

POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

Z E S Z Y T Y
N A U K O W E
W Y D Z I A Ł U
B U D O W N I C T W A
I I N Ź Y N I E R I I
Ś R O D O W I S K A

NR

15

INŻYNIERIA ŚRODOWISKA

Potrzeby i efekty deszczowania agroekosystemów pojezierza poznańskiego

Paweł Kozaczyk

Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska

Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego - Poznań

1. Wstęp

Podstawowym warunkiem dobrego przystosowania rolnictwa do układów ekologicznych jest gruntowne poznanie i charakterystyka ekotypów oraz wymagań i reakcji roślin uprawnych na różne siedliska. W różnych agroekosystemach rozmaicie układają się związki przyczynowo-skutkowe między warunkami siedliska, zabiegami agrotechnicznymi, gatunkami i odmianami roślin oraz ich plonowaniem. Bardzo ważne są takie interakcje które, będąc należycie wykorzystane spowodują wzrost produkcji rolnej bez zwiększania nakładów na inwestycje.

Jednym z podstawowych kryteriów wyodrębnienia różnych agroekosystemów są regionalne lub lokalne układy naturalnych lub antropogenicznych czynników plonotwórczych jak również wysokość i jakość plonów uzyskiwanych przez różne gatunki i odmiany roślin uprawnych.

Zagadnienia związane z agroekologią poruszali w swoich pracach między innymi, Krebs (1979), Odum (1977), Radomski (1980) [6,7,10]. W Polsce nadal brakuje kompleksowych badań dotyczących produktywności i modelowania różnych agroekosystemów.

Rolnictwo w Regionie Wielkopolski charakteryzuje się wysokim poziomem agrotechniki i dużą efektywnością gospodarowania [4]. Warunki meteorologiczne, a przede wszystkim opady atmosferyczne na tym obszarze charakteryzuje duża zmienność przestrzenna i czasowa co powoduje także różne potrzeby nawodnień roślin uprawnych [11]. Duże znaczenie ma tutaj także zróżnicowanie glebowe i topograficzne w skali regionu bądź zlewni a nawet samego nawadnianego terenu. Potencjalne więc możliwości produkcyjne nie będą zależały tylko od rodzaju gleby, kultury rolnej, potencjału genetyczno-produkcyjnego, poziomu nawożenia mineralnego i organicznego, ale w dużym stopniu będą limitowane częstymi niedoborami opadów, których niekorzystne rozłożenie w czasie może powodować silne przesuszenie czynnej warstwy gleby [5]. Wydaje się więc być uzasadnionym wprowadzanie w tych warunkach nawodnień deszczownianych, które w zasadniczy sposób powinny ograniczyć niekorzystny wpływ niedoborów wody a tym samym przyczynić się do wyraź-

nego wzrostu plonów. Obok bezpośrednich efektów nawadniania należy oczekiwać także wystąpienia efektów pośrednich, do których przede wszystkim należy zmniejszenie wahań plonów w poszczególnych latach.

2. Cel oraz metodyka badań

Celem pracy było uściślenie potrzeb stosowania nawodnień deszczownianych, jak również ocena wpływu tego zabiegu na efektywność produkcyjną roślin uprawnych w tej części Pojezierza Poznańskiego na tle zróżnicowanych warunków meteorologicznych oraz różnych sposobów rolniczego użytkowania terenu.

Badania prowadzono od roku 1988 do 1997 na doświadczalnych powierzchniach badawczych Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska w dwóch podpoznańskich gospodarstwach rolnych znajdujących się w miejscowościach Niepruszewo oraz Sapowice. W każdym z gospodarstw znajdowała się deszczownia typu półstałego przy użyciu, których prowadzono doświadczalne nawodnienia roślin.

Doświadczenia produkcyjne o charakterze łanowym zakładano jako jednoczynnikowe w trzech do pięciu powtórzeniach. Zarówno w wariacie nawadnianym jak i nie nawadnianym w ramach danego obiektu stosowano identyczny poziom nawożenia, agrotechniki oraz ochrony roślin. Wielkość stosowanych dawek nawodnieniowych określano pośrednio, na podstawie kontrolowanego wydatku rurociągu deszczownianego i czasu jego pracy. Do zbiorów kontrolnych wykorzystywano maszyny i technologie stosowane w warunkach produkcyjnych. Powierzchnia do zbioru kontrolnego zależała każdorazowo od szerokości roboczej maszyny używanej do zbioru danej rośliny i od długości rurociągu deszczującego.

Zasięgi występowania poszczególnych jednostek glebowych wytyczono na podstawie własnych odkrywek i wierceń glebowych.

Ewapotranspirację potencjalną obliczono metodą Penmana w modyfikacji francuskiej (Sarnacka i inni 1987) [8].

Wielkości opadów mierzono we własnych posterunkach opadowych. W obliczonych bilansach wodnych uwzględniono poprawkę na błąd pomiaru opadu zalecane przez Jaworskiego (1979) [3].

3. Charakterystyka klimatyczno-glebowa Pojezierza Poznańskiego

Według Wiszniewskiego i Chełchowskiego (Atlas hydrologiczny 1987) [1] obszar objęty badaniami leży w zachodniej części regionu klimatycznego Wielkopolsko-Mazowieckiego. Średnia roczna temperatura powietrza z lat

1951÷1980 wynosi 8°C, dla półrocza zimowego odpowiednio 1,5°C, a dla letniego 15,0°C. Średni opad roczny wynosi 550 mm, dla półrocza zimowego odpowiednio 200 mm, a dla letniego 350 mm (A. Woś 1994).

Sumy opadów w następujących po sobie kolejnych latach mogą się kształtować bardzo różnie. Różnice w sumie opadów z roku na rok na tym obszarze mogą wynosić od około 100 mm do nawet 400 mm (B. Kotańska, J. Tamulewicz 1990). Szczególnie istotne z punktu widzenia upraw rolniczych jest informacja o zróżnicowaniu wielkości sum dobowych opadów atmosferycznych. Niejednokrotnie na objętym badaniami obszarze notowano przypadki, kiedy maksymalne dobowe sumy opadów np.: maju, czerwcu, wrześniu, osiągały wielkość przekraczającą średnią sumę opadów wyliczoną dla tych miesięcy z okresu wielolecia.

Średnia liczba dni w roku w latach 1951÷1980 z opadem ponad 1 mm kształtowała się od 92 do 108 a w okresie wegetacyjnym odpowiednio od 41 do 47.

Średnio w roku notuje się od 12 do 14 okresów bez opadów, każdy o długości co najmniej 4 dni, a w okresie wegetacyjnym odpowiednio od 6,9 do 8 okresów. Ciągi okresów bezopadowych w okresie wegetacyjnym powyżej 8 dni wahają się od 3 do 5 razy, a powyżej 12 dni średnio od 1,4 do 1,7 raza.

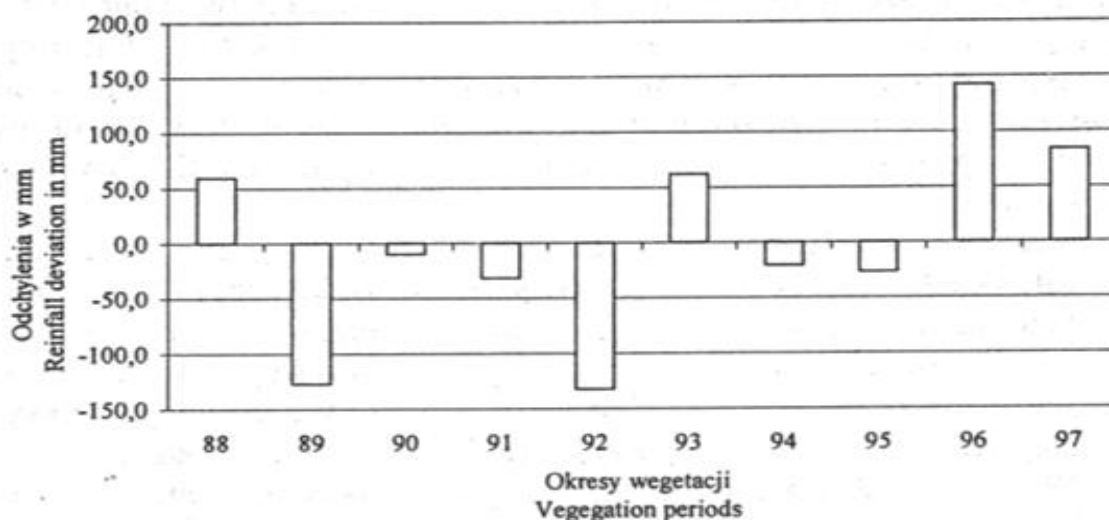
Obszar ten charakteryzuje się jednymi z największych niedoborów wodnych, o dużej częstotliwości ich występowania. Według Rojka (1987) [9] średnie wieloletnie wartości klimatycznych bilansów wodnych dla półrocza letniego wahają się od -120 do -150 mm, a w roku suchym o prawdopodobieństwie wystąpienia 10% niedobory wynoszą aż -250 mm. Obszar Pojezierza Poznańskiego leży w pierwszej strefie celowości stosowania nawodnień (Drupka 1987) [2], który obejmuje znaczną część Wielkopolski i Kujaw.

Formy geomorficzne występujące na tym obszarze to przede wszystkim równiny dennomorenowe, pagórki moren czołowych jak również równiny sandrowe. Największa część gleb Pojezierza Poznańskiego tworzą kompleksy gleb płowych wytworzone z glin lekkich oraz piasków gliniastych zalegających na podłożu zwięźlejszym. Drugą znaczącą grupę gleb tworzą gleby rdzawe i bielcowe wytworzone z piasków luźnych i słabogliniastych. Natomiast w obniżeniach terenowych znajdują czarne ziemie, które zajmują około 10% gleb użytkowanych rolniczo.

4. Wyniki badań

Na rysunku 1 przedstawiono odchylenia opadów od średniej z wielolecia 1988÷1997 dla analizowanych okresów wegetacji (IV-IX). Analizując rysunek 1 możemy zauważyć, że średni opad za ten okres wyniósł w Niepruszewie 298 mm. W rozpatrywanym okresie wystąpiły sezony wegetacyjne, które zali-

czono do mokrych (1988, 1993, 1996, 1997), średnich (1990, 1991, 1994, 1995) i suchych (1989, 1992). Najbardziej mokrym okazał się okres wegetacyjny roku 1996, w którym opady zmierzone były wyższe od średniej z wielolecia o 150 mm, a najbardziej suchym okres w roku 1992, w którym opady były niższe od średniej o 140 mm.



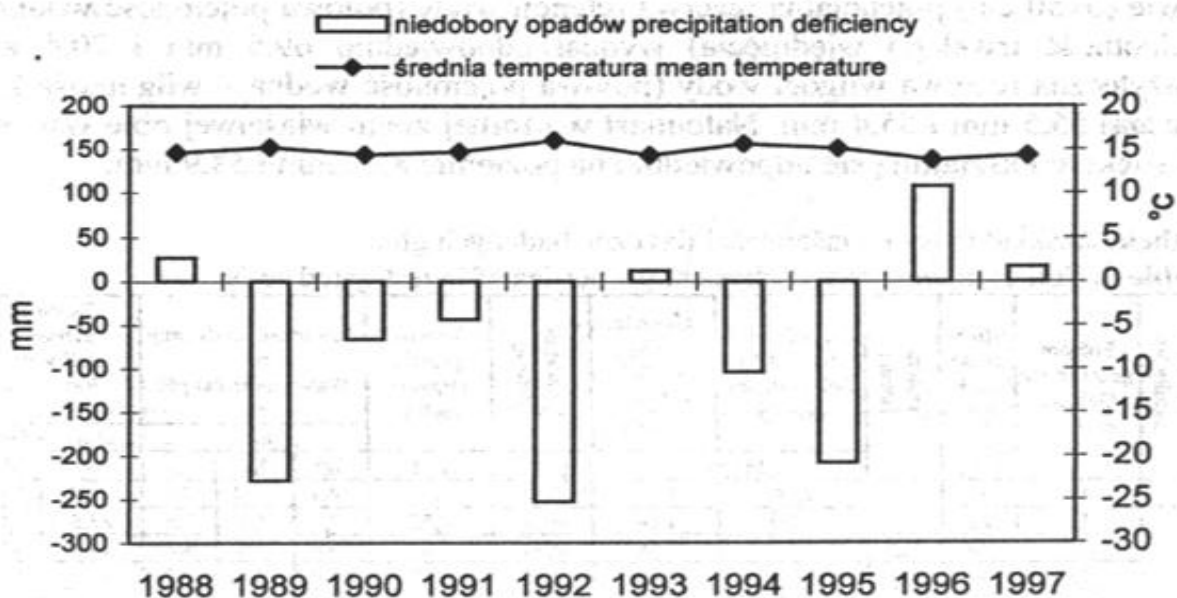
Rys 1. Odchylenia opadów od średniej z wielolecia 1988/97 dla posterunku opadowego Niepruszewo dla okresów wegetacji w latach 1988÷1997

Fig.1. Precipitation's deviations from multi year mean 1988÷1997 at Niepruszewo during vegetation periods in the years 1988÷1997

Na rysunku drugim przedstawiono niedobory opadów, które obliczono odejmując od ewapotranspiracji potencjalnej wyliczonej wzorem Penmana (1948) opad rzeczywisty powiększony o poprawkę zalecaną przez Jaworskiego. Wynika z niego, że w okresach wegetacji zaliczonych do mokrych niedobory opadów nie wystąpiły. Należy jednak zauważyć, że nawet w tych latach występują okresy bezopadowe, w których zaobserwowano potrzebę stosowania nawodnień.

W latach zaliczanych do średnich niedobory opadów wahały się od 43 mm w roku 1991 do 208 mm w roku 1994. Natomiast największe wystąpiły w roku 1992 (252 mm) i w roku 1989 (228 mm), a więc w okresach wegetacji zaliczonych do suchych.

Temperatury w rozpatrywanym okresie wahały się od 13,8°C do 14,3°C w latach mokrych od 14,4°C do 15,6°C w latach średnich i od 15,2 do 16,0°C w latach suchych.



Rys. 2. Niedobory opadów w okresach wegetacji kolejnych lat badań od 1988 do 1997
 Fig. 2. Precipitation deficiency in the vegetation periods 1988+1997

W tabeli 1 zestawiono powierzchnie gleb objętych deszczownikami według klas bonitacyjnych. Z całkowitej powierzchni 1370 ha aż 72% zajmują gleby klasy IV a i b, III a i b 5% powierzchni, a klasy V 23%. Jeżeli chodzi o kompleksy przydatności rolniczej to około 70% gruntów wykorzystywanych rolniczo w obu zakładach należy do kompleksu żytniego bardzo dobrego i żytniego dobrego.

Tabela 1. Powierzchnie gleb według klas bonitacyjnych objęte deszczownikami w badanych gospodarstwach

Table 1. Soil area according to evaluation classes with sprinkler system on the investigated fields

Deszczownia Irrigation system	Powierzchnia całkowita w ha Irrigation area in ha	Powierzchnia gleb w ha wg klasy bonitacji Soil area in ha in soil evaluation classes		
		III a i b	IV a i b	V
Niepruszewo	950	50,7	636,5	262,8
Sapowice	420	19,3	374,6	26,1
Razem Total	1370	70,0	1011,1	288,9

Natomiast w tabeli 2 przedstawiono właściwości fizykowodne typowych dla Pojezierza Poznańskiego gleb a więc: gleb pławych typowych (St. 1), gleb rdzawych (St. 2), oraz czarnych ziem właściwych (St. 3). Wynika z niej, że reżim wodny gleb pławych i rdzawych jest zbliżony. W powierzchniowej war-

stwie (0÷50 cm) potencjalna rezerwa retencji wody (połowa pojemność wodna – wilgotność trwałego wędnięcia) wynosi odpowiednio 69,5 mm i 70,4 mm a użyteczna rezerwa wilgoci wody (połowa pojemność wodna – wilgotność krytyczna) 55,5 mm i 55,4 mm. Natomiast w czarnej ziemi właściwej obie wartości są większe i kształtują się odpowiednio na poziomie 87,2 mm i 53,9 mm.

Tabela 2. Skład masy i właściwości fizyczne badanych gleb

Table 2. Soil components and physical properties of investigated soils

Stanowisko Nr Locality No	Poziom genetyczny Genetic horizon	Mięższość Thick-ness	Tekstura Texture	Gęstość fazy stałej gleby Soil particles density	Gęstość gleby suchej Bulk density	Porowatość Porosity	Materia organiczna Organic matter	Zawartość wody przy pF: Water content at pF:			Retencja glebowa Soil water Retention [mm]			
		[cm]		[Mg·m ⁻³]				m ³ ·m ⁻³	[%]	[mm]			Ppw- Wtw	Ppw- Wk
				2,0	3,0					4,2				
1	Ap	30	ps	2,60	1,62	0,37	1,44	44,1	10,8	2,4	41,7	33,3		
	A2	20	ps	2,60	1,64	0,36	0,53	29,4	7,2	1,6	27,8	22,2		
	Bu/C	30	pgl	2,59	1,69	0,34	0,63	49,8	17,7	4,8	45,0	32,1		
	C	40	pgl	2,59	1,70	0,34	0,75	66,4	23,6	6,4	60,0	42,8		
Suma w warstwie, Total in layer: 0+50cm								73,5	18,0	4,0	69,5	55,5		
2	Ap	30	ps	2,59	1,64	0,36	1,51	44,1	10,8	2,4	41,7	33,3		
	Bv	18	ps	2,59	1,65	0,36	0,48	26,5	6,5	1,4	25,0	20,0		
	C	72	pgm	2,60	1,77	0,31	0,66	163,4	85,7	30,2	133,2	77,8		
Suma w warstwie, Total in layer: 0+50cm								75,1	19,7	4,7	70,4	55,4		
3	Ap	25	pgm	2,59	1,64	0,36	3,72	56,8	29,8	10,5	46,3	27,0		
	A2	15	pgl	2,60	1,74	0,33	2,65	24,9	8,8	2,4	22,5	16,1		
	A/C	10	pgm	2,59	1,75	0,32	1,57	22,7	11,9	4,2	18,5	10,8		
	G	70	gc	2,60	1,77	0,31	2,31	191,8	152,6	88,2	103,6	39,2		
Suma w warstwie, Total in layer: 0+50cm								104,0	50,4	17,1	87,2	53,9		

W tabeli 3 przedstawiono wielkości uzyskanych plonów roślin w latach 1988÷1997, w warunkach niedeszczowanych i deszczowanych, zastosowaną dawkę nawodnieniową oraz jej efektywność produkcyjną dla każdej z rozpatrywanych roślin w kolejnych latach badań. Z uwagi na wysokie opady występujące w sezonach wegetacyjnych roku 1996 i 1997 nawodnień nie prowadzono. Badania wykonywano w warunkach połowych obejmując trzy grupy roślin. Trwałe użytki zielone (pastwiska i lucerna), zboża (pszenica ozima) i rośliny okopowe (buraki cukrowe). Największy przyrost plonu, bo sięgający 100% uzyskano na pastwisku w latach suchych (1989 i 1992) przy współczynniku efektywności równym odpowiednio 0,83 i 0,8. W pozostałych latach przyrost plonu wahał się od 7,4% w roku 1994 do 90,4% w roku 1990, przy współczynnikach efektywności równych odpowiednio 0,33 i 1,58. Dla roślin okopowych przyrost plonów pod wpływem nawodnień również najbardziej był widoczny w sezonie suchym (1989). Wahał się on od 35,7% w Sapowicach do 42,8% w Niepruszewie. W latach średnich kształtował się od 7,7% (1995, Sapowice) do 12,2 (1990, Sapowice). W latach suchych efektywność produkcyjna zastosowanej wody oscylowała w granicach od 0,83 do 1,0 a w latach średnich od 0,25 do 0,5.

Tabela 3. Wielkości plonów w warunkach deszczowania, przyrosty plonów, zastosowane dawki oraz efektywność produkcyjna w t/10mm zastosowanych deszczowań z lat 1988+97

Table 3. Yields on irrigated area, yields increase, irrigation doses and production efficiency in t/10 mm of applied irrigation doses in 1988+97

Obiekt Object	Rośliny lub użytk Plants	Plony w t/ha Yield in t/ha		Przyrost plonu Yields increase		Nawodnienia Irrigation	
		Deszczo- wane Irrigated	Niedeszczo- wane Not irrigated	t/ha	%	Dawka w mm Dose in mm	Efektywność produkcyjna wody Water produc- tion efficiency [t/10mm]
1988							
Niepruszewo	Pastwisko Pasture	15,0	9,3	5,7	61,0	1*30	1,9
1989							
Niepruszewo	Pastwisko Pasture	30,0	15,0	15,0	100,0	6*30	0,83
	Pszenica ozima Winter wheat	7,1	5,9	1,2	24,0	3*25	0,16
	Buraki cukrowe Sugar beet	40,0	28,0	12,0	42,8	3*40	1,0
Sapowice	Pszenica ozima Winter wheat	7,3	5,6	1,7	30,3	4*25	0,17
	Buraki cukrowe Sugar beet	38,0	28,0	10,0	35,7	4*30	0,83
	Lucerna Alfalfa	32,0	25,0	7,0	28,0	1*35	2,0
1990							
Niepruszewo	Pastwisko Pasture	40,0	21,0	19,0	90,4	4*30	1,58
	Pszenica ozima Winter wheat	6,9	6,2	0,7	11,3	3*25	0,09
	Buraki cukrowe Sugar beet	38,0	35,0	3,0	8,6	2*30	0,5
Sapowice	Buraki cukrowe Sugar beet	37,0	33,0	4,0	12,2	2*40	0,5
1991							
Niepruszewo	Buraki cukrowe Sugar beet	35,0	32,0	3,0	8,6	3*20	0,5
1992							
Niepruszewo	Pastwisko Pasture	28,0	14,0	14,0	100,0	6*30	0,8
1993							
Niepruszewo	Pastwisko Pasture	33,0	30,0	3,0	10,0	1*30	3,3
1994							
Niepruszewo	Pastwisko Pasture	29,0	27,0	2,0	7,4	2*30	0,33
1995							
Sapowice	Buraki cukrowe Sugar beet	35,0	32,5	2,5	7,7	5*20	0,25

*badania prowadzono tylko dla pierwszego pokosu

Zdecydowanie najmniejszy wpływ nawodnień zaobserwowano na plonowanie roślin zbożowych. W latach suchych efektywność produkcyjna wyrażona w przyroście plonów w tonach na 10 mm rozdeszczowanej wody kształtowała się na poziomie od 0,16 do 0,17 a w latach średnich od 0,08 do 0,09.

5. Podsumowanie

Występująca na terenie Pojezierza Poznańskiego mała ilość opadów atmosferycznych i ich duża zmienność czasowa w pełni uzasadnia potrzebę stosowania nawodnień deszczownianych na tym terenie. Przeprowadzone wieloletnie badania polowe wykazały, że występowanie niedoborów opadów nie jest charakterystyczne tylko dla lat suchych i średnich, również w okresach zaliczonych do mokrych wystąpiły deficyty wody. Roślinami najbardziej reagującymi zwyżką plonu na nawodnienia były użytki zielone a najmniej rośliny zbożowe. Wzrost plonu użytków zielonych wahał się od 7,4% do 100%, roślin okopowych od 7,7% do 42,8% a roślin zbożowych od 8,3% do 30,3%.

Literatura

1. Atlas hydrologiczny Polski. Red. J. Stachy, t.1, WG, Warszawa, 1987.
2. **Drupka S.:** Techniczna i rolnicza eksploatacja deszczowni. Warszawa: PWRiL ss. 310, 1976.
3. **Jaworski J.:** Rzeczywisty a wskaźnikowy opad atmosferyczny w zlewni górnej Wilgi. Prz. geofiz. t. 24 32 34: 281÷292, 1979.
4. **Kotańska B., Tamulewicz J.:** Stosunki termiczne i opadowe na Nizinie Wielkopolskiej w latach 1951-1985. Badania fizjograficzne nad Polską Zachodnią. t. 41, Seria A, Geografia fizyczna, 43÷62, 1990.
5. **Penman H.L.:** Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. R. Soc. London, Ser. A. 193, s. 120÷145, 1948.
6. **Krebs K. H.:** Ekofizjologia roślin, PWN Warszawa, 1979.
7. **Odum E. P.:** Podstawy ekologii. PWRiL Warszawa, 1977.
8. **Sarnacka S., Roguski W., Drupka S.:** Instrukcja wyznaczania potrzeb i niedoborów wodnych roślin uprawnych - C.P.B.R. - 10.8. Melioracje i Gospodarka wodna w Rolnictwie Falenty, 1987.
9. **Rojek M.:** Rozkład czasowy i przestrzenny klimatycznych i rolniczo-klimatycznych bilansów wodnych na terenie Polski. Zesz. Naukowe AR Wrocław, z. 62, 1987.
10. **Radomski Cz.:** Agrometeorologia. PWN, Warszawa, 1980.
11. **Woś A.:** Klimat Niziny Wielkopolskiej. Wyd. Nauk. UAM Poznań, 1994.

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań terenowych prowadzonych od roku 1988 do 1997 na obiektach badawczych Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska AR w Poznaniu znajdujących się w gospodarstwach rolnych w Sapowicach i Niepruszewie. Na obu obiektach prowadzono doświadczenia produkcyjne dla różnych gatunków roślin uprawnych w wariantach nienawadnianych i nawadnianych przy pomocy deszczowni typu półstałego. Do zbiorów kontrolnych wykorzystano maszyny i technologie stosowane w warunkach produkcyjnych. Na obu obiektach usytuowano własne posterunki meteorologiczne, w których zmierzono wielkość codziennych opadów atmosferycznych. Uzyskane wyniki wykazały występowanie niedoborów opadów nie tylko w latach zaliczanych do suchych i średnich ale również zaliczanych do mokrych. Najwyższy wzrost plonów pod wpływem deszczowania wykazywały użytki zielone a najmniej rośliny zbożowe.

Słowa kluczowe: niedobory opadów, potrzeby wodne roślin, efekty deszczowania.

Water needs and effects of sprinkling irrigation in the agrosystems of Poznan Lakeland

Abstract

The paper presents results of field studies carried out in the years 1988÷1997 on the research grounds in Sapowice and Niepruszewo belonging to the Department of Land Improvement and Environmental Development University of Agriculture in Poznan. In both objects, production experiments were carried out on different species of agricultural plants in non-irrigated and sprinkle irrigated conditions. The applied sprinkling machine was of a semi-stationary type. For the control harvests, machines and technologies were used that are applied in production conditions. In both objects, own meteorological stations were installed to measure the daily rainfall. The obtained results have shown rainfall deficit not only in the dry and intermediate years, but also in the wet ones. The highest increase of yields under the influence of sprinkling irrigation was shown by grassland, and the poorest yield was obtained in cereals.

Key words: rainfall deficit, water needs of plants, effects of sprinkle irrigation.