

MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA NAWODNIEN WGLĘBNYCH W OGRODNICTWIE

Edward Pierzgałski

Katedra Melioracji Rolnych i Leśnych SGGW-AR

1. Wprowadzenie

Idea dostarczania wody bezpośrednio do strefy korzeniowej jest, z teoretycznego punktu widzenia, doskonała. Podpowierzchniowy system nawadniania oprócz posiadania bowiem podobnych walorów, jak inne odmiany mikronawodnień, charakteryzuje się dodatkowymi zaletami, spośród których wymienić należy:

- brak urządzeń nawadniających na powierzchni terenu, co ułatwia wykonywanie prac agrotechnicznych,
 - powierzchnia gleby nawet podczas nawodnień pozostaje sucha wskutek czego nie występują lub znacznie zmniejszają się straty wody na parowanie,
 - nawodnienie nie powoduje zaskorupiania się gleby.
- Nasuwają się więc pytania, dlaczego mimo tak istotnych zalet, system nawodnień wglębnych nie został odpowiednio szeroko wprowadzony do praktyki?

Na podstawie analizy rozwoju nawodnień wglębnych /Pierzgałski, 1984/ można wymienić następujące przyczyny, które ograniczały w różnych okresach prace badawcze i konstrukcyjne wdrożenie omawianego systemu:

- brak dostatecznie rozwiniętych podstaw teoretycznych z zakresu wody glebowej, zwłaszcza w strefie aeracji oraz hydraulicznych metod obliczania przewodów przepływu wody po drodze,

- wysokie wymagania techniczne stawiane przed systemem, których w poszczególnych okresach badań nie udało się spełnić /brak odpowiednich materiałów oraz aparatury pomiarowej, kontrolnej i sterującej/,
- bariera ekonomiczna /wysoki koszt urządzeń/.

Współczesny postęp nauki w zakresie wymienionych dziedzin oraz rozwój produkcji materiałów z tworzyw sztucznych umożliwiły przezwyciężenie niektórych problemów technicznych. Wpłynęło to na ponowny wzrost zainteresowania systemem nawodnień wglębnych. W ostatnich latach szereg rozwiązań przeszło już na fazę eksperymentalną i znalazło zastosowanie na obiektach produkcyjnych.

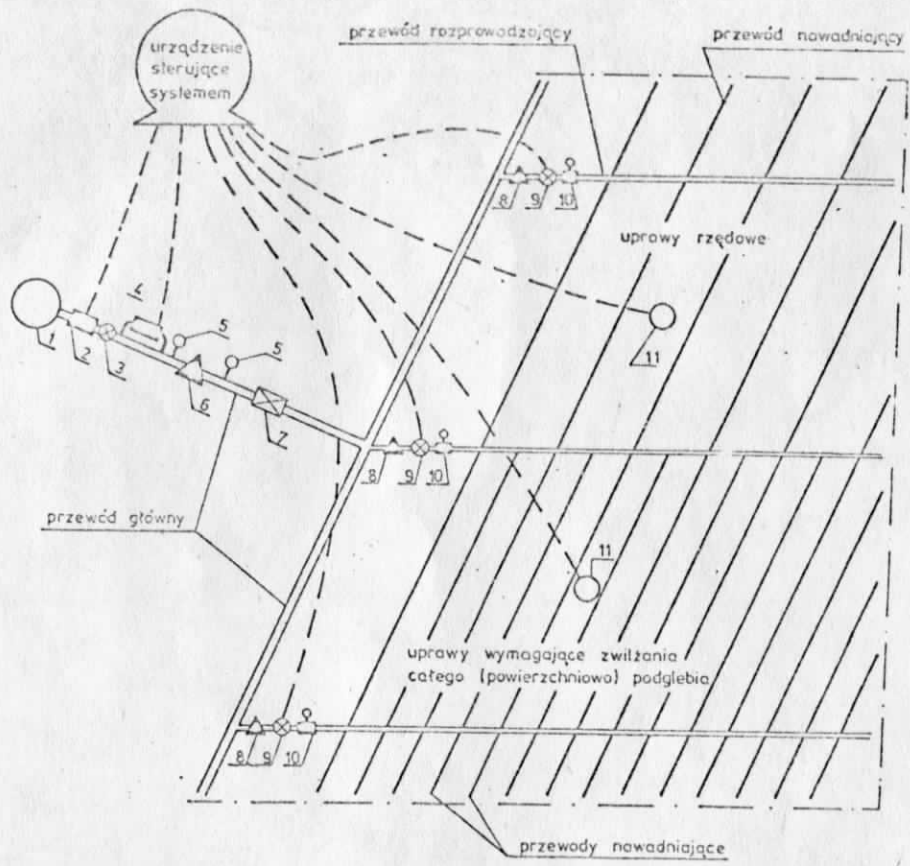
W niniejszej pracy przedstawiono niektóre problemy z konstrukcją i eksploatacją nawodnień wglębnych. Na tle osiągnięć światowych podano stan i możliwości rozwoju nawodnień wglębnych w Polsce.

2. Elementy systemu nawodnień wglębnych

Podstawowe elementy, które mogą wchodzić w skład nawodnień wglębnych przedstawiono na rys.1. Większość z nich wchodzi także w skład nawodnień kropkowych lub mikrodeszczowniczych. Elementem zmiennym dla nawodnień wglębnych jest przewód nawadniający oraz sposób przepływu wody z rurociągu do gleby. Temu elementowi poświęcono więc poniżej większą uwagę.

W systemach nawodnień wglębnych rozwijanych już w ubiegłym wieku stosowano jako przewody nawadniające dostępne wówczas materiały: ceramiczne rury drenarskie, porowate rury cementowe, cegły, dziurawkę oraz rury metalowe.

Woda w tych systemach przepływała do gleby poprzez styki między szczelkami drenarskimi, otwory w rurach metalowych lub przez pory w przewodach z materiałów porowatych.



Rys. 1 Podstawowe elementy systemu nawodnień wgłębnych.

- 1-źródło wody
- 2-pompa
- 3-zawór zwrotny
- 4-dozownik nawozów
- 5-manometr
- 6-filtr wstępny
- 7-przepływomierz z zaworem głównym
- 8-filtr na przewodzie rozprowadzającym
- 9-zawór magnetyczny
- 10-regulator ciśnienia z manometrem
- 11-czujnik wilgotności gleby

Wyniki wówczas uzyskiwane tylko częściowo potwierdzały teoretyczne zalety nawodnień podpowierzchniowych. W sprawozdaniach z badań podkreślono liczne wady, których nie potrafiono usunąć:

- nierównomierny rozkład uwilgotnienia gleby,
- nadmierne przesiąki w głąb profilu glebowego,
- zarastanie przewodów korzeniami roślin,
- wysokie koszty.

Stosowanie rozmaitych zabezpieczeń przed nadmiernymi przesiąkami lub zarastaniem przewodów korzeniami nie zawsze było skuteczne, a zwiększało przy tym koszty inwestycyjne.

Dopiero szersze wprowadzenie do nawodnień na początku lat 60-tych przewodów z tworzyw sztucznych, pozwoliło na dokonanie zasadniczego postępu w rozwoju nawodnień wgłębnych. Stosunkowo niskie ceny przewodów, prosty bezrowkowy sposób ich zakładania oraz rozwój aparatury kontrolno-pomiarowej umożliwiły skonstruowanie nowej generacji nawodnień wgłębnych odznaczających się już zaletami zbliżonymi do teoretycznych.

W przedstawianych w literaturze rozwiązaniach do konstrukcji przewodów nawadniających stosuje się rury z polichlorku winylu, polietylenu lub porowatego poliolefinu. Używa się rur giętkich i sztywnych, gładkich i karbowanych. Woda wypływa z rurociągów przez otwory, mikrootwory, nacięcia lub zwilżacze nasadkowe. Stosuje się także urządzenia używane w nawodnieniach kroplowych jak np. rury o podwójnych ścianach. Średnice przewodów nawadniających wahają się od kilku do około 40 milimetrów.

Głębokość zakładania przewodów zależy od rodzaju upraw i prac agrotechnicznych. Przy uprawach polowych przewody zakłada się na głębokości 0,4-0,5 m, przy której nie następują ich uszkodzenia podczas orki lub innych prac polowych. W sadach przewody umieszcza

się głębiej /ok. 0,5-0,8 m/ w zależności od rodzaju drzew. Lokonywane są też próby płytkego /0,10-0,15 m/ przykrywania rurociągów. Jednakże wówczas systemy te eksploatuje się w sposób podobny, jak nawodnienia kropłowe, usuwając je z pola po zakończeniu sezonu wegetacyjnego. Nawodnienia wgłębne stosuje się niekiedy w uprawach szklarniowych umieszczając przewody pod glebą na stołach.

Rozstawa przewodów nawadniających jest zależna od sposobu użytkowania oraz od właściwości fizyko-wodnych gleby i technologii nawadniania. Przy uprawach rzędowych rurociągi układa się wzdłuż rzędów po jednej lub obydwu ich stronach. Przy innych uprawach polnych zakłada się systematyczną sieć przewodów, co umożliwia zwilżenie całego pola i stosowanie dowolnego płodozmiaru. W tym przypadku rozstawa w zależności od właściwości wodnych gleby waha się od 0,5 m w glebach lekkich do 2,0 m w glebach cięższych.

4. Badania nad zastosowaniem nawodnień wgłębnych

Literatura dotycząca nawodnień wgłębnych jest dość obszerna. Obejmuje ona różne aspekty stosowania nawodnień wgłębnych, m.in. wspomnienia:

- rozkładu uwilgotnienia gleby oraz zużycia wody,
- akumulacji i rozkładu soli w profilu glebowym,
- częstotliwości i wielkości dawki polewowej,
- sposobu podawania nawozów,
- wielkości i jakości plonów.

Poniżej podano wyniki kilku prac, które obrazują szeroki zakres możliwości i efekty stosowania nawodnień wgłębnych.

Badania nad plonowaniem kukurydzy nawadnianej różnymi systemami przy jednoczesnym podaniu nawozów prowadził Phene /1974/.

Wielkość wody w tych badaniach utrzymywano w granicach -10, -20 i -40 kPa.

W tab.1 zestawiono wartości plonów i współczynników wykorzystania wody otrzymanych w poszczególnych wariantach eksperymentu.

Tab.1

Plan kukurydzy i współczynnik wykorzystania wody przy nawadnianiu różnymi metodami /Phene 1974/

Sposób nawadniania	Plon /t.ha ⁻¹ / przy potencjale wody glebowej /kPa/			Współczynnik wykorzystania wody /t.ha ⁻¹ .cm ⁻¹ / przy potencjale wody glebowej /kPa/		
	-10	-20	-40	-10	-20	-40
Deszczowniany	7,5	8,5	8,9	0,3	0,5	0,6
Wgłębny	9,4	9,8	9,2	0,8	1,0	1,3
Bruzdowy	8,4	8,8	8,3	0,3	0,6	1,0

Sepaskhah i in./1976/ przedstawili wyniki badań nad plonowaniem fasoli nawadnianej systemem brzdowym i podpowierzchniowym. Uzyskano podobne plony przy ponad dwukrotnie mniejszym zużyciu wody przy nawodnieniu wgłębnym.

Sammis /1980/ podał wyniki badań nad nawadnianiem szklarni i sałaty. W doświadczeniach utrzymywano na głębokości 15 cm wilgotność gleby odpowiadającą -20 oraz -60 kPa. W tab.2 przedstawiono wyniki średnie z 3-letniego okresu badań.

Tab. 2

Plon ziemiaków i sałaty oraz współczynnik wykorzystania wody przy nawadnianiu różnymi metodami /Szczecin 1980/

Sposób nawadniania	Potencjał wody glebovej /kPa/	Plon /t.ha ⁻¹ /		Współczynnik wykorzystania wody /t.ha ⁻¹ cm ⁻¹ /	
		ziemiaki	sałata	ziemiaki	sałata
Deszczownicowy	-20	37,3	17,8	0,483	0,580
Kropiowy	-20	35,2	26,1	0,522	0,446
Wgłębny	-20	43,2	22,4	0,633	0,380
Deszczownicowy	-60	26,0	9,3	0,416	0,278
Kropiowy	-60	35,3	22,0	0,753	0,471
Wgłębny	-60	37,4	25,5	0,673	0,460
Deszczownicowy	-60	23,6	25,6	0,372	0,379

Doświadczenia i in. /1981/ obejmują obszernie badania nad zastosowaniem nawadniania wgłębnego, kroplowego i brzdowego przy uprawianych w plodach różnych gatunków roślin zielonych, cebuli i marchwi. Otrzymane plony roślin nawadnianych kroplowo oraz wgłębnie są zbliżone do siebie, i znacznie większe od plonu upraw nawadnianych brzdowo.

Wartości plonów oraz współczynniki wykorzystania wody otrzymane przy nawadnianiu wgłębnym są w większości przytoczonych przykładów wyższe od uzyskanych przy pozostałych metodach nawadniania. Fakt ten potwierdza celowość rozwoju nawadniania wgłębnego. Rozumiałem jest też, że ze względu na ekonomiczne ich zastosowanie obejmujące tereny w przeszłości rzadko rośliny uprawiane w ogrodnictwie.

4. Stan i możliwości stosowania nawadniania wgłębnego w Polsce

W Polsce istnieje potrzeba nad nawadnianiami wgłębnymi prowadzonymi w uprawach zielonych, cebuli, marchwi, w których stosowane są systemy nawadniania kroplowego i brzdowego. W uprawach zielonych, cebuli, marchwi, w których stosowane są systemy nawadniania kroplowego i brzdowego, nie znalazły szerokiego zastosowania. W uprawach zielonych, cebuli, marchwi, w których stosowane są systemy nawadniania kroplowego i brzdowego, nie znalazły szerokiego zastosowania.

ozi nawadniania wgłębnego /Marcilonok 1957/.

Od kilku lat w Katedrze Melioracji Rolnych i Leśnych SGGW-AR realizowane są prace konstrukcyjne i wdrożeniowe nad systemem, w którym przewody nawadniające o średnicach 8-10 mm wykonane są z miękkiego PCV. Skład materiału, z którego wykonano przewody został przez Instytut Chemii Przemysłowej dobrany tak, aby ściągacz przewodów wykazywały określoną elastyczność. Jest ona niezbędna dla prawidłowego działania perforacji, dzięki której woda przepływa z przewodu do gleby. Średnica otworów jest tak mała, /ok. 0,1 mm/, że woda wypływa z otworów dopiero przy ciśnieniu wody w rurociągu większym od 0,05 MPa. Przy mniejszych ciśnieniach otwory perforacyjne są praktycznie zamknięte. W czasie nawadniania, gdy otwory są rozszerzone, strumień wody odrzuca korzenie i cząsteczki gleby od otworów. W ten sposób uniknięto zamulania i zarastania przewodów.

Istotnym zagadnieniem w opisywanym systemie jest technologia wykonania perforacji. Pierwsze próby wykonania perforacji za pomocą nakłuć cienkimi igłami wykazały, że sposób ten należy odrzucić. Część otworów po pewnym okresie nie otwierała się, pomimo stosowania wyższych ciśnień - do 0,4 MPa. Wydatek otworów wzdłuż przewodów był bardzo nierównomierny.

Lepsze rezultaty uzyskano wykonując perforację metodą termiczną. Jednakże ten sposób nie pozwalał na otrzymywanie otworów mniejszych od 0,4 mm. Wpływa to na konieczność stosowania krótkich przewodów nawadniających oraz zwiększa niebezpieczeństwo ich zarastania i zamulania.

Najlepsze wyniki otrzymano wykorzystując do perforacji przewodów układ laserowy. Przy perforacji przewodów wykonanej przez Instytut Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy stosowano laser impulsowy na granacie itrowo-luminiowym /YAG/ pracujący na długości fali

$\lambda = 1,06 \mu\text{m}$. Prace badawcze nad zachowaniem się powierzchni

przewodów wykonanych z różnych materiałów pod wpływem zogniskowanej wiązki promienia laserowego wykazały możliwość uzyskania pożądanej średnicy otworów z wystarczającą dokładnością. Czas wykonania pojedynczego otworu za pomocą mikrodrążarki laserowej wynosił poniżej 1 sekundy.

W celu sprawdzenia działania opracowanego systemu zainstalowano go w różnych warunkach produkcyjnych, m.in.:

- na plantacji chmielu /przy współpracy ze Związkiem Plantatorów Chmielu w Lublinie, 1983/,
- na polu warzywnym /Warszawa, pole doświadczalne Katedry, 1984/,
- na stożkach w szklarni /Stacja Hodowli Roslin Ogrodniczych w Gołębiewie k/Kutna, 1985/.

Dotychczasowe działanie nawodnień wgłębnych można uznać za pozytywne, chociaż czas obserwacji jest jeszcze zbyt krótki na wydanie miarodajnej oceny badanego systemu. Dłuższy czas badań jest niezbędny dla określenia m.in. podatności przewodów na osadzenie się w nich związków chemicznych /zwłaszcza związków żelaza/ znajdujących się w pobieranej do nawodnień wodzie i ustalenia ewentualnych sposobów jej uzdatniania. Dla dokonania oceny efektywności ekonomicznej badanego systemu niezbędne jest także określenie trwałości urządzeń nawadniających. Na podkreślenie zasługuje niewielka, w porównaniu do innych systemów nawadniających, materiałochłonność przedstawionego systemu. Świadczy o tym poniższe porównanie wagi 1 mb rur stosowanych w nawodnieniach wgłębnych i kropłowych:

Tab.3

Ciężar 1 m przewodu stosowanego w nawodnieniach wgłębnych i kropłowych

Rodzaj przewodu, wymiary, producent	Waga 1 mb/g/
1. Przewód do nawodnień wgłębnych. Średnica wewnętrzna 8 mm, zewnętrzna 9 mm. Instytut Chemii Przemysłowej	11,5
2. Przewód do nawodnień kropłowych. Średnica zewnętrzna 20 mm, wewnętrzna 11 mm. Producent prywatny, Łomianki k/Warszawy	80,0
3. Przewód do nawodnień kropłowych. Średnica zewnętrzna 20 mm, wewnętrzna 16 mm. Zakłady Chemiczne "Błachownia" w Kędzierzynie Koźlu	135,0

5. Podsumowanie

System nawodnień wgłębnych jest pod względem technicznym znacznie bardziej złożony od innych odmian mikronawodnień. Jednakże zalety tego systemu, przewyższenie niektórych problemów teoretycznych i konstrukcyjnych oraz dotychczasowe rezultaty produkcyjne wskazują na celowość jego dalszego rozwoju i wdrożenia. Wykonane dotychczas prace pozwoliły na stwierdzenie, że w Polsce możliwe jest wyprodukowanie wszystkich elementów wchodzących w skład opisywanego lub innych systemów nawodnień wgłębnych, które powinny znaleźć w przyszłości większe zastosowanie ze względu na:

- oszczędność w zużyciu wody, nawozów i energii,
- możliwość precyzyjnego regulowania warunków wilgotnościowych w glebie,
- minimalizację nakładów siły roboczej przy eksploatacji systemu.

L i t e r a t u r a

- Bucks D.A., L.Erie, O.French, F.Nakayama, W.Pew 1981:
Subsurface trickle irrigation management with multiple cropping
Trans,ASAE, s.1482-1489.
- Marcilonek S., 1957: Nawodnienie głębokie warzyw. Roczn.Nauk
Roln. t. 72-F, s.365-413.
- Phene C.J., 1974 High-frequency porous tube irrigation for
water/nutrient management in humid regions. Proc.II Drip Irr.
Congress, San Diego, s.166-171,
- Pierzgalski E., 1984: Rozwój nawodnień głębokich. Mat. Konfer.
"Projektowanie i Eksploatacja Nawodnień Kroplowych", s.201-216,
- Sammis T.W., 1980: Comparison of sprinkler, trickle, subsurface
and furrow irrigation methods for row crops. Agronomy Journal
no.5 s.701-704,
- Sepaskhah A.R., S.A.Sichani, B.Bahrani, 1976: Subsurface furrow
irrigation evaluation for bean production. Trans,ASAE,s.1089-
-1092.