

GOSPODARKA WODNA GLEB NAWADNIANYCH SYSTEMEM KROPILOWYM
I PODKORONOWYM W SADZIE JABŁONIOWYM

Czesław Przybyła, Piotr Stachowski

Katedra Melioracji Rolnych i Lesnych AR Poznań

Eugeniusz Pacholak

Katedra Sadownictwa AR Poznań

1. Wstęp

W nowoczesnym sadzie bez stosowania nawodnień nie uwolnimy się od negatywnych skutków niedoborów i zmienności opadów. W gospodarce wodnej sadu istotną rolę odgrywają zapasy wody użytecznej w warstwie celowego zwilżenia, a problem nie leży w tym czy nawadniać, bo to jest bezsporne, ale przede wszystkim w tym jak to robić taniej i nowocześniej (Przybyła 1991). Bilanse wodne gleb i zapasy wody użytecznej w warstwie celowego zwilżenia mają istotny wpływ na wielkość ewapotranspiracji rzeczywistej od której zależy wielkość uzyskiwanych plonów (Przybyła, Fiedler 1992, Przybyła 1993). Wobec stale rosnących kosztów stosowania nawodnień niezmiernie ważnym staje się określenie racjonalnych wskaźników zużycia wody w warunkach różnych technik jego stosowania (Assaf, Revin, Bravo 1989).

Celem badań, rozpoczętych w 1989 roku w sadzie jabłoniowym w RZD Przybroda, Akademii Rolniczej w Poznaniu, było określenie wpływu dwóch systemów nawodnienia: kroplowego i podkoronowego na wielkość ewapotranspiracji rzeczywistej oraz wpływ dynamiki zmian uwilgotnienia warstwy celowego zwilżenia i właściwości wodnych tych gleb na racjonalną gospodarkę wodną w sadzie jabłoniowym. Podstawową metodą pomiarów wilgotności gleby była metoda neutronowego, a do ustalenia terminów nawodnień metoda tensjometryczna.

2. Metody badań.

W pracy oparto się na badaniach terenowych prowadzonych na obiekcie doświadczalnym Katedry Sadownictwa w RZD Przybroda odległym od Poznania o około 30 km. Szczegółowe badania gospodarki wodnej gleb prowadzono na wybranych czterech stanowiskach pomiarowych, zlokalizowanych w sadzie jabłoniowym nawadnianym systemem kropłowym (2 stanowiska) i podkoronowym (1 stanowisko):

- stanowisko nr 1 (W_1K) o dopuszczalnym poziomie uwilgotnienia 0.03 MPa, co odpowiadało zapasowi wody w warstwie celowego zwilżenia (0-60 cm) wielkości 60% połowej pojemności wodnej (PPW), tak więc praktyczny zakres utrzymanego uwilgotnienia zakładał od 120 mm przy PPW do 72 mm przy 0.6 PPW, odpowiada to 0.03 MPa;
- stanowisko nr 3 (W_2K) o dopuszczalnym poziomie uwilgotnienia 0.01 MPa, co odpowiada zapasowi wody w warstwie celowego zwilżenia (0-60 cm) wielkości 90% połowej pojemności wodnej (PPW), czyli od 120 mm przy PPW do 108 mm przy 0.9 PPW, co odpowiada 0.01 MPa;
- stanowisko z nawodnieniem systemem podkoronowym (strumieniowym) nr 2 (W_2S) o dopuszczalnym poziomie uwilgotnienia 0.01 MPa czyli przy założonych warunkach uwilgotnienia stanowiska nr 3.

Dla porównania efektów zastosowanych nawodnień założono również stanowisko nr 4 - bez nawodnienia.

Terminy nawodnienia ustalono na podstawie bieżących wskazań tensjometrów umieszczonych na głębokości 30 cm czyli w środku warstwy celowego zwilżenia.

Nawodnienie kropłowe wykonano stosując kropłowniki typu "Cameron", po jednym na drzewo, o wypływie wody 5 l/godz. a w stosowanym nawodnieniu podkoronowym zastosowano minizraszaczę ISiK ze Skierniewic o wydatku 40 l/godz. po jednym na drzewo.

Ścisłe badania nad gospodarką wodną gleb w sadzie prowadzono w kolejnych okresach wegetacji od kwietnia do września w la-

tach 1990-1992. Obejmowały one zmiany wilgotności i siły ssącej gleby, obserwacje stanów wód gruntowych, wielkości opadów i dawek nawadnianych oraz prace gleboznawcze. Pomiar wilgotności gleb wykonano sondą neutronową W0-65 na każdym stanowisku badawczym na poziomie 20, 40, 60, 80 i 100 cm w terminach co najmniej dwa pomiary w miesiącu. Na stanowiskach tych wykonywano również cotygodniowe pomiary położenia zwierciadła wód gruntowych. Wykonane okresowe pomiary wilgotności gleb były podstawą weryfikacji zapasów wody użytecznej w warstwie celowego zwilżenia gleby, które obliczono przy zastosowaniu opracowanego w Katedrze Melioracji Rolnych i Lesnych modelu BILANS (Przybyła 1992). Przeprowadzona w typowych dla warunków terenowych i glebowych Wielkopolski identyfikacja parametrów opracowanego modelu i jego weryfikacja gwarantowała adekwatność modelu do rzeczywistych zmian wilgotności gleby w warstwie celowego zwilżenia badanych gleb. (Przybyła, Fiedler 1992).

3. Charakterystyka badanych gleb.

Charakterystykę gleboznawczą, badanych gleb oparto o analizy składu granulometrycznego oraz ich właściwości fizyko-wodne.

Opis typowego profilu glebowego, który był podstawą analizy stosunków wodnych w sadzie podano poniżej:

Profil S/P.: gleba płowa właściwa;

- ukształtowanie terenu: płaskie;
- użtkowanie: sad jabłoniowy, 667 drzew/ha.

Ap 0-20 blade-zółto-brunatny, piasek gliniasty mocny, struktura rozdzielnosiarnista, konsystencja luźna, przejście poziomów dyfuzyjne, poprzerywane.

AE 20-40 żółto-brunatny piasek gliniasty, struktura rozdzielnosiarnista, zacieki próchnicze.

Bt 40-80 żółto-brunatna glina lekka, struktura bryłkowata średnia i gruba, konsystencja zbita.

C 80-120 żółto-brunatna glina lekka, konsystencja zbita ślady oglejenia.

Zwierciadło wody gruntowej 115-192 cm.

Dla badanych gleb dla warstwy celowego zwilżenia (0-60 cm) połowa pojemność wodna (PPW) określona w warunkach polowych i laboratoryjnych odpowiadająca $pF = 2.0$ wynosi $0.2 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$; (20%), wilgotność krytyczna (WK) przy $pF = 3.0$ odpowiada $0.1 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$; (10%), a wilgotność wędnięcia (WW) przy $pF = 4.2$ wynosi $0.04 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$; (4%).

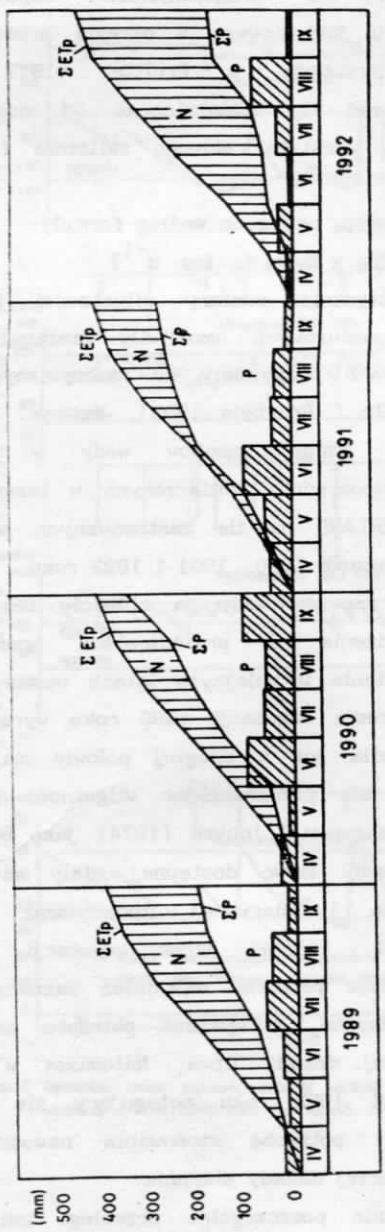
4. Przebieg warunków meteorologicznych w okresie badań.

W okresie trzech lat badań 1990-1992 wystąpił rok zaliczany do lat średnich 1990, rok bardzo suchy 1992 przedzielony również suchym 1991 rokiem. Na rys.1 przedstawiono miesięczne sumy opadów (P) oraz krzywe sumowania ewapotranspiracji potencjalnej (ΣETp) oraz niedoborów wody (N) w okresach wegetacji kolejnych lat badań. Pomiarów opadów prowadzono w posterunku opadowym w Przybrodzie natomiast wielkość ewapotranspiracji potencjalnej ETp obliczono w oparciu o dane meteorologiczne ze stacji IMGW Poznań - Ławica. Widoczne różnice pomiędzy miesięcznymi wartościami ETp i opadami (P) ilustrują klimatyczny bilans wodny i wskazują na wielkość niedoborów opadów w kolejnych miesiącach okresu wegetacji.

Suma opadów w okresie wegetacji (IV-IX) wahała się od 323 mm w 1990 roku do 176 mm w 1992 roku, a w 1991 roku wynosiła 286 mm. Natomiast obliczone wielkości niedoborów wody dla kolejnych trzech lat badań wynosiły odpowiednio: 94 mm w 1990 roku, 144 mm w 1991 i aż 312 mm w bardzo suchym 1992 roku.

5. Wyniki i dyskusja.

Do obliczenia zapasów wody w warstwie celowego zwilżenia gleby w kolejnych dniach okresu wegetacji wykorzystano program BILANS przy zastosowaniu którego obliczono dobowe zużycie wody w oparciu o francuską modyfikację wzoru Penmana (Roguski, Sarnecka, Drupka 1983). Najpierw obliczono ewapo-



Rys 1 Miesięczne sumy opadów (P), krzywe sumowania opadów (ΣP) i krzywe sumowania ewapotranspiracji potencjalnej (ΣEtp) oraz wielkości niedoborów (N) w RZD Przybród w okresach wegetacji 1989 - 1992 roku.

transpirację potencjalną (ETp), a następnie ewapotranspirację rzeczywistą (ETr) z uwzględnieniem współczynnika roślinnego K_1 , dla sadu jabłoniowego w okresie produkcyjnym przyjętego według Doorenbosa i Pruitta (1977) oraz współczynnika redukcyjnego K_2 uzależnionego od dostępności wody znajdującej się w warstwie celowego zwilżenia (Przybyła 1992).

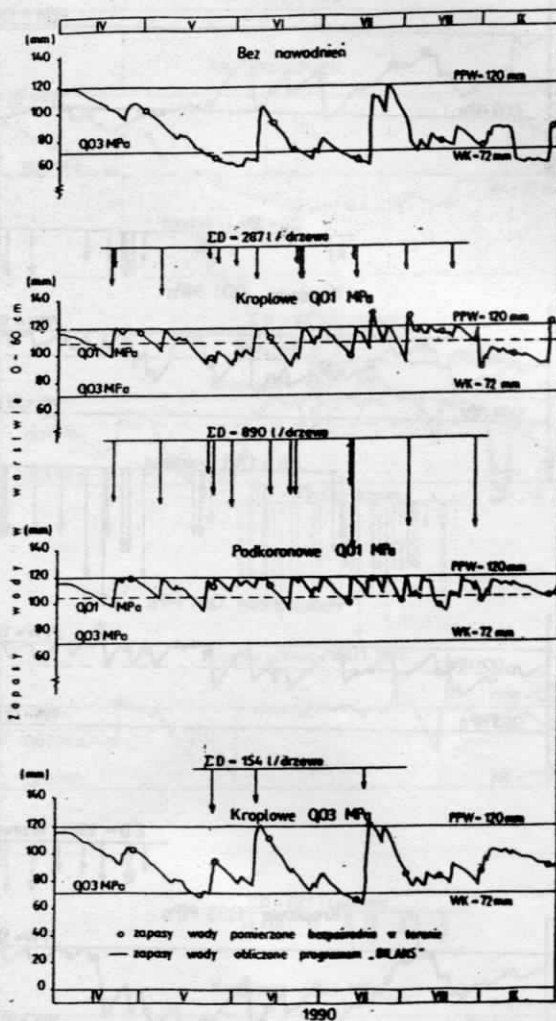
Ewapotranspirację rzeczywistą obliczono według formuły:

$$ETr = ETp \times K_1 \times K_2 \text{ [mm d}^{-1}\text{]}$$

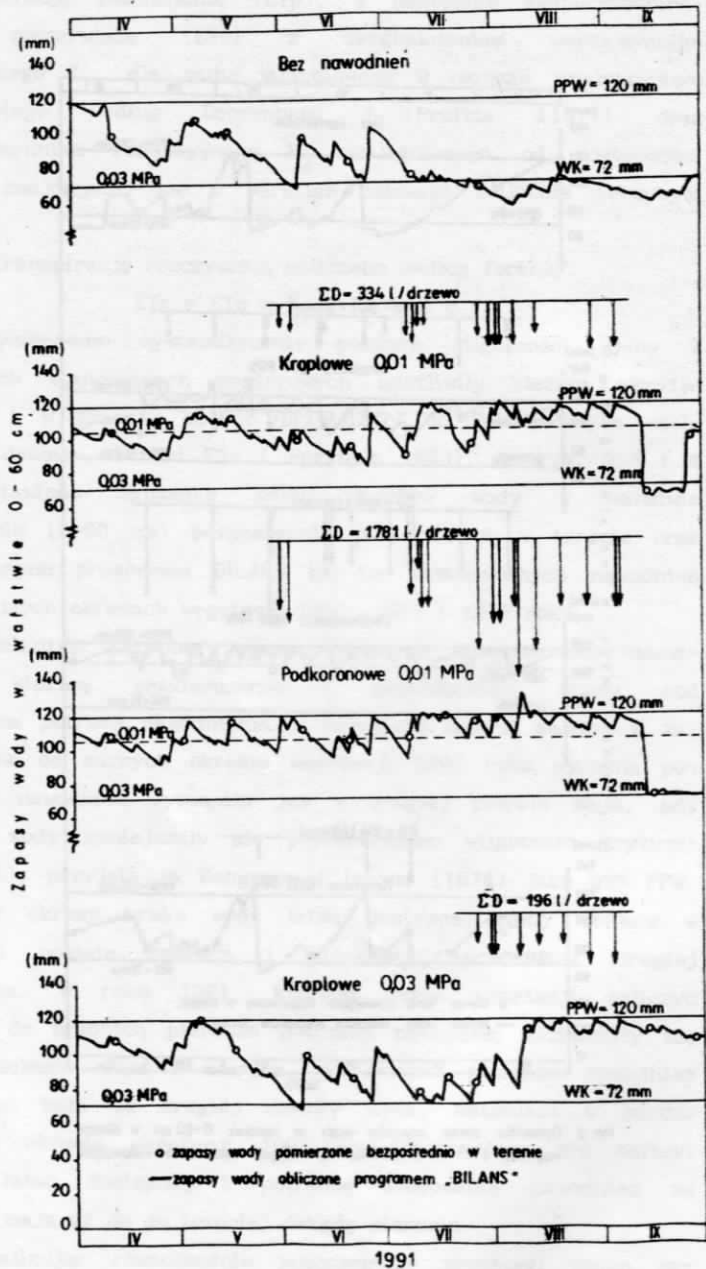
Wykonywane systematycznie pomiary wilgotności gleby w czterech stanowiskach pomiarowych umożliwiły bieżącą weryfikację i w znaczny sposób przybliżyły do rzeczywistych wielkości dobowe wartości ETr (Przybyła 1993). Na rys. 2,3 i 4 przedstawiono dynamikę zmian zasobów wody w warstwie zwilżenia (0-60 cm) bezpośrednio pomierzonych w terenie oraz obliczonych programem BILANS na tle zastosowanych nawodnień w kolejnych okresach wegetacji 1990, 1991 i 1992 roku.

Analizując przebieg zapasów wody na obiekcie bez nawodnień widzimy potwierdzenie o prawidłowości oceny pod względem potrzeb nawodnienia w kolejnych latach badań. W zaliczanym do suchych okresie wegetacji 1990 roku wyraźna potrzeba nawodnień wystąpiła już w drugiej połowie maja, gdy zapasy wody zmniejszały się przekraczając wilgotność krytyczną (WK), przyjętą za Rengerem i innymi (1974) jako 60% PPW. Kolejne okresy braku wody łatwo dostępnej miały miejsce w drugiej połowie czerwca i pierwszej lipca oraz drugiej września. W roku 1991, którego okres wegetacji zaliczyć można do średnich pierwsze potrzeby nawodnień zaznaczyły się na przełomie maja i czerwca, a wyraźna potrzeba nawodnień widoczna była od drugiej dekady lipca. Natomiast w bardzo suchym okresie wegetacji 1992 roku potęgujący się deficyt wody łatwo dostępnej i potrzebę stosowania nawodnień od połowy maja aż do do trzeciej dekady sierpnia.

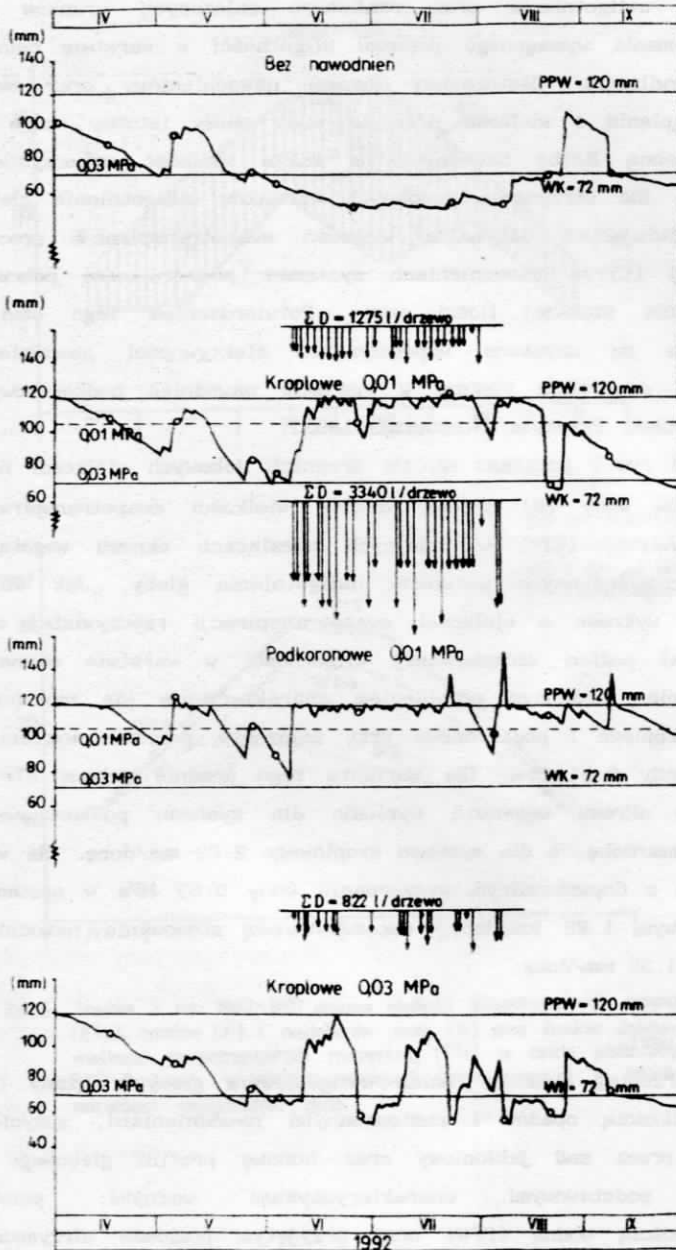
Analizując równocześnie poszczególne przebiegi zmian zapasów wody łatwo dostępnej na obiektach nawadnianych możemy



Rys. 2 Dynamika zmian zapasów wody w warstwie 0-60 cm w okresie wegetacji (IV-IX) 1990 roku na różnych stanowiskach basylowych.



Rys. 3 Dynamika zmian zapasów wody w warstwie 0-60 cm w okresie wegetacji (IV-IX) 1991 roku na różnych stanowiskach badawczych.



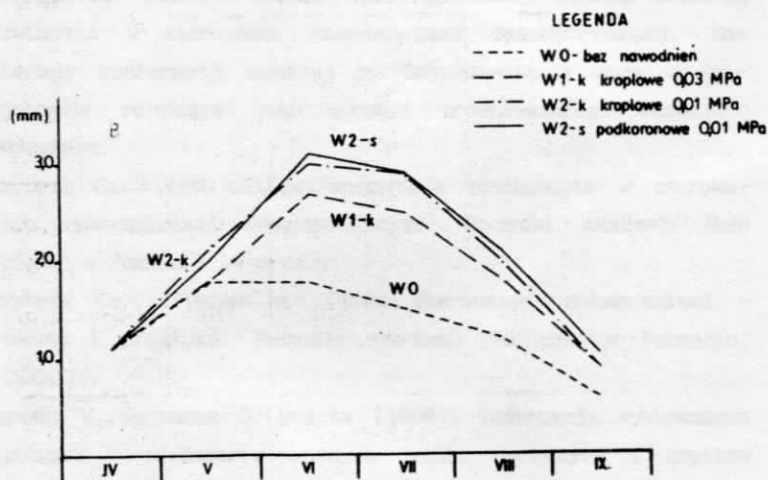
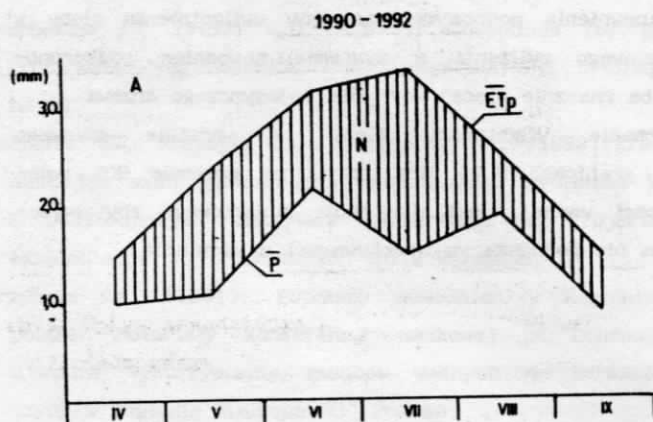
Rys. 4. Dynamika zmian zasobów wody w warstwie 0-60 cm w okresie wegetacji (IV-IX) 1992 roku na różnych stanowiskach badawczych

prześledzić wpływ zastosowanych nawodnień kropłowych i podkoronowych na gospodarkę wodną gleby w zróżnicowanych warunkach uwilgotnienia oraz realizację założonych warunków dla utrzymania wymaganego poziomu wilgotności w warstwie celowego zwilżenia. Zastosowany system nawodnieniowy oraz okres wystąpienia i wielkość deficytu wody miały istotny wpływ na potrzebną liczbę nawodnień, a także wielkość wykorzystanej wody. Dla utrzymania podobnych warunków uwilgotnienia gleby, umożliwiającą optymalną wielkość ewapotranspiracji rzeczywistej (E_{Tr}) w nawodnieniach systemem podkoronowym potrzeba znacznie większej ilości wody. Potwierdzeniem tego stwierdzenia są uzyskane współczynniki efektywności nawodnienia ponad dwukrotnie większe w systemie nawodnień podkoronowych (Pacholak, Przybyła, Stachowski 1993).

Na rys.5 pokazano na tle średnich dobowych wielkości nieborów wody (N) średnie dobowe wielkości ewapotranspiracji rzeczywistej (E_{Tr}) w kolejnych miesiącach okresu wegetacji dla zróżnicowanych warunków uwilgotnienia gleby. Jak widać to z wykresu o wielkości ewapotranspiracji rzeczywistej decydował poziom utrzymywanej wilgotności w warstwie celowego zwilżenia. Podobnym przebiegiem charakteryzuje się nawodnienie kropłowe i podkoronowe przy założonym poziomie wyczerpania wody 0.01 MPa. Dla wariantu tego średnie dobowe E_{Tr} z całego okresu wegetacji wyniosło dla systemu podkoronowego 2.05 mm/dobę, a dla systemu kropłowego 2.02 mm/dobę. Dla wariantu o dopuszczalnym wyczerpaniu wody 0.03 MPa w systemie kropłowym 1.82 mm/dobę, natomiast bez stosowania nawodnień tylko 1.35 mm/dobę.

6. Wnioski.

- przebieg dynamiki zmian uwilgotnienia gleby związany był z wielkością opadów i zastosowanymi nawodnieniami, zużyciem wody przez sad jabłoniowy oraz budowę profilu glebowego i jego podstawowymi charakterystykami wodnymi: polową pojemnością wodną (PPW) oraz przyjętym poziomie utrzymania wilgoci; nawodnienie sadu jabłoniowego w warunkach klima-

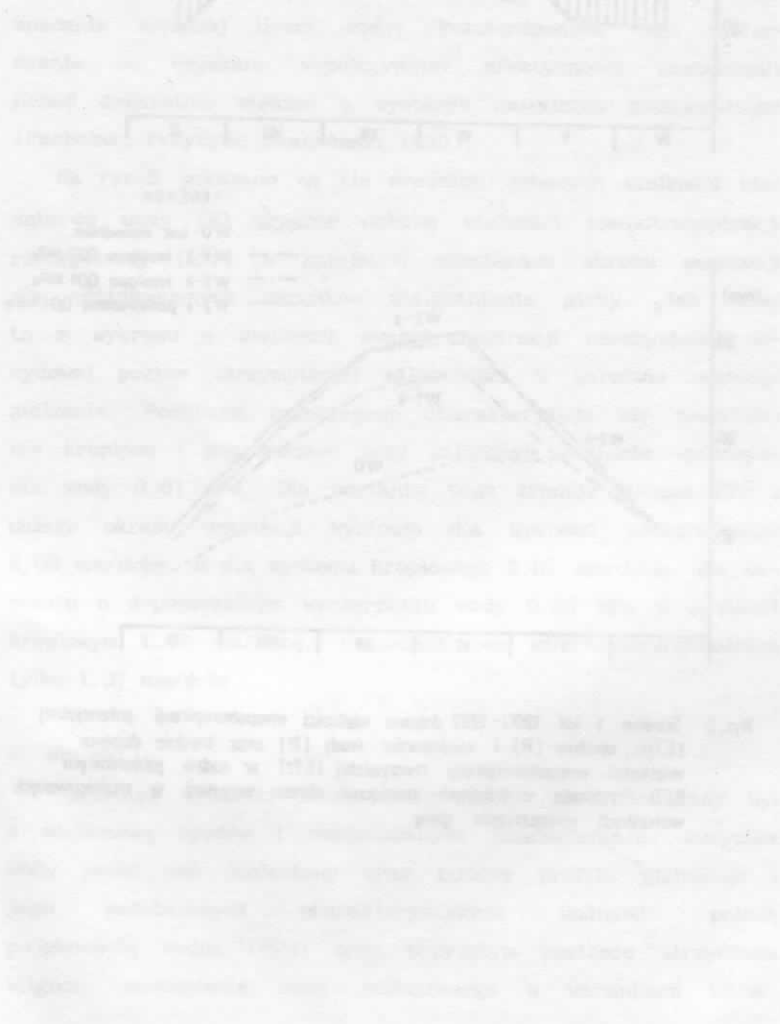


Rys. 5 Średnie z lat 1990-1992 dobowe wielkości ewapotranspiracji potencjalnej (\overline{ETp}), opadów (\overline{P}) i niedoborów wody (\overline{N}) oraz średnie dobowe wielkości ewapotranspiracji rzeczywistej (\overline{ETr}) w sadzie jabłoniowym RZD Przybroda w kolejnych miesiącach okresu wegetacji w zróżnicowanych warunkach uwilgotnienia gleby

tycznych Wielkopolski ostatnich 3 lat (1990-1992) było zabiegami celowym gdyż wyczerpanie nie tylko wody łatwo dostępnej ale także trudno dostępnej było bardzo wyraźne;

- dla zapewnienia podobnych warunków uwilgotnienia gleby w warstwie celowego zwilżenia w systemie nawodnień podkoronowych potrzeba znacznie więcej wody dla pojedynczego drzewa.

- utrzymanie wilgotności gleby w warstwie celowego zwilżenia w granicach 0.01 MPa, czyli na poziomie 90% polowej pojemności wodnej, jest dla sadu jabłoniowego zbyt wysokim poziomem nie podnoszącym efektywności nawadniania.



Literatura

- Assaf R., Revin J., Bravo B.A. (1989): Optimization of water use by automated drip irrigation control for apple trees. Alon Hanotea. 43 (8).
- Doorenbos J., Pruitt W.O. (1977): Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper no 24.
- Pacholak E., Przybyła Cz., Stachowski P. (1993): Efekty produkcyjne sadu jabłoniowego nawadnianego systemem kropłowym i podkoronowym. Materiały konferencji pt. "Projektowanie i eksploatacja mikronawodnień". SGGW Warszawa.
- Przybyła Cz. (1991): Potrzeby nawodnień w Regionie Wielkopolski. Materiały konferencji naukowej pt. "Ochrona i racjonalne wykorzystanie zasobów wodnych na terenach rolniczych w Regionie Wielkopolski". Poznań.
- Przybyła Cz. (1992): Zapasy wody użytecznej warstwy celowego zwilżenia w sterowaniu nawodnieniami deszczownicami. Materiały konferencji naukowej pt. "Gospodarowanie wodą w krajobrazie rolniczym jako element zrównoważonego rozwoju". Warszawa.
- Przybyła Cz. (1992): Ewapotranspiracja rzeczywista w sterowaniu nawodnieniami deszczownicami. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu (w druku).
- Przybyła Cz., Fiedler M. (1992): Sterowanie nawodnieniami - teoria i praktyka. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. CCXXXIV.
- Roguski W., Sarnacka S., Drupka (1988): Instrukcja wyznaczania potrzeb i niedoborów wodnych roślin uprawnych i użytków zielonych. IMUZ, materiały nr 66.
- Renger M., Voigt H., Strebel G., Giesel W., (1974): Bertailung bodenhundlicher kulturtechnischer und hydrologischer Fragen mit Hilfe von klimatischer Wasserbilanz und bodenphysikalischen Kennworten. Z.F. Kulturtechnik und Flurbereinigung J. g. 15. (4).