

REJONIZACJA POTRZEB DESZCZOWANIA W KRAINIE WIELKICH DOLIN

Stanisław Grabarczyk, Jerzy Peszek, Czesław Rzekanowski, Jacek Żarski

Katedra Melioracji i Użytków Zielonych ATR w Bydgoszczy

Wstęp

Rejonizacja deszczowania wiąże się ściśle z wcześniejszym ustaleniem kryteriów lokalizacji deszczowni w warunkach krajowych. Kryteria takie opracował Drupka [2]; są one do tej pory obowiązujące dla praktyki melioracyjno-rolniczej jako wytyczne Ministerstwa Rolnictwa. Opracowane strefy kolejności deszczowania oparto na obliczonym przez Matula i Dworską [12] stosunku ETp do średnich opadów atmosferycznych w okresie wegetacji. Mapa stref celowości lokalizacji deszczowania jest na ogół zgodna z rozkładem opadów atmosferycznych, ponieważ ETp według wzoru Matula jest na obszarze kraju słabo zróżnicowana.

Drugim, równie ważnym kryterium lokalizacji deszczowni według omawianych wytycznych są warunki glebowe. Za najodpowiedniejsze uznano gleby III i IV klasy bonitacyjnej. Dopuszczono inwestycje deszczowniane także na glebach I i II klasy, ale tylko w rejonach o najniższych opadach. Warunkowo można je realizować na glebach V klasy, z przeznaczeniem dla upraw pastewnych. Gleby najszabsze (VI klasy bonitacyjnej) uznano natomiast za nie nadające się do lokalizacji deszczowni. Niezależnie od tego gospodarstwa ubiegające się o deszczownie winny cechować się wysoką produkcją i wykorzystaniem rezerw.

W praktyce deszczownie lokalizowano dość przypadkowo, głównie jednak w gospodarstwach państwowych w środkowozachodniej części kraju. W niektórych przypadkach argumentem była chęć rozdeszczowywania gnojowicy z ferm przemysłowych. Projektowanie deszczowni na dużą skalę wiązano natomiast z przebudową agrarną rolnictwa. Znalazło to wyraz w programach: „Wisła”, „Górna Noteć” bądź „Wykorzystanie wód zbiornika Jeziorsko”, gdzie przewidywano daleko idące uspołecznienie gruntów, na których miano budować nowe jednostki gospodarcze, częściowo lub całkowicie wy-

posażone w deszczownie. Zapis w konstytucji gwarantujący trwałość gospodarstw rodzinnych (rozd. 2, art. 15, pkt 3) i brak środków na budowę wielkoobszarowych deszczowni częściowo lub całkowicie zdezaktualizowały te zamierzenia.

Dotychczas w deszczownie wyposażono około 55 tys. ha użytków rolnych. Znaczna ich część jest słabo wykorzystywana z powodu złej lokalizacji (grunty dające zadowalająco wysoką produkcję bez deszczowania), częstych awarii urządzeń, a także z braku zainteresowania nimi użytkowników, mimo że wcześniej wyrażali oni zgodę bądź zabiegali o te inwestycje.

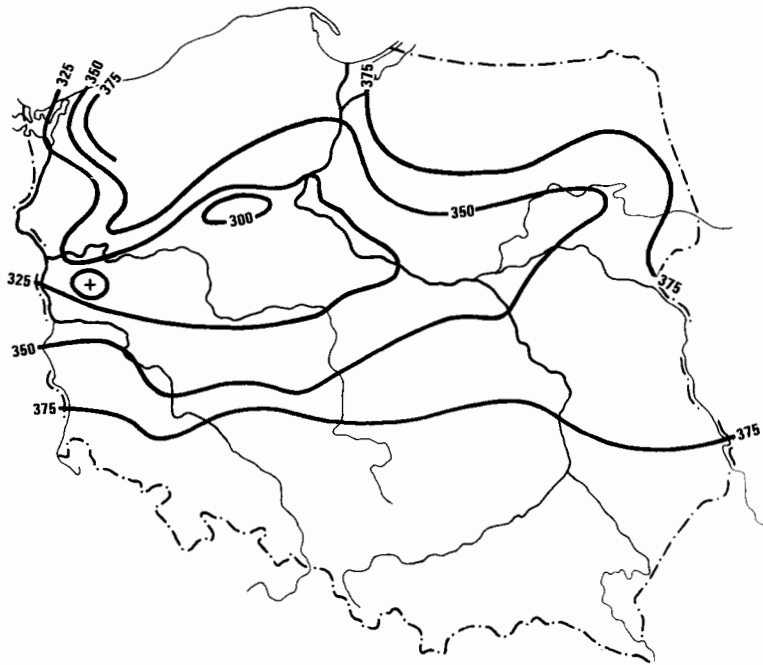
Od czasu opracowania „Wytycznych lokalizacji deszczowni” nagromadziło się sporo wyników doświadczeń polowych nad efektami deszczowania oraz spostrzeżeń dotyczących wykorzystywania zainstalowanych urządzeń przez praktykę. Z uwagi na zmienność innych kryteriów i zasad kredytowania inwestycji, opracowaną rejonizację deszczowania oparto wyłącznie na wskaźnikach przyrodniczych i wynikach eksperymentów polowych.

Rejonizacja klimatyczna

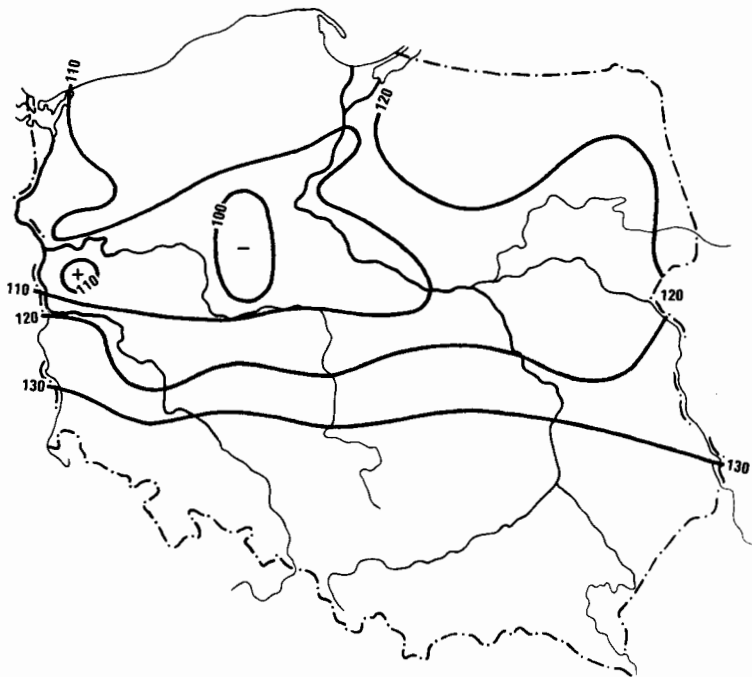
W warunkach klimatu Polski deszczowaniem uzupełnia się okresowe braki opadów atmosferycznych, istotnie zmniejszające plonowanie lub uniemożliwiające uprawę roślin o dużych wymaganiach wodnych. Inne wykorzystanie deszczowni należy traktować jako argumenty dodatkowe, a nie główne. Za przyjęciem opadów atmosferycznych za jedno z podstawowych kryteriów rejonizacji deszczowania przemawia opracowana przez Grabarczyka [7] liniowa zależność przyrostów plonów pod wpływem deszczowania od deficytów opadów atmosferycznych. W Krainie Wielkich Dolin opady w okresie wegetacji są znacznie niższe niż w pozostałych rejonach kraju. Z tego względu powinna ona być w przyszłości głównym obszarem inwestycji deszczownianych.

Średnie z wielolecia 1891-1980 opady w okresie wegetacji w obrębie Krainy Wielkich Dolin są zróżnicowane. Najmniejsze (300-325 mm) występują na obszarze Wielkopolski, zwiększając się stopniowo do około 375 mm na obrzeżach Krainy (rys. 1). Ze względu na wysokość opadów, najbardziej celowa byłaby zatem lokalizacja deszczowni w porównywalnych warunkach glebowych na obszarze zamkniętym izohietą 325 mm. Podobny obraz przestrzennego zróżnicowania opadów występuje dla ich sum w miesiącach: maj-czerwiec (rys. 2) oraz lipiec-sierpień (rys. 3). Pierwsze mają decydujące znaczenie dla zbóż, a drugie dla okopowych.

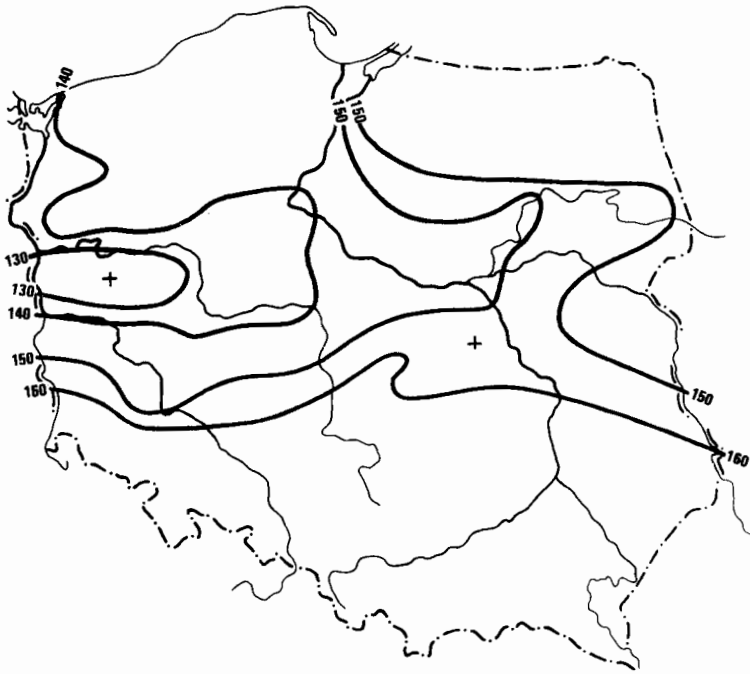
Opady atmosferyczne zbliżone do średnich z wielolecia stwarzają - przy korzystnym rozkładzie - na ogół dobre warunki dla produkcji roślinnej na glebach średnich i gorsze na lekkich. Występują one jednak zaledwie w około 25-30% lat. W innych latach mamy do czynienia z niedostatecznymi bądź nadmiernymi opadami. Krzywe opadów prawdopodobnych (rys. 4), opracowane dla kilku stacji meteorologicznych,



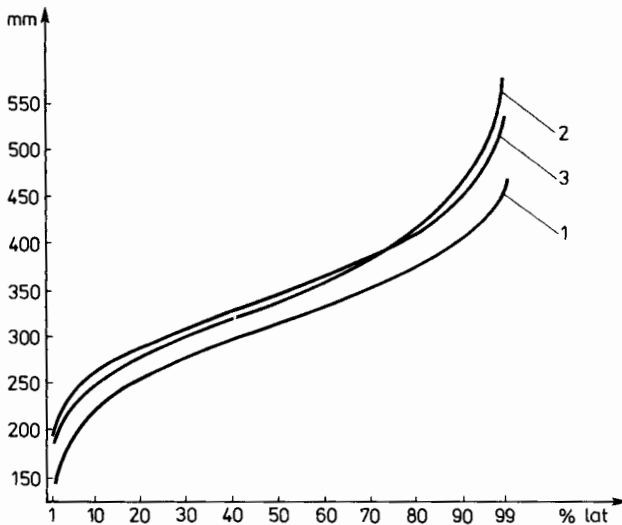
Rys. 1. Średnie sumy opadów atmosferycznych w okresie IV-IX na terenie Krainy Wielkich Dolin w mm (lata 1891-1980)



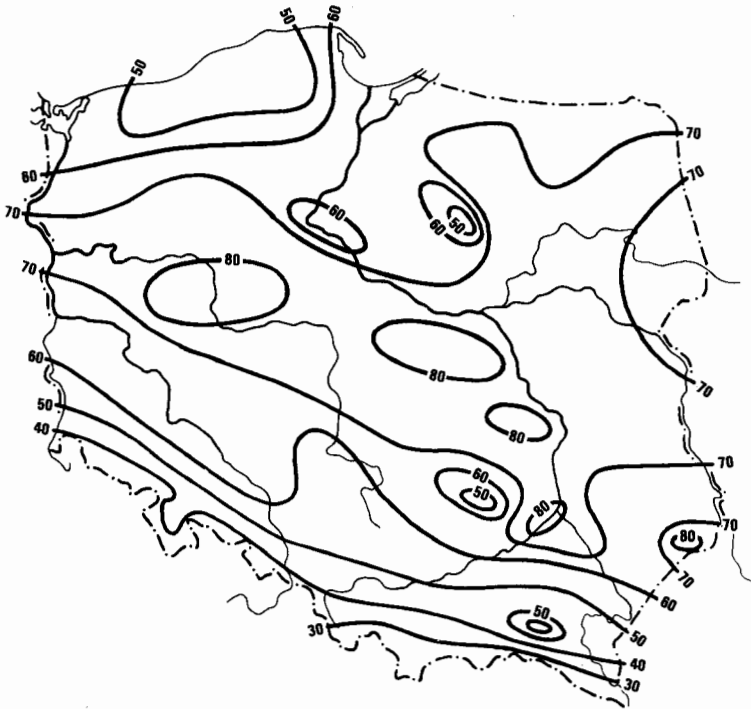
Rys. 2. Średnie sumy opadów atmosferycznych w okresie maj-czerwiec na terenie Krainy Wielkich Dolin w mm (lata 1891-1980)



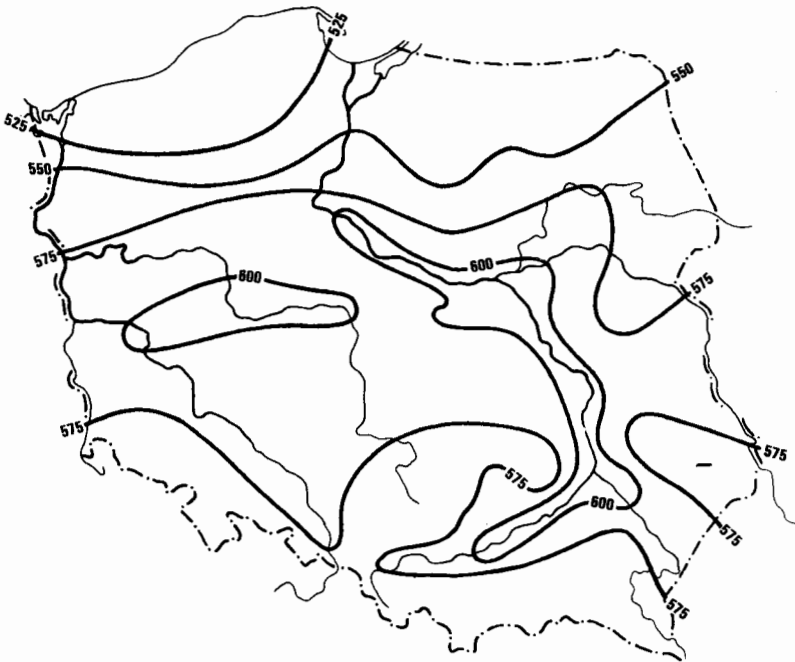
Rys. 3. Średnie sumy opadów atmosferycznych w okresie lipiec-sierpień na terenie Krainy Wielkich Dolin w mm (lata 1891-1980)



Rys. 4. Opady prawdopodobne w okresie IV-IX dla Gniezna (1), Warszawy (2) i Siedlec (3) na podstawie okresu 1931-1980



Rys. 5. Częstość występowania lat z okresami bezopadowymi, trwającymi 15 dni od kwietnia do września (1951-1970) (wg [9])



Rys. 6. Parowanie potencjalne w okresie wegetacji obliczone według formuły Garbarczyka [5] w mm (lata 1951-1970)

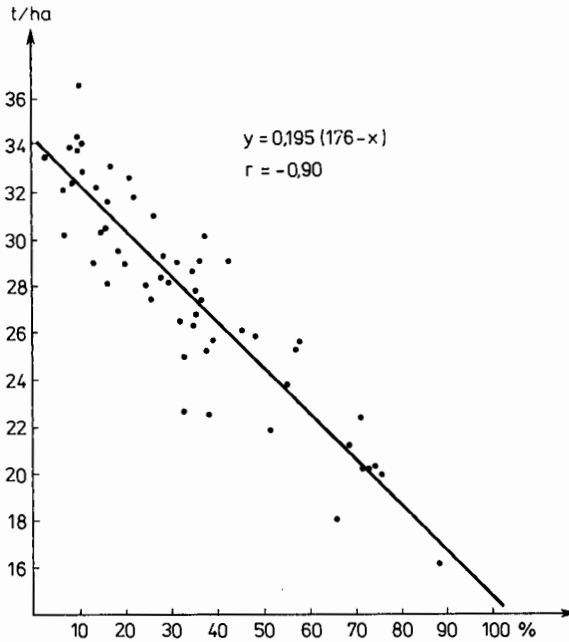
wskazują na większe zróżnicowanie opadów w środkowej i zachodniej części Krainy, a zatem na zróżnicowanie potrzeb deszczowania przedstawione za pomocą izohiet.

Potrzeby deszczowania roślin mogą być także argumentowane częstością występowania ciągu dni bezopadowych, odbijających się ujemnie na vegetacji roślin. Z opracowanej przez Koźmińskiego [9] mapy (rys. 5) wynika, iż największa częstotliwość posuch atmosferycznych występuje tam, gdzie opady są najniższe.

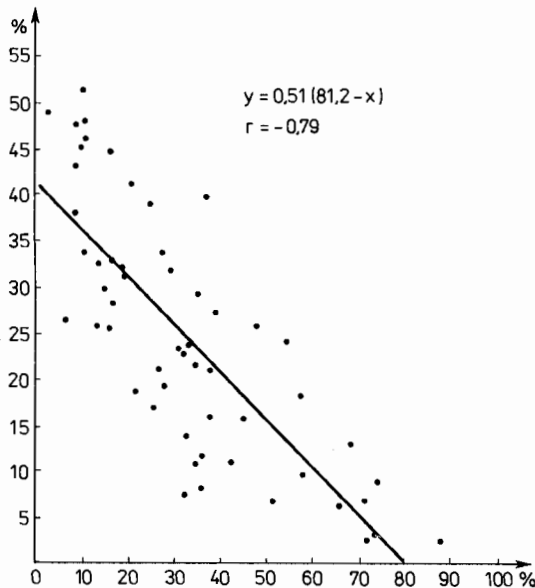
Teoretycznie najlepszym wskaźnikiem potrzeb deszczowania byłaby różnica pomiędzy średnią z wielolecia ewapotranspiracją potencjalną a opadami atmosferycznymi. Trudność w tym przypadku polega na wyborze sposobu obliczeń E_{TP}. Bac [1] stwierdza, że przegląd map rozkładu ewapotranspiracji na terenie kraju, obliczanej różnymi wzorami, nie pozwala ani na ocenę wielkości tego parowania, ani na wyprowadzenie wniosku o lokalizacji najsuchszych obszarów. Różnią się one bowiem dość radykalnie podawanymi wielkościami E_{TP} i przestrzennym zróżnicowaniem. Ostatnio coraz powszechniejsze uznanie w Polsce znajduje sposób obliczania E_{TP} według Penmana. Brak danych do tego wzoru z dostatecznie długiej serii lat i większej liczby miejscowości nie pozwala na opracowanie odpowiedniej mapy. W zamian przedstawiono na rysunku 6 rozkład i wysokość E_{TP} na obszarze kraju. E_{TP} obliczona jest za pomocą wzoru Grabarczyka [7], na podstawie średnich w okresie vegetacji niedosytów wilgotności i temperatur powietrza. Podany rozkład E_{TP} na ogół pogłębia zróżnicowanie potrzeb deszczowania, wyrażone za pomocą izohiet. Wyższym opadom atmosferycznym towarzyszy bowiem mniejsza ewapotranspiracja potencjalna, i odwrotnie.

Rejonizacja glebowa

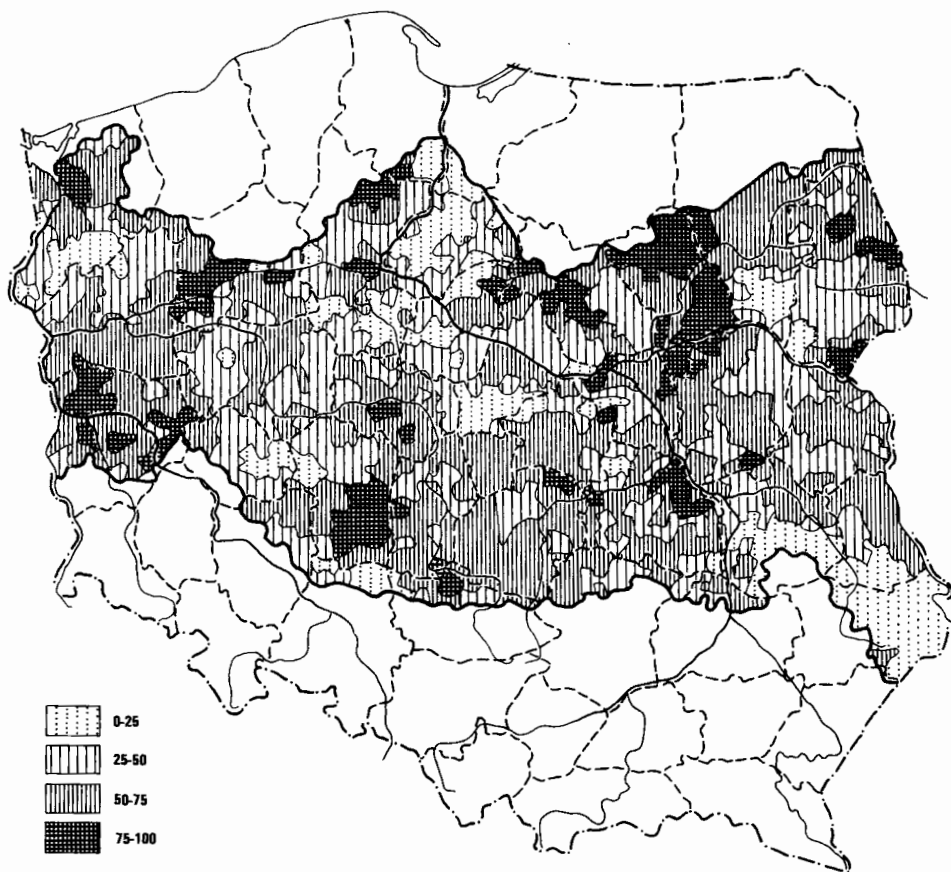
W podobnych warunkach klimatycznych teoretyczne potrzeby deszczowania roślin wzrastają wraz ze zmniejszaniem się polowej pojemności wodnej gleb i możliwości podsiąku. Najmniejszą pojemność mają gleby kompleksów żytnych słabych i bardzo słabych. Powierzchnia tych gleb w Krainie Wielkich Dolin wynosi około 3100 tys. ha, co stanowi 35,7% gruntów ornych. Uzyskiwane na tych glebach plony istotnie obniżają krajowe wskaźniki produkcji rolnej. Na rysunku 7 przedstawiono zależność średnich plonów zbóż w gminach województwa bydgoskiego od procentowego udziału gleb kompleksów żytnych słabych i bardzo słabych w areale gruntów ornych. Współczynnik korelacji dla tej zależności wyniósł -0,90, a regresji 0,195. Z przedłużenia prostej regresji wynika, iż na tych glebach średnie plony zbóż wynoszą około $1,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. W miarę wzrostu udziału tych gleb w areale gruntów ornych maleje w strukturze zasiewów udział roślin określanych jako intensywne (rys. 8). W sumie gleby te nie stwarzają warunków do uzyskiwania opłacalnej produkcji. Były one przez to dość chętnie przekazywane na rzecz PFZ i zalesiane.



Rys. 7. Zależność plonu zbóż od procentowego udziału gleb kompleksu żytniego słabego i bardzo słabego w powierzchni gruntów ornych gmin woj. bydgoskiego (plony zbóż, średnie z lat 1981-1985)



Rys. B. Zależność udziału roślin intensywnych w strukturze zasiewów od procentowego udziału gleb kompleksu żytniego słabego i bardzo słabego w powierzchni gruntów ornych gmin województwa bydgoskiego



Rys. 9. Procentowy udział gleb kompleksu żytanego słabego i bardzo słabego oraz pólżytnego dobrego w powierzchni gruntów ornych na obszarze Krainy Wielkich Dolin

Główną przyczyną niskiej produktywności gleb piaskowych o głębokim zwierciadle wód gruntowych są, naszym zdaniem, okresowe niedobory wodne, a w drugiej kolejności mniejsza ich zasobność w składniki pokarmowe i mała zawartość próchnicy. W okresie późnej wiosny i latem brak opadów atmosferycznych w ciągu 10-14 dni powoduje całkowite zahamowanie wzrostu, a także częściowe zasychanie roślin.

Na temat praktycznej celowości instalacji deszczowni na glebach kompleksu żytanego bardzo słabego, a nawet słabego, zdania są podzielone. Wyniki doświadczeń Dzieżyca i Trybały (tab. 1) oraz własnych (tab. 2) wskazują jednak, iż deszczowanie przynosi w takich warunkach bardzo wysokie przyrosty plonów, umożliwiając uprawę roślin intensywnych. W praktyce plonowanie roślin na nawadnianych glebach bardzo lekkich będzie zależało od sposobu gospodarowania i właściwej eksploatacji deszczowni. W tym sensie instalacja deszczowni na glebach najsłabszych jest

T a b e l a 1

Przyrosty plonów niektórych roślin pod wpływem deszczowania na glebach wytworzonych z piasku słabogliniastego i gliniastego na piasku luźnym bądź żwirze (wg Dzieżyca i Trybały)

Miejscowość, lata badań	Roślina	Opady w okresie krytycz- nym, mm	Plony bez deszczowa- nia, t·ha ⁻¹	Przyrosty plonów pod wpływem desz- czowania	
				t·ha ⁻¹	%
Swojec 1964-1968	buraki cukrowe	290	36,4	14,7	40
Swojec 1966-1970	buraki cukrowe	198	36,2	15,3	42
	pszenica ozima	163	1,9	1,2	63
Samotwór 1969-1971	buraki cukrowe	216	37,9	9,6	25
	buraki pastewne	216	45,2	25,2	56
	ziemniaki średnio wczesne i późne	188	20,7	10,1	49
	pszenica ozima	157	2,12	1,06	50
	pszenica jara	191	1,83	1,14	62

T a b e l a 2

Efekty deszczowania roślin na glebie kompleksu żytniego bardzo słabego w Kruszynie Krajeńskim k. Bydgoszczy (średnie w okresie 1981-1985, wg Grabarczyka)

Roślina	Opady w okresie krytycz- nym, mm	Plony, t ha ⁻¹		Przyrost plonów pod wpływem deszczowania	
		bez desz- czowania	z desz- czowa- niem	t·ha ⁻¹	%
Buraki cukrowe - korzenie	166	26,2	47,9	21,7	83
Buraki cukrowe - liście	166	17,9	37,6	19,7	110
Ziemniaki	128	26,5	45,2	18,7	70
Kukurydza - świeża masa	128	29,1	50,5	21,4	72
Kukurydza - ziarno	128	2,21	6,54	4,33	196
Żyto lub jęczmień - ziarno	172	2,26	3,91	1,65	73

niepewna, bo przy wyższych kosztach, a być może i niższych plonach nie jest możliwe wyrównanie szans produkcyjnych w stosunku do gleb kompleksów pszennych.

Następnym kompleksem glebowym przydatnym do instalacji deszczowni jest kompleks żytni dobry. Na tych glebach wykonano już w Polsce sporo ścisłych polowych doświadczeń nad efektami nawadniania. Z uogólnienia tych danych równaniem regresji [7] wynika, iż na glebach w Krainie Wielkich Dolin - na skutek deszczowania - można się spodziewać przyrostów plonów nie przekraczających średnio liczb podanych w tabeli 3. Są to bowiem wyniki doświadczeń ścisłych, które dla celów prak-

Przewidywane średnie przyrosty plonów pod wpływem deszczowania na glebach o przewadze IVb klasy bonitacyjnej w Krainie Wielkich Dolin

Roślina	Przyrosty plonów, $t \cdot ha^{-1}$
Buraki cukrowe - korzenie	7-11
Buraki pastewne - korzenie	13-23
Ziemniaki - bulwy	5,2-9,0
Kukurydza - zielona masa	8-13
Pszenica ozima - ziarno	1,4-1,6
Pszenica jara - ziarno	1-1,5
Koniczyna - sucha masa	3,3-4,9
Trawy - sucha masa	3,1-4,9

tycznych należałoby pomniejszyć o 20-30% (mniejsza terminowość nawodnień, większe straty podczas zbiorów i przemieszczania rurociągów). Z podanych liczb większe dotyczą obszaru objętego izohietą 325 mm (rys. 1), a mniejsze obrzeży Krainy. Przytoczone w omówionej tabeli zwwyżki plonów pod wpływem deszczowania są dość interesujące z punktu widzenia gospodarki żywnościowej kraju. Niełatwo uzyskać obecnie na tych glebach 25-35%-ową zwwyżkę plonów innymi sposobami. Podane przyrosty plonów nie zapewniają jednak zwrotu pełnych kosztów deszczowania, uwzględniających także oprocentowanie kapitału. Z tego względu w opracowaniu przyjęto, iż najwyżej połowa tych gleb może być w perspektywie objęta deszczowaniem, a szczególnie te powierzchni, które wchodzą enklawami bądź graniczą z glebami żytnymi słabymi i bardzo słabymi.

Na glebach lepszych niż dotychczas wymienione w zasadzie nie przewiduje się instalacji deszczowni, ponieważ mogą one dawać zadowalające plony pod warunkiem poprawnej agrotechniki i doboru gatunków roślin. Do tej pory przeprowadzono niewiele doświadczeń dotyczących deszczowania roślin na glebach o wysokiej pojemności wodnej. Wymienić tu należy przede wszystkim badania Malickiego i Podstawki [11], wykonane na rędzinie właściwej o składzie mechanicznym gliny ciężkiej. Średni z 9 lat przyrost plonów korzeni buraków cukrowych wyniósł w tych doświadczeniach zaledwie $4,6 \cdot t \cdot ha^{-1}$ i tylko w dwóch latach został statystycznie udowodniony. Średnia z 5 lat zwwyżka plonów ziemniaków na tej glebie wyniosła $2,7 \cdot t \cdot ha^{-1}$ (tylko w jednym roku statystycznie udowodniona). Niskie przyrosty plonów otrzymali wymienieni autorzy także na glebie wytworzonej z lessu.

W czteroletnich badaniach dokonywanych na glebie IIIa klasy bonitacyjnej Nowak i Trybała [13] uzyskali przyrosty plonów ziarna pszenicy jarej średnio $0,83 \cdot t \cdot ha^{-1}$, a ozimej $0,74 \cdot t \cdot ha^{-1}$. W stosunku do kosztów deszczowania zwwyżki te

T a b e l a 4

Przyrosty plonów pod wpływem deszczowania na trzech kompleksach glebowych (wg Jankowiaka i Tomaszewskiej, 1987)

Miejscowość	Kompleks glebowy	Ziemniaki		Jęczmień jary		Kupkówka posp.	
		niedobór opadów, mm	przyrost plonu, t·ha ⁻¹	niedobór opadów, mm	przyrost plonu, t·ha ⁻¹	niedobór opadów, mm	przyrost plonu, t·ha ⁻¹
Sadłowice	żytni bardzo słaby	95,5	16,3	76,2	1,71	97,2	3,04
Wierzbno	żytni dobry	145,6	13,3	116,2	0,79	160,2	2,46
Wielichowo	żytni bardzo dobry	167,8	9,0	133,3	0,85	189,4	1,93

należy określić jako niskie. Małe przyrosty plonów, średnio rocznie w granicach 5-12 jednostek zbożowych - zależnie od gatunku roślin, otrzymali także Kuszelewski i Łąbętowicz [10] w czternastoletnich badaniach prowadzonych na czarnej ziemi zdegradowanej, wytworzonej z piasku gliniastego z dużą ilością pyłu. Niskie przyrosty plonów pod wpływem deszczowania otrzymali również Grabarczyk i wsp. [6] w dziewięcioletnim doświadczeniu na ciężkiej madzie żuławskiej. Podane przykłady wyników doświadczeń polowych skłaniają do zaniechania instalacji deszczowni na kompleksach pszennych (włącznie z pszenno-żytnimi) na korzyść gleb słabszych. Na mocniejszych można by je zakładać wyłącznie do nawadniania warzyw i sadów oraz przyzagrodowych pastwisk, zakładanych na gruntach ornych. Warzywa i sady opłacają deszczownie także przy niższych przyrostach plonów, płytko zaś ukorzeniona roślinność pastwiskowa źle znosi okresowe braki opadów także na glebach mocniejszych.

W naszych warunkach klimatycznych powinno się w zasadzie instalować deszczownie tylko na tych glebach, na których w praktyce nie uprawia się pszenicy, rzepaku, buraków cukrowych i koniczyny czerwonej. Na obszarze Krainy Wielkich Dolin za bardziej celowe należy uznać nawadnianie roślin na glebach kompleksów żytnich słabych i bardzo słabych niż na dobrych, bez względu na wysokość opadów atmosferycznych (świadczą o tym liczby tabeli 4). Stwarza to możliwość zapobiegania tym sposobem wypadaniu najsłabszych gleb z produkcji rolniczej. Przy stale wzrastającej liczbie ludności kraju nie możemy sobie pozwolić na dalsze zmniejszanie powierzchni użytków rolnych przez zalesianie gleb nisko produkcyjnych.

Łączny areał gleb kompleksu żytniego bardzo słabego, słabego oraz połowy żytniego dobrego wynosi w Krainie Wielkich Dolin ponad 3890 tys. ha (tab. 5). Przyjęto, że powierzchnia tych gleb w poszczególnych gminach i województwach, wyrażo-

na odsetkiem gruntów ornych, jest przestrzennym glebowym wskaźnikiem potrzeb deszczowania w Krainie. Średnio w Krainie wynosi on 44,8% z wahaniami od 7,9% w województwie zamojskim do 75,8% w ostrołęckim. Na 36 województw, leżących całkowicie lub częściowo w omawianym regionie, w 18 wskaźnik ten przekracza 50,0%. Terytorialne rozmieszczenie glebowego wskaźnika potrzeb deszczowania przedstawiono na rysunku 9. Wskazuje on, że największe potrzeby w zakresie deszczowania występują w północno-zachodniej części Mazowsza, w okolicach Warszawy, południowej części województw kaliskiego i gorzowskiego oraz w województwach: konińskim, sieradzkim, łódzkim, piotrkowskim, radomskim i skierniewickim. Niemal na całym obszarze występują jednak mniejsze lub większe możliwości lokalizacji deszczowni na glebach żytnych.

Źródła wody do nawodnień deszczownianych

Nawodnienie całego wymienionego w tabeli 5 obszaru gleb nie będzie możliwe z uwagi na lokalne i regionalne braki wody. Dalekie jej przerzuty należy bowiem uznać za zbyt kosztowne i energochłonne. Szczegółowe bilansowanie potrzeb oraz możliwości ich pokrycia w skali regionów i mikroregionów jest niecelowe przy obecnym tempie rozwoju deszczowania. Przy słabym postępie można jeszcze przez długie lata lokalizować deszczownie w pobliżu istniejących zbiorników wodnych i cieków, bez wyraźnego uszczerbku ich zasobów w skali większych zlewni.

Stosując w przyszłości deszczowanie roślin na dużą skalę, zgodnie z potrzebami wynikającymi z warunków glebowych, musimy korzystać głównie z wód magazynowanych z odpływów przekraczających stany średnie. Z obszaru Krainy odpływa średnio rocznie około 31 800 mln m³ wody. Gdyby zatem było można zmagazynować 20% tego odpływu, wody starczyłoby do nawodnienia około 4 mln ha, to znaczy do pokrycia całości potrzeb. Ponadto w kierunku Krainy Wielkich Dolin prowadzą wodę rzeki z południowej i północnej części kraju, gdzie potrzeby deszczowania są mniejsze z powodu wyższych opadów atmosferycznych. Na obszarze Krainy brak jest odpowiednich miejsc do lokalizacji dużych zbiorników wodnych. Niemniej jednak przykład zbiornika Jeziorsko wskazuje, że i tu są ku temu pewne możliwości.

Najtańszym sposobem magazynowania wód z odpływów jest piętrzenie jezior. Ich powierzchnia w omawianym regionie wynosi około 1 500 km². Podpiętrzając je średnio o 1 m można by uzyskać wodę do deszczowania około 1 miliona ha. Istnieją także możliwości magazynowania dużych ilości wody w jeziorach leżących poza obrębem Krainy Wielkich Dolin.

Źródłem wody do nawodnień deszczownianych mogłyby być także biologicznie oczyszczone ścieki. Z miast i zakładów przemysłowych zlokalizowanych na terenie Krainy rocznie odpływa ich średnio około 2 300 mln m³. Gdyby połowę tych ścieków po

T a b e l a 5

Procentowy udział kompleksu żytniego słabego, bardzo słabego i połowy żytniego dobrego w powierzchni gruntów ornych na obszarze Krajin Wielkich Dolin

Lp.	Województwo	Powierzchnia gruntów ornych, tys. ha	Kompleksy przydatności rolniczej gleb			łącznie
			półżytni dobry	żytni słaby	żytni bardzo słaby	
1	warszawskie	169,6	8,8	28,8	16,3	53,9
2	białkopodlaskie	276,8	14,1	27,8	8,9	50,8
3	białostockie	421,9	8,8	24,6	14,7	48,1
4	bydgoskie	416,4	11,2	14,9	9,1	35,2
5	chełmskie	178,3	8,8	15,9	8,2	32,9
6	ciechanowskie	315,9	9,4	26,5	14,7	50,6
7	częstochowskie	121,3	12,9	29,0	14,5	56,4
8	elbląskie	44,5	5,2	9,6	3,5	18,3
9	gdańskie	41,0	5,0	9,3	5,9	20,2
10	gorzowskie	275,5	10,4	21,4	14,6	46,4
11	kaliskie	376,3	7,2	24,1	21,8	53,1
12	kieleckie	91,9	5,6	23,9	22,9	52,4
13	konińskie	312,8	8,5	23,2	22,8	54,5
14	koszalińskie	7,9	15,3	23,9	17,1	56,3
15	leszczyńskie	191,5	7,2	15,5	11,0	33,7
16	lubelskie	359,8	8,6	15,3	6,8	30,7
17	łomżyńskie	325,7	7,9	21,5	15,7	45,1
18	łódzkie	90,6	9,3	31,1	17,9	58,3
19	opolskie	69,8	11,6	6,9	0,6	19,1
20	ostrołęckie	247,0	5,6	33,0	37,2	75,8
21	pilskie	197,7	12,0	23,7	16,4	52,1
22	piotrkowskie	334,6	9,6	28,2	21,3	59,1
23	płockie	353,2	7,5	16,9	9,4	33,8
24	poznańskie	487,6	11,1	19,0	11,6	41,7
25	radomskie	428,8	8,7	27,9	15,4	52,0
26	siedleckie	475,2	9,1	26,9	14,9	50,9
27	sieradzkie	293,6	7,7	27,5	19,8	55,0
28	skierniewickie	278,8	10,5	24,1	14,0	48,6
29	suwalskie	14,0	11,0	25,7	25,7	62,6
30	szczecińskie	297,1	12,1	17,0	6,1	35,2
31	tarnobrzeskie	55,7	7,6	14,7	9,9	32,2
32	toruńskie	305,1	8,1	10,5	7,5	26,1
33	włocławskie	281,4	8,1	14,2	13,7	36,0
34	wrocławskie	86,1	10,4	26,7	14,2	51,3
35	zamojskie	270,6	4,6	2,7	0,6	7,9
36	zielonogórskie	189,7	9,6	29,7	21,5	60,8
łącznie	tys. ha	8683,5	791,9	1872,3	1226,9	3891,1
	%		9,1	21,6	14,1	44,8

oczyszczeniu udało się zużytkować do nawadniania, wystarczyłoby ich na około 800 tys. ha. Część tych ścieków musiałaby być jednak magazynowana na okres letni.

Wymienione dotąd źródła wody mogą okazać się w praktyce odległe od użytków wymagających deszczowania. Jak wspomniano, przerzutów wód z pominięciem koryt rzecznych należałoby unikać. Na terenach, gdzie zasoby wód powierzchniowych są skąpe, powinno się sięgnąć do wód gruntowych. Zbiorniki podziemne należy uznać za najtańsze sposoby gromadzenia wody do nawadniania, bo nie zajmujące powierzchni. Chodzi przy tym o wykorzystanie wód łatwo odnawialnych, gromadzonych w przepuszczalnych utworach czwartorzędu. Jednocześnie tak się składa, iż gleby najbardziej wymagające deszczowania są łatwo przepuszczalne. W wielu przypadkach przesiąka w głąb tyle wody, ile potrzeba jej do nawadniania. Badań pod tym względem do tej pory w zasadzie nie prowadzono.

Na temat zasobów wód podziemnych zdania są podzielone i stale weryfikowane. Ogólnie mówi się o skąpych zasobach i szybkim ich wyczerpaniu. Niemniej jednak pierwotne oceny, które przyjmowano do przestrzennego zagospodarowania kraju, okazały się dwukrotnie zaniżone w stosunku do późniejszych opracowań [14]. Według tego autora zasoby wód podziemnych w Krainie Wielkich Dolin kształtują się w granicach $100-500 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{doba}^{-1}$. Szpindor [15] podaje mniejsze liczby, wahające się w większości województw od 45 do $150 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{doba}^{-1}$. Próbné otwory wiertnicze, wykonane na obszarze 34 250 ha w 256 miejscach, dawały średnio po około $163\ 000 \text{ m}^3$ rocznie przy depresji 2,5 m. Zdarzały się odwierty o wydajności 50-150 m^3 wody na godzinę (Zarys planu perspektywicznego gospodarki wodnej w Polsce, 1959). Zasoby wód podziemnych można zwiększyć także przez budowę małych zbiorników, stawów i odbudowę młynówek.

Omówione pokrótce zasoby wód, które można uzyskać w Krainie Wielkich Dolin, wskazują, iż nie są one przeszkodą w szerokim stosowaniu deszczowania upraw na glebach bardzo lekkich. Istotną przeszkodą jest obecnie brak możliwie tanich, produkowanych seryjnie typoszeregów deszczowni, o wysokim stopniu przemieszczania zraszaczy. W przypadku gospodarstw indywidualnych najodpowiedniejsze byłyby deszczownie przenośne wyposażone w urządzenia szpulowe.

Literatura

1. Bac S.: Agroklimatyczne podstawy melioracji wodnych w Polsce. PWRiL, Warszawa 1982.
2. Drupka S.: Wytyczne lokalizacji deszczowni rolniczych do nawadniania wodą czystą. Biul. Inf. Melioracje Rolne IMUZ, 1, 1-7, 1975.
3. Dzieżyc J., Rojek S.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 86, 89-101, 1969.
4. Dzieżyc J.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 140, 223-229, 1973.
5. Grabarczyk S.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 181, 495-511, 1976.
6. Grabarczyk S., J. Rytelowski, D. Kasińska, A. Rybak, 1986: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 268, 525-533, 1986.

7. Grabarczyk S.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 314, 49-64, 1987.
8. Jankowiak J., Tomaszewska J.: Zesz. Probl. Post. Rol., 314, 173-190, 1987.
9. Koźmiński Cz.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 268, 17-36, 1986.
10. Kuszelewski L., Łabętowicz J.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 314; 319-329, 1987.
11. Malicki L., Podstawka E.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 314, 219-228, 1987.
12. Matul K., Dworska M.: Prace i Studia Komitetu Gospodarki i Inżynierii Wodnej PAN, Warszawa 1972.
13. Nowak L., Trybała M.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 314; 257-270, 1987.
14. Paczyński B.: Gospodarka Wodna, 12, 337-338, 1976.
15. Szpindor A.: Gospodarka Wodna, 5, 147-151, 1984.

С. Грабарчик, Е. Пешек, Ч. Жекановски, Я. Жарски

РАЙОНИРОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТЕЙ В ДОЖДЕВАНИИ НА ТЕРРИТОРИИ БОЛЬШИХ ДОЛИН

Р е з ю м е

В статье принято, что дождевание должно проводиться прежде всего на почвах слабого ржаного комплекса вместе с примыкающими к ним почвами хорошего ржаного комплекса. Определенная таким образом площадь нуждающаяся в дождевании составляет свыше 3890 тыс. гектаров (в том числе половина почв хорошего ржаного комплекса), т.е. 45% сельскохозяйственных угодий на территории Больших Долин.

В связи с более низким количеством атмосферных осадков на сравниваемых площадях дождевание наиболее необходимо проводить в Белькопольске. При разных способах обеспечения необходимых водных ресурсов (строительство водохранилищ, водоподпор в озерах, биологически очищаемые сточные воды, легко восстанавливаемое качество грунтовых вод), воды для орошений будет достаточно даже для отдаленной перспективы.

S. Grabarczyk, J. Peszek, Cz. Rzekanowski, A. Żarski

REGIONALIZATION OF SPRINKLER IRRIGATION REQUIREMENTS IN THE ZONE OF BIG VALLEYS

S u m m a r y

It has been assumed in the work that the sprinkler irrigations should be carried out, first of all, on soils of weak or very weak ryeland complex jointly with adjacent soils of good ryeland complex. Thus the total area requiring sprinkler irrigation amounts to over 3890 thous. hectares (including a half of the area of soils of good ryeland complex), i.e. 45% of arable soils in the zone of Big Valleys.

The greatest need of sprinkler irrigation occurs, first of all, in the Wielkopolska region due to lower atmospheric precipitation sums under the soil conditions compared. While taking into consideration various ways of ensuring water reserves (building of storage reservoirs, impoundment of lakes, biologically purified waters, easily regenerable ground waters), it could be concluded that water for sprinkler irrigation would be available even in far perspective in sufficient amounts.