

PRZYRODNICZE I TECHNICZNE PRZESŁANKI NAWADNIAŃ  
OGRODNICZYCH W POLSCE

Do czynników przyrodniczych warunkujących konieczność lub zbędność stosowania nawadnień upraw rolniczych i ogrodniczych zalicza się klimat oraz glebę.

Polska leży w strefie klimatu przejściowego od morskiego do kontynentalnego. Zależnie od położenia centrów niżu i wyżu napływa do nas powietrze z nad kontynentów, cechujące się latem wysoką ciepłotą i niską zawartością pary wodnej bądź z nad oceanów o dużej zawartości pary wodnej. W związku z tym w tych samych miesiącach letnich możemy mieć pogodę upalną oraz suchą albo deszczową i chłodną.

Klimatyczną miarą potrzeb stosowania nawadnień w ogrodnictwie może być różnica pomiędzy ewapotranspiracją potencjalną, którą utożsamia się z potrzebami wodnymi dobrze rozwiniętej i zacieniającej glebę mezofilnej roślinności, a opadami atmosferycznymi.

$$N = ETp - P \quad \text{mm}$$

N - niedobór opadów atmosferycznych przy założeniu braku zapasów wody w glebie w mm,

ETp - ewapotranspiracja potencjalna w mm,

P - opady atmosferyczne w okresie obliczeniowym w mm.

Wysokość ewapotranspiracji potencjalnej jest zmienna, zależna od czynników klimatycznych, decydujących o zdolności ewapotranspiracji powietrza /niedosytu wilgotności i temperatury powietrza, nasłonecznienia, prędkości wiatru/. Zależnie od napływu mas powietrza i typu pogody może ona przybierać w naszych

warunkach różne wartości. Na przykład w kotlinie warszawskiej może wahać się losowo w maju od 65 do 135 mm, w czerwcu od 85 do 180 mm, w lipcu od 85 do 190 mm, zaś w sierpniu od 90 do 165 mm. W innych rejonach wahania te są nieco mniejsze. Niskie wartości ETp cechują miesiące pochmurne z wysokimi opadami, natomiast maksymalne występują w miesiącach upalnych o małym zachmurzeniu i niskich opadach atmosferycznych. Bardzo wysoka zmienność cechuje także opady. Na przykład w Warszawie w lipcu mogą one być w 10 % lat wyższe od 150 mm, albo niższe od 30 mm. Podobne wahania opadów występują także w innych miesiącach i miejscowościach. Gdyby opady w poszczególnych latach, miesiącach oraz dekadach były takie jak średnie z wielolecia, nie byłoby w ogóle potrzeby stosowania nawadniania roślin w Polsce.

Opisana pokrótce duża i odwrotnie ukierunkowana zmienność, wysokości ewapotranspiracji potencjalnej oraz opadów atmosferycznych powoduje bardzo silne zróżnicowanie niedoborów opadów atmosferycznych w tych samych miejscowościach. W tabeli 1 przytoczono przykładowo obliczenia prawdopodobnych niedoborów opadów dla miesięcy o potencjalnych potrzebach nawodnienia /V - VIII/ i 6 miejscowości reprezentujących regionalne warunki klimatyczne. Z tabeli można odczytać, w jakim procencie lat niedobory opadów są większe od liczb podanych w odpowiednich wierszach i kolumnach. Przykładowo dla stacji Poznań odczytujemy, że w czerwcu w 35 % lat niedobory opadów są większe od 60 mm. W pozostałym procencie to jest 65 % lat niedobory opadów będą zatem mniejsze od 60 mm. Inny przykład: w wierszu dla maja i Poznania odczytujemy, że nadmiary opadów  $\gamma + /$  w maju w 95 % lat są mniejsze od 20 mm. W pozostałych 5 % lat nadmiary opadów będą zatem więk-

sze od 20 mm. Jeżeli od podanych w tabeli liczb odajnie się zapas wody w glebie na początku miesiąca to otrzymamy wysokość niedoborów wodnych /przy braku podsiągu/. Podane liczby wskazują, iż największych niedoborów opadów można upodziać się w Krainie Wielkich Dolin reprezentowanej przez stacje Warszawa i Poznań. Na południu i północy kraju niedobory te są ogólnie mniejsze, jakkolwiek tam także mogą występować ostre deficyty opadów. Podane liczby wskazują, iż w naszych warunkach klimatycznych obok lat z nadmiarem opadów są również lata bardzo suche. Na przykład w Warszawie w 5 % lat /średnio raz na 20 lat/ w lipcu niedobory opadów mogą przekroczyć 145 mm, zaś w innych 5% lat mogą wystąpić nadmiary opadów większe od 33 mm. Liczby tabeli 1 wskazują dobitnie, iż głównym powodem stosowania nawadniania w Polsce są wysokie niedobory opadów, jakie mogą zdarzyć się w latach suchych i upalnych. Nawadnianie w naszych warunkach klimatycznych ma zatem charakter interwencyjny, a nie podstawowy jak w klimacie suchym. W warunkach klimatu Polski tylko inwestycje deszczowniane na glebach bardzo lekkich można uznać jako meliorację stwarzającą podstawę do osiągnięcia zadowalająco wysokiej produkcji roślinnej.

Przyrosty plonów pod wpływem deszczowania są w Polsce wprost proporcjonalne do niedoborów opadów /Grabarczyk 1964/. Dla upraw polowych i gleb kompleksu żytniego zależność ta ma postać:

$$Q = /P \text{ opt} - P \text{ rz} / q$$

Q - przyrost plonów pod wpływem deszczowania w kg/ha

P opt - opady w okresie wzmożonego zapotrzebowania na wodę, przy których deszczowanie nie przynosi efektów produkcyjnych w mm,

P rz - opad rzeczywisty w mm.

Według obliczeń Zarskiego /1985/ zależność ta wypada następująco dla ogórków i selerów na glebie IV klasy:

Ogórki:  $Q = /352 - Prz_{VI} - VII/ 46 \text{ kg/ha}$

Selery  $Q = /255 - Prz_{VII-VIII/ 81 \text{ kg/ha}$

Drugim klimatycznym uzasadnieniem celowości stosowania nawadnień w Polsce są zdarzające się dłuższe okresy bez opadów atmosferycznych. Według Koźmińskiego brak opadów, trwający dłużej niż 15 dni, hamuje rozwój roślin uprawnych. W Krainie Wielkich Dolin zdarza się to w maju i czerwcu a także lipcu i sierpniu w 30 - 40% lat. Na południu oraz północy kraju częstotliwość ta jest mniejsza i spada poniżej 10% lat w regionach o wysokich średnich opadach atmosferycznych.

Niedobory opadów i posuchy atmosferyczne są tym szkodliwsze dla roślin im gleba posiada mniejszą pojemność wodną oraz wtedy, gdy nie występuje podciąganie wilgoci do strefy korzeniowej od dostatecznie wysoko położonego zwierciadła wody gruntowej. Możliwość magazynowania wody przez różne rodzaje gleb najlepiej ilustrują liczby określające ich połowę pojemność /tab.2/. Wskazują one, iż gleby kompleksów żytnych bardzo słabych i słabych mogą zamagazynować w jednometrowej warstwie kilkakrotnie mniej wody niż najlepsze. Rośliny na glebach wytworzonych z glin i lessów mogą zatem przetrwać bez większych szkód znacznie dłuższy okres posuchy niż na bardzo lekkich. Czas wzmożonego zapotrzebowania na wodę przez rośliny /od zacienienia gleby do początku dojrzewania/ jest stosunkowo krótki, wynoszący zależnie od gatunku od 30 do 60 dni. Jeżeli wcześniej został zgromadzony duży zapas wody w glebie, to podane w tabeli i niedobory opadów mogą być szkodliwe tylko w miesiącach bardzo posusznych, zdarza-

jących się raz na kilka lat. Ponieważ na glebach słabych zapasy te są zawsze stosunkowo niskie, nawadnianie byłoby zatem na nich najbardziej przyrodniczo uzasadnione.

Urządzenia do nawadniania roślin są drogie. Z tego względu przyrodnicze przesłanki decyzji inwestycyjnych mogą być pomocne, ale nie decydujące. Inwestycje te powinny więc opierać się na pełnym rozważeniu efektów produkcyjnych nawadniania w ściśle określonych warunkach klimatyczno-glebowych. Doświadczeń na ten temat wykonano dotychczas mało, nie objęły one różnych rodzajów gleb i wszystkich regionów klimatycznych. Ogólnie panuje przekonanie o dużej opłacalności nawadniania upraw ogrodniczych. Z doświadczeń przeprowadzonych na dobrych glebach /Skierniewice, Piastów/ wynika jednak, iż pod wpływem deszczowania tylko seler dawał tam zwykłe plonów dochodzące do 20 - 35% plonów kontrolnych. Inne warzywa reagowały na deszczowanie słabo. Natomiast znacznie lepsze efekty produkcyjne osiągnęli autorzy prowadzący doświadczenia na glebach IV klasy bonitacyjnej. W tym wypadku zwykłe plonów przekraczały 20-30% plonów kontrolnych, co zapewniało pełną opłacalność deszczowania i dawało zachętę w postaci odpowiedniego zysku. Na najsłabszych glebach kompleksu żytного słabego i bardzo słabego eksperymentów z nawadnianiem warzyw dotychczas nie przeprowadzano. Skąpe są również wyniki odnośnie nawadnień sadów. Teoretycznie biorąc deszczowanie warzyw byłoby najbardziej opłacalne na glebach kompleksów żytnych słabych i bardzo słabych, na których z uwagi na zawodność nie prowadzi się dotychczas ogrodnictwa handlowego. Względnie wysoką produktję ogrodnictwa, możliwą do uzyskania w tych warunkach dzięki nawadnieniu, możnaby w tym wypadku porównać z osiąganymi tu poprzednio plonami żyta w wysokości 1,5 do 2 t/ha.

W krajowym ogrodnictwie mogą być brane pod uwagę następujące sposoby nawadniania:

- deszczowanie z zastosowaniem zraszaczy obrotowych,
- deszczowanie z zastosowaniem minizraszaczy /uniejscowione/,
- nawadnianie kropłowe.

Ogólna sytuacja w produkcji wymienionych urządzeń jest zła. Brakuje bowiem firm /przedsiębiorstw/ konkurujących ze sobą i oferujących kompletne urządzenia. Prawie każda inwestycja ma przez to charakter prototypowy, co przedłuża jej wykonanie i podraża koszty.

Stosunkowo najlepiej przedstawia się dotychczas sprawa produkcji bądź importu deszczowni przenośnych. Są to w zasadzie urządzenia kompletne i jako takie mogą być nabywane w Agromie jak inne maszyny rolnicze bez wcześniejszego opracowywania projektów. Przed zakupem tych urządzeń warto jednak zorientować się odnośnie możliwości uzyskania pozwolenia wodno-prawnego na pobór wody.

Deszczownie przenośne nadają się szczególnie do nawadniania warzyw na mniejszych powierzchniach /kilku - kilkunasto hektarowych/. Posiadają one zraszacze o małych średnicach, dlatego podczas nawadniania nie występują spływy powierzchniowe i inne ujemne zjawiska. Wada tych deszczowni - to duża pracochłonność ręcznego przemieszczania rurociągów deszczujących. Na większych powierzchniach powinno się zatem stosować rurociągi przetaczane. Gdy ich długość nie przekracza 100 m, zbędny jest napęd tych rurociągów /można je przetaczać ręcznie/.

Do deszczowania warzyw mogłaby także nadawać się półautomatyczna deszczownia szpulowa produkowana przez POM Stopke woj. bydgoskiej według pomysłu Grabarczyka i Rzekanowskiego. Jej ob-

sługa polega na rozwinięciu na pełną długość węży nawiniętych na szpulę raz na 3 do 5 dób zależnie od rodzaju gleby. Zaprzestanie produkcji odpowiednich węży przez GAMRAT Jasło /polietylen z importu/ oraz trudności z nabyciem małych sektorowych zraszaczy /licencyjna produkcja zaniechana/ uniemożliwiają dalszą produkcję tych deszczowni.

Deszczownie z minizraszaczami nadają się szczególnie do nawadniania sadów. Do warunków polskich nawadnianie to zostało zaadaptowane przez IMUZ jako nawadnianie podkoronowe /Boćko 1984/. Charakterystyczne dla tego systemu są stałe napowierzchniowe rurociągi średnicy 3-5 cm rozłożone wzdłuż rzędów drzew. Przy każdym drzewie zamontowane są dwa minizraszacze rozpylające wodę sektorowo wachlarzem od pnia. W porównaniu ze zraszaczami obrotowymi deszczowanie podkoronowe w sadzie jest bardziej uzasadnione przyrodniczo, ponieważ nie przyczynia się w podobnym stopniu do rozwoju chorób grzybowych. Nawadnia się przy tym tylko część powierzchni, co powoduje oszczędność w zużyciu wody. Przeprowadzenie tego zabiegu jest łatwe, gdyż polega jedynie na uruchomieniu pompy oraz otwieraniu i zamykaniu dopływu wody do poszczególnych sektorów nawadnianych jednocześnie. Stosowane w tym systemie napowierzchniowe rurociągi z tworzyw sztucznych, powinny mieć atest odnośnie odporności na działanie promieni słonecznych.

W gospodarstwach prywatnych deszczownie podkoronowe mogą być montowane systemem gospodarczym po zapoznaniu się z analogicznym obiektem lub za poradą odpowiedniego fachowca. W sektorze uspołecznionym ze względu na finansowanie wymagany jest projekt i wykonawstwo przez przedsiębiorstwo robót melioracyjnych.

System kropłowy, u nas mało jeszcze rozpowszechniony, zna-

laż w wielu krajach szerokie zastosowanie. Jest to względnie najnowszy sposób nawadniania roślin, ponieważ został wdrożony do praktyki w zasadzie dopiero po 1950 r., kiedy zaczęto produkować na szerszą skalę rurociągi z tworzyw sztucznych. System kroplowy składa się z pompy, węża uzdatniającego wodę, rurociągów doprowadzających i przewodów nawadniających z emiterami. Większość wymienionych elementów znajduje zastosowanie w deszczowniach, zaś do nowych należy węzeł oczyszczania wody i przewody z emiterami.

Węzeł oczyszczania jest najważniejszym elementem, ponieważ woda z zawiesinami, planktonem bądź zazieleniona musi być uprzednio oczyszczona w stopniu zabezpieczającym emiter przed zablokowaniem. Emiter /kroplomierz, kroplowniki, kroplacze, zwilzacze/ mają zadanie stłumienia ciśnienia wody, w takim stopniu, aby wypływała ona z nich w postaci pojedynczych kropeł. W świecie produkuje się dużo typów emiterów dostosowanych do różnych ciśnień i wydatków. Korzystne są te, które posiadają niski wydatek wody przy wysokim ciśnieniu w rurociągu nawadniającym. Spadek ciśnienia w tym rurociągu zależy bowiem od prędkości przepływającej wody. Przy tych samych wydatkach względny spadek ciśnienia będzie zatem większy, im ciśnienie na początku rurociągu będzie mniejsze. Na spadek ciśnienia wzdłuż rurociągu nie reaguje dozator według pomysłu Grabarczyka /1977/, ale nie doczekał się on jeszcze produkcji.

W Polsce do niedawna produkowano jeden typ emitera według pomysłu Słowika i współautorów /Słowik 1978/. Obecnie produkuje się kilka typów dzięki zainteresowaniu się tym tematem rzemieślników i przedsiębiorców. Jednak same emiterki nie rozwiązują jeszcze problemu stosowania nawadniania kroplowego. Potrzebne są tu bowiem

kompletne urządzenia z elementów wzajemnie dostosowanych pod względem wydajności. Z uwagi na brak takich kompletów system kroplowy musi być każdorazowo projektowany z dostępnych na rynku, a wytwarzanych do różnych celów elementów i wykonywany jako urządzenie o charakterze prototypowym, a zatem bardzo drogim.

Nawadnianie kroplowe znajduje zastosowanie w krajach o suchym klimacie przede wszystkim do nawadniania drzew i krzewów owocowych. Ponieważ są to uprawy szerokokorzeniowe, ogólna długość przewodów nawadniających na 1 ha jest stosunkowo niska. Przy tanich przewodach /mała średnica i cienka ścianka/ znajduje ono także zastosowanie przy uprawie truskawek, poziomki, ogórków, a nawet pomidorów. Główne zalety tego systemu to duża oszczędność wody /punktowe zwilżanie gleby/ i ograniczenie parowania jałowego. W krajach o suchym klimacie ilość wody jest czynnikiem limitującym nawadnianie. System kroplowy pozwala nawodnić co najmniej dwukrotnie większą powierzchnię niż deszczowanie i kilkakrotnie większą niż stosowany tam system brzdowy.

W Polsce nawadnianie kroplowe może znaleźć zastosowanie przede wszystkim w uprawie roślin pod osłonami /szklarnie, namioty/, bowiem sztuczne nawadnianie jest tu wyłącznym źródłem wody dla roślin. Ponadto stosunkowo drogi system kroplowy stanowi w sumie niewielki dodatek do kosztów budowy oraz eksploatacji deszczowni, a nawet i tuneli foliowych. Może być on w szklarni dość łatwo zautomatyzowany z uwagi na względną stałość potrzeb wodnych roślin.

System kroplowy może znaleźć w naszych warunkach szersze zastosowanie przede wszystkim w sadach na glebie o słabszych możliwościach magazynowania wody. Głębokość systemu korzeniowego drzew



owocowych powoduje, iż na glebach wytworzonych z glin efekty nawadniania, biorąc przeciętnie, mogą być niskie. Teoretycznie nawadnianie kropłowe mogłoby także znaleźć zastosowanie w uprawie truskawek i posidorów na glebach kompleksów żyznych słabych i bardzo słabych. Warunkiem byłaby jednak dostępność tanich rurociągów nawadniających. Jak już zaznaczono, system ten jest oszczędny w zużyciu wody. Gospodarstwa położone z dala od naturalnych zbiorników, chcąc intensyfikować produkcję w oparciu o nawodnienia muszą się z tą oszczędnością liczyć, gdyż są skazane na pobór wody wyłącznie ze studni.

#### W n i o s k i

1. Potrzeba stosowania nawodnień upraw ogrodniczych wynika w naszych warunkach klimatycznych głównie z dużej zmienności opadów atmosferycznych i ewapotranspiracji potencjalnej. Wysokie wartości ewapotranspiracji potencjalnej występują w miesiącach o niskich opadach atmosferycznych, co pogłębia ich niedobory.
2. Teoretycznie i według niektórych doświadczeń polowych, efekty nawadniania roślin są tym większe im gleba posiada mniejszą polową pojemność wodną. Na glebach tych rośliny obniżają plony nie tylko z powodu ogólnej sumy niedoborów opadów atmosferycznych, ale także ze względu na zdarzające się często w naszym klimacie duże okresy bezopadowe.
3. W ogrodnictwie mogą być stosowane różne systemy nawadniania. Warzywa w uprawie polowej - deszczownie ze zraszaczami obrotowymi; sady - nawadnianie podkoronowe i kropłowe; szklarnie - kropłowe oraz podsiątkowe /pojemniki z torfem w basenach/. Nawadnianie kropłowe niektórych warzyw i truskawek na glebach bardzo lekkich byłoby korzystne, ale możliwe tylko w wypadku

- produkcji bardzo tanich przewodów z tworzyw sztucznych.
4. Rozwój nawadniania w ogrodnictwie zależy głównie od powstania konkurencyjnych ze sobą firm /zakładów/ oferujących kompletne urządzenia na powierzchnia o różnej wielkości. Obecny stan techniki w zakresie rozwiązań i produkcji urządzeń do nawadniania jest wysoce niezadowalający, a w stosunku do krajów sąsiednich wyraźnie opóźniony.
  5. Zainteresowana rozwojem produkcji oraz poprawą jakości plonów Centrala Spółdzielni Ogrodniczych i Pszczelarskich powinna zająć się zorganizowaniem zakładu /firmy/, którego głównym celem byłaby produkcja, a także kompletowanie nowoczesnych urządzeń do nawadniania plantacji ogrodniczych.

Tab.1 Prawdopodobne niedobory opadów atmosferycznych<sup>x/</sup> wraz z wyższymi na podstawie kilku stacji meteorologicznych.

Miesiąc	Stacja	Prawdopodobieństwo w %, lat					
		5	20	35	50	80	95
V	Szczecinek	92	63	47	34	12	+35 <sup>xx/</sup>
	Olsztyn	50	35	20	15	+ 2	+40
	Warszawa	104	75	60	50	35	+10
	Poznań	102	78	65	50	25	+20
	Wrocław	95	62	40	22	+ 5	+50
	Rzeszów	82	60	45	32	2	+40
VI	Szczecinek	118	83	62	45	8	+22
	Olsztyn	110	82	60	41	+ 8	+50
	Warszawa	120	90	60	55	16	+21
	Poznań	133	110	94	77	35	+13
	Wrocław	103	76	55	42	0	+46
	Rzeszów	80	61	46	26	+28	+100
VII	Szczecinek	109	65	42	24	+10	+39
	Olsztyn	105	72	52	30	+15	+50
	Warszawa	145	109	80	52	9	+33
	Poznań	169	117	90	65	2	+52
	Wrocław	140	82	45	25	+12	+40
	Rzeszów	95	75	52	30	+10	+40
VIII	Szczecinek	109	72	54	36	2	+37
	Olsztyn	140	86	52	30	+12	+40
	Warszawa	123	85	76	60	35	4
	Poznań	146	102	79	65	36	16
	Wrocław	126	95	68	56	12	+27
	Rzeszów	102	77	58	40	2	+38

x/ przy założeniu braku zapasu wody w glebie na początku miesiąca

xx/ nadmiary opadów / + 7.

Tab.2

Właściwości wodno gleb mineralnych<sup>x/</sup>

Gleba	Półowa pojemność wodna ppw w % obj. /pF 2,0-2,4/	Punkt trwałego więdnięcia roślin w % obj. /pF - 4,2/
Piasek luźny	6,3	2,1
Piasek słabo gliniasty	11,6	2,9
Piasek gliniasty lekki	15,0	3,0
Piasek gliniasty mocny	18,6	3,4
Utwór pyłowy ilasty	30,6	6,3
Less	34,2	6,2
Gлина lekka	27,5	6,1
Gлина średnia	32,6	8,5
Gлина ciężka	34,4	11,3
Il pyłasty	35,5	17,2

x/ Według H. Trybały