

Gospodarowanie wodą w rolnictwie w obliczu ekstremalnych zjawisk pogodowych

Edmund Kaca¹, Leszek Łabędzki², Izabela Lubbe¹

¹ *Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach,
Al. Hrabaska 3, Falenty, 05-090 Raszyn,
e-mail: e.kaca@itep.edu.pl*

² *Kujawsko-Pomorski Ośrodek Badawczy ITP,
ul. Glinki 60, 85-174 Bydgoszcz,
e-mail: l.labedzki@itep.edu.pl*

Słowa kluczowe: pogoda, rolnictwo, woda, zmiany klimatu

Wprowadzenie

Nadzwyczajne zagrożenia i katastrofy związane z pogodą zawsze towarzyszyły człowiekowi. Postępującym zmianom klimatu towarzyszyć będzie wzrost częstości i natężenia ekstremalnych zjawisk pogodowych. Spośród wielu niekorzystnych zjawisk największe zagrożenie dla rolnictwa powodują susze meteorologiczne oraz będące ich następstwem susze glebowe i rolnicze, przymrozki, gradobicia, nadmierne opady powodujące powodzie, lokalne zalania i podtopienia, huragany. Zjawiska te w istotny sposób zwiększają ryzyko produkcyjne w rolnictwie.

Ta tendencja wpisuje się w ogólny trend występowania na kuli ziemskiej, z coraz większą częstotliwością ekstremalnych zjawisk meteorologicznych, wywoływanych zarówno przez czynniki naturalne jak i antropogeniczne (efekt cieplarniany). Obecnie antropopresji przypisuje się coraz większe znaczenie w globalnych zmianach klimatu, które to zmiany wywołują narastanie częstości i intensywności ekstremalnych zjawisk – susz i nadmiaru opadów, w skali lokalnej i regionalnej. Zaobserwowane i udokumentowane tendencje wzrostu temperatury oraz zmniejszania ilości opadów przy niekorzystnej zmianie ich rozkładu sezonowego w ciągu roku, świadczą o dostrzegalnych zmianach klimatu [9]. Wiążąc te zmiany ze wzrostem liczby ludności na świecie i ich aktywnością (uprzemysłowienie), można z dużym prawdopodobieństwem wnioskować o wzrastającym wpływie antropopresji na zmiany klimatu, a tym samym na wzrost zagrożenie ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi, o ujemnych skutkach dla ilości i jakości zasobów wodnych, dla agroekosystemów oraz dla

działalności rolniczej. Wiele wskazuje na to, że te zjawiska mogą w Polsce nadal nasilać się i będzie to trend wieloletni.

Każde z tych zjawisk cechuje odrębna specyfika i każde wywołuje różne, zazwyczaj ujemne, skutki w rolnictwie, zwłaszcza w produkcji roślinnej. Ich oddziaływanie na środowisko i agroekosystemy w danym regionie, zależy nie tylko od czasu trwania, natężenia i zasięgu przestrzennego, ale również od podatności środowiska, społeczeństwa i rolnictwa na ujemne działanie tych zjawisk. Nie mamy wpływu na pojawienie się tych zjawisk, ale wrażliwość na nie jest zdeterminowana wieloma czynnikami społecznymi, gospodarczymi, technologicznymi, politycznymi (np. niewłaściwe użytkowanie ziemi, nieracjonalne gospodarowanie wodą, w tym brak właściwego zarządzania i administrowania jej poborem, niedostosowanie rodzaju upraw do naturalnych siedlisk i warunków w nich panujących, zła lokalizacja gospodarstw), na które można mieć wpływ, regulować je i nimi sterować. Czynniki te są zmienne w czasie, w związku z czym wrażliwość na zjawiska ekstremalne i ryzyko ich ujemnych skutków może zwiększać się lub zmniejszać. Skutki tych zjawisk mogą więc być różne, nawet jeśli czas ich trwania, natężenie i zasięg przestrzenny będą identyczne.

W dziedzinie gospodarowania wodą w rolnictwie, szczególne zainteresowanie powinno być zwrócone na susze oraz nadmierne opady. Systematyczne obserwacje z ostatniego pięćdziesięciolecia wskazują na nasilanie się na obszarze naszego kraju tych zjawisk. Susze oraz powodzie, lokalne zalania i podtopienia terenu pojawiają się coraz częściej, są coraz intensywniejsze i obejmują znaczne obszary kraju; wywołują ujemne skutki w rolnictwie, zwłaszcza w produkcji roślinnej.

Praca niniejsza poświęcona jest zdefiniowaniu obszarów problemowych gospodarowania wodą w rolnictwie w obliczu występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych, identyfikacji problemów, wskazaniu kierunków działań mających na celu przeciwdziałanie ujemnym skutkom tych zjawisk oraz wskazaniu kierunków studiów i badań w tym zakresie.

Rodzaje susz i powodzi

W zależności od wielkości niedoboru opadów oraz ich rozkładu w wieloleciu, roku czy okresie wegetacyjnym oraz jego wpływu na atmo-, hydro-, pedo- i agrosferę, wyróżnia się suszę meteorologiczną, hydrologiczną, glebową lub rolniczą. Bezpośrednim skutkiem suszy jest zakłócenie bilansu wodnego obszaru, spowodowane niedoborem opadów i dużym parowaniem terenowym (susza meteorologiczna), a także nadmierne przesychnianie gleb (susza glebowa) oraz obniżanie poziomu wód gruntowych i zmniejszenie przepływu wody w rzekach (susza hydrologiczna). W rolnictwie przez suszę rozumie się niedobór wody niekorzystnie wpływający na wzrost, rozwój i plonowanie roślin. Wyróżnia się jeszcze suszę socjoekonomiczną, w warunkach ograniczonej dostępności i zapotrzebowania na dobra ekonomiczne, które zależą od innych rodzajów susz.

Najczęściej susze definiuje się jako okres bezopadowy lub o małych opadach, powodujący znaczny spadek dostępności wody w określonym czasie i obszarze [19]. Do oceny intensywności i częstotliwości suszy stosuje się różne wskaźniki. Bazują one na wielkościach meteorologicznych (opad, temperatura, parowanie potencjalne lub wskaźnikowe), hydrologicznych (przepływy, stany wody, pojemności zbiorników wodnych), glebowych (zdolności retencyjne gleby, wilgotność gleby), rolniczych (ewapotranspiracja, zapasy wody glebowej dostępne dla roślin, bilans wody glebowej), ekonomicznych (straty w plonach roślin, produkcji przemysłowej), społecznych (niedobór wody dla celów pitnych i sanitarnych).

Obecnie powódzie definiuje się jako wszelkie wystąpienia wody na powierzchni terenu. Jeśli powszechnie przez powódzie rozumie się wystąpienie wody z koryta rzeki lub czaszy zbiornika i zalanie sąsiadujących terenów, to w szerszym ujęciu należy mówić o okresowych zalaniach obszaru, spowodowanych nadmiernymi opadami lub innymi przyczynami związanymi z okresowym nadmiernym przychodem wody na dany obszar, który znacznie przewyższa możliwości jej rozchodu w drodze parowania lub odpływu powierzchniowego i gruntowego. Zalanie to dotyczy obszarów, które w normalnych warunkach nie charakteryzują się nadmiarowym bilansem wodnym (przewagą przychodu nad rozchodem wody) i których naturalne właściwości nie predestynują do takiej kwalifikacji (chodzi o wyłączenie z definicji powodzi obszarów charakteryzujących się w sposób naturalny dodatnim bilansem wodnym, np. obszarów mokradłowych). Wyróżnia się różne rodzaje powodzi, w zależności od zasięgu (lokalne, regionalne, krajowe), wielkości (zwyčajne, wielkie, katastrofalne), pory roku (półrocza zimowego i letniego) oraz przyczyn je wywołujących (opadowe, roztopowe, zatorowe).

Susze i powódzie w Polsce

Zjawiska suszy na terenie Polski notowano w kronikach od XIV wieku. Susza w Polsce pojawia się raz na 4–5 lat, przy czym obserwuje się ciągi lat z niedoborem opadu wywołującym susze i następujące po nich ciągi lat z nadmiarem opadu lub z opadem zbliżonym do średniego [1, 2, 5, 8, 10, 11, 15, 18]. W ostatnich 60 latach głębokie susze wystąpiły w Polsce w latach: 1951, 1953, 1959, 1963, 1964, 1969, 1971, 1976, 1982–1984, 1989, 1991, 1992, 1994, 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2008, 2010.

Najbardziej posusznymi regionami Polski są: prawie cała środkowa, północno-zachodnia i środkowo-wschodnia Polska. Są to regiony najbardziej zagrożone występowaniem suszy. Susze występują tutaj najczęściej i charakteryzują się największą intensywnością.

Ujemne skutki susz w rolnictwie ujawniają się w postaci zmniejszenia plonu upraw i zależą od gatunku roślin, rodzaju gleb i regionu geograficznego. Susze jesienne i wczesnowiosenne na ogół wywołują zmniejszenie plonów zbóż ozimych, wiosenne zaś – zbóż jarych, pierwszego odrostu siana oraz wydajności pastwisk.

Susze letnie wpływają zwykle ujemnie na plon ziemniaków, buraków cukrowych i drugiego odrostu siana, a także pastewnych upraw polowych.

Susze w latach 1951–2006 charakteryzowały się różnym nasileniem, różnym czasem trwania i okresem wystąpienia. W tym okresie stwierdzono wystąpienie 30 susz atmosferycznych. Łączny czas ich trwania wyniósł około 200 miesięcy, co stanowi 30% analizowanego okresu [6, 11]. Najdłużej trwające susze wystąpiły w latach: 1982 – 11 miesięcy, 1959 – 10 miesięcy, 1951–1952 – 9 miesięcy, 1954 – 9 miesięcy, 1983 – 7 miesięcy, 1989 – 7 miesięcy. Susze te charakteryzowały się różnym nasileniem, czasem trwania i okresem wystąpienia. Jednak najsilniejsza i o największym zasięgu susza wystąpiła w 1992 roku; przybrała ona charakter kłęski i objęła swym zasięgiem prawie cały obszar Polski, przy czym najbardziej dotkliwe skutki wystąpiły w północno-zachodniej i środkowej części kraju. W niektórych regionach trwała ona nawet przez cały okres wegetacyjny (kwiecień–wrzesień).

W dwóch bardzo suchych latach 1982–1983 średni spadek plonów zbóż wynosił w różnych regionach Polski 5–30%, a ziemniaków – 10–40%, w stosunku do plonów w latach średnich 1985–1987 [8, 17]. Na Kujawach i w północnej Wielkopolsce w sezonie wegetacyjnym 1982 roku opady były prawie o połowę mniejsze od średnich opadów z lat 1951–1990. W bardzo suchym 1989 roku, w którym wielkość opadów odpowiadała prawdopodobieństwu mniejszemu od 1%, w dolinie Górnej Noteci, obejmującej część Kujaw i Wielkopolski Północnej, plon siana z nienawadnianych użytków zielonych wynosił około $5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, podczas gdy w średnim roku 1987 uzyskano w tym regionie $8\text{--}10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Ocenia się, że susza 1992 roku spowodowała zmniejszenie zbiorów ziemiopłodów o 25%. Łączne zbiory zbóż, ziemniaków i pasz objętościowych, wyrażone w jednostkach zbożowych, w 1992 roku w porównaniu z rokiem 1991 zmniejszyły się o 31%. Plony siana z łąk (średnio w kraju) obniżyły się o 27% w stosunku do średniej z lat 1986–1990. W rejonie Kujaw długotrwałej suszy w 1992 roku towarzyszyły wysoka temperatura powietrza i gleby, bardzo duże nasłonecznienie i ujemny klimatyczny bilans wodny. Od połowy kwietnia występowały opady nieprzekraczające 50% normy, a w drugiej połowie okresu wegetacyjnego ilość opadów stanowiła 40–55% średniej z wielolecia [12]. W regionie zlewni Górnej Noteci w warunkach nawodnień uzyskano $6\text{--}10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ siana, podczas gdy z użytków zielonych nienawadnianych na lepszych glebach uzyskano nie więcej niż $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ siana, a na gorszych rośliny zasychały.

Susze w latach 2005–2006 spowodowały znaczne straty w rolnictwie, zwłaszcza w województwach lubuskim, kujawsko-pomorskim, pomorskim, podlaskim i wielkopolskim. Według ocen Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, w 2006 roku z powodu kilkutygodniowych upałów i braku opadów w czerwcu i lipcu, największe straty w plonach wystąpiły na łąkach i pastwiskach (40–100%), zbóż jarych (20–60%), zbóż ozimych (15–50%), rzepaku (15–45%), ziemniaków i buraków cukrowych (20–60%), warzywa (30–60%).

Występowanie powodzi notuje się w Polsce od X wieku, ale systematyczne obserwacje i zapisy dokumentują występowanie tego zjawiska od XIX w. W XX wieku wystąpiło około 35 powodzi o charakterze katastrofalnym, przy czym powodzi o różnym stopniu nasilenia i zasięgu wystąpiło prawie 600 w drugiej połowie tego stulecia. Powodzie opadowe półrocza letniego występują najczęściej w południowej Polsce, w dorzeczu górnej Wisły oraz górnej i środkowej Odry, natomiast wiosenne powodzie roztopowe w środkowej części kraju. Średnio w dorzeczu Wisły większe powodzie zdarzają się co 5 lat, a w dorzeczu Odry co 7 lat [4, 16]. Zjawiska lokalnych zalań czy podtopień terenu na skutek krótkotrwałych nawalnych deszczy lub długich okresów opadowych mogą zdarzać się w każdym regionie Polski, ale szczególnie w obszarach nizinnych. Charakteryzują się one dużą czasową nieregularnością występowania, co praktycznie uniemożliwia jakiegokolwiek przewidywania i oceny ryzyka ich występowania. Przykładem takiego zjawiska może być zalanie znacznych obszarów łąk w dolinie górnej Noteci i dolnej Wisły na skutek bardzo intensywnych opadów w czerwcu i lipcu 1980 r. W rejonie Bydgoszczy jeden dobowy opad 15 czerwca tego roku wyniósł 93 mm, a suma opadu w czerwcu – 317 mm. Opady te spowodowały utrzymywanie się zalania i podtopienia do końca września.

Skutki podtopień, zalań i powodzi są bardzo zróżnicowane i zależą głównie od okresu, w którym te zjawiska wystąpiły, czasu ich trwania, zasięgu i od zagospodarowania terenu. W okresie powodzi letnich związanych z wystąpieniem wody z koryta rzeki dominują straty rolnicze (częściowa lub całkowita strata plonów), w okresie powodzi zimowo-wiosennych straty na obszarach rolniczych dotyczą infrastruktury technicznej, przemysłu, transportu, budownictwa. Lokalne podtopienia i zalania terenu w wyniku ulewnych opadów w różnych porach roku mogą powodować głównie obniżenie lub straty plonów.

W ostatnich 50 latach występowały w Polsce wszystkie możliwe rodzaje powodzi. Jako przykład zimowych powodzi można podać powódź w marcu i kwietniu 1979 r. i w styczniu 1982 r. Powódź roztopowa w 1979 r. spowodowana była dużymi opadami śniegu i niską temperaturą powietrza zimą 1978/1979, co doprowadziło do dużego nagromadzenia zapasów wody w pokrywie śnieżnej. Ocieplenie na początku marca spowodowało nagłe topnienie śniegu i bezpośredni spływ wody do rzek w warunkach zamrożonej gleby. Wysokie stany wody w ciekach spowodowały zalanie znacznych obszarów zlewni Warty, Noteci, Narwi i Bugu. Na Wiśle w okolicy Włocławka powstał zator, który spowodował zagrożenie na odcinku od Wyszogrodu do Płocka. Straty spowodowane przez tę powódź ocenia się na 5 mld zł, z czego około 60% to straty w rolnictwie (wg ówczesnych cen) [3].

Drugi przykład powodzi zimowej to powódź zatorowo-śryżowa w styczniu 1982 r. w dorzeczu Wisły Środkowej, spowodowana zatorem śryżowym w wyniku nagłego krótkotrwałego ocieplenia po dużych opadach śniegu. Była to powódź o dużym zasięgu – zalanych zostało ponad 10 tys. ha terenów, głównie rolniczych [3]. Zostało uszkodzonych wiele budynków i obiektów energetycznych, łączności, komunikacji.

Spośród powodzi letnich, które wywołują największe straty w rolnictwie, wymienić należy przede wszystkim powódź opadową w dorzeczu Górnej Odry i Nysy Kłodzkiej w lipcu i sierpniu 1977 r. Przyczyną były wysokie krótkotrwałe opady. Zalanych zostało 45 tys. ha użytków rolnych, zniszczonych wiele budynków, mostów wałów i dróg. Kolejny przykład powodzi letniej to powódź w 1980 r., która objęła swym zasięgiem znaczną część kraju. Straty w rolnictwie oszacowano wg ówczesnych cen na 16,7 mld zł [3], a największe wystąpiły w województwach bydgoskim, toruńskim i wrocławskim. Za katastrofalną powódź należy uznać powódź opadową w lipcu 1997 r., która wystąpiła w dorzeczu Górnej Wisły i Górnej Odry. Pod wodą znalazło się ponad 500 tys. gruntów.

Gospodarowanie rolniczymi zasobami wodnymi dla przeciwdziałania skutkom ekstremalnych zjawisk pogodowych w rolnictwie

Rolnictwo może się w większym niż dotychczas stopniu borykać z nierównomiernym rozkładem opadów w ciągu roku oraz występowaniem okresów suszy glebowej lub nadmiernego uwilgotnienia. Do utrzymania produkcji na odpowiednim poziomie konieczne będą różne przedsięwzięcia i działania agrotechniczne i melioracyjne o charakterze inwestycyjnym i organizacyjnym, w różnej skali czasowej i przestrzennej, podejmowane przez rolników, odpowiednie służby rolne i melioracyjne, jednostki administracji państwowej i samorządowej.

Ponieważ jednym z ważniejszych skutków ekstremalnych zjawisk pogodowych jest wpływ na zasoby wodne, głównie ich ograniczenie i wzrost deficytów wody w rolnictwie, działania mające łagodzić te skutki powinny prowadzić do polepszenia warunków wodnych produkcji rolniczej, a szerzej – do stworzenia korzystnych warunków prowadzenia gospodarki wodnej w rolnictwie.

W zakresie ograniczania deficytów wody przedsięwzięcia te powinny być podporządkowane osiągnięciu czterech podstawowych celów kierunkowych:

1. Zwiększeniu lokalnych zasobów wodnych i ich dostępności dla rolnictwa.
2. Zwiększeniu efektywności wykorzystania wody w produkcji rolniczej.
3. Zmniejszeniu zapotrzebowania na wodę i zużycia wody przez uprawy rolnicze.
4. Intensyfikacji nawodnień.

Szczegółowe działania i zabiegi, prowadzące do osiągnięcia tych celów, można pogrupować następująco:

1. Zwiększenie retencji powierzchniowych zasobów wodnych i ich dostępności dla rolnictwa, przez:
 - gromadzenie wody w okresach jej nadmiaru (okres wiosenny, nadmierne opady latem) w lokalnych małych zbiornikach retencyjnych;

- zatrzymywanie wody i spowalnianie odpływu wody w małych ciekach (rowach, strumieniach) za pomocą małych budowli piętrzących;
 - utrzymanie w dobrym stanie małych cieków mających znaczenie dla rolnictwa.
2. Zwiększenie zasobów wody w glebie i jej dostępności dla roślin, przez:
- technologie uprawy gleby, które zwiększają zapasy wody glebowej i stopień ich wykorzystania przez rośliny, mające na celu:
 - spulchnianie gleby,
 - poprawę struktury gleby,
 - zwiększanie zawartości próchnicy,
 - poprawę fizycznych i wodnych właściwości głębszych warstw gleby,
 - zatrzymywanie opadów na polu,
 - zwiększenie infiltracji,
 - ograniczenie spływów powierzchniowych,
 - ograniczenie parowania z powierzchni gleby,
 - powiększanie aktywnej strefy korzeniowej poboru wody,
 - stwarzanie warunków do głębokiego korzenia się roślin;
 - dobór odpowiednich gatunków i odmian roślin odpornych na suszę, o krótszym okresie wegetacji, o mniejszych potrzebach wodnych, o głębszym systemie korzeniowym;
 - nawożenie i zabiegi melioracyjne wspomagające rozwój silnych systemów korzeniowych;
 - stosowanie nawodnień.
3. Modyfikacja technologii użytkowania wody w gospodarstwie i na polu, w kierunku:
- oszczędzania wody;
 - zwiększenia efektywności wykorzystania wody przez wielokrotne jej użytkowanie;
 - minimalizacji bezużytecznych odpływów wody z systemów melioracyjnych;
 - zatrzymywania i gromadzenia wody z odpływów drenarskich;
 - zmniejszenia zużycia wody przez rośliny przez ograniczanie ewapotranspiracji;
 - poprawy prowadzenia i zarządzania nawodnieniami;
 - wprowadzenia wodo- i energooszczędnych metod i technik nawadniania.
4. Poprawa zarządzania zasobami wodnymi i ich dystrybucji w rolnictwie, przez:
- ulepszenie i rozwój istniejących metod rozrządu wody w systemach melioracyjnych w kierunku dynamicznego, elastycznego zarządzania gospodarką wodną z wykorzystaniem nowoczesnego systemu monitorowania stanu systemu wodnego (stany wody gruntowej, przepływy i stany wody w ciekach, monitoring obiektów hydrotechnicznych);
 - dostosowanie algorytmów sterowania nawodnieniami do zmiennych warunków meteorologicznych i występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych;
 - rozwój regionalnych systemów monitorowania suszy dla potrzeb sterowania nawodnieniami i systemami wodnymi na obszarach rolniczych;
 - rozwój systemów łączności opartych na GSM;

- zastosowanie metod teledetekcyjnych i systemu informacji przestrzennej w sterowaniu systemem wodnym.
5. Rozwój świadomości społecznej w zakresie skutków susz i przeciwdziałań, poprzez szkolenia dla rolników, wydawanie i upowszechnianie broszur, ulotek i biuletynów, rozpowszechnianie informacji przez radio, telewizję, prasę i internet.

Działania te obejmują różne metody, zabiegi i narzędzia w zakresie rolniczych zasobów wodnych i ich użytkowania. Mogą mieć charakter krótkoterminowych dostosowań oraz długoterminowych działań adaptacyjnych.

Krótkoterminowe działania dostosowujące powinny optymalizować produkcję rolną bez większych zmian systemowych (np. wcześniejsze siewy, zmiana odmian roślin, głęboka orka). Długoterminowe działania adaptacyjne odnoszą się do większych zmian systemowych (np. zmiany użytkowania ziemi, zmiany systemów produkcji rolniczej, wprowadzanie nowych upraw, nowe techniki gospodarowania ziemią, nowoczesne technologie prowadzenia i zarządzania nawodnieniami, rozwój małej retencji wodnej, zmiana świadomości społecznej).

Najbardziej widoczne obecnie działania to strategia zwiększania zasobów wody realizowana w wielu regionach Polski w ramach opracowanych w układzie nowych województw programów rozwoju małej retencji wodnej, których realizację należy kontynuować i dokończyć, wprowadzając bieżące korekty i weryfikacje.

Skuteczną metodą łagodzącą ujemny wpływ susz na plon roślin uprawnych są nawodnienia. Nawodnienia w Polsce mają charakter interwencyjny i uzupełniają okresowy niedobór opadów. Są potrzebne w krótszych bądź dłuższych okresach w czasie trwania okresu wegetacyjnego, szczególnie w regionach, w których występują częste i silne susze. Można więc przyjąć, że statystycznie raz na 3 lata istnieje potrzeba stosowania nawodnień. Występują lata, kiedy nawodnienia nie są potrzebne, jednak w latach takich jak np. 1992 i 2000, kiedy około 40% powierzchni kraju było dotknięte ekstremalnymi suszami, nawodnienia mają ogromne znaczenie. W chwili obecnej w Polsce nawodnienia odgrywają znikomą rolę zarówno w produkcji rolnej, jak i gospodarce wodnej. Są stosowane zaledwie na około 0,5% powierzchni użytków rolnych (łącznie wszystkie rodzaje nawodnień) [13, 14]. W wielu przypadkach czynnikiem uniemożliwiającym prowadzenie nawodnień jest brak wody, spowodowany występowaniem w okresie suszy niskich stanów wody w rzekach i zmniejszeniem pojemności użytkowej jezior i zbiorników retencyjnych. Wtedy wielką rolę odgrywa właściwe gospodarowanie wodą oraz racjonalne zarządzanie systemami nawodnień i sterowanie nimi. W systemach nawodnień podsiąkowych taką efektywną metodą gospodarowania wodą w przypadku jej niedoboru jest metoda regulowanego (hamowanego) odpływu, polegająca na kontrolowaniu odprowadzania wody z systemów na wiosnę i po dużych opadach w celu zatrzymania jej w glebie i sieci rowów [7]. W systemach nawodnień deszczownianych i mikronawodnień, w warunkach niedoboru wody można stosować nawodnienia deficytowe. Polegają one na niepełnym zaspokajaniu zapotrzebowania roślin na wodę i nawadnianiu tych upraw,

dla których niedobór wody w danym czasie (w danej fazie fenologicznej) spowoduje najmniejsze straty w plonach.

Powyższe działania powinny wspomagać adaptację polskiego rolnictwa do zmian klimatu i prowadzić do osiągnięcia celów kierunkowych w zakresie łagodzenia niekorzystnego wpływu zmian klimatu na zasoby wodne istotne dla rolnictwa.

Walka ze skutkami susz i powodzi i wynikające z niej zadania są wyzwaniem dla Polski w zakresie poszukiwania nowych, doskonalszych rozwiązań i wdrażania ich w regionach o dużym stopniu ryzyka ich występowania. Podstawą przedsięwzięć w tym zakresie musi być program strategiczny określający, w jaki sposób i przez realizację jakich zadań, można zapobiegać ujemnym skutkom ekstremalnych zjawisk pogodowych.

Obecne uwarunkowania różnych działań związanych z przeciwdziałaniem negatywnym skutkom susz i powodzi w rolnictwie polskim są silnie związane ze stanem gospodarki wodnej w rolnictwie. Dotyczy to zwłaszcza melioracji. Podstawową przyczyną ograniczonych możliwości przeciwdziałania tym skutkom na obszarach rolniczych są zaniedbania w zakresie eksploatacji systemów i urządzeń melioracyjnych, ograniczające możliwości wykorzystania tych obiektów. Zaniedbania te obejmują:

- brak właściwej konserwacji cieków i rowów, uniemożliwiający wykonywanie nawodnień i szybkie odprowadzenie nadmiaru wody;
- brak instrukcji eksploatacyjnych i urządzeń kontrolno-pomiarowych, utrudniający kontrolę przebiegu nawodnień;
- brak uzgodnień regulujących pobór wody do nawodnień w latach suchych, ograniczający wielkość obszarów nawadnianych w kraju;
- zmniejszenie zainteresowania rolników wykorzystywaniem użytków zielonych w gospodarstwie rolnym, wpływające na zaniedbania agrotechniczne, a tym samym na efektywność gospodarowania na obiektach melioracyjnych;
- wzrastającą liczbę obiektów melioracyjnych wymagających odbudowy i modernizacji.

Występują również poważne zaniedbania w zakresie szeroko rozumianej gospodarki wodnej na obszarach rolniczych. Spośród wielu zadań koniecznych do wykonania jako przykładowe można wymienić:

- zmodyfikowanie oceny zapotrzebowania na wodę przez rolnictwo w kierunku jego zmniejszenia i optymalnego wykorzystania wody w produkcji roślinnej;
- zmniejszenie strat wody w wyniku zmian technologii upraw, agromelioracji, hodowli nowych odmian roślin;
- opracowanie zasad magazynowania i wykorzystywania wód z własnej zlewni;
- opracowanie zasad kompleksowego zabezpieczenia rolników przed stratami w produkcji roślinnej w oparciu o aktualne uwarunkowania ekonomiczne;
- opracowanie i wdrożenie metod sterowania uwilgotnieniem gleb w sposób umożliwiający pogodzenie interesów rolnictwa i ochrony środowiska;
- opracowanie metod zwiększania naturalnych zasobów wodnych gleb i możliwości ich wykorzystania;

- zintensyfikowanie prac związanych z gromadzeniem wody w zbiornikach retencyjnych w okresach ich nadmiaru i opracowanie sposobów najefektywniejszego jej wykorzystywania;
- opracowanie i wdrożenie na różnym poziomie (regionalne, zlewniowe, obszarowe, w skali gospodarstwa) systemów optymalnego rozrządu wody;
- znowelizowanie zasad funkcjonowania służby wodnej w rolnictwie;
- znowelizowanie prawa wodnego pod kątem zabezpieczenia rolnictwa w latach klęskowych pod względem niedoborów opadów.

Niebagatelne znaczenie będą miały działania instytucjonalne w planowaniu i realizacji tych zadań. Obejmują one: stosowanie operacyjnych modeli gromadzenia i przerzutów wody w skali zlewni, modele decyzyjne gospodarowania wodą w zbiornikach retencyjnych i systemach wodnych, zmiany w zarządzaniu rozdziałem wody z miejscowego na centralny (w skali systemu), zmiany w organizacji administracyjnej zarządzania gospodarką wodną, nowe regulacje prawne. Rozwiązania instytucjonalne powinny uwzględniać lokalne problemy w regionie wynikające z częstotliwości susz i powodzi, ich charakteru i oddziaływania na różnych użytkowników wody, jak również wynikające z przewidywanych strat ekonomicznych. Specyfika regionalnych rozwiązań jest szczególnie istotna, gdy rolnictwo (nawodnienia) jest znaczącym konsumentem wody. Ciągły wzrost potrzeb wodnych w rolnictwie powinien znaleźć odbicie w adekwatnym udziale w procesach decyzyjnych specjalistów z dziedziny gospodarki wodnej w rolnictwie.

Do utrzymania produkcji rolniczej na odpowiednim poziomie konieczne będą różne przedsięwzięcia inwestycyjne i nakłady finansowe. Niezbędne będzie również kompleksowe urządzenie i zrównoważone zagospodarowanie obszarów wiejskich, a w szczególności usprawnienie gospodarki wodnej.

Wśród działań łagodzących należy przewidzieć zwiększone finansowanie wszelkich działań dotyczących gospodarowania rolniczymi zasobami wodnymi (zwiększanie retencji, w tym małej retencji wodnej, czynna i bierna ochrona przeciwpowodziowa, odwadniające i nawadniające melioracje rolne itp.). Działania związane z gospodarką wodną powinny szczególnie dotyczyć Polski, gdyż stan przedsięwzięć gospodarowania rolniczymi zasobami wodnymi (melioracji wodnych) w kraju jest krytyczny. Dotychczasowe doświadczenie, stan ilościowy i jakościowy istniejących systemów melioracyjnych, systemów retencionowania i rozrządu wody oraz organizacji utrzymania i eksploatacji urządzeń melioracji szczegółowych nie gwarantują realizacji zadań melioracyjnych, w przypadku wystąpienia głębokiej suszy oraz potrzeby odprowadzenia nadmiaru wody.

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonej analizy problemów gospodarowania wodą w rolnictwie, wynikających z występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych, można wskazać najbardziej istotne kierunki działań mających na celu łagodzenie skutków tych zjawisk. Najważniejszym celem działań związanych z występowaniem obecnych i potencjalnych zagrożeń w rolnictwie związanych z ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi jest opracowanie strategii adaptacyjnych dostosowania produkcji rolnej do tych zjawisk. Bardzo istotne jest identyfikowanie tych zjawisk i ich prognozowanie. W konsekwencji pozwoli to określić zagrożenia zarówno obecne jak i potencjalne, które wystąpią w późniejszym okresie. Wydaje się też, że istotne jest uświadomienie zarówno decydentom jak i rolnikom, że nie należy spodziewać się jednoznacznych recept proponujących sposoby uniknięcia zagrożeń. Wynika to z bardzo dużej zmienności procesów zachodzących w środowisku i niemożności precyzyjnego przewidywania nadchodzących zmian. Duże tempo zmian cywilizacyjnych i wynikających z tego możliwych zmian w środowisku, może powodować, że identyfikowane obecnie zagrożenia okażą się mniej istotne za kilka lat, a pojawią się inne lub też zmieni się ich znaczenie.

Istotnym wyzwaniem dla Polski jest wzrost ryzyka dotyczącego produkcji rolnej, spowodowanego warunkami pogodowymi. Zmiany klimatyczne potęgują ryzyko produkcji związane z czynnikiem pogodowym. Minimalizacji tego ryzyka powinien sprzyjać wzrost nakładów na melioracje (gospodarowanie rolniczymi zasobami wodnymi), w tym na melioracje nawadniające. Należy wypracować metody zarządzania tym ryzykiem, poprzez mechanizmy finansowe o charakterze ubezpieczeń. Takie rozwiązania należy popierać, pod warunkiem, że będą one traktowane jako komplementarne w stosunku do rozwoju przedsięwzięć melioracyjnych – gospodarowania rolniczymi zasobami wodnymi.

Dla łagodzenia skutków ekstremalnych zjawisk pogodowych (niedostatki wody, susze, powodzie) mechanizmy finansowe o charakterze ubezpieczeń mogą być niewystarczające. Należy przewidzieć zwiększone finansowanie wszelkich działań dotyczących gospodarowania rolniczymi zasobami wodnymi (zwiększanie retencji, w tym małej retencji wodnej, czynna i bierna ochrona przeciwpowodziowa, odwadniające i nawadniające melioracje itp.).

Przed nauką jak i praktyką rolniczą staną nowe różne wyzwania, szczególnie w zakresie adaptacji polskiego rolnictwa, agroekosystemów, systemów melioracyjnych oraz celów i zadań gospodarowania wodą w rolnictwie. Polityka rolna powinna wspierać adaptację polskiego rolnictwa do zagrożeń wynikających z występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych. Istnieje pilna potrzeba opracowania i wdrożenia programów działań w skali lokalnej, regionalnej i ogólnokrajowej, mających na celu łagodzenie ujemnych skutków tych zjawisk. Programy te powinny zawierać opisy działań długofalowych wyprzedzających, bieżących przed pojawieniem się zjawiska i w trakcie jej trwania oraz po jej zakończeniu.

Literatura

- [1] Bąk B., Łabędzki L. 2002. Assessing drought severity with the relative precipitation index (RPI) and the standardized precipitation index (SPI). *J. Water Land Develop.* 6: 89–105.
- [2] Bobiński E., Meyer W. 1992. Susza w Polsce w latach 1982–1992. Ocena hydrologiczna. *Wiad. IMGW XV* (4): 3–23.
- [3] Ciepielowski A. 1992. Charakterystyka zjawisk powodziowych w Polsce. W: Ochrona przed powodzią. Wydawnictwo IMUZ, Falenty: 15–50.
- [4] Ciepielowski A. 1999. Podstawy gospodarowania wodą. Wydawnictwo SGGW, Warszawa: 326 ss.
- [5] Czaplak I. 1996. Posuchy i rejonry zagrożone jej występowaniem. W: Potrzeby i możliwości zwiększenia retencji wodnej na obszarach wiejskich. *Mat. Sem. IMUZ*, 37: 26–33.
- [6] Farat R., Kępińska-Kasprzak M., Mager P. 1995. Susze na obszarze Polski w latach 1951–1990. *Mat. Bad. IMGW, Gosp. Wodna i Ochrona Wód*: 58 ss.
- [7] Kaca E., Łabędzki L., Chrzanowski S., Czaplak I., Kasperska-Wołowicz W. 2003. Gospodarowanie zapasami wody użytecznej gleb torfowo-murszowych w warunkach regulowanego odpływu w różnych regionach agroklimatycznych Polski. *Woda Środ. Obsz. Wiej. Rozpr. Nauk. Monog.* 9: 118 ss.
- [8] Kaca E., Stapel Z., Śniadowki Z. 1993. Gospodarka wodna w rolnictwie w świetle suszy 1992 roku. *Mat. Inf. IMUZ*, 22: 55 ss.
- [9] Kundzewicz Z. 2000. Gdyby mała wody miarka ... Zasoby wodne dla trwałego rozwoju. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 195 ss.
- [10] Łabędzki L. 2004. Problematyka susz w Polsce. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* 4(1): 47–66.
- [11] Łabędzki L. 2006. Susze rolnicze – zarys problematyki oraz metody monitorowania i klasyfikacji. *Woda Środ. Obsz. Wiej. Rozpr. Nauk. Monog.* 17: 107 ss.
- [12] Łabędzki L. 2007. Estimation of local drought frequency in central Poland using the standardized precipitation index SPI. *Irrig. Drain.* 56 (1): 67–77, DOI: 10.1002/ird.285.
- [13] Łabędzki L. 2009. Expected development of irrigation in Poland in the context of climate change. *J. Water Land Develop.* 13b: 17–29.
- [14] Łabędzki L., Kuźniar A., Lipiński J., Mioduszewski W. 2006. Irrigation management transfer in European countries – Polish report, w: Irrigation Sector Reform in Central and Eastern European Countries. W: Dirksen, W. Huppert (red), Eschborn, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ); New Delhi, ICID: 329–383.
- [15] Mager P., Kuźnicka M., Kępińska-Kasprzak M., Farat R. 1999. Zmiany natężenia i częstości pojawiania się susz w Polsce (1891–1995). *Mat. konf. nauk. „Zmiany i zmienność klimatu Polski”*. Łódź, 3–6 XI 1999: 159–164.
- [16] Mikulski Z. 1998. Gospodarka wodna. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 202 ss.
- [17] Problemy gospodarowania wodą w rolnictwie w świetle suszy 1992 roku. 1993. E. Kaca (red). *Mater. Semin. IMUZ* 33: 159 ss.
- [18] Słota H., Bobiński E., Dobrowolski A., Fal B., Gałka S., Korol R., Lorenc H., Mierkiewicz M., Rutkowski T., Tomaszewska T., Żelaziński J. 1992. Susza 1992: zakres, intensywność, przyczyny i skutki, wnioski. *Mat. Bad. IMGW, Hydrologia i Oceanologia*: 32 ss.
- [19] Wilhite D.A., Hayes M.J., Svoboda M.D. 2000. Drought monitoring and assessment: status and trends in the United States. W: Drought and droughts mitigation in Europe. J.V. Vogt, F. Somma (red.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 149–160.

Agricultural water management in view of extreme weather phenomena

Key words: weather, agriculture, water, climate changes

Summary

Problems of agricultural water resources management are discussed in the paper in view of extreme weather phenomena. Observation regarding climate change shows that drought and flood events in Poland will become more intense and it will be a many years' trend. Definition and kinds of droughts and floods and their appearance scope in Poland are given in the paper, emphasizing the natural conditions for their occurrence, their frequency, extent, the damage they cause and the resulting consequences for agriculture. Role and tasks of amelioration and water management in mitigating harmful effects of the extreme weather phenomena in agriculture are also discussed. Various preventive measures should be undertaken. Due to climate change and related extreme meteorological and hydrological events, it is indispensable to review planning principles, design criteria, operating rules, contingency plans and management policies for agricultural water systems and to stress the role of irrigation and agricultural water management to control extreme meteorological and hydrological events. To mitigate different negative effects of extreme events the appropriate adaptation methods and adaptation strategies should be developed and implemented in agriculture and in existing irrigation and water control systems. Number of technical and organisational actions should be undertaken for the improvement of operation, management, administration and decision making.

