



# Ochrona i kształtowanie zasobów wodnych na terenach wiejskich

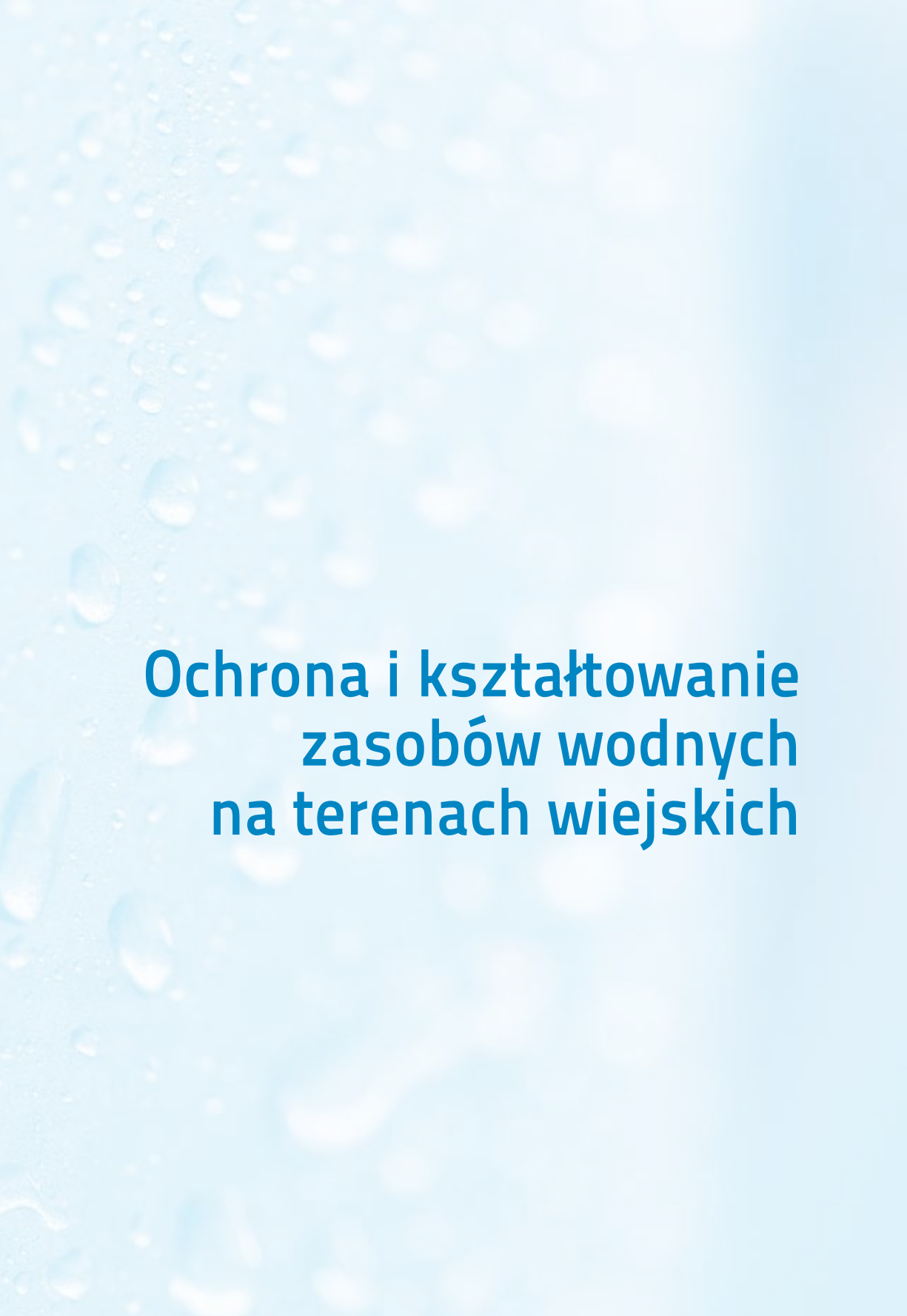


Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich:  
Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Instytucja Zarządzająca PROW 2014-2020 – Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Publikacja opracowana przez Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Poznaniu,  
współfinansowana jest ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy technicznej  
„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.





**Ochrona i kształtowanie  
zasobów wodnych  
na terenach wiejskich**



Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Poznaniu  
60-163 Poznań, ul. Sieradzka 29  
Tel. 61 8630411  
wodr@wodr.poznan.pl  
www.wodr.poznan.pl

**Autorzy:**

dr hab. Tomasz Piechota, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
dr inż. Michał Napierała, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
dr Eliza Lubiatońska-Krysiak, WODR w Poznaniu  
Justyna Głowacka, WODR w Poznaniu

**Wydawca:**

Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Poznaniu  
Nakład: 1000 egz.

# Szanowni Państwo,

W ostatnich latach na terenie Polski obserwujemy powtarzające się okresy suszy. Niestety niewielka ilość opadów przyczynia się do spadku stanów wód w rzekach. Konsekwencją takiej sytuacji jest również obniżenie zwierciadeł wód podziemnych.

Wielkopolska stała się regionem o dużym deficycie wody, dlatego też niezbędnym staje się retencjonowanie wody.

Przygotowana publikacja ma Państwu pokazać jak duże znaczenie ma właściwe zarządzanie obiektami drenarskimi oraz odpowiednie przygotowywanie ziemi pod uprawę.

Jest to już kolejne wydanie dotyczące racjonalnego gospodarowania zasobami wodnymi.

W tym wydaniu tematyka ta została uzupełniona o gospodarowanie wodą w glebie.

Mam nadzieję, że informacje zawarte w publikacji zachęcą Państwa do wprowadzania zmian we własnych gospodarstwach.

**Wiesława Nowak**  
Dyrektor  
Wielkopolskiego Ośrodka Doradztwa  
Rolniczego w Poznaniu

# Sieć na rzecz innowacji w rolnictwie i na obszarach wiejskich (SIR)



SIEĆ NA RZECZ  
INNOWACJI W ROLNICTWIE  
I NA OBSZARACH WIEJSKICH

Wyzwania przyszłości, stojące przed Unią Europejską, sprawiają, że badania i innowacyjność są niezwykle istotne. Unijna polityka rozwoju obszarów wiejskich obejmuje sześć priorytetów, realizowanych przez Program Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020. Jednym z priorytetów jest ułatwianie transferu wiedzy i innowacji w rolnictwie, leśnictwie i na obszarach wiejskich.

Realizacja PROW 2014-2020 wpiera powiązania między rolnictwem, produkcją żywności i leśnictwem a badaniami i innowacjami. Innowacyjność polskich gospodarstw będzie decydować o podnoszeniu produktywności w rolnictwie oraz wzroście konkurencyjności sektora rolnego przy uwzględnieniu potrzeb środowiska naturalnego.

W celu wsparcia innowacji w rolnictwie, produkcji żywności, leśnictwie i na obszarach wiejskich, w ramach Krajowej Sieci Obszarów Wiejskich (KSOW) utworzono Sieć na rzecz innowacji w rolnictwie i na obszarach wiejskich (SIR).

Realizacji celu SIR służą następujące cele szczegółowe:

- Ułatwianie tworzenia oraz funkcjonowania sieci kontaktów pomiędzy rolnikami, podmiotami doradczymi, jednostkami naukowymi, przedsiębiorcami sektora rolno-spożywczego oraz pozostałymi podmiotami zainteresowanymi wdrażaniem innowacji w rolnictwie i na obszarach wiejskich.
- Ułatwianie wymiany wiedzy fachowej oraz dobrych praktyk w zakresie wdrażania innowacji w rolnictwie i na obszarach wiejskich.
- Wsparcie tworzenia i organizacji grup operacyjnych na rzecz innowacji oraz opracowywania przez nie projektów.

W Wielkopolskim Ośrodku Doradztwa Rolniczego w Poznaniu cele te są realizowane m.in. poprzez organizację konferencji, wyjazdów studyjnych, warsztatów i szkoleń. Przedsięwzięcia te wykonywane są w ramach Planu operacyjnego KSOW

w zakresie SIR obejmują szeroki zakres tematyczny, ułatwiają wymianę wiedzy fachowej oraz dobrych praktyk w zakresie wdrażania innowacji w rolnictwie i na obszarach wiejskich, co jest istotne dla procesu transferu wiedzy ze sfery naukowej do praktyki rolniczej. Realizacja operacji przyczynia się do upowszechnienia wiedzy na temat działalności SIR w województwie wielkopolskim, wiedzy z zakresu wsparcia finansowego działań innowacyjnych w kontekście działania „Współpraca” oraz kierunków działań innowacyjnych w rolnictwie.

Działanie dotyczy wspierania, tworzenia i działalności Grup Operacyjnych na rzecz innowacji (EPI) w rozumieniu art. 56 i 57 Rozporządzenia EFRROW, które w ramach działalności będą realizować projekty polegające na opracowywaniu i wdrażaniu innowacyjnych rozwiązań w rolnictwie, produkcji żywności, leśnictwie i na obszarach wiejskich do praktyki.

A zatem wsparcie finansowe w ramach działania „Współpraca” skierowane jest do podmiotów działających na rynku rolnym, które są zainteresowane wprowadzaniem innowacji do praktyki. To właśnie takie podmioty mogą tworzyć Grupy Operacyjne, które będą skupiać się na poszukiwaniu nowych rozwiązań, które mogą być wykorzystane w produkcji rolnej. Do Grupy Operacyjnej mogą wejść: rolnicy, właściciele lasów, przedsiębiorcy, jednostki naukowe, uczelnie, podmioty świadczące usługi doradcze. Grupa składająca się z minimum dwóch wymienionych podmiotów może realizować projekty oparte na opracowaniu i wdrożeniu nowego lub znacznie udoskonalonego produktu, objętego zał. 1 do Traktatu o funkcjonowaniu UE lub opracowaniu i wdrożeniu nowych lub znacznie udoskonalonych technologii lub metod organizacji lub marketingu dotyczących produkcji, przetwarzania lub wprowadzania do obrotu objętych zał. 1 do Traktatu o funkcjonowaniu UE lub tworzeniu lub rozwoju krótkich łańcuchów dostaw lub rynków lokalnych dotyczących przetwarzania lub wprowadzania do obrotu produktów objętych zał. 1 o funkcjonowaniu UE.

Grupa Operacyjna może liczyć na pomoc w wysokości refundacji części kosztów kwalifikowanych maksymalnie do 5 500 000 zł\*. Pomoc obejmuje:

100% kosztów ogólnych

90% kosztów badań

50% kosztów inwestycyjnych

Pomoc przewiduje refundację kosztów bieżących w formie ryczałtu.

Wspólna Polityka Rolna w kolejnym okresie programowania będzie kierowała się w stronę współpracy wielopodmiotowej, dlatego też warto przekonać się do obecnych działań. Budżet dla całego działania wynosi 67 998 186 EURO.

SIR, podobnie jak KSOW ma charakter otwarty. W realizację części zadań SIR mogą włączyć się różne podmioty zaangażowane w rozwój rolnictwa i obszarów wiejskich oraz zainteresowane realizacją lub wymianą informacji o projektach innowacyjnych.

Partnerami SIR mogą być rolnicy, jednostki naukowo-badawcze, przedsiębiorcy sektora rolno-spożywczego oraz pozostałe podmioty zainteresowane wdrażaniem innowacji w rolnictwie i na obszarach wiejskich.

*\*Rozporządzenie w sprawie szczegółowych warunków i trybu przyznawania oraz wypłaty pomocy finansowej w ramach działania „Współpraca” objętego PROW na lata 2014-2020, Dziennik Ustaw poz. 25 z 2016r. ze zm.*

Kontakt do Biura SIR WODR w Poznaniu,  
ul. Sieradzka 29, 60-163 Poznań  
[sir@wodr.poznan.pl](mailto:sir@wodr.poznan.pl)

Informacje na temat działań Sieci  
na rzecz innowacji w rolnictwie i na obszarach wiejskich  
w województwie wielkopolskim dostępne na stronie  
[www.wodr.poznan.pl/sir/aktualnosci](http://www.wodr.poznan.pl/sir/aktualnosci)



# Gospodarowanie wodą w glebie

Gleba jest podstawowym środkiem produkcji w rolnictwie. Większość zabiegów wykonywanych w produkcji roślinnej jest z nią powiązana bezpośrednio lub pośrednio. Gleba jest również środowiskiem życia rośliny, rozwijają się w niej części podziemne, które korzystając z zasobów glebowych odżywiają pozostałe organy. Gleba jest również głównym źródłem wody dla roślin uprawnych.

Woda w środowisku wciąż się przemieszcza. Obiegi wody związane są w dużej mierze z jej parowaniem i skraplaniem oraz przemieszczaniem z powietrzem, w formie pary wodnej i spływem w postaci ciekłej. Obieg wody miewa bardzo różny zasięg, od skali lokalnej do globalnej, z przemieszczaniem mas wilgoci pomiędzy kontynentami i oceanami. Wpływ pojedynczego rolnika a nawet całych społeczności lokalnych na duży obieg wody jest niewielki, wymaga koordynowanych działań na poziomie krajowym a najlepiej międzynarodowym. W skali lokalnej każdy użytkownik bezpośrednio wpływa poprzez swoje działania na gospodarkę wodną posiadanych gruntów.

Tabela 1

Najważniejsze czynniki wpływające na zmiany zawartości wody w glebie

Przychody	Rozchody
Opady atmosferyczne	Osady atmosferyczne
Podsiąkanie z wody gruntowej	Spływy powierzchniowe z wyżej położonych miejsc
Transpiracja	Parowanie
Przeziąkanie do wód gruntowych	Spływy powierzchniowe w niżej położone miejsca

Na zawartość wody w glebie wpływa wielkość przychodów i rozchodów. Najważniejsze składowe bilansu wodnego gleby pola uprawnego przedstawiono w tabeli 1.

Głównym źródłem wody dla gleby są opady deszczu w okresie wegetacyjnym. Opady deszczu i śniegu w czasie zimy i późnej jesieni są znacznie mniejsze, jednak uzupełniają zapas wody niezbędny w czasie wegetacji.

Osady atmosferyczne, głównie rosa, w niewielkim stopniu uzupełniają ilość wody natomiast wpływają na mikroklimat, zwiększają wilgotność powietrza, co zmniejsza straty. Podsiąkanie wody z warstw wody gruntowej odbywa się

dzięki obecności w glebie przestworów kapilarnych, o średnicach mniejszych od 1 mm. Im mniejsza średnica kanalików, tym większa wysokość podsiąku, ale mniejsze jego tempo. Dostępność wody gruntowej dla roślin zależy od jej poziomu. Głębokość zalegania wody gruntowej jest bardzo różna i na dodatek zmienia się okresowo, w zależności od warunków atmosferycznych. W związku z możliwościami korzystania przez rośliny z wody gruntowej możliwe są trzy typy gospodarki wodnej:

- gospodarka opadowo-wodna
- gospodarka gruntowo-wodna
- gospodarka przemienne

Gospodarka opadowo-wodna występuje tam, gdzie poziom wody gruntowej jest zbyt niski, by podsiąk kapilarny dostarczał ją korzeniom roślin rolniczych. Ten typ gospodarki wodnej występuje na większości powierzchni pól uprawnych. Oznacza to, że podstawowym źródłem wody są opady atmosferyczne i od ich wykorzystania zależy ilość wody dostępnej dla roślin. Zasięg korzeni większości roślin nie przekracza 1-1,5 m w głąb, nieliczne gatunki sięgają pojedynczymi korzeniami ponad 2 m. Praktycznie największe znaczenie ma ilość wody zmagazynowana w warstwie 1 m od powierzchni gruntu.

Wysoki poziom wody gruntowej, przez cały rok dostępnej dla roślin uprawnych występuje głównie w zaniżeniach terenu, dolinach rzecznych, obrzeżach jezior itp. Te tereny są głównie wykorzystywane jako użytki zielone. Typ gospodarki gruntowo-wodnej zależy od poziomu wody gruntowej, opady mają więc znaczenie drugorzędne i pośrednie, poprzez uzupełnianie zasobów wody w gruncie.

Przemienne gospodarka wodna oznacza, że okresowo poziom wody gruntowej jest na tyle wysoki, że jest ona dostępna dla roślin rolniczych, jednak w pozostałych okresach poziom obniża się poniżej zasięgu korzeni. Ten typ gospodarki wodną występuje na niższych położonych częściach pól, najczęściej na przedwiośniu i po dużych opadach deszczu czyli w okresach, gdy dostępność wody i tak jest duża. Możliwe jest występowanie okresowych nadmiarów wody, szczególnie na skutek spływów ze zboczy, powodujące spłycenie systemu korzeniowego i słabsze pobieranie wody w okresach suszy. Szybkie odprowadzenie nadmiaru wody paradoksalnie zwiększa dostępność wody w okresach suchych.

Spływy po zboczach do niższych położonych miejsc, choć dostarczają dodatkowej ilości wody, nie są zjawiskiem korzystnym. Następują po intensywnych opadach, na glebach słabo wchłaniających wodę. Napływ wody bywa wtedy gwałtowny, wręcz niszczycielski dla roślin i gleby. Okresowo może prowadzić do zalania pola, szczególnie niższych położonych części. Jednocześnie jest to zjawisko zmniejszające ilość wody na terenach wyżej położonych a na polach położonych w sąsiedztwie terenów nierolniczych, wód otwartych, lasów itp.

utrata części wody ze środowiska pola uprawnego. Spływy znacząco zwiększają nierównomierność warunków wodnych w ramach pola. Duże zróżnicowanie uwilgotnienia nie tylko bezpośrednio wpływa na nierówny rozwój roślin ale również utrudnia wykonanie zabiegów uprawowych, pielęgnacji, nawożenia, ochrony i zbioru w odpowiednich warunkach i terminie.

Najważniejszym składnikiem rozchodów wody z gleby, pod względem produkcji rolnej, jest transpiracja czyli parowanie wody z roślin. Transpiracja jest bezpośrednio związana z funkcjami życiowymi, w tym z tworzeniem biomasy roślinnej. Ilość zużytej na ten cel wody jest ogromna. Do wyprodukowania 1 kg suchej masy, roślina zużywa, w zależności od gatunku, od 250 do ponad 1000 l wody. Ilość ta zależy również od zachowania dobrostanu rośliny. Utrzymanie prawidłowego odczynu roli, dostępności składników pokarmowych, zdrowotności rośliny, pozwala jej na oszczędniejsze gospodarowanie wodą.

Parowanie wody bezpośrednio z gruntu prowadzi do jej bezproduktywnej utraty. Zachodzi, gdy woda po opadach nie wsiąka w głąb profilu glebowego oraz gdy z głębszych warstw podsiąka do powierzchni roli. Tempo parowania jest przede wszystkim uzależnione od ilości wody podatnej na odparowanie czyli znajdującej się przy powierzchni roli oraz od tempa podsiąku kapilarnego. Zaskorupienie powierzchni mocno zwiększa parowanie wody, szczególnie na gliniastych glebach, gdzie podsiąk do powierzchni roli może odbywać się z całej warstwy ornej. Systematycznie niszczenie zaskorupienia, w miarę możliwości technicznych ogranicza znacznie straty przez parowanie. W niektórych roślinach, uprawianych, w szerokich międzyrzędziach okres, w którym można spulchnić rolę wynosi kilka tygodni. Istotne, aby wykonywać zabiegi jak najpłycej. Wzruszanie skorupy można połączyć z odchwaszczaniem i nawożeniem pogłównym. Wymieszanie nawozów zwiększa ich efektywność, odchwaszczenie usuwa konkurencję o wodę, a uzyskanie tych wszystkich efektów w jednym przejeździe obniża koszt każdego z nich. Niekorzystne jest również wałowanie powierzchni na gładko, które również tworzy warunki do podsiąku wody do samej powierzchni. Wykonywanie tego zabiegu powinno być ograniczane do absolutnego minimum, na przykład przygotowanie do siewu bardzo drobnych nasion, a jeśli jest to możliwe po wałowaniu trzeba spulchnić samą powierzchnię roli.

W sytuacji pełnego wysycenia gleby wodą jej nadmiar przemieszcza się w głąb, jako woda grawitacyjna, zasilając wody gruntowe. Odpowiednie tempo tego zjawiska zapobiega zalaniu pola i wyparciu z gleby powietrza. W praktyce stan gleby, na różnych głębokościach profilu, często spowalnia tempo przesiąkania wody. Różnego typu warstwy zagęszczone hamują jej ruch, prowadząc okresowo do pełnego wysycenia warstw wierzchnich. Przyczyną może być również podwyższony poziom wody gruntowej. W takich sytuacjach konieczne są zabiegi melioracyjne. Trzeba jednak podkreślić, że większość problemów związanych z przemieszczaniem wody w glebie wynika z jej złego stanu.

Ilość wody, jaką gleba może utrzymać przez dłuższy czas to połowa pojemność wodna. Za trwałe utrzymanie wody w glebie odpowiada zjawisko kapilarności, zachodzące w wąskich przestrzeniach. Ilość, średnica i objętość przestworów kapilarnych zależy głównie od składu mechanicznego roli, przede wszystkim zawartości frakcji iltu. Najmniej kapilar znajduje się w glebach piaszczystych, w których przeważają cząstki o dużych średnicach. Ilość przestworów utrzymujących wodę rośnie wraz z kategorią agronomiczną, aż do ciężkich glin.

Niestety, nie cała woda w glebie jest dostępna dla roślin. Część jest związana zbyt dużymi siłami, aby mogła być pobrana przez korzenie. Ilość wody niedostępnej również rośnie wraz z zawartością frakcji ilastej. Z tego powodu ilość wody dostępnej dla roślin jest dużo mniejsza, niż jej ogólna zawartość.

Aktualna ilość wody w glebie ulega ciągłym wahaniom, w zależności od wielkości przychodów i rozchodów. Zjawiska zmniejszające jej ilość mają raczej charakter ciągły, np. transpiracja z roślin, natomiast uzupełnienie stanu następuje okresowo w czasie opadów. Odpowiednio duża pojemność wodna jest niezbędna do zmagazynowania możliwie dużej ilości wody z opadów na czas bezopadowy.

Ilość wody możliwej do wykorzystania przez rośliny uprawne zależy nie tylko od ilości opadów atmosferycznych, ale w dużej mierze, od możliwości ich zmagazynowania w glebie i późniejszego pobrania przez rośliny. Rolnik nie ma bezpośredniego wpływu na ilość i rozkład opadów atmosferycznych, natomiast istotnie modyfikuje możliwości ich zgromadzenia i wykorzystania oraz wielkość nieproduktywnych strat. Niestety często jest to działanie nieświadomie prowadzące w kierunku obniżenia wykorzystania wody.

Postęp techniczny w produkcji roślinnej opierał się, do tej pory, na rozwoju pługa odkładnicowego, który umożliwiał coraz głębszą orkę, wykonywaną w coraz trudniejszych warunkach. Dzięki temu możliwe było skuteczne zwalczanie dzikiej roślinności oraz dokładne przykrycie obornika, znacznie podnoszące jego efektywność nawozową. Ułatwiło również wprowadzenie zmianowania, z udziałem koniczyn, lucern, traw, międzyplonów co wiązało się z możliwością zaorania żywej ścierni lub całych roślin. Uprawa roli, poprzez napowietrzanie jej i mechaniczne kruszenie przyspiesza mineralizację próchnicy, z której uwalniają się składniki pokarmowe, zwiększając plon roślin.

Niestety w dłuższym okresie czasu uprawa płuzna, przez intensywną mineralizację próchnicy, prowadzi do zmniejszenia jej zawartości w glebie. W przeszłości było to częściowo rekompensowane przez systematyczne nawożenie obornikiem oraz zmianowanie z dużą ilością roślin wzbogacających w materię organiczną.

Gleba składa się z trzech faz, stałej, ciekłej i gazowej. Woda i powietrze glebowe znajdują się w przestworach pomiędzy cząstkami stałymi gleby. W naturalnych warunkach przestwory glebowe tworzą sieć połączonych kanalików o większych i mniejszych średnicach, powstałych przez działanie dżdżownic i innych drobnych organizmów oraz pozostałych po obumarłych, rozłożonych

korzeniach roślin. Poprzez działanie narzędzi rolniczych ten naturalny system zostaje zniszczony i zastąpiony przez sztucznie wytworzoną strukturę gruzelkową. Gruzelki to kilkumilimetrowej średnicy agregaty, które wewnątrz mają ciasno ułożone cząstki gleby i dominuje w nich porowatość kapilarna a pomiędzy agregatami znajdują się większe przestrzenie, w których odpływa w dół woda grawitacyjna oraz krąży powietrze glebowe. Skuteczność struktury gruzelkowej, w utrzymaniu odpowiednich właściwości wodno-powietrznych roli zależy od odporności gruzelków na siły mechaniczne i działanie wody. Podstawowym spoiwem, wzmacniającym gruzelki jest próchnica glebowa. Negatywne skutki intensywnej uprawy roli dla zawartości próchnicy i wodoodporności struktury agregatowej, wyraźnie narastają w ostatnich kilkudziesięciu latach. Szczególnie szybkiego tempa nabrały po roku 1990, kiedy to nastąpiły diametralne zmiany w rolnictwie. Szybki postęp w mechanizacji rolnictwa umożliwił zwiększenie głębokości i prędkości wykonywanych zabiegów mechanicznych, zwiększając przez to negatywny wpływ na zawartość próchnicy w glebie i mechanicznie niszcząc gruzelki. Drastycznie zmniejszyła się powierzchnia uprawy roślin działających strukturotwórczo. Były to głównie rośliny paszowe, których udział w zasiewach zmniejszał się szybko w ostatnich latach, wraz z obniżeniem obsady zwierząt gospodarskich, szczególnie owiec, koni i bydła. Skutkiem tego zjawiska jest również zmniejszanie produkcji obornika, ważnego czynnika poprawiającego strukturę roli. Bardzo negatywnie na bilans próchnicy w glebie wpływa uprawa kukurydzy, której powierzchnia uprawy przekroczyła 1 mln ha. Powszechna dostępność przemysłowych środków produkcji, głównie nawozów i środków ochrony roślin doprowadziła do prawie całkowitego zaniku stosowania zmianowania, szczególnie takich jego elementów jak rośliny bobowate, trawy i międzyplony, co dodatkowo zmniejszyło dopływ materii organicznej do gleby.

Negatywne skutki tego zjawiska widoczne są już powszechnie na terenie całego kraju. Ubytek próchnicy prowadzi do pogorszenia właściwości biologicznych, chemicznych i fizycznych roli, prowadząc do jej postępującej degradacji. Widocznym skutkiem jest pogorszenie struktury agregatowej gruntu, w zamian za to rośnie jego rozpylenie a później, po opadach deszczu zaskorupienie. Brak agregatów glebowych powoduje niedobór przestworów glebowych, szczególnie tych o dużych średnicach, którymi woda szybko wsiąka w głębie. W efekcie poważna część opadów spływa po powierzchni w zagłębienia terenu i pozostaje przy powierzchni, skąd szybko paruje.

Niedobór próchnicy zwiększa skłonność gleby do nadmiernego osiadania. Rośnie również wrażliwość gleby na zagęszczanie pod wpływem przejazdów maszyn po polu. Rośnie zagęszczenie podglebia, które utrudnia, lub wręcz uniemożliwia rozwój korzeni roślin uprawnych poniżej warstwy ornej. Liczne zabiegi uprawowe, związane z orką i jej doprowadzeniem, są odpowiedzialne za większą część ugniatania pola, jednak powstałe koleiny są niewidoczne, bo maskowane przez kolejne wykonane uprawki.

Coraz częściej zabiegi uprawowe wykonywane są w zbyt suchej lub zbyt mokrej glebie, potęgując problem narastającej erozji gleby. Zmiany w klimacie prowadzące do coraz częstszych susz, przeplatanych nawalnymi deszczami nakładają się na rosnącą wrażliwość gruntów rolnych na wywiewanie i rozmywanie, związaną z ubytkiem próchnicy. Niestety, dla gleby nowoczesny sprzęt rolniczy pozwala na wjazd w pole i zabiegi uprawowe w warunkach, w których nie powinny być wykonywane. Skłania ku temu również duża czasochłonność wykonywanych zabiegów, która utrudnia zachowanie wymaganych terminów agrotechnicznych, zwłaszcza na dużych powierzchniach oraz w okresach nieprzychylnych pracom polowym pogody.

Wśród omówionych powyżej, negatywnych skutków stosowania intensywnej, płużnej uprawy roli oraz odejścia od zmianowania największe znaczenie mają efekty środowiskowe czyli pogorszenie właściwości gleby. Ponieważ zmiany w glebie zachodzą powoli, w sposób pełzający, to są słabo zauważalne w krótkim okresie czasu. Jednak kumulują się w kolejnych latach dając w dłuższym okresie poważne zmiany w środowisku glebowym, w skrajnym przypadku prowadzące do jego całkowitej dewastacji.

Odpowiedzią na nieświadomie powodowane negatywne zmiany w glebie powinny być świadomie podejmowane działania dla jej regeneracji. Powrót do sprawności roli przebiega powoli i pełna regeneracja gruntu wymaga wielu lat dobrej agrotechniki. Jednak pierwsze, pozytywne skutki są widoczne natychmiast, w pierwszych latach po ich zastosowaniu.

Najistotniejsze jest zatrzymanie dalszego procesu degradacji roli. Na wielu polach występują już połacie, najczęściej tuż pod szczytem wzniesień, na których występuje brak wschodów roślin oraz wymokliska w zagłębieniach terenu. Ich powierzchnia jest zazwyczaj niewielka ale gwałtownie rośnie w latach o bardzo nieprzychylną, skrajną pogodzie. Ponieważ skrajności w przebiegu opadów są coraz częstsze to znaczenie tych zdegradowanych powierzchni będzie rosło.

Najważniejsze sposoby poprawy gospodarki wodnej gleby i jednocześnie innych jej właściwości, to ograniczenie uprawy roli, zwiększenie dopływu materii organicznej i zwiększenie bioróżnorodności pola uprawnego. Tylko kompleksowe zastosowanie wszystkich tych sposobów będzie dawało wymierne efekty. Samo zwiększenie dopływu substancji organicznej, bez zmiany uprawy roli zwiększy tylko ilość mineralizowanej biomasy, ale nie zwiększy ilości próchnicy. Również bez odpowiedniej różnorodności organizmów, w tym mikroorganizmów nie zajdą poprawnie przemiany materii w próchnicę. Łączne stosowanie tych wszystkich sposobów będzie też w praktyce łatwiejsze do stosowania, niż tylko niektórych z nich.

Zabiegi uprawy roli prowadzą do utraty dużych ilości wody przez parowanie. Każde wymieszanie gleby wydobywa na powierzchnię wilgotny materiał, który wysycha. W skrajnych przypadkach prowadzi to do braku wschodów roślin

uprawnych, szczególnie w czasie siewów letnich. Gleba wydobyta na powierzchnię przez kolejne zabiegi uprawowe, potrzebuje kilka dni a w letnie upały nawet tylko kilka godzin, by całkowicie wyschnąć. Ograniczenie intensywności uprawy naturalnie ogranicza ten proces. Pierwszym, najprostszym rozwiązaniem jest agregowanie narzędzi uprawowych. Gleba jest poddana kilku zabiegom prawie jednocześnie, nie mając czasu na wysychanie pomiędzy nimi. Świeżo wzruszona rola, jest jeszcze wilgotna, więc łatwiej poddaje się kolejnym elementom roboczym. W sumie potrzeba mniej zabiegów do jej doprowadzenia a jednocześnie na polu powstaje mniej kolein, które wymagałyby kolejnych zabiegów uprawowych.

Kolejnym sposobem na ograniczenie intensywności uprawy i przy okazji przesuszania roli, jest spłykanie wykonywanych zabiegów. W pierwszej kolejności jest to możliwe w zespole uprawek doprowadzających. W idealnych warunkach wystarczy spulchnienie roli na głębokość siewu. Wymaga to jednak bardzo starannego wykonania wcześniejszych zabiegów i dobrych warunków np. wilgotności roli. Znaczenia nabierają szczegóły, często pogłębienie uprawy wynika z konieczności wyrównania głębokich kolein po ciągniku. Aby temu zapobiec czasem wystarczy zastosowanie dobrych spulchniaczy śladów. Czasem trzeba przemyśleć typ ogumienia, ciśnienie w kołach, zastosowanie kół bliźniaczych czy innych sposobów zmniejszenia ugniatania przez ciągnik. Dodatkowy efekt płytszej uprawy to możliwość zastosowania szerszego narzędzia i kolejne zmniejszenie ilości kolein.

Poważne straty wody następują, gdy gleba pozostaje niewyrównana, z bryłami na powierzchni w okresie suchej pogody. Wielokrotnie zwiększona powierzchnia kontaktu z powietrzem i bezpośredniego działania słońca doprowadza w końcu do głębokiego wysychania dużych mas gleby. Utracona zostaje nie tylko woda dostępna dla roślin, ale również część wody niedostępnej. Po opadach najpierw gleba pobiera wodę w fazę silnie związaną a dopiero później następuje uzupełnienie zapasu wody dostępnej dla roślin. Natychmiastowe wyrównywanie pola po każdym intensywnym zabiegu, szczególnie orce jest więc koniecznością.

Do równania roli, dość powszechnie stosowana jest włoka. Pierwotnie była lekką, drewnianą belką, stosowaną wczesną wiosną do delikatnego wyrównywania powierzchni pola. Szybki rozwój mechanizacji umożliwił przekształcenie tego narzędzia w ciężki sprzęt, działający niemal jak buldożer, przegarniający masy gleby. W założeniu ma to wyrównać powierzchnię, ale kosztem wielkich strat dla gleby, zwłaszcza, gdy jest wykonywana po orce letniej np. pod rzepak. Włoka powinna pozostać lekkim narzędziem, najlepiej będącym jednym z pierwszych elementów agregatów uprawiających rolę.

Bardzo duże zniszczenia w strukturze roli mogą wyrządzić narzędzia aktywne. Ich możliwości rozkruszenia i rozpylenia gleby są ogromne, dlatego powinny być stosowane na możliwie najmniejszą głębokość i przy możliwie najmniejszej prędkości obrotowej oraz jak najrzadziej.

Orka wzrusza, kruszy i napowietrza całą objętość oranej roli, jest więc bardzo silnie działającym zabiegiem uprawowym. W większości przypadków nie ma konieczności wykonywania orki głębokiej. Orka siewna, zwłaszcza pod zboża, może być wykonana na 20 cm a nawet nieco płycej. Głęboka orka jest potrzebna raz na kilka lat, głównie pod rośliny okopowe.

## Uprawa późniwna

Dużą rolę w gospodarce wodnej pola ma uprawa późniwna. Po zbiorze pole zostaje pozbawione okrywy roślinnej, w zamian pozostają, w różnych ilościach resztki późniwne. Gleba jest zagęszczona i wilgoć podsiąka do samej powierzchni. Uprawa późniwna winna być wykonana natychmiast po zbiorze i jak najpłycej, nie więcej niż na 5cm. Zerwanie drobnych kapilar glebowych hamuje parowanie jednak przesusza uprawioną warstwę, płytka uprawa ogranicza straty z tego tytułu. Uprawa ścierniska pobudza do kiełkowania samosiewy, szczególnie obficie w stanowiskach po zbożach i rzepaku, dlatego powinna być powtórzona, nawet kilkakrotnie, po każdej fali wschodów, kiedy rośliny są jeszcze bardzo młode. Kiedy zboża mają do dwóch liści a rzepak jest w fazie liścienia są łatwe do mechanicznego zwalczania a wykonany zabieg pobudza do kiełkowania kolejne nasiona. Jeśli na polu pozostaje słoma, to dopiero ostatni zabieg późniwny wykonuje się na głębokość umożliwiającą jej pełne wymieszanie z glebą.

Niestety w praktyce uprawa późniwna najczęściej jest ograniczana do jednego przejazdu na sporą głębokość. Efektem jest niewystarczające wymieszanie słomy, niepotrzebnie głębokie przesuszenie gleby oraz pozostawienie rosnących samosiewów. Rozwijające się rośliny są przegęszczane, walczą ze sobą i nie przyrastają. Niewiele z nich będzie biomasy, ale roznoszą choroby, żywią szkodniki i zużywają ogromne ilości wody. Odpowiednio płytka, ale pielęgnowane uprawki późniwne zużywają mniej czasu i paliwa, niż wynosi różnica kosztów orki siewnej i jej doprawienia w porównaniu do pola zarośniętego samosiewami. Większa ilość uratowanej wody bywa bezcenna w początkach wegetacji rośliny następczej.

Plug podorywkowy jest mało wydajnym narzędziem i słabo sobie radzi na polu po zbiorze kombajnem, nawet jeśli zebrano słomę. Rynek oferuje jednak wiele różnych narzędzi alternatywnych, umożliwiających wydajną uprawę na bardzo różną głębokość, nawet ultra płytka, na ok. 2 cm i mniej.

Największe możliwości zmniejszenia intensywności uprawy roli dają różne sposoby uprawy bezorkowej oraz skrajne ograniczenie uprawy do zera, połączone z siewem bezpośrednim.

Mamy obecnie możliwość czerpania z wielu różnych technologii bezorkowych. Przydatność poszczególnych z nich do konkretnego gospodarstwa zależy od specyficznych uwarunkowań siedliskowych, agrotechnicznych i technicznych.



Jedną z korzyści, związanych z uproszczeniem uprawy roli jest oszczędność czasu. Mniej czasu potrzebne na uprawę roli to większa szansa na terminowy siew lub na siew w korzystniejszych warunkach wilgotnościowych. Typową sytuacją jest siew rzepaku ozimego i częste w tym czasie susze. Możliwość wykorzystania nawet pojedynczych opadów to jedna z większych zalet, odpowiednio wykonanej uprawy uproszczonej.

## Uprawa konserwująca

Ochrona gleby przed działaniem wiatru i deszczu jest, w skali Świata, jednym z najważniejszych powodów wprowadzania systemów bezorkowych, szczególnie uprawy konserwującej. Konserwująca uprawa roli to taki sposób, w którym po siewie rośliny uprawnej, co najmniej 30% powierzchni pola pozostaje pokryte ściółką (mulczem). Efekt ochronny rośnie wraz ze zwiększaniem ilości ściółki pozostającej na powierzchni i zmniejszaniem ilości wzruszanej gleby. Ideałem jest siew bezpośredni w glebę całkowicie pokrytą ściółką, najlepiej trwale związaną z glebą. Poza bezpośrednią ochroną przez mulcz, znaczenie ma wzrastanie zawartości próchnicy i poprawa trwałości struktury roli czyli odporności na jej rozpylanie i rozmywanie, które rośnie w kolejnych latach uprawy konserwującej.

W naszych warunkach rośliną bardzo wrażliwą na procesy erozyjne jest burak, z tego powodu najwcześniej i najpowszechniej zaczęto stosować uprawę konserwującą w tej roślinie. Erozja to z jednej strony uszkodzenia roślin ale z drugiej tworzenie skorupy i spływy powierzchniowe zamiast wsiąkania wody deszczowej w glebę.

Poszczególne gleby i rejony Polski różnią się stopniem zagrożenia erozją i zaskorupieniem powierzchni nie ma jednak takich, w których to zjawisko nie występuje, kwestią jest tylko jego nasilenie.

Rośliny wymagają do wzrostu zbilansowanej ilości wody i powietrza, które wypełniają przestwory między fazą stałą. Przy całkowitym wysyceniu wodą porów glebowych korzenie cierpią na niedotlenienie i w ostateczności rośliny gniją. Przy braku wody rośliny zasychają. Wraz z zagęszczaniem gleby maleje udział porów glebowych, w pierwszej kolejności tych o dużych średnicach, w których krąży powietrze. Zrezygnowanie z uprawy w dłuższej perspektywie przywraca glebie jej naturalną porowatość. W systemach uprawy uproszczonej wracają naturalne mechanizmy które zmniejszają jej gęstość. Podstawowe znaczenie ma zawartość próchnicy, która rośnie po zaniechaniu uprawy orkowej, równocześnie tworzy się również sieć przestworów od dużej średnicy, co oznacza szybki przepływ wody i swobodny ruch powietrza. Kanaliki pochodzenia biologicznego mają dużą długość i ciągłość połączeń tworząc sieć ułatwiającą pionowy i poziomy ruch wody. Są również wykorzystywane przez korzenie uprawianych następczo roślin.

Poprawa struktury roli i wykształcenie systemu bioprestworów ułatwia wsiąkanie wody w głębsze warstwy gleby, z dala od jej powierzchni. Zmniejsza

również ilość wody traconej przez spływ w zagłębienia terenu. Nie występuje też skorupa glebowa, poprawia się więc wykorzystanie opadów, zwłaszcza intensywnych, które wraz ze zmianami klimatu są coraz częstsze.

Niewątpliwie jedną z największych zalet stosowania ściółki jest ograniczone parowanie wody z powierzchni roli. Poza mechanicznym odgraniczeniem roli od powietrza, resztki roślin zacierają glebę, obniżając jej temperaturę o kilka stopni.

Podwyższona wilgotność może być niekorzystna w okresach wysokich opadów, jeśli ograniczone jest jej odprowadzanie. Dzięki poprawionej gospodarce wodnej okresy nadmiaru wody są dużo krótsze w technologiach bezorkowych, niż na terenach oranych. Woda praktycznie na bieżąco odpływa do warstw podglebia i zostaje zmagazynowana na okresy jej niedoboru a w ostateczności odprowadzona do wód gruntowych. Z tej przyczyny nie występuje nadmiar wody w wierzchnich warstwach gleby i brak jest konieczności mechanicznego podsuszania roli.

Okres przechowywania wody w podglebiu jest praktycznie nieograniczony. Rośliny mogą z tego zapasu korzystać pod warunkiem, że ich korzenie swobodnie wrastają do podglebia. Ponieważ w uprawach bezorkowych nie tworzy się podeszwa płuzna ani nie zostaje zagęszczane podglebie, za to odtwarza się sieć naturalnych przestworów, korzenie swobodnie się rozrastają i korzystają z wody z podglebia. Początkowo jednak, gleba pozbawiona przez wieloletnią uprawę orkową naturalnej struktury ma skłonność do nadmiernego osiadania pod wpływem deszczu i własnego ciężaru. Jest też wrażliwa na ugniatanie przez maszyny rolnicze. Pozostają również warstwy nadmiernie ugniecione po uprawie orkowej, począwszy od kolein, przez podeszwę płuzną do zagęszczonego podglebia. W pierwszych latach, zanim w systemie uprawy bezorkowej nastąpi odbudowa struktury gleby, może to stanowić poważną barierę w rozwoju korzeni roślinnych a w skrajnych sytuacjach trwale ograniczyć głębokość korzenienia roślin. Zjawisko to często występuje po przejściu na płytką uprawę całopowierzchniową a najsilniej w systemie uprawy zerowej. Jego powszechne występowanie było przyczyną zniechęcenia części rolników do uprawy bezorkowej w początkach jej stosowania w Polsce.

Obecnie dostępne jest wiele technologii bezorkowych. Różnią się przede wszystkim głębokością uprawy oraz intensywnością wykonywanych zabiegów. Drugim, ważnym parametrem jest sposób traktowania ściółki pozostającej na powierzchni. W zależności od lokalnych warunków, panujących w glebie, uprawianych roślin i innych uwarunkowań można dobrać taki sposób uprawy, który będzie odpowiednio przygotowywał rolę.

## Pasowa uprawa roli

W doborze zabiegów uprawowych, ich ilości i głębokości, niezależnie czy w technologiach bezorkowych, czy w tradycyjnej uprawie płuznej, obowiązującym założeniem powinno być, że stosuje się tak dużo uprawy jak to jest

konieczne, ale tak mało jak to jest możliwe. Przykładem może być pasowa uprawa roli. Specjalistyczny agregat uprawia tylko pas gleby pod przyszły rząd roślin a międzyrzędzia pozostawia zupełnie niewzruszone. Głębokość uprawy pasowej może być bardzo różna, jeśli zajdzie potrzeba to 35 cm, jeśli nie ma takiej konieczności to czasem wystarcza 10 cm. Pole zostało uprawione w bardzo małej części, wystarczył jeden przejazd, ale umożliwiono swobodny wzrost korzeni oraz ruch wody w głąb gleby. Na powierzchni pozostało dużo ściółki a jednocześnie zapewniono dogodne warunki do siewu.

Jeśli gleba była poważnie zagęszczona przez wcześniej wykonywane, w ramach uprawy orkowej, zabiegi to samoistne rozluźnienie, szczególnie w głębszych warstwach może być bardzo powolne. W przeszłości można było liczyć na głębokie przemarznięcie gruntu, który był rozsadzany przez tworzący się lód. Obecnie zmiany klimatu są tak daleko posunięte, że przemarzanie ogranicza się tylko do powierzchni roli, bez wpływu na podglebie. Jeśli zachodzi konieczność spulchnienia podglebia konieczne jest głęboszowanie roli.

## Głębosz

Głębosz nie powinien być stosowany bez potrzeby, jest to zabieg kosztowny, silnie i głęboko ingerujący w glebę. Ważne są również warunki, w jakich będzie zastosowany. Żadne narzędzie rolnicze nie powinno być stosowane przy zbyt dużej wilgotności gleby, jednak szczególnie dotyczy to głębosza. Ząb tego narzędzia wywiera ogromny wpływ na kolejne warstwy roli. Jeśli gleba jest mokra to będzie ugniatana od dołu, ścianki szczeliny po przejściu zęba zostaną zamazane i zagęszczone. W tej sytuacji zostanie wyrządzone wiele szkody, najczęściej bez żadnych efektów. Głębosz potrzebuje dużej mocy do uciągu, więc również ciągnik będzie silnie ugniatął rolę.

Głębosz jest skuteczny, gdy gleba pęka pod jego działaniem, rozkrusza się i w jej wnętrzu pozostają liczne, odspojone od calizny bryły i bryłki. Odpowiednie warunki panują najczęściej latem, po żniwach. Jeśli jednak jest zbyt wilgotno, to najlepszą opcją jest rezygnacja z tego zabiegu i odłożenie go na kolejny rok.

Wraz z upływem czasu gleba pozostawiona bez uprawy lub uprawiana w ograniczonym zakresie technologiami bezorkowymi, nabiera większej nośności, jest mniej podatna na tworzenie kolein i odporniejsza na nacisk. Ułatwione jest przez to przemieszczanie się po polu maszyn i narzędzi rolniczych oraz środków transportowych. Ułatwia to, a także pozwala na bardziej terminowe i mniej zależne od pogody wykonywanie zabiegów. Duże znaczenie ma tu przejazd ciężkim sprzętem do wywożenia ziemiopłodów, rozwożenia obornika, wapna, gnojowicy i gnojówki. Kolejną korzyść to możliwość wjechania w terminie z zabiegami ochrony roślin i nawożenia.

Uprawa uproszczona to mniej przejazdów po polu i mniejsze ugniatanie. Jednak równocześnie wykonuje się mniej zabiegów spulchniających, przez co ewentualne ugniecenie roli jest bardziej niebezpieczne. Wykorzystanie wszelkich możliwości technicznych i organizacyjnych ograniczenia ugniatania jest tu więc równie ważne a w zasadzie ważniejsze, niż w systemach orkowych.

Skłonność do nadmiernego zagęszczenia występuje tym silniej, im gleba była wcześniej doprowadzona do gorszej kondycji. Również okres przejściowy trwa w takiej sytuacji dłużej i wymaga zdecydowanych działań w innych aspektach odbudowy gleby. Dostarczenie do gleby dużej materii organicznej bezpośrednio zwiększa ilość surowca do produkcji próchnicy glebowej. Nawożenie obornikiem, słomą, kompostem i innymi dostępnymi nawozami organicznymi, połączone z obsiewaniem intensywnie korzeniącymi się roślinami, skutecznie ograniczają skłonność roli do zagęszczania.

Wraz ze wzrostem ilości próchnicy nie tylko zwiększa się odporność gleby na zagęszczenie i możliwości korzeni do pobierania wody z głębszych poziomów, ale bezpośrednio wzrasta pojemność wodna gleby. Próchnica zatrzymuje wielokrotnie więcej wody, niż sama waży a do tego, poprzez poprawę struktury roli optymalizuje jej porowatość.

Zagęszczenie poszczególnych warstw gleby nie oznacza automatycznie pogorszenia rozwoju korzeni rośliny uprawnej. Jeśli w glebie znajdują się pęknięcia lub makropory pochodzenia biologicznego to korzenie roślinne, powietrze i woda mogą z nich korzystać i przenikać swobodnie w głąb.

Istnieją również inne przyczyny braku rozwoju korzeni w głębszych warstwach. Wspomniano już wcześniej okresowe nadmiary wody z opadów lub okresowo zbyt wysoki poziom wody gruntowej. Korzenie większości roślin nie rozwijają się w wodzie z braku powietrza. Innym powodem może być koncentracja składników pokarmowych w wierzchnich warstwach. Szczególnie fosfor, który słabo przemieszcza się w glebie, prowokuje rozwój korzeni w kierunku jego większej dostępności. Odpowiednio, głęboko zlokalizowane nawożenie fosforowe promuje rozwój korzeni w głąb gleby. W niektórych sposobach bezorkowych są możliwości głębokiego stosowania nawozów mineralnych a czasem również gnojowicy i gnojówki. Są to systemy wykorzystujące głęboko pracujące zęby kultywatora. Również samo głębokie spulchnienie za zębami ułatwia rozwój korzeni w głąb, ponieważ korzeń jest z natury „leniwy” i rozwija się w kierunku w którym ma mniejszy opór.

Dużym problem w rozwoju korzeni w głąb bywa nierozłożona materia organiczna, głównie słoma lub słomiasty obornik, w dużych ilościach wprowadzone do gleby i tworzące „matę” odcinającą głębsze warstwy. Największe problemy występują, gdy pozostawiono na polu słomę po zbiorze i wykonano orkę razówkę, bez wcześniejszych zabiegów uprawowych. Również orka siewna po podorywce wykonanej pługiem daje podobne efekty. Zebranie słomy z pola tylko zmniejsza

problem, bo ilość ścierni i plew po zbiorze kombajnowym i tak jest duża, poza tym słoma jest przecież dużym i cennym źródłem próchnicy glebowej. Należy za to poprawić zagospodarowanie słomy, zwiększyć stopień wymieszania z glebą i przyspieszyć jej rozkład. Pierwszym warunkiem uzyskania sukcesu w tej materii jest dokładne pocięcie i równomierne rozrzucenie po powierzchni pola, niezależnie czy stosuje się typową uprawę płużną, czy technologie bezorkowe. W niektórych sposobach uprawy uproszczonej najlepiej pozostawić słomę na powierzchni, jako ściółkę, wtedy zupełnie nie przeszkadza w rozwoju korzeni.

Niedocenianym czynnikiem wpływającym na rozkład materii organicznej i szerzej wykorzystanie wody w glebie jest odpowiedni odczyn gleby. Zbyt niskie pH hamuje rozwój mikroorganizmów odpowiedzialnych za przemiany zachodzące w glebie, w tym tworzenie próchnicy. Zbyt niskie pH bezpośrednio powoduje rozpad agregatów glebowych, pogarszając porowatość roli. Zbyt niskie pH ogranicza rozwój, a w skrajnym przypadku powoduje zatrucie korzeni roślin przez aktywne formy glinu. Utrzymanie odpowiedniego odczynu gleby wielokierunkowo poprawia wykorzystanie wody.

Fizyczne, chemiczne i biologiczne właściwości gleby są ze sobą ściśle powiązane. Powyżej wielokrotnie wspomniano o właściwościach fizycznych i chemicznych a szczególnie o znaczeniu próchnicy glebowej. Wzrost zawartości próchnicy jest równocześnie przyczyną i wskaźnikiem poprawy kondycji gleby. Wszelkie przemiany chemiczne a w dużej części również fizyczne roli są skutkiem działalności żywych organizmów glebowych. Dbałość o nie jest podstawą uzyskania sprawnej gleby, ze wszystkimi, pozytywnymi następstwami. Podstawowym zadaniem w tym zakresie jest utrzymanie bioróżnorodności pola uprawnego i otaczających terenów.

Dla zachowania wystarczającej bioróżnorodności niezbędne jest stosowanie, choć w minimalnym zakresie, prawidłowego płodozmienu. W uprawie dominują obecnie zboża. Są to rośliny o dość płytkim, wiązkowym systemie korzeniowym. Ich korzenie mają małe średnice, znacznie poniżej 1 mm. Ich wpływ na porowatość gleby jest niewielki, ograniczony praktycznie do warstwy ornej. Brakuje roślin o silnym, palowym systemie korzeniowym, jedyny gatunek, z tej grupy, mający znaczenie w uprawie to rzepak ozimy. Kolejny problem, związany z brakiem zmianowania to choroby korzeni, w uprawie zbóż znane powszechnie jako choroby podsuszkowe. Słabszy rozwój systemu korzeniowego oznacza utrudnione pobieranie wody.

Problem, którego nie widać, bo jest ukryty pod ziemią, a do tego mikroskopowej wielkości, to brak odpowiedniej mikroflory glebowej. Naturalnym stanem zdrowej gleby jest występowanie tysięcy różnych mikroorganizmów, rozwijających się głównie na powierzchni korzeni roślinnych. Każdy gatunek rośliny ma swój własny zestaw mikrobów. Różnorodność mikrobiologiczna gleby zapewnia prawidłowe przemiany materii organicznej, w tym tworzenie próchnicy i struktury roli, przemiany i pobieranie składników mineralnych.

Chronią również korzenie przed infekcją. Podsumowując, kompleksowo, przez bezpośrednie i pośrednie działanie poprawiają wykorzystanie wody glebowej.

W porównaniu ze stanem optymalnym, dzisiejsze zmianowania są bardzo ubogie pod względem bioróżnorodności, wymagają znacznego wzbogacenia. Rośliny polecane jako uzupełnienie zmianowania np. rośliny strączkowe, są postrzegane jako mało opłacalne i dlatego rzadko uprawiane. Jednak należy rozpatrywać zmianowanie jako całość, uwzględniając poprawę zdrowotności i plonowania pozostałych roślin oraz korzystny wpływ na glebę. Przerwywanie uprawy zbóż roślinami dwuliściennymi oraz uprawy ozimin przez rośliny jare ułatwia również radzenie sobie z chwastami, chorobami i szkodnikami.

Znaczne zwiększenie bioróżnorodności agroekosystemu, bez dużej ingerencji w stosowane zmianowanie i w prosty sposób można uzyskać uprawiając międzyplony. Szczególnie szeroki wachlarz gatunków do uprawy można zastosować w międzyplonach przeznaczonych na zielony nawóz. Standardem w takiej sytuacji powinny być mieszanki wielogatunkowe, składające się co najmniej z 4-5 gatunków a nic nie stoi na przeszkodzie, aby było ich kilkanaście. Wobec stosowanych w praktyce 2-3 gatunkowych zmianowań jest to zwielokrotnienie bioróżnorodności roślin, za którą postępuje bioróżnorodność mikroorganizmów glebowych. Zróżnicowane systemy korzeniowe korzystnie wpływają na strukturę roli. Niektóre gatunki mają bardzo głębokie systemy korzeniowe, które „meliują” czyli przerastają i spulchniają głębsze warstwy gleby. Zalicza się do nich przede wszystkim rzodkiew oleista i korzeniowa oraz łubiny, ale silny system korzeniowy ma również wiele innych gatunków z rodziny kapusiowatych (dawniej krzyżowych) oraz bobowatych (motylkowatych) a także słonecznik i facelia.

Międzyplony muszą być udane, aby faktycznie miały wpływ na glebę. Do ich uprawy trzeba więc podchodzić równie starannie, jak do roślin towarowych. Stosować odpowiednio wysokie normy wysiewu, siać we wczesnych terminach, aby zapewnić długi okres wegetacji i tak dobrać technikę siewu, aby uzyskać dobre wschody. Przed siewem należy też zadbać o oczyszczenie pola z samosiewów, żeby nie konkurowały z rozwijającym się międzyplonem oraz, aby nie stanowiły pomostu dla chorób i szkodników na następne lata.

Poza korzeniami roślin ogromny wpływ na jakość gleby mają dżdżownice. Dżdżownice występują we wszystkich typach gleb, choć preferują wilgotniejsze, o dużej zasobności w materię organiczną i odczynie obojętnym. Dżdżownice pozostawiają w glebie sieć korytarzy dzięki którym korzenie roślin mogą wnikać głębiej w glebę. Przyspieszają rozkład materii organicznej, rozprowadzają ją równomiernie w warstwie gleby. Ich korytarze mogą sięgać 1,5 m głębokości, będąc kanałami napowietrzającymi głębsze warstwy, którymi również woda może szybko wnikać w głąb podglebia. Odżywiają się resztkami roślin i glebą bogatą w próchnicę. Produkowane przez nich odchody są bogate w bakterie, azot, węgiel. Dżdżownice zdecydowanie bardziej preferują glebę

pokrytą roślinnością lub ściółką. Ich liczebność jest bezpośrednio powiązana z dostępnością materii organicznej.

Obecność dżdżownic jest również łatwym do obserwowania wskaźnikiem stanu gleby. Ich pojawienie się w dużych ilościach jest typowe po przejściu na uprawę bezorkową i oznacza, że kończy się okres przejściowy od stanu sztucznej struktury nadawanej orką a zaczyna budowa nowej struktury i gromadzenie próchnicy. Od momentu ich namnożenia wzrasta również tempo przemian, których są istotnym elementem.

Aby prawidłowo zaplanować działania mające poprawić gospodarkę wodną gleby konieczne jest rozpoznanie jej stanu aktualnego. Niestety objawy widoczne na powierzchni gruntu nie dają pełnej informacji. W ocenie stanu gleby pomaga lustracja pola, połączona z wykonywaniem próbnych wykopów badaniem stanu gleby i obserwacją rozwoju korzeni roślinnych. Łatwiej jest wtedy wskazać, na jakiej głębokości występują problemy. Często bez takiej analizy podejrzewa się zagęszczenie podglebia, podczas gdy główny problem leży w zaskorupieniu i braku struktury w warstwie ornej. W przeszłości taką lustrację rolnik przeprowadzał dokładnie corocznie, w trakcie wykonywania orki. Przejście z traktacji konnej na ciągnik utrudniło obserwacje a z wysokości kabin nowoczesnych, dużych ciągników już nic nie widać, dlatego staje się wręcz konieczna osobna lustracja pola. Niektórzy praktycy twierdzą, że szpadel jest najważniejszym narzędziem w gospodarstwie, bo pozwala ocenić sytuację i podjąć odpowiednie decyzje.



*Zdjęcie 1. Opóźnienie uprawy poźniwej prowadzi do zwiększonego parowania z powierzchni gruntu również silnie rozwinięte samosiewy zużywają duże ilości wody, uprawki w tych warunkach muszą być niepotrzebnie pogłębione a skuteczność zwalczania samosiewów pozostaje niska. (fot. T.Piechota)*



*Zdjęcie 2. Pozostawienie niewyrównanej powierzchni po orce przyspiesza przesychnanie gleby i utrudnia dalsze uprawki, agregatownie narzędzi doprawiających zmniejsza dalsze straty wody. (fot. Tomasz Piechota)*



*Zdjęcie 3. Badanie rozwoju korzeni daje wiele informacji o stanie gleby. (fot. T. Piechota)*





*Zdjęcie 4. Skorupa glebowa bardzo często powstaje w uprawie kukurydzy, szczególnie po ulewnych deszczach. W tym przypadku duże straty wody nastąpią również ze względu na silne zachwaszczenie. Pielenie pomoże rozwiązać oba problemy jednocześnie. (fot. T.Piechota)*



*Zdjęcie 5. Zastoiska wodne są często skutkiem intensywnej uprawy roli, prowadzącej do rozpylenia gruntu i jego nadmiernego zagęszczenia. Problem zaczyna się od powierzchni gruntu i może sięgać aż do podglebia. (fot.T.Piechota)*

# GOSPODAROWANIE WODĄ NA OBIEKCIE DRENARSKIM

## Perspektywy i obawy rozwoju drenowań w nowoczesnym rolnictwie

W dobie rolnictwa precyzyjnego, jego progresji oraz dodatkowo zachodzących zmian klimatycznych, melioracje będą nabierać coraz większego znaczenia. W wielu krajach, szczególnie tych, w których istnieje nadmierne uwilgotnienie terenu, intensywna produkcja roślinna bez udziału drenowań będzie po prostu niemożliwa. Chociaż od dawna wiadomo, że melioracje są ważnym czynnikiem przyczyniającym się do wysokiej produktywności upraw, to w Polsce świadomość o ich roli była często marginalizowana. Za przyczyną wpływu pewnych środowisk melioracje kojarzone były wyłącznie jako działania negatywne, związane z nadmiernym osuszaniem gleb, co niewątpliwie wpłynęło na ich rozwój. Sam termin „melioracja” pochodzi natomiast od łacińskiego „meliorare” i oznacza nic innego jak: poprawiać, polepszać. W szerszym znaczeniu celem i zadaniem melioracji jest przede wszystkim regulować stosunki powietrzno-wodne w glebie dla stworzenia możliwie dobrych warunków wzrostu roślin uprawnych, uwzględniając przy tym funkcję odwadniająco-nawadniającą. Niestety, proces polepszania produktywności gleb przy pomocy drenowań odbywa się nie bez wpływu na otoczenie. Stosowanie melioracji w nowoczesnym rolnictwie precyzyjnym, skupionym głównie na ciągłym zwiększaniu plonu przyczynia się niestety, ale do większego zanieczyszczenia środowiska. Chodzi tutaj przede wszystkim o odprowadzanie wodami drenarskimi związków azotu, fosforu czy nawet resztek pestycydów, które trafiają do strumieni, rzek czy jezior. W efekcie proces ten przyczynia się do nadmiernej eutrofizacji zbiorników wodnych oraz powiększania tzw. „martwej” strefy związanej ze wzrostem obszarów o niskiej zawartości tlenu rozpuszczonego w wodzie. Czy oznacza to całkowite zaniechanie wykonywania melioracji? Zdania na ten temat są podzielone. Obserwując jednak rynek rolny oraz stopniowo pogarszającą się efektywność rolnictwa, właściwie działające melioracje staną się jedną z istotnych alternatyw mogących znacznie poprawić opłacalność tego sektora gospodarki. Ważny przy tym jest fakt, że w perspektywie zachodzących zmian klimatycznych, drenowanie, przy odpowiednich działaniach zarządczych stanie się zabiegiem korzystnie wpływającym na gospodarkę wodną pola. Warto przy tym dodać, że dzięki odpowiednim działaniom zarządczym zarówno na

istniejącej, jak i nowo powstałej sieci odwadniającej, redukcji ulegnie równocześnie ilość biogenów odprowadzanych drenami. Dlatego też tak ważne jest wzmacnianie wśród społeczeństwa świadomości o roli i znaczeniu właściwego zarządzania obiektem drenarskim, jakim jest zmeliorowane pole. W niniejszym artykule postaram się wskazać Państwu jakiego rodzaju są to działania i wyjaśnić w jaki sposób mogą one pozytywnie wpłynąć na produkcję, ale przede wszystkim na jakość otaczającego nas środowiska. Warto tutaj wspomnieć, że Polska pod względem ilości zmeliorowanych gruntów zajmuje 3 miejsce w świecie, po Stanach Zjednoczonych i Niemczech. W skali kraju jest to ok. 44% ogólnej powierzchni użytków rolnych (ok. 4 mln ha gruntów ornych). W tym zakresie jest więc duże „pole” do popisu.

## Na czym polega gospodarowanie wodą w polu? Czyli o czym wiemy, a czego nie robimy.

Niestety zmiany klimatyczne jakie obserwujemy w ostatnim czasie, a przede wszystkim permanentny brak wody nie napawają optymizmem. W szczególności istotny problem stanowią coraz częściej występujące długotrwałe okresy suszy oraz inne ekstremalne zjawiska pogodowe, jak chociażby gwałtowne ulewy czy gradobicia. Z drugiej strony efektem zachodzących zmian jest chociażby odnotowany dłuższy okres wegetacyjny, co sprzyja uprawie innych gatunków roślin, bardziej ciepłolubnych takich chociażby jak kukurydza czy rzepak. Jednak stale pogłębiający się deficyt wody, który w pasie środkowej Polski jest najbardziej widoczny, stanowić będzie w najbliższej perspektywie poważne wyzwanie nie tylko dla rolnictwa, ale dla całej naszej gospodarki. Dodatkowo konwencjonalna produkcja roślinna, w której jednym z wiodących narzędzi jest pług jest nieuchronnie „nieszczelna”, ponieważ w płodozmianie, pomiędzy kolejnymi roślinami istnieje okres, w którym na polu nie uprawia się nic. W tym czasie azotany nie są pobierane przez rośliny, tak jak to ma miejsce w czasie wegetacji, a migrują w głąb gleby, przenikając do wody drenażowej, a stamtąd dalej do rzek i jezior. Dlatego też od rolnika wymagać będzie się działań wykraczających poza konwencjonalny sposób produkcji. Dobrą praktyką jest już chociażby na wstępie zastosowanie samego agregatowania, czyli łączenia pojedynczych uprawek w jeden lub kilka zabiegów wykonywanych równocześnie w czasie jednego przejazdu. Typowa orka stanie się zabiegiem nad wyraz koniecznym, na rzecz uprawy konserwującej, opartej głównie o mulczowanie. Obecnie jest to chyba jedna z bardziej efektywnych metod ochrony upraw oraz gleby przed skutkiem negatywnych zjawisk pogodowych. Uprawa konserwująca, to sposób produkcji polegający przede wszystkim na jak najmniejszej in-

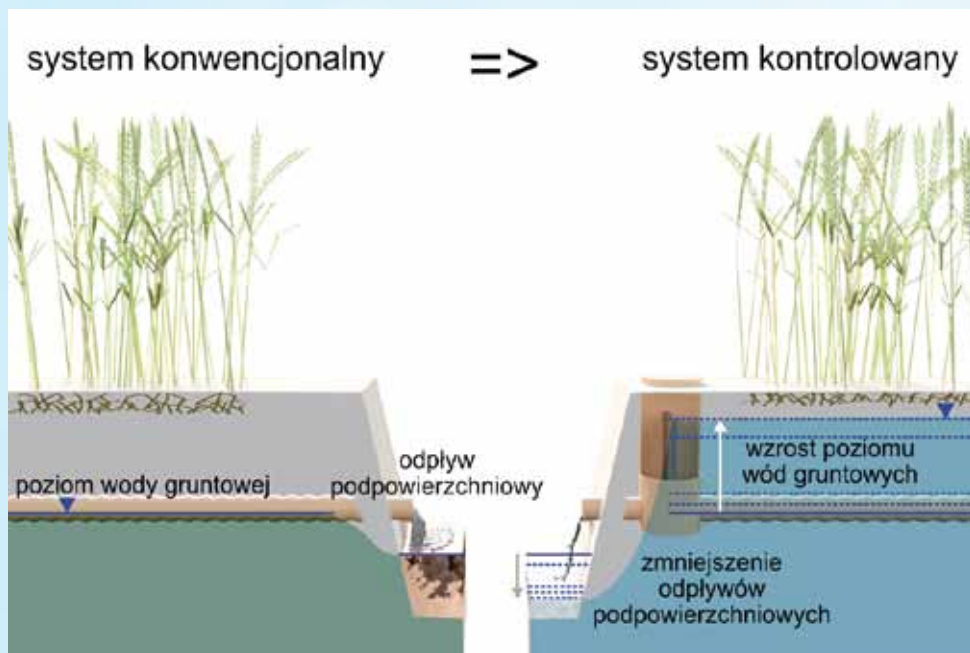
gerencji ciężkim sprzętem w glebę, poprzez splycenie samego zabiegu uprawy oraz pozostawienie resztek poźniwnych na polu. Dzięki temu możliwy jest rozwój mikroorganizmów glebowych, a pozostawiona pokrywa stanowi dodatkową ochronę przed nadmiernym parowaniem. Uprawa konserwująca ma również swój wymiar ekonomiczny, w postaci zaoszczędzonego czasu i pieniędzy. Rolnicy zauważyli już dawno te korzyści i coraz częściej stosują ten sposób uprawy. Mimo to, w niektórych rejonach Polski nadal obserwuje się tradycyjny, konwencjonalny sposób prowadzenia zabiegów. Innym istotnym czynnikiem pozwalającym chronić glebę przed nadmierną erozją wietrzną i wodną jest także stosowanie międzyplonów oraz wsiewek międzyplonowych. Im większa ich różnorodność, tym lepiej, gdyż każda nowa roślina pozostawiona na polu, ubogaca glebę w dodatkowe składniki pokarmowe. Podobnie jest z roślinami wieloletnimi. Poza wspomnianą ochroną przed erozją wietrzną i wodną rośliny okrywowe mają wiele dodatkowych korzyści. Rolnicy stosują je głównie w celu poprawy właściwości fizycznych gleby, zmniejszenia zagęszczenia, zwiększenia zawartości węgla organicznego w glebie, recyklingu składników odżywczych i poprawy ochrony przed chwastami. Rośliny okrywowe są również bardzo skuteczne w redukcji azotanów w wodach drenażowych. Niektóre gatunki wiążą nawet azot z powietrza oraz mają działanie tłumiące rozwój niektórych chorób (bobowate, motylkowate). Oczywiście ważne jest, aby uprawiane pole było utrzymane w odpowiedniej sprawności lub inaczej mówiąc w tzw. dobrej kulturze. Ocenia się, że prawidłowe zabiegi agrotechniczne poprawiają strukturę gleb i mogą zwiększyć ich pojemność retencyjną nawet o 20 mm ( $20 \text{ m}^3/\text{ha}$ ). Niestety, ale wieloletnie badania w tym zakresie pokazują, że nadmierna eksploatacja gleb spowodowana stosowaniem ciężkiego sprzętu w nieodpowiednim terminie doprowadza do nadmiernego zagęszczania warstwy akumulacyjnej gleby i w perspektywie do degradacji jej struktury. Dodatkowo proces ten potęguje zbyt uproszczony płodozmian, oraz zbiór plonu ubocznego (słomy). Coraz mniejsza ilość biomasy pozostawiana na polu powoduje zubożenie ilości próchnicy, a ta jak wiadomo jest istotnym czynnikiem kształtującym nie tylko strukturę gleby ale i jej zasoby wodne. Szacuje się, że 10 ton suchej masy (obornik, słoma itp.) pozostawionej na polu pozwala zwiększyć zawartość próchnicy w samej tylko warstwie akumulacyjnej o ok. 0,08%. Czy to dużo? Dla porównania przyjmuje się, że wzrost substancji humusowych w glebie o 1% pozwala na zatrzymanie na powierzchni 1 ha dodatkowych  $160 \text{ m}^3$  wody. Oznacza, to że ilość wniesionego co sezon obornika, tudzież słomy w ilości 10 ton pozwoliłby zwiększyć okresową retencję o prawie  $13 \text{ m}^3/\text{rok}$ . Niestety, ale najnowsze statystyki pokazują, że w Polsce do roku 2030 zawartość materii organicznej w glebie zmniejszy się prawdopodobnie o ok. 0,8%. Skutkować to będzie utratą zdolności okresowej retencji. Szacuje się, że w skali kraju (ok. 18,9 mln ha gruntów ornych), w samej tylko warstwie akumulacyjnej ubędzie w ten sposób 2,5 miliarda  $\text{m}^3$  wody! Dla porównania, pojemność

wszystkich powstałych do tej pory sztucznych zbiorników małej retencji w Polsce wynosi niecałe 200 mln m<sup>3</sup>, co stanowi zaledwie 8% tej wartości.

## Melioracje i ich nowoczesne zarządzanie. Co można jeszcze w tym zakresie zrobić?

Od lat 70 w Stanach Zjednoczonych zaczęto w rolnictwie propagować system gospodarowania polegający na wprowadzaniu tzw. dobrych praktyk rolniczych. Działania te polegają w głównej mierze na gospodarowaniu wodą w polu, zwykle w obrębie danego obiektu drenarskiego, w domyśle rozumianego jako dział drenarski. Sam dział drenarski to określony obszar pola „uzbrojony” w podziemną infrastrukturę sączków, drenów i zbieraczy połączonych ze sobą w jedną sieć, mającą swe ujście w rowie w postaci wylotu drenarskiego. System ten określany jest od lat jako Drainage Water Management (DWM) i w bezpośrednim tłumaczeniu oznacza po prostu zarządzanie wodą drenarską. Ogólnie zarządzanie wodą drenarską to wielorakie działania podejmowane w celu ochrony gleb przed ich nadmierną degradacją spowodowaną erozją wietrzną i wodną. Docelowo stosowanie tego systemu w polu ma za zadanie ograniczyć utratę składników pokarmowych wymywanych z gleby i odprowadzanych siecią drenarską do rzek i jezior. W tym kontekście DWM (zarządzanie wodą drenarską) skupia się głównie na drenowaniu sterowanym, znanym częściej pod nazwą Control Drainage (CD). W ścisłym znaczeniu są to działania prowadzone w obrębie granicy pola, głównie na krawędzi bądź skarpie rowu, tuż przy wylocie drenarskim. Polegają one głównie na montażu urządzeń piętrzących, wstrzymujących lub opóźniających odpływy drenarskie. Różnice między typowym systemem drenarskim, a systemem sterowanym obrazowo przedstawiono na rysunku 1 (rys. 1).

Zarządzanie wodą drenarską w obrębie pola (DWM) jest niczym innym jak dodatkowym zabiegiem stosowanym w praktyce rolniczej, pozwalającym poprzez możliwie długi okres retencjonować wodę w polu, przez wstrzymanie odpływu z sieci melioracyjnej. Polega to głównie na zastosowaniu prostych urządzeń do wstrzymywania odpływu. Są to przeważnie dodatkowe studnie drenarskie, wyposażone w element piętrzący, montowane na skraju pola, zwykle na zbieraczu, tuż przed wylotem drenarskim. Umożliwiają one rolnikowi okresowo dostosowywać wysokości zwierciadła wody w glebie, w zależności od fazy wegetacyjnej roślin oraz ilości dostępnej wody. Możliwość podniesienia i obniżenia poziomu zwierciadła wody pozwala reagować na potrzeby upraw w zależności od danej fazy rozwojowej roślin. W ten sposób zmniejszeniu ulega ilość wymywanych azotanów z gleby, które wraz z odpływem drenarskim są usuwane z pola.

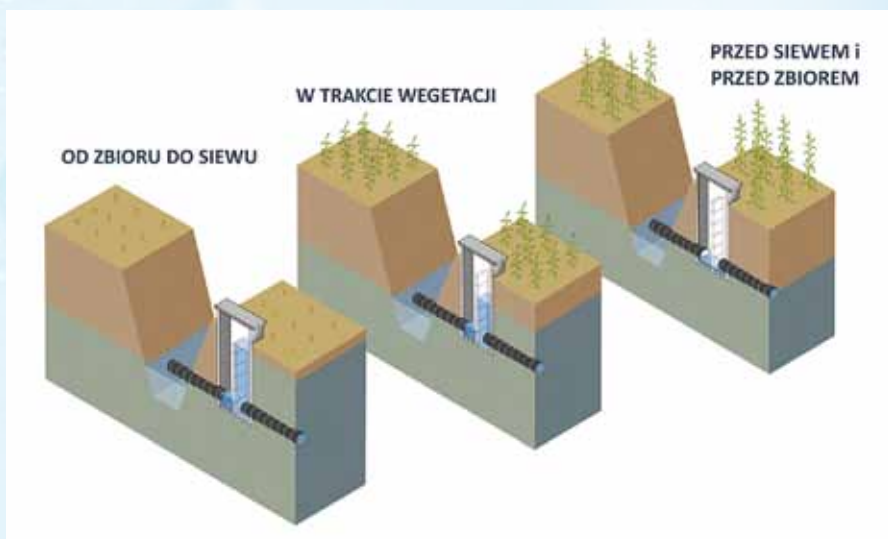


Rys. 1. Drenowanie konwencjonalne vs. Drenowanie sterowane (kontrolowane)

Zgodnie z obowiązującym prawem hamowanie odpływu drenarskiego w myśl artykułu 395 ust. 12 Prawo Wodne z dnia 20 lipca 2017 r. nie wymaga pozwoleń wodnoprawnych, jednak przepis ten nie znajduje zastosowania w przypadku przebudowy urządzeń. Tutaj wg opinii, Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie (PGWWP) wykonanie jakiegokolwiek urządzenia wodnego będzie już wymagało uzyskania takiego pozwolenia zgodnie z art. 389. ust. 6 niniejszej ustawy. W myśl tego prawa jakkolwiek interwencja w sieć drenarską wiązać się będzie z koniecznością uzyskania odpowiednich pozwoleń, co może ograniczyć potencjalnie zainteresowanie tą metodą. Z konsultacji jakie prowadzono z PGWWP podczas jednego ze szkoleń WODR stwierdzono jednak, iż powyższy artykuł dotyczy działań zmieniających całkowicie zasięg dotychczasowego oddziaływania sieci drenarskiej. W przypadku zastosowania DWM oddziaływanie to nie przekracza zwykle tego zakresu. W efekcie, decyzja o konieczności sporządzenia operatu wodnoprawnego, tudzież uzyskania pozwolenia wodnoprawnego na urządzenie wstrzymujące odpływ będzie podejmowana indywidualnie. Warto tutaj wspomnieć, iż od 2018 roku Instytut Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu prowadzi pionierskie w skali kraju badania na temat sposobu i roli kontrolowanego odpływu na gospodarkę wodną gleb. Badania realizowane są w ramach ogólnopolskiego projektu INOMEL-Biostrateg, finansowanego przez NCBiR oraz projektu Inkubator Innowacyjności 2.0 finansowanego przez MNiSW.

# Na czym polega zarządzanie wodą na obiekcie drenarskim?

Od tego czy dany obiekt drenarski ma potencjał do tego, aby zastosować na nim urządzenia do sterowania odpływem, zależy głównie ukształtowania powierzchni, rodzaju gleby oraz warunków meteorologicznych. Im teren bardziej płaski, tym „wydajność”, a właściwie zasięg oddziaływania urządzenia piętrzącego będzie większy, a co za tym idzie bardziej opłacalny. Drenaż sterowany jest najbardziej praktyczny na względnie płaskich polach o średnich nachyleniach mniejszych niż 0,5%, chociaż nie ma przeciwwskazań, do tego aby stosować go na terenach o większych spadkach. Jednak z ekonomicznego punktu widzenia większe nachylenie terenu wymaga zastosowania większej liczby urządzeń kontrolnych. Dlatego też w praktyce nie powinno ono przekraczać 1%. Zaleca się, jednak aby każda budowla piętrząca montowana była co każde 30-50 cm różnicy wysokości terenu. Jest to niezbędne do utrzymania jednolitego poziomu zwierciadła wody na polu. Szacuje się, że zasięg oddziaływania jednego regulatora obejmuje obszar ok. 4 ha. W przypadku wykonywania nowych systemów drenarskich na potrzeby zarządzania siecią drenarską stosuje się nieco zmodyfikowany przebieg sieci melioracyjnej, tak aby zoptymalizować zasięg oddziaływania urządzeń piętrzących. Podobnie jest z istniejącą już siecią. Jednak tutaj optymalizacja położenia regulatorów jest utrudniona z uwagi na już istniejącą infrastrukturę i może niekiedy wymagać większych nakładów pracy związanej z częściową przebudową. Ogólnie powszechną zasadą jest, aby hamowanie odpływu wód drenarskich realizować w określonych terminach agrotechnicznych. Zwykle odbywa się to w następujących okresach (rys. 2):



Rys. 2. Ogólna idea zarządzania wodą na obiekcie drenarskim

- przed siewem lub zbiorem elementy piętrzące w studni są całkowicie usunięte, tak aby woda z drenów mogła swobodnie odpływać, napowietrzając glebę, oraz umożliwiając wjazd maszyn na pole;
- po żniwach, tuż po zbiorze elementy piętrzące podnosi się, ograniczając dalszy odpływ z drenów i zmniejszając tym samym ilość biogenów odpływających do wód powierzchniowych;
- na wiosnę, w trakcie wegetacji poziom zwierciadła wody gruntowej częściowo można podnieść po zabiegach pielęgnacyjnych na polu, tak aby przechwytywać i zmagazynować jak największą ilość opadów w tym okresie.

Właściwie działanie systemu ze sterowanym odpływem spełnia 3 podstawowe cele:

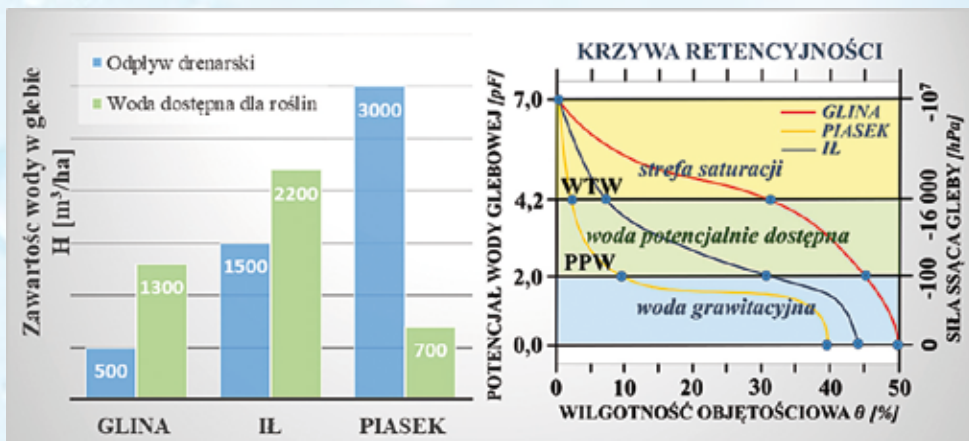
- pozwala bardziej zoptymalizować wydajność produkcji,
- maksymalizuje wykorzystanie składników pokarmowych,
- zmniejsza ilość biogenów odprowadzanych siecią drenarską.

## Jakie korzyści daje stosowanie kontrolowanego odpływu?

Dotychczasowe badania wskazują, iż stosowana metoda wstrzymywania odpływu wpływa na wzrost okresowej retencji profilu glebowego. Szacuje się, że w warunkach Polski odpływy drenarskie sięgają nawet do 250 mm w latach mokrych. Taki odpływ oznacza, że z 1 ha rocznie ubywa z pola 2500 m<sup>3</sup> wody. Jest to ogromna ilość, którą w całości, bądź w części można byłoby zatrzymać i zretencjonować w profilu glebowym. W dobie zachodzących zmian klimatycznych oraz problemów z niedoborem wody w okresie wegetacyjnym, tego typu gospodarka wodna w skali pola nabiera więc istotnego znaczenia. Ocenia się, że sama pojemność istniejących w Polsce rowów melioracyjnych wynosi ponad 0,5 mld m<sup>3</sup>, co stanowi około 4% średniego odpływu rzeczno-geologicznego z terenu kraju. Przeprowadzone obliczenia numeryczne dla konkretnej zlewni oraz rzeczywistych warunków atmosferycznych i klimatycznych wykazały, że hamowanie odpływu wody z dolinowych systemów melioracyjnych wyraźnie podwyższa poziom wód gruntowych, zwiększając tym samym o około 20% zasoby wodne dostępne dla roślin. W ten sposób zmniejsza się także objętość wody odpływającej z obiektu w okresach wiosennych. Korzyści z zaoszczędzonej wody zależą przede wszystkim od ilości opadów i ich rozmieszczenia w sezonie wegetacyjnym oraz od zapotrzebowania wody przez rośliny w danym okresie. Kontrolowane odwadnianie ma największe korzyści produkcyjne tam, gdzie warunki suszy są przerywane



okresami opadowymi i są dość krótkotrwałe. Rzeczywiste magazynowanie wody jakie daje kontrolowany odpływ zależy głównie od porowatości i przepuszczalności gleby oraz układu sieci drenarskiej i jej rozstawy. Gleby ciężkie, zawierające duże ilości cząstek drobnych (ilastych) posiadają dużą pojemność wodną, natomiast bardzo małą – gleby przepuszczalne, lekkie (piaszczyste). Należy podkreślić, że rolnik ma ograniczone możliwości kształtowania zdolności retencyjnej gleby, gdyż zależy ona głównie od składu granulometrycznego, a tylko w pewnym zakresie można ją modyfikować przez zawartość materii organicznej (próchnicy) i zmianę struktury gleby. Dlatego też zastosowanie kontrolowanego odpływu pozwala dodatkowo zgromadzić część wody grawitacyjnej, która w normalnych warunkach odprowadzona zostałaby drenażem do rowu. Pewne zależności jakie zachodzą w różnych glebach przedstawiono na rysunku 3 (rys. 3).



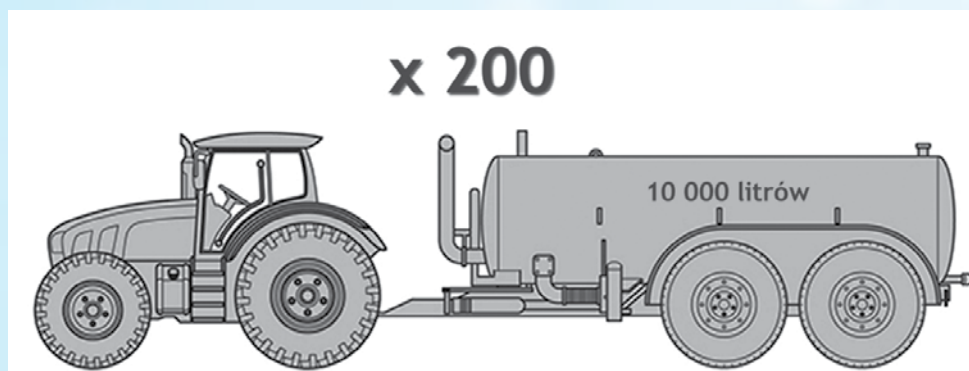
Rys. 3. Krzywa retencyjności czyli zdolność gleby do gromadzenia wody.

Wynika z nich, odpływ drenarski to ilość wody jaka znajduje się między pełną połową pojemnością wodną, a połową pojemnością wodną. W przypadku gleb słabo przepuszczalnych jak gliny czy łąy woda utrzymuje się w profilu glebowym dłużej (dłużej się wysyca), jest jej więcej i dłużej trwają również same odpływy. Na glebach przepuszczalnych, duża ilość wody w glebie jest niedostępna dla roślin, a woda bardzo trudno wysyca profil. W związku z czym zarządzanie wodą drenarską może znacząco wpłynąć na dostępność wody w późniejszym okresie. W przypadku gleb przepuszczalnych (piaszczystych) możliwości retencjonowania wody są zazwyczaj mocno ograniczone, mimo iż wody tej odpływa siecią drenarską najwięcej. To ile wody będziemy mogli magazynować w glebie zależeć będzie ostatecznie od ich właściwości fizycznych, ale przede wszystkim od ilości opadu i ich przestrzennego rozkładu.

Każdy 1mm opadu to 1 litr wody spadający na powierzchnię 1 m<sup>2</sup>

Każdy 1 mm opadu na obszarze 1 ha to 10 000 litrów czyli 10 m<sup>3</sup>

Na przykładzie badań w Szwecji (średnia opadu w okresie prowadzonych analiz wyniosła 600 mm) przedstawiono efekty wdrożenia zarządzania wodą drenarską. W wyniku wstrzymywania odpływu zmagazynowano z opadu od 132 mm do 229 mm wody rocznie. W przeliczeniu na objętość jest to od 1320 do 2290 m<sup>3</sup> wody na obszarze 1 ha. To tak jak gdyby wylać wodę z ponad 200 beczkowsów o pojemności 10 000 litrów – rys. 4.



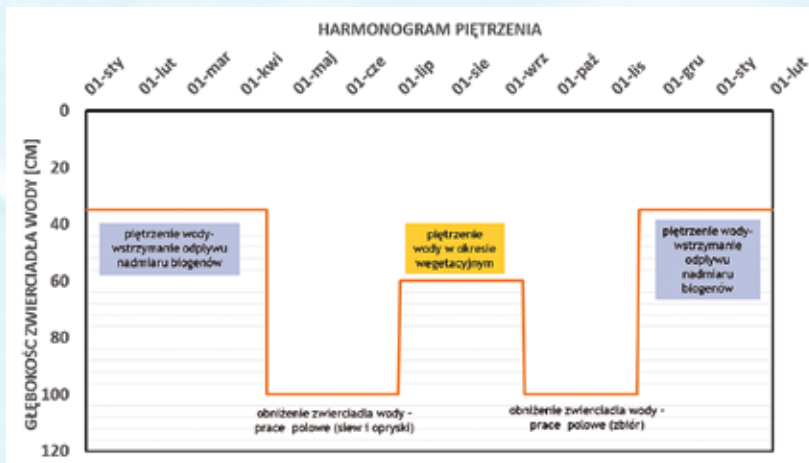
Rys. 4. Ilość wody jaką można zatrzymać w glebie przy zastosowaniu DWM

W obszarach, w których woda może być czynnikiem ograniczającym w produkcji rolnej, kontrolowany odpływ wykazuje znaczne korzyści w zakresie plonowania poprzez utrzymywanie wody w glebie do czasu ich wykorzystania przez rośliny w okresach suchych. Jednak w przypadku zbyt głębokiego zalegania wód gruntowych, podsiak kapilarny może być znacząco ograniczony, co sprawia, że rola urządzeń sterujących odpływem nie wpłynie znacząco na plon. W tych warunkach występuje opadowo-retencyjny typ gospodarki wodnej, w którym bilans wodny zależy od retencji glebowej i bieżących opadów deszczu. Przeprowadzone do tej pory badania wskazują, że zastosowana metoda zarządzania wodą na obiekcie drenarskim przyczynia się do stabilności uzyskiwanych plonów, szczególnie w latach suchych. Hamowanie odpływu w tym czasie może spowodować zwiększenie wydajności nawet o 25% w porównaniu do konwencjonalnego odwadniania. Jednak w ekstremalnych latach suchych, kiedy nie będzie wystarczającej ilości opadów do odpowiedniego spiętrzenia i zretencionowania, korzyści takie po prostu nie wystąpią. Wieloletnie badania wykazują średni wzrost plonów na poziomie 1 do 17%, w przypadku kukurydzy i soi i 2-18% w przypadku pszenicy i jęczmienia - tabela 1. W niektórych warunkach odpływ kontrolowany może w skrajnych przypadkach negatywnie wpłynąć na poziom uzyskiwanych plonów. Ma to miejsce szczególnie w okresach wegetacyjnych obfitujących w dużą ilość opadów i wynika to przede wszystkim z braku kontroli nad utrzymywaniem właściwego poziomu zwierciadła wody. Na przykład układ korzeniowy kukurydzy jest bardzo wrażliwy na podtopienia, dlatego też należy w okresie wegetacji pilnować pozio-

Miejsce	Literatura	Lata	Roślina	% wzrostu
USA (Illinois)	Cooke et. Verma (2012)	2	kurydza i soja	brak
USA (Indiana)	Delbec et al. (2012)	5	kukurydza	6 - 10
USA (Iowa)	Jaynes et al. (2012)	2	kukurydza	brak
USA (Iowa)	Jaynes et al. (2012)	2	soja	8
USA (Iowa)	Helmerts et al. (2012)	4	kukurydza	-3
USA (Iowa)	Helmerts et al. (2012)	4	soja	brak
USA (N. Carolina)	Poole et al. (2013)	6	kukurydza	11
USA (N. Carolina)	Poole et al. (2013)	5	soja	10
USA (Ohio)	Ghane et al. (2012)	2	kukurydza	1-17
USA (Ohio)	Ghane et al. (2012)	2	soja	1-7
USA (Ontario)	Drury et al. (2008)	2	kukurydza i soja	brak
Szwecja	Westrom et al. (2007)	4	pszenica i jęczmień	2-18
Litwa	Ramoska et. al. (2011)	7	pszenica i jęczmień	5-10

Tab. 1. Wpływ odpływu sterowanego na poziom uzyskiwanych plonów

mu zwierciadła, aby nie dopuścić do nadmiernego przesylenia wodą profilu glebowego i powstania warunków beztlenowych dla roślin. W glebie zachodzą wówczas procesy denitryfikacji prowadzące do strat azotu. W ich wyniku jony azotanowe zostają przekształcone w formy gazowe, które ulatniają się do atmosfery. Denitryfikacja szczególnie intensywnie zachodzi w warunkach ograniczonej ilości tlenu w glebie. Dlatego też docelowy poziom lustra wody należy regularnie kontrolować i dostosować w zależności od uprawy, etapów rozwoju oraz panujących warunków pogodowych. Aby ograniczyć ryzyko wystąpienia tych zjawisk należy więc stosować odpowiedni harmonogram piętrzenia, dostosowywany na bieżąco do występujących opadów. Przykład takiego harmonogramu zamieszczono na rys. 5.



Rys. 5. Przykładowy harmonogram piętrzenia wody dla kukurydzy.

Istotnym aspektem mającym potencjał zastosowania zarządzania wodą drenarską (DWM) w Polsce jest niezaprzeczalny fakt, iż hamowanie odpływu za pomocą odpowiednich urządzeń wpływa znacząco na ograniczanie zanieczyszczeń spływających z pól, zmniejszając tym samym ilość biogenów odprowadzanych do rzek i jezior. Według badań jakie od lat prowadzą amerykańskie, kontrolowany odpływ znacznie zmniejsza utratę składników odżywczych z systemów drenarskich. Badania prowadzone przez AAFC i South Nation Conservation wykazały znaczne zmniejszenie utraty amonu (57%), azotanów (65%) i fosforu (63%) w okresie wegetacyjnym. Na bazie wieloletnich badań prowadzonych na całym świecie potwierdzono, iż zastosowanie regulatorów odpływu montowanych na wylotach drenarskich pozwala w znacznym stopniu zredukować odpływy wód drenarskich, a tym samym zmniejszyć ilość wymywanych azotanów. W skali pola, obciążenie ilościowe azotu ogólnego w wodach odprowadzanych siecią drenarską można zmniejszyć nawet do 85%, w porównaniu do konwencjonalnego sposobu odwodnienia.

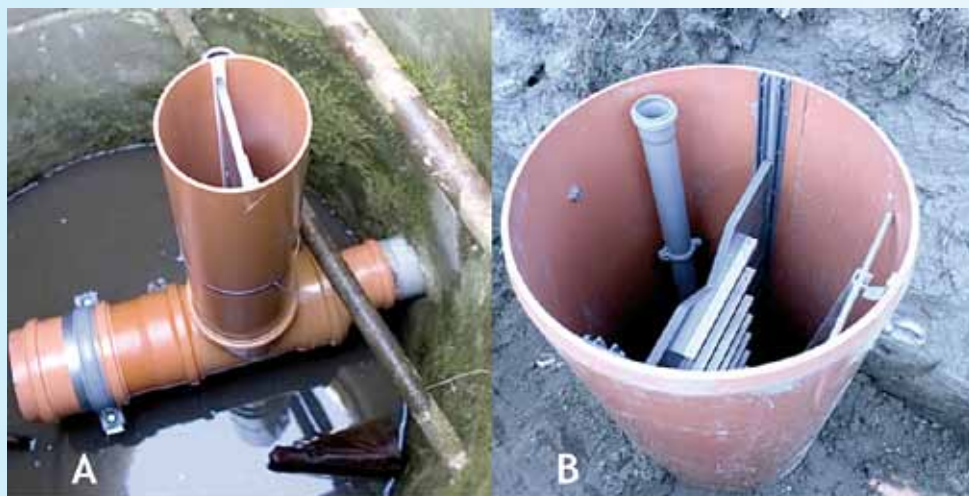
Miejsce	Literatura	Lata	Ilość działek	% redukcji N
USA (Illinois)	Cooke et. Verma (2012)	8	4	51-79
USA (Indiana)	Adenya et al. (2012)	4	2	18-23
USA (Iowa)	Jaynes et al. (2012)	4	1	46
USA (Iowa)	Helmers et al. (2012)	4	1	21
USA (Ohio)	Fausey et al. (2012)	5	1	46
Szwecja	Wesstrom et al. (2007)	4	1	80
USA (N. Carolina)	Gilliam et al. (1979)	6	2	50-85
USA (N. Carolina)	Evans et al. (1989)	6	3	18-56
USA (Ontario)	Drury et al. (2008)	4	1	44
USA (Ontario)	Lalonde et al. (1996)	4	2	69-82
USA (Ontario)	Tan et. al. (1998)	2	1	19
Litwa	Ramoska et.al (2011)	7	2	20-28
<b>Podsumowanie</b>		<b>51</b>	<b>19</b>	<b>43 (18-85)</b>

Tabela 2. Wpływ zastosowania DWM na poziom redukcji azotanów

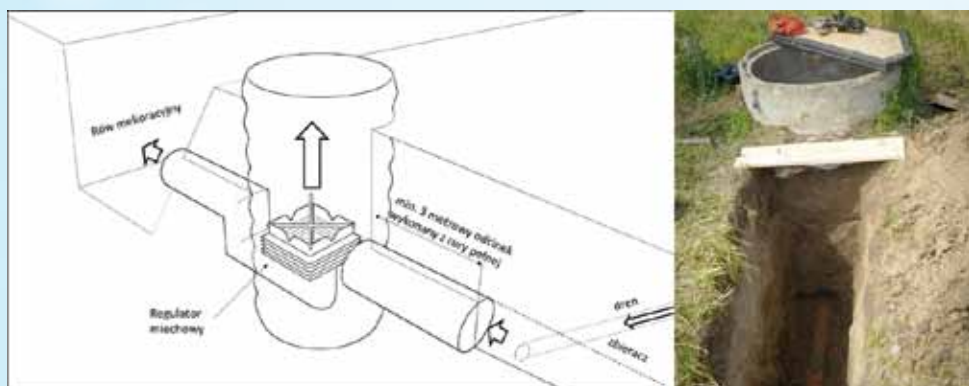
W Polsce duże stężenie azotanów ma miejsce pod koniec zimy szczególnie w marcu oraz kwietniu, kiedy niesorbowane przez rośliny biogeny zasilają wody powierzchniowe. Odpływ azotanów, głównie  $N-NO_3$  zależy głównie od warunków meteorologicznych i systemu melioracyjnego. W przypadku gleb ciężkich wynosi on rocznie średnio 22 kg  $N-NO_3$  na ha, a maksymalnie może osiągać 70 kg  $N-NO_3$ .

## W jaki sposób zarządzać wodą w polu w obrębie obiektu drenarskiego?

Odpiły drenarskie rozpoczynają się, gdy poziom wody w glebie przekracza połowę pojemność wodną. Gleba jest wówczas nadmiernie uwilgotniona, czego skutkiem jest stopniowe niedotlenienie gleb i spadek ich produktywności. Powoduje to szkodliwy dla środowiska glebowego proces denitryfikacji, efektem czego są straty azotu w postaci gazowej ( $N_2$ ,  $NO$ ,  $N_2O$ ) i straty w plonach. Wielkość odpiływów drenarskich jest zmienna, i zależy m.in. od sumy rocznej opadów, ich rozkładu w czasie, ewapotranspiracji oraz od gatunku gleb. W Polsce odpiły z sieci drenarskiej nie występują lub są niewielkie w latach suchych, w szczególności na glebach ciężkich. W latach mokrych, gdy suma opadów rocznych wynosi 700 mm, odpiływ drenarski osiąga nawet 250 mm (przy korzystnym rozkładzie opadów i słabo przepuszczalnych glebach). W wielu przypadkach możliwe i celowe bez szkody dla rolnictwa jest podwyższenie poziomu zwierciadła wody, zarówno w sieci drenarskiej, jak i w ciekach odprowadzających nadmiar wody z tej sieci. Tradycyjne systemy odwadniające odprowadzają wodę w okresach jej nadmiaru, z uwagi na potrzeby roślin uprawnych. Niestety, ale są to systemy niekontrolowane, które bardzo często zbyt mocno obniżają poziom wód gruntowych. Ważny tutaj jest fakt, że wystarczające dla celów rolniczych jest odwodnienie, które zapewnia 6–8% powietrza w wierzchniej warstwie gleby. Rozwiązaniem technicznym pozwalającym na ograniczenie nadmiernego odpiływu wody z systemu melioracyjnego jest chociażby zastosowanie przetamowań na rowach melioracyjnych w postaci progów o stałym poziomie piętrzenia. Zazwyczaj rzędna progów położona jest w granicach 40–60 cm poniżej powierzchni terenu. W szczególnych, uzasadnionych wypadkach możliwe jest wykonanie zastawki pozwalającej na regulację poziomu wody. Jednak w praktyce ten drugi sposób regulacji często się nie sprawdza, z uwagi na powstający konflikt interesów poszczególnych użytkowników, skupionych w obrębie tego samego rowu. Nie zawsze bowiem potrzeby wodne uprawianych roślin są w danym okresie takie same. Stąd spiętrzenie wody dla jednego rolnika będzie działało z korzyścią, a dla drugiego nie. Dlatego też łatwiejszym sposobem zarządzania wodą na polu będzie instalacja podziemna montowana na sieci drenarskiej. W tym przypadku można zaadoptować istniejącą już budowlę (studnię drenarską), montując w jej wnętrzu gotowy regulator (rys. 6a). Stan takiej studni powinien zapewnić możliwie dużą szczelność, tak aby piętrzona woda nie przesiąkała przez szczeliny, i nie uchodziła bezpośrednio do drenów. Studnie z poprzesuwanymi kręgami powinny zostać wykluczone z możliwości montażu w ich wnętrzu regulatorów. W przypadku gotowych modułów (rys. 6b) konieczne jest wykonanie wykopu do głębokości drenażu oraz usunięcie i zastąpienie go na odcinku



Rys. 6. Przykład montażu regulatora w postaci gotowego elementu piętrzącego zamontowanego w istniejącej studni (a) oraz jako gotowy moduł montowany na sieci drenarskiej (b).



Rys.7. Szkic obrazujący prawidłowy montaż regulatora w postaci gotowego modułu.

ok. 3 metrów rurą gładką, nieperforowaną. Urządzenia piętrzące mogą być obsługiwane ręcznie lub być wyposażone w system automatycznej regulacji, działający w oparciu o dane z pobliskiej stacji meteorologicznej.

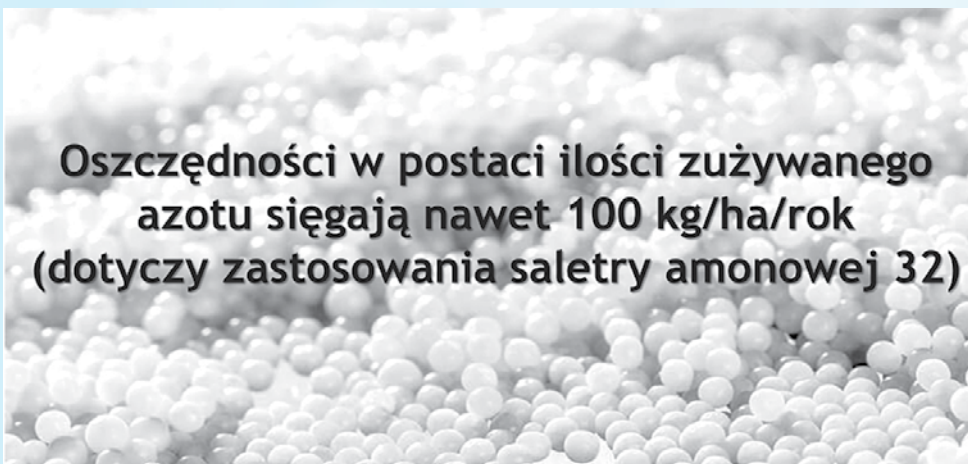
W okresie wegetacji zalecane jest podniesienie zwierciadła wody, zwłaszcza po wysiewach, w celu zwiększenia dostępności wody dla świeżo korzeniących się roślin. W tym okresie należy zwrócić szczególną uwagę, aby nie dopuścić do zbytowego przesycenia wodą profilu glebowego, prowadzącego nawet do stagnowania wody. Należy mieć na uwadze, że w okresach mokrych działanie regulatora będzie znacząco ograniczone, spowodowane zbyt wysokim poziomem zwierciadła wody. W przypadku gleb podatnych na przesuszenie, woda w okresie wegetacyjnym może być dostarczana dodatkowo do gleby za pomocą typowego nawadniania deszczownianego. Rolą takiego systemu jest wówczas możliwość przechwytywania i zatrzymywania wody jako przesiąkła przez profil i jej ponowne

użycie. W niektórych glebach i systemach melioracyjnych woda może być nawet pododawana bezpośrednio do gleby, poprzez istniejącą sieć drenarską. Ta praktyka nawodnieniowa jest nazywana nawadnianiem podsiąkowym. Jednak aby efekt był skuteczny, odległość między sączkami powinna być o połowę mniejsza od tradycyjnej rozstawy. Badania nad uprawą soi i kukurydzy potwierdziły skuteczność tego systemu nawodnień dając wzrost plonu na poziomie od 10 do 64%.

W okresie między wegetacyjnym urządzenia piętrzące służą do zatrzymywania odpływu drenarskiego poprzez utrzymanie najwyższego poziomu zwierciadła wody w profilu glebowym. Jeśli poziom zwierciadła wody znajduje się 30 cm pod powierzchnią gleby, zaczyna on zmniejszać możliwości wjazdu sprzętu na pole, co może prowadzić do opóźnień terminu siewu i zwiększać ryzyko zbytowego zagęszczenia gleby w czasie uprawy, a także przyczyniać się do nadmiernego stresu wodnego. Należy unikać sytuacji, w których DWM (zarządzanie wodą drenarską) może spowodować nadmierne wysycenie gleby. Utrzymanie odpowiednio wysokiego poziomu wody w glebie jest jednak ważne z punktu widzenia środowiska, gdyż zapobiega odpływowi biogenów z pola, a tym samym wydłuża okres ich mineralizacji, w którym jony amonowe utleniają się do azotanów (nityfikacja). Proces ten przebiega intensywnie nie tylko w czasie wegetacji roślin, ale również w jesieni i wczesną wiosną oraz zimą, gdy utrzymują się dodatnie temperatury. W tym okresie uwalniający się azot wraz z wodą jest wymywany w głąb profilu glebowego poza zasięg systemu korzeniowego. Dlatego, aby zmniejszyć straty składników nawozowych z nawozów naturalnych, a tym samym ograniczyć skażenie wód azotanami, prowadzi się na polu okresowe piętrzenie. W Polsce jak i innych krajach Europejskich w celu ochrony wód powierzchniowych określono maksymalne dawki nawozów naturalnych, które w ciągu roku, w przeliczeniu na azot ogólny, nie mogą przekroczyć 170 kg na hektar. Wielkość tę ustalają przepisy tzw. Dyrektywy Azotanowej. Wartość nawozowa nawozów naturalnych jest zróżnicowana i zależy głównie od gatunku zwierząt, systemu utrzymania, sposobu żywienia, warunków i czasu ich składowania, a w przypadku gnojowicy od stopnia jej rozcieńczenia wodą. Należy także pamiętać, że według obowiązujących przepisów nawozy naturalne mogą być stosowane w okresie od 1 marca do 30 listopada.

## Odływ sterowany – czy to się opłaca?

Stosowanie kontrolowanego odpływu należy wdrażać tylko wtedy kiedy realne jest wykorzystanie jego potencjału. Istotnym w tym względzie jest fakt, że nie tylko sam układ pola jest ważny, ale również przebieg sieci melioracyjnej ma istotne znaczenie. O ile wpływ DWM na poziom plonu jest trudno jednoznacznie określić z uwagi na udział zbyt wielu czynników, to w przypadku szacowania ilości biogenów jest już o wiele łatwiej. W tym względzie cała me-



**Oszczędności w postaci ilości zużywanego azotu sięgają nawet 100 kg/ha/rok (dotyczy zastosowania saletry amonowej 32)**

*Rys. 8. Oszczędności wynikające z zastosowania DWM na polu*

todyka szacowania opłacalności inwestycji oparta jest o pomiar poziomu odpływu. Zasada jest bowiem taka: „Im więcej odpływa wody z sieci drenarskiej, tym więcej biogenów usuwanych jest z pola”. Ograniczenie tego zjawiska, automatycznie przynosi wymierne korzyści finansowe, w postaci zaoszczędzonego azotu (głównie w formie saletranej  $\text{-NO}_3$ ). Nie wspominając już o korzystnym wpływie tego działania na środowisko. Szacuje się, że w warunkach polskich poziom zużycia nawozów azotowych można zredukować od 20 do nawet 100 kg/ha/rok – rys. 8. Zakładając, iż zasięg oddziaływania 1 regulatora wynosi ok 4 ha, oszczędności z samego tylko ograniczenia zużycia nawozów wynoszą od 20 do 100 zł/ha (zakładając cenę saletry amonowej na poziomie 1000 zł/t). Wynika z tego, że 1 regulator przynosi wpływy na poziomie od 100 do nawet 400 zł. Biorąc pod uwagę koszt wykonania takiego urządzenia oraz montaż, trzeba się liczyć z nakładem na poziomie 1000- 1500 zł. Prosty okres zwrotu takiej inwestycji może wówczas wynieść od 2,5 roku do nawet 10 lat. Należy tutaj dodać, iż w kalkulacji nie uwzględniono wpływu DWM na wzrost plonów (w Polsce dopiero trwają w tym zakresie badania). W związku z czym szacowany okres zwrotu zakupu i montażu regulatora odpływu nie powinien przekroczyć 8 lat.

Należy mieć na uwadze, iż opisana w niniejszym poradniku praktyka zarządzania wodą drenarską na polu, sprawdzi się nie wszędzie i nie w każdej sytuacji, a jej skuteczność nie będzie równa we wszystkich lokalizacjach czy latach.



## Notatki

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





