

CZESŁAW PRZYBYŁA

**GOSPODARKA WODNA I POTRZEBY NAWODNIEN  
W WARUNKACH KLIMATYCZNO-GLEBOWYCH  
WYSOCZYZNY POZNAŃSKIEJ**

*Z Katedry Melioracji Rolnych i Leśnych  
Akademii Rolniczej w Poznaniu*

**ABSTRACT.** In the work are presented analyses of water management and irrigation needs under the weather climatic conditions and soil conditions in typical hapludalfs and argiaquolls in the vegetation period in wet year 1988, the average 1990 and the dry 1992. The investigations were carried out on typical soils of Poznań diluvial plateau, on an experimental fields in Niepruszewo.

**Key words:** water management, water retention of soils, soil moisture, evapotranspiration, water use, irrigation

**Wstęp**

Skutki występowania niedoborów wody najbardziej odczuwają konsumenci ze względu na straty spowodowane w rolnictwie. Powoduje to nieunikniony wzrost cen produktów rolnych i w dalszej konsekwencji wzrost kosztów utrzymania.

Znajomość potrzeb nawodnień stanowi podstawę do opracowania strategii gospodarowania zasobami wodnymi oraz umożliwia optymalne ich wykorzystanie w produkcji rolnej (Nyc 1974). Jednym z najważniejszych elementów charakterystyki bilansu wodnego jest zmienność ewapotranspi-

racji rzeczywistej związanej z przebiegiem opadów, zdolnościami retencyjnymi gleb oraz intensywnością rolniczego wykorzystania terenu (Przybyła 1993). Zmienne warunki klimatyczne występujące na Wysoczyźnie Poznańskiej wywierają duży wpływ na gospodarkę wodną gleb oraz plonowanie roślin uprawnych i tym samym zwiększają ryzyko gospodarowania oraz niepewność uzyskania wysokich plonów (Przybyła 1994). Ryzyko to zwiększa zróżnicowanie pokrywy glebowej.

W niniejszej pracy podjęto próbę oceny potrzeb nawodnień na przykładzie dwóch typowych profili glebowych: gleb płowych i czarnych ziem na tle przebiegu warunków meteorologicznych, w okresie wegetacji roku mokrego 1988, zaliczanego do średnich 1990 oraz bardzo suchego 1992 na Wysoczyźnie Poznańskiej.

## Metody

Badania terenowe prowadzono w latach 1986-1993 na obiektach badawczych Katedry Melioracji Rolnych i Leśnych w gospodarstwie Niepruszewo, oddalonym od Poznania o 20 km w kierunku zachodnim. Teren badań charakteryzuje się jednym z największych niedoborów wodnych, o dużej częstotliwości występowania okresów bezopadowych. Dlatego powstały tutaj duże inwestycje deszczowniane, a na siedmiu z nich o powierzchniach od 230 ha do 520 ha prowadzono badania z zakresu eksploatacji. Na dwóch wybranych obiektach Otusz i Niepruszewo prowadzono poza badaniami z zakresu eksploatacji deszczowni, ściśle badania nad gospodarką wodną deszczownych gleb (Kosturkiewicz i in. 1990).

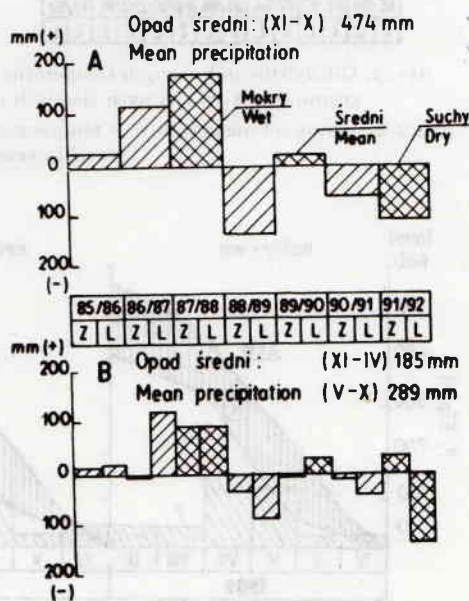
Warunki glebowe w miejscach pomiarów wilgotności scharakteryzowano, wykonując odkrywki glebowe, dla których oznaczono podstawowe właściwości fizykowodne oraz krzywe pF. Badania dynamiki wilgotności prowadzono przy zastosowaniu sondy neutronowej, wykonując pomiary co 20 cm, do głębokości 2,0 m lub płycej, gdy wyżej zalegało zwierciadło wody gruntowej. Pomiary wilgotności gleby wykonywano w odstępach dwutygodniowych. Dodatkowo w sezonie nawodnieniowym wykonywano kontrolne pomiary wilgotności gleby w warstwie celowego zwilżania oraz cotygodniowe pomiary stanów wód gruntowych. Szczegółową metodykę badań podano w pracy Kosturkiewicza i Przybyły (1991). W ramach badań gleboznawczych oznaczono właściwości fizykowodne badanych profili glebowych.

Warunki hydrometeorologiczne w okresie badań opracowano na podstawie danych z własnego posterunku opadowego oraz danych meteorologicznych stacji IMGW Poznań-Lawica.

Ewapotranspirację potencjalną (ETp) dla trwałych użytków zielonych obliczono wzorem Penmana w modyfikacji francuskiej (Roguski i in. 1988, Przybyła i Fiedler 1992). Obliczenia ewapotranspiracji rzeczywistej wykonano na podstawie programu BILANS, biorąc pod uwagę współczynnik roślinny zależny od gatunku i fazy rozwoju roślin oraz współczynnik uwzględniający rzeczywiste zapasy wody w warstwie celowego zwilżania gleby (Przybyła 1992). Jako podstawę analizy gospodarki wodnej i potrzeb nawodnień przyjęto: rok mokry (1988), średni (1990) i suchy (1992).

## Wyniki

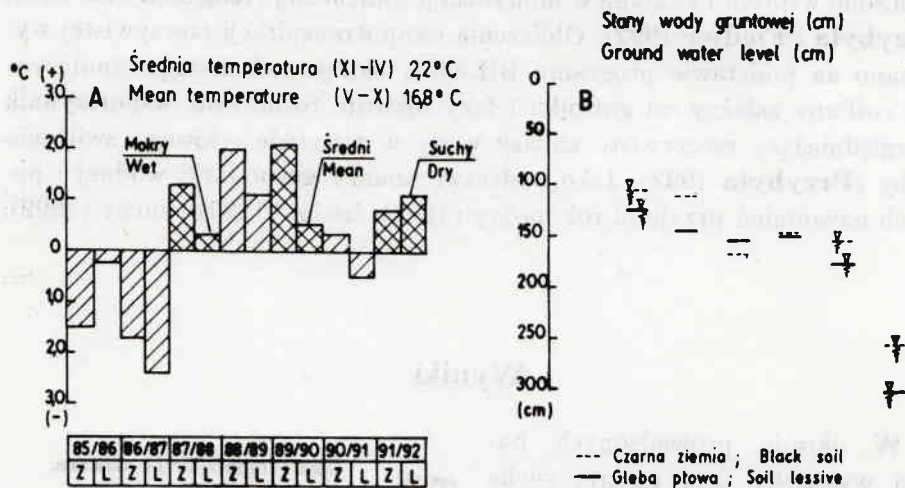
W okresie prowadzonych badań wystąpiły lata mokre, suche i średnie. Potwierdzenie powyższych stwierdzeń znajdziemy na rycinach 1 i 2. Odzwierciedleniem przebiegu warunków meteorologicznych w analizowanych latach badań są niedobory opadów obliczone jako klimatyczne bilanse wodne, czyli różnica pomiędzy ewapotranspiracją potencjalną (ETp) i opadami rzeczywistymi (P) (ryc. 3). Jak widać z przedstawionej ryciny 1, mokry był rok hydrologiczny 1987/88, który charakteryzował się wyższymi opadami od średnich i wystąpił również po roku mokrym. Rok suchy 1991/92 wystąpił po opadach w roku poprzednim również mniejszych od średnich z wielolecia 1986-1993 (Przybyła 1994). Rok średni 1989/90 z sumą opadów nieznacznie przewyższającą średnią z



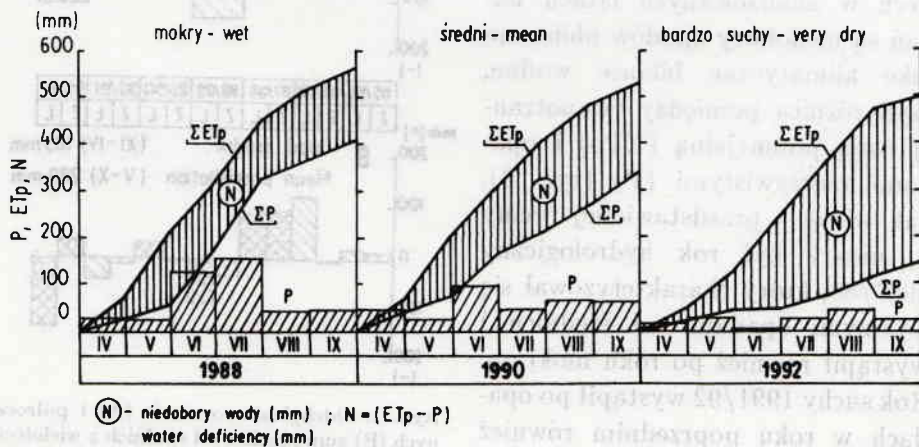
Ryc. 1. Odchylenia rocznych (A) i półrocznych (B) sum opadów od średnich z wielolecia 1986-1992

Fig. 1. Deviations of year (A) and half-year (B) sums of precipitation from multiyear mean 1986-1992

wielolecia przedzielal kolejne dwa lata suche. Przyjęcie takiego podziału potwierdza przebieg średnich temperatur powietrza oraz stanów wód gruntowych (ryc. 2).



Ryc. 2. Odchylenia półrocznych temperatur (A) od średnich z wielolecia oraz stany wody gruntowej (B) w czarnych ziemiach i glebach płowych w latach 1987-1992  
Fig. 2. Deviation of mean half-year temperatures (A) from multiyear mean and ground water level in years 1987-1992



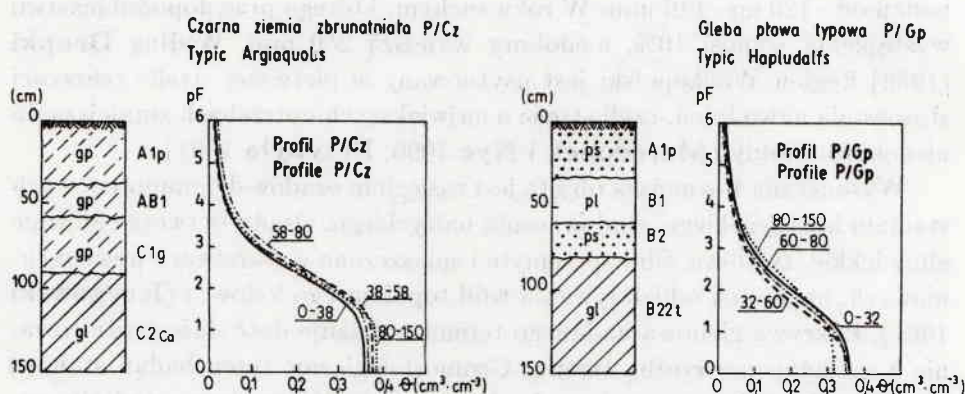
Ryc. 3. Miesięczne sumy opadów (P) oraz krzywe sumowania opadów (ΣP), ewapotranspiracji potencjalnej (ΣETp) i wielkość niedoborów wody (N)  
Fig. 3. Monthly sums of precipitation (P) and cumulative curves of precipitations (ΣP), potential evapotranspiration (ΣETp) and water deficiency (N)

Według **Rojka** (1987) średnie wieloletnie wartości klimatycznych bilansów wodnych dla półrocza letniego wahają się na terenie objętym zasięgiem badań od  $-120$  do  $-140$  mm. W roku suchym, którego prawdopodobieństwo wystąpienia wynosi 10%, niedobory wynoszą 250 mm. Według **Drupki** (1986) Region Wielkopolski jest usytuowany w pierwszej strefie celowości stosowania nawodnień, czyli strefie o największych potrzebach zmniejszania niedoborów wody (**Marcilonek i Nyc** 1990, **Przybyła** 1991).

Wysoczyzna Poznańska objęta jest zasięgiem osadów dennoimrenowych stadiału leszczyńskiego, zlodowacenia bałtyckiego. Osady te tworzą głównie gliny lekkie, zwałowe, silnie przemyte i spiaszczone w warstwach powierzchniowych, na skutek oddziaływania wód topniejącego lodowca (**Krygowski** 1961). Pokrywa glebowa badanego terenu wykazuje dość duże zróżnicowanie z urozmaiconą rzeźbą terenu. Geomorfologicznie teren badań stanowi fragment falistej moreny dennej, zlodowacenia bałtyckiego, stadiału poznańskiego (**Marcinek i Wiślańska** 1984).

W pokrywie glebowej badanego obiektu, podobnie jak na terenie całej Wysoczyzny Poznańskiej dominują gleby płowe właściwe, które stanowią ponad 80% powierzchni. Typowym profilem dla tego wydzielenia jest profil  $P/G_p$  charakteryzujący się dobrymi warunkami drenażowymi i dobrą wodoprzepuszczalnością. Pod względem typologicznym profil  $P/C_z$  jest zlokalizowany w łagodnym obniżeniu terenowym i należy do typowych czarnych ziem zbrunatniałych, natomiast profil nr  $P/G_p$  zlokalizowany jest na równinie morenowej i jest typowym profilem dla gleb płowych właściwych. Na obszarze reprezentowanym przez profil  $P/C_z$  uprawia się lucernę, a profil  $P/G_p$  stanowi pastwisko polowe. Na rycinie 4 podano poziomy genetyczne i skład granulometryczny warstw badanych profili glebowych. Ocenę zdolności retencyjnych kolejnych warstw oparto również na analizie krzywych wodnej retencyjności (pF). Analizie poddano krzywe uzyskane dla gleb płowych ( $P/G_p$ ) oraz czarnych ziem ( $P/C_z$ ) (ryc. 4). Wielkość retencji wodnej badanych gleb zależała głównie od budowy profilu glebowego.

W tabeli 1 zestawiono podstawowe charakterystyki wodne badanych profili dla warstwy celowego zwilżania (0-40 cm) oraz dla 1-metrowej, (0-100 cm). Podstawą do obliczenia zapasów wody przy połowej pojemności wodnej ( $Z_{PPW}$ ), wilgotności krytycznej ( $Z_{WK}$ ) oraz wilgotności trwałego wędnięcia ( $Z_{WTW}$ ) były krzywe retencyjności wodnej (pF) dla wydzielonych warstw genetycznych badanych profili (ryc. 4). Wielkości połowej pojemności wodnej (PPW) przyjęto z krzywej pF = 2,0, wilgotności krytycznej (WK) przyjęto przy pF = 2,5, natomiast wilgotność trwałego wędnięcia



Ryc. 4. Krzywe retencyjności gleb ( $pF$ ) dla czarnych ziem zbrunatniałych ( $P/C_z$ ) oraz gleb płowych typowych ( $P/G_p$ )

Fig. 4. Retention curves ( $pF$ ) for typic argiaquolls ( $P/C_z$ ) and typic hapludalfs ( $P/G_p$ )

(WTW)  $pF = 4,2$  (Przybyła 1992). Obliczono różnicę pomiędzy  $Z_{PPW}$  i  $Z_{WK}$ , określając w ten sposób zapasy wody łatwo dostępnej oraz przez odjęcie  $Z_{WK} - Z_{WTW}$  zapasy wody trudno dostępnej.

Przedstawiona w tabeli 1 charakterystyka wodnych właściwości czarnych ziem i gleb płowych wskazuje, że zdolności retencyjne czarnych ziem są o około 30% większe. Potwierdzają to zapasy wody łatwo dostępnej, które dla warstwy wierzchniej czarnych ziem wynoszą 35 mm, a gleb płowych 24 mm, natomiast w jednowarstwowej warstwie gleby odpowiednio 91 mm i 60 mm.

W tabeli 2 zestawiono zapasy wody dla warstwy wierzchniej (0-40 cm) i (0-100 cm) oraz stany wód gruntowych w okresach wegetacji roku mokrego (1988), średniego (1990) oraz suchego (1992).

Jak widać z powyższej tabeli, w roku mokrym (1988) minimalne zapasy wody w warstwie celowego zwilżania (0-40 cm) i w warstwie 0-100 cm zbliżyły się do wartości odpowiadających wilgotności krytycznej w obu profilach. W roku średnim (1990) minimalne zapasy wody były wyraźnie mniejsze od wartości wilgotności krytycznej, jednak zdecydowanie powyżej wilgotności trwałego wędnięcia (WTW). Natomiast w roku suchym (1992) minimalne zapasy wody w obu profilach znacznie obniżyły się poniżej wartości wilgotności krytycznej. W obu wypadkach dla warstwy 0-40 cm zapasy wody tej warstwy zbliżone były do wilgotności trwałego wędnięcia.

Tabela 1

Zapasy wody odpowiadające polowej pojemności wodnej ( $Z_{ppw}$ ), wilgotności krytycznej ( $Z_{WK}$ ) i wilgotności trwałego wędnięcia ( $Z_{WTW}$ ) oraz zapasy wody łatwo dostępnej ( $\Delta Z_1$ ) i trudno dostępnej ( $\Delta Z_2$ ) w warstwie (0-40) i (0-100) cm w badanych profilach glebowych

Water contents on field capacity ( $Z_{ppw}$ ), critical humidity ( $Z_{WK}$ ) and wilting ( $Z_{WTW}$ ) and available water ( $\Delta Z_1$ ) and nonavailable water ( $\Delta Z_2$ ) in layer (0-40) and (0-100) cm of investigated soil profiles

Profil Profile	Warstwa Layer (cm)	$Z_{ppw}$ (mm)	$Z_{WK}$ (mm)	$Z_{WTW}$ (mm)	Zapasy wody łatwo dostępnej $\Delta Z_1 =$ $= (Z_{ppw} - Z_{WK})$ Available water $\Delta Z_1$ (mm)	Zapasy wody trudno dostępnej $\Delta Z_2 =$ $= (Z_{WK} - Z_{WTW})$ Nonavailable water $\Delta Z_2$ (mm)
P/C <sub>z</sub>	0-40	107,8	72,4	9,9	35,4	62,5
	0-100	281,2	189,9	24,5	91,3	165,4
P/G <sub>p</sub>	0-40	72,4	48,2	9,2	24,2	39,0
	0-100	179,2	119,4	25,2	59,8	94,2

Tabela 2

Zapasy wody w warstwie (0-40) i (0-100) cm oraz stany wody gruntowej w okresie wegetacyjnym (IV-IX) roku mokrego (1988), średniego (1990) i suchego (1992)

Water contents in layer (0-40) and (0-100) cm and ground water levels during vegetation periods (IV-IX) for wet year (1988), medium (1990) and dry (1992)

Profil Profile	Warstwa Layer (cm)	Rok Year	Zapasy wody Water content (cm)			Stany wody gruntowej Ground water, level (cm)		
			średni mean	max data	min. data	średni mean	max data	min. data
P/C <sub>z</sub>	0-40	1988	96,5	108,9 04,08	79,0 04,08	148	82 02,04	111 21,08
		1990	56,8	69,1 22,06	48,9 11,05	154	142 14,08	168 02,04
		1992	34,5	48,5 24,04	14,4 22,07	212	160 07,04	265 28,09
	0-100	1988	245,6	262,5 04,08	125,0 09,09			
		1990	170,1	205,2 22,06	150,3 11,05			
		1992	120,5	200,2 17,04	94,2 06,07			
P/G <sub>p</sub>	0-40	1988	57,5	67,5 06,08	51,1 30,05	153	91 02,04	159 10,07
		1990	52,3	52,3 20,04	33,5 13,07	165	148 27,06	194 27,09
		1992	22,5	39,7 05,05	13,3 06,07	308	280 07,04	396 18,09
	0-100	1988	151,1	167,4 16,07	103,0 30,05			
		1990	120,7	148,2 13,06	99,8 06,07			
		1992	109,3	137,3 05,05	79,7 06,07			

Potwierdzenie dynamiki zmian wilgotności gleby znajdujemy w przebiegu stanów wody gruntowej. Stany wód gruntowych w analizowanych okresach wegetacji od mokrego (1988), poprzez średni (1990), do suchego (1992) wyraźnie wskazują na systematyczne obniżanie się zwierciadła wód gruntowych. W glebach typu czarne ziemie od 82 cm do 265 cm, a w glebach pływach od 91 cm do 396 cm.

Największymi zmianami położenia zwierciadła wód gruntowych charakteryzował się rok suchy 1992, w którym stany wód gruntowych obniżyły się bardzo wyraźnie w obu profilach (tab. 2). W profilu zlokalizowanym na czarnych ziemiach o 105 cm, a w profilu na glebie pławowej o 116 cm. Konsekwencją takiego stanu warunków wilgotnościowych był spadek plonów lucerny na czarnych ziemiach o połowę i całkowite wyschnięcie nie deszczowanych pastwisk połowych.

### Podsumowanie

Wyniki badań gospodarki wodnej i ocena potrzeb nawodnień w warunkach klimatyczno-glebowych Wysoczyzny Poznańskiej wykazały, że są one bardzo duże nie tylko w latach suchych. Potrzebę nawodnień obserwowano również krótkookresowo w latach mokrych, nie tylko na glebach pływach, lecz także na czarnych ziemiach. Opierając się na otrzymanych wynikach można stwierdzić, że nawodnienia powinny być szeroko stosowane, gdyż w przeciwnym razie nie zlikwidujemy negatywnych skutków niedoborów i zmienności opadów (Marcilonek i Nyc 1990). Mają one szczególne znaczenie zwłaszcza w nowoczesnym rolnictwie, ogrodnictwie i sadownictwie (Przybyła 1991). Ocena ekonomiczna efektów stosowania nawodnień jest natomiast bardziej złożona, szczególnie obecnie, gdy gospodarka znajduje się ciągle w fazie transformacji. Obserwujemy również częsty wzrost cen nośników energii, co nie pozostaje bez wpływu na opłacalność stosowania nawodnień.

### Literatura

- Drupka S. (1986): Nawodnienia deszczowniane i kropłowe. W: Podstawy melioracji rolnych. PWRiL, Warszawa.
- Kosturkiewicz A., Przybyła Cz., Kozaczyk P. (1990): Eksploatacja deszczowni wielkoobszarowych. Zesz. nauk. AR Krak., 250, 28: 235-254.



- Kosturkiewicz A., Przybyła Cz. (1991): Analiza kryteriów lokalizacji inwestycji deszczownianych oraz przyjętych rozwiązań projektowanych jako czynników warunkujących prawidłową eksploatację deszczowni. *Rocz. AR Pozn.*, 224, 9: 41-52.
- Krygowski B. (1961): Geografia fizyczna Niziny Wielkopolskiej. Cz. I. Geomorfologia. PTPN, Poznań.
- Marcilonek S., Nyc K. (1990): Rejonizacja potrzeb nawodnienia w dorzeczu Odry i rzek Przymorza Zachodniego. *Zesz. probl. Post. Nauk rol.*, 387: 57-71.
- Marcinek J., Wiślańska A. (1984): Asocjacja czarnych ziem i gleb pływych falistej moreny dennej Równiny Kościańskiej. *Rocz. AR Pozn.*, 149, 5: 65-81.
- Nyc K. (1974): Potrzeby wodne niektórych roślin warzywnych nawadnianych przez deszczowanie. *Wiad. IMUZ*, 11, 4: 77-108.
- Przybyła Cz. (1991): Potrzeby nawodnień w Regionie Wielkopolski. *Mat. Konf. nauk. „Ochrona i racjonalne wykorzystanie zasobów wodnych na terenach rolniczych w Regionie Wielkopolski”*. Poznań: 101-109.
- Przybyła Cz. (1992): Zapasy wody użytecznej warstwy celowego zwilżania w sterowaniu nawodnieniami deszczownianymi. *Mat. Konf. nauk. „Gospodarowanie wodą w krajobrazie rolniczym jako element zróżnicowanego rozwoju”*. Warszawa: 354-363.
- Przybyła Cz., Fiedler M. (1992): Sterowanie nawodnieniami – teoria i praktyka. *Rocz. AR Pozn.*, 234, 10: 101-108.
- Przybyła Cz. (1993): Ewapotranspiracja rzeczywista w sterowaniu nawodnieniami deszczownianymi. *Rocz. AR Pozn.*, 257, 13.
- Przybyła Cz. (1994): Gospodarka wodna gleb na Pojezierzu Poznańskim w roku suchym na tle danych z wielolecia. *Rocz. Nauk rol.*, 83, 3/4: 34-45.
- Roguski W., Sarnacka S., Drupka S. (1988): Instrukcja wyznaczania potrzeb i niedoborów wodnych roślin uprawnych i użytków zielonych. *Wyd. IMUZ*, 66.
- Rojek M. (1987): Rozkład czasowy i przestrzenny klimatycznych i rolniczo-klimatycznych bilansów wodnych na terenie Polski. *Zesz. nauk. AR Wroc.*, 62.

## WATER MANAGEMENT AND IRRIGATION NEEDS IN THE CLIMATIC AND SOIL CONDITIONS OF THE POZNAŃ DILUVIAL PLATEAU

### S u m m a r y

In the work are presented irrigation needs under the weather climatic conditions in the vegetation periods, in wet year 1988, average 1990 and very dry 1992. The investigation were carried out on an experimental field Niepruszewo, located on the Poznań diluvial plateau. The investigation was carried out on typical soils of the Wielkopolska region: hapludalfs and typical argiaquolls.

Exact measurements of moisture permitted to determine the retention abilities of both types of soils and the irrigation needs in the dry, the average and also the wet year.