

CENTRUM DORADZTWA ROLNICZEGO W BRWINOWIE

ODDZIAŁ W RADOMIU

**Włodzimierz Stachura**

**NOWE TECHNOLOGIE  
W NAWADNIANIU UPRAW OGRODNICZYCH**

**RADOM 2020**

Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie  
Oddział w Radomiu

ISBN: 978-83-63411-95-4

Projekt okładki, skład: Małgorzata Sieczko  
Zdjęcia na okładce: 1. M. Zacharczuk – Wielkopolski ODR  
2. CDR O/Radom

Druk: Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie  
Oddział w Radomiu  
26-600 Radom, ul. Chorzowska 16/18,  
tel. 48 365 69 00, e-mail: radom@cdr.gov.pl,  
[www.cdr.gov.pl](http://www.cdr.gov.pl)

Nakład: 500 egz.

## Spis treści

Lp.		Str.
	Wstęp	5
1.	Brak wody i sposoby jej odzyskiwania	8
2.	Kierunek zmian	12
3.	Precyzyjne nawadnianie z DSS	13
4.	Nawadnianie z dronem	15
5.	Literatura	16



## Wstęp

Woda to jeden z najważniejszych czynników determinujących wzrost, rozwój i plonowanie roślin. Jest substratem lub produktem wielu procesów biochemicznych, umożliwia transport związków mineralnych i organicznych, zapewnia właściwe wzajemne ułożenie organów, zapobiega przegrzewaniu i przemarzaniu roślin oraz odpowiada za metabolizm białek, tłuszczów, węglowodanów i innych substancji. Jej zawartość w roślinach jest różna i zależy od gatunku, wieku, pory roku i dnia oraz organu (*Karczmarczyk i Nowak, 2006*).

Wymagania wodne to inaczej ilość wody zużytej w okresie wegetacji dla wydania plonu, przy optymalnym układzie czynników środowiskowych. Zależą one od gatunku i odmiany, długości okresu wegetacji, temperatury powietrza i gleby, przystosowań kseromorficznych, intensywności nawożenia oraz zwięzłości gleby i są różne dla poszczególnych etapów wzrostu i miesięcy okresu wegetacyjnego. Okresy szczególnej wrażliwości na niedobór wody, przypadające najczęściej w fazie najintensywniejszego wzrostu i najwyższej transpiracji, określane są mianem okresów krytycznych (*Karczmarczyk i Nowak, 2006*). Zapewnienie w tym czasie odpowiednich warunków wilgotnościowych nie tylko optymalizuje procesy metaboliczne komórek, ale też zwiększa efektywność zastosowanych substancji odżywczych, z kolei stres wywołany niedoborem wody skutkuje osłabieniem wzrostu i plonowania (*Yaghi i in., 2013*).

Warzywa na ogół są roślinami o dużych potrzebach wodnych i dużej wrażliwości na niedobór wody, zwłaszcza w kluczowych dla tworzenia plonu fazach wzrostu. Tylko niektóre gatunki warzyw są zdolne wytworzyć głęboko sięgający, silny system korzeniowy. Większość korzeni się bardzo płytko, rozwijając 80-90% objętości bryły korzeniowej w wierzchniej warstwie gleby o miąższości do 30 cm. To w połączeniu ze znacznym uwodnieniem tkanek oraz dużą masą i powierzchnią transpiracyjną części nad-

ziemnych sprawia, że niedobory wody w glebie negatywnie wpływają na plon (*Kaniszewski, 2005b*).

Naturalnymi źródłami zaopatrzenia roślin w wodę są zasoby glebowe i opady atmosferyczne. Ponad połowa powierzchni użytków rolnych w Polsce to gleby o małej retencji, z głęboko usytuowanym poziomem wody gruntowej, dla których opady atmosferyczne stanowią główne naturalne źródło wody (*Karczmarczyk i Nowak, 2006*). Niedobory opadów to różnica między wskaźnikami potrzeb wodnych roślin, a rzeczywistymi opadami w całym okresie wegetacji lub w określonych fazach uprawy (*Żarski i Dudek, 2009*). Ich bardzo częste występowanie na terenie Polski potwierdzają wyniki badań (*Żarski 2011*). Wysokość niedoborów opadów w poszczególnych latach jest różna, a nawet jeżeli w okresie wegetacji suma opadów nie odbiega od normy, wskutek nierównomiernego ich rozkładu mogą wystąpić okresowe posuchy. To wszystko sprawia, że potrzeba nawadniania w uprawie warzyw jest bezdyskusyjna (*Kaniszewski, 2005b*), a przeprowadzone w odpowiednich terminach znacząco poprawiają jakość plonów i ograniczają rozwój chorób fizjologicznych, takich jak: sucha zgnilizna wierzchołkowa owoców pomidora, zamieranie liści sercowych selera, czy zamieranie brzegów liści sałaty (*Karczmarczyk i Nowak, 2006*).

O znaczeniu nawadniania i jego wpływie na efektywność produkcji może świadczyć fakt, że z upraw nawadnianych uzyskuje się około 50% produkowanej na świecie żywności. W wielu krajach stosuje się powszechnie nawadnianie zalewowe, stokowe, lub bruzdowe. W Polsce w polowej uprawie warzyw do niedawna stosowano głównie deszczowanie. Zaletami tej metody jest łatwa instalacja i obsługa, mobilność, oraz mniejsze zużycie wody, w porównaniu z nawadnianiem zalewowym, stokowym czy bruzdowym. Wadą zaś jest wysokie zużycie energii, duże straty wody na drodze parowania i większe ryzyko wystąpienia chorób grzybowych na silnie zwilżanych roślinach (*Csaba, 2011*). Coraz częściej w uprawach ogrodniczych, ze względu na większą oszczędność wody przy jednocześnie wyższej efektywności, wprowadza się nawadnianie kroplowe, polegające na czę-

stym podawaniu małych dawek wody bezpośrednio do ryzosfery rośliny. Ważnym elementem nawadniania kroplowego jest kompensacja ciśnienia. zapewnia ona równomierną emisję wody w przypadku długich ciągów, oraz równomierny wypływ wody przez emitery umieszczone daleko od źródła wody. Kompensacje ciśnienia posiadają niektóre linie kroplujące. Dodatkowymi zaletami tej metody są: oszczędność energii, optymalne uwilgotnienie i aeracja gleby, równomierne rozprowadzenie wody, brak negatywnego wpływu na strukturę gleby, mniejsze porażanie roślin przez grzyby i bakterie, możliwość automatyzacji. Nawadnianie kroplowe można połączyć z nawożeniem i dostosować ilość składników pokarmowych do zmieniających się wymagań roślin (*Dyśko i Kaniszewski, 2005, Spiżewski, 2005*). Do wad systemu trzeba zaliczyć wysoki koszt instalacji, brak możliwości przenoszenia jej do innych upraw, ograniczenie stosowania upraw międzyrzędowych i potrzeba szerszej wiedzy technicznej (*Kaniszewski, 2005a, 2005b*).

Spowolnienie procesów fizjologicznych, prowadzące do obniżenia wielkości i jakości plonu następuje w roślinach jeszcze zanim pojawią się pierwsze symptomy niedoboru wody, dlatego też bardzo ważną kwestią jest prawidłowe ustalanie terminów nawadniania. Najczęściej robi się to w oparciu o pomiary wilgotności lub potencjału wodnego gleby, albo też potencjalnej ewapotranspiracji. Potencjał wodny mierzony jest przy użyciu tensjometrów i irrometrów, a nawadnianie zaczyna się, zależnie od zwięzłości gleby, najczęściej przy wskazaniach 40-50 kPa (*Kaniszewski, 2005b*).

## 1. Brak wody i sposoby jej odzyskiwania

W wielu krajach coraz większym problemem staje się ograniczony dostęp do źródeł wody, jak również nieodpowiednia jej jakość. Z tego względu tak istotne jest opracowywanie oszczędnych i jednocześnie efektywnych metod nawadniania.

Szacuje się, że na nawadnianie upraw rolniczych przeznaczają się ponad 85% całkowitego zużycia wody na świecie; nawet niewielka oszczędność pozwala zwiększyć ilość wody dla innych celów (*Zegbe i in., 2004*). Podkreśla się też negatywny wpływ niewłaściwego nawadniania na środowisko – przy obfitym nawożeniu i okazjonalnym obfitym nawadnianiu wzrasta ryzyko erozji gleb i skażenia wód gruntowych (*Vázquez i in., 2006*).

Coraz częściej w Europie mówi się o wykorzystaniu oczyszczonych ścieków komunalnych do nawadniania roślin. Istnieje projekt rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie minimalnych wymogów dotyczących ponownego wykorzystania wody. Ze względu na to, że warunki geograficzne i klimatyczne państw członkowskich znacznie się różnią, każde państwo może zdecydować, że użycie odzyskanej wody do nawodnień rolnych (na części lub na całym jego terytorium) nie jest odpowiednim rozwiązaniem. Są kraje stosujące takie rozwiązania jak USA, Grecja, Włochy, Hiszpania czy Izrael który do roku 2025 planuje recykling 95% ścieków dla celów rolniczych.

Zespół naukowców z Uniwersytetu Ben-Guriona w Izraelu, Uniwersytetu Duisburg-Essen w Niemczech oraz Uniwersytetu Illinois w Urbana-Champaign (USA) postanowił wspólnie znaleźć rozwiązanie tego palącego problemu opracowując membranę filtrującą w postaci „zwitterionnic polymer hydrogel” (dipolarny polimerowy hydrożel), która usuwa wirusy i bakterie ze ścieków i przekształca je w wodę pitną. Nowa technologia utworzona została poprzez wszczepienie specjalnej powłoki hydro-żelu w komercyjną membranę ultra-filtracyjną. Według badaczy z BGU membrana używa dzięki temu zarówno dodatnich, jak i ujemnych ładunków, aby ode-

przeć wirusy przed zbliżaniem się do filtra i przedostawaniem się przez niego – bardziej skutecznie i efektywnie niż jakiegokolwiek dotychczas stosowane rozwiązanie technologiczne. Ta technika filtracji różni się od istniejących technologii oczyszczania w znaczący sposób, ponieważ pozwala na skuteczne przetwarzanie ścieków przy mniejszym wydatku energetycznym niż ma to miejsce w przypadku odsalania metodą odwróconej osmozy czy w przypadku oczyszczania ścieków z wykorzystaniem napowietrzania – pompowania tlenu do ścieków w celu zwiększenia zdolności rozkładu groźnej dla zdrowia ludzi materii organicznej. Technologia „zwitterionic polymer hydrogel” ma również w zamyśle przewyższyć inne technologie filtracyjne z uwagi na fakt, iż nie korzysta z takich substancji chemicznych jak chlor, które mogą spowodować dodatkowe zanieczyszczenie wody produktami ubocznymi, wykorzystując przy tym znaczne zasoby energetyczne potrzebne do rozprowadzenia go w wodzie. Naukowcy opracowujący nową membranę filtracyjną zapewniają, iż zalety tej nowej metody oczyszczania wody są ogromne, ponieważ gwarantuje ona przeprowadzenie procesu oczyszczania w sposób zrównoważony, bez zakłócania funkcjonowania naturalnych ekosystemów, stosowania chemikaliów i ciągłego zużycia energii elektrycznej potrzebnej do działania stosowanych dotychczas systemów.

Używanie wody pitnej z recyklingu nieuchronnie stanie się konieczne. Coraz więcej miast na świecie zaczyna cierpieć z powodu niedoboru wody pitnej, a spożycie zanieczyszczonej wody może mieć poważne konsekwencje dla ustroju ludzkiego, od wywoływania niekorzystnych reakcji układu trawiennego i stany zapalne wielu narządów, poprzez choroby o podłożu neurologicznym, aż po skutki śmiertelne. Oczywiście istnieją pewne ograniczenia co do gatunków, czy form spożycia roślin ale wydaje się że na chwilę obecną w Polsce największym problemem byłaby bariera psychologiczna. Na dzień dzisiejszy wydaje się że ten problem nas nie dotyczy ale jest to chyba złudna nadzieja skoro podnoszą się głosy że Wisła może stać się rzeką okresową. Niestety niektóre kraje afrykańskie używają ścieków bezpośrednio do nawadniania.

Innym sposobem pozyskiwania wody jest jej odsalanie metodą odwróconej osmozy. Wydajność takich instalacji wynosi ok 50%. Skoro morza i oceany stanowią największy odsetek zasobów wodnych planety, to logiczne wydaje się pozyskiwanie wody słodkiej właśnie z wody morskiej. Oczywiście zasolenie różnych słonowodnych akwenów jest różne. Średnio przyjmuje się zasolenie wszechoceanu Ziemi na poziomie 35 promili (czyli jakiegoś 35 kg soli, nie tylko tej kamiennej, czyli chlorku sodu, ale też soli potasowych, magnezowych itd. na 1000 litrów, czyli 1 m<sup>3</sup> wody). Są jednak akwenu dużo bardziej zasolone, jak np. Morze Martwe (zasolenie na poziomie 26%, czyli ok. 8-krotnie większe od średniej globalnej) jak i mniej zasolone - np. nasz Bałtyk (zasolenie ok. 10 promili).

Osmoza to naturalne zjawisko, powszechne wśród organizmów żywych, polegające na tym, że przez półprzepuszczalną błonę (a taką błoną jest błona komórkowa w naszych tkankach) przedostaje się rozpuszczalnik (a rozpuszczalnikiem jest np. woda) z roztworu o niższym stężeniu do roztworu o wyższym stężeniu (wyrównanie stężeń roztworów). Jak łatwo się domyślić, odwrócona osmoza to proces polegający na tym, że zmieniony jest kierunek przepływu - odwrócona osmoza zachodzi od roztworu o wyższym stężeniu substancji do roztworu o niższym stężeniu. Woda morska to roztwór o wyższym stężeniu soli niż woda pitna - to wyjaśnia sens stosowania odwróconej osmozy. Trzeba jednak pamiętać, że o ile osmoza jest procesem zasadniczo samoistnym, to już odwrócona osmoza wymaga nakładów energetycznych z zewnątrz (choćby zasilania pomp wysokiego ciśnienia). Jednak i tak odwrócona osmoza jest najbardziej efektywnym energetycznym procesem odsalania, wymagającym znacznie mniejszych nakładów energetycznych niż procesy wymuszające przemianę fazową (czyli np. destylacja, wymagająca parowania wody lub zamrażanie wymagające krzepnięcia wody).

Odsalanie to proces wymagający znacznych nakładów energetycznych. Wobec faktu, że wciąż większość energii przetwarzanej przez naszą cywilizację pochodzi ze spalania paliw kopalnych, zrozumiałe, że odsalanie jest

uważane przez wiele ekologicznych organizacji za działanie szkodzące klimatowi naszej planety, a także mające negatywny wpływ na przybrzeżne ekosystemy morskie. Z wymogami energetycznymi stacji odsalania trudno polemizować, proces odsalania prowadzony na skalę przemysłową wymaga znacznych nakładów energetycznych. Bez wody nie przeżyjemy, dalsze zmiany klimatyczne też redukują nasze szanse przetrwania. Rozwiązaniem problemu byłoby odsalanie wody morskiej z wykorzystaniem zielonej energii. Co ciekawe, taki projekt właśnie powstaje w Dubaju. Zjednoczone Emiraty Arabskie to kraj pustynny. Olbrzymia większość zasobów wody słodkiej w tym państwie pochodzi z istniejących stacji odsalania zasilanych energią z paliw kopalnych, których w ZEA nie brakuje. Stacje odsalania są po prostu łączone z elektrowniami gazowymi w ZEA. Jednak w 2019 roku Dubaj rozpoczął projekt budowy pierwszej stacji odsalania wody morskiej wykorzystującej energię ze źródeł odnawialnych - z fotowoltaiki. Plany Dubaju są ambitne, projektowana stacja odsalania w całości zasilana energią słoneczną ma do 2024 roku osiągnąć zdolność produkcji ok. 550 tys. m<sup>3</sup> wody pitnej na dobę, czyli ok. 200 mln m<sup>3</sup> rocznie. Pozostaje jednak jeszcze jedna kwestia - zakłady odsalające z jednej strony produkują wodę słodką, ale z drugiej odpadem "produkcyjnym" jest solanka, czyli roztwór wody o znacznie większym zasoleniu niż pobrana wstępnie woda morska. Solanka w takim kontekście jest po prostu ściekiem. Tymczasem w większości obecnie działających stacji odsalania solanka jest po prostu wylewana z powrotem do morza. Nie trzeba dużej wyobraźni, by stwierdzić, że im w większym stopniu będziemy wykorzystywać taką metodę pozyskiwania wody pitnej, tym większym problemem stanie się to, co zrobić z odpadami. Jedno wiemy na pewno - woda to jeden z podstawowych zasobów niezbędny nam do życia. Jeżeli jej zabraknie, kwestie ekologii zejdą na plan dalszy, liczyć się będzie przetrwanie tu i teraz. Dlatego warto zawczasu tak zaplanować gospodarkę wodną, by jednocześnie uniknąć degradacji środowiska. Polska to kraj, który ma dobry dostęp do morza. Granica wzdłuż wybrzeża Bałtyku ma długość ok. 440 km. To oznacza, że mamy gdzie budować stacje pozyskujące wodę pitną z wody morskiej. Pozostaje jednak

kwestia efektywności energetycznej. Zasilanie takich instalacji energią pochodzącą ze spalania kopalin to droga donikąd.

## **2. Kierunek zmian**

Zanim przejdę do tematu przedstawiam opinie na temat sprzętu nawodnieniowego z pracy zbiorowej Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach z 2019r. „Techniczne i technologiczne możliwości oszczędzania wody do nawadniania roślin uprawnych”.

„Obserwując dostępny na rynku sprzęt nawodnieniowy i powstające na jego bazie instalacje można zauważyć gwałtowne pogarszanie się jakości towarów i usług branży związanej z nawadnianiem roślin. Większość nowych instalacji jest znacznie gorsza od tych wykonywanych np. 10-15 lat temu. Oferowane na krajowym rynku elementy sieci nawodnieniowej (emitery kropłowe, taśmy i linie kroplujące) nie podlegają żadnej ocenie jakościowej. W przypadku emiterów bardzo ważnym parametrem jest współczynnik zmienności wydatku wody. Parametr ten określa zmienność wydatku wody fabrycznie nowych emiterów kropłowych. Zmienność ta ma istotny wpływ na równomierność nawadniania, która bezpośrednio przenosi się na efektywność zużycia wody. Konsekwencją nierównomierności wypływu wody w instalacji jest tzw. „przelewanie” obszarów o wyraźnie wyższym wydatku wody. Złej jakości przewody, elementy złączne i emitery są przyczyną częstej awaryjności instalacji nawodnieniowych, która jest powodem istotnych strat wody. Na krajowym rynku mamy bardzo szeroką gamę oferowanego sprzętu i wiele firm instalatorskich, niestety duża część tych instalacji nie spełnia światowych norm równomierności dystrybucji wody. Powodem jest zła jakość elementów sieci nawodnieniowej oraz brak doświadczenia i podstaw wiedzy inżynierskiej instalatorów. Niestety nie lepiej jest ze stosowaną w praktyce technologią nawadniania. Na podstawie prowadzonych ankiet Treder i współautorzy (2011) stwierdzili, że aż

80% sadowników posiadających instalacje nawodnieniowe, nawadnia swoje sady na tzw. „oko” nie stosując żadnych wiarygodnych kryteriów. Nie lepsza sytuacja jest w innych polowych działach produkcji roślinnej”.

Jeżeli ta opinia jest zasadna a pewnie taka jest, to rodzi się pytanie co z tym zrobić i jak to zmienić?.

W ostatnich latach zmiany systemów nawadniania nie były rewolucyjne, bardziej jest to proces ewolucji i wprowadzania modyfikacji w urządzeniach do nawadniania, zmierzających do zoptymalizowania zużycia wody. Dążenie do racjonalnego gospodarowania wodą widać w podejściu do sterowania nawadnianiem, które nie ma już charakteru wyłącznie reaktywnego, ale jest planowane z uwzględnieniem raportów i prognoz pogodowych oraz współczynnika ewapotranspiracji. Następuje automatyzacja procesu, przez co systemy stają się coraz bardziej bezobsługowe dla użytkownika, który jednocześnie chce mieć pełną kontrolę nad pracą systemu nawadniania, możliwość stałego wglądu i wprowadzania zmian zdalnie, z dowolnej lokalizacji.

### **3. Precyzyjne nawadnianie z DSS**

Inteligentne nawadnianie uwzględnia ograniczoność zasobów wodnych Ziemi i pozwala dysponować nimi mądrze oraz bardziej odpowiedzialnie. To przede wszystkim precyzja działań, która prowadzi do lepszej wydajności tego zabiegu. Dzisiaj osiąga się ją m.in. dzięki komputerowym systemom wspierania decyzji (DSS), które wykorzystuje już większość dużych gospodarstw rolnych w Europie. Na czym polega ich rola? Pokazują one bieżącą dostępność wody dla upraw na konkretnych poziomach profilu glebowego oraz prognozę rozwoju sytuacji hydrologicznej w polu w najbliższym czasie. Informacje te przedstawiane są tu za pomocą wykresu. Dzięki nim rolnik może zadziałać na czas, adekwatną do potrzeb gleby ilością wody, unikając jej niedoborów, ale też ryzyka zalania upraw i wymy-

wania z pól substancji odżywczych. Wykres ten powstaje na podstawie danych uzyskanych z pomiarów wilgotności gleby oraz ze stacji meteorologicznej znajdującej się na terenie gospodarstwa. Aby dostarczane przez system informacje były dokładne i miarodajne, kluczowe jest prawidłowe rozmieszczenie sensorów w polu.

Właściwy sposób montażu czujników do pomiaru wilgotności gleby uwzględnia jej różnorodność i jakość oraz topografię terenu. Wilgoć lepiej i dłużej utrzymuje się na równinach, w glebie cięższej, bogatej w materię organiczną, o dużej zdolności do infiltracji, natomiast szybciej wypłukuje się z gleb lekkich, zagęszczonych i mniej żyznych oraz położonych na wzniesieniach. Ta wiedza w połączeniu ze znajomością gleb, jakimi zarządzamy w gospodarstwie, pomaga w podjęciu decyzji o najbardziej optymalnym rozmieszczeniu sensorów oraz w ocenie potrzeb wodnych naszych pól. Im dokładniejsze dane dostarczymy systemowi DSS, tym decyzje związane z czasem reakcji i ilością aplikowanej wody, będą bardziej precyzyjne. Użyteczność tego programu jest więc w dużej mierze zależna od wiedzy i doświadczenia rolnika. Kluczowy jest również czas umieszczenia sensorów w polu. Należy je montować wczesną wiosną, na etapie obserwacji wschodów, gdy system korzeniowy roślin nie jest jeszcze w pełni ukształtowany. To moment, w którym zyskujemy czas na kalibrację sprzętu poprzez monitoring reakcji gleby na pojawiające się ilości opadów. Na podstawie tych obserwacji ustala się dolny limit wilgoci w glebie, oznaczający jej niedobór. Wykres pokazujący zasób wody oscylujący w granicy tego limitu będzie oznaczał konieczność rozpoczęcia nawadniania. Sam system nie generuje jeszcze informacji, jaką ilość wody w danym momencie potrzebują nasze uprawy, aczkolwiek firmy dostarczające wspomniane oprogramowania, często oferują takie doradztwo. Korzystając z niego, należy jednak pamiętać o tym, aby uzyskane informacje odnieść do indywidualnych warunków glebowych w naszym gospodarstwie.

## 4. Nawadnianie z dronem

Jeszcze nie tak dawno oblatujący przestrzeń powietrzną dron był niecodziennym zjawiskiem, a już dzisiaj pewne jest, że stanie się istotnym narzędziem pracy rolnika, dzięki któremu zyska on większą kontrolę nad rozwojem swoich upraw. Zdjęcia wykonane uprawom przez to urządzenie oraz zdjęcia satelitarne pozwolą rolnikowi na bieżąco monitorować całe pole, kontrolować kondycję nawet pojedynczych roślin i tym samym szybciej reagować na pojawiające się problemy związane z rozwojem chwastów, atakiem szkodników, występowaniem chorób czy niedoboru wody. Nawadnianie upraw w niedalekiej przyszłości będzie więc oparte nie tylko na pomiarze wilgotności gleby, ale również ocenie stanu roślin w danym miejscu i czasie. O ile dzisiaj pomiar taki sprowadza się tylko do konkretnych punktów w polu, o tyle jutro obejmie swoim zakresem cały jego obszar.

Dzięki takim obrazom możliwe będzie stworzenie zdigitalizowanej mapy pola, przedstawiającej dokładny rozkład potrzeb wodnych uprawy. Wykonany na jej podstawie zabieg nawadniania będzie jeszcze bardziej precyzyjny, bo pozwalający na zastosowanie zmiennych dawek aplikowanej wody we właściwych miejscach na polu. Tym sposobem zyskamy większą kontrolę nad wykorzystaniem jej zasobów oraz nad kosztem wykonania zabiegu.

Nowe technologie coraz bardziej wspierają wydajność zabiegów w polu, ale o ich efektywności niezmiennie decyduje i nadal będzie decydować wiedza oraz doświadczenie rolnika.

## 5. Literatura

1. <https://agronews.com.pl/>
2. Kamila Szałaj, Inteligentne nawadnianie dziś i jutro.
3. Beata Durau, Przegląd rozwiązań nawodnień stosowanych w polowej uprawie pomidora i ogórka, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy.
4. Komputer Świat, Artykuły Redakcyjne, Jak technologia odsalania wody morskiej może pomóc podczas suszy.
5. Prof. dr hab. Waldemar Treder Dr Krzysztof Klamkowski Mgr Anna Tryngiel –Gać, Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach, Techniczne i technologiczne możliwości oszczędzania wody do nawadniania roślin uprawnych, Skierniewice 2019.
6. <https://itrade.gov.it/poland/nowa-metoda-odzyskiwania-wody-pitnej-z-oczyszczonych-sciekow/>