

**PARAMETRY HYDRAULICZNE PRZEWODÓW NAWODNIENIOWYCH
A RÓWNOMIERNOŚĆ NAWADNIANIA.****Hydraulic parameters of irrigation laterals and uniformity of irrigation.**

mgr inż. Paweł Konopacki, mgr inż. Waldemar Treder
Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa
ul. Pomologiczna 18, 96-100 Skierniewice

Synopsis

Uniformity of irrigation is one of the most important factors considered during designing of irrigation system. It is well known that uniformity depends on pressure variation and quality of equipment. This paper presents results of dimensions measurement of several polyethylene 16 mm pipes. Also, the influence of wall thickness on single lateral uniformity of distribution has been studied using computer simulation. Only part of polyethylene pipes available in Poland fits International Standards, e.g. due to lack of marking the sample of PN 6 (nominal pressure) class dimensions may be used as standard (PN 4) pipe. When designed for $C_u=90\%$ this lateral will reach only $C_u=87\%$. And maximum length of this lateral should be only 90% of originally designed (for PN 4 class).

Key words: irrigation, lateral, uniformity

Wstęp

Podczas projektowania i zakładania instalacji nawodnieniowych istnieje zwykle konieczność wypracowania kompromisu pomiędzy ceną instalacji a jej spodziewaną trwałością. Równie ważna jak trwałość jest także jakość instalacji rozumiana przede wszystkim jako równomierność rozprowadzania wody po całym nawadnianym areale.

Z danych literaturowych (Bertolacci 1984, Sammis i Wu 1985, Solomon 1985) wiadomo, że istnieje związek pomiędzy równomiernością nawadniania a wysokością średniego plonu. Wysoką równomierność nawadniania uzyskuje się poprzez prawidłowe obliczenia projektowe (Sammis i Wu 1985, Nakayama i Bucks 1986) oraz użycie odpowiedniego jakościowo sprzętu nawodnieniowego (Nakayama i Bucks 1986, Solomon 1993). Dynamiczny rozwój techniki nawodnieniowej wymusił unifikację parametrów jakim powinny odpowiadać elementy systemu nawodnieniowego oraz parametrów działania instalacji jako całości. Parametry te są przedstawiane w postaci norm (np. ISO 8779) oraz zaleceń projektowych dostępnych w literaturze. Niestety, nie wszyscy zdają sobie sprawę z istotności stosowania normatywów. Często są przypadki zakupu elementów instalacji (głównie przewodów) nie spełniających norm lub należących do innej klasy niż określona w projekcie.

Celowym więc wydaje się być wykazanie wpływu takiej zamiany na jakość działania instalacji.

W niniejszej pracy przedstawione są wyniki obliczeń symulacyjnych wpływu zmiany średnicy wewnętrznej przewodu nawodnieniowego na równomierność nawadniania. W pracy omawia się również inne problemy związane z nietypowymi przewodami nawodnieniowymi.

Metody

W doświadczeniu zbadano 4 losowo wybrane przewody o średnicy nominalnej 16 mm dostępne w Polsce z różnych źródeł. Oznaczone zostały literami: A, B - przewody importowane; C i D - przewody produkcji krajowej. Przewody te porównano z normą ISO 8779.

Jako wskaźnik równomierności nawadniania przyjęto współczynnik równomierności J. E. Christiansena, który jest obliczany wg. wzoru (Zoldoske i Solomon 1986):

$$C_u = 100 \left(1 - \frac{\sum |\text{wydatek średni} - \text{wydatek poszczególnego emitera}|}{\text{ilość emiterów} * \text{wydatek średni}} \right) \quad [\%]$$

Rozkładowi idealnemu odpowiada wartość $C_u=100\%$. Obliczenia symulacyjne przeprowadzono dla wartości współczynnika $C_u=90\%$, jako najczęściej zalecanego, i porównawczo $C_u=95\%$ oraz ciśnienia początkowego 0,1 MPa.

Wyniki i ich omówienie

Tabela 1. Grubości nominalne ścianek przewodów polietylenowych o średnicy nominalnej 16 mm dla różnych klas ciśnienia nominalnego PN (wg ISO 8779, grupa materiałowa PE 25).

Table 1. Nominal wall thicknesses of 16 mm polyethylene pipes of different nominal pressure classes (source: ISO 8779, material group PE 25).

Klasa ciśnienia nominalnego	PN 2,5	PN 4	PN 6
Ciśnienie nominalne	0,25 MPa	0,4 MPa	0,6 MPa
Nominalna grubość ścianki	1,2 mm	1,4 mm	1,8 mm

Norma ISO 8779 podaje zalecane wymiary przewodów nawodnieniowych (średnice i grubości ścianek) w zależności od klasy przewodu (Tab. 1) oraz sposób oznakowania przewodów.

Większość emiterów kropłowych bezkompensacyjnych pracuje pod ciśnieniem nominalnym 0,1 MPa, a emitery kropłowe kompensacyjne przy ciśnieniu 0,1-0,4 MPa. Stąd obliczenia instalacji nawodnieniowych wykonuje się zazwyczaj dla przewodów PN 4 (0,4 MPa), a jeżeli tylko przewidywane ciśnienie jest dostatecznie niskie stosuje się przewody klasy PN 2,5 (0,25 MPa). Natomiast przewody klasy PN 6 (0,6 MPa) są używane na świecie bardzo rzadko - z powodu większego zużycia materiałowego, a co za tym idzie wyższej ceny. W Tab. 2 podano wyniki pomiarów

przewodów nawodnieniowych oraz wartości zalecane przez normę. Z przebadanych próbek tylko dwie (A i B) odpowiadają wymiarom normatywnym. Również tylko one posiadają oznakowanie, choć brak w nim klasy użytego materiału (np. PE 25), nominalnej grubości ścianki i roku produkcji. Szczególnie to ostatnie jest istotne bowiem nawet nieużytkowany przewód starzeje się.

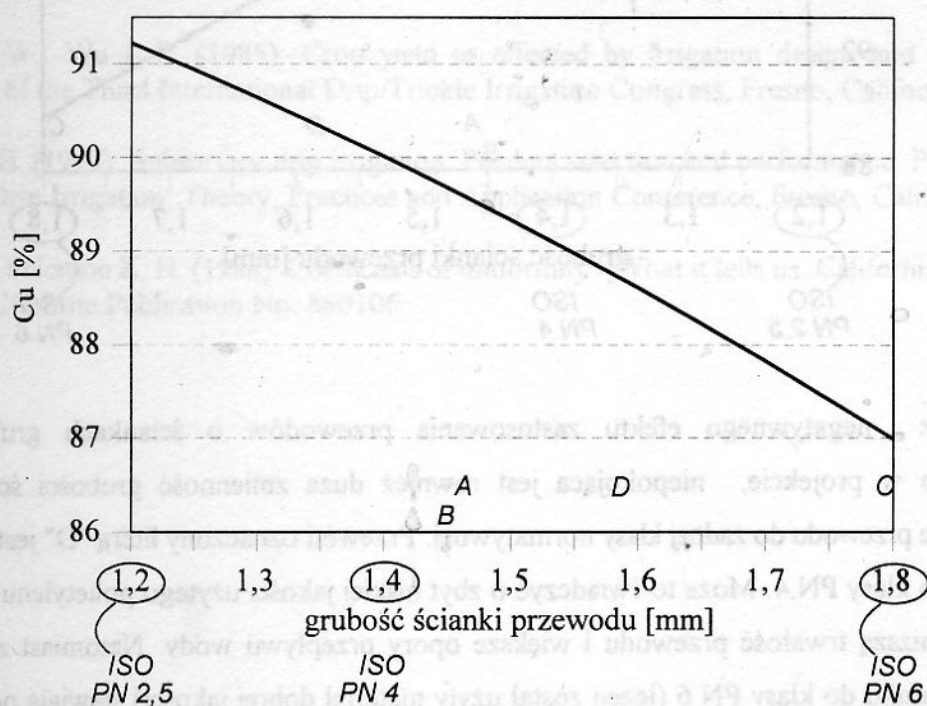
Tabela 2. Parametry niektórych przewodów nawodnieniowych 16 mm spotykanych w Polsce.

Table 2. Parameters of some of 16 mm polyethylene pipes available in Poland.

Przewód	Średnica zewnętrzna [mm]	Minimalna grubość ścianki [mm]	Norma ISO klasa PN 4	Maksymalna grubość ścianki [mm]	Norma ISO klasa PN 4	Oznakowanie
A	16,14	1,43	1,4	1,49	1,6	niepełne (tylko producent, średnica i ciśnienie nominalne)
B	16,18	1,41		jak powyżej		
C	16,18	1,68		brak		
D	16,20	1,48		brak		

Rys. 1. Wpływ grubości ścianki przewodu na wartość współczynnika równomierności Christiansena (Cu) przy zastosowaniu różnych przewodów do linii obliczonej dla przewodu standardowego (klasy PN 4) i $Cu=90\%$.

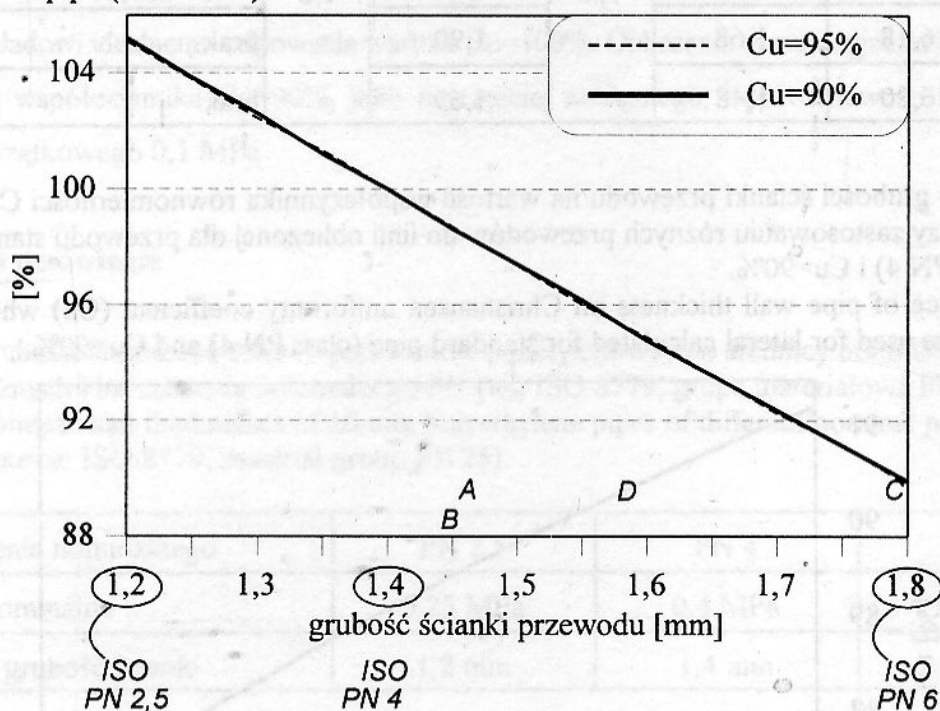
Fig. 1. Influence of pipe wall thickness on Christiansen uniformity coefficient (Cu) when different pipes are used for lateral calculated for standard pipe (class PN 4) and $Cu=90\%$.



Rysunek 1. ukazuje negatywny wpływ zastosowania przewodów o zbyt grubych ściankach w przypadku obliczenia instalacji na grubość standardową. Zastosowanie przewodów klasy PN 2,5 podwyższa równomierność nawadniania bądź umożliwia ułożenie dłuższych przewodów (Rys. 2.) niż w przypadku zastosowania przewodów standardowych. Z przedstawionego wykresu wynika, że chcąc zastosować przewody o grubszych ściankach należy zmniejszyć ich długość. Symulacje komputerowe przeprowadzone dla współczynników równomierności Christiansena $Cu=95\%$ i $Cu=90\%$ wykazały, że zastosowanie przewodu o ściankach grubszych niż przewidziano w projekcie wymaga zmniejszenia długości przewodów w proporcjach jednakowych dla obu współczynników równomierności (linie wykresu pokrywają się).

Rys. 2. Stosunek dopuszczalnych długości przewodów 16 mm o różnej grubości ścianek do długości przewodu standardowego (klasy PN 4).

Fig. 2. Ratio of possible length of 16 mm pipes with different wall thicknesses to the length of standard pipe (class PN 4).



Oprócz negatywnego efektu zastosowania przewodów o ściankach grubszych niż przewidywano w projekcie, niepokojąca jest również duża zmienność grubości ścianek bądź nieprzystawanie przewodu do żadnej klasy normatywnej. Przewód oznaczony literą "D" jest zbyt gruby w stosunku do klasy PN 4. Może to świadczyć o zbyt niskiej jakości użytego polietylenu. To z kolei oznaczałoby niższą trwałość przewodu i większe opory przepływu wody. Natomiast zbyt cienkie ścianki w stosunku do klasy PN 6 (jeżeli został użyty materiał dobrej jakości) stawiają pod znakiem zapytania wytrzymałość przewodu.

Podsumowanie

1. Przewody polietylenowe 16 mm produkowane w Polsce nie są zgodne z normami ISO:
 - a) nie są oznakowane,
 - b) ścianki przewodów są zbyt grube,
 - c) zmienność grubości przewodów jest zbyt duża.
2. Zastosowanie przewodów o ściankach grubszych niż w założeniach projektowych spowoduje obniżenie jakości instalacji (równomierności nawadniania).
3. Zbyt grube ścianki przewodów wymagają skrócenia całego przewodu (nawet o 11%), jeżeli ma zostać zachowana projektowana równomierność nawadniania.
4. W skład asortymentu polskich producentów powinny wchodzić przewody klas PN 2,5 i PN 4 (o ciśnieniu nominalnym 0,25 MPa i 0,4 MPa) zamiast przewodów klas PN 4 i PN 6 (odpowiednio 0,4 MPa i 0,6 MPa).

Literatura

- Bertolacci M. (1984): L'uniformità di erogazione negli impianti di microirrigazione in relazione all'omogeneità di fabbricazione degli erogatori. *L'Irrigazione*, IV, s. 25-35
- ISO 8779 (1992): Polyethylene (PE) pipes for irrigation laterals - Specifications. International Organization for Standardization.
- Nakayama F. S., Bucks D. A. (red.) (1986): Trickle irrigation for crop production: Design, operation and management. Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo
- Sammis T. W., Wu I. P. (1985): Crop yield as effected by irrigation design and management. Proceedings of the Third International Drip/Trickle Irrigation Congress, Fresno, California, s. 22-28
- Solomon K. H. (1993): Subsurface drip irrigation: Product selection and performance. Proceedings of Subsurface Drip Irrigation: Theory, Practices and Application Conference, Fresno, California, s. 3-25
- Zoldoske D., Solomon K. H. (1986): Coefficient of uniformity - What it tells us. California Agricultural Technology Institute Publication No. 880106