

mgr inż. Jan Mosiej
Instytut Melioracji
i Użytków Zielonych
w Falentach

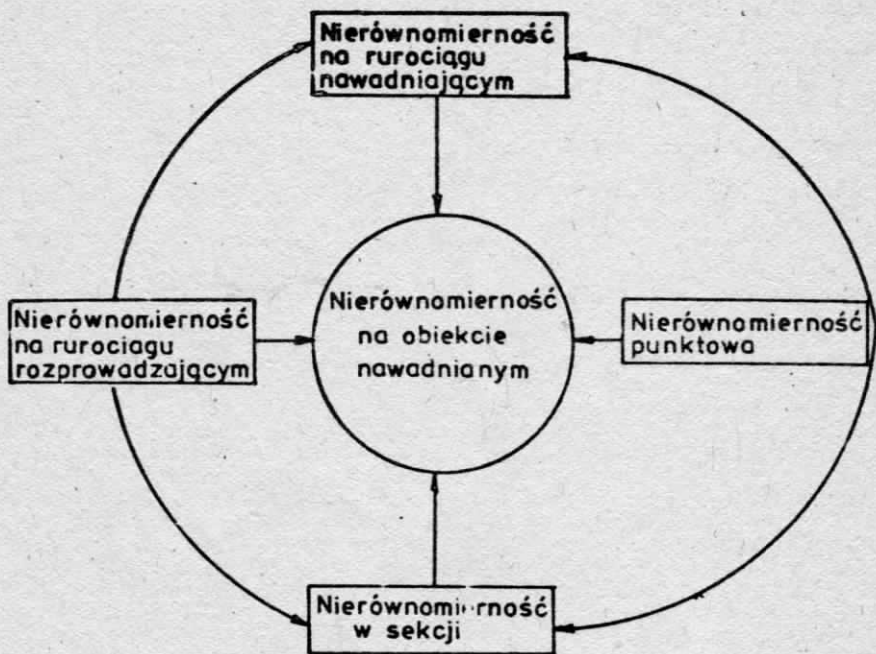
ZAGADNIENIA RÓWNOMIERNOSCI W NAWODNIENIACH UMIEJSCOWIONYCH

1. Wstęp

System nawadniający powinien być tak zaprojektowany aby równomiernie /w wymaganym stopniu/ można było dostarczyć wodę do wszystkich punktów nawadnianego obiektu. Równomierność nawadniania jest głównym wskaźnikiem rozwiązania technicznego, jakkolwiek klasyczna definicja równomierności nawadniania określana /w deszczowniach/ jako "równomierne rozprowadzenie wody, zarówno pod względem pokrycia całej powierzchni, jak i wysokości opadu" nie może być automatycznie zastosowana do nawodnień umiejscowionych. Pojęcie równomierności w nawodnieniach umiejscowionych wymaga uwzględnienia nowych pojęć jak również wykorzystania niektórych określeń z nawodnień deszczownianych. Wynika to głównie stąd, że w nawodnieniach umiejscowionych woda nie jest dostarczana na całą powierzchnię /jak w deszczowniach/ lecz tylko lokalnie; np. punktowo - w nawodnieniach kropłowych lub na niewielką powierzchnię - przy podkoronowym minizraszaniu. Równomierność w nawodnieniach umiejscowionych powinna dotyczyć więc tylko ilości wody wydatkowanej przez emiter z pominięciem stopnia pokrycia obiektu nawadnianego.

2. Definicje "elementarne" nierównomierności

Biorąc pod uwagę zróżnicowanie wydatków emiterów na obiek-



Rys. 4 Nierównomierność „elementarna” w nawodnieniach umiejscowionych.

cie nawadnianym można rozróżnić następujące nierównomierności "elementarne", które występują jednocześnie i są wzajemnie powiązane /rys. 1/:

- A/ nierównomierność punktowa
- B/ nierównomierność wzdłuż rurociągów nawadniających
- C/ nierównomierność wzdłuż rurociągów rozdzielczych
- D/ nierównomierność w sekcjach obszarowych

W nawodnieniach umiejscowionych nierównomierność punktowa może być rozpatrywana w zależności od sposobu i charakteru nawodnień np. wokół elementarnej jednostki nawadnianej /drzewo/ lub na szerokości pasa nawadnianego w przypadku krzewów jagodowych. Zagadnienie to dotychczas nie daje się w sposób precyzyjny określić i jest trudne do porównania, ponieważ wokół jednostki nawadnianej może to być nawodnienie za pomocą jednego lub kilku kropłowników lub też jedno lub dwustronne nawodnienie minizraszaczami. Zagadnienie to może mieć natomiast ważny aspekt przyrodniczy jeśli uwzględnić rozkład i zasięgi strefy korzeniowej, wymagania odnośnie głębokości nawadniania i dobowego zużycia wody przez jednostkę nawadnianą w różnych stadiach dojrzałości.

Nierównomierność wzdłuż rurociągów nawadniających nie wymaga szerszego omówienia ze względu na występujące analogie do rurociągów deszczownianych a obliczenia hydrauliczne przeprowadzane są jak dla przewodów z rozbiorem ciągłym lub punktowym na trasie. Równomierność w sekcji obszarowej /rurociągi pracujące jednocześnie zasilane z jednego rurociągu rozdzielczego/ jest zagadnieniem bardziej złożonym. W nawodnieniach umiejscowionych przy małych rozbiorach jednostkowych q /np. nawodnienia kropłowe/ jednocześnie pracuje zwykle kilkanaście do kilkudziesięciu rurociągów nawadniających. Mogą więc wystąpić tu znaczne różnice ciś-

nień na rurociągu rozdzielczym, jak i zróżnicowany układ terenu wzdłuż rurociągów nawadniających, powodując znaczne różnice w wydatku emiterów dla skrajnie niekorzystnych punktów sekcji obszarowej. Mniejsze problemy występują w nawodnieniach umiejscowionych typu minizraszanie, gdzie ze względu na większe wydatki minizraszaczy i wymagany krótszy czas nawodnień pracuje jednocześnie najwyżej kilka rurociągów, co często pozwala traktować rozbiór na rurociągu rozdzielczym jako jednopunktowy.

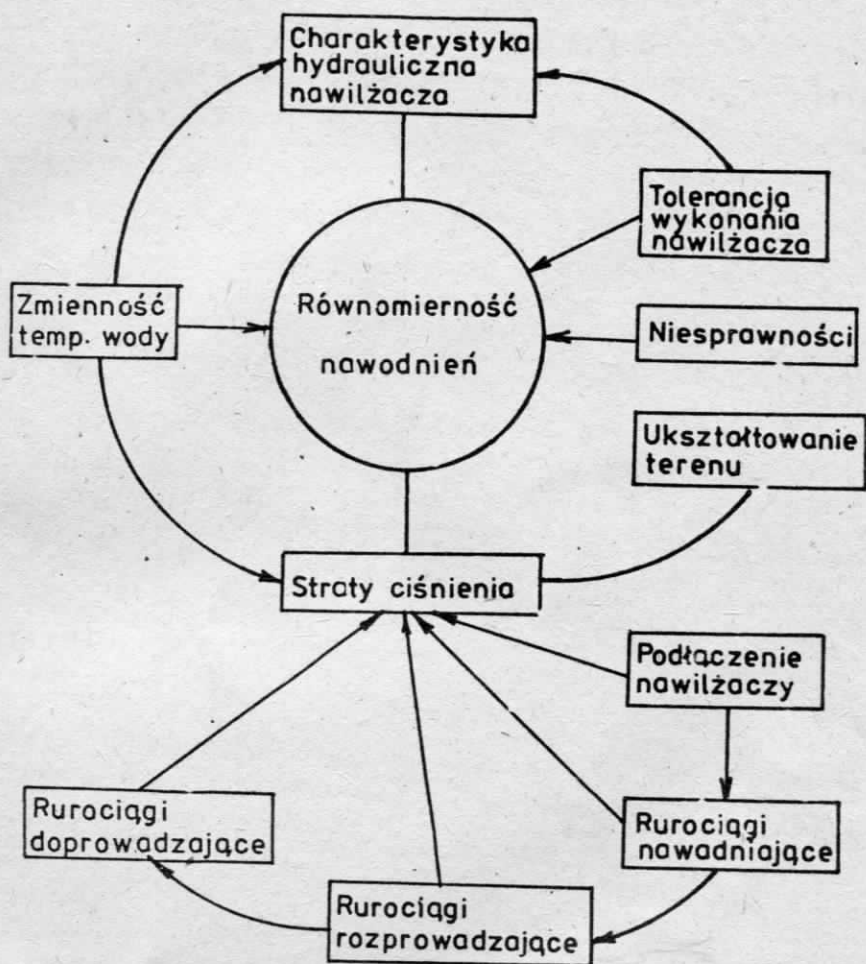
3. Podstawowe czynniki warunkujące równomierność nawodnień umiejscowionych

Osiągnięcie absolutnej równomierności ze względu na techniczne właściwości instalacji nawadniającej jest niemożliwe, należy jednak zdawać sobie sprawę z istoty problemu i znać sposoby przeciwdziałania nierównomierności oraz ustalić granice dopuszczalnych zróżnicowań.

Dla typowego układu instalacji nawodnień umiejscowionych równomierność nawodnień /wydatek emiterów/ zależy od kilku podstawowych czynników /rys. 2/:

- 1/ charakterystyki hydraulicznej emitera
- 2/ tolerancji wykonania i sposobu podłączenia emitera
- 3/ zmienności temperatury wody
- 4/ ukształtowania powierzchni terenu
- 5/ niesprawności tzn. ilości uszkodzonych, zatkanych lub częściowo zatkanych emiterów
- 6/ strat ciśnienia w rurociągach doprowadzających, rozdzielczych i nawadniających

Jak wynika z rys. 2 równomierność wydatku emiterów zależy od wielu czynników mogących wystąpić jednocześnie zarówno na



Rys.2 Podstawowe czynniki warunkujące równomierność nawodnień umiejscowionych.

plus jak i na minus lub też wzajemnie się znosić przy czym dodatkowo niektóre z nich są wzajemnie powiązane, co znacznie utrudnia analizę poszczególnych czynników.

W większości przypadków przy opracowywaniu zasad projektowych uwzględniane są punkty 1, 4 i 6, czasami punkt 2 z pominięciem punktów 3 i 5. Z innego punktu widzenia wyżej wymienione czynniki można podzielić na trzy podstawowe grupy jako:

- a/ podstawy do konstruowania systemu i elementów systemu /1,2/
- b/ podstawy do projektowania polowych układów sieci nawadniającej /1, 4, 6/
- c/ podstawy teoretycznej oceny równomierności i skuteczności nawodnień podczas eksploatacji

Podział taki wynika z czysto praktycznych przesłanek ponieważ na przykład na etapie projektowania instalacji nawadniającej projektant nie ma wpływu na charakterystykę hydrauliczną przyjętego typu emiterów, ich podłączenia lub tolerancję wykonania. Elementy te powinny być szczegółowo dopracowane na etapie konstruowania emiterów lub opracowywaniu koncepcji całego systemu nawadniającego.

Charakterystyka hydrauliczna /ilościowa i jakościowa/ emitera powinna być tak dobrana, aby spełniała wymagania technologiczne nawadniania np. intensywność nawadniania, zasięg zwilżania w zależności od wymagań różnych upraw i warunków stosowania.

Wyżej wymienione wymagania pokrywają się z zagadnieniami zasygnalizowanymi wcześniej przy omawianiu nierównomierności punktowej. Jak dotychczas brak jest szerszych badań w tym zakresie zarówno w kraju, jak i za granicą. Z drugiej jednak

strony rozwiązania techniczne emitera winny być nieskomplikowane o wysokiej tolerancji wykonania o niskiej podatności na zatkanie zamulenie lub zmniejszenie przekroju poprzecznego przez wytrącanie i osadzanie się związków chemicznych itp. Właściwe rozwiązanie techniczne uwzględniające właściwe wymagania technologiczne bezpośrednio wpływa na równomierność nawadniania oraz co jest niemniej ważne na koszty budowy systemu.

4. Ocena równomierności

Ocena równomierności w nawodnieniach umiejscowionych ma na celu sprawdzenie poprawności rozwiązania technicznego systemu nawadniającego a w szczególności właściwego doboru średnic rur rociągów i ich długości.

Do analiz równomierności nawodnień umiejscowionych mogą być stosowane z takim samym skutkiem w zasadzie wszystkie znane /1/ metody oparte na zasadach statystyki matematycznej, metody empiryczne, empiryczno-statystyczne /analogicznie jak w deszczowniach/, przy czym we wzorach tych wyrażenie "opad" należy zastąpić wyrażeniem "wydatek emitera".

Najczęściej stosowanym wskaźnikiem oceny równomierności jest współczynnik Christiansena, jakkolwiek przyjmowana wartość liczbowa w odniesieniu do nawodnień kropłowych wynosi $Cu \geq 95 \%$ i jest wyższa od wartości uznawanej za wskaźnik dobrej równomierności deszczowania $/Cu \geq 80/$. Zarówno współczynnik Christiansena jak i inne metody oceny równomierności nie są używane bezpośrednio w projektowaniu systemów, natomiast praktycznym wskaźnikiem są dopuszczalne odchylenia wydatku dla najbardziej niekorzystnie położonych emiterów.

Zalecenia odnośnie równomierności w nawodnieniach umiejscow-

wionych podawane przez różnych autorów są zróżnicowane np. wg Keller'a i Karmeli'ego /3/:

- graniczny minimalny wydatek emitera nie powinien być mniejszy od wydatku średniego o więcej jak 10 %,
- wg Howell'a i Hiller'a /2/; max różnica wydatku może wynosić ± 10 % wydatku średniego,
- wg Wu i Gitlin'a /6/; dopuszczalne odchylenie średnie mniejsze od 5 %, co odpowiada w przybliżeniu ± 10 % różnicy od wydatku średniego,
- wg Uys'a dopuszczalne odchylenie średnie od 5 - 15 %.

Wyższe wymagania równomierności zalecane są w przypadku stosowania nawodnień nawożących. W przytoczonych z literatury wymaganiach wartości dopuszczalnych różnic wydatków emiterów dotyczą jednego rurociągu nawadniającego. Biorąc pod uwagę możliwość zasilania z jednego rurociągu rozdzielczego kilkunastu lub kilkudziesięciu przewodów nawadniających jednocześnie, jak również znaczne długości rurociągów rozdzielczych kryteria te nie są wystarczające. Jednym z rozwiązań stosowanych w świecie jest umieszczanie równoległych sekcyjnych rurociągów rozdzielczych wraz z regulatorami ciśnienia, co znacznie podnosi koszty instalacji ze względu na podwojenie długości rurociągów rozdzielczych. Zagadnienie to wymaga dalszych poszukiwań rozwiązań.

W Polsce dotychczas przyjęto kryterium równomierności jako: dopuszczalne odchylenie ± 5 % od wydatku średniego w sekcji. Kryterium to mieści się w granicach wartości lub jest nawet bardziej wymagające od podawanych przez autorów z krajów, gdzie nawodnienia umiejscowione są szeroko stosowane i istnieje wiele ścisłych opracowań uzasadniających takie wysokie wymagania. W krajach tych /USA, Izrael, Australia itp./ nawadnianie jest

czynnikiem koniecznym warunkującym często egzystencję upraw. Często też małe dawki wody stosowane w nawodnieniach kropłowych są krytycznymi jakie można zastosować, dlatego też równomierność nawadniania jest jak tylko to możliwe wysoka.

W warunkach klimatu umiarkowanego nawodnienie jest czynnikiem intensyfikacji produkcji jako element uzupełniający potrzeby wodne roślin w związku z tym, czy nie możnaby kryterium równomierności obniżyć w rozsądnych granicach o ile pozwalają na to warunki przyrodnicze np. do wartości stosowanych w nawodnieniach deszczownianych. Jest to jedna z najprostszych dróg obniżenia kosztów budowy systemu nawodnień.

Literatura

1. Drupka S.: Zraszacze obrotowe. Parametry techniczno-eksploatacyjne. Bibl. Wiad. IMUZ Nr 31 PWRiL Warszawa 1970.
2. Howell T., Hiller E.: Trickle Irrigation Lateral Design Trans. ASAE Vol. 17 No 5 1974.
3. Keller J., Karmeli D.: Trickle Irrigation Design Parameters. Trans. ASAE Vol. 17 No 4 1974.
4. Mosiej J.: Charakterystyka hydrauliczna i technologiczna minideszczowania. Maszynopis IMUZ - 1982.
5. Mosiej J.: Sposoby zapewnienia równomierności nawadniania w metodach nawodnień umiejscowionych. Maszynopis IMUZ - 1983.
6. Wu I., Gitlin H.: Drip Irrigation Design based on Uniformity. Trans ASAE Vol. 17 No 3. 1974.