

JÓZEF DZIEŻYC

*Katedra Rolniczego Użytkowania Terenów Zmeliorowanych WSR we Wrocławiu*

## EFEKTYWNOŚĆ NAWODNIENÍ DESZCZOWNIANYCH

### *Ogólne uwagi o efektywności urządzeń melioracyjnych*

Ekonomiczna ocena efektywności urządzeń melioracyjnych jest możliwa tylko na podstawie porównania możliwości i stanu produkcji rolniczej na obszarze oddziaływania melioracji przed ich wykonaniem oraz po pełnym uruchomieniu eksploatacji urządzeń melioracyjnych. Zadanie to może spełnić porównanie odpowiednich danych z ekspertyzy przedmelioracyjno-rolniczej z danymi ekspertyzy pomelioracyjno-rolniczej. Aby materiały były porównywalne, powinny być zebrane tą samą metodą, w tym samym zakresie tematycznym i w tym samym stopniu dokładności. Dodatkowych cennych informacji dostarcza badanie efektywności różnych urządzeń działających w podobnych warunkach przyrodniczych i ekonomicznych oraz badanie urządzeń podobnych, ale działających w różnych warunkach. Dąży się przy tym do ujęć kompleksowych i stosowania mierników porównywalnych, jak np. wyrażanie efektywności przyrostem produkcji globalnej i towarowej przeliczonej na jednostki zbożowe w odniesieniu do 100 ha użytków rolnych.

Oceniając efektywność urządzeń melioracyjnych trzeba wyraźnie odróżniać wyżkę produkcji na skutek urządzeń technicznych od wyżki spowodowanej w danym okresie przez inwestycje towarzyszące i dodatkowe nakłady lub przez lepszą agrotechnikę, nawożenie itp. bowiem plon z 1 ha zależy w sposób kompleksowy od zdolności plonowania danego gatunku i odmiany rośliny, od zespołu czynników przyrodniczych siedliska, przebiegu pogody, czynników technicznych i agrotechnicznych, oraz wielu innych, w tym również o charakterze organizacyjnym i ekonomicznym. Zagadnienie komplikuje się wskutek wzajemnego oddziaływania poszczególnych czynników.

Aby zaopiniować stopień wykorzystania inwestycji melioracyjnych przez rolnictwo, trzeba odróżniać pojęcie możliwości wzrostu produkcji od rzeczywistego wzrostu produkcji rolniczej. Każda właściwie zlokalizowana i dobrze wykonana melioracja stwarza tylko potencjalne warunki do wzrostu produkcji, ale nie zawsze towarzyszy jej rzeczywiste zwiększenie produkcji. Może się zdarzyć, że mi-

mo zmeliorowania terenu, jest on nadal ekstensywnie zagospodarowany pod względem rolniczym i nie daje spodziewanych efektów. Przyczyną takiej rozbieżności może być brak środków na inwestycje towarzyszące, jak np. maszyny do sprzętu siana, budowa suszarni, zakup inwentarza żywego itp. Jest to najczęściej wynikiem wadliwego, zbyt jednostronnego projektu, w którym pominięto rzetelną analizę kierunku i intensywności gospodarki rolnej przed i po melioracji.

Przyczyną małej efektywności gospodarczej nawet doskonałych urządzeń technicznych mogą być także niesprzyjające warunki przyrodnicze (np. surowy klimat) i demograficzno-społeczne (brak robotników, niski poziom zawodowy rolników, zacofana struktura agrarna).

Trzeba podkreślić niedostateczną ilość badań nad rolniczą efektywnością urządzeń melioracyjnych w rozmaitych warunkach przyrodniczo-demograficznych i ekonomicznych w ogóle, a badań nad efektywnością deszczowania w szczególności, co nie sprzyja właściwemu projektowaniu i planowaniu melioracji nawadniających.

Do czynników wybitnie zwiększających opłacalność nawodnień deszczownianych w gospodarstwie rolnym należy zaliczyć przede wszystkim następujące:

1. Zmniejszenie kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych.
2. Maksymalne zwiększenie powierzchni nawadnianej.
3. Maksymalne zwiększenie wysokości i wartości zwyczajki plonów (dobór terminu deszczowania, dawek wody, nawożenia, techniki uprawy, konserwacji urządzeń).
4. Dobór kierunków produkcji roślinnej na terenach deszczowanych.
5. Właściwa organizacja produkcji rolnej na terenach deszczowanych (zmianowanie, płodozmiany, systemy produkcji).
6. Właściwa rejonizacja deszczowni.

### *1. Koszty inwestycyjne i eksploatacyjne deszczowni*

W rachunku kosztów wyróżnia się następujące pozycje: 1. Koszty inwestycyjne. 2. Koszty eksploatacyjne stałe: a) wartość rocznych odpisów amortyzacyjnych od kosztów inwestycji; b) oprocentowanie zainwestowanego kapitału. 3. Koszty eksploatacyjne zmienne: a) koszt remontów; b) koszt materiałów i energii; c) koszt robocizny.

Koszty inwestycyjne urządzeń deszczownianych w przeliczeniu na 1 ha powierzchni zraszanych gruntów wahają się w bardzo szerokich granicach, bowiem zależą zarówno od typu urządzeń (stałe, półstałe, przenośne), rodzaju agregatu pompowego i źródła wody, jak też od rodzaju użytej energii, zastosowanych materiałów do budowy rurociągów, warunków terenowych itp.

Najmniej kosztują urządzenia przenośne, bo około 10 tys. zł/ha, najwięcej urządzenia stałe — często ponad 25 tys. zł/ha. Przeciętny koszt deszczowni półstałej wynosi około 20 tys. zł/ha.

Ceny produkowanych obecnie w kraju deszczowni przenośnych kształtują się (1965 r.) następująco: koszt zestawu polskiej deszczowni typu DP — 1 na 12 ha z agregatem pompowym elektrycznym wynosi 98 600—123 000 zł, zależnie od ilości rur. Koszt podobnej deszczowni typu DT — 1 na 15 ha wynosi 135 500 zł, a ze zbiornikiem do nawozów nieco więcej.

Trwałość urządzeń deszczownianych jest tym dłuższa, im mniej jest części ruchomych, a więcej stałych. Dla deszczowni przenośnych przyjmuje się długość okresu amortyzacji na 10 lat, dla deszczowni stałych — 25 lat.

Charakterystyczną cechą rozwoju systemów nawodnieniowych w różnych krajach, zarówno socjalistycznych jak i kapitalistycznych, jest dominacja lub przynajmniej duży udział zespołowych form inwestowania i użytkowania, co było zresztą typowe także dla systemów irygacyjnych w dalekiej przeszłości historycznej. Typowy jest także znaczny udział środków państwowych w tego rodzaju inwestycjach, zwłaszcza w krajach lepiej rozwiniętych gospodarczo.

Eksploatacja urządzeń deszczownianych ma trojaki aspekt:

1) techniczny — eksploatacja i konserwacja urządzeń technicznych;  
2) rolniczy — zagospodarowanie i rolnicze użytkowanie terenów nawadnianych;

3) ekonomiczny — zapewnienie szybkiego zwrotu kosztów inwestycyjnych przez właściwy układ stosunku: nakłady inwestycyjne — koszty eksploatacji — środki obrotowe w gospodarstwie — dochody.

Eksploatacja i konserwacja urządzeń technicznych powinna być prowadzona przez technika melioranta (bardziej skomplikowane urządzenia podstawowe) i przez rolnika pod nadzorem melioranta (urządzenia proste).

Zagospodarowanie terenów nawadnianych i rolnicze użytkowanie urządzeń nawadniających należy do rolników.

Problem ekonomicznej opłacalności całego przedsięwzięcia jest wspólną sprawą pionu technicznego i rolniczego. Powinien on stać w centrum zainteresowania od wstępnej fazy planowania i projektowania inwestycji aż do końca okresu ich eksploatacji.

Koszty eksploatacyjne układają się z reguły odwrotnie niż koszty inwestycyjne. Najmniejsze są przy deszczowniach stałych, największe — przy przenośnych. Większość tych kosztów przypada na opłacanie robocizny.

Wielkość stałych kosztów eksploatacyjnych można zmniejszyć przez

zwiększenie powierzchni nawadnianej i zapewnienie pełnego wykorzystania urządzeń w całym okresie wegetacji. Wielkość kosztów zmiennych, a zwłaszcza kosztów robocizny, można ograniczyć usprawniając organizację pracy i mechanizując transport rur nadziemnych, a także zmniejszając ilość dawek wody i ewentualnie stosując zraszacze o większym zasięgu i większej wydajności.

Tak np. zastępując prymitywne przenoszenie rur (1 robotnik na 1 rurę) urządzeniami tocznymi można zaoszczędzić do 80% robocizny i czasu potrzebnego na przemieszczenie rurociągu na sąsiedni pas nawodnień.

Tabela 1

Porównanie pracochłonności różnych sposobów przemieszczania rur w procentach (wg K. Schwarza)

Sposób przemieszczania	Czas absolutny na 1 rurę	Czas całkowity na 1 rurę
1 robotnik na 1 rurę	100	100
2 robotników na 3 rury	39	79
przewożenie na traktorze	33	67
urządzenia toczne	18	18

Według wstępnych badań RZB IMUZ w Leszkowicach nad kosztami eksploatacji deszczowni amerykańskiej o napędzie spalinowym, zdolnej nawodnić w ciągu 1 cyklu 15 ha, przeciętny koszt nawadniania 1 ha (5—7 dawek wody w ciągu sezonu) ocenia się na 700—1000 zł rocznie. Wydaje się jednak, że wskaźniki te są za niskie dla warunków produkcyjnych. Tak np. notowane przez nas koszty eksploatacji deszczowni czechosłowackiej są znacznie większe, a to głównie ze względu na duży ciężar rur, trudność ich rozłączania, brak specjalnych wozów do transportu i inne trudności występujące w praktyce.

Według obliczeń Opalińskiego dla deszczowni przenośnej o napędzie elektrycznym koszty deszczowania w przeliczeniu na 1 ha gruntów nawadnianych dawką 10 mm kształtują się następująco: 1) nakłady na pracę fizyczną 250 zł, 2) nakłady materiałowe 30 zł, 3) nakłady na remonty i konserwacje 20 zł, 4) odpisy na amortyzację 1230 zł. Razem nakłady całkowite osiągają lub przekraczają 1800 zł na ha.

Dla warunków NRD Klatt podaje, że w celu pokrycia kosztów deszczowania muszą być osiągnięte następujące zwyczajki plonów z 1 ha:

- 1) zboża — 3 q ziarna + 6 q słomy
- 2) ziemniaki — 20 q
- 3) buraki cukrowe — 30 q korzeni + 40 q liści
- 5) kapusta biała — 30 q
- 6) kapusta czerwona — 15 q
- 7) selery — 7 q korzeni
- 8) szpinak — 3 q liści

- 9) marchew późna — 12 q
- 10) groch i fasola — 2,4—2,5 q
- 11) lucerna 20 q siana
- 12) koniczyna czerwona — 32 q siana
- 13) mieszanka gorzowska — 20 q siana
- 14) łąka — 40 q siana
- 15) pastwisko — 1500 l mleka

Dodatnia różnica między faktycznie osiąganymi zwyżkami i wyżej podanymi wartościami stanowi czysty dochód, natomiast różnica ujemna — stratę.

Przy ocenie kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych nie można ograniczać się do prostych wskaźników i charakteryzować inwestycje deszczowniane tylko przy pomocy wskaźników: nakłady na materiały, nakłady na roboty, powierzchnia zainwestowana, zaś eksploatację tylko przy pomocy wskaźników: koszt materiałów i energii, koszt siły roboczej, powierzchnia eksploatowana.

Znacznie pełniejszy obraz inwestycji dają wskaźniki złożone, jak okres zwrotu nakładów inwestycyjnych, efektywność nakładów i wydajność pracy. W przypadku obliczania kosztów eksploatacyjnych trzeba brać pod uwagę rzeczywisty okres zwrotu nakładów inwestycyjnych, efektywność eksploatacji i wydajność pracy.

Analiza kosztów powinna stanowić jedną z zasadniczych części projektów urządzeń deszczownianych. Konieczne jest także dokładne powiązanie projektu technicznego z projektem urządzeniowo-rolnym w celu skorelowania poczynąń technicznych, agrotechnicznych i organizacyjnych, głównie w ujęciu przestrzennym i czasowym.

W dobrym projekcie urządzeń deszczownianych powinno być więcej myśli rolniczej i organizacyjno-ekonomicznej niż technicznej. Często pozornie duże oszczędności podczas inwestycji mogą w sposób decydujący zaważyć na późniejszych kosztach eksploatacji i w konsekwencji zmniejszyć efektywność ekonomiczną inwestycji.

Kończąc te ogólne uwagi o kosztach inwestycyjnych i eksploatacyjnych w zakresie urządzeń deszczownianych trzeba podkreślić, że rozwiązanie problemu inwestycji technicznych związanego z poborem, doprowadzeniem i rozdziałem wody nie napotyka już na przeszkody natury teoretycznej (przynajmniej w krajach zachodnich), a jest raczej zależne tylko od dostępnych środków finansowych, materiałów i elementów budowlanych. Natomiast problem efektywności urządzeń w okresie eksploatacji nie jest dotychczas dostatecznie przebadany. Główną tego przyczyną jest niedostateczny udział rolników w badaniach i w projektowaniu urządzeń nawadniających, gdzie konieczna jest gruntowna znajomość wymagań przyrodniczych i agrotechnicznych poszczególnych gatunków roślin uprawnych oraz ogólnych zasad orga-

nizacji przedsiębiorstwa rolnego i pracy w rolnictwie. Musi też być uwzględniona specyfika gospodarstwa, któremu deszczownia ma służyć.

## 2. Wielkość powierzchni nawadnianej

Im większa jest powierzchnia nawadniana i im intensywniejszy jest kierunek produkcji roślinnej w gospodarstwie, tym większe jest przeciętne dzienne zapotrzebowanie wody do nawodnień i właściwsze wykorzystanie deszczowni. Przy normalnej strukturze zasiewów w uprawie polowej wystarcza dodatek wody w ilości około 20 mm/ha co 10 dni, czyli do 2 mm/ha dziennie, w ogrodnictwie dawka ta wzrasta do 3 mm/ha, a w bardzo intensywnym kwiaciarstwie do 4 mm/ha, czyli 40 m<sup>3</sup>/ha dziennie. Dlatego wielkość powierzchni, jaką można nawodnić w sezonie przy pomocy deszczowni o takiej samej wydajności, jest różna na różnych użytkach.

Dotychczas przyjmowało się, że w uprawie polowej warzyw opłaca się instalowanie deszczowni na powierzchni ponad 20 ha, a przy normalnej produkcji polowej — na powierzchni 20—100 ha, przy czym stosowano przeważnie agregaty pompowe o wydajności 50—100 m<sup>3</sup>/godz. Wskaźniki te dotyczą deszczowni przenośnych, instalowanych żywiłowo w pojedynczych gospodarstwach.

Ostatnio zagranicą (Włochy, Francja, Czechosłowacja, NRD i inne) obserwuje się wyraźną tendencję do przechodzenia na budowę deszczowni półstałych i stałych z dużymi przepompowniami, które obsługują całą sieć urządzeń na większych obszarach (dla wielu gospodarstw jednocześnie). Tak np. w Czechosłowacji powierzchnia nowowykonanych obiektów dochodzi do 6 tys. ha lub więcej.

Można wyróżnić następujące zasadnicze systemy organizacji nawodnień deszczownianych:

1. Nawadnianie drobnogospodarskie i działkowe (do 5 ha).
2. Nawadnianie małoobszarowe (powierzchnia 5—25 ha).
3. Nawadnianie średnioobszarowe (25—100 ha).
4. Nawadnianie wielkoobszarowe (100—1000 ha) jednolite — gdy zakłada się tę samą lub podobną intensywność i taki sam harmonogram nawodnień na wszystkich częściach terenu objętego deszczowaniem.
5. Nawadnianie wielkoobszarowe (100—1000 ha) częściowe, gdy teren deszczowany jest podzielony na mniejsze obszary, na których stosuje się różną intensywność i różny harmonogram nawodnień (np. płodozmiany: warzywny, okopowo-pastewny, zbożowy).
6. Nawadnianie wielkoobszarowe kompleksowe (obszar ponad 1000 ha należący do wielu gospodarstw) częściowe lub jednolite.

W Polsce przeważają dotychczas systemy 1—3. W ZSRR, Czechosło-

wacji i wielu innych krajach wprowadza się stopniowo nawadnianie wielkoobszarowe.

Jednym z podstawowych warunków opłacalności każdej deszczowni jest pełne jej wykorzystanie w gospodarstwie rolnym. Według danych niemieckich deszczownia powinna pracować w okresie wegetacyjnym co najmniej 500 godzin. Stąd wynika, że nie można ograniczać się do nawadniania jednego rodzaju użytków (np. tylko warzyw lub tylko pastwisk) lecz trzeba wykorzystywać różne wymagania wodne różnych użytków i objąć harmonogramem nawodnień szereg kultur, dając naturalnie priorytet najbardziej opłacalnym. W ten sposób można zapewnić równomierny rozkład pracy i fachowej obsługi technicznej.

### 3. Wielkość osiąganych zwyżek plonów

Celem deszczowania roślin jest podniesienie produkcji. Można ten cel osiągnąć w trojaki sposób:

- 1) zapobiegając spadkowi plonów niektórych roślin przez deszczowanie w okresie suszy;
- 2) podnosząc plony większości roślin uprawianych w gospodarstwie przez regularne deszczowanie w odpowiednich fazach rozwojowych;
- 3) wprowadzając do uprawy rośliny intensywne i silnie reagujące na nawadnianie, które bez deszczowania nie mogłyby rosnąć w danych warunkach siedliskowych.

Sposób pierwszy jest ekstensywny i nie zapewnia planowego i pełnego wykorzystania oraz szybkiej amortyzacji urządzeń deszczownianych. Sposób drugi i trzeci należy do intensywnych, gdyż nie tylko zmniejsza ryzyko uprawy wielu gatunków lecz intensyfikuje całą produkcję przez rozszerzenie uprawy warzyw, roślin okopowych i pastewnych oraz zwiększenie obsady inwentarza, poprawę jakości i podniesienie ceny produktów.

O zwyżce plonów pod wpływem deszczowania decydują zarówno czynniki natury ogólnej, warunki przyrodnicze, agrotechniczne i technika nawadniania, jak też specyfika wymagań i reakcji na wodę oraz wartość towarowa poszczególnych roślin.

Tak dawni autorzy (np. Mitscherlich, Prianisznikow, Seelhorst), jak też współcześni badacze (np. Kopetz) stwierdzają, że największe plony uzyskuje się podtrzymując w glebie przez cały okres wegetacji wilgotność optymalną dla roślin, to znaczy w granicach 60—80% pełnej pojemności wodnej. Jednak nawadnianie według tej zasady jest na razie nieopłacalne ze względu na duże dawki wody i wysokie koszty. W związku z tym kładzie się wielki nacisk na właściwy dobór terminów nawodnień i podkreśla się dużą efektywność deszczowania w okresach kry-

tycznych (Brouwer). Rezygnuje się z osiągnięcia maksymalnych plonów i ogranicza się ilość dawek wody do niezbędnego minimum. Im bardziej posuszny jest okres i im większe wymagania wodne ma roślina, tym rola nawadniania jest większa. W latach suchych źle rozwinięte rośliny w pierwszych fazach rozwojowych nie mogą czasem wykorzystać w pełni dodatku wody i dają mniejszą zwyżkę plonów niż w latach średnio suchych.

Deszczowanie w okresie wysokich temperatur lub na początku okresu wzrostu temperatury skuteczniej chroni roślinę przed szkodami i korzystniej wpływa na plony niż w okresie spadku temperatury.

Warunkom termicznym należy m. in. przypisać fakt, że w jednych rejonach nawadnianie danej rośliny daje wspaniałe wyniki, a w innych — bardzo słabe. Tak np. w Bułgarii (Bieli Łom) kukurydza nie deszczowana dała tylko 18 q ziarna z 1 ha, zaś deszczowana (na powierzchni 60 ha) po 120 q/ha. Na Węgrzech plony kukurydzy na polach deszczowanych dochodzą sporadycznie do 105—110 q/ha. W świetle wstępnych doświadczeń prowadzonych w kraju kukurydza słabo reaguje na deszczowanie.

Stosunkowo największe i o największej wartości zwyżki plonów otrzymuje się przy nawadnianiu roślin warzywnych, co ma miejsce nawet w rejonach stosunkowo wilgotnych i chłodnych. Tak np. produkcyjne nawadnianie deszczowniane prowadzone w ostatnich latach w sowchozach pod Leningradem (średnie opady ponad 600 mm, przewaga opadów nad parowaniem 200—250 mm) dawało w płodozmianach warzywnych następujące zwyżki plonów: kapusta późna 300—400 q, kapusta wczesna 140—160 q, ziemniaki późne 108 q, ziemniaki wczesne 50—70 q, kalafiory 40—50 q, buraki ćwikłowe 80 q, marchew 150 q, warzywa liściaste 20—50 q/ha.

Jak podają Cipris i Karpowa, czysty dochód osiągany w skali produkcyjnej z 1 ha wahał się dla roślin kapustnych w granicach 120—580 rubli, dla ziemniaków, marchwi i buraków w granicach 0—160 rubli, a dla warzyw liściastych wynosił 10—30 rubli, zależnie od sposobu deszczowania ( w tych doświadczeniach stosowano przeciętnie 3—5 dawek wody w odstępach około 10 dni).

W Majkowie koło Kalisza deszczowanie kapusty wczesnej i kalafiórów podnosiło plon o 50% i przyspieszało zbiory o 2 tygodnie.

Jednym z najważniejszych czynników decydujących o zwyżce plonów na polach deszczowanych jest nawożenie mineralne. Współdziałanie wody i nawozów można zilustrować na przykładzie doświadczeń Katedry Rolniczego Użytkowania Terenów Zmeliorowanych, przeprowadzonych na madzie lekkiej w Swojcu i w Samotworze.



W doświadczeniach tych bada się wpływ różnych dawek wody i różnych dawek nawozów mineralnych na rozwój roślin, wysokość i jakość plonów około 30 gatunków roślin uprawnych oraz na plonowanie łąki. W obu zakładach doświadczalnych technika uprawy roli, siew i pielęgnowanie były prowadzone analogicznie jak w produkcji, zaś nawożenie i nawadnianie — oddzielnie na poletkach. Dawki kontrolne NPK w Sarmotworze wynosiły dla warzyw na oborniku 200 kg, dla okopowych na oborniku i silosowych 170 kg, dla zbóż i przemysłowych 120—130 kg, dla motylkowych wieloletnich i mieszanek pastewnych 70—80 kg, a dla łąki 250 kg. Dawki 2 NPK były 2-krotnie większe od wyżej podanych, przy czym na łące różnicowano tylko dawki N. W Swojcu wielkość kontrolnych dawek NPK wynosiła dla okopowych na oborniku 105 kg, dla zbóż i pastewnych 90 kg/ha. Dawki 2 NPK były odpowiednio wielokrotnością wyżej podanych (na mieszance ozimej różnicowano tylko dawki N).

Dane o wielkości otrzymanych zwyczajek plonów podane są w tabelach 2 i 3.

Jak widać z zestawienia wyników doświadczeń prowadzonych w Sarmotworze, nawadnianie przy nawożeniu kontrolnym dało zwyczaję plonów warzyw o 27—35%, okopowych o 16—19%, przemysłowych o 9—13%, zbóż (z wyjątkiem jęczmienia) o 26—36%, zaś pastewnych o 15—78% i łąki o 44%.

Odpowiednie zwyczajki plonów otrzymane pod wpływem nawadniania i podwojenia dawki nawozów mineralnych wynosiły dla warzyw 47—109%, dla okopowych 141%, dla przemysłowych do 54%, dla zbóż 11—53%, dla pastewnych 36—69%, a dla łąki 78%.

Dla porównania podaję, że w literaturze niemieckiej przyjmuje się najczęściej, że dzięki deszczowaniu można osiągać w skali produkcyjnej zwyczaję plonu zbóż o 25—50%, zwyczaję okopowych, pastewnych, owoców i roślin specjalnych o 50—100% oraz zwyczaję plonu warzyw do 100%.

Z doświadczeń w Swojcu wynika, że stosując nawodnienie przy normalnym (kontrolnym) nawożeniu osiągnano zwyczaję plonu okopowych w granicach 19—36%, zbóż w granicach 27—43% i zielonki na paszę w granicach 5—54%, zależnie od gatunku rośliny.

Zwyczajki otrzymane pod wpływem nawadniania i podwójnych dawek nawożenia mineralnego były znacznie większe, zaś pod wpływem nawadniania i potrójnych dawek nawożenia dochodziły w przypadku okopowych do 73%, w przypadku zbóż do 127%, a w przypadku pastewnych do 113% wysokości plonów kontrolnych.

Tabela 2

Zwyżki plonów warzyw, okopowych, przemysłowych i zbóż (wg J. Dzieżycy i St. Rojka) oraz pastewnych (wg St. Rojka). Samotwór 1962—1965 r.

Rośliny	Nie deszczowane		Deszczowane		Roczna dawka wody mm
	NPK	2NPK	NPK	2NPK	
	plon kontrolny q/ha	zwyżki w % plonu kontrolnego			
W a r z y w a					
Kapusta biała ++	307	44	35	79	160
Kapusta włoska ++	173	33	33	109	160
Buraki ćwikłowe ++	291	25	30	48	160
O k o p o w e					
Ziemniaki wczesne ++	232	14	19	34	130
Ziemniaki późne ++	282	10	17	36	160
Buraki cukrowe ++	333	19	16	41	130
P r z e m y s ł o w e					
Konopie — słoma nieodziarniona	73	19	13	51	100
Rzepak ozimy	11	23	9	54	40
Z b o ż a					
Pszenica ozima	22	19	34	55	100
Pszenica jara	21	24	36	67	100
Owies	22	27	26	60	100
Jęczmień jary	21	8	5	11	100
P a s t e w n e					
Marchew pastewna ++	399	19	34	52	130
Buraki pastewne ++	606	18	15	35	130
Kapusta pastewna	541	13	25	40	140
Kukurydza pastewna	389	19	56	66	140
Słonecznik pastewny poplon	146	16	35	52	40
Słonecznik + strączkowe	487	18	22	37	140
Gorzycyca + strączkowe	271	18	24	36	100
Peluszka + owies na zielonkę	240	15	55	46	90
Koniczyna czerwona	395	11	52	57	180
Koniczyna szwedzka	290	—5	78	69	180
Lucerna	420	12	31	37	180
Łąka	318	26	44	78	200

U w a g a : ++ oznacza nawożenie pełną dawką obornika.

Tabela 3

Zwyżki plonów roślin okopowych, zbożowych i pastewnych w doświadczeniach w Swojcu — średnie z lat 1962—1964 (wg M. Trybały)

Rośliny	Nie deszczowane			Deszczowane			Roczna dawka wody mm
	NPK	2NPK	3NPK	NPK	2N K	3NPK	
	plon kontrolny q/ha	zwyżki w % plonu kontrolnego					
O k o p o w e							
Ziemniaki ++	166	20	7	19	46	72	80
Buraki cukrowe ++	237	29	26	36	54	73	80
Marchew ++	481	—1	2	25	31	40	120
Z b o ż a							
Pszenica ozima	12,4	52	66	43	85	121	80
Pszenica jara	14,6	29	65	27	72	127	120
Owies	21	24	48	29	55	79	40
P a s t e w n e							
Kapusta pastewna	302	79	45	54	147	113	80
Kukurydza pastewna	268	35	40	5	50	67	80
Słonecznik + strączkowe	299	26	25	18	47	59	80
Mieszanka ozima (żyto + + wyka ozima)	268	22	29	14	27	38	80

U w a g a : ++ oznacza nawożenie pełną dawką obornika.

Dzięki korzystnemu działaniu nawozów mineralnych zwiększa się wykorzystanie wody i odwrotnie, dzięki korzystnemu działaniu wody zwiększa się wykorzystanie nawozów, a zwyżka plonów pod wpływem kompleksowego zastosowania tych czynników jest z reguły większa od sumy zwyżek osiąganych przy oddzielnym ich stosowaniu w takich samych dawkach ale na różnych polach. Efekt współdziałania nawożenia mineralnego i nawodnień deszczownianych można dla określonych granic wielkości dawek wody i nawozów wyrazić następującym wzorem:

$$E_{n+w} > E_n + E_w$$

gdzie:  $E_{n+w}$  — efektywność nawożenia i nawadniania zastosowanych łącznie;

$E_n$  — efektywność nawożenia;

$E_w$  — efektywność nawadniania.

Korzystny efekt współdziałania wody i nawozów występuje także przy nawadnianiu użytków zielonych. Tak np. obliczone przez autora nadwyżki plonów osiągnięte przez M. Nazaruka w doświadczeniach pastwiskowych (średnie z lat 1961 — 1963) z deszczowaniem na tle różnych dawek N wynoszą:

$E_{n+w} - (E_n + E_w)$ przy	60 kg N = 18,8 q	zielonki z 1 ha
	120 kg N = 19,4 q	zielonki z 1 ha
	180 kg N = 41,5 q	zielonki z 1 ha
	240 kg N = 48,4 q	zielonki z 1 ha

Należy podkreślić, że przy ocenie efektywności deszczowania trzeba brać pod uwagę nie tylko względną zwyżkę plonu wyrażoną w procentach, lecz przede wszystkim absolutną ilość i wartość uzyskanej dodatkowo masy plonu, bowiem zależnie od warunków i wysokości plonu kontrolnego duże zwyżki względne mogą mieć małą wartość i odwrotnie, przy wysokich plonach kontrolnych nawet kilkuprocentowa zwyżka może mieć dużą wartość.

#### 4. Porównanie ekonomicznej efektywności nawadniania różnych upraw

Stosując racjonalne nawadnianie osiąga się dodatkowe kwintale plonu przy mniejszych nakładach środków i robocizny niż to jest konieczne na wyprodukowanie każdego kwintala w warunkach normalnych.

Tak np. z analizy ekonomicznej doświadczeń warzywniczych prowadzonych pod Leningradem Cipris i Karpowa wyciągają za Tairowem wnioski, że nakład środków na produkcję dodatkową w warunkach nawodnień deszczownianych pod Leningradem był 4—9 razy mniejszy, a nakład pracy na 1 q dodatkowej produkcji 8—20 razy mniejszy od odpowiednich wskaźników dla produkcji bez nawadniania.

O efektywności ekonomicznej nawodnień poszczególnych grup i gatunków roślin decyduje różnica między wartością osiągniętych zwyżek plonu a wysokością dodatkowych kosztów związanych z eksploatacją deszczowni.

Jak wynika z obliczeń przeprowadzonych na materiałach doświadczeń przeprowadzonych w Swojcu i Samotworze, deszczowanie może być opłacalne prawie na wszystkich roślinach uprawnych. Zysk osiągnięty przy deszczowaniu warzyw i okopowych na przeciętnie wysokich dawkach nawozów wahał się w granicach 1,4—9,1 tys. zł/ha, w przypadku zbóż i przemysłowych w granicach 1—2 tys. zł/ha, zaś w przypadku pastewnych dochodził lub nieco przekraczał 0,5 tys. zł/ha.

Bardziej efektywne okazało się nawadnianie w połączeniu z wysokim nawożeniem mineralnym. Stosując deszczowanie i dodatkową dawkę NPK równą kontrolnej osiągnięto zysk z 1 ha warzyw w granicach 11,5 tys. zł, z 1 ha wczesnych ziemniaków 13 tys. zł (w jednym roku nawet ponad 20 tys. zł). Inne okopowe łącznie z okopowymi pastewnymi dawały zysk w granicach 4,4—6,7 tys., zaś przemysłowe i zboża 1—4,8 tys. zł/ha. Z roślin pastewnych tylko nieliczne dały zysk godny uwagi. Szczególnie nieekonomiczne okazało się nawadnianie mieszanek pastewnych. Przy deszczowaniu łąki osiągnano około 1000 zł zysku na 1 ha.

W świetle danych z doświadczeń, jak też danych z literatury, można przyjąć, że w średnio suchych warunkach klimatyczno-glebowych najcieplejszych dzielnic kraju efektywność deszczowania poszczególnych grup roślin będzie maleć według następującego szeregu: 1) warzywa, 2) okopowe, 3) przemysłowe, 4) pastewne polowe, 5) pastwiska ( w pierwszej kolejności kwaterowe), 6) łąki, 7) zboża.

W warunkach średnio wilgotnych lub wilgotnych deszczowanie wielu gatunków należących do końcowych grup powyższego szeregu będzie mało opłacalne lub nieopłacalne. W obrębie poszczególnych grup roślin efektywność deszczowania układa się mniej więcej następująco:

1. **W a r z y w a** : a) kapustne i liściaste, zwłaszcza wczesne; kalafior, kapusta głowiasta biała, czerwona i włoska, sałata, szpinak; spodziewane zyski plonów 50—100%, opłacalność bardzo duża lub duża;

b) korzeniowe i rzepowate: selery, marchew, buraki ćwikłowe, rzodkiewka; spodziewane zwyżki plonów około 50%, opłacalność duża lub średnia;

c) dyniowate i cebulowe: ogórki, pory, cebula, dynie, pomidory; spodziewane zwyżki plonów do 50%, opłacalność średnia lub mała;

d) strączkowe: groch, bób, fasola; spodziewane zwyżki plonów do 25%, opłacalność mała (z wyjątkiem grochu konserwowego);

e) wieloletnie: rabarbar, szparagi i inne — mało zbadane.

2. **O k o p o w e** : ziemniaki wczesne i średnio wczesne, buraki cukrowe i ich wysadki, ziemniaki późne, marchew pastewna, buraki pastewne; spodziewane zwyżki plonów około 50%, opłacalność bardzo duża lub duża.

3. **P r z e m y s ł o w e** : rzepak ozimy, konopie, mak, słonecznik oleisty, rzodkiew oleista; spodziewane zwyżki plonów około 50%, opłacalność duża lub średnia.

4. **P a s t e w n e** : koniczyna czerwona i szwedzka, lucerna, kukurydza pastewna, kapusta pastewna, peluszka, bobik, mieszanki; spodziewane zwyżki plonów 25—50%, opłacalność mała.

5. **Z b o ż a** : pszenica ozima i jara, owies, jęczmień, żyto; spodziewane zwyżki plonów 25—50%, opłacalność mała.

### 5. Organizacja produkcji roślinnej na terenach deszczowanych

Dobór roślin na tereny deszczowane i zasady  
zmianowania

Przy doborze roślin na tereny deszczowane bierze się głównie pod uwagę te rośliny, których deszczowanie najlepiej się opłaca. Z roślin warzywnych na czoło wysuwają się kalafior, kapusta, sałata, selery, mar-

chew, pory. Z roślin polowych należy brać w pierwszej kolejności pod uwagę kapustne w uprawie polowej, wczesne i średnio wczesne ziemniaki, wysadki buraków cukrowych, ziemniaki późne, buraki cukrowe, pastewne i ćwikłowe, tytoń. Z roślin sadowniczych na czoło wysuwają się truskawki, mateczniki truskawek, poziomki, maliny, sadzonki krzewów i drzew owocowych. Z użytków zielonych w pierwszej kolejności opłaca się nawadniać intensywne pastwiska kwaterowe i niektóre motylkowe wieloletnie w uprawie polowej.

Zasady układania zmianowań na polach nawadnianych są nieco odmienne od ogólnie przyjmowanych. W normalnych warunkach produkcyjnych kładzie się duży nacisk na zachowanie w zmianowaniach równowagi między grupą roślin zbożowych i niezbożowych oraz gatunkami o dużych wymaganiach wodnych i małych wymaganiach wodnych, dużych wymaganiach nawozowych i małych wymaganiach nawozowych. Daje się na przemian rośliny głęboko się korzeniące i płytko, silnie zacieniające i słabo zacieniające, zachwaszczające i ochwaszczające.

W warunkach nawodnień deszczownianych wyżej wymienione zasady przyrodnicze zmianowania schodzą na plan dalszy, a na czoło wysuwa się dobór gatunków według ich reakcji na nawadnianie, według wartości towarowej oraz wymaganego czasokresu nawodnień.

Zakładając, że deszczowanie wprowadza się jedynie do tych gospodarstw, które mają wysoką technikę uprawy i nawożenia, wysoką produkcję i sprawną organizację, trzeba przyjąć, że stosunkowo słabo działające czynniki przyrodnicze zmianowania będą ulegać zatarciu przez silniej działające czynniki techniczne i chemiczne. Zamiast agrotechnicznego regulowania stosunków wodnych w glebie przychodzi nawadnianie mechaniczne, zamiast oszczędnego gospodarowania składnikami pokarmowymi zawartymi w resztkach poźniwnych stosuje się intensywne nawożenie mineralne, zamiast mechanicznych uprawek odchwaszczających i zmianowania odchwaszczającego stosuje się herbicydy.

Niemniej zasady poprawnej agrotechniki obowiązują na polach nawadnianych podobnie, a nawet jeszcze bardziej niż na polach nie nawadnianych.

Z punktu widzenia gospodarki wodnej w zmianowaniu trzeba zwrócić szczególną uwagę na stopień wyczerpywania wilgoci z gleby przez różne rośliny przedplonowe i na reakcję roślin następczych na to zjawisko. Szczególnie jaskrawo występuje to zagadnienie w uprawie roślin warzywnych o krótkim okresie wegetacji, gdzie w jednym okresie wegetacyjnym wysiewa się 2 lub 3 gatunki po sobie.

Przy siewach wiosennych ujemny wpływ przedplonu na gospodarke wodną ulega częściowo zatarciu przez opady zimowe i wiosenne, natomiast w okresie letnim wpływ ten jest wielki i to szczególnie wtedy,

gdy siewy przypadają na okres posuszny. Do roślin szczególnie silnie wyczerpujących wilgoć z gleby należy zaliczyć mieszanki motylkowo-trawiaste, rośliny motylkowe wieloletnie, zboża ozime, rzepak, wczesne kapusty, fasolę, pory i inne. Mniejsze zużycie połowe wody towarzyszy uprawie wczesnych ziemniaków, sałaty i szpinaku, a najmniejsze jest przy uprawie rzodkiewki, szpinaku zimowego i wczesnej sałaty. Im później przedplon schodzi z pola i im głębiej się korzeni tym bardziej przesusza glebę, a im wcześniej schodzi z pola i im płycej się korzeni tym mniej wyczerpuje wodę z gleby. Dlatego w ogrodnictwie stosunkowo największe zwwyżki plonów otrzymuje się deszczując plony wtóre i poplony, mniejsze przy deszczowaniu roślin wczesnie wysiewanych i posiadających długi okres wegetacyjny, a najmniejsze przy deszczowaniu roślin wczesnie sianych ale o krótkim okresie wegetacyjnym.

Planując nawodnienia deszczowniane w płodozmianie trzeba w pierwszej kolejności przewidywać deszczowanie gatunków wrażliwych na wodę i wysiewanych po przedplonach silnie wyczerpujących wodę z gleby. W ostatniej kolejności należy przewidywać ewentualne deszczowanie roślin mało wrażliwych na wodę i uprawianych w stanowiskach nieprzesuszonych.

## Przykłady płodozmianów na pola deszczowane

### *Płodozmiany warzywne*

- I. 1) sałata/kapusta głowiasta ++  
2) marchew i pietruszka/rzodkiewka  
3) kalafiory wczesne ++/sałata  
4) buraki ćwikłowe/szpinak
- II. 1) kapusta wczesna ++/kalafiory  
2) sałata/marchew  
3) ziemniaki wczesne ++/kalafiory  
4) selery i pory
- III. 1) kapusta wczesna ++/sałata i rzodkiewka  
2) groch i fasola/mieszanka ozima na przyoranie  
3) mieszanka ozima/selery  
4) ziemniaki wczesne ++/kalafiory  
5) sałata/pomidory
- IV. 1) kapusta ++/mieszanka ozima na przyoranie  
2) mieszanka ozima/korzeniowe  
3) ziemniaki ++/szpinak  
4) szpinak/selery
- V. 1) wczesna sałata i szpinak/fasola szparagowa/mieszanka ozima  
2) mieszanka ozima/kalafiory i pomidory ++  
3) pory  
4) kalafiory wczesne ++/łubin na przyoranie  
5) marchew wczesna/sałata  
6) ogórki i dynie ++

- VI. 1) ziemniaki wczesne ++/kalafiory  
 2) buraki ćwikłowe i marchew  
 3) kapusta ++  
 4) selery i pory
- VII. 1) kapusta wczesna i kalafiory wczesne ++/kalafiory  
 2) cebula na pęczki/pomidory  
 3) sałata i szpinak/selery  
 4) ziemniaki wczesne ++/szpinak jesienny  
 5) cebula
- VIII. 1) kapusta wczesna i kalarepa ++/kalafiory  
 2) ziemniaki wczesne/sałata  
 3) marchew/poplon ozimy na przyoranie  
 4) poplon ozimy/pomidory ++  
 5) cebula z dymki

### *Płodozmiany polowo-warzywne*

- I. 1) wysadki buraków cukrowych ++  
 2) groch  
 3) cebula nasienna  
 4) pszenica
- II. 1) kapusta późna ++  
 2) owies z wsiewką  
 3) koniczyna  
 4) kapusta wczesna ++/łubin  
 5) cebula  
 6) buraki ćwikłowe
- III. 1) pomidory ++  
 2) jęczmień jary z wsiewką  
 3) koniczyna  
 4) cebula nasienna  
 5) kapusta i kalafiory ++  
 6) fasola
- IV. 1) buraki cukrowe ++  
 2) pszenica jara z wsiewką  
 3) koniczyna  
 4) kapusta ++  
 5) ziemniaki wczesne ++/kalafiory
- V. 1) ziemniaki wczesne ++/kalafiory  
 2) kukurydza pastewna/poplon ścierniskowy  
 3) kapusta wczesna ++/sałata  
 4) selery, pory, cebula

### *Płodozmiany polowe*

- I. 1) ziemniaki wczesne ++/poplon ścierniskowy  
 2) buraki cukrowe  
 3) groch  
 4) kapusta pastewna
- II. 1) buraki pastewne ++  
 2) kukurydza pastewna/poplon ozimy



- 3) poplon ozimy/kapusta pastewna w plonie wtórym
- 4) ziemniaki ++
- 5) pszenica jara

### Porównanie efektywności nawodnień w różnych płodozmianach

Dotychczas brak jest systematycznych badań nad efektywnością deszczowania w różnych zmianowaniach i w różnych płodozmianach. O zróżnicowaniu wyników produkcyjnych decyduje głównie dobór roślin i poziom nawożenia. Szczególnie duże znaczenie ma to na glebach lekkich. Wskazują na to m. in. doświadczenia płodozmianowe przeprowadzone w Swojcu na madzie piaszczystej V klasy bonitacyjnej i w Samotworze na madzie piaszczystej IV klasy bonitacyjnej. W Swojcu porównywano 3 płodozmiany ze zmianowaniem: okopowe — silosowe — zbożowe na tle 3 różnych poziomów nawożenia. W Samotworze porównywano 4 płodozmiany 4-polowe ze zmianowaniem: okopowe — zbożowe — motylkowe — silosowe na tle 2 różnych poziomów nawożenia mineralnego. Warunki nawożenia i nawadniania podane są w tabeli 4.

Tabela 4

Warunki doświadczeń płodozmianowych w Swojcu i w Samotworze w latach 1962—1964

Wyszczególnienie	Okopowe ++	Silosowe	Zboża	Motylkowe
<b>Swojec</b>				
NPK kg/ha	105	90	90	—
2NPK	210	180	180	—
3NPK	315	270	270	—
woda mm	80—120	80	40—120	
ilość dawek	2—3	2	1—3	—
<b>Samotwór</b>				
NPK kg/ha	170	170	130	80
2NPK	340	340	260	160
woda mm	120—160	80—160	90—120	150—200
ilość dawek	5	3—5	4	5—6

W tabeli 5 podaję porównanie średnich zbiorów z 3 pól płodozmianowych w 3 płodozmianach w Swojcu, wyrażając je w jednostkach zbożowych na 1 ha.

Przeciętna roczna wartość produkcji wyrażona w tys. zł/ha zwiększyła się pod wpływem zwiększenia nawożenia i zastosowania nawodnień:

w płodozmianie A z 9,2 do 15,6, w płodozmianie B z 13,3 do 20,5 a w płodozmianie C z 8,8 do 16,7, czyli o 6,4—7,9 tys. zł/ha.

Zestawienie wyników doświadczeń w Samotworze podaje tabela 6.

Tabela 5

Porównanie przeciętnych rocznych zbiorów w jednostkach zbożowych z 1 ha na madzie piaszczystej całkowitej V kl. bonitacyjnej. Swojec — średnie z 3 lat i 4 powtórzeń (wg J. Dzieżycy i M. Trybały)

Płodozmiany	NPK	3NPK	3NPK + woda
A: ziemniaki ++ — słonecznik z peluszką i wyką — owies	36,2	44,4	60,9
B: marchew pastewna ++ — kukurydza pastewna — pszenica jara	38,4	49,2	61,1
C: buraki cukrowe ++ — kapusta pa- stewna — pszenica ozima	40,5	53,9	78,4

Tabela 6

Porównanie przeciętnych rocznych zbiorów w jednostkach zbożowych z 1 ha na madzie lekkiej średnio głębokiej IV kl. bonitacyjnej. Samotwór — średnie z 3 lat i 3 powtórzeń (wg J. Dzieżycy i St. Rojka)

Płodozmiany	NPK	2NPK	2NPK + woda
I: ziemniaki wczesne ++ z poplonem — jęczmień jary z wsiewką — ko- niczyna szwedzka — kukurydza pastewna	41,3	45,5	59,2
II. marchew pastewna ++ — owies z wsiewką — koniczyna szwedzka — słonecznik z peluszką i wyką	48,9	55,9	74,0
III: buraki cukrowe ++ — pszenica ozima z wsiewką — koniczyna czer- wona — kapusta pastewna	57,0	66,4	83,4
IV: buraki cukrowe ++ — pszenica ja- ra z wsiewką — koniczyna czerwo- na — kukurydza pastewna	57,2	67,9	87,5

Jak widzimy, pod wpływem zastosowania podwójnych dawek NPK i deszczowania przeciętna wartość zbioru w jednostkach zbożowych z 1 ha zwiększyła się w płodozmianie I z 41,3 do 59,2 q, w płodozmianie II z 48,9 do 74 q, w płodozmianie III z 57 do 83,9 q zaś w płodozmianie IV z 57,2 do 87,5 q/ha. Obserwujemy jednocześnie dużą rozpiętość między danymi dla różnych płodozmianów. W płodozmianach tych przeważały rośliny średnio i mało intensywne. Należy przypuszczać, że po

wprowadzeniu roślin warzywnych i większej ilości poplonów różnice między wielkością produkcji w różnych płodozmianach byłyby znacznie większe. To dowodzi, że możliwe jest co najmniej dwukrotne zwiększenie produktywności gleby piaszczystej przez zastosowanie nawadniania i odpowiednio wysokiego nawożenia.

### Systemy produkcji roślinnej na terenach deszczowanych

Biorąc pod uwagę dobór roślin, intensywność uprawy, nawożenie i mechanizację można wyróżnić na terenach deszczowanych następujące systemy produkcji roślinnej:

1. *W s z e c h s t r o n n y e k s t e n s y w n y* — dobór roślin oraz poziom nawożenia, uprawy i mechanizacji na polach deszczowanych analogiczne jak na polach nie deszczowanych.

2. *W s z e c h s t r o n n y u i n t e n s y w n i o n y* — dobór roślin jak na polach nie deszczowanych ale intensywniejsze nawożenie, uprawa i mechanizacja pracy.

3. *U p r o s z c z o n y e k s t e n s y w n y* — dobór roślin zawężony do gatunków silniej reagujących na wodę; nawożenie, uprawa i mechanizacja jak na polach nie deszczowanych.

4. *U p r o s z c z o n y i n t e n s y w n y* — dobór roślin zawężony do gatunków najefektywniej reagujących na wodę, intensywna uprawa, intensywne nawożenie i wysoki stopień mechanizacji pracy.

5. *W y s p e c j a l i z o w a n y e k s t e n s y w n y* — uprawa tylko kilku gatunków roślin najbardziej opłacalnych w danych warunkach przy ekstensywnej agrotechnice i nawożeniu oraz słabej mechanizacji pracy.

6. *W y s p e c j a l i z o w a n y i n t e n s y w n y l u b b a r d z o i n t e n s y w n y* — uprawa kilku gatunków najbardziej opłacalnych w danych warunkach przy intensywnej agrotechnice, intensywnym nawożeniu i wysokim stopniu mechanizacji pracy.

W praktyce spotykamy się przeważnie z systemem 1. o małym zapotrzebowaniu wody. Najbardziej zalecany system produkcji roślinnej na terenie deszczowanym — to system 6.

Ponieważ urządzenia przenośne nie pozwalają w pełni zmechanizować nawadniania, należy je traktować jako przejściowe. Muszą one ustąpić miejsca deszczowniom półstałym i stałym.

### 6. Rejonizacja nawodnień

Przy rozmieszczeniu urządzeń deszczownianych należy brać pod uwagę warunki przyrodnicze środowiska, dotychczasową i zalecaną rejonizację roślin, warunki ekonomiczne i organizacyjne gospodarstwa, zapo-

trzebowanie rynkowe, odległość źródła wody do nawodnień i wiele innych czynników, które muszą być uwzględnione w rachunku spodziewanej efektywności. W tym zakresie mamy dotychczas mało badań ścisłych. Na podstawie danych z literatury obcej oraz na podstawie wstępnej analizy kolejności potrzeb nawodnień deszczownianych w poszczególnych rejonach Dolnego Śląska nasuwa się następujący pogląd na sprawę rozmieszczenia urządzeń deszczownianych.

W pierwszej kolejności opłaci się stosować deszczowanie w okolicach **wielkich** miast, w celu nawadniania truskawek, wczesnych warzyw i wczesnych ziemniaków. W drugiej kolejności należy brać pod uwagę obszary równinne w ciepłym klimacie, położone wzdłuż dolin rzecznych, potoków i większych rowów, gdzie jest łatwo dostępna woda i sporo lekkich i średnich mad. Warto tu nawadniać warzywa, okopowe, przemysłowe i pastwiska. Może też być opłacalne nawadnianie cenniejszych roślin pastewnych, niektórych łąk oraz roślin zbożowych. W trzeciej kolejności idą obszary gleb lekkich, gdzie efektywność deszczowania poszczególnych grup roślin będzie przypuszczalnie układać się podobnie jak w dolinach rzek. W czwartej kolejności należy mieć na uwadze rejony gleb średnio zwięzłych, położonych w łagodnych warunkach klimatycznych, gdzie opłaci się nawadniać warzywa, okopowe, niektóre przemysłowe oraz pastwiska. W ostatniej kolejności można przewidywać deszczowanie w rejonach podgórskich w celu nawadniania warzyw i niektórych okopowych. W górach, na dnie najcieplejszych kotlin, w wyjątkowych wypadkach może okazać się opłacalne deszczowanie warzyw.

#### LITERATURA

1. Brouwer W.: Die Feldberegnung, Frankfurt am Main, 1959.
2. Drupka S.: Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie 3 (39) i 4 (40) 1965.
3. Dzieżyc J.: Zeszyty Naukowe WSR we Wrocławiu, 61, 1965.
4. Fröhlich H., Blasse W., Vogel G.: Bewässerung im Gemüse-, Obst- und Zierpflanzenbau, Berlin, 1960.
5. Klatt F.: Technik und Anwendung der Feldberegnung. Berlin, 1958.
6. Praca zbiorowa. Wytyczne do wprowadzania płodozmianów. PWRiL. Warszawa, 1959.
7. Składziński B.: Zasady i technika urządzenia gospodarstwa. PWRiL. Warszawa, 1958.
8. Opaliński Cz.: Nowe Rolnictwo 2 (250), 1965.
9. Warelis F.: Gospodarka Wodna, 1, 1964.