

ADAPTACJA GOSPODARKI WODNEJ W ROLNICTWIE DO ZMIENIAJĄCEGO SIĘ KLIMATU



ADAPTACJA GOSPODARKI WODNEJ W ROLNICTWIE DO ZMIENIAJĄCEGO SIĘ KLIMATU

Publikacja pod redakcją dr. Piotra Łysonia i dr. hab. inż. Rafała Wawra

Zespół autorski: dr hab. inż. Rafał Wawer¹, dr inż. Jacek Niedźwiecki¹,
dr Piotr Łysoń³, prof. dr hab. Waldemar Treder⁴,
dr hab. inż. Tomasz Szymczak⁵, dr inż. Ewa Kanecka-Geszke⁶,
dr inż. Wiesława Kasperska-Wołowicz⁶,
prof. dr hab. inż. Wiesław Dembek⁷, dr hab. Jerzy Kozyra²

(Opracowanie przygotowane na podstawie wyników konferencji
„Adaptacja gospodarki wodnej w rolnictwie do zmieniającego się klimatu”
zorganizowanej przez IUNG-PIB w Puławach w dniu 5 marca 2020 r.)

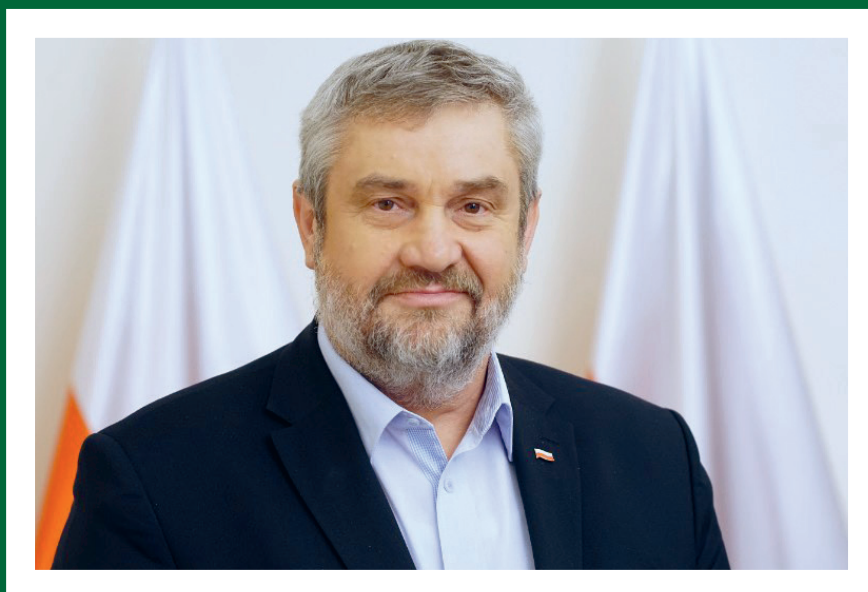
Konferencja współfinansowana z zadania 2.7 w programie wieloletnim IUNG-PIB

- ¹ Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
- ² Zakład Biogospodarki i Analiz Systemowych, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
- ³ Departament Strategii, Transferu Wiedzy i Innowacji, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi
- ⁴ Pracownia Nawadniania, Zakład Ekoinżynierii, Instytut Ogrodnictwa
- ⁵ Zakład Inżynierii i Gospodarki Wodnej, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy
- ⁶ Kujawsko-Pomorski Ośrodek Badawczy w Bydgoszczy – KPOB, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy
- ⁷ Instytut Technologiczno-Przyrodniczy

Projekt okładki, skład:
Marcin Brzeski (IUNG-PIB Puławy)

ISBN 978-83-7562-332-1

Wersja elektroniczna



Woda

Wiemy, oczywiście, że bez niej nie ma życia na ziemi. Początek osiadłego życia pierwszych wspólnot rolniczych tworzonych przez homo sapiens był związany z rzekami, z wodą. Kiedy przez zmiany klimatyczne lub nieumiejętne gospodarowanie wodą brakło, to upadały królestwa, kończyły się cywilizacje. Współcześnie, kiedy człowiek realizuje swoje marzenia w sposób nigdy nieosiągalny w przeszłości i wydawałoby się, że panuje nad światem, jest w dalszym ciągu zależny od wody. Potrzebna jest i do bezpośredniego spożycia, i do higieny, i dla przemysłu, i do rekreacji, ale także dla rolnictwa. Nasze uprawy i zwierzęta są absolutnie zależne od dostępu do wody. Wody właściwie nigdy w Polsce nie szanowaliśmy. Po prostu była, czasem trudna w pozyskaniu np. z głębokich, kopanych studni, ale była. Martwiliśmy się raczej, by nam nie przynosiła szkody poprzez wylewy i powodzie. Owszem, w naszym klimacie zdarzały się okresy dłuższych przerw w opadach, ale jednak pręcej, czy później gleba wodę dostała. Dlatego dbaliśmy o glebę, nawożąc obornikiem, kompostem, siejąc poplony i międzyplony, by, bogata w próchnicę, była jak gąbka, która nasiąka i długo „trzyma” wilgoć dostarczając ją korzeniom. Od najwcześniejszej wiosny, kiedy tylko można było wyjść w pole, rolnik starał się przerwać parowanie, w ruch szła włóka i polierki, jak w moich stronach mówiono na lekką bronę. Jednak generalnie uważano, że wody było za dużo, w pędzie do powiększania powierzchni uprawnej osuszano tereny podmokłe, likwidowano torfowiska. Rolnicy, by ułatwić sobie pracę, coraz większymi maszynami niwelowali błotniste obniżenia terenu, zasypywali oczka wodne na polach, pełne życia przeróżnych roślin i zwierząt. Zwiększanie powierzchni pól było paradygmatem socjalizmu, bo trzeba było żywności jak najwięcej. Żywiliśmy wszak „demoludy” od Łaby do Władystoku. „Każdy kłós na wagę złota” – mówił towarzysz Gierek. Cóż, przyroda o swoje się upomina. Za dawne błędy płacimy teraz wszyscy.

Konieczność zatrzymywania wody, retencji i tej wielkiej w zbiornikach rzecznych, i tej w piętrzanym jeziorach i stawach, i tej najważniejszej, w glebie na wszystkich naszych polach, jest na najbliższe lata zadaniem priorytetowym.

Działania te jednak wpisują się w szerszy ogólnopolski plan działania, który jest naszym wspólnym zadaniem. Potrzebne jest mądre gospodarowanie wodą na różnych poziomach: w gospodarstwie domowym, w gospodarstwie rolnym, we wspólnocie mieszkaniowej, przedsiębiorstwie, miejscowości, instytucjach publicznych i szerzej na różnych poziomach zarządzania w jednostkach samorządu terytorialnego i administracji rządowej. Dopiero dobre współdziałanie i komplementarność różnych przedsięwzięć z zakresu gospodarowania zasobami wodnymi da pożądaną efekt.

Ze względu na potrzebę wypracowania spójnego podejścia do zagadnienia gospodarowania zasobami wodnymi Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa we współpracy z innymi instytucjami badawczymi przygotował i przeprowadził w dniu 5 marca 2020 r. w Puławach pod moim patronatem międzynarodową konferencję pt. ADAPTACJA GOSPODARKI WODNEJ W ROLNICTWIE DO ZMIENIAJĄCEGO SIĘ KLIMATU. Dorobek tej konferencji jest przedstawiony w niniejszym opracowaniu, w którym w oparciu o 18 rekomendacji przyjętych na zakończenie konferencji opisano poszczególne zagadnienia, poświęcając szczególną uwagę rozwiązaniom, które mogą być szybko wprowadzone w gospodarstwach domowych, gospodarstwach rolnych i miejscowościach. Polecam to opracowanie jako źródło inspiracji i swoisty przewodnik z zakresu kompleksowego podejścia do gospodarowania ograniczonymi zasobami wodnymi w sposób oszczędny i solidarny.

Pozdrawiam serdecznie.

Szczęść Boże!

Jan Krzysztof Ardanowski
Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Klimatyczne uwarunkowania gospodarki wodnej w Polsce

W ostatnich latach obserwujemy zmianę klimatu, która w Polsce objawia się nie tylko wahaniami temperatury, ale też dużymi zmianami w czasowym i przestrzennym rozkładzie opadów atmosferycznych w ciągu roku. Coraz częściej występujące ciepłe zimy z małą ilością lub brakiem pokrywy śnieżnej stwarzają większe zagrożenie dla ozimin, powodując ich wymarzenie, ale również nie sprzyjają **odnowieniu się zasobów wody w glebie**, powodując jej **braki już na początku okresu wegetacyjnego**. Równocześnie zwiększone parowanie w okresie wegetacyjnym zwiększa ryzyko występowania susz w okresach wrażliwych dla roślin uprawnych, a występujące susze są znacznie bardziej dotkliwe.

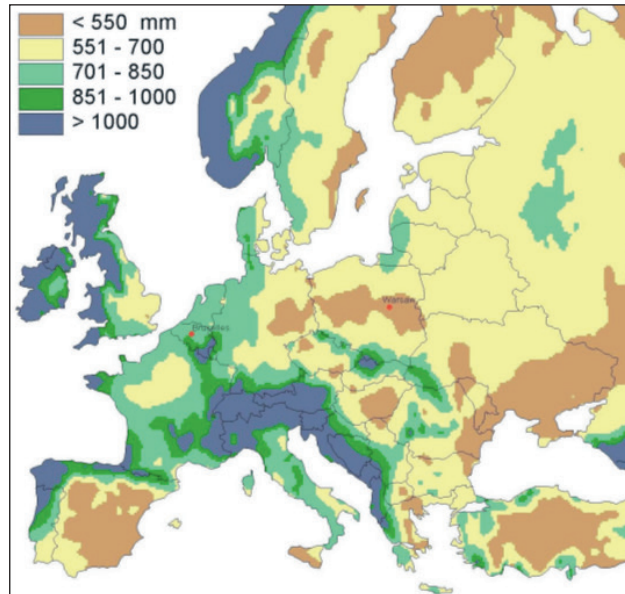
Dostosowanie i przygotowanie gospodarki wodnej w Polsce i polskiego rolnictwa do obserwowanych i prognozowanych zmian warunków klimatycznych jest pilnie potrzebne i wymaga zaangażowania nie tylko administracji rządowej i samorządowej, ale przede wszystkim samych użytkowników wód, których decyzje bezpośrednio wpływają na dostępność i jakość wody na obszarach wiejskich. Wobec przewidywanych częstszych susz i braków wody w rolnictwie **woda staje się dobrem wspólnym i to dobrem o znaczeniu strategicznym** zarówno dziś, jak i dla kolejnych pokoleń. Ramowa dyrektywa wodna Unii Europejskiej, obowiązująca wszystkie państwa członkowskie, traktuje wodę jako dziedzictwo, które powinno podlegać ochronie: „Woda nie jest produktem handlowym takim jak każdy inny, ale ra-

czej dziedzictwem, które musi być chronione, bronię i traktowane jako takie”.

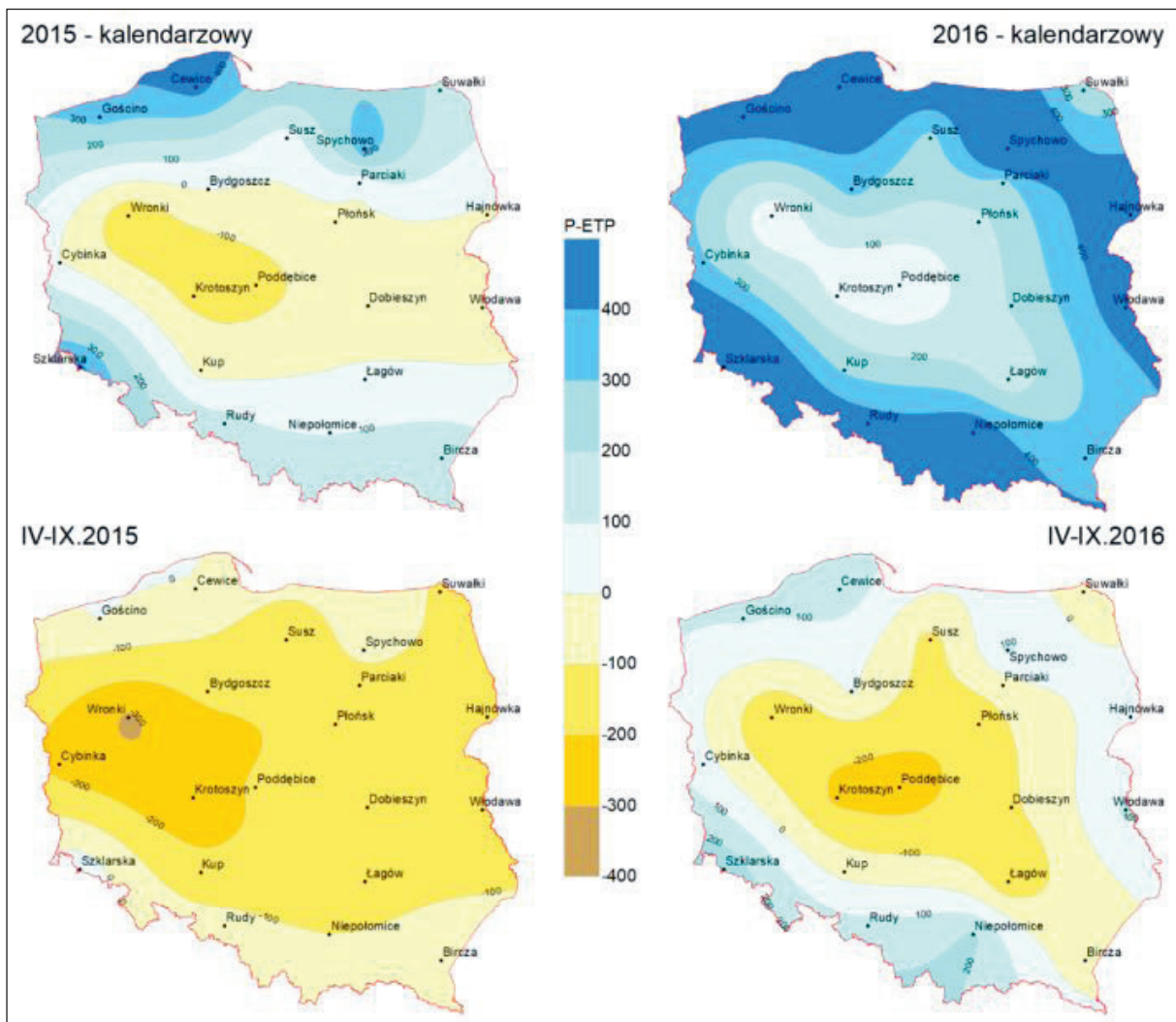
Czy do dyspozycji polskiego rolnictwa są nieograniczone zasoby wody?

Obszar Polski położony jest w klimacie umiarkowanym stanowiącym przejście między klimatem kontynentalnym na wschodzie i morskim na zachodzie. **Roczna suma opadów atmosferycznych w Polsce jest jedną z najniższych w Europie**, dorównując miejscami minimum z południowej Europy (rysunek 1). Nie było to dominującym niekorzystnym czynnikiem klimatycznym w Polsce w warunkach tzw. starej termicznej normy klimatycznej, w której występowanie dni gorących i upalnych było ograniczone. W sytuacji częstszych w ostatnich latach fal upałów obejmujących większość kontynentu, niskie sumy opadów atmosferycznych w Polsce w okresie wegetacyjnym stają się dominującym niekorzystnym czynnikiem dla rolnictwa. Przy zwiększonym parowaniu i braku zasobów wody, zgromadzonych w glebie podczas chłodnego, dżdżystego okresu kilku miesięcy między jesienią a wiosną, uprawy rolnicze odczuwają znaczące jej deficyty powodujące straty w plonach.

Wobec obserwowanych w pierwszej dekadzie XXI wieku okresów posusznych w sezonie letnim (rysunek 2) rolnicy nierzadko uciekają się do nawadniania upraw. Coraz częściej na obszarach do-



Rysunek 1. Średnia roczna suma opadów dla Polski i Europy (Międzynarodowy Panel dla Zmian Klimatu IPCC, 2003)



Rysunek 2. Klimatyczny bilans wodny (Opad P – parowanie- ET , wyrażone w mm) w latach 2015 i 2016 w ujęciu lat kalendarzowych i w miesiącach półrocza ciepłego (IV-IX) (GIOŚ, 2016)

tykanych suszami rolnicy zmuszeni są do zmiany profilu produkcji, kierując się zarówno tym, jak poszczególne uprawy „radzą sobie” w warunkach niedoboru wody, jak i opłacalnością nawodnień. Z racji dużych strat plonów w wyniku susz wielu rolników podejmuje strategiczne decyzje zmiany profilu produkcji – z bazującej na opadach atmosferycznych i naturalnej retencji glebowej na profil upraw nawadnianych, a także o doborze roślin i ich odmian, biorąc pod uwagę warunki glebowe i dostępność wody w okresach wegetacyjnych. Przy podejmowaniu decyzji o doborze roślin i ich odmian oraz ewentualnym stosowaniu nawodnień niezbędne jest uwzględnienie specyfiki miejsca, a więc lokalnych warunków glebowych, klimatycznych i stosunków wodnych.

Czy każde nawadnianie jest dobre? Czy rodzaj systemu i sposobu nawadniania ma znaczenie?

Niestety większość z instalowanych obecnie systemów nawodnieniowych nie jest wyposażona w narzędzia wspomagania decyzji służące do optymalizacji zużycia wody, czyli do **precyzyjnego nawadniania**. Niezrównoważone nawadnianie może doprowadzić do powstawania braków wody z powodu jej nadmiernego i nieracjonalnego zużycia oraz jest związane z ryzykiem zwiększonego wymywania azotu do wód gruntowych w wyniku

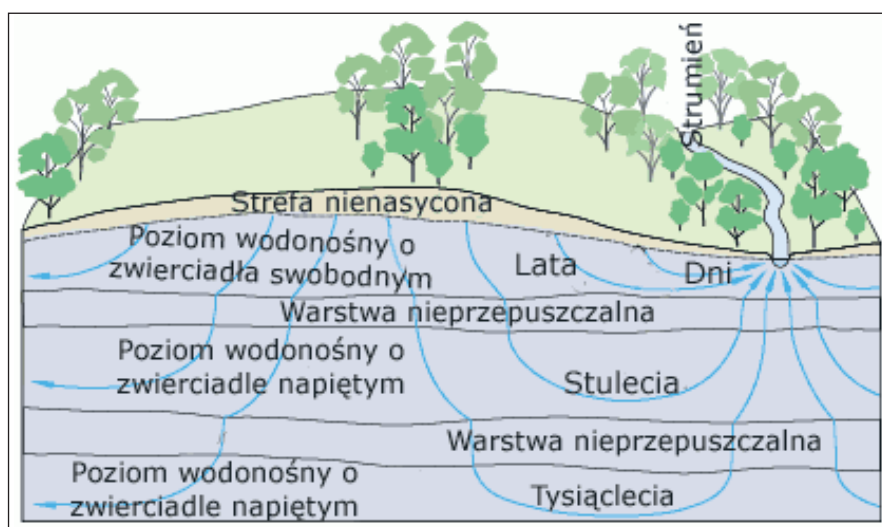
wzmoczonego przepływu wody w głąb profilu glebowego. Łatwo rozpuszczalne formy azotu wymyte poniżej strefy korzeniowej są stracone dla roślin i mogą się przyczynić do zanieczyszczenia wód gruntowych. Ponadto przy braku powszechnego systemu oceny zasobów wodnych dostępnych dla rolnictwa **intensywne i niekontrolowane zużycie wód do nawodnień może doprowadzić do zaburzenia cyklu odnawiania zasobów** (rysunek 3).

Rosnąca powierzchnia upraw nawadnianych przy niedostatku efektywnych regulacji prawnych ustalających zasady korzystania z wód dla celów nawadniania niesie ryzyko zaburzenia odnawiania się zasobów wód gruntowych i powierzchniowych. Dlatego niezbędne jest **solidarne podejście do korzystania z wód**.

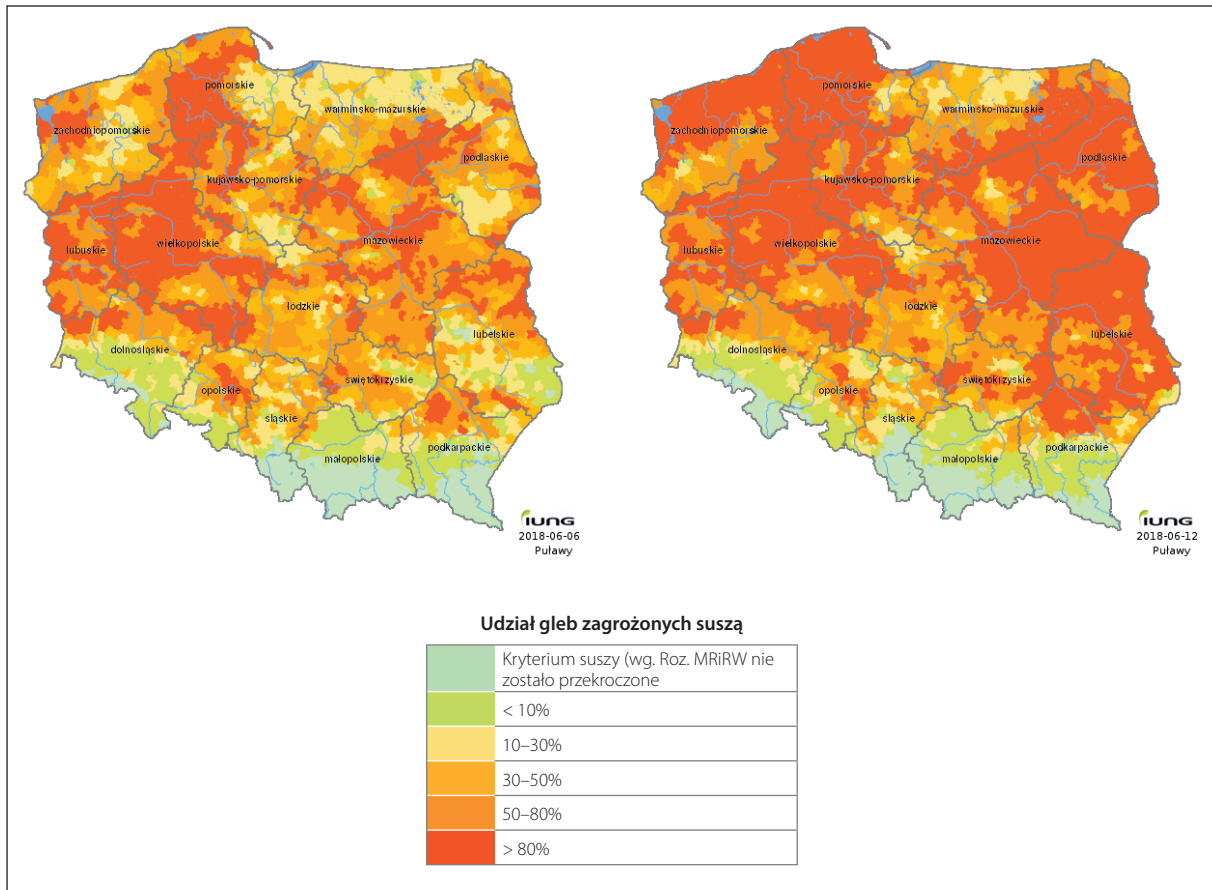
Czy mała retencja może być użyteczna?

Aby zwiększyć odporność polskiego rolnictwa na niedobory wody, **należy zadbać o zatrzymanie jak największej jej ilości na miejscu poprzez zmniejszenie odpływu powierzchniowego i gruntowego do cieków wodnych**. Zabiegi, za pomocą których realizuje się te cele określa się mianem **małej retencji wodnej**.

Coraz częściej występujące ciepłe zimy zagrażają odnawianiu retencji glebowej na wiosnę na wszystkich użytkach rolnych. Wprowadzenie



Rysunek 3. Orientacyjny czas odnawiania zasobów wody gruntowej (United States Department for Agriculture (USDA, 2016))



Rysunek 4. Susza rolnicza dla zbóż jarych wiosną 2018 (1.IV-10.VI) (IUNG-PIB, 2018)

małej retencji w formie zbiorników, jak i dążenie do zmniejszenia odpływu poprzez magazynowanie wód opadowych w wodach gruntowych jest już palącą potrzebą, a nie tylko opcjonalnym zabiegiem poprawiającym krajobraz czy walory rekreacyjne działek. Trudno wyobrazić sobie polskie rolnictwo z dotychczasowym poziomem retencji za lat 20.

Aktualne i prognozowane występowanie deficytów wody w rolnictwie

W drugiej dekadzie XXI wieku obserwujemy nasilenie susz. Według Monitoringu Suszy Rolniczej prowadzonego przez Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa (IUNG-PIB) susze występują co roku, jednak dotyczą w różnym stopniu poszczególne regiony naszego kraju. W latach 2014–2018 były one tak silne, że niekiedy klęską suszy była objęta większość obszaru Polski (rysunek 4).

Adaptacja gospodarowania wodą w rolnictwie do zmieniającego się klimatu

Obecnie obserwowane susze oraz ich przewidywane nasilenie w kolejnych latach stanowią istotne wyzwanie dla wszystkich podmiotów odpowiedzialnych zarówno za gospodarkę wodną, jak i produkcję rolną. Wobec palącej potrzeby spójnego systemu gospodarowania zasobami wodnymi na obszarach wiejskich z inicjatywy Ministerstwa Rolnictwa i Roz-

woju Wsi Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa (IUNG-PIB) wraz z Instytutem Technologiczno-Przyrodniczym (ITP) zorganizował pod patronatem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi Jana Krzysztofa Ardanowskiego konferencję „**Adaptacja gospodarki wodnej w rolnictwie do zmieniającego się klimatu**”, która odbyła się w Puławach w dniu 05.03.2020 r.

Rekomendacje dla działań państwowych w zakresie gospodarowania ograniczonymi zasobami wodnymi (na potrzeby gospodarstw domowych, rolnictwa i do innych zastosowań):

1. Kompleksowa i spójna polityka zagospodarowania zasobów wody.
2. Oszczędne i zrównoważone wykorzystanie wód podziemnych.
3. Rozwój retencji powierzchniowej, odbudowa i modernizacja urządzeń melioracyjnych.
4. Instalacje i systemy oszczędzające wodę.
5. Upowszechnianie wykorzystania „szarej wody” i drugiego obiegu wody.
6. Precyzyjne nawadnianie.
7. Doskonalenie systemu zarządzania zasobami wodnymi w kraju na różnych szczeblach zgodnie z zasadą pomocniczości (rozwiązania prawne i organizacyjne).
8. System monitorowania i prognozowania zasobów wodnych w różnych skalach, w ujęciu rodzajowym, przestrzennym i czasowym, w tym doskonalenie Monitoringu Suszy Rolniczej; objęcie monitoringiem oddziaływania obiektów małej retencji na zasoby wód powierzchniowych i podziemnych w ujęciu dynamicznym.
9. Ochrona i rekonstrukcja ładu przestrzennego przyjaznego dla oszczędnego gospodarowania wodą i odbudowy jej zasobów, z uwzględnieniem retencji krajobrazowej.
10. Tworzenie sieci strategicznych magazynów wody o różnej wielkości i w różnej formie, dla łagodzenia zróżnicowanej dostępności zasobów wodnych w ujęciu przestrzennym i czasowym.
11. Dbłość o gleby i ich właściwości retencyjne.
12. Stosowanie struktury upraw i doboru odmian roślin sprzyjających gospodarce wodnej.
13. Modernizacja i adaptacja praktyk rolniczych do gospodarowania w warunkach ograniczonych zasobów wodnych.
14. Wykorzystanie potencjału trwałych użytków zielonych do gromadzenia i oczyszczania wody.
15. Zachowanie i wzmacnianie bioróżnorodności i korytarzy ekologicznych.
16. Edukacja społeczna i doradztwo w zakresie oszczędnego i solidarnego korzystania z zasobów wodnych.
17. System upowszechniania i promocji dobrych praktyk w zakresie gospodarowania wodą.
18. Zapewnienie adekwatnych, w horyzoncie wieloletnim, środków na spójną politykę zachowania, odbudowy i zagospodarowania zasobów wodnych.

Konferencja zakończyła się przyjęciem 18 rekomendacji. Te z nich, które mogą być z powodzeniem zastosowane na poziomie lokalnym, przez rolników, gospodarstwa domowe czy w społecznościach lokalnych, zostały szerzej opisane w niniejszym opracowaniu. Szersze zestawienie materiałów z tej konferencji zostało zamieszczone na stronie IUNG-PIB¹.

1. Kompleksowa i spójna polityka zagospodarowania zasobów wody

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.

2. Oszczędne i zrównoważone wykorzystanie wód podziemnych

Aktualny bilans wodno-gospodarczy wód podziemnych² w kraju w ujęciu ogólnopolskim wykazuje niski stopień wykorzystania (ok. 23%) ich

zasobów dyspozycyjnych oraz wysoki stopień zwrotu (ok. 75%) pobranych wód do systemu hydrologicznego. 90% zarejestrowanego poboru było przeznaczone do celów konsumpcyjnych, zapewniając 70% zaopatrzenia wodociągów w wodę. Bilans nie uwzględnia jednak poboru z instalacji niezarejestrowanych w ramach systemu pozwoleń wodno-prawnych (PWP), do których należą studnie zakwalifikowane jako nieprzekraczające poboru dziennego na poziomie 5 m³.

Pomimo dobrego stanu wód podziemnych w ujęciu ogólnopolskim na niektórych obszarach Polski mogą wystąpić niedobory oraz trudności w eksploatacji płytkich ujęć wód podziemnych (indywidualne studnie gospodarskie) oraz ujęć komunalnych lub przemysłowych użytkujących pierwszy poziom wodonośny. Należy zatem zadbać o **sprawiedliwy i solidarny podział zasobów wód podziemnych do różnych zastosowań.**

3. Rozwój retencji powierzchniowej na obszarach rolniczych, odbudowa i modernizacja urządzeń melioracyjnych

Retencja o dużej pojemności jest domeną administracji rządowej i samorządowej. W warunkach lokalnego krajobrazu wiejskiego kluczową rolę odgrywają zbiorniki małej retencji oraz odpowiednia regulacja melioracji wodnych.

Co to jest mała retencja?

Mała retencja to **zatrzymywanie lub spowalnianie spływu wód** w obrębie małych zlewni przy jednoczesnym zachowaniu i wspieraniu rozwoju krajobrazu naturalnego.³

¹ http://iung.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=2469:konferencja-qadaptacja-gospodarki-wodnej-w-rolnictwie-do-zmieniajacego-si-klimatu&catid=46:pozostale

² Według danych Państwowego Instytutu Geologicznego.

³ Waldemar Mioduszewski (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 wielkość graniczna pojemności małych zbiorników wodnych wynosi 5 mln m⁴.

Jakie są rodzaje małej retencji?

Małą retencję wodną można podzielić na:

- **krajobrazową**, wynikającą z ukształtowania terenu zlewni rzecznej oraz jej zagospodarowania i użytkowania, przede wszystkim odpowiedniej lesistości; las i obszary bagienne to swoiste „gąbki”, które gromadzą nadmiar wody i stopniowo ją oddają, zapobiegając gwałtownym wezbraniom;
- **glebową**, wynikającą z magazynowania wody w strefie nienasyconej profilu glebowego, na którą wpływ ma przede wszystkim odpowiednia uprawa i zwiększenie zawartości próchnicy; użyteczna dla roślin woda zretencjonowana tylko w 30 cm poziomym orno-próchnicznym gleby wynosi ok. 25-40 mm w glebach przepuszczalnych, a do ok. 65 mm w glebach zwięzłych, czyli 250-400 m³/ha w glebach sypkich i do 650 m³/ha w glebach o niskiej przepuszczalności (gleby ciężkie);
- **wód podziemnych**, która wynika z magazynowania wody w warstwach wodonośnych pierwszego i dalszych poziomów; w ostatnich latach w wielu miejscach obserwuje się wyraźne obniżenie poziomu wód gruntowych spowodowane zarówno małymi opadami atmosferycznymi, jak i wyczerpywaniem zasobów wody na skutek intensywnej eksploatacji; działania zmierzające do przyspieszenia infiltracji, tj. do zwiększenia zasilania warstw wodonośnych, będą powodować zwiększenie objętości dostępnych zasobów wód gruntowych;
- **wód powierzchniowych**, polegającą na gromadzeniu wody w zbiornikach wodnych i ciekach, na których wykonano budowle umożliwiające regulację poziomów i odpływów wody bądź spiętrzonych w wyniku działalności bobrów;
- **śnieżną i lodowcową** – na obszarach o zróżnicowanym krajobrazie śnieg może być gromadzo-



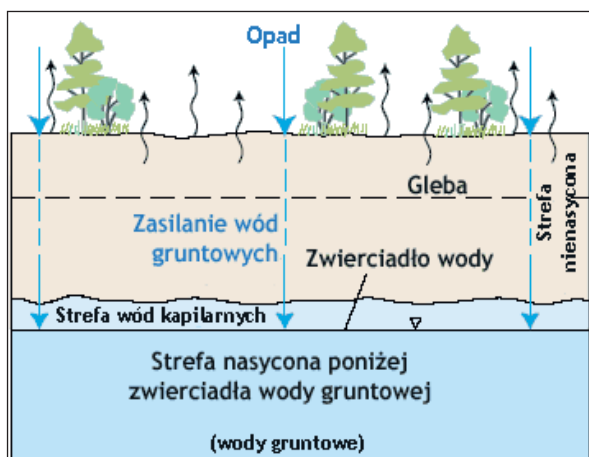
Rysunek 5. Pole po ziębli na glebie klas V i VI, wystawione na przesuszenie i erozję wietrzną, kwiecień 2020. (fot. R. Wawer)

ny, a jego topnienie rozłożone w czasie, co stopniowo będzie wpływało na poziom wód gruntowych; ma to praktyczne znaczenie, ponieważ:

- retencję śnieżną można zwiększyć, powiększając szorstkość powierzchni, np. dzięki uprawie międzyplonu i pozostawieniu go na polu na okres zimowy,
- topnienie śniegu w lasach i zadrzewieniach zwartych następuje wolniej,
- retencja śnieżna wpływa na spowolnienie obiegu wody i zmniejsza zagrożenia powodziowe wskutek roztopów.

Wobec występujących ostatnio bezśnieżnych zim i such wiosennych dyskusyjne pozostaje stosowanie ziębli pod uprawy jare, która wystawia glebę na działanie suchych wiatrów na wiosnę i straty zarówno najdrobniejszych ziaren, jak i próchnicy (rysunek 5). Zalecana jest uprawa międzyplonów ozimych i ozimin.

⁴ Wielkość ta została 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.



Rysunek 6. Przepływ wody w glebie (United States Department for Agriculture (USDA, 2016))

Głównym celem małej retencji jest zatrzymanie wody w krajobrazie przez ograniczenie jej odpływu oraz zwiększenie infiltracji wody z opadu w głąb profilu glebowego i zmniejszenie parowania z powierzchni gleby (rysunek 6).

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 to⁵:

- 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, mnych, stopni – na ciekach melioracyjnych zlokalizowanych na zmeliorowanych użytkach zielonych i ornych (rysunek 7);
- odbudowa, modernizacja i budowa budowli piętrzących i stopni przeciwoerozyjnych (rysunek 8);
- zatrzymywanie wód wiosennych roztopowych i opadowych w sadzawkach, potorfach, oczkach wodnych i zaniżeniach terenowych, wyrobiskach żwiru, gliny i pospółki (rysunki 8–9);
- odbudowa i modernizacja oraz budowa nowych sztucznych zbiorników wodnych o pojemności do 5 mln m³ (rysunek 10);
- odbudowa, modernizacja i budowa nowych stawów rybnych;
- piętrzenie istniejących małych jezior i magazynowanie dodatkowych zasobów wody w ilości do 5 mln m³ (rysunki 11-12).



Rysunek 7. Przenośny próg piętrzący samoczynnie napełniający się wodą płynącą w rowie (Zakład Inżynierii i Gospodarki Wodnej ITP – fot. K. Krężalek)

⁵ wg Bielakowskiej – http://archiwum.ekoportal.gov.pl/opencms/opencms/ekoportal/prawo_dokumenty_strategiczne/ochrona_srodowiska_w_polsce_zagadnienia/Woda/retencja_wodna.html

Zaleca się jednocześnie stosowanie 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 rzeczno-gego. 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 czasu, 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 rzeczno-gego 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 czasu piętrzyć wodę w rowie, ułatwiając jej pobór do nawodnień bez konieczności uzyskiwania pozwolenia wodnoprawnego na budowę urządzenia wodnego (rysunek 7).

Jak wygląda procedura administracyjna przed budową zbiornika małej retencji?

W aktualnym porządku prawnym budowa zbiorników małej retencji wymaga dwójakiego rodzaju pozwoleń:

1. pozwolenia na budowę lub zgłoszenia,
2. pozwolenia wodno-prawnego.



Rysunek 8. Przegroda w wąwozie dolinowym w Wólce Gierszowskiej (fot. R. Wawer)



Rysunek 9. Mały i płytki zbiornik małej retencji w lokalnym zagłębieniu terenu w dolinie Wisły zbiera wody roztopowe i deszczowe (fot. R. Wawer)



Rysunek 10. Nowo założony zbiornik wodny w zlewni rowu śródstokowego na Wyżynie Lubelskiej (fot. R. Wawer)



Rysunek 11. Duży i głęboki zbiornik retencyjny powstały w starorzeczu rzeki Wieprz w Bobrownikach służy całej wsi (fot. R. Wawer)



Rysunek 12. Spiętrzenie rzeki Bystrej na użytek przyległego młyna i stawów rybnych (fot. R. Wawer)

Od lipca 2020 roku przewidziane są zmiany w prawie budowlanym polegające na zniesieniu obowiązku uzyskiwania pozwoleń na budowę urządzeń melioracyjnych oraz składania stosownych zgłoszeń. Nie będzie również wymagane uzyskiwanie pozwoleń wodnoprawnych na piętrzenie wody w rowach. Pozostanie jednak obowiązek uzyskania pozwolenia wodnoprawnego na budowę wszelkiego rodzaju urządzeń wodnych poza melioracyjnymi¹.

Zgodnie z najnowszą nowelizacją prawa (Dz.U. 2019, poz. 2170) maksymalna powierzchnia stawów wykonywanych na podstawie zgłoszenia bez procedury pozwolenia na budowę została zwiększona z 500 m² do 1000 m², a głębokość z 2 m do 3 m.

Czy melioracje są dziś potrzebne? Czy mają służyć odprowadzaniu czy zatrzymaniu wody?

Celem melioracji jest „regulowanie zawartości wody w glebie” i dążenie do kształtowania optymalnych stosunków wodnych, czyli utrzymania wody w glebie na poziomie optymalnym dla roślin uprawnych. Melioracje przyczyniają się do wzrostu plonowania roślin oraz poprawy jakości produktów rolnych. Umożliwiają wykonanie zabiegów agrotechnicznych i zbiorów plonów we właściwych terminach.

Według Ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (Dz.U. z 2018 r., poz. 2268 ze zm.) melioracje wodne polegają na regulacji stosunków wodnych w celu polepszenia zdolności produkcyjnej gleby i ułatwienia jej uprawy. Urządzeniami melioracji wodnych, jeśli służą powyższym celom, są:

- 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.

Wodę można zgromadzić również poprzez piętrzenie w istniejących systemach melioracyjnych, jednak na niezbyt długi okres czasu (2 tygodnie do 1 miesiąca). Według obliczeń szacunkowych, pojemność rowów i cieków melioracyjnych na terenie Polski przekracza 500 mln m³. Nawet częściowe ich wykorzystanie może znacząco przyczynić się do zwiększenia dyspozycyjnych zasobów wodnych. Ważna jest zatem odbudowa, modernizacja i budowa nowych urządzeń piętrzących: ja-

¹ <https://www.farmer.pl/prawo/przepisy-i-regulacje/budowa-zbiornikow-wodnych-bez- pozwolen-tylko-do-1000m2,90941.html>

zów, zastawek, mnychów, stopni – na ciekach melioracyjnych zlokalizowanych na zmeliorowanych użytkach zielonych i ornych. Z bardzo orientacyjnych obliczeń wynika, że zainstalowanie na systemach drenarskich urządzeń regulujących odpływ wody umożliwi zwiększenie dostępnych zasobów wód gruntowych o ok. 1 mld m³ w skali kraju (**32 m³/ha = 3,2 mm ~ 3% odpływu rocznego**).

Odrębnym problemem jest właściwe utrzymanie sieci melioracji wodnych na użytkach rolnych, które zostały wykonane i zaprojektowane w drugiej połowie XX wieku (w szczególności w latach 70.) w warunkach klimatu, gdzie głównym problemem był nadmiar wody w okresie wiosennym uniemożliwiający prace polowe. Nawet jeśli melioracje projektowane były jako nawadniająco-odwadniająca, ich obecny stan w większości przypadków uniemożliwia ich wykorzystanie do zatrzymania wody.

Bieżące sterowanie poziomem wody w sieciach drenarskich jest w praktyce niezwykle trudne zarówno ze względu na liczbę zastawek, jak i na trudność oceny, kiedy i do jakiego poziomu należy wykonać regulację. Najnowsze technologie, oparte na bezprzewodowych sieciach czujników, umożliwiają automatyczne sterowanie zastawkami w sieciach drenarskich i ich regulację optymalnie do lokalnych warunków. W Polsce już prowadzone są prace nad takimi systemami i testy terenowe.

Obecnie szacuje się powierzchnię użytków rolnych (UR) pod melioracjami wodnymi na 6,4 mln ha (34% UR), w tym 4,6 mln gruntów ornych (GO) (24% UR) i 1,8 mln ha trwałych użytków zielonych (TUZ) (10% UR), przy czym zaledwie 49% melioracji gruntów ornych i 33% TUZ jest utrzymywanych, zaś 18% melioracji GO i 32% TUZ wymaga odbudowy lub modernizacji.

4. Instalacje i systemy oszczędzające wodę

Kierunki użycia wody w wiejskich gospodarstwach domowych i w gospodarstwach rolnych generalnie można podzielić na zużycie na cele bytowe i zużycie na cele gospodarskie. Obecnie woda na cele bytowe najczęściej pochodzi z pub-

licznych 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 wskazu-

ją, że drzewa mają zdolność wydobywania wody z dużych głębokości w pobliżu poziomu orno-próchnicznego, co sprzyja roślinom uprawnym o znacznie płytszym systemie korzeniowym.

5. Upowszechnianie wykorzystania „szarej wody” i drugiego obiegu wody

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 podczyszczana i magazynowana do zastosowań gospodarskich. Wykorzystanie deszczówki i wody szarej jest opomiarowane, a ich zużycie ujmowane jest w bilansie kosztów wodno-kanalizacyjnych, zmniejszając je. System taki pozwala na oszczędzenie 30-40% wody tylko na spłukiwaniu toalet.

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

6. 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.

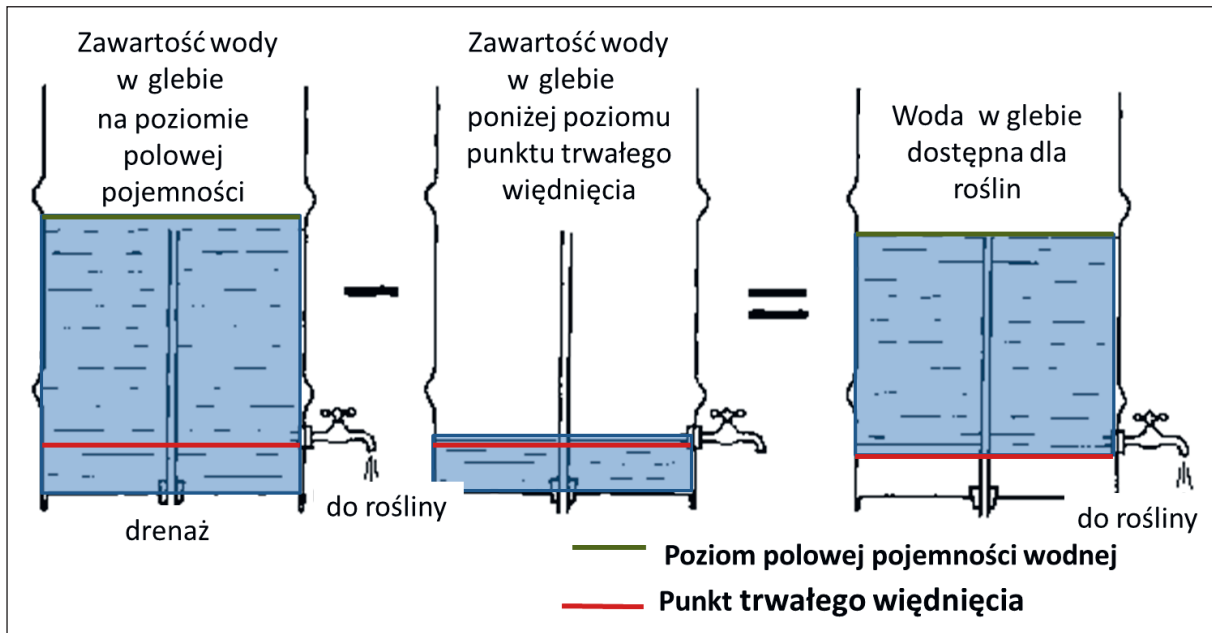
Czy potrzebne jest precyzyjne nawadnianie?

Metoda organoleptyczna jest dalece niedoskonała. Po pierwsze rolnik decyduje wyłącznie na podstawie własnego doświadczenia niepopartego jakimkolwiek pomiarem bezwzględnym wilgotności w glebie, po drugie często po okresie posuszonym opady deszczu zwilżają tylko wierzchnią część poziomu orno-próchnicznego, 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 zawartości wilgoci odpowiadającej połowej pojemności wodnej. Rolnik traci całą tę nadmiarową objętość wody wraz z łatwo rozpuszczalnymi jak składnikami nawozowymi N i K, które trafiają do wód gruntowych, zanieczyszczając je.

Ilość dostępnej wody w glebie opisywana jest poziomami wilgotności jako:

1. punkt trwałego wędnięcia (PTW),
2. punkt połowej pojemności wodnej (PPW).

Zależności między tymi poziomami pokazano na rysunku 13. Pełną pojemność wodną gleby reprezentuje górny brzeg beczki na rysunku. Różnica między pojemnością pełną i PPW odcieka z nasyconej gleby w ciągu około 24 h (pionowa linia dre-



Rysunek 13. Woda dostępna w glebie (Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO, 2012))

nażu na rysunku). Między linią pojemności polowej (PPW) a linią punktu trwałego wędnięcia (PTW) znajduje się woda dostępna dla roślin, przy czym im bliżej PTW, tym trudniej roślinie pobierać wodę z gleby. Generalnie należy unikać obniżania wilgotności gleby w strefie korzeniowej poniżej połowy wody dostępnej, przy czym każdy gatunek i odmiana roślin uprawnych ma swoje optimum % wody dostępnej, przy którym jest najwyższy przyrost biomasy i najwyższa odporność na choroby.

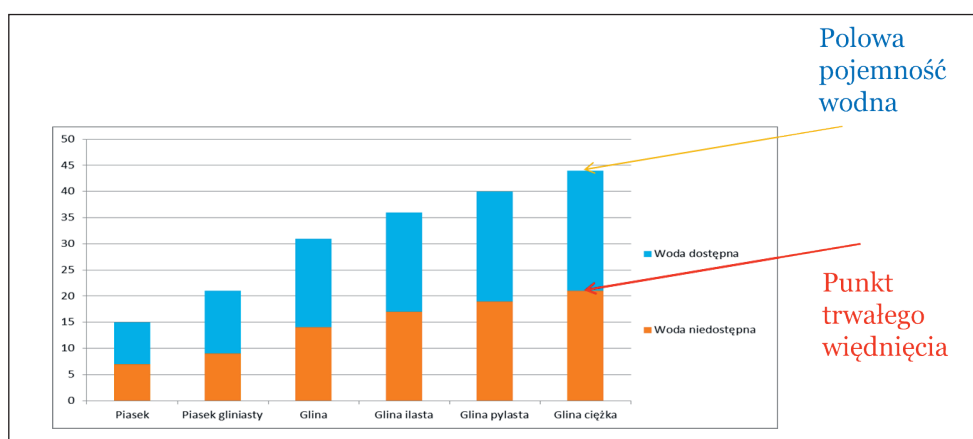
Każdy gatunek gleby (piasek, glina, pył lub il) ma swoją charakterystykę układu progów wilgotności PTW i PPW (rysunek 14).

Jak widać na rysunku 14, wilgotność na poziomie 15% oznacza w przypadku piasku połowę po-

jemność 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.

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.



Rysunek 14. Poglądowe wartości wody dostępnej dla roślin w różnych glebach (United States Department for Agriculture (USDA, 2010))

Skąd można pozyskać wodę do nawodnień?

Do nawadniania możemy korzystać z wód powierzchniowych: rzeki, jeziora zbiorniki retencyjne oraz z płytkich lub głębokich wód gruntowych.

<http://www.nawadnianie.inhort.pl/wyklady/82-wyklady-zrodla-i-ujecie-wody>.

Ze względu na szczególną wartość środowiskową wód gruntowych w miarę możliwości w pierwszej kolejności powinniśmy korzystać z wód powierzchniowych. Ilość i jakość wody do nawadniania są ważnymi elementami mającymi wpływ na wybór systemu nawodnieniowego oraz określenie powierzchni upraw przeznaczonych do nawadniania. Przed przystąpieniem do projektowania instalacji nawodnieniowej musimy poznać jakość źródła wody, która ma istotny wpływ na decyzję o wyborze systemu filtracji lub konieczności uzdatniania wody.

Jakość wody do nawadniania ma znaczenie ze względu na:

- ryzyko zasolenia gleb,
- bezpieczeństwo konsumenta,
- toksyczność dla roślin,
- wpływ na wygląd i jakość handlową plonu,
- prawidłowe działanie instalacji nawodnieniowej,
- przygotowanie pożywki nawozowej.

Jak dobrać odpowiedni sposób nawadniania?

Podstawowym celem stosowania nawadniania jest utrzymanie optymalnej wilgotności gleby.

Rodzaj zastosowanego systemu nawodnieniowego musi odpowiadać wymaganiom agrotechnicznym roślin przy spełnieniu warunku oszczędnego gospodarowania wodą i energią.

Większość upraw rolniczych (które charakteryzują się dużym zagęszczeniem roślin na jednostce powierzchni) nawadniamy za pomocą systemów deszczowniczych lub podsiąkowych. W niektórych rodzajach upraw rolniczych i przemysłowych o mniejszym zagęszczeniu roślin i wyso-

kiej opłacalności produkcji mogą być stosowane systemy kropłowe. W przypadku upraw ogrodniczych w praktyce stosowane są różne systemy nawodnieniowe od deszczowni, poprzez minizraszanie, aż po instalacje kropłowe i zalewowe (w szklarniach). Uprawy warzywnicze najczęściej nawadniamy za pomocą różnego rodzaju systemów deszczowniczych. Jednak dla upraw warzyw prowadzonych rzędowo polecamy także systemy kropłowe, które poza specyficznymi zaletami eksploatacyjnymi (brak zraszania roślin, możliwość aplikacji nawozów wraz z nawadnianiem, możliwość prowadzenia prac agrotechnicznych podczas nawadniania) charakteryzują się wysoką efektywnością wykorzystania wody sięgającą 95%. Systemy kropłowe zalecane są także do nawadniania sadów i plantacji roślin jagodowych. W przypadku ograniczeń związanych z jakością wody (wysoka zawartość żelaza) drzewa owocowe mogą być nawadniane za pomocą systemów minizraszania podkoronowego. Deszczowanie polecane jest jedynie do ochrony roślin sadowniczych przed przymrozkami wiosennymi. Szkółki roślin sadowniczych i ozdobnych nawadniane są za pomocą systemów deszczowniczych i kropłowych, natomiast pod osłonami stosowane jest nawadnianie kropłowe, minizraszanie oraz nawadnianie zalewowe. Przy wyborze systemu nawodnieniowego powinniśmy zwracać szczególną uwagę na efektywne wykorzystanie wody.

Obecnie można wyróżnić trzy rodzaje systemów nawadniających:

- nawadnianie podsiąkowe na trwałych użytkach zielonych w dolinach rzecznych z trzema technikami utrzymania poziomu wód gruntowych, tj.: kontrolowany odpływ, nawadnianie ze stałym poziomem wody i nawadnianie z regulowanym zmiennym poziomem wody gruntowej (rysunek 15 a);
- nawadnianie ciśnieniowe, w tym zraszanie (rysunek 15 b, c) i wszystkie rodzaje mikro-nawodnień, np. nawadnianie kropłowe (rysunek 15 d), mikrozraszanie i nawadnianie podpowierzchniowe (najczęściej stosowane w sadach);
- nawadnianie zalewowe, obecnie prawie w ogóle niestosowane w Polsce ze względu na niską skuteczność nawadniania.

Według badań ankietowych Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego przeprowadzonych w 2019 r. w ramach projektu OPERA (<http://open-data.waterjpi.eu/dataset/opera-operationalizing-the-increase-of-water-use-efficiency-and-resilience-in-irrigation>) wśród rolników w regionie kujawsko-pomorskim (około 100 osób) głównym stosowanym systemem nawadniającym jest nawadnianie zraszające (73%). Nawadnianie kropłowe stosuje 18%, a nawadnianie podsiąkowe na trwałych użytkach zielonych 6% respondentów. Większość rolników (97%) skupia się na jednym rodzaju nawadniania, mieszane systemy nawadniające (więcej niż jeden) są stosowane tylko w kilku badanych gospodarstwach.

Przykłady dobrych praktyk melioracji nawadniających w Polsce w województwie kujawsko-pomorskim przedstawiono poniżej (rysunek 15).

Jak wybrać pomiędzy deszczowaniem a nawadnianiem kropłowym?

Przy obecnym rozwoju techniki uprawy wielkoobszarowe mogą być nawadniane zarówno za pomocą systemów deszczownianych, jak i kropłowych. Niezależnie od wielkości obszaru wybór systemu nawodnieniowego zależy od rodzaju uprawy, jej optymalności i dostępności wody. W przypadku uprawy roślin rosnących w dużym zagęszczeniu (np. zboża) nawadnianie ma za zadanie równomiernie dostarczyć wodę na całej powierzchni uprawy. Zastosowanie w takim przypadku nawadniania kropłowego (instalacja wgłębna) jest znacznie droższe i trudniejsze technicznie od nawadniania deszczownianego. Jeżeli jednak rośliny uprawiane są rzędowo, to nawadnianie kropłowe jest nie tylko bardziej efektywne od deszczowa-



Rysunek 15. Nawodnienia stosowane w regionie kujawsko-pomorskim: a) podsiąkowe z regulowanym zmiennym poziomem wody gruntowej; b) i c) deszczowniane; d) kropłowe (fot. E. Kanecka-Geszke, W. Kasperska-Wołowicz)

nia, ale i zazwyczaj tańsze w przeliczeniu na jednostkę powierzchni. Dodatkowo cechuje się zaletami, które wpływają na ograniczenie zużycia wody, nawozów i środków ochrony roślin oraz pozwala na lepszą organizację pracy.

Jakie są potrzeby wodne roślin?

Potrzeby wodne roślin zależne są od fazy wzrostu (rysunek 16), przebiegu warunków pogody, specyficznych cech gatunkowych oraz wielkości roślin. Przebieg pogody wpływa na wysokość parowania z powierzchni gleby (ewaporacja) oraz roślin (transpiracja).

W naszych warunkach klimatycznych maksymalne parowanie z powierzchni roślin i gleby przypada na lipiec i sierpień. Średnia dzienna jej wartość w tym okresie wynosi zazwyczaj około 3,5 mm (35 m³ wody/ha), jednak w bardzo upalne i wietrzne dni przekracza nawet 5 mm na dobę. Oznacza to, że w takich warunkach użytki zielone przy optymalnej wilgotności gleby pobierają ponad 50 m³/ha wody dziennie.

Na stronie portalu nawodnieniowego Instytutu Ogrodnictwa www.nawadnianie.inhort.pl umiesz-

czono aplikacje służące do precyzyjnego wyznaczenia potrzeb wielu gatunków roślin sadowniczych i warzywniczych:

<http://www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-nawadniania-rs>.

<http://www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-wodne-rw>.

Aplikacja umożliwia szacowanie potrzeb wodnych wybranych gatunków roślin w zależności od ich rozstawy, wielkości, okresu wegetacji oraz zmiennej wielkości parowania. Na stronie portalu umieszczono także metodyki opisujące sposób samodzielnego wyznaczania potrzeb wielu gatunków roślin sadowniczych:

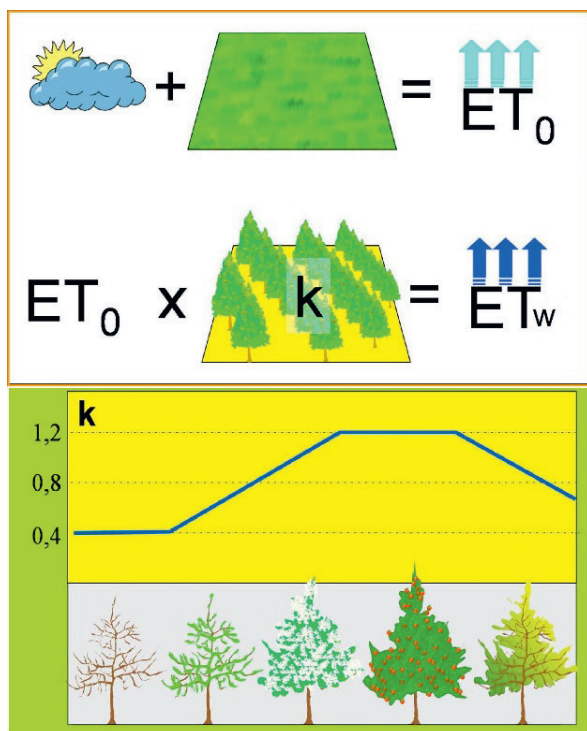
<http://www.nawadnianie.inhort.pl/metodyki>.

Sposób określania terminów nawodnień – kiedy nawadniać? Jak nawadniać precyzyjnie?

Nawadniać należy tylko w miarę potrzeb według wiarygodnych kryteriów. W praktyce możemy stosować kryteria klimatyczne (szacujemy potrzeby wodne na podstawie mierzonych danych meteorologicznych) lub glebowe (nawadniamy na podstawie pomiarów wilgotności lub siły ssącej gleby). Internetowa Platforma Wspomagania Decyzji Nawodnieniowych zawiera aplikacje pomocne do:

- szacowania parowania z powierzchni roślin i gleby (ewapotranspiracji):
 - <http://www.nawadnianie.inhort.pl/eto>;
- szacowania potrzeb wodnych:
 - <http://www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-nawadniania-rs>;
 - <http://www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-wodne-rw>;
- szacowania zawartości wody łatwo dostępnej:
 - <http://www.nawadnianie.inhort.pl/zapasy-wody-glebowej>.

Następną metodą określania terminu i dawki nawodnieniowej jest **bezpośredni pomiar wilgotności gleby w strefie korzeniowej roślin** umożliwiający jednoznaczną ocenę bieżącej wilgotności gleby oraz określenie deficytu wody w podłożu. Metoda ta umożliwia **utrzymywanie wilgotności ściśle w zakresie optymalnym dla danego gatunku**



Rysunek 16. Przykład rocznego przebiegu względnej zapotrzebowania na wodę dla jabłoni (InHort, 2015)

i odmiany rośliny uprawnej. Ponadto pozwala na **automatyzację nawadniania** na zadaną wilgotność docelową. Dawkę potrzebną do nawadniania 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 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. Obecnie systemy oparte na bezprzewodowej sieci czujników rozwijają się bardzo dynamicznie, także w Polsce. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa (IUNG-PIB) w latach 2012–2014 zbudował z sukcesem i przetestował system ENORASIS (<https://www.facebook.com/enorasispl/>), potem powstał komercyjny system Aquastatus (<https://www.facebook.com/Aquastatus-972900242746384/>), a obecnie budowane są systemy na podstawie Internetu rzeczy.

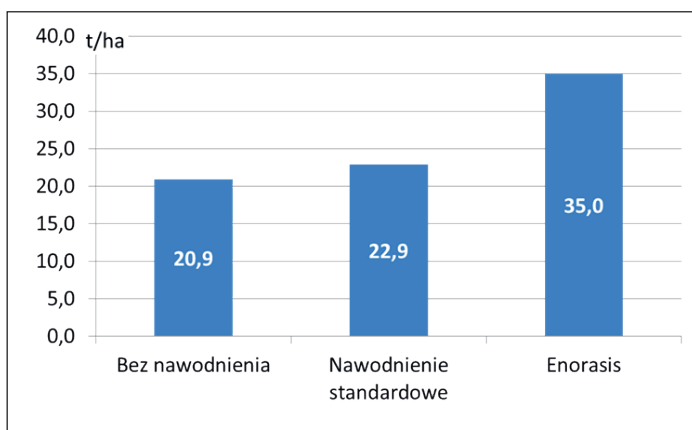
Pomiary satelitarne mają olbrzymi potencjał dla określania dawek nawodnieniowych, jednak algorytmy przeliczania wskaźników pochodzących z obrazów satelitarnych na deficyt wody glebowej są wciąż dalekie od poziomu wiarygodności wymaganego w dawkowaniu nawodnień.

Poniesione koszty a zysk ze zwiększenia plonów

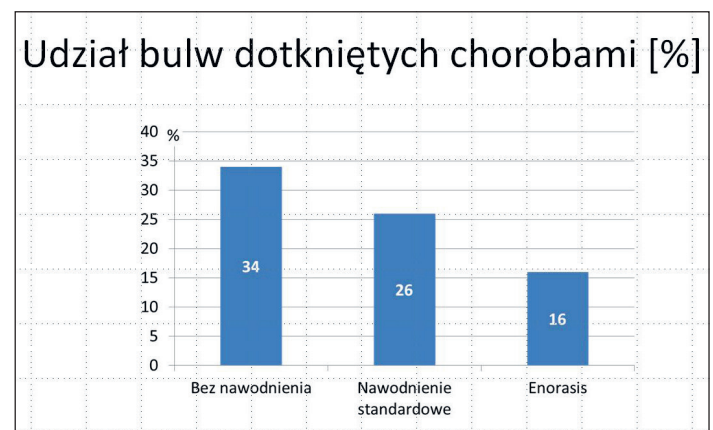
Tempo zwrotu kosztów poniesionych na instalacje nawodnieniowe zależne jest przede wszystkim

od bieżącej opłacalności produkcji i efektywności nawadniania. Bardzo często zdarza się, że z powodu niższej podaży susza powoduje wzrost cen produktów rolnych (szczególnie warzyw i owoców). Konsekwencją wyższych cen jest zwiększenie opłacalności nawadniania. Przy wysokich cenach owoców koszty poniesione na instalacje nawodnieniowe zwracają się nawet w ciągu 2-3 lat.

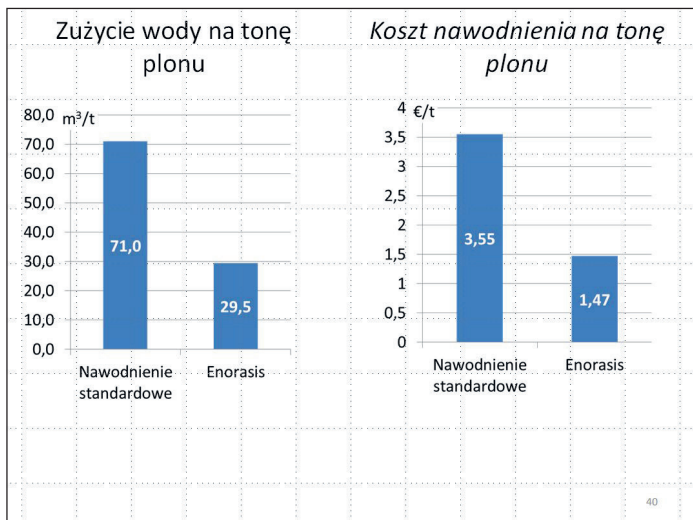
Można osiągnąć szybszy zwrot i znaczne oszczędności wody dzięki zastosowaniu zaawansowanych systemów obliczania dawek nawodnieniowych opartych na sieciach czujników. Dzięki ciągłemu monitoringowi wilgotności w strefie korzeniowej i zaawansowanym technikom obliczeniowym aplikacji na smartfon, możliwe 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 jest np. wykorzystanie systemu ENORASIS na ziemniaku na piasku gliniastym mocnym pylastym w niekorzystnym roku 2014 (rysunki 17-20). 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 z uprawą nawadnianą na maksymalne parowanie (nawadnianie stan-



Rysunek 17. Plon ziemniaka w roku 2014 (IUNG-PIB, 2014)



Rysunek 18. % bulw dotkniętych chorobami przy różnych wariantach nawadniania (doświadczenie ENORASIS z 2014 roku) (IUNG-PIB, 2014)



Rysunek 19. Zużycie wody na plantacji badawczej ziemniaka w roku 2014 (IUNG-PIB, 2014)

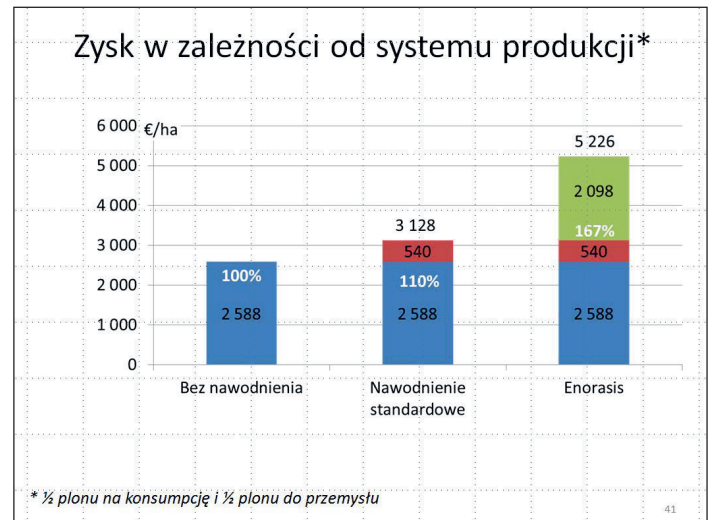
dardowe). Uzyskana oszczędność wody obrazuje, jak jest marnowana w nawodnieniach niezoptymalizowanych.

Jakie są koszty instalacji nawodnieniowej?

Koszty inwestycyjne instalacji nawodnieniowej zależne są od skali i zastosowanych rozwiązań technicznych. Na koszty sumaryczne składają się koszty poszczególnych elementów, m.in.: ujęcia wody, pompowni, systemu filtracji i uzdatniania wody, dozownika nawozów, rurociągów doprowadzających wodę, systemu nawodnieniowego, automatyki. Oczywiście nie każda instalacja musi zawierać wszystkie wymienione elementy, np. dozownik nawozów, system automatycznego sterowania itp. W zależności od jakości wody i wymagań systemu nawodnieniowego różne są potrzeby, a więc także i koszty związane z systemem filtracji.

Przykładowe koszty poszczególnych elementów:

- zestaw pompowy 20 m³/h – 12000 zł netto;
- zestaw filtracyjny dyskowy manualny do 15 m³/h – 1800 zł netto;
- dezynfekcja UV do 10 m³/h – 35000-45000 zł netto;
- pompa dozująca 1 x 200 l/h – 4500 zł netto;
- mikser nawozowy 2+1 z kontrolą EC, PH – 20500-30000 zł netto;



Rysunek 20. Analiza ekonomiczna zastosowania nawodnienia precyzyjnego na plantacji badawczej ziemniaka w roku 2014 (% koloru białego dotyczy plonu, liczby w kolorze czarnym dotyczą zysku w €) (IUNG-PIB, 2014)

- Sterownik nawodnieniowy 6 sekcyjny. 4 czasy startu – 700 zł netto;
- Aplikatory lub emitery:
 - deszczownie bębnowe: 15000-120000 zł;
 - sad nawadnianie kropłowe na 1 ha – 13000 zł netto;
 - szklarnia kropłowniki on-line PC-junior system 1 ha – 70000 zł netto.

Jakie mogą być skutki braku wody?

Woda jest niezbędna do wszystkich podstawowych procesów biochemicznych zachodzących w organizmach żywych. Niedostatek wody ma więc bezpośredni wpływ na procesy fizjologiczne, co przekłada się na wzrost i plonowanie roślin. Bardzo niekorzystnym zjawiskiem jest ograniczenie nie tylko wielkości plonu, ale także i jego jakości. W skrajnych przypadkach niedostatek wody powoduje drastyczne ograniczenie wschodów roślin i przyjmowania się sadzonek, czego konsekwencją jest całkowita utrata plonu. Susza uniemożliwia dotrzymania optymalnych terminów wysiewu i sadzenia roślin, a także ich terminowy zbiór. Bardzo często zdarza się bowiem, że z powodu suszy producenci opóźniają wysiew lub sadzenie roślin, a także ich zbiór. W przypadku roślin wieloletnich niedobór wody w glebie nie tylko znacznie obniża plonowanie roślin, ale także wpływa niekorzystnie

na plonowanie w latach następnych. Spośród roślin ogrodniczych najbardziej wrażliwe na niedobory wody w okresie wegetacji są rośliny warzywne, jagodowe, uprawy sadownicze, drzewa owocowe zaszczerpione na podkładkach kartowych oraz uprawy szkółkarskie. Do warzyw najbardziej wrażliwych na suszę należą: ogórek, cebula, sałata, rzodkiewka, seler, kalafior, brokuł, kapusta pekińska. Nieco mniej wrażliwe na niedobór wody są: kapusta brukselska, pomidor wiotkołodygowy, por, fasola szparagowa. Najmniejszą wrażliwość na suszę wykazują warzywa korzeniowe – marchew, pietruszka, burak ćwikłowy, chrzan, a także pomidor wysokorosnący, groch i szparag. Z roślin sadowniczych najbardziej wrażliwe na suszę są rośliny jagodowe, zwłaszcza truskawka, poziomka, malina, borówka wysoka oraz jabłoń szczerpiona na podkładkach kartowych.

Jaki jest wzrost plonów upraw nawadnianych w stosunku do nienawadnianych?

Zwyżka plonu, spowodowana nawadnianiem, zależy od przebiegu pogody w określonym sezonie wegetacyjnym. Klimat Polski charakteryzuje się dużą zmiennością, co wyraźnie przekłada się na efektywność nawadniania. Przykładowo nawadnianie zbóż i roślin okopowych podnosiło plonowanie od 10 do nawet 50%. Uśrednione wyniki wieloletnie dla jabłoni wykazują 30-35% zwyżkę plonowania roślin nawadnianych. Znacznie większą efektywność nawadniania wykazano w młodych intensywnych sadach i jagodnikach. Tu w latach bardzo suchych nawadnianie powodowało nawet dwukrotną zwyżkę plonowania (100-200%). Podobne wyniki uzyskano w przypadku warzyw, gdzie nawadnianie powoduje kilkudziesięcioprocentowe zwyżki plonu. Trzeba pamiętać, że w skrajnie suchych latach uprawa warzyw na glebach lekkich staje się niemożliwa.

Badania nad zastosowaniem optymalizacji terminów i dawek dostosowanych do aktualnej wilgotności gleby dla ziemniaka pozwoliły na uzyskanie zwyżki plonu o 53% (rysunek 16) przy jednoczesnym wzroście udziału bulw niedotkniętych chorobami (rysunek 18). W stosunku do obiektów nienawadnianych zaobserwowano wzrost plonu na poziomie 67%. Ważniejszym wskaźnikiem jest tu zysk z plan-

tacji, który stanowi różnicę między przychodem ze sprzedaży plonu i nakładami, w badanym przypadku wyniósł aż 102% w stosunku do upraw nienawadnianych i 67% w stosunku do upraw z niezrównoważonym nawadnianiem (rysunek 19).

7. Doskonalenie systemu zarządzania zasobami wodnymi w kraju na różnych szczeblach zgodnie z zasadą pomocniczości (rozwiązania prawne i organizacyjne)

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.

8. System monitorowania i prognozowania zasobów wodnych w różnych skalach, w ujęciu rodzajowym, przestrzennym i czasowym, w tym doskonalenie Monitoringu Suszy Rolniczej; objęcie monitoringiem oddziaływania obiektów małej retencji na zasoby wód powierzchniowych i podziemnych w ujęciu dynamicznym

Mądra polityka i zarządzanie wodą polegające na zapewnieniu wszystkim użytkownikom sprawiedliwego do niej dostępu wymaga dobrych ure-

guloowań 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.

9. Ochrona i rekonstrukcja ładu przestrzennego przyjaznego dla oszczędnego gospodarowania wodą i odbudowy jej zasobów, z uwzględnieniem retencji krajobrazowej

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.

10. Tworzenie sieci strategicznych magazynów wody o różnej wielkości i w różnej formie, dla łagodzenia zróżnicowanej dostępności zasobów wodnych w ujęciu przestrzennym i czasowym

W Polsce istnieją obszary o dużych niedoborach wód opadowych, które w porównaniu z sytuacją w innych krajach położone są geograficznie względnie niedaleko obszarów o dodatnim klimatycznym bilansie wodnym. W zachodniej i centralnej Polsce występują niedobory wody. Okresowe nadmiary pojawiają się natomiast w karpackich dopływach Wisły (rzadziej w sudeckich dopły-

wach Odry), które mogłyby posłużyć do uzupełnienia niedoborów zasobów wodnych w centralnej i zachodniej Polsce pod warunkiem stworzenia systemu przerzutu wody⁶.

Odpowiedzią na niedobory zasobów wody w niektórych porach roku i na części terytorium Polski powinny być strategiczne magazyny wody pozwalające na gromadzenie jej na obszarze o niedoborach wody i wykorzystanie w okresach największego deficytu. Strategiczne magazyny wody mogą mieć różną formę: zasilanych wód podziemnych, wykorzystania naturalnych obszarów retencji całorocznej lub okresowej, sztucznych zbiorników powierzchniowych lub zamkniętych zbiorników podziemnych (cystern).

11. Dbalność o gleby i ich właściwości retencyjne

Dlaczego większość naszych gleb jest podatna na suszę?

Gleba, czyli warsztat pracy każdego rolnika jest również naturalnym zbiornikiem dla wód opadowych, a jej możliwości retencyjne zależą głównie od uziarnienia i zawartości próchnicy. Gleby cięższe, takie jak gliny lub łą, posiadają duże możliwości retencionowania wody, w przeciwieństwie do gleb lekkich i bardzo lekkich wytworzonych z piasków, których niestety mamy najwięcej.

Zgodnie z badaniami IUNG-PIB ponad 60% gleb uprawnych stanowią gleby lekkie i bardzo lekkie. Spowodowane jest to głównie tym, że przeważająca część gleb Polski wytworzyła się głównie z piaszkowych utworów polodowcowych. **Piaszczysty charakter naszych gleb oraz bardzo często niska zawartość próchnicy są głównymi przyczynami występowania w kraju dużych obszarów gleb okresowo lub trwale narażonych na niedobory wody.** Tym samym skutki suszy w tych glebach są o wiele bardziej widoczne niż na glebach mocniejszych (rysunek 21).

Generalna zależność jest taka, że **im gleba zawiera więcej części ilastych, pyłowych oraz materii organicznej**, co gwarantuje również właściwą strukturę gleb i porowatość, **tym może zgromadzić i zatrzymać więcej wody.** Badania IUNG-PIB wskazują, że najlepsze właściwości do retencji



Rysunek 21. Susza rolnicza w powiecie sokólskim, lipiec 2018 r. (fot. J. Niedźwiecki)

wody spośród gleb mineralnych posiadają gleby wytworzone z utworów pyłowych (lessy). Niestety w Polsce lessy występują tylko w obrębie Wyżyn Polskich, Niziny Śląskiej, częściowo na Podkarpaciu i Pogórzu Karpackim.

Podstawowym źródłem wody w glebach są opady atmosferyczne, podsiąk wód z głębszych warstw glebowych, w mniejszym stopniu – kondensacja pary wodnej oraz sztuczne nawodnienia. Z kolei straty wody w glebach wynikają głównie ze spływów powierzchniowych i podpowierzchniowych, z przesiąku wody do głębszych warstw, a w sezonie wegetacyjnym – parowania wody z powierzchni roślin i gleby⁷. **Z punktu widzenia praktyki rolniczej najistotniejsza jest ilość wody dostępnej dla roślin, która jest ściśle uzależniona od właściwej struktury gleby.** Tylko trwała gruzelkowa struktura gleby zapewnia odpowiednią

⁶ Strategiczne przepływy wód to codzienność w krajach południowej Europy, m.in. w Hiszpanii, gdzie opad roczny w północnej górskiej części kraju sięga 1909 mm, zaś w suchej południowej zaledwie 196 mm. Ten instrument gospodarowania zasobami wodnymi znany jest od starożytności. W Polsce warunki geograficzne pozwalają na takie rozwiązanie przy znacznie mniejszych odległościach i nakładach niż w Hiszpanii.

⁷ Czyli ewapotranspiracji

ilość wody dostępnej dla roślin uprawnych. Pomimo ograniczonych zasobów wody większość roślin uprawnych potrzebuje jej bardzo dużo (tabela 1).

Tabela 1. Ilość zużytej wody w przeliczeniu na 1 kilogram przyrostu suchej masy roślin

Gatunek rośliny	Zużycie wody (l/kg przyrostu suchej masy)
Pszemica, ziemniak, gryka	500 – 600
Jęczmień, żyto	400 – 500
Burak cukrowy	350 – 450
Owies, rzepak, groch, koniczyna czerwona	600 – 700
Kukurydza	300 – 400
Lucerna, soja, len	> 700
Proso, sorgo	200 – 300

Gospodarowanie wodą w rolnictwie. Studia i Raporty IUNG-PIB 47(1), 83-104 (Kuś J. 2016) – zmodyfikowano

Jak zatrzymać wodę w glebie?

Nawadnianie stosujemy w celu zapewnienia roślinom niezbędnej ilości wody dla optymalizacji ich wzrostu i plonowania. Ze względu na ograniczone zasoby wody powinniśmy szczególną uwagę zwracać na zwiększenie retencji wodnej gleb, ograniczenie spływu powierzchniowego oraz parowania z powierzchni roślin i gleby. Pojemność wodną można zwiększać poprzez aplikację do gleby materii organicznej oraz minerałów i substancji chemicznych wspomagających utrzymanie wody w glebie. Spływ powierzchniowy wody (po intensywnym opadzie deszczu) można ograniczyć poprzez uprawę wierzchniej warstwy gleby i wykorzystanie ściółek. Ściółki stosowane w sadach i na plantacjach roślin jagodowych istotnie ograniczają parowanie wody z powierzchni gleby, co w wielu przypadkach pozwala ograniczyć straty spowodowane suszą (od kilku do kilkudziesięciu procent).

Niewłaściwe i nieracjonalne postępowanie z glebą jest przyczyną powiększania podatności naszych gleb na suszę!

Co rolnik może zrobić dla poprawy właściwości retencyjnych gleb?

- Zwiększyć zawartość próchnicy glebowej.** Próchnica wiąże około 5 razy więcej wody w stosunku do swojej masy. Wzrost zawartości próchnicy w glebie o 1% zatrzymuje dodatkowo wodę – od 90 do 150 t/ha. Jest to szczególnie ważne w glebach piaszczystych, w których z uwagi na niewielką ilość frakcji ilastej, to właśnie próchnica odpowiada za zatrzymywanie wody. Dodatkowo wzrost zawartości próchnicy zwiększa jej aktywność biologiczną poprzez wzrost liczebności pożytecznych mikroorganizmów glebowych, których obecność poprawia naturalną zdrowotność gleb. Najlepszymi zabiegami zwiększającymi zawartość próchnicy w glebie są: **właściwe następstwo roślin (unikanie monokultur), stosowanie regularnego nawożenia organicznego i naturalnego (rysunek 22), stosowanie kwasów humusowych, nawozów zielonych, osadów ściekowych dopuszczonych do rolniczego wykorzystania, pofermentów z biogazowni rolniczych, kompostów, uprawa konserwująca (rysunek 23), regu-**



Rysunek 22. Obornik jako doskonałe źródło materii organicznej (fot. J. Niedźwiecki)

lowanie odczynu gleb, uprawa międzyplonów, wsiewki koniczyny w plon główny.

2. Poprawić porowatość gleb i zwiększyć pojemność kompleksu sorpcyjnego, np. poprzez stosowanie zmielonych bądź zgranulowanych naturalnych porowatych skał pochodzenia wulkanicznego (bazaltów). Charakteryzują się one bardzo dużą zdolnością do zatrzymywania wody. Wysoka zawartość krzemu w tego typu skałach zwiększa sztywność łodyg i liści oraz podnosi odporność roślin na okresowe niedobory wody (rysunek 24).
3. **Poprawić strukturę gleby** poprzez dobór odpowiedniej dla danej gleby agrotechniki. Kierować się zasadą „**zabiegów uprawowych stosuje się tak dużo jak to jest konieczne, aby stworzyć roślinom korzystne warunki wzrostu i rozwoju, a jednocześnie tak mało jak to jest możliwe**”. Wszystkie zabiegi uprawowe poprawiające strukturę gleb mają pozytywny wpływ na zwiększenie pojemności wodnej gleb (rysunek 25).

Ważne! Zabiegi uprawowe należy wykonywać przy optymalnym uwilgotnieniu! Uprawa zbyt wilgotnej gleby prowadzi do niszczenia struktury agregatowej oraz nadmiernego zagęszczenia gleby, natomiast uprawa przesuszonej gleby prowadzi do nadmiernego rozpylenia.

4. Pośrednio, np. tworząc warunki ograniczające parowanie wody z powierzchni gleby pokrytej roślinnością. Na wielkość tego typu parowania wpływają przede wszystkim czynniki meteorologiczne (m.in. temperatura i wilgotność powietrza czy prędkość wiatru). Ograniczenie takiego parowania można osiągnąć, tworząc różnego rodzaju nasadzenia typu żywopłoty pasy zadrzewień, śródpolne remizy, które ograniczając prędkość wiatru, przyczyniają się do zmniejszenia parowania. Wdrażanie tam, gdzie ma to uzasadnienie, **agroleśnictwa** (rysunek 26). Ochrona wszelkiego rodzaju zbiorników wodnych, w szczególności śródpolnych oczek wodnych, w tym zbiorników wykonanych przez bobry, a także zabagnień, które zwiększają lokalnie wilgotność powietrza oraz uwilgotnienie gleb w okresach deficytu wody, tym samym poprawiając lokalny bilans wodny.



Rysunek 23. Uprawa konserwująca, przyczynia się do wzrostu zawartości próchnicy (<https://www.bezpluga.pl/rosliny/stanford-uprawa-konserwujaca-zwieksza-plony-kukurydzy-i-soi,90640.html>)



Rysunek 24. Mączka bazaltowa granulowana (<http://ekologia.wogrodzie.pl/nawozy/nawozy-gotowe/maczka-bazaltowa/>)



Rysunek 25. Prawidłowa gruzelkowa struktura gleby (fot. J. Niedźwiecki)



Rysunek 26. Agroleśnictwo. (AgroForestry Innovation NETWORKS (AFINET, 2018))

Należy pamiętać, że obowiązek utrzymania odpowiedniej dla naszych warunków glebowo-klimatycznej zawartości materii organicznej w glebie nakłada na rolników **Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej**.

12. Stosowanie struktury upraw i doboru odmian roślin sprzyjających gospodarce wodnej

Głównym celem właściwej struktury upraw powinno być stworzenie jak najlepszych warunków dla rozwoju roślin uprawnych oraz utrzymanie bądź zwiększenie zawartości próchnicy w glebie, tym samym poprawiając zdolność do retencji wodnej gleby. **Prawidłowo dobrana struktura upraw gwarantuje poprawę gospodarki wodnej w glebach**, przede wszystkim poprzez poprawę bilansu materii organicznej oraz korzystny wpływ na jakość struktury gleby. **Właściwie dobrany płodozmian sprzyja również wzrostowi różnorodności biologicznej gleb**, dzięki czemu wzrasta naturalna zdrowotność i odporność na czynniki degradujące, w tym stres związany z niedoborami wody.

Co nam daje prawidłowy płodozmian i o czym rolnik powinien pamiętać układając go?

1. **Możliwość poprawy bilansu próchnicy w glebie** poprzez zwiększanie udziału roślin bobowatych. Rośliny bobowate wzbogacają glebę w substancję organiczną. Ponadto dzięki głębokiemu i silnie rozbudowanemu systemowi korzeniowemu, poprawiają strukturę gleby, tym samym poprawiając właściwości wodno-powietrzne.
2. **Lepszy dobór roślin, które są bardziej odporne na suszę**, np. soja, słonecznik, winorośl. W miarę możliwości należy zwiększać areale upraw roślin o typie fotosyntezy C4 (proso, kukurydza – na właściwym stanowisku, sorgo). Rośliny tego typu fotosyntezy są lepiej przystosowane zarówno do wysokich temperatur, jak i okresowych niedoborów wody.
3. **Ograniczenie udziału zbóż jarych**, które są bardziej wrażliwe na suszę, szczególnie w okresie wiosennym w porównaniu z oziminami.
4. **Unikanie wysiewu roślin w złych stanowiskach**, dzięki czemu lepiej można dostosować dobór roślin do ich wymagań glebowych, a także odpowiednio przygotować stanowisko poprzez właściwą agrotechnikę.
5. **Ograniczenie presji chorób roślin i szkodników** poprzez wprowadzanie do płodozmianu roślin fitosanitarnych. Ich korzystne działanie polega przede wszystkim na ograniczaniu czynników chorobotwórczych i szkodników oraz poprawie warunków dla pożytecznych mikroorganizmów. Rośliny fitosanitarne powinny być uprawiane przede wszystkim jako międzyplony lub poplony. Przy doborze gatunków fitosanitarnych należy pamiętać, aby należały one do innej rodziny niż gatunek uprawiany na plon główny. Do najbardziej popularnych roślin fitosanitarnych należą: **owies**, który hamuje rozwój patogenów wywołujących choroby podstawy źdźbła, **gryka**, **gorczyca biała** – hamujące rozwój drutowców, nicieni i nasion niektórych chwastów oraz **len**, który odstrasza stonkę ziemniaczaną.
6. **Konstruując płodozmian**, należy wziąć pod uwagę takie cechy roślin uprawnych, jak: głębokość systemów korzeniowych, długość okresu wegetacji, współczynniki reprodukcji i degradacji substancji organicznej, a także wymogi w zakresie agrotechniki. Należy stosować taki

plodozmian, w którym ilość dopływającej materii organicznej będzie przewyższała tempo jej mineralizacji.

Podział roślin uprawnych na podstawie współczynnika reprodukcji i degradacji substancji organicznej:

1. **Rośliny uprawne wzbogacające glebę w materię organiczną:** wieloletnie rośliny pastewne (bobowate i ich mieszanki z trawami oraz trawy w uprawie polowej), także w mniejszym stopniu rośliny bobowate oraz międzyplony przyrywane na nawóz zielony.
2. **Rośliny uprawne zubażające glebę w materię organiczną:** rośliny okopowe, warzywa korzeniowe – ich uprawa w szerokich rzędach, częsta pielęgnacja międzyrzędzi i późne zwarcie rzędów przyspiesza rozkład próchnicy; również uprawa kukurydzy bez pozostawiania resztek poźniwnych wpływa przyspieszająco na spadek zawartości próchnicy w glebie.
3. **Rośliny neutralne lub o małym ujemnym wpływie na bilans substancji organicznej:** zboża i rośliny oleiste, pod warunkiem, że resztki poźniwne pozostają na polu.

Jednym z rozwiązań na lepsze wykorzystanie zapasów wody zimowej i wczesnowiosennej może być uprawa odmian przewodkowych, czyli zbóż jarych (pszenicy, pszenżyta, a nawet żyta), które mogą być wysiewane w okresie późnojesiennym (od końca października do połowy listopada), szczególnie po przedplonach późno schodzących z pola.

Do późnojesiennego siewu proponowane są następujące odmiany zbóż:

- 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 odmiany Bojko.

13. Modernizacja i adaptacja praktyk rolniczych do gospodarowania w warunkach ograniczonych zasobów wodnych

Adaptacja rolnictwa do zmian klimatu obecnie staje się koniecznością. Przewidywania klimatologów wskazują, że w perspektywie najbliższych 10-20 lat zjawiska ekstremalne, w tym susze, będą coraz częstsze.

Jakie są możliwości adaptacji do zmian klimatu w gospodarstwach rolnych?

Oto najważniejsze elementy adaptacji praktyk rolniczych w ramach gospodarowania w warunkach ograniczonych zasobów wodnych:

1. Propagowanie upraw odmian roślin bardziej odpornych na stres wodny i termiczny.
2. W miarę możliwości zwiększanie areałów upraw roślin lepiej przystosowanych do wyższych temperatur i niedoborów wody, do których należą: soja, sorgo, proso, kukurydza (szczególnie z pozostawianiem resztek poźniwnych), słonecznik, winorośl (rysunek 27).



Rysunek 27. Uprawa sorga na polu Rolniczego Zakładu Doświadczalnego „Kępa-Puławy” IUNG-PIB (fot. J. Niedźwiecki)



Rysunek 28. Gleba piaszczysta pozbawiona warstwy próchnicznej w wyniku suszy i erozji wietrznej oraz uprawy płużnej (fot. J. Niedźwiecki)

3. W przypadku takich upraw jak pszenica oraz rzepak, preferowanie raczej odmian ozimych niż jarych. Odmiany ozime lepiej sobie radzą, szczególnie w okresach wiosennych niedoborów wody.
4. Odpowiednie zaopatrzenie roślin w składniki nawozowe oraz optymalizacja odczynu gleby, co umożliwi mniejsze zużycie wody na jednostkę wytworzonego plonu. Szczególnie istotny jest fosfor (P) oraz optymalny odczyn, sprzyjające dobremu rozwojowi syste-



Rysunek 29. Uprawa pasowa na polu doświadczalnym IUNG-PIB w Osinach (<http://www.lcagri.iung.pl/pl/aktualnosci/16-techniki-uprawy-rol-i-dla-rolnictwa-niskoemisyjnego-siew-pasowy>)

mu korzeniowego roślin, potas (K) regulujący procesy otwierania i zamykania się aparatów szparkowych. Pierwiastkiem nawozowym, który łagodzi skutki suszy u roślin uprawnych jest również krzem (Si).

5. Z uwagi na coraz łagodniejsze i bezśnieżne zimy ograniczanie uprawy płużnej, w szczególności orki zimowej na najłżejszych glebach piaszczystych. Powstałe po orce skiby zwiększają powierzchnię parowania, ponadto orka na tego typu glebach przyspiesza mineralizację oraz ubytek i tak niewielkiej ilości próchnicy, potęgowany dodatkowo zjawiskiem erozji wietrznej (rysunek 28).
6. Preferowanie konserwującej uprawy roli, która umożliwia: trwałe utrzymanie powierzchni gleby pod okrywkami roślinnymi (rośliny w plonie głównym – międzyplony i resztki poźniwne /ewentualnie słoma/ traktowane jako mulcz), zastępowanie pługa narzędziami nieodwracającymi roli, ograniczenie do niezbędnego minimum liczby i głębokości zabiegów uprawowych (rysunek 29).
7. Na glebach ciężkich i bardzo ciężkich, nadmiernie zwięzłych i słabo przepuszczalnych, zwiększenie retencyjności tych gleb można uzyskać poprzez różne zabiegi agromelioracyjne, które zwiększają porowatość gleb, dzięki czemu stwarzają lepsze warunki dla rozwoju roślin, a przede wszystkim zwiększają ilość wody dostępnej dla roślin.

Na glebach ciężkich zwiększenie zdolności magazynowania wody można uzyskać poprzez zabiegi agromelioracyjne zwiększające przewiewność gleb zwięzłych oraz stwarzające lepsze warunki do głębszego ukorzeniania się roślin; powiększające zatem pojemność retencji użytecznej dla roślin:

- orkę z pogłębiaczem – do głębokości 30 + 20 cm – realizacja co 2-4 lata, orkę płytką – 35÷45 cm – co 4-5 lat, orkę średnią – 45÷60 cm – co 5-6 lat, orkę głęboką – 60÷80 cm – co 6-7 lat;
- spulchnianie podglebia – 30÷60 cm – co 3-4 lata, spulchnianie podłoża – 60÷80 cm – co 4-5 lat;
- kretowanie podglebia – 60÷70 cm – co 4-5 lat, kretowanie podłoża – 70÷80 cm – co 4-5 lat.

Należy nadmienić, że zabiegi agrotechniczne tylko częściowo pozwalają ograniczać skutki suszy i tylko w warunkach mniejszego niedoboru wody. W warunkach drastycznego niedoboru wody jedynym skutecznym sposobem ograniczania jej braku dla roślin jest **wprowadzanie nowoczesnych systemów nawodnieniowych**.

14. Wykorzystanie potencjału trwałych użytków zielonych do gromadzenia i oczyszczania wody

Jaki jest potencjał trwałych użytków zielonych (TUZ)?

Gleby trwałych użytków zielonych (TUZ) stanowią w większości gleby organiczne. Spośród nich wyjątkową rolę w gospodarce wodnej terenów rolniczych pełnią gleby torfowe i torfowo-murszowe. Dzięki swoim właściwościom glebowe utwory torfowe, występujące w Polsce na obszarze ok. 1,3 mln ha, mogą zmagazynować ok. 35 miliardów m³ wody! Jest to znacznie więcej niż ilość wody pozostająca we wszystkich naszych śródlądowych zbiornikach wodnych. Potencjalna ilość wody w krajowych torfowiskach jest tak duża, że mogłaby pokryć powierzchnię kraju warstwą około 110 mm. Torfowiska stanowią więc wielką, naturalną „gąbkę”, która magazynuje wodę. Środowiskowa rola gleb organicznych na TUZ polega głównie na dużej potencjalnej zdolności tych obszarów do retencji wód opadowych i płytkich wód podziemnych. Torf w niezbyt zaawansowanym stadium murszenia, występujący na większości obszarów TUZ, może gromadzić, dzięki bardzo dużej porowatości, do 85% wody w swojej objętości. Zdolności retencjonowania wody przez torfowiska są ważne w aspekcie zmniejszających się zasobów wodnych na większości obszarów Polski. Podniesienie poziomu wód gruntowych o 10 cm na obszarze trwałych użytków zielonych całego kraju (3,17 mln ha wg danych GUS za rok 2018) dałoby przyrost retencji o ok. 1 mld m³ wody.

Jakie są zagrożenia związane z degradacją gleb organicznych na TUZ?

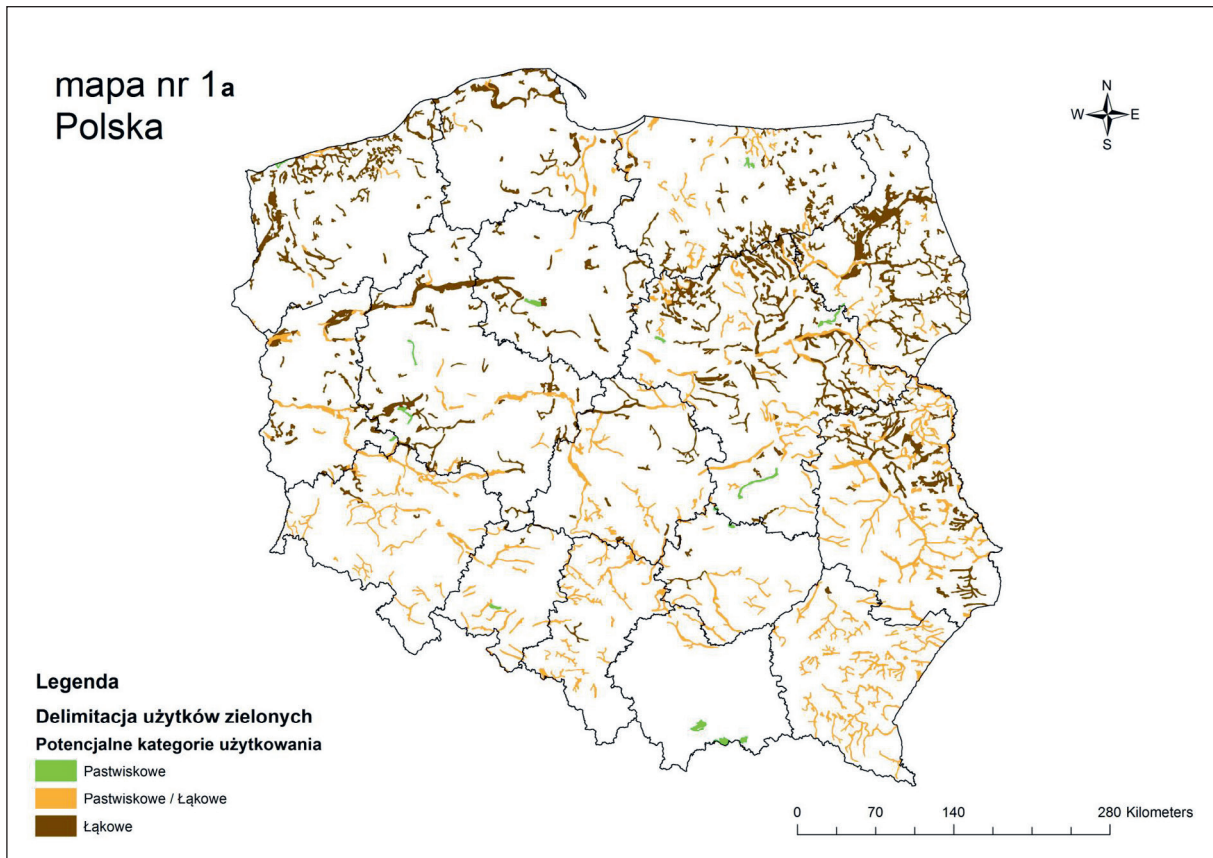
Zarówno naturalny, jak i powodowany przez człowieka proces odwodnienia gleb organicznych, a szczególnie torfowisk, prowadzi do zapoczątkowania murszenia torfu (mineralizacji), co skutkuje przekształceniem powierzchniowej warstwy torfu w mursz. Mursz w powierzchniowej warstwie gleby ma zmniejszoną możliwość magazynowania wody w porównaniu z torfem nieodwodnionym! Roczne straty materii organicznej na torfowiskach użytkowanych łąkowo wynoszą od 5 do 15 t/ha. W rezultacie powierzchnia torfowisk obniża się w tempie ok. 1 cm rocznie! Należy zauważyć, że szybkość ubytku masy torfowej jest 10–20 razy większa od tempa jej przyrostu! Dla porównania przeciętny roczny przyrost to zaledwie 0,5–1,0 mm. Na tej podstawie szacuje się, że warstwa torfu o miąższości 1 m powstaje w przybliżeniu przez co najmniej tysiąc lat.

Zagrożeniem wynikającym z odwodnienia i mineralizacji gleb organicznych jest również uwalnianie się dwutlenku węgla z tych gleb do atmosfery. Obszary nadmiernie odwodnionych gleb organicznych stają się źródłami emisji CO₂.

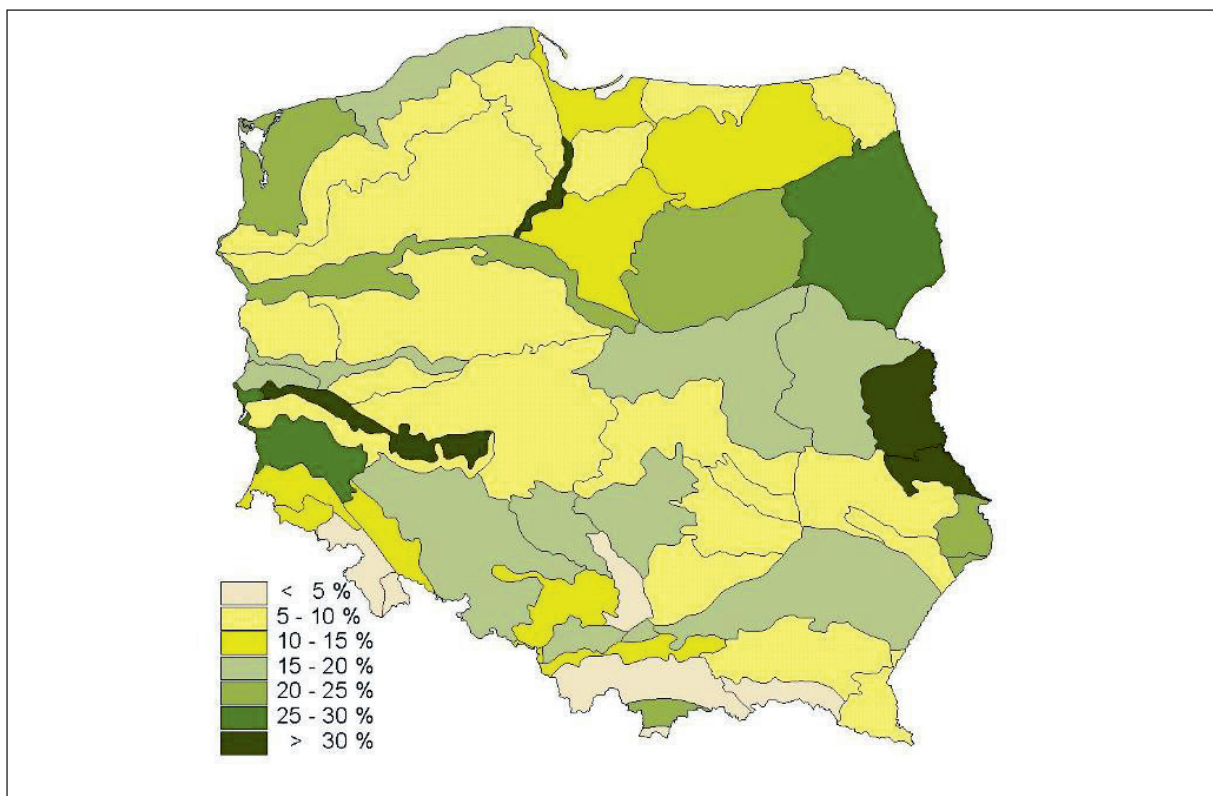
Jakie są funkcje filtracyjne TUZ?

Ze względu na swoją rolę w procesie oczyszczania wód z biogenów i zanieczyszczeń, torfowiska nazywane są często naturalnymi oczyszczalniami lub „nerkami krajobrazu”. Redukcja biogenów w wodach spływających z otaczających pól i przepływających przez torfowiska do rzeki może sięgać od 60 do 100%. Zatrzymywanie na torfowisku migrujących związków azotu i fosforu przyczynia się do zmniejszenia zanieczyszczenia wód w wielu ciekach, w tym w większych rzekach.

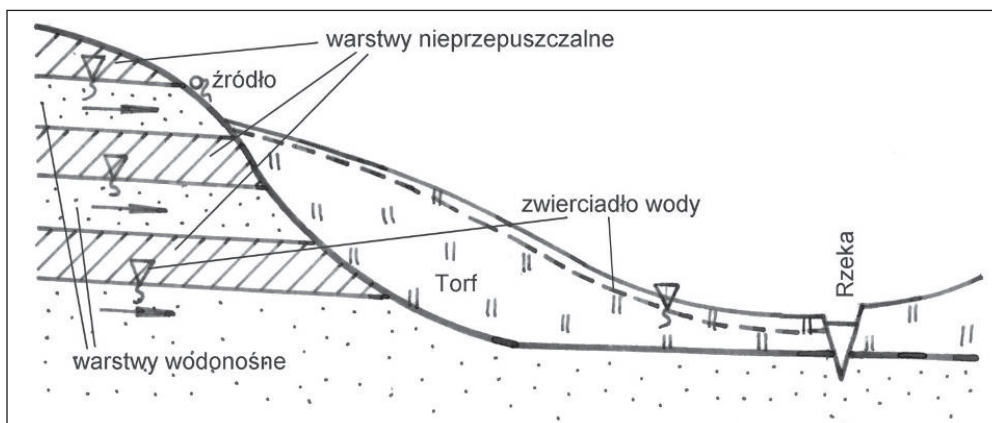
Z badań Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego wynika, że TUZ, na których przeważają gleby organiczne, retencjonują duże ilości wody, ale nie oddają jej rzekom. Stanowią więc dodatkową ochronę przeciwpowodziową. Wodę do cieków natomiast oddają przede wszystkim TUZ, które są położone na obszarach okresowo zalewanych



Rysunek 30. Układ przestrzenny użytków zielonych w Polsce (J. Barszczewski i in. 2013: „Delimitacja – według przyjętych kryteriów klasyfikacji – obszarów TUZ w kraju z wyróżnionymi systemami oraz sposobami gospodarowania”)



Rysunek 31. Udział (%) siedlisk użytków zielonych w powierzchniach makroregionów fizycznogeograficznych Polski (Dembek W., Pawlaczyk P., Sienkiewicz J., Dzierża P., 2004. Obszary wodno-błotne w Polsce. Departament Ochrony Przyrody MŚ, Wyd. IMUZ Falenty.



Rysunek 32. Ważną hydrologiczną funkcją torfowisk dolinowych jest powstrzymanie odpływu wody (Dembek W., Pawlaczyk P., Sienkiewicz J., Dzierża P., 2004. Obszary wodno-błotne w Polsce. Departament Ochrony Przyrody MŚ, Wyd. IMUZ Falenty)

wodami rzeczny. Obszary te pokryte są głównie marami rzeczny. Każde podniesienie poziomu wód gruntowych na TUZ wiąże się ze znaczącym przyrostem retencji, ograniczeniem strat węgla organicznego oraz ze zmniejszeniem emisji CO₂ do atmosfery.

Trwałe użytki zielone położone w dolinach rzek pochłaniają wody opadowe, poza tym spowalniają przepływ wód przez zlewnię, zmniejszając ryzyko powodzi. Dodatkowo przyczyniają się do zmniejszania negatywnych skutków suszy rolniczej, przede wszystkim poprzez poprawę lokalnego mikroklimatu, zwiększanie wilgotności powietrza i zmniejszanie parowania wody z powierzchni roślin i gleby. Jednakże należy pamiętać, że zasięg oddziaływania wody zgromadzonej na TUZ, które często położone są w obniżeniach terenu, może być ograniczony tylko do bezpośrednio przylegających terenów.

Na rysunkach poniżej (rysunki 30-31) widać, że największe powierzchnie użytków zielonych występują w Polsce na wschodzie kraju, co ma związek z bagiennymi dolinami Narwi, Biebrzy, Kotliny Kurpiowskiej oraz Polesiem Lubelskim. Stosunkowo dużo użytków zielonych występuje także w dolinach rzek Pomorza Zachodniego. Duże powierzchnie użytków zielonych występują w dolinie Noteci i Baryczy. Ubogi w siedliska użytków zielonych jest obszar wododziału Wisły i Odry, działu wodnego na Pomorzu oraz woj. małopolskie.

Siedliska trwałych użytków zielonych mają duże zdolności retencyjne, ale w większości nie są to zasoby dyspozycyjne. Jak stwierdzają kolokwialnie hydrologicy, są one bardziej biorcami „w kolejce

po wodę”, niż jej dawcami. Jednak ich tradycyjne funkcje to zaplecze produkcyjne pasz objętościowych oraz baza dla wypasu. W czasie długotrwałych susz siedliska te najpóźniej odczuwają ich skutki wśród użytków rolnych. **Ważną funkcją hydrologiczną tych siedlisk, w szczególności torfowisk, jest ograniczanie odpływu z warstw wodonośnych wysoczyzn** (rysunek 32).

Trzeba podkreślić, że siedliska zalewane TUZ (doliny łąkowe), oprócz powierzchniowych zasobów wody oddawanej rzekom, mają **bardzo duże znaczenie jako obszary zasilania głębszych poziomów wodonośnych na drodze infiltracji, czyli przesiąkania**. Jest to szczególnie ważne w sytuacji realizowanego obecnie przez MRIRW wsparcia rolników w poborze wód podziemnych poprzez studnie głębinowe (rysunek 33).



Rysunek 33. Obszar torfowiskowy naturalnym magazynem wody (fot. J. Niedźwiecki)

Należy podkreślić, że **trwałe użytki zielone mają absolutnie zasadnicze znaczenie dla podtrzymania różnorodności biologicznej obszarów wiejskich**. Trzeba pamiętać, że w znacznej większości optymalna dla celów produkcyjnych głębokość do wód gruntowych na ich terenie zawiera się w granicach 35-70 cm. Nie jest to ich uwodnienie naturalne, ale przy takich stanach zachowana jest ochrona zawartego w nich węgla organicznego i ich pełne zdolności produkcyjne. Jeśli zwierciadło wód gruntowych znajdzie się wyżej, wzrasta retencja, lecz pogarszają się warunki rozwoju traw. Wymieniony przedział głębokości do wód gruntowych po serii lat suchych należy obecnie w Polsce do rzadkości.

15. Zachowanie i wzmacnianie bioróżnorodności i korytarzy ekologicznych

Gospodarka rolna, w zależności od jej intensywności i sposobu prowadzenia, może wspomagać utrzymanie lub zwiększanie bioróżnorodności bądź wpływać negatywnie na biologiczną różnorodność gatunków występujących na obszarach rolniczych.

Intensywne rolnictwo konwencjonalne przyczynia się do zmniejszenia bioróżnorodności organizmów występujących na obszarach użytkowanych rolniczo, m.in.: niektórych gatunków roślin będących żywicielami pożytecznych organizmów, bezkręgowców, w tym owadów zapylających.

Wprowadzenie zasad **rolnictwa zrównoważonego**, szczególnie do dużych gospodarstw, umożliwia zmniejszenie ich uciążliwego wpływu na środowisko oraz przyczynia się do ochrony bioróżnorodności.

Definicja rolnictwa zrównoważonego wg Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO (Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa): „Rozwój zrównoważony polega na takim wykorzystaniu i konserwacji zasobów naturalnych i takim zorientowaniu technologii i instytucji, aby osiągnął i utrzymał zaspokajanie ludzkich potrzeb obecnego i przyszłych pokoleń. Taki rodzaj rozwoju (w rolnictwie, leśnictwie i rybołówstwie), konserwując glebę, zasoby wodne, rośliny oraz gene-

tyczne zasoby zwierząt, nie degraduje środowiska, wykorzystuje odpowiednie technologie, jest żywotny ekonomicznie i akceptowany społecznie”.

Rolnictwo integrowane – chroni bioróżnorodność. Rolnictwo integrowane jest sposobem ochrony roślin uprawnych przed organizmami szkodliwymi polegającym na wykorzystaniu wszystkich dostępnych metod ochrony roślin, w szczególności metod niechemicznych, w sposób minimalizujący zagrożenie dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz dla środowiska. Stosowanie ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin pozwala ograniczyć zużycie chemicznych środków ochrony roślin do niezbędnego minimum i w ten sposób ogranicza presję na środowisko naturalne oraz chroni bioróżnorodność środowiska rolniczego.

Rolnictwo ekologiczne odgrywa największą rolę w ochronie bioróżnorodności. Dzięki płodozmianowi i zharmonizowanym zabiegom agrotechnicznym jest najbezpieczniejszym środowiskowo systemem gospodarki rolnej. Oznacza system gospodarowania o zrównoważonej produkcji roślinnej i zwierzęcej w obrębie gospodarstwa. To sposób produkcji, który zakłada stosowanie nawozów naturalnych, naturalnych sposobów walki ze szkodnikami i chorobami roślin. Rolnictwo ekologiczne przyczynia się do poprawy jakości gleby oraz zdrowotności i jakości produktów rolnych.

<https://www.gov.pl/web/rolnictwo/metodyki-produkcji-ekologicznej>

Jak można przyczynić się do tworzenia i zachowania korytarzy ekologicznych? Jakie są korzyści z ich istnienia?

Zachowanie i budowa systemu korytarzy ekologicznych, które w warunkach zmian klimatu będą pełnić funkcję korytarzy ewakuacyjnych dla wielu gatunków, jest ważnym działaniem także dla poprawy stosunków wodnych. Korytarze ekologiczne to w miarę ciągłe pasy spontanicznie rosnących roślin. Mogą to być pasy złożone z roślin zielnych, traw, drzew i krzewów. Najcenniejsze są te, które mają wszystkie powyższe elementy, od traw po drzewa. W krajobrazie będą to aleje drzew i rowy wzdłuż dróg, miedze i drogi polne

z zachowanymi przydrożami. Ważnymi i cennymi korytarzami są pasy zieleni i zadrzewień wzdłuż cieków od rowów po duże rzeki. Korytarzem będzie również kilka niedaleko od siebie położonych oczek wodnych lub zadrzewień wśród pól, pozwalających pokonać teren otwarty między lasami⁸.

Korytarze ekologiczne mogą pełnić bardzo ważną rolę również w kształtowaniu i stabilizacji mikroklimatu poprzez ograniczanie wiatrów, wzrost wilgotności powietrza, mniejsze dobowe różnice temperatur, a przede wszystkim zmniejszenie parowania wody z powierzchni gleby. Mogą mieć również pozytywny wpływ na kształtowanie się bilansu wodnego w mikrozelewniach. Przyczyniają się zatem pośrednio do poprawy stosunków wodnych w glebie. W tym aspekcie szczególnie ważne są te związane z ciekami wodnymi i zadrzewieniami wzdłuż cieków. Korytarze ekologiczne stanowią także strefy buforowe i filtracyjne względem zanieczyszczeń gleby, powietrza oraz wody.

16. Edukacja społeczna i doradztwo w zakresie oszczędnego i solidarnego korzystania z zasobów wodnych

Z uwagi na to, że wszyscy solidarnie korzystamy z zasobów wodnych naszego kraju, kampania społeczna na rzecz edukacji w zakresie gospodarowania zasobami wodnymi powinna docierać do wszystkich mieszkańców Polski. **Upowszechnianie w społeczeństwie zasad oszczędnego i solidarnego korzystania z zasobów wodnych** powinno wykorzystać wszystkie dostępne narzędzia umożliwiające łatwy dostęp do tych informacji.

Zadanie to dotyczy zarówno mieszkańców wsi, jak i miast oraz wymaga zaangażowania wielu podmiotów.

Wielką rolę do odegrania na obszarach wiejskich, także w odniesieniu do edukacji społecznej i doradztwa w zakresie oszczędnego i solidarnego korzystania z zasobów wodnych, mają państwowe ośrodki doradztwa rolniczego (ODR), które oprócz

doradztwa bezpośredniego prowadzą szkolenia i współpracę z gospodarstwami prywatnymi i mają również własne grunty, na których prowadzą poltka doświadczalne lub demonstracyjne. Rozwój sieci gospodarstw demonstracyjnych we współpracy z rolniczymi instytutami badawczymi, które również posiadają rolnicze zakłady doświadczalne, może stanowić ważne źródło wiedzy i inspiracji dla rolników, którzy przedkładają zwykle praktyczne przykłady, które mogą na własne oczy obejrzeć w gospodarstwie, nad wiedzę teoretyczną.

Kolejnym elementem kluczowym w szerzeniu wiedzy o zrównoważonym gospodarowaniu wodą przez rolników są technika rolnicze oraz te kierunki studiów wyższych, które obejmują rolnictwo. Należy zadbać o włączenie do ich programu m.in. przedmiotów z zakresu gleboznawstwa, agrometeorologii i technologii nawadniania upraw. Także kształcenie podyplomowe i edukacja nieformalna powinny przyczyniać się do poszerzania wiedzy o gospodarowaniu zasobami wodnymi.

Do działań edukacyjnych dot. gospodarowania wodą powinny być również szeroko wykorzystane dynamicznie rozwijające się media elektroniczne, zwłaszcza platformy szkoleniowe i telekonferencyjne on-line, a także serwisy społecznościowe, jak Facebook czy Youtube, umożliwiające dostęp do szerokiego grona odbiorców w krótkim czasie, bez nadmiernych wydatków związanych z organizacją tradycyjnych spotkań.

17. System upowszechniania i promocji dobrych praktyk w zakresie gospodarowania wodą

Upowszechnienie dobrych praktyk z kraju i zagranicy powinno odbywać w różnych formach z wykorzystaniem sieci różnych instytucji i organizacji, w tym sieci państwowego doradztwa rolniczego zarówno przez upowszechnianie poradników dla rolników, jak i bezpośrednio szkolenia czy działania demonstracyjne organizowane w ODR-ach, a także poprzez kanały mediów społeczności-

⁸ Symonides E. 2010. Znaczenie powiązań ekologicznych w krajobrazie rolniczym. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, T. 10, z. 4, 249-263

wych, również w formie krótkich filmów informacyjnych i szkoleniowych na platformie YouTube.

Państwowy Program Przeciwdziałania Skutkom Suszy przewiduje wiele działań związanych z edukowaniem użytkowników wód w oszczędnym ich użyciu i zapobieganiu suszy. Państwowy system doradztwa rolniczego będzie istotnym pośrednikiem w informowaniu rolników o dobrych praktykach zarządzania wodą, dostosowanych do specyfiki prac gospodarskich. Sieć instytutów naukowych nadzorowanych przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi stanowi bazę naukowo-badawczą skoncentrowaną m.in. na tworzeniu i ocenie innowacji w rolnictwie, dostarczając wyniki badań i ich zastosowania dla praktyki rolniczej. Kluczową rolę do spełnienia ma identyfikacja i promocja dobrych praktyk, która zgodnie z zasadą pomocniczości powinna odbywać się na różnych poziomach, od lokalnego po ogólnokrajowy. Ważnymi podmiotami dla realizacji tego zadania powinny być jednostki samorządu terytorialnego, samorząd rolniczy, ODR-y, instytuty badawcze i uczelnie oraz szkoły zawodowe (m.in. technika), w tym szkoły rolnicze i kształcące w kierunkach rolniczych.

W razie powołania lokalnych partnerstw nawodnieniowych ważne jest zabezpieczenie na ich potrzeby źródeł wiedzy i dobrych praktyk do wykorzystania.

18. Zapewnienie adekwatnych, w horyzoncie wieloletnim, środków na spójną politykę zachowania, odbudowy i zagospodarowania zasobów wodnych

Szeroko zakrojone działania na rzecz stworzenia spójnego systemu gospodarowania zasobami wodnymi w Polsce wymagają stabilnego finansowania nie tylko w krótkim, ale także średnim (ok. 5 lat) i długim okresie (10 lub więcej lat). Środki powinny być przeznaczone zarówno na tworzenie rozwiązań systemowych i dużych inwestycji, jak i na przedsięwzięcia lokalne w gminach, miejscowościach, gospodarstwach rolnych, gospodarstwach domowych, instytucjach użyteczności publicznej i w przedsiębiorstwach.

Przykłady z zagranicy

Na konferencji „Adaptacja gospodarki wodnej w rolnictwie do zmieniającego się klimatu” przedstawiono przykłady rozwiązań i problemów z Hiszpanii i Izraela, które mogą być inspirujące dla modernizacji gospodarowania zasobami wodnymi w Polsce w obliczu zmieniających się warunków klimatycznych.

GOSPODARKA WODNA W IZRAELU

1. W Izraelu znaczna część wody dla rolnictwa pochodzi z odzysku. Stosowane są zaawansowane technologie ponownego użycia ścieków. 90% (460 mln m³ rocznie) ścieków jest oczyszczanych, z czego prawie 100% jest używane do nawodnień rolniczych;
2. Sterowanie produkcją i dystrybucją wody prowadzone jest na podstawie najnowszych technologii sztucznej inteligencji;
3. Zlikwidowano straty w wyniku przecieków instalacji (w Izraelu średnio 5%, gdy w USA do 30%);
4. 80% wody jest używane do nawadniania pól;
5. Wprowadzono zaawansowane technologie odsalania wody;
6. Zmniejszono zużycie wody w rolnictwie o 30% przez wykorzystanie linii kroplujących;
7. Stosuje się zaawansowane technologie oceny stresu wodnego i precyzyjnego nawadniania (czujniki, kamery termalne i wielospektralne, satelity, drony);
8. Intensywnie rozwija się Rolnictwo Inteligentne (Smart Farming).

ORGANIZACJA NAWODNIEŃ W HISZPANII

1. System dystrybucji wody dla nawodnień rolniczych w Hiszpanii ma ponad 1200 lat historii. Powstałe wówczas wspólnoty nawodnieniowe i trybunały wodne funkcjonują do dziś, stanowiąc samorząd rolniczy dbający o sprawiedliwy podział wód przeznaczonych przez administrację do wykorzystania w danej wspólnocie;
2. Utrata kontroli nad poborem wód podziemnych doprowadziła do tego, że obecnie większość wody z ujęć podziemnych jest pobierana nielegalnie. Doprowadziło to do kryzysu systemu wspólnot nawodnieniowych;
3. Rozwiązaniem słabym stron systemu dystrybucji wód dla rolnictwa opartego na wspólnotach nawodnieniowych jest skuteczna i obiektywna kontrola poboru. Nowe technologie informatyczne opierające się na bezprzewodowych sieciach czujników umożliwiają pomiar poboru w czasie rzeczywistym.

Podsumowanie

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. Dbałość 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 wietrzną;

6. Dbałość o urządzenia hydrotechniczne i utrzymywanie sieci melioracji w należyłym 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.

Zgodnie z zasadą pomocniczości 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 Polski, rolnictwa i wspólnot lokalnych. Woda jest zasobem strategicznym nie tylko dla gospodarstw domowych, ale i wszystkich gałęzi gospodarki oraz bezpieczeństwa żywnościowego Polski.