



**UWARUNKOWANIA WODNE**

**GOSPODARKI ŻYWNOŚCIOWEJ**

**W ODNIESIENIU**

**DO STRATEGII**

**„OD POLA DO STOŁU”**



**BNP PARIBAS**



FUNDACJA  
GOSPODARKI  
I ADMINISTRACJI  
PUBLICZNEJ

Uwarunkowania  
wodne gospodarki  
żywnościowej  
w odniesieniu  
do strategii  
**„Od pola do stołu”**

# Uwarunkowania wodne gospodarki żywnościowej w odniesieniu do strategii „Od pola do stołu”

prof. dr hab. Wiesław Dembek

dr inż. Paweł Marcinkowski

prof. dr hab. Tomasz Okruszko – koordynacja

prof. dr hab. Edward Pierzgalski

dr hab. Mikołaj Piniewski – prof. SGGW

Warszawa 2022

Wydawca: Fundacja Gospodarki i Administracji Publicznej



ul. ks. I.J. Skorupki 22, 31-519 Kraków  
tel.: 12 423 76 05  
[www.fundacijagap.pl](http://www.fundacijagap.pl)

©Fundacja GAP, Kraków 2023  
[www.sklep.oees.pl](http://www.sklep.oees.pl)

---

Korekta językowa:  
**Jakub Kędzior**

Skład i grafiki:  
**Karolina Korbut**

Koordynacja składu:  
**Monika Woźniak**

ISBN: 978-83-67140-24-9

Opracowanie odzwierciedla wyłącznie poglądy Autorów.  
Fundacja Gospodarki i Administracji Publicznej nie ponosi  
odpowiedzialności za sposób wykorzystania informacji  
zawartych w opracowaniu.

Partner:



**BNP PARIBAS**



# Spis treści

	Streszczenie	6
1	Wprowadzenie	9
2	Ocena wpływu dostępności zasobów wodnych na funkcjonowanie rolnictwa i przemysłu żywnościowego	11
2.1	Charakterystyka zasobów i poborów wód	11
	Zasoby	11
	Pobór i użytkowanie wód	16
	Pobór wody w przemyśle spożywczym	18
2.2	Uwarunkowania klimatyczne i glebowe dla prowadzenia produkcji rolnej	20
	Potrzeby wodne roślin	20
	Zmiana klimatu w perspektywie roku 2040	22
2.3	Przestrzenna analiza bilansowa dostępności zasobów wodnych pod kątem wprowadzenia nawodnień uzupełniających	30
	Symulacja zapotrzebowania na wodę do nawodnień w skali Polski	30
	Dotychczasowe analizy	34

<b>3.</b>	<b>Analiza działań zwiększających dostępność zasobów wodnych</b>	<b>37</b>
3.1	Możliwości wykorzystania zasobów wód powierzchniowych i podziemnych	37
3.2	Analiza skuteczności działań adaptacyjnych	39
	Retencja zbiornikowa	39
	Symulacja możliwości pokrycia potrzeb wodnych przez rozbudowę małych zbiorników retencyjnych	41
3.3	Poprawa funkcjonowania systemów melioracyjnych	45
	Melioracje odwadniające	45
	Symulacja możliwości zwiększenia retencji glebowej poprzez ograniczenie odpływu z systemów melioracyjnych i sieci drenarskich	48
	Melioracje nawadniające	51
<b>4.</b>	<b>Strategie i programy o kluczowym znaczeniu dla gospodarowania wodą w rolnictwie</b>	<b>57</b>
<b>5.</b>	<b>Wnioski</b>	<b>82</b>
<b>6.</b>	<b>Literatura</b>	<b>85</b>

# Streszczenie

Głównym motywem strategii „Od pola do stołu” jest zapewnienie zrównoważonej gospodarki żywnościowej, a narzędziem tego ma być modyfikacja elementów łańcucha żywnościowego, obejmującego między innymi zapewnienie roślinom uprawnym właściwych warunków wodnych w sposób niezagrażający środowisku (a w szczególności klimatowi) oraz dostęp do wody w odpowiedniej ilości i jakości zarówno dla ekosystemów, jak i dla przetwórstwa żywnościowego. Niniejsza ekspertyza ma charakter diagnostyczny w zakresie strategicznych problemów dotyczących produkcji rolnej i przetwórstwa żywności w aspekcie zasobów wodnych.

Rolnictwo i przemysł przetwórczy produktów rolnych wykorzystuje wody powierzchniowe oraz wody podziemne. Podstawowym źródłem zasilania wód powierzchniowych i podziemnych są w Polsce opady atmosferyczne. Są one typowe dla klimatu umiarkowanego, czyli relatywnie niewielkie oraz charakteryzujące się dużą zmiennością w czasie i w przestrzeni. Rejestrowany pobór wód do nawodnień w Polsce wynoszący ponad 80 mln m<sup>3</sup> rocznie jest niewielki, ale uwzględniając opad atmosferyczny wykorzystywany w produkcji roślinnej, wówczas łącznie bezpośrednią i pośrednią ilość zużytej wody szacuje się na ok. 51 mld m<sup>3</sup> rok<sup>1</sup>, czyli 25% całości wody docierającej na teren Polski w postaci opadu. Pobory wody dla przemysłu spożywczego wynoszą około 120 mln m<sup>3</sup>. Oznacza to, że pobory wód dla rolnictwa z innych źródeł niż opad nie przekraczają 2% odpływu. W rozważaniach należy uwzględnić pobory nierejestrowane z lokalnych ujęć wód podziemnych, szacunkowo może to oznaczać od 150 do 400 mln m<sup>3</sup> rok<sup>1</sup>.

Można oczekiwać silnego wzrostu poborów wodnych dla potrzeb nawodnieniowych ze względu na postępujące zmiany klimatu, wywołane nimi zmiany charakteru upraw i występujące regularnie susze rolnicze, skutkujące znacznym spadkiem plonów. Analizy modelowe wskazują, że w przypadku konieczności znaczącego zwiększenia areału upraw nawadnianych (szacowanego na maksymalnie 2 300 000 ha) oznaczałoby to pobory wody dla nawodnień o objętości od 1,5 do 4 mld m<sup>3</sup> rok<sup>1</sup>. W skali kraju pobory w tej wielkości mogą być skutecznie realizowane z obiektów małej retencji, a zwłaszcza z wód podziemnych; niemniej **Wielkopolska, Kujawy, województwo łódzkie i część Mazowsza** są szczególnie narażone na niedobory. Na tych obszarach niekontrolowane pobory wód podziemnych mogą prowadzić do zakłócenia bilansu hydrologicznego, wysychania studni i małych cieków oraz znaczących szkód w środowisku.

Problemy jakości wody nie dotyczą przemysłu spożywczego. Dobrej jakości chemicznej wody podziemne (główne źródło zaopatrzenia) oraz wysoce sprawne systemy uzdatniania powinny umożliwić niezakłócone funkcjonowanie zarówno obecnie, jak i w przyszłości. Należy liczyć się ze wzrostem kosztów oczyszczania ścieków. Zły stan wód powierzchniowych, mierzony kilkuprocentowym udziałem części wód zaliczanych do dobrego i bardzo dobrego stanu bądź potencjału ekologicznego, jest największym wyzwaniem na styku gospodarka wodna – rolnictwo. W szczególności dotyczy to zanieczyszczeń rozproszonych, generowanych przez nawozy i środki ochrony oraz funkcjonowaniem rzek w krajobrazie rolniczym (zmiana morfologii cieków). Strategie EU w tym zakresie związane z głównym przesłaniem „Zielonego Ładu” (którego częścią jest strategia „Od pola do stołu”) dążą do wzmocnienia procesów poprawy stanu wód, zwłaszcza celów Ramowej Dyrektywy Wodnej. Priorytety Polski w zakresie gospodarowania wodami nie są do końca spójne w tym zakresie, koncentrują się bowiem na zmniejszeniu ryzyka zjawisk ekstremalnych i transporcie wodnym.

Istotnym wyzwaniem dla rolnictwa i gospodarki wodnej systemów melioracyjnych są europejskie dążenie związane z ochroną klimatu

przez zmniejszenie intensywności odwodnienia gleb organicznych (torfowych), a także znacząca restytucja obszarów podmokłych, w tym torfowisk na dużą skalę. W zamierzeniu prowadzić to będzie do istotnego zmniejszenia emisji dwutlenku węgla do atmosfery z degradowanych torfów. Analiza stanu systemów melioracyjnych oraz badania modelowe wskazują, że możliwe jest przystosowanie urządzeń melioracyjnych o obecnej, przeważającej funkcji odwadniającej, do pełnienia pozytywnej roli w produkcji rolnej, ograniczaniu zagrożenia powodziowego oraz ochrony gleb organicznych. Wymaga to ich znaczącej modernizacji oraz spójnego rozwoju z systemami lokalnej retencji i działaniami z zakresu renaturyzacji rzek i mokradł. Lokalne retencjonowanie wód powinno być skuteczne dla stabilizacji plonów lub zmniejszania ryzyka powodzi w latach przeciętnych, może być niewystarczające w latach występowania ekstremów pogodowych.

Współczesne wyzwania gospodarki wodnej w rolnictwie są związane nie tylko z produkcją roślinną, ale także z ochroną środowiska, zmianami klimatu oraz z hydrologicznymi zjawiskami ekstremalnymi. Polityka europejska koncentrująca się na poprawie środowiska glebowego i wodnego narzuca i będzie narzucać zwiększone wymogi dotyczące gospodarowania wodami, oczyszczaniem ścieków, używaniem nawozów i środków ochrony. Chociaż w krótkiej perspektywie może wydawać się to uciążliwym dla produkcji rolniczej i przetwórstwa, to w perspektywie długofalowej wydaje się to jedyną drogą dla uzyskania bezpieczeństwa żywnościowego. Przekształcanie rolnictwa i gospodarki wodnej w tym zakresie przedstawione w dokumentach UE jest w mniejszym stopniu odzwierciedlone w strategiach wypracowywanych w Polsce.

Problemy związane z wodą, objawiające się z jej okresowymi niedoborami i nadmiarami prowadzącymi w skrajnych sytuacjach do susz i powodzi, pojawiają się w Polsce coraz częściej wraz ze wzrastającą częstotliwością występowania hydrologicznych zjawisk ekstremalnych. Ich negatywne, a niekiedy katastrofalne skutki dotyczą wprawdzie wszystkich działów gospodarki narodowej, jednakże rolnictwo i przemysł spożywczy są szczególnie mocno narażone na straty, zwłaszcza w produkcji roślinnej. Wyrazem świadomości wagi problemu są liczne analizy, opracowania, projekty badawcze, konferencje, przedsięwzięcia i programy inwestycyjne.

Niniejsza ekspertyza ma charakter diagnostyczny w zakresie strategicznych problemów dotyczących produkcji rolnej i przetwórstwa żywności w aspekcie zasobów wodnych. Zakres tych problemów został przedstawiony w omówieniu „Strategii „Od pola do stołu” (Szczepaniak I., Szajner P. 2022). W szczególności obejmują one: (1) metody obniżenia śladu wodnego w produkcji surowców roślinnych i w procesach przetwórstwa żywnościowego z uwzględnieniem kosztów oraz wymogów ochrony środowiska ze specjalnym uwzględnieniem ochrony klimatu, (2) stan zasobów wodnych i prognozowany wpływ zmian klimatu, (3) analizę kierunków produkcji żywności w aspekcie zużycia zasobów wodnych, jakości żywności także w odniesieniu do konkurencyjności zagranicznej.

Problemy z wodą w Polsce są skutkiem klimatu umiarkowanego kształtującego zjawiska meteorologiczne i hydrologiczne. Rozwiązanie problemów z wodą wymaga ochrony zarówno przed nadmiarami



wody (podtopienia i powodzie), ale także jej niedoborami (okresy posuszne i susze). W sytuacji obecnej i prognozowanej najważniejszy spośród wymienionych jest problem niedoborów wodnych, zwłaszcza w okresach coraz częściej występujących susz. W kontekście wzmiankowanej strategii równie istotnym zagadnieniem jest jakość zasobów wodnych, jako czynnika kształtującego jakość produktów żywnościowych zarówno w trakcie uprawy (i hodowli), jak i procesach przetwórczych.

Scharakteryzowano w niej zasoby wodne powierzchniowe i podziemne pod względem ich wielkości i jakości, a także zmienności czasowej i przestrzennej. Określono uwarunkowania glebowe i ich użytkowanie, zwłaszcza na glebach lekkich. Przedstawiono ocenę dostępności wód powierzchniowych i podziemnych oraz określono zagrożenia związane ze zmianami dostępności wody dla potrzeb produkcyjnych i środowiskowych przy prognozowanych scenariuszach zmian klimatu. Wykonano analizy trendów zmian klimatycznych istotnych dla produkcji rolnej w horyzoncie czasowym roku 2040.

Biorąc pod uwagę zwiększające się prawdopodobieństwo częstotliwości występowania susz, wykonano przestrzenną analizę bilansową dostępności zasobów wodnych przy istotnym zwiększeniu powierzchni nawadnianej. Ekspertyza zawiera także diagnozę stanu i potrzeb inwestycyjnych w zakresie infrastruktury wodnej, przy uwzględnieniu klimatycznych i ekonomicznych uwarunkowań produkcji rolnej. Oceniono wpływ działań Unii Europejskiej korespondujących z Zielonym Ładem na wykorzystanie zasobów wodnych w rolnictwie, a także działania dostosowawcze do wymagań dyrektyw wodnych Unii Europejskiej.

Niniejsze opracowanie zostało przygotowane w ramach współpracy Fundacji Gospodarki i Administracji Publicznej z BNP Paribas Bank Polska. Praktycznym celem tej partnerskiej współpracy jest opracowanie narzędziowych rozwiązań w odniesieniu do strategii „Od pola do stołu”, a podejmowane działania są włączone do przedsięwzięć realizowanych w ramach ruchu Open Eyes Economy.

# Ocena wpływu dostępności zasobów wodnych na funkcjonowanie rolnictwa i przemysłu żywnościowego

## 2.1 Charakterystyka zasobów i poborów wód

### *Zasoby*

Rolnictwo i przemysł przetwórczy produktów rolnych wykorzystuje wody powierzchniowe (rzeki, jeziora i zbiorniki wodne) oraz wody podziemne. Podstawowym źródłem zasilania wód powierzchniowych i podziemnych są w Polsce opady atmosferyczne. Są one typowe dla klimatu umiarkowanego, czyli relatywnie niewielkie oraz charakteryzujące się dużą zmiennością w czasie i w przestrzeni (Kundzewicz i in. 2010). Średnia suma opadów w ciągu roku dla całego kraju wynosi niewiele ponad 600 mm i jest zmienna: w centralnej nizinnej części Polski wynoszą one 500–550 mm, a w rejonach podgórskich i górskich na południu Polski od 1100 do nawet 1500 mm. Opady charakteryzują się dużą zmiennością zarówno w okresach wieloletnich, jak i w ciągu roku. Sumy średnich opadów rocznych w latach mokrych mogą być ponad 2-krotnie większe od opadów w latach suchych. Zmienność tę potwierdzają dane w Tabeli 1, zawierającej średnie roczne wielkości opadów i odpływów w Polsce w wybranych latach z okresu 2000–2020.

**TABELA 1. Wybrane wielkości średnich rocznych opadów i odpływów.**

Rok	Opad [mm]	Odpływ ogółem [mm]	Odpływ [% opadu]	Odpływ jednostkowy [m <sup>3</sup> /mieszkańca]
2000	631	227	36	1860
2005	580	181	31	1490
2010	803	278	35	2280
2015	501	131	26	1070
2020	713	134	27	1090

Na podstawie GUS Ochrona środowiska 2021

Zasoby wód powierzchniowych określone jako odpływ średni w wieloletniu wynoszą około 60 mld m<sup>3</sup> i wahają się w poszczególnych latach od 40 do 80 mld m<sup>3</sup> (56,9 mld m<sup>3</sup> średnio w okresie 2000–2020). W powszechnej ocenie zasoby wodne w Polsce ocenia się jako ubogie, zwłaszcza w porównaniu do wielkości średnich w państwach europejskich.

Do oceny wielkości zasobów wodnych w zlewni rzecznej lub w większej jednostce przestrzennej wykorzystuje się różne wskaźniki. Najbardziej rozpowszechnionym jest wskaźnik, obliczany jako iloraz rocznego średniego odpływu wody przez liczbę mieszkańców. Dla Polski wynosi około 1660 m<sup>3</sup>/mieszkańca w roku średnim pod względem warunków hydrologicznych. Oczywiście, w latach odbiegających od warunków średnich przyjmuje różne wartości, na co wskazują dane w Tabeli 1. Porównanie wielkości 1660 m<sup>3</sup>/mieszkańca ze średnią w Unii Europejskiej wynoszącą 4560 m<sup>3</sup>/mieszkańca rzeczywiście wskazuje na niewielkie zasoby wodne w Polsce. Według FAO, wskaźnik o wartości poniżej 1000 m<sup>3</sup>/osobę/rok oznacza skrajnie małe zasoby wodne, a przy zasobach w granicach 1000 do 2000 m<sup>3</sup>/osobę/rok bardzo małe zasoby. Polska pod tym względem znajduje się na 24 miejscu wśród państw europejskich (IMGW 2021). Ten prosty do obliczenia wskaźnik przedstawia, ile wody w przeliczeniu na jednego mieszkańca odpływa z danego kraju w ciągu roku. Jest on

odzwierciedleniem bilansu wodnego: opady minus ewapotranspiracja i bezzwrotne zużycie wody.

Uwarunkowania wodne lepiej obrazuje wskaźnik wykorzystania zasobów wodnych WEI (Water Resources Exploitation). Oblicza się go jako procent pobranej wody w danym roku w stosunku do średniego rocznego odpływu. Wskaźnik WEI dla Polski bez poboru wody na cele energetyczne (wody chłodnicze) wynosił w 2020 roku ok. 8%, a z uwzględnieniem wody pobranej na cele energetyczne 15,1%. Pod względem WEI Polska znajduje się blisko pozycji środkowej w rankingu państw europejskich. Przyjmuje się, że WEI <10% oznacza brak relatywnego niedoboru wody, natomiast WEI z przedziału od 10% do 20% oznacza niewielką podatność na niedobór wody. Zmiany wskaźnika WEI dla Polski dla okresu 1990–2020 wskazują na systematyczne zmniejszanie się wartości WEI, na co wpływ miały m.in. mniejsze pobory wody: np. w latach 2005, 2015, 2020 wynosiły odpowiednio 10,29 mld m<sup>3</sup>, 9,97 mld m<sup>3</sup>, 8,40 mld m<sup>3</sup>.

Wielkość poboru wód nie dostarcza informacji o rzeczywistych potrzebach wodnych. W 2014 roku przyjęto międzynarodową normę ISO 14046, dotyczącą śladu wodnego w celu określania ilości wody z uwzględnieniem jej jakości zużytej bezpośrednio z opadów lub pośrednio z innych źródeł potrzebnych do wytworzenia określonych produktów lub usług (Miłaszewski, Panasiuk 2018). Według tej koncepcji wyróżnia się trzy rodzaje śladu wodnego: zielony, niebieski i szary. Zielony ślad wodny obejmuje ilość wody opadowej, która utrzymuje odpowiednią dla produkcji roślinnej wilgotność gleby. Niebieski ślad wodny oznacza objętość zużytej wody powierzchniowej i podziemnej, która stała się częścią danego produktu oraz wody, którą zużyto w czasie wytwarzania produktu. Niebieski ślad wodny określa się głównie zużytą wodą w przemyśle, przetwórstwie żywnościowym itp., szarym śladem wodnym określa się objętość wody, która jest konieczna do rozcieńczenia zanieczyszczeń powstałych w procesie produkcji przynajmniej do poziomu obowiązujących standardów jakości.

Dla przykładu: pobór wód do nawodnień w Polsce wynoszący około 100 mln m<sup>3</sup> rocznie jest niewielki, ale uwzględniając opad

atmosferyczny wykorzystywany w produkcji roślinnej, wówczas łącznie bezpośrednią i pośrednią ilość zużytej wody szacuje się na 51,4 mld m<sup>3</sup> rok<sup>1</sup> (Bagiński i in. 2020).

Duże znaczenie w gospodarce wodnej kraju mają wody podziemne. Szacuje się, że objętość eksploatacyjnych wód podziemnych sięga 16–18 mld m<sup>3</sup>, a wielkość zasobów odnawialnych na 10–12 mld m<sup>3</sup> rocznie. Stopień wykorzystania wód podziemnych w Polsce w stosunku do wód dostępnych do zagospodarowania szacuje się na około 21%. Jest on różny w poszczególnych województwach i wynosi od 8,21% w województwie zachodniopomorskim do 48,60% w województwie łódzkim (Herbich i in. 2017). Należy podkreślić fakt, że eksploatacja wód podziemnych to w głównej mierze odwadnianie złóż kopalnych. Dane te wskazują na istniejące rezerwy w zagospodarowaniu wód podziemnych, które powinny być zużywane przede wszystkim na zaspokojenie potrzeb komunalnych, gdyż odnawialność zasobów wód podziemnych, w zależności od systemów wodonośnych, może odbywać się w cyklach kilku, kilkunastu lub nawet kilkudziesięcioletnich. Wykonane w Państwowym Instytucie Geologicznym analizy wykazały, że prognozowana na rok 2030 zmiana wysokości zasobów dostępnych w badanych zlewniach nie przekroczy 10% wysokości zasobów dostępnych. Oznacza to, że do 2030 roku możliwe do bezpiecznego wykorzystania zasoby wód podziemnych nie ulegną istotnym zmianom.

Oczywiście, podobnie jak w wielu krajach, wody podziemne są wykorzystywane do nawodnień, lecz ich pobór powinien być zgodny z pozwoleniem wodnoprawnym i podlegać wiarygodnej kontroli. Pozwolenie na pobór wody podziemnej powinno być wydawane przy stwierdzonym braku możliwości nawadniania wodami powierzchniowymi, istnienia rezerw zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych, a także warunków do utrzymania odpowiedniego stanu retencji w danym poziomie wodonośnym (Herbich 2019). Obecnie część ujęć studziennych do nawodnień stosowanych głównie w ogrodnictwie i sadownictwie nie jest ewidencjonowana. Niekontrolowane, nadmierne pobory wód podziemnych mogą powodować bardzo negatywne skutki środowiskowe, ale także wptywać na lokalne

współużytkowanie zasobów przez rolników (wysychanie płytszych studni).

O stanie gospodarki wodnej świadczy też pojemność sztucznych zbiorników retencyjnych. W Polsce ich łączna objętość umożliwia zatrzymanie niespełna 7% średniego odpływu, co jest wielkością małą nawet w porównaniu do państw położonych w zasięgu klimatu umiarkowanego.

Istotnym problemem gospodarki wodnej w Polsce, w opinii wielu specjalistów, uważanym za ważniejszy od stanu ilościowego zasobów wodnych, jest jakość wód (Rączka i in. 2021). Według danych GUS (20200 zebranych w latach 2014–2019) na około 4,5 tysiąca rzek, tylko 1% oceniono pod względem jakości jako dobry stan. Pod względem ekologicznym jakość 32% rzek była zła lub słaba, a 60% zaliczono do stanu umiarkowanego. W ponad 1000 jeziorach 11,5% miało stan dobry, a 88,5% zły. Stan chemiczny 69,5% jezior oceniono jako niższy od dobrego. Jeśli chodzi o wody podziemne stwierdzono (GUS 2019), że w roku 2018 w 60% wód o zwierciadle swobodnym miało jakość dobrą (I klasa 3,5%, II klasa 23,4%, III klasa 32,8%), a pozostałe jakość słabą (IV klasa 28,0%, V klasa 12,3%). W wodach o napiętym zwierciadle sytuacja była podobna: 69% posiadało dobrą jakość (I klasa 1,9%, II klasa 36,6%, III klasa 31,0%), a słabą 31,0% (IV klasa 21,6%, V klasa 8,9%).

Jakość wód w Europie, pomimo dużego postępu, ciągle wymaga dalszej poprawy. Szacuje się, że jedynie 44% wód powierzchniowych ma dobry lub bardzo dobry stan ekologiczny. Lepsza sytuacja jest w wodach podziemnych, w których w 75% ocenia się jako dobry stan chemiczny.

Należy podkreślić duży udział rolnictwa w zanieczyszczaniu wód zarówno powierzchniowych, jak i podziemnych. Głównymi przyczynami zanieczyszczeń obszarowych jest stosowanie w produkcji roślinnej nawozów mineralnych i organicznych oraz środków ochrony roślin w postaci m.in. pestycydów, a także wodna i wietrzna erozja gleb. Jakość wód może być także pogarszana wskutek niedostatecznego oczyszczania wód z przemysłu rolno-spożywczego.



## Pobór i użytkowanie wód

Według oficjalnych danych w 2020 r. łączny pobór wód wyniósł 8,667 mld m<sup>3</sup> (GUS Ochrona Środowiska 2021). Około 80% poboru stanowiły wody powierzchniowe. W podziale na sektory gospodarki największy udział miał przemysł (5,910 mld m<sup>3</sup>), następnie gospodarka komunalna (1,955 mld m<sup>3</sup>) oraz napełnianie i uzupełnianie stawów rybnych (0,802 mld m<sup>3</sup>). Udział procentowy poboru poszczególnych sektorów wynosił odpowiednio 68%, 23% i 9%.

W Tabeli 2 przedstawiono dane dotyczące poboru wody na nawodnienia na użytkach rolnych i w lasach, które były podawane w rocznikach GUS do roku 2018.

**TABELA 2.** Nawadniane użytki rolne i grunty leśne w roku 2018.

Systemy nawadniające	Powierzchnia nawadniana [ha]	Pobór wody [tys. m <sup>3</sup> ]
Podsiąkowe	60 900	77 985
Deszczowniane	8 891	5 272
Zalewowe	193	282
Razem	70 705	84 153

Źródło: GUS Rocznik statystyczny Rolnictwa 2019

Podany w Tabeli 2 obszar nawodnień obejmuje zaledwie około 0,5% powierzchni użytków rolnych w Polsce. Jest to wielkość znacznie mniejsza niż w latach 80. ubiegłego wieku. W 1980 roku powierzchnia wyposażona w urządzenia nawadniające wynosiła około 520 000 ha, w tym nawadnianie deszczowniane obejmowało 46 000 ha (Dzieżyc 1988). Jedną z przyczyn tego procesu, oprócz zmian systemowych w rolnictwie w latach 90. XX wieku, było zmniejszenie zainteresowania rolników gospodarką wodną na użytkach zielonych, co było skutkiem

m.in. polityki ekologicznej UE preferującej ekstensywne wykorzystanie użytków zielonych. W analizie przyczyn relatywnie niewielkiego udziału powierzchni nawadnianej, należy wziąć pod uwagę także jakość gleb w Polsce oraz dominację upraw roślin, których nawadnianie w latach przeciętnych przynosi niewielkie korzyści ekonomiczne: zasiewy zajmują 70% powierzchni użytków rolnych, a 22% użytki zielone. Największe efekty ekonomiczne przynosi nawadnianie sadów i warzyw. Jest oczywiste, że zmiana klimatu spowoduje konieczność zwiększenie aretału z wodooszczędnymi i opłacalnymi pod względem ekonomicznym systemami nawadniającymi.

Należy podkreślić, że statystyki GUS dotyczące powierzchni nawadnianej są uznawane za mało miarodajne, między innymi dlatego, że nie ujmowano w nich obiektów mniejszych od 20 ha, a gospodarstwa te zajmują 44% powierzchni użytków rolnych (6,5 mln ha przy 14,7 mln ha ogólnej powierzchni użytków rolnych). Nawodnienia, poza podsiąkowymi na użytkach zielonych, stosowane są głównie w sadownictwie i warzywnictwie na niezbyt dużych obiektach, które nie mając pozwoleń wodnoprawnych niechętnie zgłaszają je do ewidencji, zwłaszcza w aspekcie wprowadzanych w rolnictwie opłat za wodę. Ponadto kontrola zużywanego wody do nawadniania jest praktycznie niemożliwa bez odpowiedniego opomiarowania ujęć wody. Jest to aktualnie trudny problem gospodarki wodnej, który powinien być rozwiązany. Istnieją także szacunkowe informacje, że nawodnienia ciśnieniowe prowadzi się w Polsce na obszarze około 71,0 tys. ha upraw ogrodniczych, w tym na 26,3 tys. ha sadów (7,8% powierzchni upraw) oraz na 44,7 tys. ha warzyw (20% powierzchni upraw). Można także spotkać informacje w literaturze, że poza ewidencją powierzchni nawadnianej podawanej przez GUS, jest od 80 tys. ha do 155 tys. ha nawadnianych sadów i warzyw. Jeśli przyjmując średnią sezonową dawkę nawodnieniową w wysokości 200 mm, to pobór wody do dla tych powierzchni wynosi od 160 do 310 mln m<sup>3</sup> i jest wielokrotnie większy od danych w Tabeli 2.

## *Pobór wody w przemyśle spożywczym*

Zakłady przetwórstwa przemysłowego w Polsce w 2020 roku pobrały 688 mln m<sup>3</sup> wody, w tym 93,7 mln m<sup>3</sup> zostało zużytych w produkcji artykułów spożywczych i 27,4 mln m<sup>3</sup> w produkcji napojów. Oznacza to, że prawie 18% wody pobranej dla przetwórstwa przemysłowego zostało zużyte w przemyśle spożywczym. Ilość pobieranej wody w zakładach przetwórstwa spożywczego systematycznie rośnie pomimo wprowadzania rozwiązań służących oszczędzaniu wody. Tylko w okresie 2005–2020 pobór wody wzrósł o 13,1 mln m<sup>3</sup>, czyli o 12% w porównaniu do 2005 roku.

Duże ilości wody używane w przemyśle spożywczym są wynikiem wielu procesów towarzyszących produkcji żywności obejmujących m.in. czyszczenie, mycie, gotowanie i rozpuszczanie surowców, dodawanie wody do produktów, a także cele sanitarne (Wróbel-Jędrzejewska i in. 2012). Najwięcej wody w przemyśle spożywczym zużywają zakłady mleczarskie i mięsne (łącznie około 60%). Szacuje się na przykład, że zużycie wody w zakładach mleczarskich kształtuje się w granicach 1,2–4,7 litra wody/litr surowca (Steinhoff-Wrześniewska i in. 2013), a w przetwórstwie mięsa jedynie na mycie i rozmrażania surowca potrzebne jest około 3–5 m<sup>3</sup> na tonę surowca (Florek M. 2016).

Często do oszacowania niezbędnej ilości potrzebnej do wyprodukowania określonej żywności wykorzystuje się wskaźnik wody wirtualnej jako ślad wodny. Wskazuje on na całkowitą ilość wody w procesie produkcji żywności od surowca podstawowego do przetwórstwa produktu (Florek 2016, Wróbel-Jędrzejewska i in. 2021). W Tabelach 3 i 4 przedstawiono wartości śladu wodnego dotyczące wybranych produktów mlecznych i gatunków mięsa w zależności od systemu produkcji. Tabele te opracowano na podstawie literaturowych danych zamieszczonych w artykule M. Florka (2016).

**TABELA 3. Ślad wodny wybranych przetworów mlecznych [l/kg].**

Wyszczególnienie	System produkcji	Składnik śladu wodnego			Razem
		zielony	niebieski	szary	
Mleko	pastwiskowy	1 087	56	49	1 191
	przemysłowy	1 027	86	72	1 207
Mleko w proszku	pastwiskowy	5 052	261	227	5 540
	przemysłowy	4 777	455	382	5 614
Masło	pastwiskowy	5 913	305	265	6 484
	przemysłowy	5 591	532	448	6 571
Ser	pastwiskowy	5 371	293	241	4 743
	przemysłowy	4 264	439	357	5 060

**TABELA 4. Ślad wodny wybranych dla różnych gatunków mięsa [l/kg].**

Wyszczególnienie	System produkcji	Składnik śladu wodnego			Razem
		zielony	niebieski	szary	
Drób	pastwiskowy	7919	734	574	4987
	przemysłowy	2337	210	325	2872
Wieprzowina	pastwiskowy	7660	431	632	8723
	przemysłowy	4050	487	687	5224
Wołowina	pastwiskowy	21121	486	243	21829
	przemysłowy	8849	683	712	10244
Baranina	pastwiskowy	15870	421	20	16311
	przemysłowy	4607	800	216	5623

Woda do przetwórstwa żywności musi spełniać wysokie wymagania jakościowe pod względem fizykochemicznym i mikrobiologicznym (Kuczyńska, Puppel 2016, Śliwiński, Cieślak 2016). Dlatego zdecydowaną większość (84%) pobranych wód do zakładów spożywczych stanowią wody podziemne. Zakłady posiadają głównie własne ujęcia wody: w zakładach mleczarskich z ujęć własnych pobierano 97% zużywanej wody, a w zakładach mięsnych 78% (Steinhoff-Wrześniewska i in. 2013). Ponadto w zakładach stosowane są procesy technologiczne przystosowujące wodę do wymagań jakościowych dla poszczególnych produktów. Dobry stan chemiczny wód podziemnych w połączeniu z wysokoefektywnymi technologiami uzdatniania wody powodują, że nie notuje się problemów związanych z jakością wody w przemyśle spożywczym.

## 2.2 Uwarunkowania klimatyczne i glebowe dla prowadzenia produkcji rolnej

### *Potrzeby wodne roślin*

Ilość wody potrzebna poszczególnym roślinom do ich optymalnego rozwoju zależy od wielu czynników. Należą do nich między innymi gatunek i odmiana roślin, długość okresu wegetacyjnego, temperatura powietrza i gleby, właściwości wodne gleb, zabiegi agrotechniczne, w tym nawożenie. Podział roślin według ich zapotrzebowania na wodę według Nowaka (1997) przedstawiono w Tabeli 5.

**TABELA 5. Potrzeby wodne roślin w okresie wegetacji.**

Zapotrzebowanie na wodę		
do 300 mm	300 – 400 mm	powyżej 400 mm
zboża	ziemniaki	burak cukrowy
ziemniaki wczesne	średniowczesne	burak pastewny
groch	ziemniaki średniopóźne	koniczyna
rzepak ozimy	ziemniaki późne	lucerna
warzywa wczesne	bobik	len
	kukurydza	trawy pastewne
	łubin żółty	warzywa

Suma opadów w Polsce w okresie wegetacji jest często niższa od podanych w Tabeli 5, co bardzo uzależnia uzyskiwany plon przez rolników od uwarunkowań pogodowych. Biorąc pod uwagę prognozowane zmiany klimatu można przewidywać z dużym prawdopodobieństwem, że problem zaspokajania potrzeb wodnych rolnictwa będzie wzrastać. Jak wspomniano, obecnie ślad wodny produkcji roślinnej wynosi w Polsce ponad 50 mld m<sup>3</sup>, a znakomitą jego część stanowią opady (czyli tak zwana woda zielona). Aktualnie, według danych GUS, nawadnia się w Polsce 70705 ha, zużywając w tym celu około 100 mln m<sup>3</sup> wody, czyli średnia dawka w sezonie wegetacyjnym wynosiła 1190 m<sup>3</sup>/ha (119 mm). Trudno jest prognozować wzrost powierzchni nawadnianej w przyszłości zależny zarówno od wielu czynników, w tym od uwarunkowań wodnych, rynkowych stymulujących rozkład upraw, jak i ekonomicznych, związanych między innymi z kosztami nawodnień. Jednakże biorąc pod uwagę, że w świecie 70% wody dyspozycyjnej używa się w rolnictwie, można wysnuć wniosek, o pilnej potrzebie analizy potencjalnego wzrostu poboru wód do nawodnień w Polsce, uwzględniające trendy zmian klimatu, a zwłaszcza komponentów temperatur i opadów (Kędziora i in. 2014, Kozyra 2020).



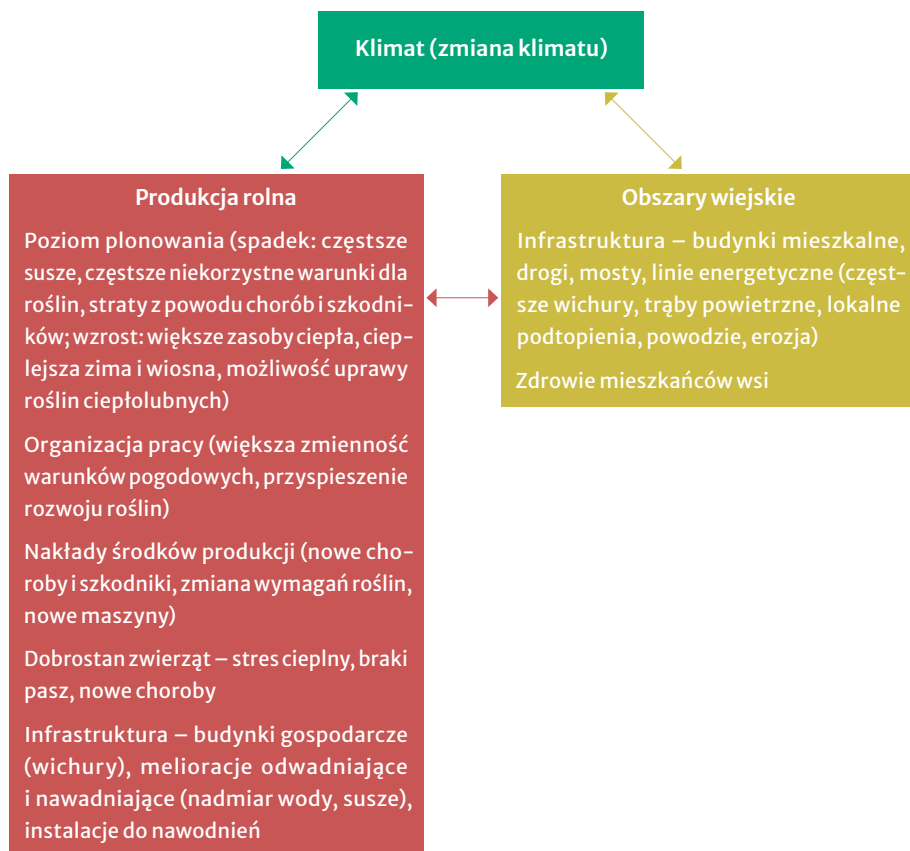
## *Zmiana klimatu w perspektywie roku 2040*

Ponieważ warunki klimatyczne bezpośrednio wpływają na sektor rolnictwa, zarówno obserwowana, jak i przewidywana zmiana klimatu w sposób zrozumiały wzbudza znaczne zainteresowanie w tym sektorze. Zmiana ta może być korzystna dla niektórych upraw i plonów, a niekorzystna dla innych, w związku z czym, w niektórych aspektach, sektor rolny można uznać za ofiarę, a w innych – za beneficjenta zmian (Kundzewicz i Kozyra, 2017). Wpływ (zmiany) klimatu na rolnictwo może być bezpośredni (m.in. zmiany termiczne i opadowe determinujące wydajność plonów) lub pośredni (wynikający z różnych reakcji roślin na zależne od klimatu czynniki, takie jak: uprawa, nawożenie, obecność chwastów, patogenów i szkodników). Schemat powiązań w trójkącie klimat – produkcja rolna – obszary wiejskie, ilustruje Rysunek 1.

Na potrzeby niniejszej ekspertyzy przeanalizowano najbardziej aktualne wyniki projekcji zmian klimatu na obszarze Polski w horyzoncie czasowym roku 2040. Wybrano w tym celu dwa podstawowe źródła informacji: (1) interaktywny atlas IPCC1 stanowiący uzupełnienie pierwszej części tzw. Szóstego Raportu IPCC pt. „Fizyczne podstawy zmiany klimatu” (Gutiérrez i in., 2021) oraz (2) interaktywny portal Scenariusze zmian klimatu2 opracowany przez IOŚ-PIB w ramach projektu Klimada2.0 Baza Wiedzy o Zmianach Klimatu. Szósty Raport IPCC jest najnowszym źródłem danych o zmianie klimatu w ujęciu globalnym, natomiast projekt Klimada2.0 udostępnia najnowsze dane o zmianie klimatu (pochodzące z tzw. regionalnych modeli klimatycznych) dla obszaru Polski. W przypadku atlasu IPCC pozyskano dane obejmujące najmniejszą jednostkę przestrzenną zawierającą obszar Polski, tj. region Europy Zachodniej i Środkowej, rozciągający się od Francji na zachodzie do Białorusi i Ukrainy na wschodzie. Dane z atlasu IPCC pochodziły z najnowszej rodziny symulacji klimatycznych

1 <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>

2 <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze/>



**RYSUNEK 1. Schematyczne przedstawienie zagrożeń klimatycznych w odniesieniu do produkcji rolnej i rozwoju obszarów wiejskich**

Kundzewicz i Kozyra, 2017

zwanej CMIP6, natomiast dane z portalu Klimada2.0 z rodziny CMIP5 (CMIP6 nie jest jeszcze dostępna dla Europy). Dla uproszczenia przekazu skupiono się na tylko jednym scenariuszu emisji gazów cieplarnianych, tzw. RCP8.5, potocznie zwanym „business-as-usual”, który najlepiej oddaje trendy obserwowane w ostatnich latach. W okresie do roku 2040 wpływ scenariusza emisji na wyniki projekcji jest jednak stosunkowo niewielki (Prandecki, 2020).

Wskaźniki klimatyczne, dla których dostępne były dane, podzielono na trzy grupy: termiczne (Tabela 6), opadowe (Tabela 7) oraz pozostałe (Tabela 8). W obu źródłach danych wskaźniki termiczne i opadowe pojawiają się najczęściej. Portal Klimada2.0 obejmował bogatszy zestaw wskaźników niż atlas IPCC. Niektóre ze wskaźników były zawarte w obu portalach, inne tylko w jednym z nich. Z atlasu IPCC pobrano dane określające wielkość zmian wskaźników między okresami 2021–2040 a 1981–2010, natomiast z portalu Klimada2.0 między okresami 2031–2040 a 2017–2026. W celu ujednoczenia danych, wyniki przeliczono jako średnią zmianę na okres 10 lat.

Wszystkie analizowane wskaźniki termiczne wskazują jednoznacznie na ocieplenie klimatu Polski (Tabela 6). Według przytoczonych źródeł, w perspektywie 2040 roku należy liczyć się ze wzrostem średniej temperatury powietrza o około  $0.5^{\circ}\text{C}$  na dekadę. Przekłada się to na dodatkowe 5 dni okresu wegetacyjnego ( $T > 5^{\circ}\text{C}$ ) co 10 lat, co ma bezpośredni wpływ na kalendarz upraw i praktyki agronomiczne (Marcinkowski i Piniewski, 2018). Wydłużenie okresu wegetacyjnego w połączeniu ze wzrostem sum temperatur wiąże się z możliwością przyspieszenia terminu siewu oraz szybszym dojrzewaniem uprawy głównej, co z kolei faworyzuje uprawy ciepłolubne (głównie kukurydzę, ale też proso, soję, słonecznik i winorośl; Szyga-Pluta, 2022) oraz daje możliwość wprowadzenia dodatkowych upraw (poplonów). Z drugiej strony, prowadzi to również do zwiększonej obecności szkodników (Prandecki, 2020). Zmiana klimatu wiąże się również ze wzrostem liczby dni gorących ( $T_{\text{max}} > 25^{\circ}\text{C}$ ) oraz spadkiem liczby dni przymrozkowych. W warunkach klimatycznych Polski ocieplenie (bez uwzględniania zmiany opadów atmosferycznych) prowadzi do spadku plonów pszenicy i wzrostu plonów kukurydzy (Kundzewicz i Kozyra, 2017). Spadek dni przymrozkowych można odbierać pozytywnie, jednak z badań wynika, że ryzyko strat w produkcji rolniczej (zwłaszcza w ogrodnictwie) w wyniku późnowiosennych przymrozków jest niezmiennie wysokie (Graczyk i Szwed, 2020).

**TABELA 6.** Trendy w wybranych wskaźnikach zmiany klimatu wg atlasu IPCC oraz portalu Klimada2.0 (wielkości trendów wyrażone jako średnia zmiana danej jednostki na 10 lat). Część 1 – wskaźniki termiczne.

Wskaźnik	Jednostka	Zmiana wg IPCC*	Zmiana wg Klimada2.0**
Średnia temperatura	°C	0.49	0.44
Średnia temperatura maksymalna	°C	0.51	0.51
Średnia temperatura minimalna	°C	0.46	0.74
Liczba dni wegetacyjnych z temperaturą > 10°C	liczba dni		4.8
Liczba dni wegetacyjnych z temperaturą > 5°C	liczba dni		5.4
Liczba dni upalnych ( $T_{\max} > 35^{\circ}\text{C}$ )	liczba dni	0.60	
Liczba dni gorących ( $T_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$ )	liczba dni		4.7
Liczba dni przymrozkowych ( $T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$ )	liczba dni	-4.1	-6.9
Liczba dni mroźnych ( $T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ )	liczba dni		-3.0
Liczba dni z przejściem przez 0°C	liczba dni		-2.3
Średnia długość fal chłodu	liczba dni		-0.18
Stopniodni temperatury średniodobowej >18°C	stopniodni		21.9

\* Zmiana między 2021–2040 a 1981–2010.

\*\* Zmiana między 2031–2040 a 2017–2026.

Prognozowane zmiany wskaźników opadowych są bardziej zróżnicowane od zmian wskaźników termicznych (Tabela 7). Roczna suma opadów wykazuje bardzo niewielki wzrost (0.7% na 10 lat przekłada się na dodatkowe 4 mm opadu co dekadę). Zmiany są jednak silnie zróżnicowane sezonowo, choć ich zakres różni się między analizowanymi źródłami danych. Dane IPCC i Klimada2.0 są zgodne jeśli chodzi o umiarkowany spadek opadów latem (o ok. 1% na 10 lat), zgadzają się też co do dodatniego kierunku zmian w opadach w pozostałych

porach roku, jednak rozbieżności co do tempa zmian są wyraźne. Badania nad historycznymi trendami w różnych wskaźnikach sezonowych opadów w Polsce wskazują na zmiany zróżnicowane przestrzennie, na ogół niewielkie i statystycznie nieistotne (Tomczyk i Szyga-Pluta., 2019; Szwed, 2019). Najsilniejszy trend (rosnący) wykryto w miesiącu marcu, głównie w środkowej i północnej Polsce. Prognozowany niewielki spadek sumy opadów latem (Tabela 7) może być najbardziej dotkliwy dla roślin takich jak kukurydza czy ziemniaki, których krytycznym okresem jeśli chodzi o dostępność wody jest ta pora roku; dla zbóż najbardziej wrażliwym okresem jest późna wiosna (Grzebiś, 2011; Piniewski i in., 2020).

Rosnący trend wykazują również wskaźniki opisujące wielkość i częstość występowania opadów maksymalnych, gdyż w cieplejszym klimacie, także w skali globalnej, przybędzie zwłaszcza opadów intensywne. Chociaż analiza danych historycznych nie potwierdza rosnącego trendu we wskaźnikach opadów maksymalnych, wyraźnie widać, że ich występowanie jest coraz częściej powiązane z wysokimi temperaturami powietrza (Pińskwar, 2022). Opady intensywne łatwo spływają z pól i w niewielkim stopniu przechodzą w wodę dostępną dla wzrostu roślin, w związku z czym ich ewentualny rosnący udział w strukturze opadów należy postrzegać jako zagrożenie dla produkcji rolnej.

Dodatni kierunek zmian charakteryzuje także wskaźniki związane z występowaniem dni bezopadowych, co teoretycznie mogłoby wskazywać na większy potencjał do występowania suszy. Problem zmian w charakterystykach suszowych jest jednak złożony ze względu na różne typy susz. Wg danych IPCC standaryzowany wskaźnik opadu SPI-6 będący jedną z miar suszy meteorologicznej ma nieznacznie wzrosnąć (Tabela 7), co by oznaczało spadek zagrożenia suszą meteorologiczną, rozumianą jako występowanie długich okresów pozbawionych opadów. Jednak badania z wykorzystaniem wskaźnika SPEI uwzględniającego nie tylko zmiany opadów ale również parowania pokazują już inny kierunek zmian (Somorowska, 2022). Dla produkcji rolnej najistotniejsze są wskaźniki charakteryzujące suszę glebową. Wieloletnie

**TABELA 7.** Trendy w wybranych wskaźnikach zmiany klimatu wg atlasu IPCC oraz portalu Klimada2.0 (wielkości trendów wyrażone jako średnia zmiana danej jednostki na 10 lat). Część 2 – wskaźniki opadowe.

Wskaźnik	Jednostka	Zmiana wg IPCC*	Zmiana wg Klimada2.0**
Suma opadu – rok	%	0.6%	0.8%
Suma opadu – zima	%	1.4%	3.1%
Suma opadu – wiosna	%	1.6%	0.4%
Suma opadu – lato	%	-0.9%	-1.0%
Suma opadu – jesień	%	0.2%	2.1%
Liczba dni w roku z opadem dziennym $\geq 1$ mm	liczba dni		0.64
Liczba dni w roku z opadem dziennym $\geq 10$ mm	liczba dni		0.22
Liczba dni w roku z opadem dziennym $\geq 20$ mm	liczba dni		0.06
Maksymalny opad dobowy	%	1.5%	
Wskaźnik intensywności opadu	-		0.4%
Maksymalna liczba kolejnych dni bez opadu	liczba dni	0.29	
Liczba dni bez opadu przy temperaturze $> 5^{\circ}\text{C}$	liczba dni		3.0
Wskaźnik suszy meteorologicznej SPI6	%	3.7%	
Liczba dni z pokrywą śnieżną	liczba dni		-7.9
Grubość pokrywy śnieżnej	cm		-16.8%
Opad śniegu	mm/d	-0.51	

\* Zmiana między 2021–2040 a 1981–2010.

\*\* Zmiana między 2031–2040 a 2017–2026.

zmiany wskaźników suszy glebowej opartych o dane satelitarne wskazują na silny i statystycznie istotny wzrost dotkliwości tego typu suszy w Polsce (Somorowska, 2022), a występowanie takich zjawisk bezpośrednio przekłada się na redukcje plonów (Łabędzki i Bąk, 2017).



Silne zmiany dotyczą wskaźników związanych z występowaniem pokrywy śnieżnej (Tabela 7). Niższy ma być zarówno opad w formie śniegu (sam opad zimą ma wzrastać, ale coraz częściej w formie deszczu), jak i grubość pokrywy śnieżnej. Liczba dni z występowaniem pokrywy śnieżnej ma ubywać o ok. 8 dni co dekadę. Zmiany te należy uznać za raczej niekorzystne z punktu widzenia rolnictwa. Wcześniejsze topnienie śniegu jest przyczyną wcześniejszego wysychania gruntu, co pośrednio może zwiększać prawdopodobieństwo wystąpienia suszy wiosną i latem. Poza tym pokrywa śnieżna pomaga przetrwać zbożom ozimym i rzepakowi, chroniąc je przed uszkodzeniami mrozowymi (Czarnecka i in., 2009). Tutaj na korzyść jednak będzie działać zmniejszenie liczby dni mroźnych (Tabela 6).

Pozostałe wskaźniki, pochodzące w większości z portalu Klimada2.0, nie wykazują większych zmian (Tabela 8). Podsumowując, należy podkreślić, że zwiększona w ostatnich latach częstotliwość występowania klimatycznych zjawisk ekstremalnych, zwłaszcza susz, przyczyniła się do wzrostu zmienności plonowania roślin uprawnych (Kundzewicz i Kozyra, 2017). Obok samej zmiany klimatu, czynnikiem przyspieszającym rozwój nawodnień w Polsce będzie zatem konieczność uzyskiwania stabilnych plonów o wysokiej jakości, a także intensyfikacja i konkurencyjność produkcji rolniczej (Łabędzki, 2009).

Uzupełnieniem analizy zmiany warunków klimatycznych jest ocena ich wpływu na bilans wodny kraju. Ocena taka została przeprowadzona w drodze modelowania hydrologicznego w pracy Pinińskiego i in. (2018) dla dorzeczy Wisły i Odry z wykorzystaniem podobnych modeli klimatycznych jak w projekcie Klimada2.0 dla scenariusza emisji RCP8.5. Wyniki podano w Tabeli 9 w postaci porównania wielkości bilansu dla dwóch wieloleci odległych w czasie o 50 lat. Wzrost opadu o 7.9% przekłada się na proporcjonalnie większy wzrost odpływu (25%), co wynika po części z tego, że wzrosty te zachodzą głównie zimą i wczesną wiosną, gdy parowanie jest stosunkowo niskie. Wzrostowi parowania co prawda sprzyja ocieplenie, jednak ogranicza go dostępność wody w miesiącach letnich.

Należy podkreślić, że zmiany te cechują się średnią lub wysoką niepewnością, związaną przede wszystkim z niedoskonałościami modeli klimatycznych.

**TABELA 8.** Trendy w wybranych wskaźnikach zmiany klimatu wg atlasu IPCC oraz portalu Klimada2.0 (wielkości trendów wyrażone jako średnia zmiana danej jednostki na 10 lat). Część 3 – pozostałe wskaźniki.

Wskaźnik	Jednostka	Zmiana wg IPCC*	Zmiana wg Klimada2.0**
Średnia prędkość wiatru	%	-0.4%	0.0%
Średni udział wiatrów silnych i bardzo silnych	%		0.9%
Wilgotność względna	%		-0.4%
Zachmurzenie ogólne	%		-1.0%
Liczba dni w roku z gołoledzią	liczba dni		-0.63
Suma wartości promieniowania słonecznego	kWh/m <sup>2</sup>		0.2%

\* Zmiana między 2021–2040 a 1981–2010

\*\* Zmiana między 2031–2040 a 2017–2026

**TABELA 9.** Zmiany bilansu wodnego dorzeczy Wisły i Odry wg scenariusza RCP8.5 na podstawie publikacji Piniewskiego i in. (2018).

Zmienna	1971–2000	2021–2050	Zmiana	Niepewność
Temperatura [°C]	8	10	+2°C	Niska
Opad [km <sup>3</sup> ]	189	204	+7.9%	Wysoka
Ewapotranspiracja [km <sup>3</sup> ]	143	148	+3.2%	Średnia
Odptyw [km <sup>3</sup> ]	44	55	+25%	Średnia
Współczynnik odptywu [-]	23%	27%	+15%	Średnia

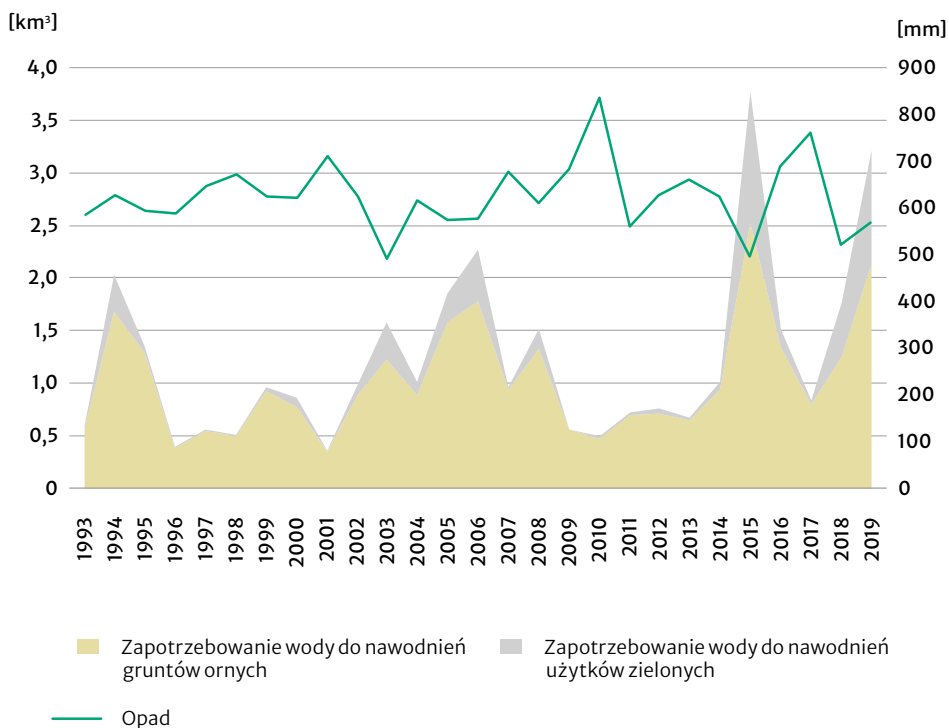
### 2.3 Przestrzenna analiza bilansowa dostępności zasobów wodnych pod kątem wprowadzenia nawodnień uzupełniających

#### *Symulacja zapotrzebowania na wodę do nawodnień w skali Polski*

Potencjał rozwoju nawodnień w Polsce, biorąc pod uwagę znikomy obecnie areal upraw nawadnianych, jak i wielkość zużycia wody do tego celu, jest ogromny. W ramach niniejszej ekspertyzy podjęto próbę oszacowania potencjalnej wielkości zużycia wody do celów nawodnieniowych w skali kraju (wyłączając obszary górskie) przy założeniu, że na wszystkich rodzajach upraw poza zbożami (tj. warzywach, roślinach okopowych, kukurydzy oraz uprawach sadowniczych) oraz użytkach zielonych stosowane są nawodnienia uzupełniające, uwzględniające potrzeby wodne poszczególnych roślin. Do tego celu wykorzystano model hydrologiczny Soil and Water Assessment Tool (SWAT) opracowany dla obszaru Polski (Marcinkowski i in., 2022). Modelowanie matematyczne z wykorzystaniem tego typu narzędzi jest współcześnie fundamentem zarządzania zasobami wodnymi oraz średnio i długookresowego planowania wodno-gospodarczego w skali zlewni.

W strukturze modelu, uwzględniającej podział zlewniowy dorzeczy w Polsce, wykorzystane zostały szczegółowe mapy topografii terenu, gatunków glebowych, użytkowania terenu oraz dobowe dane meteorologiczne o wysokiej rozdzielczości przestrzennej (Piniowski i in., 2021). Dodatkowo, w obrębie obszarów użytkowanych rolniczo, uwzględniono rzeczywistą strukturę zasiewów dla obszaru Polski z Powszechnego Spisu Rolnego (PSR) GUS w 2010 r. Eksperyment obliczeniowy wykonany dla wielolecia 1993–2019 miał za zadanie kwantyfikację hipotetycznego scenariusza, w którym nawodnienia uzupełniające stosowane są na powierzchni ok. 2 300 000 ha obejmującej wymienione wyżej uprawy (w pierwszym wariantcie bez użytków zielonych), a źródło poboru wody jest niewyczerpalne.

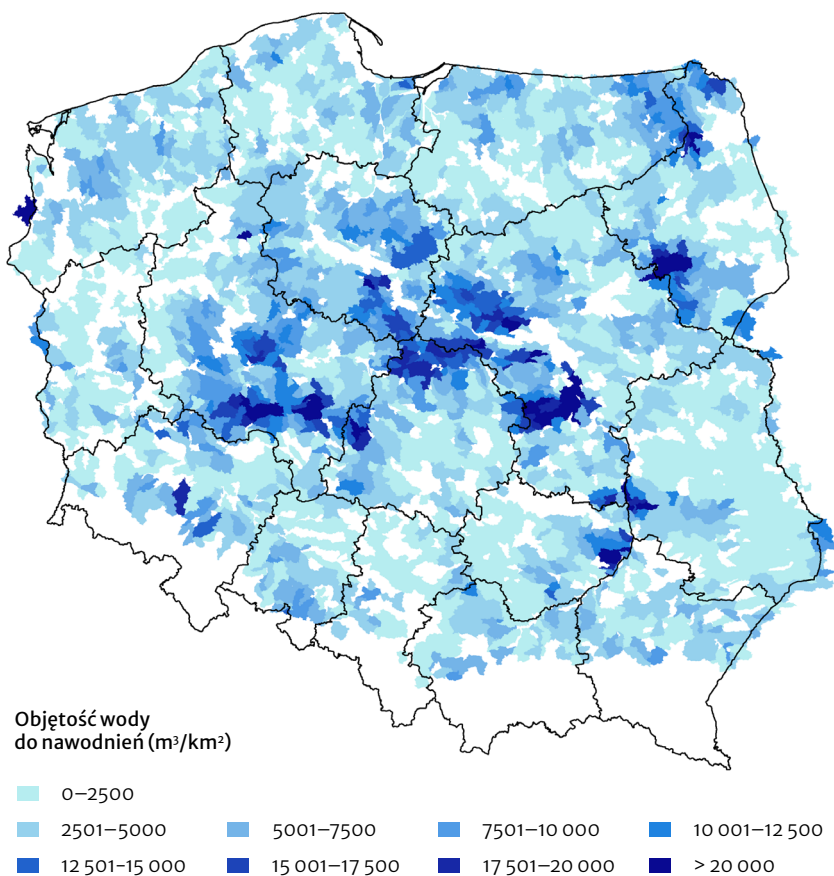
Rysunek 2 przedstawia zmianę w latach sumarycznej objętości symulowanego w ten sposób poboru wody wyrażonego w  $\text{km}^3/\text{rok}$  na tle zróżnicowanych wielkości rocznych sum opadów. Najwyższa wartość poboru (ok.  $2,5 \text{ km}^3$ ) osiągnięta została w najbardziej suchym roku 2015, w którym skutki suszy w rolnictwie były katastrofalne. Wysokie wartości przekraczające  $1,5 \text{ km}^3$  zostały osiągnięte również w kilku innych latach (1994, 2006, 2019), znanych ze znaczących redukcji plonów roślin uprawnych w wyniku suszy. Charakterystyczne jest również to, że w końcówce analizowanego wielolecia (od roku 2014 wzwyż) potrzeby wodne były niezmiennie wyższe od wieloletniej średniej. W drugiej części eksperymentu przeanalizowano wariant, w którym nawodnieniom uzupełniającym podlegają dodatkowo wszystkie użytki zielone na obszarze kraju (z wyłączeniem gór). W wariacie tym łączna powierzchnia obszarów nawadnianych wzrosła do  $5\,130\,000 \text{ ha}$ , natomiast najwyższe zapotrzebowanie w roku 2015 osiągnęło  $3,8 \text{ km}^3$ .



**RYSUNEK 2.** Symulowana potencjalna objętość wody niezbędna do nawodnień rolniczych w Polsce w latach 1993–2019 na tle rocznej sumy opadów.

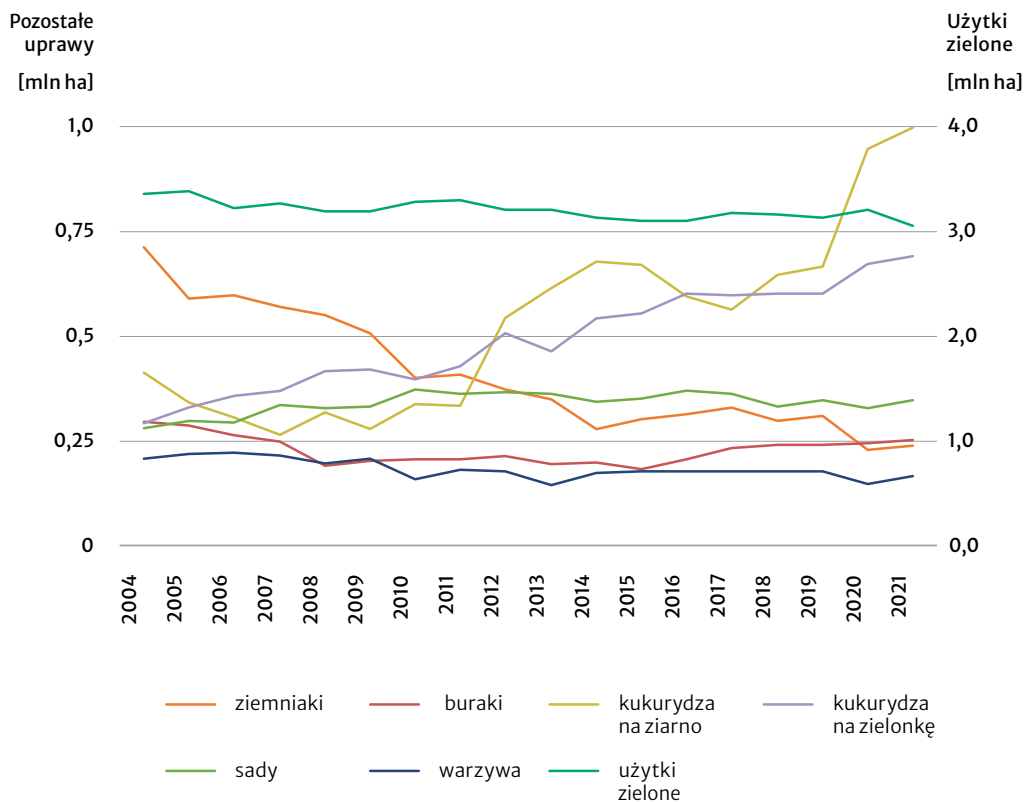
Zróżnicowanie przestrzenne symulowanych w ten sposób wielkości poboru wód, wyrażonych jako objętość wody na jednostkę powierzchni zlewni<sup>3</sup> ( $m^3/km^2$ ), jest olbrzymie (Rysunek 3). Wynika to zarówno ze zróżnicowania opadów, podatności na suszę gleb, jak i zróżnicowanej koncentracji upraw nawadnianych w Polsce. Regiony, w których tak zdefiniowane potrzeby nawodnieniowe są najwyższe to Polska centralna, a zwłaszcza województwa wielkopolskie, kujawsko-pomorskie, łódzkie i mazowieckie.

<sup>3</sup> Wielkości poboru wyrażone w odniesieniu do powierzchni nawadnianej a nie powierzchni zlewni byłyby odpowiednio wyższe, jednak nie pozwoliłyby na identyfikację obszarów o największych potrzebach wodnych.



**RYSUNEK 3.** Przestrzenne zróżnicowanie średniej wielkości poboru wody do nawodnień symulowanych dla okresu 1993–2019.

Warto wspomnieć, że przedstawione wyniki odzwierciedlają strukturę zasiewów wg danych Powszechnego Spisu Rolnego 2010, gdyż są to najnowsze dane, dla których tak szczegółowa struktura jest dostępna na poziomie gmin. Między rokiem 2010 a 2021 powierzchnia upraw, dla których szacowano potrzeby nawodnieniowe, wzrosła aż o 44% (Rysunek 4). Stało się to głównie za sprawą dynamicznego przyrostu arealów kukurydzy uprawianej na ziarno. W tym samym okresie powierzchnia użytków zielonych uległa niewielkiemu (7%) zmniejszeniu.

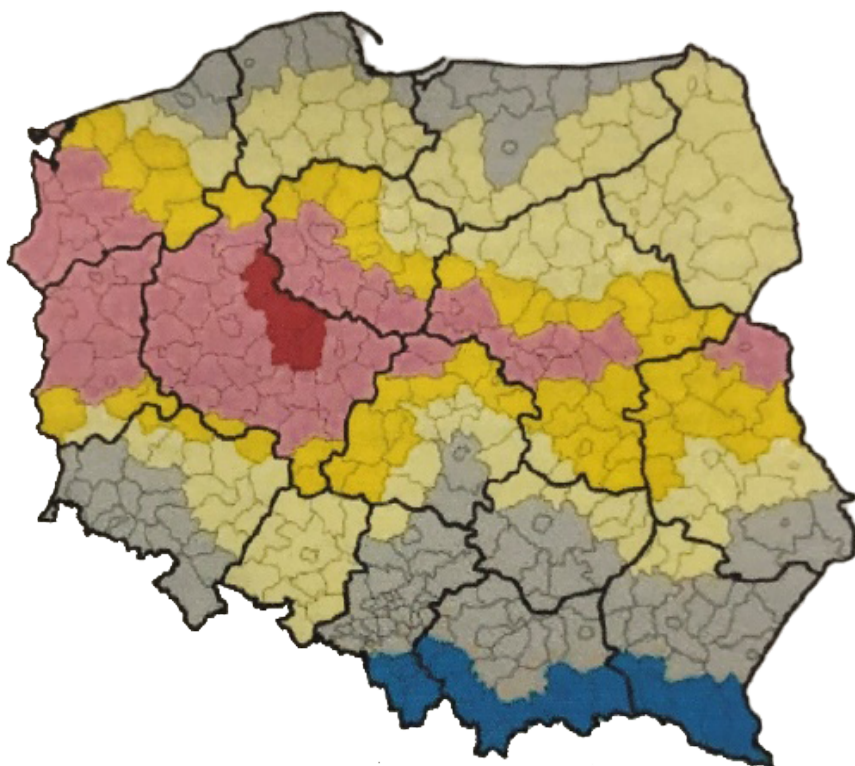


**RYSUNEK 4.** Zmiany areatu upraw, dla których szacowano potrzeby nawodnieniowe, w latach 2004–2021 wg gus.

Bank Danych Lokalnych

### Dotychczasowe analizy

Uzyskane w wyniku analiz potrzeby nawodnieniowe (potencjalne pobory) są spójne z wcześniejszymi analizami dotyczącymi identyfikacji obszarów o najbardziej napiętym bilansie wodnym. Klimatyczny bilans wodny Polski (Łąbiedzki 2014) wskazuje na istotne potrzeby nawodnień, a jak wynika z analizy przepływów w ciekach wodnych w okresie wegetacji, ich pobór może być niewystarczający, podobnie jak ograniczony może być pobór wód podziemnych.



KBW [mm]	Klasa klimatycznego bilansu wodnego	Potrzeba nawodnić i odwodnić
<-250	skrajnie niedoborowy	nawodnień bardzo duża
[-250; -200]	silnie niedoborowy	nawodnień duża
[-200; -150]	umiarkowanie niedoborowy	nawodnień umiarkowana
[-150; -100]	lekk niedoborowy	nawodnień mała
[-100; 100]	zrównoważony	nie ma
>100	nadmiarowy	odwodnień

**RYSUNEK 5.** Klimatyczny bilans wodny w okresie wegetacyjnym i potencjalne potrzeby nawodnień i odwodnień (Łabędzki 2014).

Poprawę bilansu wodnego i tym samym urealnienie rozwoju nawodnień w skali prognozowanej na Rysunku 5 oraz wyników obliczeń



symulacyjnych przedstawionych na Rysunku 3 można osiągnąć poprzez bardzo racjonalne i oszczędne wykorzystanie wody, a także zwiększając możliwości poborów wód powierzchniowych i podziemnych. W tym celu niezbędna jest modernizacja i rozwój infrastruktury wodnej oraz stosowanie metod nietechnicznych, w tym odpowiedniej agrotechniki.

# Analiza działań zwiększających dostępność zasobów wodnych

## 3.1 Możliwości wykorzystania zasobów wód powierzchniowych i podziemnych

Analizując stan zasobów wód powierzchniowych w Polsce w aspekcie ich dostępności dla gospodarki żywnościowej można stwierdzić, że w przeciętnych warunkach pogodowych istniejące zasoby mogą zaspokajać aktualne potrzeby produkcji rolnej i przemysłu żywnościowego. Zagrożeniem są natomiast ekstremalne zjawiska pogodowe powodujące trwałe lub okresowe susze i powodzie. Zarówno susze, jak i powodzie, powodują katastrofalne straty i szkody. Zapobieganie stratom wskutek suszy w rolnictwie jest trudniejsze od ochrony przed powodzią m.in. dlatego, że przepływy w okresie wegetacji, czyli w okresie występowania największych potrzeb nawadniania, zmniejszają się niekiedy do przepływów nienaruszalnych lub nawet wysychają, co uniemożliwia pobór wody. Dowodzi tego obszerna analiza (Bogdanowicz i in. 2012, Szymczak 2013) obejmująca 60 profili wodowskazowych w zlewniach nizinnych mniejszych od 500 km<sup>2</sup>, która wykazała, że przepływy w ciekach w okresie wegetacyjnym nie zapewniają możliwości poboru wody do nawodnień bez urządzeń reteryjnych. Sytuacja w tym zakresie będzie się z pewnością pogarszać wskutek prognozowanych zmian klimatu.

Wody podziemne mogą stanowić drugie potencjalne źródło wody do nawodnień. W pracy Herbicha (2019) przedstawiono metodykę oceny możliwości wykorzystania wody podziemnej do nawodnień za pomocą studni wierconych. Obliczenia wykonano dla pasa nizin środkowopolskich. Wynika z nich, że w zależności od warunków hydrogeologicznych i rodzaju gleb, pobór z pojedynczej studni może w okresie suszy pokryć niedobory wody na terenach upraw rolnych na powierzchni od 15 do 50 ha, a czas odnowienia pobranych zasobów może wynosić od jednego do pięciu lat. Jednakże wnioski zamieszczone w tym artykule stwierdzające, że w Polsce występują znaczne rezerwy zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych, które mogą być podstawowym źródłem pokrycia niedoborów wodnych upraw rolnych w okresie suszy, a zwłaszcza, że pobór tych wód do nawadniania jest ekonomicznie i technicznie uzasadniony, wydają się być zbyt optymistyczne.

Do nawodnień mogą być wykorzystywane także odpowiednio oczyszczone ścieki. Odzyskiwanie wody ze ścieków, oprócz zwiększenia dostępności wody, zmniejsza zanieczyszczenie wód ściekami, a także może zmniejszać ilość używanych nawozów. Do wdrożenia szerszego wykorzystywania oczyszczonych ścieków będzie zobowiązywać od 2023 roku rozporządzenie Unii Europejskiej.

Zapobieganie zagrożeniom związanym z niedoborami wody lub łagodzenie ich skutków jest możliwe za pomocą infrastruktury, do której zalicza się między innymi:

- **OBIEKTY POWIERZCHNIOWE:** naturalne (jeziora, oczka wodne, mołkradła) i sztuczne (zbiorniki wodne),
- **OBIEKTY LINIOWE:** naturalne (cieki wodne) i sztuczne (rowy i kanały),
- **BUDOWLE WODNE:** piętrzące (jazy, zastawki, progi, stopnie, bystrotki), komunikacyjne (przepusty, mosty) oraz inne (pompownie, ujęcia wód, urządzenia pomiarowe).

Poważny wpływ na warunki wodne ma ingerencja antropogeniczna w naturalny obieg wody za pomocą środków technicznych. Trwałe zmiany warunków wodnych wywołują inwestycje hydrotechniczne (ujęcia wód powierzchniowych i podziemnych, stopnie wodne i zbiorniki wodne, regulacje rzek, wały przeciwpowodziowe), infrastruktura komunikacyjna, a także inna działalność jak np. kopalnie odkrywkowe przy wydobyciu kruszyw. Szczególnie dużą rolę w kształtowaniu zasobów wodnych odegrały urządzenia melioracyjne, które poza regulacją stosunków wodnych w dolinach rzek pełniły głównie funkcję odwadniającą. Mniejszą wagę przywiązywano do regulowania odpływu wody, w związku z czym większość z wykonanych budowli piętrzących była niewykorzystana lub uległa zniszczeniu.

### 3.2 Analiza skuteczności działań adaptacyjnych

#### *Retencja zbiornikowa*

Przyjmuje się, że największy wpływ na wzrost zasobów wodnych mają duże zbiorniki wodne, jednakże do polepszenia uwarunkowań wodnych w rolnictwie najbardziej odpowiednia jest tzw. mała retencja obejmująca zbiorniki wodne o pojemności do 5 mln m<sup>3</sup>, retencję korytową w ciekach i rowach melioracyjnych, a także retencję glebową i krajobrazową. Oprócz obiektów małej retencji na warunki wodne wpływa także retencyjność gleb, którą można zwiększyć poprzez prawidłową agrotechnikę (struktura gleb, zawartość próchnicy w glebie) oraz zabiegi agromelioracyjne i fitomelioracyjne. Ważna jest także retencja krajobrazowa obejmująca m.in. układ pól, zabiegi przeciwerozryjne, a także renaturyzację cieków i mokradł.

Historia rozwoju małej retencji jest bardzo długa, ale jej przyspieszenie nastąpiło w 1995 roku, kiedy dostrzegając problem zmniejszania się w Polsce zasobów wodnych oraz potrzebę łagodzenia hydrologicznych zjawisk ekstremalnych, ministrowie Ministerstwa Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej oraz Ministerstwa Ochrony Środowiska,

Zasobów Naturalnych i Leśnictwa podpisali porozumienie dotyczące „współpracy w zakresie programu małej retencji”. Ocena realizacji tego porozumienia wykazała, że średni roczny przyrost pojemności retencyjnej w okresie 1997–2001 wynosił około 17 mln m<sup>3</sup> i był ponad trzykrotnie niższy od zakładanego w ogólnym programie rozwoju małej retencji do roku 2015. W celu nadania silniejszego impulsu wdrożeniowego programom małej retencji zawarto w 2002 roku nowe porozumienie „w sprawie współpracy na rzecz zwiększania rozwoju małej retencji wodnej oraz upowszechniania i wdrażania proekologicznych metod retencionowania wody”. To porozumienie podpisali nie tylko ministrowie resortów rolnictwa i środowiska, ale także prezesi Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Zwiększenie liczby sygnatariuszy porozumienia miało niewątpliwie na celu ułatwić rozwiązywanie problemów własnościowych oraz finansowe wsparcie inwestycji małej retencji. W Tabeli 10 podano liczbę i pojemność obiektów małej retencji wg stanu w roku 2016 (GUS).

**TABELA 10. Obiekty małej retencji (stan w 2016 roku)**

Obiekty	Liczba i pojemność obiektów retencyjnych [mln m <sup>3</sup> ] w roku 2016
Obiekty małej retencji:	
• liczba obiektów	32 179
• pojemności obiektu [mln m <sup>3</sup> ]	783.8
Piętrzenie jezior:	
• liczba piętrzeń	360
• zwiększona pojemność [mln m <sup>3</sup> ]	268.3
Sztuczne zbiorniki:	
• liczba zbiorników	4176
• pojemność zbiorników [mln m <sup>3</sup> ]	198.9
Stawy rybne:	
• liczba stawów	8317
• pojemność stawów [mln m <sup>3</sup> ]	316.6

W celu ochrony przed suszą i zwiększeniem retencji Przedsiębiorstwo Państwowe Wody Polskie opracowało „Plan przeciwdziałania skutkom suszy” (Rozporządzenie ministra Infrastruktury z dnia 15 lipca 2021 roku) oraz „Program Przeciwdziałania Niedoborowi Wody na lata 2022–2027 z perspektywą do roku 2030” oczekujący obecnie na zatwierdzenie przez rząd.

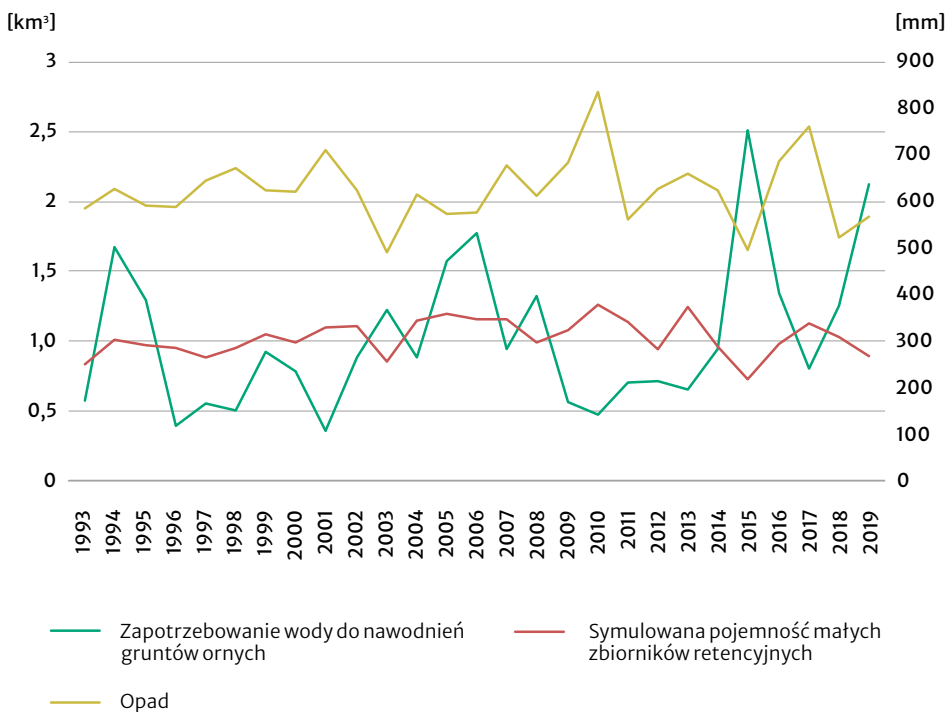
### *Symulacja możliwości pokrycia potrzeb wodnych przez rozbudowę małych zbiorników retencyjnych*

Przytoczony wcześniej eksperyment obliczeniowy wykonany dla wieloletnia 1993–2019 przy użyciu modelu hydrologicznego wykazał, że średnie zapotrzebowanie na nawodnienia uzupełniające wybranych upraw (kukurydza, okopowe, warzywa, sady) w analizowanym okresie dla obszaru Polski wynosi około  $1 \text{ km}^3$ , zaś w skrajnie suchym roku sięga  $2,5 \text{ km}^3$ . W kolejnym eksperymencie podjęto próbę oszacowania możliwości pokrycia potrzeb wodnych nawodnień przez rozbudowę małych zbiorników retencyjnych, przyjmując następujące założenia:

- łączna pojemność zbiorników wodnych ( $2,5 \text{ km}^3$ ) jest równa objętości wyliczonych maksymalnych potrzeb w roku skrajnie suchym dla 23 tys.  $\text{km}^2$  nawadnianych upraw;
- w danej zlewni cząstkowej przyjęta sumaryczna pojemność zbiorników wodnych odzwierciedla wyliczone lokalne potrzeby nawodnieniowe (Rysunek 3);
- obiekty rozmieszczone są we wszystkich zlewniach (poza górami), w których występują uprawy, dla których symulowano potrzeby nawodnieniowe;
- średnia głębokość pojedynczego zbiornika wynosi 2 m, natomiast powierzchnia jest ilorazem pojemności i głębokości;

- w dobowym bilansie wodnym obiektów model uwzględnia zasilanie opadem atmosferycznym i odpływem ze zlewni własnej oraz straty na parowanie i przesiąki;
- w obliczeniach nie uwzględniono samego potencjalnego poboru z tych obiektów do nawodnień (symulowano ich „naturalne” funkcjonowanie).

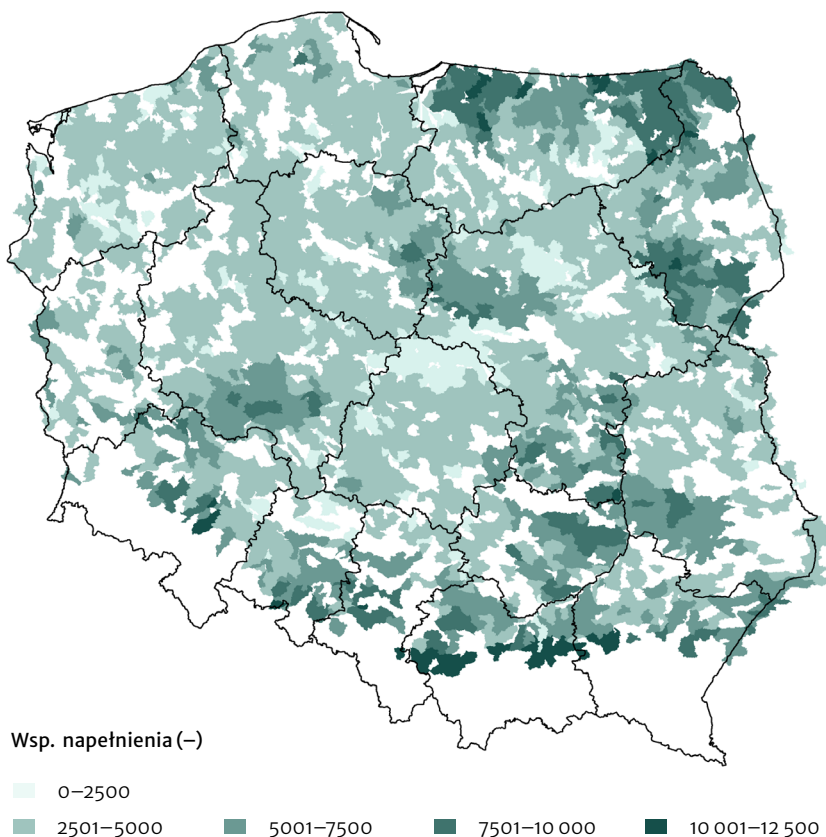
Rysunek 6 przedstawia zmianę w latach sumarycznej objętości wody zgromadzonej w małych zbiornikach wodnych na tle symulowanych potrzeb wodnych nawodnień uzupełniających w skali kraju. Wyniki eksperymentu wyraźnie pokazują, że wielkość retencji zbiornikowej w małych obiektach retencyjnych jest zależna od rocznej sumy opadów. Tym samym obiekty te gromadzą więcej wody w latach mokrych i znacząco mniej w latach suchych. Zważywszy na fakt, iż znacznie większe zapotrzebowanie na nawodnienia uzupełniające występuje w latach suchych, obiekty te nie są w stanie w sposób wystarczający pokryć tych potrzeb. W ujęciu ogólnopolskim szczególnie wyraźnie widać to w roku 2015, gdzie potrzeby wodne sięgnęły  $2,5 \text{ km}^3$ , zaś objętość wody zgromadzona w małych zbiornikach wodnych zaledwie  $0,7 \text{ km}^3$  (ok. 30% zapotrzebowania). Z drugiej strony widać wyraźnie, że w latach mokrych o zdecydowanie niższym zapotrzebowaniu na nawodnienia uzupełniające (poniżej  $1 \text{ km}^3$ ), obiekty małej retencji są w stanie zretencjonować wystarczającą objętość wody na zaspokojenie potrzeb wodnych.



**RYSUNEK 6.** Symulowane zmiany sumarycznej objętości wody zgromadzonej w małych zbiornikach wodnych w Polsce w latach 1993–2019 na tle potencjalnej objętości wody niezbędnej do nawodnień oraz rocznej sumy opadów.

Z uwagi na bardzo wyraźne zróżnicowanie przestrzenne potrzeb nawodnieniowych w skali kraju (Rysunek 3), na Rysunku 7 zaprezentowano dodatkowo mapę przedstawiającą współczynnik napełnienia małych zbiorników wodnych, wyrażający stosunek objętości wody zgromadzonej w zbiorniku w roku suchym (2015) do jego pojemności maksymalnej (odpowiadającej potrzebom wodnym). Wartości współczynnika zawierają się między 0 (brak napełnienia) a 1 (napełnienie całkowite). Ze względu na przyjęte założenie scenariusza współczynnik napełnienia jest wypadkową dwóch czynników: sumarycznej maksymalnej objętości wody do zretencjonowania oraz sumy opadów atmosferycznych w zlewni. W związku z tym niski





**RYSUNEK 7.** Przestrzenne zróżnicowanie współczynnika napełnienia małych zbiorników wodnych dla roku 2015.

współczynnik napełnienia może być wynikiem niskich opadów lub dużej objętości wody potrzebnej do nawodnień bądź też sumą tych dwóch czynników. Z analizy Rysunku 5 wynika, iż dla obszaru centralnej Polski, a w szczególności w województwach: wielkopolskim, kujawsko-pomorskim i łódzkim, gdzie potrzeby wodne są największe, odnotowuje się wyjątkowo niski współczynnik napełnienia zbiorników wodnych ( $< 0,25$ ). Wysoki współczynnik napełnienia widoczny jest w Polsce północno-wschodniej oraz południowej, co jest wynikiem małego zapotrzebowania na nawodnienia uzupełniające. Wyniki

eksperymentu modelowego potwierdzają obawy o niewystarczającym zabezpieczeniu potrzeb wodnych rolnictwa nawadnianego w latach bardzo suchych wyłącznie poprzez budowę obiektów małej retencji lub pobory wody z cieków i podkreślają strategiczne znaczenie zasobów wód podziemnych w tym zakresie.

### 3.3 Poprawa funkcjonowania systemów melioracyjnych

#### *Melioracje odwadniające*

W latach 1951–1995 zrealizowano w Polsce bardzo duży program inwestycji melioracyjnych. Całkowitą zmeliorowaną powierzchnię użytków rolnych określa się na 6,4 mln ha, co stanowiło 39% całkowitej powierzchni użytków rolnych, w tym grunty orne zmeliorowano w 38% (4,59 mln ha), a użytki zielone w 56% (1,78 mln ha). Na użytkach zielonych część rowów na powierzchni około 0,5 mln ha była wyposażona w zastawki, które umożliwiały stosowanie nawodnień podsiąkowych lub odpływu regulowanego (Pierzgalski, Jeznach 2006). Pozostały obszar był początkowo odwadniany za pomocą rowów, a w przypadku ich niedostatecznego odwadniania między rowami instalowano rurociągi drenarskie. Melioracje na gruntach ornych pełniły głównie funkcję odwadniającą, gdyż na powierzchni 3,97 mln ha wykonano drenowanie. Oddziaływanie drenowania polega na obniżeniu poziomu wody gruntowej poniżej warstwy korzeniowej. Wskutek tego zwiększa się natlenienie gleby, co z kolei umożliwia korzystny rozwój mikroorganizmów glebowych i lepsze wykorzystanie nawozów przez rośliny. Na obszarach zdrenowanych w ówczesnych warunkach klimatycznych możliwe było przeprowadzanie zabiegów agrotechnicznych o około 2 do 4 tygodni wcześniej w porównaniu z polami niedrenowanymi. Osuszenie gleby wpływa także na jej ocieplenie i tym samym wydłużenie sezonu wegetacyjnego. Skutkiem tych oddziaływań drenowania uzyskiwano wzrost plonów (Szymański, Kostrzewa 1986), a także zmniejszenie ich uzależnienia od pogody (Tabela 11).

**TABELA 11. Wpływ drenowania na wzrost plonów.**

Rośliny	Plony [t/ha]		Przyrost plonu wskutek drenowania	
	przed dre-nowaniem	po zdre-nowaniu	[t/ha]	[%]
Cztery zboża	2,0	2,7	0,7	33,3
Buraki pastewne	26,6	30,9	4,3	16,3
Ziemniaki	15,1	18,6	3,5	23,0
Rzepak ozimy	1,5	2,1	0,6	38,7

Oprócz ilościowego i jakościowego wzrostu plonów, do najważniejszych efektów inwestycji melioracyjnych zrealizowanych w okresie 1951–1995 można zaliczyć zwiększenie powierzchni rolnej, poprawę warunków agrotechnicznych i komunikacyjnych. Wpłynęło to oczywiście na rozwój gospodarczy i społeczny zarówno w skali lokalnej, jak i całego kraju.

Jednakże przy tak dużej odwadnianej powierzchni gruntów rolnych pojawiły się zagrożenia i sytuacje konfliktowe wynikające głównie z niesterowalnego funkcjonowania urządzeń odwadniających. Wpłynęły one na przyspieszenie obiegu wody w zlewni prowadząc do zmniejszenia zasobów wodnych, zwiększył się transfer zanieczyszczeń z pól za pomocą rowów do wód powierzchniowych oraz przepływ związków chemicznych z gleb z siecią drenarską. Obecnie negatywnie ocenia się przekształcanie mokradeł do celów produkcji roślinnej, co oczywiście powodowało zniszczenie niektórych biotopów, murszenie gleb organicznych i uwalnianie wskutek tego procesu związków azotu, przyczyniając się do zanieczyszczania wód powierzchniowych. Także aktualnie formułowane są zarzuty odnośnie metod i zakresu wykonywania prac utrzymaniowych na ciekach wodnych stanowiących ważny element systemu melioracyjnego.

Obecnie istnieje szereg metod i sposobów ograniczających wymienione wyżej zagrożenia. Zmniejszanie zasobów wodnych można

ograniczyć wyposażając rowy i ciekki wodne w urządzenia piętrzące i zamieniając w ten sposób niesterowalne systemy odwadniające na sterowalne, czyli na odpływ regulowany. Można także za pomocą prostych urządzeń w studzienkach drenarskich kontrolować ilość odpływającej wody do odbiorników. Ponadto należy upowszechnić na dużą skalę retencjonowanie wód odpływających z urządzeń melioracyjnych. Istnieją w świecie obiekty melioracyjne z częściową recyrkulacją wody.

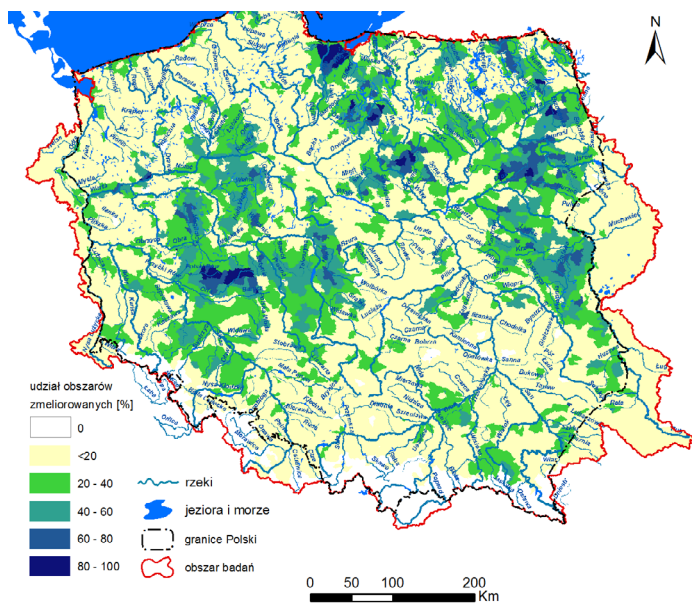
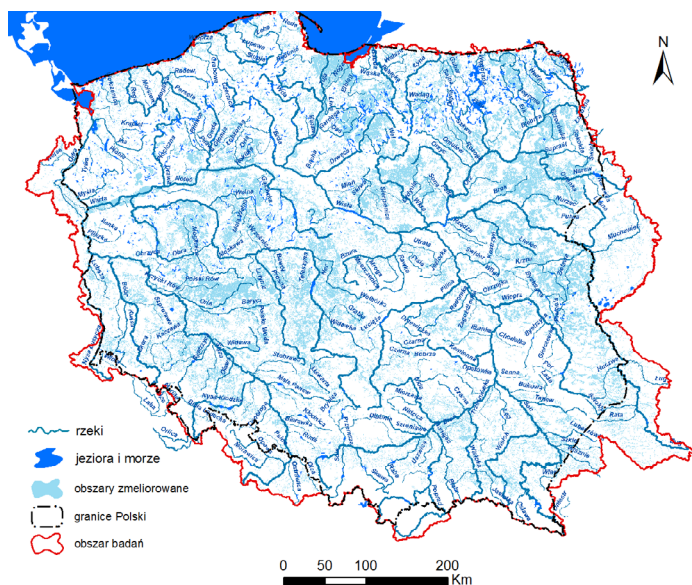
Systemy melioracyjne mogą pełnić także ważne role w obiegu wody w zlewni rzecznej, w ochronie przed powodzią, ochronie środowiska oraz w ograniczaniu emisji gazów cieplarnianych. Znane są rozwiązania ograniczające odpływ związków chemicznych z obiektów melioracyjnych zlokalizowanych na glebach mineralnych. Zmniejszenie zanieczyszczenia wód wskutek murszenia gleb torfowych jest możliwe poprzez precyzyjne regulowanie poziomu wody gruntowej, co jednocześnie może przyczynić się do redukcji emisji metanu i dwutlenku węgla. Mokrada, których funkcje produkcyjne utraciły znaczenie, można objąć renaturyzacją. Na obszarach chronionych konieczne jest dostosowanie terminów prac utrzymaniowych oraz zakresu eksploatacji urządzeń do wymagań i ograniczeń wynikających z zadań ochronnych. Większość systemów odwadniających powinna zostać zmodernizowana w celu poprawy ich funkcjonowania i przystosowania do pełnienia funkcji zarówno produkcyjnych, jak i pozaprodukcyjnych. Sterowalne systemy melioracyjne powinny być istotnym elementem systemu ochrony przed powodzią. Retencjonowanie wód drenarskich w lokalnych zbiornikach powinno być jednym z ważniejszych celów modernizacji istniejących systemów drenarskich. Konieczne jest włączenie systemów melioracyjnych w system gospodarowania wodą w ujęciu zlewniowym.

Aktualny stan infrastruktury melioracyjnej jest obecnie oceniany jako zły i wymaga radykalnej poprawy i modernizacji. W tych przedsięwzięciach należy uwzględnić zarówno dotychczasowe doświadczenia, jak i prognozy warunków, w jakich będą one funkcjonować w przyszłości.

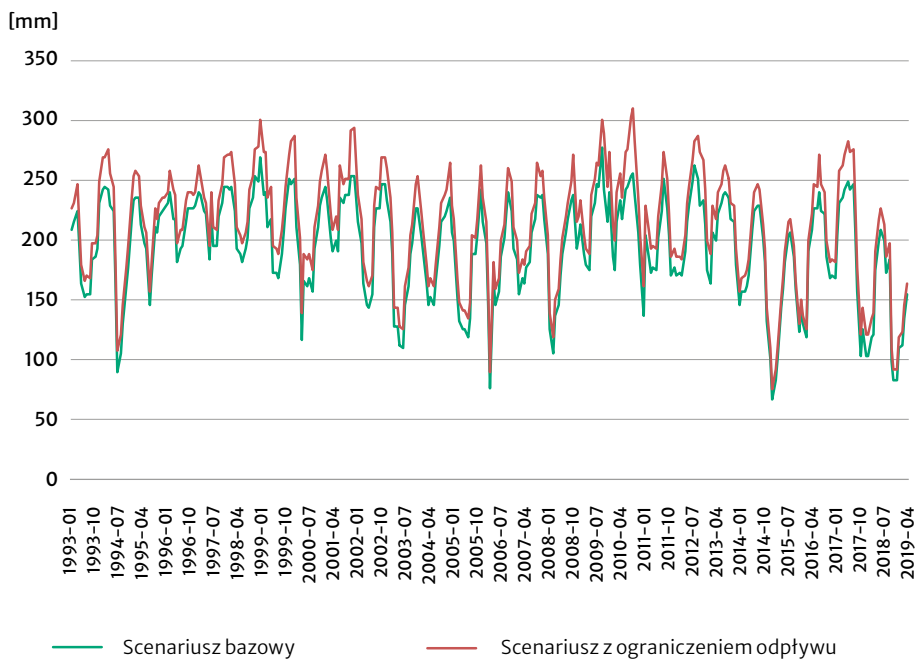
### *Symulacja możliwości zwiększenia retencji glebowej poprzez ograniczenie odpływu z systemów melioracyjnych i sieci drenarskich*

W trzecim eksperymencie obliczeniowym podjęto próbę oszacowania zwiększenia retencji glebowej poprzez ograniczenie (opóźnienie) odpływu z systemów melioracyjnych i sieci drenarskich na wyposażonych w nieużytkach rolnych. Zasięg tych obszarów pokrywających 50 000 km<sup>2</sup> terenu całego kraju zaprezentowano na Rysunku 8. Wskaźnikiem, który analizowano podczas obliczeń, była zawartość wody (mm) w profilu glebowym w okresie wegetacyjnym (kwiecień–wrzesień), którą w kolejnym kroku mnożąc przez powierzchnię obszarów przeliczono na objętość zretencjonowanej wody (m<sup>3</sup>).

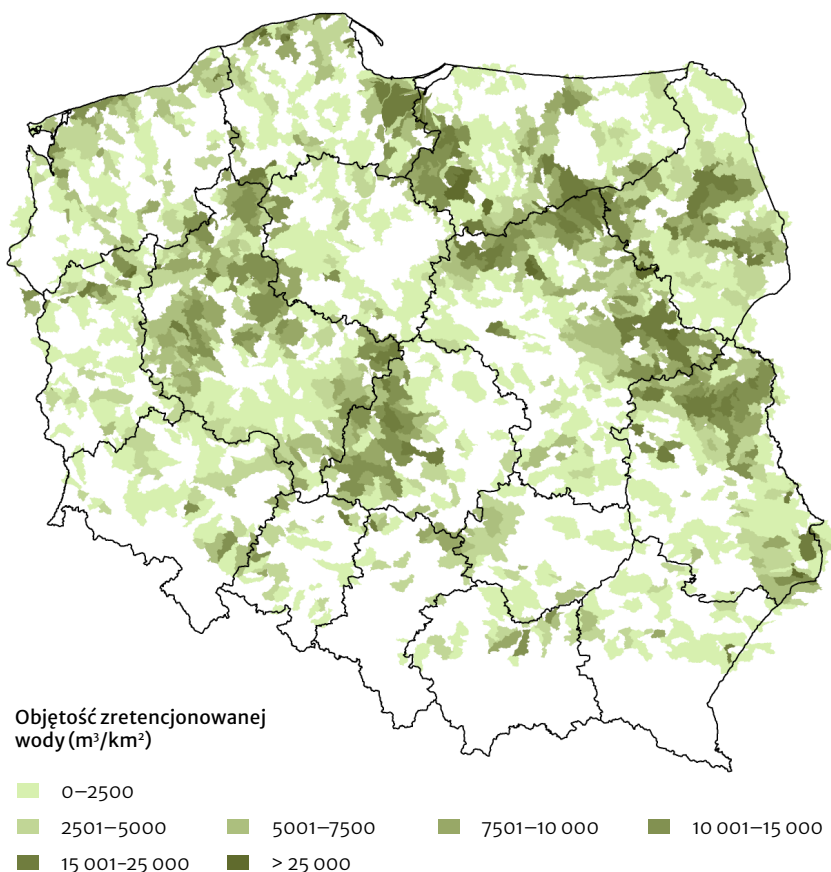
Na Rysunku 9 przedstawiono dynamikę uśrednionej dla obszaru kraju zawartości wody w profilu glebowym dla scenariusza bazowego (status quo) oraz scenariusza z ograniczeniem odpływu z drenów i rowów melioracyjnych. Różnica bezwzględna tych wartości pokazuje, jaką dodatkową objętość wody można zretencjonować na analizowanych obszarach w przypadku ograniczenia swobodnego odpływu wody. Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że w okresie wegetacyjnym zawartość wody jaką można dodatkowo zretencjonować w profilu glebowym wynosi średnio 18 mm, co w przeliczeniu na objętość wody daje ok. 0,9 km<sup>3</sup> (wzrost o 9,5%) w skali kraju. Taka zmiana powinna wpłynąć korzystnie na dostępność wody dla roślin i wielkość plonów na tych obszarach. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, iż stałe ograniczenie odpływu z systemów melioracyjnych powoduje duży wzrost uwilgotnienia w okresie zimowym i wiosennym (Rysunek 9), co mogłoby spowodować znaczne opóźnienie rozpoczęcia prac polowych. Stąd istotne jest, aby ograniczenie odpływu było regulowane w czasie. Przestrzenne zróżnicowanie objętości zretencjonowanej wody na obszarze kraju zaprezentowano na Rysunku 10. Z analizy mapy wynika, że obszary o większej gęstości systemów melioracyjnych: woj. wielkopolskie, mazowieckie, lubelskie (Rysunek 8) retencjonują znacznie większą objętość wody w profilu glebowym.



**RYSUNEK 8.** Lokalizacja obszarów zmeliorowanych i zdrenowanych uwzględnionych w strukturze modelu hydrologicznego wraz z procentowym udziałem tych obszarów w zlewniach cząstkowych.



**RYSUNEK 9.** Zmiany średniej miesięcznej zawartości wody w profilu glebowym na obszarach zmeliorowanych w Polsce w okresie 1993–2019.



**RYSUNEK 10.** Przestrzenne zróżnicowanie objętości zretencjonowanej wody w profilu glebowym w skrajnie suchym roku 2015 wywołane ograniczeniem odpływu z sieci drenarskich i melioracyjnych wyrażone w m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> powierzchni zlewni cząstkowej.

### *Melioracje nawadniające*

Susze pojawiają się w Polsce coraz częściej, a straty nimi wywołane w produkcji roślinnej są znaczące. W 2015 roku ekstremalnie straty oszacowano na 1,5 mld zł, a w 2019 roku wypłacono rolnikom odszkodowania w wysokości około jednego miliarda zł, co pokrywało



30–80% rzeczywistych strat (Bagiński i in. 2019). Łabędzki podaje, że straty w rolnictwie wskutek susz są bardzo duże, dochodzące do całkowitej uprawy plonów i wyniosły w latach 1982–1983 – 5–40%, w 1992 – 25–30%, w 2000 i 2003 – 30–80%, w 2005 i 2006 – 20–60%.

W celu zmniejszenia strat konieczne są działania mające na celu:

- zwiększenie zdolności retencyjnych gleby za pomocą metod agrotechnicznych,
- użytkowanie roślin o małych potrzebach wodnych,
- użytkowanie roślin o dużych potrzebach wodnych, lecz bardzo opłacalnych ekonomicznie,
- zwiększenie zasobów wodnych metodami małej retencji stanowiącą podstawę rozwoju nawodnień,
- stosowanie systemów nawadniających,
- prognozowanie susz i monitorowanie ich przebiegu,
- wprowadzenie systemów zarządzania zasobami wodnymi w skali zlewni rzecznej z zastosowaniem metod teledetekcyjnych i systemem informacji przestrzennej.

Podstawowym sposobem umożliwiającym produkcję roślinną w warunkach suszy są nawodnienia. W Polsce, w przeciwieństwie do wielu krajów o bardzo niskich opadach, produkcja roślinna wymaga jedynie nawodnień uzupełniających w sytuacjach, gdy opady są niższe od przeciętnych. Dlatego ich efektywność zależy od rodzaju roślin, gleb, przebiegu pogody. Systemy nawadniające mogą być skutecznie wykorzystywane do ochrony przed przymrozkami, zaś melioracje w dolinach rzek, gdzie przeważają użytki zielone, powinny pełnić funkcję odwadniająco-nawadniającą. Dzięki prawidłowo eksploatowanym systemom nawodnień podsiąkowych, plony siana mogą być wyższe nawet dwu- lub trzykrotnie w porównaniu z nienawadnianymi użytkami zielonymi, zwłaszcza w latach suchych. Coraz bardziej znaczące jest stosowanie nawodnień podsiąkowych na glebach organicznych w celu ich ochrony przed degradacją w procesie murszenia. Proces ten zainicjowany odwodnieniem, a następnie przesuszeniem profilu glebowego, prowadzi do zniszczenia struktury torfu, mobilizacji azotu,

a także uwalniania znaczących ilości dwutlenku węgla. Natomiast na gruntach ornych prawie nie stosuje się nawodnień. Można więc powiedzieć, że w latach przeciętnych pod względem warunków meteorologicznych i hydraulicznych nie występują problemy w produkcji roślinnej. Natomiast w latach o ekstremalnych zjawiskach pogodowych rolnicy oczekują odszkodowań. Oczywiście taka sytuacja, według prognozowanych zmian klimatu, może się zmienić i bez dodatkowych nawodnień plony produkcji roślinnej nie będą konkurencyjne w stosunku do importowanych. Niewątpliwie nasuwa się wniosek, że w przyszłości bez inwestowania w urządzenia nawodnieniowe trudno będzie gospodarstwom rolnym sprostać na rynku rolnym.

W przedstawionej wcześniej symulacji wzrostu powierzchni nawadnianej przyjęto, że systemy nawadniające zostaną wykonane na 23 000 km<sup>2</sup>, czyli na 8% powierzchni kraju. Przyjęta wielkość jest realna, ale w przypadku, gdy nawodnienia nie będą pełniły, jak obecnie, funkcji nawodnień uzupełniających lecz, gdy bez zwiększenia nawodnień produkcja roślinna będzie na obecnym poziomie niemożliwa. Wykazanie realności wyników badań symulacyjnych wymaga, oprócz ustalenia możliwości poboru niezbędnych ilości wody, także określenia kosztów inwestycji nawadniających i możliwych źródeł ich pokrycia. Określenie kosztów inwestycyjnych dla tak dużego obszaru może być tylko orientacyjne, gdyż zależy m.in. od uprawianych roślin, właściwości wodnych gleby, doboru systemu nawadniającego, wielkości obiektu, odległości od źródła wody itp.

Według opracowania przygotowanego na podstawie wyników konferencji w Puławach w dn. 5 marca 2020 pt. „Adaptacja gospodarki wodnej w rolnictwie do zmieniającego się klimatu” urządzenia nawadniające na 1 ha sadu i warzyw wahają się od 8 tysięcy zł (mikrodeszczownie) do 13 tysięcy zł (nawodnienie kropłowe), czyli mikronawodnienia około 11 tysięcy zł/ha.

Natomiast do nawadniania upraw polowych powszechnie stosuje się deszczownie szpulowe, których koszt według aktualnych katalogów waha się w granicach 20–120 tysięcy złotych. W zależności od typu deszczowni jedna deszczownia szpulowa może nawadniać

od kilku do nawet 70 ha. W obliczeniach kosztu nawodnień deszczownianych przyjęto 4000 zł/ha.

Na użytkach zielonych stosowane są nawodnienia podsiąkowe. Orientacyjny koszt nowego systemu nawodnień podsiąkowych według informacji ustnych firmy Bipromel sp. z o.o. wynosi około 28 tysięcy zł/ha. Obejmuje on piętrzenie i ujęcie wody w dolinie cieku, doprowadzalnik z urządzeniami rozrządu wody, zastawki, przepustozastawki oraz rowy nawadniające. Natomiast koszt modernizacji i konserwacji istniejącego systemu można szacować na około 5 tysięcy zł/ha. Zgodnie z wynikami symulacji uzyskania możliwych ilości wody przyjęto powierzchnię do nawodnień 23 000 km<sup>2</sup>, czyli około 8% powierzchni Polski. Przyjęto następujące powierzchnie nawadniane poszczególnymi systemami:

- użytki zielone: nowy system nawodnień podsiąkowych – 200000 ha, modernizacja istniejącego systemu – 300000 ha,
- sady i warzywa: mikronawodnienia – 700000 ha,
- grunty rolne: deszczownie – 110000 ha.

Orientacyjny koszt nawodnienia powierzchni 2300000 ha wyniesie:

- 200000ha x 28000 zł/ha = 5,6 mld zł,
- 300000 ha x 5000 zł/ha = 1,5 mld zł,
- 700000 ha x 11000 zł/ha = 7,7 mld zł,
- 1100000 ha x 4000 zł/ha = 4,4 mld zł

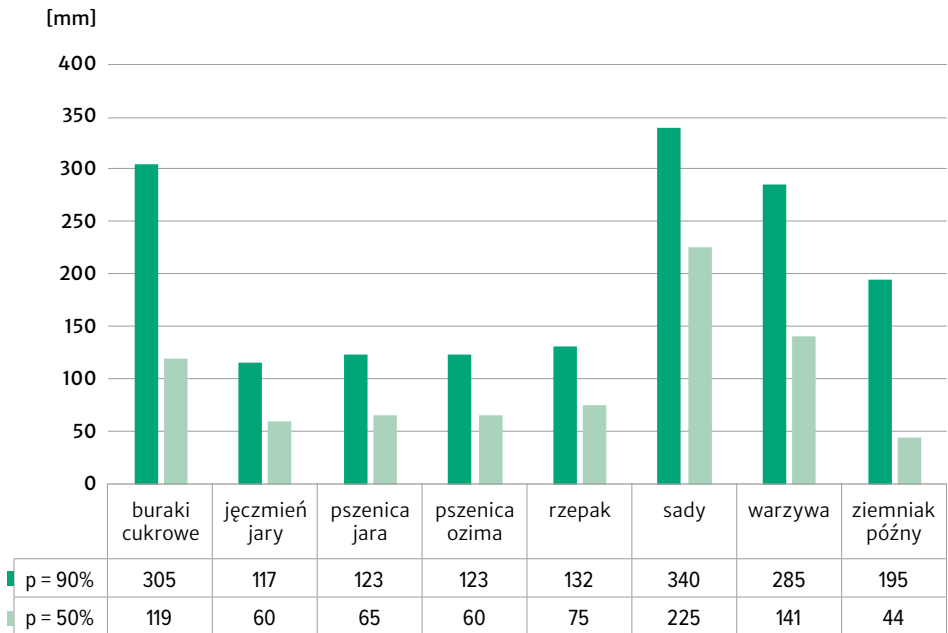
---

Razem = 19,2 mld zł

Ważnym podkreślenia jest fakt, że powyższe szacunkowe koszty nie ujmują doprowadzenia wody do gospodarstwa, co może wiązać się z dodatkowymi kosztami budowy studni, budowy małego zbiornika i rurociągu do gospodarstwa lub grupy gospodarstw, czy wreszcie budowy dużego zbiornika retencyjnego i regionalnej sieci rurociągów rozprowadzających wodę.

Oczywiście, przedstawione orientacyjne koszty są bardzo duże, przyjęte dla warunków maksymalnego obszaru nawadniania wynikającego zarówno z warunków klimatycznych, jak i rynkowych, i wskazujące na możliwe niezbędne inwestycje w rolnictwie, które w części mogłyby być pokryte z budżetu Wspólnej Polityki Rolnej Unii Europejskiej.

W celu oceny realności przyjętych w obliczeniach modelowych zasobów wody niezbędnych do nawodnień porównano je do oszacowanych dla jednego z najbardziej ubogich obszarów w Polsce pod względem opadów, czyli Kujaw południowo-zachodnich (Pierzgalski i in. 2009). Na Rysunku 11 przedstawiono wielkość niedoborów wodnych w tym obszarze przy różnych prawdopodobieństwach ich wystąpienia.



**RYSUNEK 11. Niedobory wodne roślin uprawnych w regionie Kujaw południowo-zachodnich.**

Z analizy Rysunku 11 wynika, że przyjęta w badaniach modelowych wielkość niedoboru wody równa 100 mm przy 90% prawdopodobieństwa jego wystąpienia jest zbyt mała w przypadku buraków cukrowych, sadów i warzyw. Obliczone dawki sezonowe dla całego obszaru i przyjętej uprawy roślin wyniosły 83 mm i 174 mm odpowiednio przy 50 i 90 procentowym prawdopodobieństwie wystąpienia niedoborów w sezonie wegetacyjnym, czyli średnio 129 mm. Jest to wielkość wprawdzie wyższa od przyjętej w obliczeniach modelowych, lecz można ją uznać za miarodajną biorąc pod uwagę, że niedobory wodne obliczone dla Kujaw są znacznie większe od uwarunkowań wodnych występujących na analizowanej powierzchni 23000 km<sup>2</sup>.

# Strategie i programy o kluczowym znaczeniu dla gospodarowania wodą w rolnictwie

Rolnictwo w Polsce funkcjonuje w określonym porządku prawnym i regulacjach krajowych a także tych, które wynikają z naszej obecności w Unii Europejskiej. Do analizy wybrano te programy i strategie, które zdaniem ekspertów mogą mieć największe znaczenia dla funkcjonowania rolnictwa w aspekcie środowiskowo-wodnym.

Wszystkie dokumenty analizowano w czerwcu i lipcu 2022 roku, stąd niektóre z nich mogły się nieznacznie zmienić od tego czasu. Z pewnością zasadnicze znaczenie mają dokumenty opracowane przez Komisję Europejską, biorąc pod uwagę ścisłą zależność polskiego rolnictwa od Wspólnej Polityki Rolnej. Okres od grudnia 2019 roku, trwający zresztą do dzisiaj, charakteryzuje się ogłaszaniem strategii będących pokłosiem Europejskiego Zielonego Ładu, jednak nieobudowanych jeszcze dokumentami wykonawczymi w postaci dyrektyw lub rozporządzeń.

Odnosząc się do tytułowego dokumentu niniejszego opracowania, którym jest Strategia „Od pola do stołu”, trzeba zauważyć, że uznawana jest ona za kluczowy element Zielonego Ładu. Jak stwierdzają jej autorzy, uwzględnia ona w kompleksowy sposób wyzwania związane ze zrównoważonymi systemami żywnościowymi i uznaje nierozzerwalne związki między zdrowymi ludźmi, zdrowymi

społeczeństwami i zdrową planetą. Strategia jest również głównym elementem programu Komisji na rzecz osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju ONZ.

W strategii głównym motywem jest zapewnienie zrównoważonej gospodarki żywnościowej, a narzędziem tego ma być modyfikacja elementów łańcucha żywnościowego. Należy rozumieć, że u podstaw tego łańcucha leży między innymi zapewnienie roślinom uprawnym właściwych warunków wodnych w sposób niezagrażający środowisku, w szczególności klimatowi.

## **A. DOKUMENTY UNII EUROPEJSKIEJ**

- 1.** Europejski Zielony Ład. 11.12.2019
- 2.** Unijna strategia na rzecz bioróżnorodności 2030. Przywracanie przyrody do naszego życia. 20.05.2020
- 3.** Strategia „Od pola do stołu” na rzecz sprawiedliwego, zdrowego i przyjaznego dla środowiska systemu żywnościowego. 20.05.2020
- 4.** Długoterminowa wizja dla obszarów wiejskich UE – W kierunku silniejszych, lepiej skomunikowanych, odpornych i zamożnych obszarów wiejskich do 2040 r. 30.06.2021
- 5.** Strategia UE na rzecz ochrony gleb 2030. Korzyści ze zdrowych gleb dla ludzi, żywności, przyrody i klimatu. 17.11.2021
- 6.** Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie odbudowy przyrody. Projekt

## **B. DOKUMENTY KRAJOWE PRZYGOTOWANE NA POLECENIE UNII EUROPEJSKIEJ**

- 1.** Krajowy Plan Strategiczny dla Wspólnej Polityki Rolnej 2023–2027. 22.12.2021.
- 2.** Krajowy Plan Odbudowy i Zwiększania Odporności. 06.2022

## **C. DOKUMENTY KRAJOWE**

- 1.** Strategia zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa 2030. 05.12.2019; w trakcie aktualizacji
- 2.** Polski Ład dla Polskiej Wsi. 2021.
- 3.** Program przeciwdziałania niedoborowi wody na lata 2022–2027 z perspektywą do roku 2030. 20.06.2022; w trakcie konsultacji publicznych (24.07.2022).

### **A1. EUROPEJSKI ZIELONY ŁAD**

W Europejskim Zielonym Ładzie stwierdzono, że centralną rolę w ograniczaniu różnego rodzaju zapotrzebowania na zasoby gruntowe w UE i przeciwdziałaniu zmianie klimatu ma do odegrania zrównoważona niebieska gospodarka. W rozumieniu UE „niebieska gospodarka” dotyczy gospodarowania wodami morskimi. Tym niemniej stwierdza się, że sektor ten może przyczynić się do „zielonej transformacji” dzięki promowaniu np. produkcji i wykorzystania nowych źródeł białka w postaci morskich organizmów, co mogłoby złagodzić presję żywieniową na grunty rolne.



## A2. UNIJNA STRATEGIA NA RZECZ BIORÓŻNORODNOŚCI 2030.

### PRZYWRACANIE PRZYRODY DO NASZEGO ŻYCIA

W strategii stwierdza się, że skutki erozji gleby i utraty węgla organicznego w glebie, spotęgowane jeszcze przez zmianę klimatu, stają się coraz bardziej widoczne. Pustynnienie również stanowi coraz większe zagrożenie w UE. Trzeba jednak zauważyć, że pojęcie pustynnienia nie dotyczy zasadniczo Polski, bowiem jak dotąd nie stwierdzono w naszym kraju pojawiania się na większą skalę gatunków pustynnych.

W kwestii odbudowy ekosystemów słodkowodnych stwierdza się, że unijne ramy prawne dotyczące wody są ambitne, ale ich wdrażanie jest opóźnione i konieczna jest intensyfikacja ich egzekwowania. Aby osiągnąć cele ramowej dyrektywy wodnej, konieczne jest podjęcie większych starań w celu odbudowania ekosystemów słodkowodnych i przywrócenia naturalnych funkcji rzek. Można to osiągnąć poprzez usuwanie lub dostosowywanie barier uniemożliwiających przepływ ryb migrujących oraz poprawę przepływu wody i osadów. Aby urzeczywistnić ten cel, do 2030 r. co najmniej 25 000 km rzek ma odzyskać charakter rzek o swobodnym przepływie, głównie w wyniku usunięcia przestarzałych barier i przywrócenia równin zalewowych i terenów podmokłych. Władze państw członkowskich powinny przeprowadzić przegląd zezwoleń na pobór i piętrzenie wód, aby wdrożyć przepływy hydrobiologiczne w celu osiągnięcia dobrego stanu lub potencjału wszystkich wód powierzchniowych oraz dobrego stanu wszystkich wód gruntowych najpóźniej do 2027 r., zgodnie z wymogami ramowej dyrektywy wodnej. W tym celu do 2023 r. Komisja zapewni państwom członkowskim wsparcie techniczne w związku z wdrażanymi przez nie środkami. Wg strategii, inwestycje te mogą usprawnić regulację wód i ochronę przeciwpowodziową, poprawić stan siedlisk dojrzewania narybku i przyczynić się do usuwania zanieczyszczeń biogennych.

### A3. STRATEGIA „OD POLA DO STOŁU” NA RZECZ SPRAWIEDLIWEGO, ZDROWEGO I PRZYJAZNEGO DLA ŚRODOWISKA SYSTEMU ŻYWNOŚCIOWEGO

W strategii uznaje się za potrzebne zapewnienie, aby łańcuch żywnościowy, obejmujący produkcję, transport, dystrybucję, marketing i konsumpcję żywności, miał neutralny lub pozytywny wpływ na środowisko, poprzez ochronę i odbudowę zasobów lądowych, słodkowodnych i morskich, od których zależy system żywnościowy. Niezbędne są: pomoc w łagodzeniu zmiany klimatu i przystosowaniu się do jej skutków; ochrona gruntów, gleby, wody, powietrza, zdrowia roślin oraz zdrowia i dobrostanu zwierząt, a także powstrzymanie utraty różnorodności biologicznej.

### A4. DŁUGOTERMINOWA WIZJA DLA OBSZARÓW WIEJSKICH UE – W KIERUNKU SILNIEJSZYCH, LEPIEJ SKOMUNIKOWANYCH, ODPORNYCH I ZAMOŻNYCH OBSZARÓW WIEJSKICH DO 2040 R.

W dokumencie tym dużo uwagi poświęca się działaniom na rzecz klimatu prowadzonym na torfowiskach, poprzez uprawy sprzyjające pochłanianiu dwutlenku węgla przez glebę. Ma to związek z hasłem rozwoju systemów paludikultury, czyli sposobów gospodarowania rolniczego w warunkach wysokiego uwodnienia.

Stwierdza się, że odtwarzanie, ponowne nawadnianie i ochrona terenów podmokłych i torfowisk ma ogromny potencjał, jeżeli chodzi o korzyści dla klimatu, ponieważ może przynieść natychmiastowe, znaczne ograniczenie emisji na stosunkowo niewielkim obszarze, przy jednoczesnym zapewnieniu szeregu dodatkowych korzyści związanych z gospodarką wodną i różnorodnością biologiczną.

Przekształcenie to byłoby bardziej skuteczne przy zastosowaniu podejścia terytorialnego, w szczególności na obszarach wiejskich, na których znajdują się rozległe torfowiska. Regiony te mogłyby skorzystać ze wsparcia w ramach Funduszu na rzecz Sprawiedliwej Transformacji. Inicjatywy dotyczące uprawy sprzyjającej pochłanianiu dwutlenku węgla przez glebę, mogłyby stanowić dodatkowe źródło

dochodów dla rolników i leśników, rodzaj wynagrodzenia za sekwestrację dwutlenku węgla. Jak wskazano w strategii „Od pola do stołu”, nowa unijna inicjatywa dotycząca uprawy sprzyjającej pochłanianiu dwutlenku węgla przez glebę, będzie propagować ten nowy model biznesowy. WPR, politykę spójności i program LIFE można wykorzystać do wspierania rozwoju pilotażowych inicjatyw dotyczących uprawy sprzyjającej pochłanianiu dwutlenku węgla przez glebę w odpowiednich regionach. Szczególne znaczenie będzie miało zapewnienie rolnikom i leśnikom silnego wsparcia w formie doradztwa.

#### A5. STRATEGIA UE NA RZECZ OCHRONY GLEB 2030. KORZYŚCI ZE ZDROWYCH GLEB DLA LUDZI, ŻYWNOCI, PRZYRODY I KLIMATU

W strategii poświęcono szczególnie dużo uwagi zagadnieniu gospodarki wodnej, jako jednemu z kluczowych czynników mających wpływ na stan zasobów glebowych.

Cele średnioterminowe do strategii 2030 r. to m.in.:

- zwalczanie pustynnienia, odtworzenie zdegradowanych gruntów i gleb, w tym terenów dotkniętych pustynnieniem, suszami i powodziami; dążenie do budowy świata, w którym nie będzie występować proces degradacji ziemi,
- rekultywacja istotnych obszarów zdegradowanych i ekosystemów bogatych w węgiel, w tym gleby,
- osiągnięcie dobrego stanu ekologicznego i chemicznego wód powierzchniowych oraz dobrego stanu chemicznego i stanu ilościowego wód gruntowych do 2027 r.

Uznaje się przy tym, że w odniesieniu do zmiany klimatu ważną rolę odgrywają gleby organiczne (w tym torfowiska), charakteryzujące się wysoką zawartością węgla pierwiastkowego w suchej masie, wynoszącą ponad 20% i obejmujące 8% powierzchni UE. Odwadnianie torfowisk we wszystkich kategoriach gruntów w samej Europie odpowiada za około 5% łącznych emisji gazów cieplarnianych w UE. W strategii stwierdza się, że emisje z uprawianych gleb organicznych nadal

nie zmniejszyły się znacząco ze względu na kontynuację szkodliwych praktyk uprawy. Tymczasem przywrócenie odwodnionych gleb organicznych mogłoby znacznie zmniejszyć poziom emisji CO<sub>2</sub> z gruntów, co przynosi liczne dodatkowe korzyści dla przyrody, różnorodności biologicznej i ochrony wód. Przytoczone stwierdzenia współgrają w ten sposób z omówioną powyżej „Długoterminową wizją dla obszarów wiejskich UE ...”.

Aby gleby mogły pomóc w osiągnięciu celu, jakim jest neutralność klimatyczna i przyczynić się do przystosowania do zmiany klimatu, Komisja – zgodnie z pakietem „Gotowi na 55” – postuluje dla gleb organicznych zaproponowanie prawnie wiążących celów w kontekście aktu o odbudowie przyrody, aby ograniczyć odwadnianie terenów podmokłych i gleb organicznych oraz poprawić stan zagospodarowanych i odwodnionych torfowisk w celu utrzymania i zwiększenia zasobów węgla w glebie, zminimalizowania ryzyka powodzi i suszy oraz zwiększenia różnorodności biologicznej, uwzględniając wpływ tych celów na przyszłe inicjatywy na rzecz uprawy sprzyjającej pochłanianiu dwutlenku węgla przez glebę oraz systemy produkcji rolnej i leśnej. Ponadto UE deklaruje zaangażowanie się w ochronę terenów podmokłych i torfowisk zgodnie z przepisami rozporządzenia w sprawie planów strategicznych WPR oraz w ocenę stanu torfowisk w kontekście Globalnej inicjatywy na rzecz torfowisk prowadzonej przez Organizację Narodów Zjednoczonych ds. Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) oraz Program Narodów Zjednoczonych ds. Ochrony Środowiska.

W strategii podkreślono fakt, że gleby, osady i woda są ściśle powiązane. Gleby filtrują, wchłaniają i zatrzymują wodę, ale mogą również ulegać erozji i zanieczyszczeniu. Gdy gleba jest uszczelniona, zmienia się sposób transportowania wody na różnych podłożach. Istotne znaczenie dla gospodarki wodnej mają metody umożliwiające infiltrację gleby przez wody powodziowe; metody te umożliwiają ograniczenie klęsk żywiołowych i zanieczyszczenia zbiorników wodnych. Odtworzenie zdolności gleby do działania w charakterze gąbki może zwiększyć podaż czystej wody słodkiej i zmniejszyć ryzyko powodzi i suszy. Ponadto niektóre bardzo żyzne i bogate w węgiel

pierwiastkowy gleby ulegają erozji i są przenoszone z biegiem rzeki do jej zlewni, zbiorników retencyjnych oraz do morza, gdzie często osad ten jest usuwany w drodze operacji pogłębiania, aby umożliwić żeglugę. Osady te można ponownie wykorzystać, pod warunkiem, że są czyste.

W związku z tym stwierdzono w strategii, że koordynacja polityki dotyczącej wody i gleby ma zasadnicze znaczenie, aby możliwe było uzyskanie dobrego stanu gleb i ekosystemów wodnych poprzez lepsze gospodarowanie glebą i lepszą gospodarkę wodą, również ponad granicami, a także, aby możliwe było zmniejszenie wpływu powodzi na ludzi i gospodarkę. Komisja Europejska rozważy podjęcie kwestii odpowiedniej integracji i koordynacji gospodarowania glebą i gospodarki wodnej, między innymi w ramach oceny skutków dotyczącej aktu prawnego o zdrowiu gleb. Ułatwi również wymianę praktyk między państwami członkowskimi w dziedzinie powiązań między glebą, wodą i osadami, a ponadto opublikuje wytyczne dotyczące zrównoważonego gospodarowania osadami. Państwa członkowskie powinny w miarę możliwości lepiej powiązać gospodarowanie glebą i użytkowanie gruntów w swoich planach gospodarowania wodami w dorzeczu i planach zarządzania ryzykiem powodziowym – w miarę możliwości poprzez zastosowanie rozwiązań opartych na przyrodzie, takich jak ochronne cechy naturalne, cechy krajobrazu, poprawa stanu rzek, równiny zalewowe itp.

Odnosząc się do problemu pustynnienia stwierdzono w strategii, że nasilenie suszy (podobnie jak również gwałtownych opadów atmosferycznych) dotknie Europę, w związku z czym w przyszłości zwiększy się ryzyko procesu pustynnienia, chociaż już teraz można zaobserwować wpływ tych zjawisk na produkcję rolną w Europie. Już w 2008 r. zarówno w krajach śródziemnomorskich, jak i w krajach Europy Środkowo-Wschodniej, zaobserwowano coraz częstsze występowanie procesów prowadzących do pustynnienia, a badanie z 2017 r. potwierdziło tę tendencję. Chociaż trzynastcie państw członkowskich zadeklarowało się jako „strona dotknięta” w ramach konwencji UNCCD, UE jeszcze tego nie uczyniła. Mimo, iż ryzyko

pustynnienia w UE dotyczy konkretnych regionów, skutki środowiskowe, społeczne i gospodarcze mają wpływ na całą UE. Utrata żyzności gleby nie tylko zagraża bezpieczeństwu żywnościowemu, lecz także zmniejsza różnorodność biologiczną zarówno na powierzchni ziemi, jak i pod nią, przyczynia się do zmiany klimatu za sprawą utraty węgla w glebie i wpływu na atmosferę, powoduje ubóstwo i problemy zdrowotne oraz prowadzi do migracji wewnątrz UE i poza nią.

Europejski Trybunał Obrachunkowy stwierdził, że działania podjęte przez Komisję i państwa członkowskie w celu zwalczania pustynnienia są niespójne i że w UE nie istnieje wspólna wizja osiągnięcia neutralności degradacji gruntów do 2030 r.

Pomimo pewnych postępów należy uczynić znacznie więcej, aby skierować sektor rolny w stronę przystosowania do ekstremalnych warunków pogodowych, zwłaszcza na szczeblu gospodarstw rolnych. Dostępnych jest wiele środków ochrony gleby, które pomagają zatrzymywać wodę i zmniejszają zapotrzebowanie na wodę, pozwalają unikać zasolenia i zwiększają odporność na susze. W związku z tym stosowanie konkretnych zrównoważonych praktyk gospodarowania glebą, które pozwalają utrzymać wilgoć, sadzenie krzewów i drzew generujących cień oraz uprawa gatunków i odmian roślin i roślin uprawnych dostosowanych do suchych warunków klimatycznych, może odwrócić tendencję do pustynnienia i umożliwić rekultywację gleb dotkniętych już tym zjawiskiem. Państwa członkowskie zachęca się do opracowania planów postępowania na wypadek suszy oraz do monitorowania występowania suszy i jej dotkliwości z wykorzystaniem konkretnych wskaźników.

Państwa członkowskie powinny, zgodnie z działaniami przewidzianymi w strategii UE w zakresie przystosowania do zmiany klimatu, przyjąć odpowiednie, długoterminowe środki mające na celu zapobieganie degradacji i łagodzenie jej skutków, w szczególności poprzez ograniczenie zużycia wody i dostosowanie upraw do lokalnej dostępności wody, w połączeniu z wykorzystaniem na większą skalę planów zarządzania suszą i stosowaniem zrównoważonego gospodarowania glebami.

## A6. ROZPORZĄDZENIE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY W SPRAWIE ODBUDOWY PRZYRODY. PROJEKT

W projekcie stwierdza się, że ekosystemy, takie jak torfowiska, tereny podmokłe, oceany i lasy mogą – jeśli są w dobrym stanie – usuwać i składować ogromne ilości dwutlenku węgla, a także w znaczącym stopniu przyczyniać się do złagodzenia skutków zmiany klimatu. Odbudowa i ponowne nawadnianie gleb organicznych użytkowanych rolniczo (tj. użytkowanych jako obszary trawiaste i grunty uprawne), które stanowią osuszone torfowiska, pomagają w osiągnięciu znaczących korzyści w zakresie różnorodności biologicznej i znacznej redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz przynoszą inne korzyści dla środowiska, przyczyniając się jednocześnie do zróżnicowania krajobrazu rolniczego. Państwa członkowskie mogą wybrać spośród szerokiej gamy środków odbudowy osuszonych torfowisk użytkowanych rolniczo od przekształcania gruntów uprawnych w trwałe użytki zielone, przez środki w zakresie ekstensyfikacji w połączeniu ze zmniejszonym osuszaniem, aż po pełne ponowne nawadnianie z możliwością użytkowania torfowisk lub wprowadzenie roślinności torfotwórczej. Najistotniejsze korzyści dla klimatu wynikają z odbudowy i ponownego nawadniania gruntów uprawnych, a następnie odtworzenia intensywnych obszarów trawiastych. Aby umożliwić elastyczną realizację celu w zakresie odbudowy osuszonych torfowisk wykorzystywanych w rolnictwie, państwa członkowskie mogą zaliczyć środki odbudowy i ponowne nawadnianie osuszonych torfowisk na obszarach wydobywania torfu, a także, w pewnym stopniu, odbudowę i ponowne nawadnianie osuszonych torfowisk w ramach innych rodzajów użytkowania gruntów (np. lasów), jako przyczyniające się do osiągnięcia celów dotyczących osuszonych torfowisk wykorzystywanych w rolnictwie.

Aby czerpać najpełniejsze korzyści w zakresie różnorodności biologicznej, odbudowa i ponowne nawadnianie osuszonych torfowisk powinny wykraczać poza obszary występowania typów siedlisk podmokłych wymienionych w załączniku I do dyrektywy 92/43/EWG (dyrektywy siedliskowej), które mają być odbudowane i przywrócone. Dane dotyczące zasięgu występowania gleb organicznych oraz

związanych z nimi emisji gazów cieplarnianych i ich pochłaniania są monitorowane i udostępniane w ramach sprawozdawczości sektora LULUCF w krajowych wykazach gazów cieplarnianych opracowywanych przez państwa członkowskie i przedkładanych UNFCCC. Istnieją alternatywne sposoby produktywnego użytkowania odbudowanych i ponownie nawodnionych torfowisk. Przykładowo użytkowanie torfowisk – praktyka polegająca na prowadzeniu działalności uprawnej na podmokłych torfowiskach – może obejmować uprawę różnych rodzajów trzcin, produkcję niektórych rodzajów drewna, uprawę borówek i żurawiny, uprawę torfowców oraz wypas bydła. Praktyki te powinny opierać się na zasadach zrównoważonego gospodarowania i mieć na celu zwiększenie różnorodności biologicznej, tak aby oferowały wysoką wartość zarówno pod względem finansowym, jak i ekologicznym. Użytkowanie torfowisk może być korzystne również dla niektórych gatunków zagrożonych w Unii, a także może ułatwiać łączność między terenami podmokłymi a powiązаныmi z nimi populacjami gatunków w Unii. Finansowanie działań mających na celu odbudowę i ponowne nawadnianie osuszonych torfowisk, a ewentualne straty dochodów mogą być kompensowane z wielu różnych źródeł, w tym z wydatków w ramach budżetu Unii i unijnych programów finansowania.

W Artykule 7. podjęto kwestię odbudowy naturalnej łączności rzek oraz naturalnych funkcji równin zalewowych. Sformułowano propozycje wypełnienia następujących postulatów:

- 1.** Państwa członkowskie sporządzają wykaz barier dla łączności podłużnej i poprzecznej wód powierzchniowych oraz identyfikują te bariery, które należy usunąć, aby przyczynić się do osiągnięcia celów w zakresie odbudowy, jakim jest przywrócenie co najmniej 25 000 km rzek w Unii do stanu swobodnego przepływu do 2030 r.
- 2.** Państwa członkowskie usuwają bariery dla łączności podłużnej i poprzecznej wód powierzchniowych zidentyfikowane. Usuwając bariery, państwa członkowskie zajmują się przede wszystkim



przestarzałymi barierami, które nie są już potrzebne do wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych, żeglugi śródlądowej, zaopatrzenia w wodę lub innych zastosowań.

**3.** Jako uzupełnienie usuwania barier, o którym mowa w ust. 2, państwa członkowskie wprowadzają *środki niezbędne do poprawy naturalnych funkcji powiązanych równin zalewowych*.

Państwa członkowskie wprowadzają ponadto środki odbudowy gleb organicznych użytkowanych rolniczo, które są osuszonymi torfowiskami. Środki te muszą być wprowadzone w odniesieniu do co najmniej:

- a) 30% takich obszarów do 2030 r., z czego co najmniej jedna czwarta musi zostać ponownie nawodniona;
- b) 50% takich obszarów do 2040 r., z czego co najmniej połowa musi zostać ponownie nawodniona;
- c) 70% takich obszarów do 2050 r., z czego co najmniej połowa musi zostać ponownie nawodniona.

Państwa członkowskie mogą wprowadzić środki odbudowy, w tym ponowne nawadnianie, na obszarach wydobywania torfu i uwzględnić je obliczając stopień realizacji odpowiednich celów, o których mowa w pkt. a), b) i c).

Ponadto państwa członkowskie mogą wprowadzić środki odbudowy w celu ponownego nawadniania gleb organicznych, które stanowią osuszone torfowiska w ramach użytkowania gruntów innego niż użytkowanie rolnicze i wydobywanie torfu, oraz zaliczyć maksymalnie do 20% tych obszarów ponownie nawodnionych do obliczania stopnia realizacji celów, o których mowa w pkt. a), b) i c).

Przygotowując krajowe plany odbudowy, państwa członkowskie uwzględniają środki mające na celu osiągnięcie dobrego stanu ekologicznego i chemicznego jednolitych części wód uwzględnionych w planach gospodarowania wodami w dorzeczu, przygotowanymi zgodnie z dyrektywą 2000/60/WE (ramową dyrektywą wodną).

## B1. KRAJOWY PLAN STRATEGICZNY DLA WSPÓLNEJ POLITYKI ROLNEJ 2023-2027

W tym liczącym ponad tysiąc stron dokumencie wśród głównych kwestii wymienia się również wodę. W Planie deklaruje się ustanowienie stref buforowych wzdłuż cieków wodnych, zakaz stosowania nawozów oraz środków ochrony roślin na gruntach rolnych w pobliżu wód powierzchniowych w odległości wynoszącej co najmniej 3 m, minimalną szerokość stref buforowych 3 m.

W Planie deklaruje się również realizację w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich dobrowolnego ekoschematu „Retencjonowanie wody na trwałych użytkach zielonych”. Warunkiem uzyskania płatności w danym roku jest wystąpienie na trwałych użytkach zielonych zalania lub podtopienia, zdefiniowanego jako stan wysycenia profilu glebowego wodą na poziomie przynajmniej 80%, w okresie między 1 maja a 30 września, przez okres co najmniej 12 następujących po sobie dni. Wsparcie będzie dotyczyło gospodarstw realizujących równolegle na danym obszarze zobowiązania w ramach wybranych wariantów pakietów przyrodniczych związanych z zachowaniem cennych siedlisk przyrodniczych i siedlisk zagrożonych gatunków ptaków w ramach Działania rolnośrodowiskowo-klimatycznego PROW 2014–2020.

W Planie znajduje się deklaracja wspierania inwestycji przyczyniających się do ochrony środowiska i klimatu. Inwestycje w zakresie gospodarowania wodą muszą być zgodne z przepisami ustawy Prawo wodne. Wspierane będą inwestycje mające na celu poprawę gospodarowania wodą, w tym:

- budowa, zakup lub instalacja elementów infrastruktury technicznej niezbędnych do pozyskiwania, magazynowania w zamkniętych zbiornikach oraz zagospodarowania wody deszczowej,
- budowa lub zakup instalacji do powtórnego obiegu wody lub oszczędnego gospodarowania wodą.

## B2. KRAJOWY PLAN ODBUDOWY I ZWIĘKSZANIA ODPORNOŚCI

W tym obszernym dokumencie znajduje się punkt pt.: „Inwestycje w zwiększanie potencjału zrównoważonej gospodarki wodnej na obszarach wiejskich”. Jako wyzwania (Challenges) potraktowano diagnozę sytuacji w zakresie stanu gospodarki wodnej na obszarach wiejskich stwierdzając, że w sprawnie działające urządzenia melioracji wodnych wyposażona jest tylko niewielka części zmeliorowanych gruntów. Urządzenia melioracji wodnych są przeważnie w złym stanie technicznym. Natomiast stanowią one istotny element zrównoważonego rozwoju rolnictwa, jak i podstawę gospodarki wodnej. Sprawne funkcjonowanie tych urządzeń, w szczególności ich działanie w systemie nawadniająco-odwadniającego, jest niezbędnym elementem poprawiającym właściwości retencyjne gleby i zapobiegającym suszy glebowej.

Wg autorów urządzenia melioracji wodnych na powierzchni 1,453 mln ha wymagają modernizacji lub odbudowy, w tym 0,861 mln ha gruntów ornych i 0,592 mln ha użytków zielonych. Rolnictwo w coraz większym stopniu doświadcza skutków występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych w postaci powodzi i podtopień oraz susz. Są to zjawiska, których częstość będzie narastać w miarę ocieplania się klimatu. W ostatnich dziesięcioleciach obserwuje się wzrost częstości i intensywności i zasięgu susz. Dodatkowo sprawne zarządzanie wodą na terenach wiejskich utrudnia fakt braku pełnej i szczegółowej inwentaryzacji urządzeń melioracji wodnych.

Za cel planu uznano wsparcie inwestycji na obszarach wiejskich w zakresie poprawy gospodarowania wodą oraz efektywności wykorzystania jej zasobów. Pomoc w ramach przedmiotowego zakresu ma na celu wsparcie niewielkich inwestycji wodnych w zakresie zwiększenia retencji wodnej. Planowane zadania będą obejmowały inwestycje na małych ciekach wodnych zlokalizowanych wśród gruntów rolnych lub leśnych, służące poprawie bilansu wody oraz zwiększeniu jej dostępności dla rolnictwa i leśnictwa. Jednocześnie planowane jest wsparcie inwestycji związanych z odtworzeniem byłych lub budową małych zbiorników wodnych oraz odbudowy lub modernizacji

urządzeń piętrzących dla młynów wodnych. Celem inwestycji jest również weryfikacja danych o urządzeniach melioracji wodnych i gruntach zmeliorowanych przez stworzenie sprawnego, kompleksowego systemu nadzoru i zarządzania urządzeniami melioracji wodnych. Weryfikacja zostanie przeprowadzona w oparciu o najnowsze dane mapowe i przestrzenne, w tym ortofotomapy oraz inwentaryzację terenową.

Planowane inwestycje mają realizować zadania w zakresie:

- kompleksowego zarządzania zasobami wodnymi poprzez ograniczanie skutków okresowych nadmiarów wody lub jej niedoborów oraz zapewnienie wody na potrzeby rolnictwa i leśnictwa;
- zwiększenia odporności rolnictwa na suszę i zapobieganie zjawisku powodzi na terenach rolnych poprzez utrzymanie lub poprawę stanu ekosystemów wodnych i zależnych od wód;
- zwiększenia retencji wód i ograniczenie ich odpływu poprzez odtworzenie systemów nawadniająco-odwadniających, poprawę racjonalności gospodarowania wodą, funkcjonowanie starych młynów wodnych;
- poprawy stanu środowiska wodnego, co przyczyni się do osiągnięcia celów środowiskowych dla jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych.

W ramach inwestycji przewiduje się poprawę zarządzania gospodarką wodną, w miarę możliwości przy zaangażowaniu Lokalnych Partnerstw ds. Wody (LPW) działających na poziomie powiatów. LPW mają zapewnić zaangażowanie mieszkańców wsi i lokalnych instytucji zarządzających wodą – efektywna współpraca mieszkańców obszarów wiejskich i instytucji zajmujących się zarządzaniem zasobami wodnymi. Zadaniem LPW będzie opracowanie lokalnych planów działań dotyczących inwestycji w poprawę gospodarki wodnej, w szczególności na terenach rolnych lub leśnych, w oparciu o dane dotyczące potrzeb melioracyjnych w układzie regionalnym.

W ramach inwestycji finansowane będą głównie prace związane z budową, przebudową, odbudową, rozbudową urządzeń melioracji

wodnych. Planuje się wsparcie dla niewielkich urządzeń wodnych, w szczególności ograniczających odpływ wody, z uwzględnieniem jej retencjonowania dla przeciwdziałania skutkom suszy. Prace związane z budową, przebudową urządzeń melioracyjnych mają przywrócić funkcję nawadniająco-odwadniająca tych urządzeń, chroniąc tym samym grunty rolne przed powodzią i suszą, z uwzględnieniem zwiększenia retencjonowania wody. Uzupelniająco, wsparciem objęta zostanie budowa oraz rewitalizacja byłych i istniejących małych zbiorników wodnych oraz towarzyszącej im infrastruktury, np. w postaci urządzeń piętrzących dla młynów wodnych.

Wsparcie będzie obejmowało koszty związane z inwestycjami na gruntach rolnych lub leśnych oraz koszty związane z aktywizacją mieszkańców obszarów wiejskich w ramach ŁPW w celu realizacji inwestycji w poprawę gospodarki wodnej. Możliwa będzie również realizacja inwestycji na wiejskich terenach zurbanizowanych lub niewielkich ciekach wodnych pod warunkiem, że inwestycje, oprócz gromadzenia wody, będą również przewidywały możliwość jej wykorzystania na potrzeby rolnictwa, leśnictwa lub do produkcji energii ze źródeł odnawialnych.

W ramach inwestycji sfinansowane zostaną prace inwentaryzacyjne w celu stworzenia bazy danych urządzeń melioracji wodnych i gruntów zmeliorowanych.

Inwestycje wpisują się w strategiczne cele zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich, gdyż przyczynią się do zwiększenia bioróżnorodności wzdłuż zbiorników i cieków niebieskiej infrastruktury oraz zwiększą potencjał adaptacyjny obszarów wiejskich do skutków zmian klimatu, w szczególności zjawiska suszy.

Inwestycja przyczyni się do zwiększenia odporności rolnictwa na susze i zapobiegania powodziom na terenach rolniczych poprzez właściwe uregulowanie stosunków wodnych i ograniczenie sptywów oraz zwiększenie retencji wody. Priorytetowo będą traktowane rozwiązania służące budowie odporności na zmiany klimatu.

Przedsięwzięcia realizowane w ramach inwestycji będą podlegały ocenie oddziaływania na środowisko i będą zgodne z wymaganiami

określonymi w „Wytycznych technicznych dotyczących stosowania zasady ‘nie czyni poważnych szkód’ na podstawie rozporządzenia ustanawiającego Instrument na rzecz Odbudowy i Zwiększenia Odporności”. W szczególności będą zgodne z prawodawstwem UE w zakresie ochrony środowiska, w tym z dyrektywą o oś (2011/92/UE) i ramową dyrektywą wodną (2000/60/WE). Przedsięwzięcia realizowane w ramach inwestycji, które wymagają oceny oddziaływania na środowisko, będą zgodne z dyrektywą 2014/52/UE. W szczególności wszystkie nowe przedsięwzięcia wymagające przeprowadzenia o oś będą dopuszczone na podstawie nowej ustawy z dnia 30 marca 2021 r. o zmianie ustawy o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko, oraz niektórych innych ustaw. Do wszystkich inwestycji, które uzyskały decyzję środowiskową przed wejściem w życie ustawy z dnia 30 marca 2021 r. lub są już w trakcie realizacji, mają zastosowanie przepisy „Wytycznych w zakresie działań naprawczych dla przedsięwzięć współfinansowanych z Funduszy UE dotkniętych naruszeniem 2016/2046” (przedstawionych w dniu 23 lutego 2021 r.). Wspierane będą jedynie projekty, które nie prowadzą do pogorszenia stanu wód powierzchniowych i podziemnych oraz nie wpływają negatywnie na stan ekologiczny lub potencjał dotkniętych jednolitych części wód.

Ze wsparcia wyłączone zostaną wszelkie inwestycje mające znaczący wpływ na stan jednolitych części wód lub negatywny wpływ na przyrodę. W przypadku poboru wody, właściwy organ musi wydać odpowiednie pozwolenie określające warunki w celu uniknięcia pogorszenia i zapewnienia dobrego stanu ekologicznego jednolitych części wód, zgodnie z wymogami dyrektywy 2000/60/WE i potwierdzonego najnowszymi, odpowiednimi danymi uzupełniającymi. Należy unikać poboru wody w przypadku, gdy stan lub potencjał jednolitych części wód (wody powierzchniowe lub podziemne) jest gorszy niż dobry, lub gdy prognozuje się (w kontekście nasilających się zmian klimatu), że będzie on gorszy niż dobry. Zakres wsparcia w ramach inwestycji będzie również zgodny z przepisami dyrektywy 2009/147/WE

w sprawie ochrony dzikiego ptactwa (dyrektywa ptasia) oraz dyrektywy w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory 92/43/EWG (dyrektywa siedliskowa).

Koszty inwestycji wyceniono na 667 mln euro.

## C1. STRATEGIA ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU WSI, ROLNICTWA I RYBACTWA 2030

W strategii zapisano następujące kierunki interwencji mające związek z gospodarką wodną:

- Kierunek interwencji: II.4. Zrównoważone gospodarowanie i ochrona zasobów środowiska
- Programy racjonalnego korzystania z zasobów wodnych na potrzeby rolnictwa i rybactwa, zachowanie właściwych stosunków wodnych oraz zwiększanie retencji wodnej, w tym glebowej; np. przez pozostawianie oczek wodnych, zachowanie istniejących terenów podmokłych lub utrzymanie stref buforowych, między polami uprawnymi a najbliższymi ciekami wodnymi.
- Kierunek interwencji: II.5. Adaptacja do zmian klimatu i przeciwdziałanie tym zmianom
  - opracowanie mapy dyspozycyjnych zasobów wodnych do wykorzystania przez ludność, przemysł, rolnictwo i inne gałęzie gospodarki oraz zasad jej aktualizacji na podstawie bilansu zasobów wód powierzchniowych oraz wód podziemnych;
  - opracowanie i wdrożenie kompleksowych działań w zakresie zapobiegania skutkom utrzymywania się długotrwałych wysokich temperatur lub małej ilości opadów i w ich następstwie susz rolniczych;
  - proekologiczne zarządzanie lokalnymi zasobami wodnymi, obejmujące także kształtowanie krajobrazów sprzyjających zatrzymywaniu wody.

## C2. POLSKI ŁAD DLA POLSKIEJ WSI

Dokument „Polski Ład dla Polskiej Wsi” zawiera następujące deklaracje:

- Ryczałt 15 tys. zł na budowę zbiornika retencyjnego – bez zbędnych formalności.
  
- Zwiększenie retencji wodnej na obszarach wiejskich:
  - zainwestowanie ponad 3 mld zł w latach 2021–2026 w projekty retencyjne; wsparcie obejmie:
    - inwestycje na małych ciekach wodnych zlokalizowanych na gruntach rolnych lub leśnych,
    - inwestycje związane z odtworzeniem małych zbiorników wodnych oraz infrastruktury kulturowej w postaci młynów wodnych,
    - dofinansowanie spółek wodnych, by zapewnić lepszą obsługę funkcjonującej już infrastruktury melioracyjnej.
  
- Satelitarny monitoring zagrożenia suszą:
  - stworzenie Centrum Geomatyki Rolniczej, którego zadaniem będzie opracowanie satelitarnego systemu monitorowania upraw rolniczych na terenie całego kraju; wykorzystanie w walce z suszą i innymi zagrożeniami pogodowymi najnowocześniejszych rozwiązań technologicznych, aby pomóc rolnikom ograniczać starty i lepiej planować uprawy; system pozwoli na szybsze szacowanie strat i wypłacanie odszkodowań.

### C3.3. PROGRAM PRZECIWDZIAŁANIA NIEDOBOROWI WODY NA LATA 2022–2027 Z PERSPEKTYWĄ DO ROKU 2030

Podstawowym celem dokumentu jest wskazanie działań mających na celu zwiększenie retencji wodnej w perspektywie do 2030 r. Jak stwierdzono, retencja obejmuje szereg aspektów związanych z gospodarowaniem wodami. W związku z tym jej kształtowanie powinno obejmować różnokierunkowe, kompleksowe działania.



W Programie przewiduje się:

- Działania mające na celu zwiększenie retencji wód:
  1. renaturyzacja ekosystemów mokradłowych;
  2. renaturyzacja rzek;
  3. realizacja i odtwarzanie obiektów małej retencji i mikroretencji na terenach leśnych;
  4. zalesianie, zadrzewianie oraz przebudowa drzewostanów;
  5. realizacja i odtwarzanie obiektów małej retencji i mikroretencji na terenach rolniczych;
  6. promowanie i wdrażanie zabiegów agrotechnicznych zwiększających retencję glebową;
  7. realizacja i odtwarzanie stawów hodowlanych;
  8. realizacja nowych oraz przebudowa istniejących systemów melioracyjnych w celu zapewnienia funkcji nawadniająco-odwadniających;
  9. tworzenie i odtwarzanie zadrzewień śródpolnych, przydrożnych i przywodnych;
  10. realizacja obiektów retencjonujących wodę;
  11. realizacja innych działań służących poprawie retencji wód;
  12. przekształcanie wybranych suchych zbiorników przeciwpowodziowych w zbiorniki retencyjne wielofunkcyjne;
  13. rekultywacja wyrobisk pogórnich w celu wykorzystania jako wielofunkcyjne zbiorniki retencyjne;
  14. realizacja MPA oraz inne działania mające na celu zwiększenie retencji w miastach (m.in. błękitno-zielona infrastruktura, retencja wód opadowych i zwiększanie udziału powierzchni biologicznie czynnej).
  
- Realizacja nowych oraz przebudowa istniejących systemów melioracyjnych w celu zapewnienia funkcji nawadniająco-odwadniających.

Jak stwierdzono, systemy melioracji pełnią istotną rolę w zakresie kształtowania zasobów wodnych na obszarach rolniczych.

W powiązaniu z retencją korytową, melioracje zapewniają odpowiednie nawodnienie upraw, przynosząc efekty w postaci wysokich plonów.

Jednak, by ich działanie pozwalało na poprawę retencji, muszą one pełnić funkcję nawadniającą. W zakresie istniejących urządzeń melioracji, które pełnią tylko funkcje odwadniającą, możliwa jest przebudowa ich na funkcję odwadniająco-nawadniającą. Działanie to zwiększy retencję wody w glebie na użytkach rolnych, na których wybudowano wcześniej melioracje wodne. Duże znaczenie dla zwiększania retencji ma również właściwa praca systemami melioracji w celu zatrzymywania wody w glebie.

Spodziewane rezultaty realizacji działania to przede wszystkim spowolnienie odpływu wód ze zlewni rolniczych, co spowoduje zwiększenie retencji wody glebowej na obszarach wiejskich oraz wzrost odporności tych terenów na wystąpienie skutków suszy. Działania te przyczynią się także do poprawy środowiska naturalnego, zmniejszenia ryzyka wystąpienia powodzi oraz zmniejszenia strat w plonach.

Istotne dla kształtowania retencji na obszarach wiejskich jest także uwzględnienie dwufunkcyjności systemów melioracji planowanych do wykonania urządzeń. Działanie dotyczy realizacji nowych oraz przebudowy istniejących systemów melioracyjnych w celu zapewnienia funkcji nawadniająco-odwadniających podzielono na dwa podtypy, z uwzględnieniem zróżnicowanego zakresu prowadzonych prac.

W ramach środków PROW możliwe było wsparcie działań rolników z programu „Modernizacja gospodarstw rolnych – w obszarze nawadniania w gospodarstwie”, w to którym rolnicy mogli skorzystać ze środków z przeznaczeniem na operacje związane z: wykonaniem nowego nawodnienia, ulepszeniem istniejącej instalacji nawadniającej wraz z powiększeniem nawadnianego obszaru.

- Podtyp działania „Przebudowa systemów melioracyjnych”

Dane na temat urządzeń melioracyjnych przewidzianych do odbudowy na obszarach użytkowanych rolniczo przygotowano na podstawie

„Programu rozwoju melioracji wodnych w perspektywie średnio- i długoterminowej” dla poszczególnych województw, pod redakcją naukową prof. Edmunda Kacy.

W dokumencie (Tabela 68) zestawiono informacje o urządzeniach melioracyjnych, które planowane są do odbudowy w latach 2021–2030, w podziale na regiony wodne. W zestawieniu ujęto dwa typy użytkowania gruntów – grunty orne i trwałe użytki zielone.

- Podtyp działania nr 8.2 Budowa systemów melioracyjnych nawadniających

W przywoływanym opracowaniu pod red. prof. Kacy brak jest wskazań dla poszczególnych województw w zakresie budowy nowych urządzeń melioracji. W związku z powyższym przyjęto, iż działania dotyczące budowy nowych urządzeń melioracyjnych powinny być rozważone w tych JCWP, w których – zgodnie z zapisami projektu aktualizacji Planów gospodarowania wodami – przypisano działanie „Realizacja przedsięwzięć zmierzających do zwiększenia ilości i czasu retencji wód na gruntach rolnych w zlewni JCWP, którego zakres obejmuje działanie w zakresie budowy nowych urządzeń melioracyjnych”.

W 8 regionach wodnych na obszarach dorzeczy Wisły i Odry przewidziano przedsięwzięcia zmierzające do zwiększenia ilości i czasu retencji wód na gruntach rolnych w zlewni JCWP. Łącznie, działaniem objęte ma być 30 JCWP rzecznych (Tabela 70). Koszty realizacji zaplanowanych działań to ponad 420 mln zł.

W Programie podkreślono także działania podejmowane przez PGW Wody Polskie w ramach Programu Kształtowania Zasobów Wodnych dla zwiększenia liczby realizowanych inwestycji mających wpływ na obszary użytkowane rolniczo. PGW Wody Polskie, wraz z samorządami gmin oraz spółkami wodnymi, tworzy partnerstwa dla racjonalnego gospodarowania wodami. W partnerstwach tworzone są programy poprawy retencji korytowej i możliwości nawadniania użytków rolnych. Taki program objąć ma zlewnię rzek Regi i Dziwny w regionie wodnym Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego. Znaczenie dla możliwości korzystania z urządzeń melioracji nawadniających jest ściśle

powiązane z wielkością retencji korytowej. Szacowana wartość możliwej do uzyskania retencji może sięgnąć 599,89 tys. m<sup>3</sup>, przyjmując założenia, że 1 km<sup>2</sup> retencji korytowej umożliwia zmagazynowanie 114 m<sup>3</sup> wody. W ujęciu regionów wodnych najczęściej działań w tym zakresie planowanych jest w regionach wodnych Górnej-Zachodniej Wisły i Środkowej Wisły, co pozwoli retencjonować odpowiednio 260,82 tys. m<sup>3</sup> i 186 tys. m<sup>3</sup>.

## PODSUMOWANIE

Strategie i programy dotyczące w różnych zakresach problemu gospodarowania wodą w rolnictwie podzielono na trzy działy:

- A. Dokumenty Unii Europejskiej
- B. Dokumenty krajowe przygotowane na polecenie Unii Europejskiej
- C. Dokumenty krajowe

To, na co położony jest szczególny nacisk w dokumentach UE to:

- przywracanie naturalnych funkcji rzek, w tym ich drożności ekologicznej, jak też przywrócenie funkcji równin zalewowych,
- restytucja siedlisk podmokłych i torfowisk oraz zmiana ich rolniczego użytkowania w kierunku „paludikultur”,
- przywracanie glebom zdolności infiltracyjnych oraz retencyjnych.

Restytucja obszarów podmokłych, w tym torfowisk, na dużą skalę – tak jak to proponuje się w projekcie „Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie odbudowy przyrody” – musi napotkać w Polsce na ogromne trudności, biorąc pod uwagę zakres i tradycje gospodarowania na mokradłach uprzednio odwodnionych. W naszych warunkach klimatycznych oznaczałoby to drastyczną zmianę sposobu zagospodarowania trwałych użytków zielonych, służących jako trawiaste łąki kośne lub pastwiska. Biorąc pod uwagę związek tych użytków z hodowlą bydła, wymagałoby to m.in. istotnych zmian

w modelu konsumpcyjnym społeczeństwa. Trzeba tu brać pod uwagę skokowy wzrost cen pasz treściwych oraz ograniczenie podaży pasz zbożowych na skutek wydarzeń wojennych.

Bardziej realne wydaje się wtórne nawadnianie terenów podmokłych na drodze modernizacji istniejących tam powszechnie systemów melioracyjnych, lecz jedynie na poziomie umożliwiającym gospodarkę łąkową.

Odnosząc się w liczbach do postulatów zawartych w projekcie rozporządzenia należy zauważyć, że biorąc pod uwagę powierzchnię polskich torfowisk wynoszącą ok. 13 000 km<sup>2</sup>, odbudowa 30% torfowisk do 2030 r. dotyczy 3 900 km<sup>2</sup>, z czego co najmniej 975 km<sup>2</sup> musi zostać ponownie nawodnione.

Powyższe dane mają charakter szacunkowy, bowiem pewna część torfowisk (ok. 2 000 km<sup>2</sup>) nie wymaga odbudowy, lecz z drugiej strony nie jest znany areal torfowisk o powierzchniach mniejszych od 1 ha. Pomijając kwestie gospodarcze, w obecnych warunkach klimatycznych i hydrologicznych kraju, zabezpieczenie odpowiednich ilości wody do ponownych nawodnień wydaje się w takiej skali nierealne. Znacznym sukcesem byłoby doprowadzenie wód gruntowych na torfowiskach użytkowanych rolniczo do tzw. norm odwodnienia, które są uznawane za optymalne z punktu widzenia ochrony węgla organicznego w glebach oraz gospodarki łąkarskiej, ponieważ obecnie wody gruntowe na torfowiskach znajdują się przeciętnie o wiele niżej tego poziomu.

Przedstawione, daleko idące postulaty, mają tylko częściowe przełożenie na dokumenty warunkujące udział Polski we Wspólnej Polityce Rolnej. W zapisach „Krajowego Planu Strategicznego dla Wspólnej Polityki Rolnej 2023–2027” przewiduje się w stosunkowo niewielkim zakresie dobrowolne wsparcie dla rolników gospodarujących na siedliskach podtapianych oraz pomoc w budowie lub zakupie instalacji służących poborowi wód deszczowych lub podziemnych.

W większym zakresie przewiduje się pomoc dla rolnictwa w Krajowym Planie Odbudowy i Zwiększania Odporności, przy czym budowa niewielkich zbiorników oraz modernizacja systemów melioracyjnych

służyć ma w założeniach nie intensyfikacji produkcji rolnej, lecz odbudowie małej retencji oraz zwiększeniu stopnia zabezpieczenia rolnictwa przed skutkami susz lub powodzi.

Zarówno w modernizowanej obecnie „Strategii zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa 2030”, jak i w „Polskim Ładzie dla Polskiej Wsi”, uwagę zwraca intencja stworzenia systemów operacyjnych pozwalających na ocenę aktualnych warunków wodnych oraz dyspozycyjnych zasobów wody dla potrzeb rolnictwa.

Plany i postulaty przedstawione w „Programie przeciwdziałania niedoborowi wody na lata 2022–2027 z perspektywą do roku 2030” można ogólnie uznać za słuszne, chociaż w różnym stopniu realne. Uwagę zwraca jednak postulat realizacji nowych oraz przebudowy istniejących systemów melioracyjnych w celu zapewnienia funkcji nawadniająco-odwadniających.

Prowadzone w niniejszym opracowaniu analizy dostępnych dokumentów, jak i przeprowadzone eksperymenty numeryczne prowadzą do następujących wniosków:

- Ujmowany w statystykach udział nawodnień w poborach wód jest znikomo mały zarówno w stosunku do zasobów wodnych, jak i pozostałych poborów. Wynika to z jednej strony z błędów metodycznych obliczania poborów wody, jak i bardzo prawdopodobnej szarej strefy ze studni niewidencjonowanych lub zgłaszanych jako ujęcia domowe. Nie zmienia to faktu, że głównym źródłem wody dla polskiego rolnictwa jest opad, a nawodnienia pełnią (lub będą pełnić) rolę uzupełniającą.
- Pobór wód dla potrzeb przemysłu spożywczego, chociaż znaczący w porównaniu do innych gałęzi gospodarki, jest niewielki w stosunku do potencjalnego wzrostu zapotrzebowania na wodę w przypadku konieczności zwiększenia poboru wody do nawodnień. Zarówno obecnie, jak i w dającej się przewidzieć przyszłości potrzeby wodne przemysłu będą zaspokojone. Mogą rosnąć koszty związane z unieszkodliwianiem ścieków.
- Wzrost poborów wody dla nawodnień gruntów ornych i nawodnień podsiąkowych użytków zielonych może być wymuszony postępującymi zmianami klimatu, a ich skala odzwierciedla sumę potrzeb nawodnieniowych w latach suchych i może wynosić między 2 a 4 km<sup>3</sup> wody

w skali kraju z dużą zmiennością regionalną. Niedobory wód do nawodnień będą miały charakter regionalny, w skali kraju ilość wody dyspozycyjnej (zwłaszcza przy uwzględnieniu wód podziemnych) przekracza i przekraczać będzie zapotrzebowanie na wodę. Można oczekiwać narastających problemów z wodą w Wielkopolsce, Kujawach, części województw: mazowieckiego i łódzkiego.

- Wody podziemne pozostaną strategiczną rezerwą wód, aby tak się stało, potrzeby wodne rolnictwa powinny w pierwszym rzędzie wykorzystywać retencję wybudowaną przez systemy małych zbiorników retencyjnych. W obszarach gdzie jest to niemożliwe lub zawodne, w latach suchych wody podziemne pozostaną jedyną alternatywą. Niezbędne jest pilne uregulowanie kwestii poboru wód podziemnych dla celów nawodnień wobec skali istniejącej w tym zakresie „szarej strefy”. Ignorowanie tej sprawy może doprowadzić do katastrofalnego ubytku wód o najwyższej jakości w bilansie hydrologicznym kraju oraz znaczące negatywne skutki dla środowiska, zwłaszcza dla siedlisk mokradłowych (przesychanie) i małych cieków (okresowy zanik).
- Przystosowanie urządzeń melioracyjnych (w dużej mierze zdekapitalizowanych) o obecnej, przeważającej funkcji odwadniającej, do pełnienia pozytywnej roli w produkcji rolnej i ograniczaniu zagrożenia powodziowego oraz ochrony gleb organicznych, wymaga ich modernizacji oraz spójnego rozwoju z systemami lokalnej retencji. Lokalne retencionowanie wód powinno być skuteczne dla stabilizacji plonów w latach przeciętnych, może być niewystarczające w latach występowania ekstremów pogodowych.
- Współczesne wyzwania gospodarki wodnej w rolnictwie są związane nie tylko z produkcją roślinną, ale także z ochroną środowiska, zmianami klimatu oraz z hydrologicznymi zjawiskami ekstremalnymi. Wskazują one na konieczność kontynuacji przedsięwzięć retencyjnych i modernizacji istniejących systemów i urządzeń melioracyjnych. Polityka europejska koncentrująca się na poprawie środowiska



glebowego i wodnego narzuca i będzie narzucać zwiększone wymogi dotyczące gospodarowania wodami, oczyszczaniem ścieków, używaniem nawozów i środków ochrony. Choć w krótkiej perspektywie może wydawać się to uciążliwym dla produkcji rolniczej i przetwórstwa, to w perspektywie długofalowej wydaje się to jedyną drogą dla uzyskania bezpieczeństwa żywnościowego. Przekształcanie rolnictwa w tym zakresie przedstawione w dokumentach UE jest w mniejszym stopniu odzwierciedlone w strategiach opracowywanych w Polsce, gdzie główny nacisk położony jest na aspekty ilościowe.

- Europejskie strategie związane z „Zielonym Łądem” w zakresie gospodarki wodnej wskazują na utrzymanie ambitnych celów środowiskowych Ramowej Dyrektywy Wodnej (pomimo jej słabej dotychczasowej realizacji) przywracanie naturalnych funkcji rzek, głównie ich drożności ekologicznej, jak też przywrócenie funkcjonowania równin zalewowych. Priorytety gospodarki wodnej w Polsce, w większym stopniu akcentują kwestie potencjalnego transportu wodnego i do pewnego stopnia hydroenergetyki. Dysproporcje w tym zakresie mogą rzutować na możliwości zmian w gospodarce wodnej zwiększającej uwodnienie krajobrazu rolniczego i polepszenia jakości siedlisk.
- Wypracowana w Unii Europejskiej teoria „zdrowej gleby”, która spełnia właściwe swoje ekologiczne funkcje retencyjne i infiltracyjne, ma charakter przełomowy i zasługuje na pełne poparcie pomimo doświadczanych trudności w jej realizacji.

- Bagiński i in. 2019: Analiza kształtowania i wykorzystania zasobów wodnych dla celów rolnictwa i obszarów wiejskich. SITWM, ss.172.
- Bogdanowicz E., Szymczak T., Jaworski W., Marcinkowski M. 2012: Wstępna ocena zasobów wód powierzchniowych możliwych do wykorzystania przez rolnictwo na obszarze kraju poprzez udostępnienie wiarygodnych informacji o stanie i zmienności wód powierzchniowych. W: Gospodarka wodna na obszarach wiejskich do 2020 r. ze szczególnym uwzględnieniem wpływu zmian klimatycznych oraz działań adaptacyjnych do tych zmian. Inst. Techn.-Przyr. i Inst. Met. i Gosp. Wod.-PIB. ss. 63.
- Czarnecka M., Koźmiński C., Michalska B. 2009 Climatic risks for plant cultivation in Poland, *Acta Agrophysica*, 1, 78–96.
- Dzieżyc J. 1988: Rolnictwo w warunkach nawadniania. PWN, ss. 415.
- Florek M. 2016: Funkcje i wykorzystanie wody w produkcji podstawowej i przetwórstwie żywności pochodzenia zwierzęcego. *Przegląd Hodowlany* 6, 4–9.
- Graczyk D., Szwed M. 2020 Changes in the Occurrence of Late Spring Frost in Poland. *Agronomy* 2020, 10, 1835. Doi: 10.3390/agronomy10111835.
- Grzebisz W. 2011 Technologia nawożenia roślin uprawnych—fizjologia plonowania—Zboża i kukurydza. Tom 1. PWRiL, Poznań, p 284.
- Gutiérrez J.M., R.G. Jones, G.T. Narisma, L.M. Alves, M. Amjad, I.V. Gorojetskaya, M. Grose, N.A.B. Klutse, S. Krakovska, J. Li, D. Martínez-Castro, L.O. Mearns, S.H. Mernild, T. Ngo-Duc, B. van den Hurk, and J.-H. Yoon, 2021: Atlas. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment*

- Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press. Interactive Atlas available from <http://interactive-atlas.ipcc.ch/>
- GUS (2017), Ochrona środowiska 2017: Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- GUS, Rocznik statystyczny rolnictwa 2019, Warszawa.
- Herbich P., Mordzonek P., Przytuła E. 2017: Stopień wykorzystania dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych w Polsce, PIIG materiały informacyjne. <https://www.pgi.gov.pl/psh/materialy-informacyjne-psh/stan-srodowiskowy-wod-podziemnych.html>.
- Herbich P. 2019: Ocena możliwości wykorzystania rezerw zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych do łagodzenia skutków suszy w rolnictwie. Biul. PIIG 475. Hydrogeologia z. XVI.
- IMGW 2021: [imgw\\_komunikat\\_0215\\_raport\\_klimat-polski-2020.pdf](#)
- Kędziora A., Kępińska-Kasprzak M., Kowalczak P., Kundzewicz Z.W., Miler A.T, Pierzgałski E., Tokarczyk T. 2014: Zagrożenia związane z niedoborem wody. Nauka 1, 149–172.
- Kozyra J., Król-Badziak A., Żyłowski T., Koza P., Pudełko R. 2020: Zmiany klimatu i ich wpływ na gospodarkę wodną i rolnictwo. Konferencja „Adaptacja gospodarki wodnej w rolnictwie do zmieniającego się klimatu”, IUNG-PIB, Puławy, 05.03.2020. <http://iung.pl/images/pdf/2020/woda/kozyra.pdf>
- Kundzewicz Z. W., Zalewski M., Kędziora A., Pierzgałski, E.: 2010: Zagrożenia związane z wodą. Nauka 4, 87–96.
- Kuczyńska B., Puppel K. 2016: Elementy gospodarki wodnej w aspekcie globalnej produkcji mleka. Przegląd Hodowlany 6, 10–14.
- Łabędzki L., 2014: Klimatyczne uwarunkowania rozwoju melioracji. Woda Środowisko Obszary Wiejskie. Rozprawy naukowe i monografie 37, 35–52.
- Łabędzki L., Bąk B. 2017. Impact of meteorological drought on crop water deficit and crop yield reduction in Polish agriculture. Journal of Water and Land Development. 34, 181–190. DOI: 10.1515/jwld-2017- 0052.

- Marcinkowski P., Piniewski M. 2018, Effect of climate change on sowing and harvest dates of spring barley and maize in Poland. *International Agrophysics* 32(2), 265–271
- Marcinkowski P., Kardel I., Płaczkowska E., Giełczewski M., Osuch P., Okruszko T., Venegas-Cordero, N., Ignar S., Piniewski M. 2022. High-resolution simulated water balance and streamflow data set for 1951–2020 for the territory of Poland. *Geoscience Data Journal*, 00, 1–13 <https://doi.org/10.1002/gdj3.152>
- Miłaszewski R., Panasiuk D. 2018: Wskaźniki oceny wykorzystania zasobów wodnych. W: *Przedsiębiorczość i zarządzanie*, tom XIX, Zeszyt 4, 175–188.
- Nowak L. 1997: *Rolnictwo. Działy wybrane*. Wyd. AR we Wrocławiu.
- Pierzgalski E., Jeznach J. 2006: Measures for soil water control in Poland. *Journal of Water and Land Development*, 79–89.
- Pierzgalski E. i in. 2011: Wstępna koncepcja nawadniania rejonu południowo-zachodnich Kujaw. SGGW Warszawa. Maszynopis, ss. 77.
- Piniewski M., Szcześniak M., Kardel I., Chattopadhyay S., Berezowski T. 2021 G2DC-PL+: a gridded 2 km daily climate dataset for the union of the Polish territory and the Vistula and Odra basins, *Earth Syst. Sci. Data*, 13, 1273–1288.
- Piniewski M., Szcześniak M., Huang S., Kundzewicz Z.W. 2018 Projections of runoff in the Vistula and the Odra river basins with the help of the SWAT model. *Hydrology Research* 49 (2): 303–317, doi: 10.2166/nh.2017.280.
- Piniewski M., Marcinkowski P., O’Keeffe J. et al. 2020 Model-based reconstruction and projections of soil moisture anomalies and crop losses in Poland. *Theor Appl Climatol* 140, 691–708. Doi:10.1007/s00704-020-03106-6.
- Prandecki K. 2020 The Impact of Climate Change on Agricultural and Rural Development by 2030. *Wiś i Rolnictwo* 4 (189) doi:10.7366/wir042020/04.
- Program nawodnień rolniczych w województwie kujawsko-pomorskim 2007. Kujawsko-Pomorski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych we Włocławku.

- Rączka J. i in. 2021: Zasoby wodne w Polsce – ochrona i wykorzystanie. Fundacja Przyjazny Kraj, 47 ss. 47.
- Somorowska, U., 2022 Amplified signals of soil moisture and evaporative stresses across Poland in the twenty-first century. *Science of The Total Environment* 812, 151465, doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.151465
- Steinhoff-Wrześniewska A., Rajmund A., Godzwon J. 2013: Zużycie wody w wybranych branżach przemysłu spożywczego. *Journal of Ecological Engineering* 32:164–171.
- Szczepaniak I., Szajner P., 2022: Strategia „Od pola do stołu” w sektorze przetwórstwa spożywczego. Wyd. Fundacji Gospodarki i Administracji Publicznej, Kraków, ISBN: 978–83–67140–08–9, ss.77.
- Szwed M. 2019 Variability of precipitation in Poland under climate change. *Theor Appl Climatol* 135, 1003–1015. Doi:10.1007/s00704–018–2408–6.
- Szyga-Pluta K. 2022. Assessment of Changing Agroclimatic Conditions in Poland Based on Selected Indicators. *Atmosphere* 13, 8: 1232. Doi:10.3390/atmos13081232.
- Szymański J., Kostrzewa S. 1986: Odwodnienie użytków rolnych [w:] P. Prochal (red.): Podstawy melioracji rolnych, PWRiL 1986, t. 1, 321–323.
- Szymczak T. 2013: Próba oceny zasobów płynących wód powierzchniowych dostępnych do nawodnień rolniczych. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie*, 2, 142–146.
- Śliwiński J., Cieśla M. 2016: Zasoby wodne na świecie a produkcja żywności. *Przegląd Hodowlany* 6, 1–4.
- Tomczyk A.M., Szyga-Pluta K. 2019 Variability of thermal and precipitation conditions in the growing season in Poland in the years 1966–2015. *Theor Appl Climatol* 135, 1517–1530. Doi: 10.1007/s00704–018–2450–4
- Wróbel-Jędrzejewska M., Stęplewska U., Polak E. 2021: Ślad wodny jako parametr oceny wykorzystania wody w przemyśle. *Przegląd Mleczarski*, 1, 2–8.