- Łabędzki L. Potrzeby i stan nawodnień w województwie kujawsko-pomorskim. Warsztaty dla interesariuszy projektu OPERA, 27 listopada 2017, Minikowo
- Łuszczak K. Nakłady na nawadnianie plantacji roślin towarowych. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. Nr 6/2009, PAN, Kraków, s. 303–315
- Mioduszewski W: Kilka uwag dotyczących gospodarowania rolniczymi zasobami wodnymi, „Wiadomości Melioracyjne i Łąkar-skie” nr 4/2008, s. 193-198.
- Mioduszewski W. (red.). Gospodarowanie wodą w rolnictwie, w obliczu ekstremalnych zjawisk pogodowych. Fundacja na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju, Warszawa 2012
- Mioduszewski W., Dembek W. (red.). Woda na obszarach wiejskich. IMUZ, Warszaw, Falenty 2009
- MRiRW, 2019. Zbiór zaleceń dobrej praktyki rolniczej mającym na celu ochronę wód przed zanieczyszczeniem azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa 2019. <https://www.gov.pl/attachment/bdcce0a1-6e61-4dd3-b3c9-5bf083a413a3> (dostęp 16.11.2020)
- OECD, 2001. Environmental indicators for agriculture. Methods and Results, OECD Publications Service, Paris, 2001, 3 (24).
- Prochal P. (red.): 1987. Podstawy melioracji rolnych, t. 2. PWRiL, Warszawa, 264–342.
- Rudnik K., Młynik J., 2014. 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

- Sagardoy J.A., Bottrall A., Uittenbogaard G.O.: Organization, operation and maintenance of irrigation schemes . FAO irrigation and drainage paper 40 Rome, 1986
- Smagacz J., Konserwująca uprawa roli – tendencje rozwoju i znaczenie we współczesnym rolnictwie. Monografie i Rozprawy Naukowe, Wyd. IUNG Puławy, 2018, 59, ss.126, ISBN 978-83-7562-300-0
- Stuczyński T., Kozyra J., Łopaska A., Siebielec G., Jadczyński J., Koza P., Doroszewski A., Wawer r., Nowocień E. 2007. Przyrodnicze uwarunkowania produkcji rolniczej w Polsce. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2007, 7: 77–115.
- Syropoulou P., Symeonidou M., Tekes S., Wawer r., Kazantzidis A., Crnojevic V., Bruggeman A., 2017, Developing an intelligent Decision Support System for environmentally optimized irrigation management using Sensors, Remote Sensing and Meteorological Forecast, Journal of Agricultural Informatics (ISSN 2061-862X) 2017 Vol. 8, No. 2: 22-32
- Treder W., Klamkowski K., Tryngiel-Gać A. 2020. Techniczne i technologiczne możliwości oszczędzania wody do nawadniania roślin uprawnych https://www.arimr.gov.pl/fileadmin/pliki/wnioski/PROW_2014_2020/Poddzialanie_4_1_3__Obszar_nawadniania_w_gospodarstwie/2020/Ekspertyza.pdf
- Tyburnski J. Nawożenie w gospodarstwach ekologicznych. Radom. 2004.
- Walczak N., Hämmerling M., Bykowski J., Walczak Z. Ekonomiczne i hydrauliczne kryteria utrzymania dobrego stanu rowów melioracyjnych. Journal of Agribusiness and Rural Development 1(35) 2015, 137-146, doi: 10.17306/jard.2015.15

Wawer r., Matyka M., Łopatka A., Kozyra J. 2016. Systemy wspomaganie decyzji w nawodnieniach upraw rolniczych. W: Innowacyjne metody gospodarowania zasobami wody w rolnictwie. Wyd. CDR w Brwinowie: 165-182, pp:296, ISBN: 978-83-88082-18-4.

Ziemnicki S.: 1978. Ochrona gleb przed erozją. PWRiL, Warszawa, ss:250.

