

EFEKTYWNOŚĆ NAWADNIANIA ŚCIEKAMI PRZEMYSŁOWYMI I WODĄ CZYSTĄ
ORAZ NAWOŻENIA TRWAŁYCH UŻYTKÓW ZIELONYCH,
POŁOŻONYCH NA GLEBACH LEKKICH

Fryderyk Warelis, Zbigniew Cieśliński

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach

WSTĘP

W warunkach ograniczonych zasobów produkcji rolnej wprowadzanie do procesów produkcji roślinnej zużytych wód przemysłowych należy uznać za pożyteczne. Oczywiście to „wprowadzanie” winno podlegać określonym kryteriom. Przede wszystkim suma społecznych strat (nakładów) nie może być większa od sumy społecznych zysków uzyskiwanych z nawodnienia roślin wodami ściekowymi. Pisząc o społecznych stratach myślimy także i o tych trudno wymiernych i niewymiernych (nie umiemy ich jeszcze skwantyfikować), które wynikają np. z zanieczyszczenia wody, gleby i powietrza, pomniejszania walorów naturalnego krajobrazu, naruszenia równowagi w ekosystemach, zwiększenia zachorowalności ludzi oraz zwierząt itd. Odwrotnością tych strat są społeczne (także trudno wymierne i niewymierne) zyski, otrzymywane w wyniku oczyszczania wód ściekowych oraz wykorzystywania ich do nawadniania roślin uprawnych. Odnotowując niektóre kategorie ekonomiczne, związane z oczyszczaniem ścieków, w dalszej części pracy chcemy poddać ocenie wymierne straty (nakłady) i zyski związane z użytkowaniem w rolnictwie ścieków przemysłowych w ogóle, a z zakładów produkcji płyt pilśniowych w szczególności.

METODYCZNE I MERYTORYCZNE UJĘCIE ZAGADNIENIA

W systemowym badaniu efektywności wykorzystania zasobów produkcji rolnej, w tym także zasobów wody, daje się wyróżnić co najmniej dwa podsystemy: podsystem efektywności techniczno-produkcyjnej i podsystem efektywności ekonomicznej. Miernikiem oceny w pierwszym podsystemie jest ilość produkcji uzyskanej lub poniesione nakłady w przeliczeniu na 1 m³ zużytkowywanej wody, czyli produkcyjność zasobów wody w jednostkach naturalnych, natomiast w drugim - wielkość rolniczego zysku z jednostki wody czy też w przeliczeniu na 1 hektar uprawianej rośliny lub użytkowanej ziemi.

Traktując w dalszym ciągu reżim wodny gleby i roślin jako tło dla analizy skuteczności działania innych zasobów produkcji roślinnej (innych czynników produkcyjnych, na przykład - nawozów mineralnych), określimy efektywność techniczno-produkcyjną nawożenia. Swoje należne miejsce w rachunku i analizie zajmują także zasoby ziemi oraz jakość porostu roślinnego jako wynik poniesionych nakładów inwestycyjnych na zagospodarowanie łąk. Jakkolwiek wskaźniki ekonomicznej efektywności posiadają charakter bardziej syntetyczny i wyższą społeczną rangę, to jednak w warunkach znacznych potrzeb i ograniczeń w zasobach produkcji rolnej analiza wskaźników produkcyjnych (efektywności technicznej) tych zasobów jest rzeczą konieczną i nie da się jej niczym zastąpić. Analiza zatem produkcyjnej efektywności nawadniania i nawożenia jest pierwszym celem niniejszej pracy, a następnym, co podkreślono w tytule opracowania, analiza efektywności nawadniania gleb lekkich.

Lokalizacja doświadczeń i badań nie była przypadkowa i z tego też względu, że nie jest w pełni jeszcze wyjaśniony problem, które rodzaje gleb są najbardziej wrażliwe i wdzięczne za nawodnienia. Wprowadzenie nowych wyników badań i doświadczeń do dyskusji w tej dziedzinie - dotyczy to także nawożenia na tle nawadniania - jest naszym zdaniem bardzo aktualne. W artykule analizujemy też dwa rodzaje urządzeń do nawodnień, różniące się między sobą kapitało-, energo- i pracochłonnością oraz efekty przy różnych poziomach nawożenia mineralnego w warunkach odnowionej i nie odnowionej darni.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

Problemy postawione we wstępie pracy rozpatrujemy na obiekcie o powierzchni 444 ha, położonym w zlewni rzeki Czarna Woda w województwie bydgoskim. Obiekt ten charakteryzuje się lekkimi glebami piaszczystymi o zawartości 5-7% części spławialnych. Są to gleby darniowo-bielicowe, wytworzone z piasku luźnego, średniego i drobnego, który na głębokości 1 m przechodzi w piasek luźny, średni i drobny z przewarstwieniami żwiru [1]. Bez nawodnień stanowią one rolnicze nieużytki przeznaczone w zasadzie do zalesienia. Wyniki badań z nawodnieniem roślin łąkowych na tych glebach należy uznać za reprezentatywne i dla innych, podobnych, rolniczo użytkowanych gleb lekkich w Polsce. Nawadnianie stosowano systemem zalewowym oraz alternatywnie - za pomocą urządzeń deszczowniczych. Badania i obserwacje prowadzone były w latach 1965-1977 (niektóre doświadczenia z nawadnianiem ściekami - dopiero od roku 1973). Nawożenie mineralne stosowano w pięciu różnych poziomach, a mianowicie:

I	-	80 kg N,	40 kg P ₂ O ₅ ,	40 kg K ₂ O,	czyli razem	160 kg NPK/ha
II	-	120 kg N,	60 kg P ₂ O ₅ ,	80 kg K ₂ O,	"	260 "
III	-	160 kg N,	80 kg P ₂ O ₅ ,	120 kg K ₂ O,	"	360 "
IV	-	80 kg N,	40 kg P ₂ O ₅ ,	80 kg K ₂ O,	"	200 "
V	-	120 kg N,	60 kg P ₂ O ₅ ,	120 kg K ₂ O,	"	300 "

Wodę do bezpośredniego nawadniania łąk, jak również i do rozcieńczenia ścieków, pobierano z rzeki Wdy specjalnym kanałem o długości 24 km. Natomiast ścieki do nawodnień magazynowane w dwóch zbiornikach retencyjnych są rozcieńczane wodą w różnym stosunku i doprowadzane na łąki za pomocą głównego rowu nawadniającego o długości 3 km. Nakłady inwestycyjne na urządzenia do nawadniania systemem zalewowym zarówno wodą czystą, jak i ściekami, wyniosły w cenach z 1976 roku 52 572 zł/ha przy stopie amortyzacji 3,63%. Natomiast przy systemie deszczowniczym - 56 575 zł/ha przy stopie amortyzacji 10%. Ujmując analizowane zagadnienie syntetycznie trzeba stwierdzić, że na omawianym obiekcie poddajemy ocenie kilka wariantów produkcji łąkowej:

wariant W₁ - łąka o darni nie odnowionej, nawadniana ściekami systemem zalewowym o zróżnicowanych poziomach nawożenia mineralnego,

wariant W₂ - jak wariant W₁, lecz o darni odnowionej,

- wariant W_3 - jak W_1 , lecz z nawadnianiem wodami czystymi,
wariant W_4 - jak W_3 , lecz o darni odnowionej,
wariant W_5 - łąka o darni nie odnowionej, nawadnianie wodą czystą systemem deszczownianym o zróżnicowanych poziomach nawożenia mineralnego,
wariant W_6 - jak W_5 , lecz nawadnianie wodami ściekowymi,
wariant W_7 - jak W_6 , lecz o darni odnowionej.

TECHNIKA I TECHNOLOGIA NAWODNIEŃ

Nawadnianie wodami czystymi, jak i ściekowymi (wstępnie mechanicznie oczyszczonymi), przeprowadzono, jak już zaznaczono, dwoma systemami. Przy nawadnianiu deszczownianym wysokość jednorazowej dawki polewowej brutto wynosiła przeciętnie 40 mm, a odstępy między dawkami 18-20 dni. Wykonywano przeciętnie w roku 10 polewów (łącznie 400 mm), z tego 4 w okresie I pokosu i 6 w okresie wzrostu II pokosu. Nawadnianie prowadzono za pomocą deszczowni ruchomej, pobierając wodę czystą z Kanału Czarnowódzkiego, a ścieki ze specjalnego doprowadzalnika, stosując odpowiednie ich rozcieńczenie. W warunkach nawadniania zalewowego stokowo-grzbietowego wodę czystą do nawodnień pobierano także z Kanału Czarnowódzkiego (z rzeki Wdy), a dalej siecią rowów podstawowych, półpodstawowych, szczegółowych i bruzd rozprowadzano na poszczególne działki łąk. Nawadnianie jednego działki trwało 6-8 dni w odstępach 14-20-dniowych [1]. Zużycie wody brutto przy jednym nawodnieniu tym systemem było stosunkowo wysokie, gdyż wynosiło od 450 do 520 mm. W ciągu roku nawadniano przeciętnie 11 razy przy sumarycznej normie około 5300 mm. Zaznaczyć należy, że niekiedy przy intensywnym nawadnianiu systemem stokowo-grzbietowym i deszczownianym w obniżeniach terenowych woda i ścieki utrzymywały się na powierzchni łąk.

Nie rozcieńczone ścieki z wytwórni płyt pilśniowych posiadają niewielką wartość nawozową: 20 mg ogólnego azotu, 24 mg tlenku potasu i 5 mg pięciotlenku fosforu w 1 litrze [2]. W sumarycznej więc rocznej dawce ścieków w wysokości 200 mm rozcieńczonej w stosunku 1:1 dostarczamy do gleby na 1 ha około 20 kg N, 5 kg P_2O_5 i 24 kg K_2O , a w dawce 400 mm dwa razy tyle. Można więc twierdzić, że wprowadzenie do produkcji roślinnej wód ściekowych z wytwórni płyt pilśniowych posiada oprócz wartości zwilżającej, także pewną wartość nawozową.

EFEKTY I EFEKTYWNOŚĆ PRODUKCYJNA NAWADNIANIA,
NAWOŻENIA I ZAGOSPODAROWANIA ŁĄK

T a b e l a 1

Plony i zwyzki siana w warunkach nawadniania ściekami
systemem zalewowym w t/ha

Rok	Darní nie odnowiona W_1			Darní odnowiona W_2		
	Bn	0	średnio I-III	Bn	0	średnio I-III
1973	0,80	2,30	4,84	1,50	2,89	5,38
1974	1,03	2,13	5,45	1,03	2,63	6,65
1975	0,83	2,83	5,59	1,83	3,01	5,73
1976	0,69	1,69	4,54	-	-	-
1977	0,79	2,22	5,46	-	-	-
Średnio	0,83	2,23	5,17	1,45	2,84	5,92
Przyrost ogółem	-	1,40	4,34	-	1,39	4,47
Przyrost pod wpływem nawodnień	-	1,40	1,40	-	1,39	1,39
Przyrost pod wpływem nawożenia	-	-	2,94	-	-	3,08
Przyrost pod wpływem zagospodarowania	-	-	-	0,62	0,62	0,62
Przyrost kg siana na kg NPK łącznie ze ściekami	-	-	8,2	-	-	8,6
Przyrost kg siana na kg NPK bez ścieków	-	-	11,3	-	-	11,8
Przyrost kg siana na 10 m ³ wody	-	-	0,26	-	-	0,26

Bn - bez nawodnień,

0, I, II, III - poziomy nawożenia.

Plony i zwyzki siana w warunkach nawadniania wodami czystymi systemem zalewowym w t/ha

Rok	Darń nie odnowiona, W ₃					Darń odnowiona, W ₄			
	Bn	O	IV	V	razem IV i V	średnio IV i V	Bn	O	IV
1965	-	2,24	4,13	4,96	9,09	4,55	-	2,24	-
1966	-	2,67	5,14	5,78	10,92	5,46	-	2,67	-
1967	1,05	1,87	5,00	6,21	11,21	5,61	1,50	1,87	8,87
1968	1,36	2,18	5,16	6,01	11,17	5,59	1,03	2,13	6,30
1969	0,68	2,40	5,58	6,46	12,04	6,02	1,83	2,40	9,32
Średnio	1,03	2,27	5,00	5,88	10,88	5,44	1,45	2,26	8,16
Przyrost ogółem	-	1,24	3,97	4,85	-	4,41	-	0,81	6,71
Przyrost pod wpływem nawodnień	-	1,24	1,24	1,24	-	1,24	-	0,81	0,81
Przyrost pod wpływem nawożenia	-	-	2,73	3,61	-	3,17	-	-	5,90
Przyrost pod wpływem zagospodarowania	-	-	-	-	-	-	0,42	0,42	0,42
Przyrost kg siana na 1 kg NPK	-	-	13,7	12,0	-	12,7	-	-	29,5
Przyrost kg siana na 10 m ³ wody	-	-	-	0,23	-	-	-	-	0,15

Bn - bez nawodnień,
O, IV, V - poziomy nawożenia.

Plony i zwyżki siana w warunkach nawadniania deszczownianego w t/ha

Rok	Nawadnianie									
	wodą czystą, W ₅					ściekami				
	Bn	0	średnio I, II, III	Bn	0	średnio I, II, III	Bn	0	średnio II, III	darń odnowiona, W ₇
1973	0,50	0,78	3,11	0,80	2,25	7,70	1,41	4,83	13,59	
1974	1,03	1,37	4,09	1,03	2,12	10,11	1,52	5,06	12,98	
1975	0,68	1,24	3,77	0,83	2,07	9,36	1,88	4,60	14,20	
Średnio	0,74	1,11	3,65	0,87	2,15	9,05	1,60	4,83	13,58	
Przyrost ogółem	-	0,37	2,91	-	1,28	8,18	-	3,23	11,98	
Przyrost pod wpływem nawodnień	-	0,37	0,37	-	1,28	1,28	-	3,23	3,23	
Przyrost pod wpływem nawożenia	-	-	2,54	-	-	6,90	-	-	8,75	
Przyrost pod wpływem zagospodarowania	-	-	-	-	-	-	0,73	0,73	0,73	
Przyrost kg siana na 1 ha NPK łącznie ze ściekami	-	-	-	-	-	19,4	-	-	22,0	
Przyrost kg siana na 1 ha NPK bez ścieków	-	-	9,8	-	-	26,5	-	-	28,2	
Przyrost kg siana na 10 m ³ wody	-	0,9	-	-	3,2	-	-	-	8,1	

Bn - bez nawodnień,
0, I, II, III - poziom nawożenia.

Zamieszczone w tabelach 1-3 liczby wskazują, że naturalna urodzajność gleb omawianego obiektu (bez nawadniania i nawożenia) jest bardzo niska, gdyż wynosi od 0,74 do 1,03 t siana przy darni nie odnowionej i od 1,45 do 1,60 t siana z hektara przy darni odnowionej. Przy zastosowaniu nawadniania i nawożenia plonowanie łąki i produktywność ziemi osiągnęły wysokość 5,17 t w warunkach nawadniania ściekami systemem zalewowym przy darni nie odnowionej i 5,92 t przy darni odnowionej oraz 9,0 t w warunkach nawadniania deszczownianego przy darni nie odnowionej i 13,58 t siana z hektara przy darni odnowionej. Po nawodnieniu wodą czystą plony osiągnęły analogicznie wysokość 5,44 i 8,16 t (nawadnianie zalewowe) oraz 3,65 t siana z hektara w warunkach nawadniania deszczownianego przy darni nie odnowionej. Z tego wynika, że najwyższe plony osiągnięto, nawadniając łąki żyznymi wodami ściekowymi za pomocą urządzeń deszczownianych.

Natomiast wpływ samego nawodnienia czy też zagospodarowania łąki bez nawożenia był stosunkowo mały. Efekt np. zagospodarowania wynosił 0,42 do 0,73, a nawodnienia od 0,37 do 3,23 t siana z hektara. Najwyższy efekt nawadniania uzyskano w warunkach pełnego zagospodarowania i nawadniania łąki ściekami za pomocą urządzeń deszczownianych.

Z dalszej analizy liczb w tabelach wynika, że efektywność nawadniania systemem zalewowym rozcieńczonymi ściekami była wyższa od efektywności nawadniania wodami czystymi o 0,03 w warunkach darni nie odnowionej (0,26-0,23) oraz o 0,11 kg siana na 10 m³ ścieków i hektar (0,26 kg-0,15 kg) w warunkach darni odnowionej. Interesująco przedstawiają się wskaźniki efektywności technicznej nawadniania łąk. Jeśli przyrost 8,1 kg siana na 10 m³ przy deszczowaniu ściekami łąki o darni odnowionej przyjmujemy za 100%, to deszczowanie łąki o nie odnowionej darni przyniosło plon o wysokości 39,5%, a łąki nawadnianej wodą czystą o nie odnowionej darni tylko 11,1%.

Stwierdzono, że efektywność nawożenia była umiarkowanie zróżnicowana. W warunkach nawadniania ściekami systemem zalewowym podobny wskaźnik efektywności nawożenia mineralnego (29,4 i 30,8 kg siana na 1 kg NPK) otrzymano zarówno przy darni odnowionej jak i nie odnowionej. Inaczej rzecz się ma w warunkach nawadniania wodami czystymi. Przy darni nie odnowionej przy trzech poziomach nawożenia uzyskano tylko 12,7 kg, a w warunkach darni odnowionej - 29,5 kg siana na 1 kg NPK.

Widzimy więc, że przyrost plonu pod wpływem nawożenia mineralnego w warunkach darni odnowionej był podobny przy nawadnianiu ściekami i wodami czystymi - 30,8 i 29,5 kg siana na 1 kg NPK nawozów mineral-

nych. Również wysoki przyrost pod wpływem nawozów mineralnych występował na łące o nie odnowionej darni w warunkach nawadniania zalewowego ściekami - 29,4 kg/kg NPK, przy analogicznym wskaźniku w warunkach darni nie odnowionej i nawadnianiu wodami czystymi w wysokości 12,7 kg siana na kg NPK. Podobne relacje, jak widać z liczb tabeli 3, utrzymują się i przy nawadnianiu deszczownianym wodą czystą, przy darni nie odnowionej - 25,4 kg, ściekami przy darni nie odnowionej - 69,0 kg i ściekami przy darni odnowionej - 87,5 kg siana na 1 kg NPK nawozów mineralnych.

Uprzednio zaznaczono, że łącznie ze ściekami zostaje doprowadzone na łąki 98 kg NPK. O tę ilość powiększamy nawożenie mineralne stosowane w warunkach nawadniania ściekami. Stąd wysokość składników pokarmowych w nawozach mineralnych i ściekach wyniosła w kg NPK: I poziom nawożenia - 258, II poziom nawożenia - 358, III poziom nawożenia - 458, średnio I-III - 358 i średnio II-III - 398. Efektywność nawożenia całkowitego w produkcji siana dla poszczególnych sposobów produkcji (systemów nawodnień, poziomów nawożenia, jakości darni) przedstawiono w tabelach 1 i 3, a wyniki przeciętne zestawiono w tabeli 4.

T a b e l a 4

Zwyżka efektywności całkowitego nawożenia
w kg siana na 1 kg NPK

Jakość darni	System nawodnień			
	zalewowy		deszczowniany	
	wodą czystą	ściekami	wodą czystą	ściekami
Odnowiona	29,5	8,6	-	22,0
Nie odnowiona	12,7	8,2	9,8	19,4
Różnica na korzyść darni odnowionej	16,8	0,4	-	2,6

Najwyższy przyrost efektywności 1 kg NPK, jak widać z liczb tabeli 4, uzyskano przy nawodnieniu wodą czystą na łące o darni zagospodarowanej w stosunku do łąki o darni nie zagospodarowanej. Osiągnął on wysokość 16,8 kg siana na 1 kg NPK.

EFEKTY I EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNA

Efekty i ekonomiczną efektywność nawadniania wodami czystymi i ściekami można oceniać z punktu widzenia wartości zaoszczędzonych lub pozyskanych dla produkcji zasobów oraz od strony uzyskania w sferze produkcji takich wartości ekonomicznych jak akumulacja, dochód, zysk.

W pierwszym rachunku na czoło wysunąć trzeba wartość doprowadzanych ze ściekami składników do gleby oraz wprowadzenie do obiegu glebowo-rolniczego ścieków i wód czystych, a mając na uwadze ograniczoność zasobów tych wód oraz ich koszty, skwantyfikować społeczne korzyści, wynikające z wodooszczędnych systemów urządzeń nawadniających.

WARTOŚĆ GŁÓWNYCH SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH
DOPROWADZONYCH ZE ŚCIEKAMI DO GLEBY

Uprzednio podano, że wraz ze ściekami na 1 ha nawadnianych łąk, zarówno systemem zalewowym jak i deszczownianym, doprowadzono przeciętnie 40 kg N, 10 kg P_2O_5 i 48 kg K_2O . Przy cenie tych składników w wysokości 10,40; 6,90 i 2,60 zł za 1 kg oraz koszcie wysiewu 1 kg NPK w wysokości 1,40 zł [4] daje to wartość 747 zł/ha. W literaturze przedmiotu przyjmuje się [5], że całkowita wymierna wartość ścieków: nawozowa, zwilżająca, próchnicotwórcza, stymulacyjna itp. jest dwa razy większa od samej tylko wartości nawozowej. W naszym przykładzie osiągnie ona wysokość 1 494 zł/ha. Jest to korzyść rolnicza. Aby otrzymać korzyść społeczną, należy powiększyć korzyść rolniczą o pełne koszty sztucznej biologicznej oczyszczalni, którą należałoby wybudować i eksploatować w przypadku, gdyby ścieki nie były oczyszczane na drodze ich rolniczego wykorzystania.

WODOOSZCZĘDNOŚĆ SYSTEMU DESZCZOWNIANEGO

Wcześniej wykazano, że nawadniając łąki za pomocą systemu deszczownianego uzyskano nie mniejsze, a nawet wyższe plony, niż za pomocą systemu zalewowego. Oszczędność wody na 1 hektar wynosi w przypadku

zastosowania systemu deszczownianego 49 tys. m³ (53 tys. - 4 tys. m³). Taką ilością wody można byłoby nawodnić systemem deszczownianym dodatkowo ponad 12 hektarów łąk, uzyskując wymierne zwyżki produkcji wartościowego siana.

EKONOMICZNA EFEKTYWNOŚĆ PRODUKCJI ŁAKOWEJ

Ekonomiczną efektywność poszczególnych wariantów produkcji łąkowej określimy z punktu widzenia indywidualnego użytkownika. Znajduje to wyraz, zgodnie z cytowaną już Instrukcją branżową, w bieżących cenach produkcji łąkowej obliczonej bez mnożnika c^1 , jak również w niewzięciu w rachunku oprocentowania nakładów na inwestycje.

T a b e l a 5

Przyrost wartości produkcji łąkowej

Wariant	Przyrost plonu, t/ha	Cena [6] w zł/t	Wartość ogółem w zł
W ₁	4,34	1 650	7 161,0
W ₂	4,47	1 650	7 376,0
W ₃	4,41	1 650	7 277,0
W ₄	6,71	1 650	11 072,0
W ₅	2,91	1 650	4 802,0
W ₆	8,18	1 650	13 497,0
W ₇	11,98	1 650	19 767,0

Z liczb tabeli 5 widać, że najwyższy przyrost wartości produkcji otrzymujemy w wariantcie 7, tj. w warunkach nawadniania ściekami za pomocą deszczowni, przy darni odnowionej z pielęgnacyjnym nawożeniem mineralnym w wysokości 260 kg oraz z pielęgnacyjnym nawożeniem całkowitym (w nawozach mineralnych i ściekach) - 358 kg NPK/ha.

¹ Jednolity współczynnik przeliczeniowy krajowych cen skupu i cen rozliczeniowych (w odniesieniu do roślin nietowarowych) na ceny kalkulacyjne stosowany w rachunku ogólnospołecznym. Na lata 1979 i 1980 współczynnik $c = 1,4$.

Roczne koszty produkcji łąkowej przy nawadnianiu systemem zalewowym i deszczownianym

Wariant	Amortyzacja, zł/ha		zagospoda- rowanie łąki	Koszty eksploatacji, zł/ha w systemie		Wzrost kosztów rolni- czych, zł/ha	Razem koszty, zł/ha	
	zalewowy	system deszczow- niany		zalewowy	deszczow- nianym		zalewowy	deszczow- nianym
W ₁	1 908,0	-	766,0	573,0	-	5 736	8 983	-
W ₂	1 908,0	-	766,0	573,0	-	5 736	8 937	-
W ₃	1 908,0	-	766,0	573,0	-	5 485	8 732	-
W ₄	1 908,0	-	766,0	573,0	-	4 786	8 033	-
W ₅	-	5 658	766,0	-	465,0	5 736	-	12 625
W ₆	-	5 658	766,0	-	465,0	5 736	-	12 625
W ₇	-	5 658	766,0	-	465,0	6 745	-	13 634

Koszty uzyskania wyżki produkcji w poszczególnych wariantach w cenach 1976 r. zamieszczono w tabeli 6. Odnosząc je ku wyżkom wartości produkcji (tab. 5), obliczono wskaźnik ekonomicznej efektywności E , który dla poszczególnych wariantów produkcji kształtuje się w wysokości: $W_1 - 0,78$; $W_2 - 0,82$; $W_3 - 0,83$; $W_4 - 1,38$; $W_5 - 0,38$; $W_6 - 1,07$; $W_7 - 1,45$. Wskazuje on, że produkcja, a w ślad za nią i nakłady na melioracje, są ekonomicznie efektywne ($E > 1$) w wariantach 4 (nawadnianie zalewowe), 6 i 7 (nawodnienia deszczowniane).

WNIOSKI

Dokonana w pracy analiza efektywności nawadniania ściekami, wodami czystymi i efektywności nawożenia pozwala na sformułowanie m.in. następujących wniosków:

1. Najbardziej technicznie i ekonomicznie efektywny okazał się wariant W_7 (system nawodnień ściekami za pomocą urządzeń deszczownianych w warunkach darni odnowionej). Całkowity plon osiągnął w tym wariantcie wysokość 13,58 t, przyrost całkowity - 11,98 t, przyrost pod wpływem nawożenia - 8,75 t, przyrost pod wpływem nawodnienia - 3,23 t siana z hektara. Wskaźnik ekonomicznej efektywności przy wyżce wartości produkcji w wysokości 19 766 zł i całkowitej wyżce kosztów produkcji w wysokości 13 643 zł/ha wyraża się liczbą $E = 1,45$.

2. Wysoce efektywny był również wariant W_4 (zalewowy system nawodnień wodą czystą, w warunkach darni odnowionej, przy poziomie nawożenia mineralnego w wysokości 200 kg NPK/ha). W tym wariantcie plon całkowity wyniósł 8,16 t, przyrost plonu ogółem - 6,71 t, przyrost pod wpływem nawożenia - 5,9 t siana z hektara, efektywność nawożenia - 29,5 kg siana na 1 kg NPK, efektywność nawodnienia - 0,15 kg siana na 10 m³ wody, wskaźnik $E = 1,38$.

3. Ekonomicznie efektywny okazał się też wariant W_6 (łąka o darni odnowionej nawadniania ściekami systemem deszczownianym o zróżnicowanych poziomach nawożenia mineralnego), w którym wskaźnik $E = 1,07$.

4. Pozostałe warianty produkcji były ekonomicznie nieefektywne i potwierdziły zasadę, że maksymalne efekty przynoszą czynniki plonotwórcze, stosowane kompleksowo.

LITERATURA

1. Cieśliński Z. i inni: Plonowanie łąk na glebach piaszczystych w warunkach nawadniania ściekami z zakładów płyt pilśniowych w Czarnej Wodzie. Wiadomości IMUZ t. XIII, Z. 3, 1978.
2. Cieśliński Z., Raszeja P.: Wpływ metod zagospodarowania łąk na wartość paszową siana przy nawadnianiu ściekami z zakładów płyt pilśniowych. Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. 236, 1982.
3. Koszty i opłacalność produkcji rolnej w Polsce. Dodatek do zeszytu ZER nr 5/1976.
4. Metodyka określania ekonomicznej efektywności inwestycji wodnych, melioracyjnych i zaopatrzenia wsi w wodę. Instrukcja branżowa. Min. Roln. oraz IMUZ, Warszawa 1976.
5. Wierzbicki J.: Wykorzystanie ścieków w rolnictwie i leśnictwie. PWRiL, Warszawa 1963.
6. Aktualizacja załączników do Metodyki określania ekonomicznej efektywności inwestycji wodnych, melioracyjnych i zaopatrzenia wsi w wodę. Instrukcja branżowa. Min. Roln. oraz IMUZ. Zeszyt 1, Warszawa 1979.

Ф. Варелис, З. Цеслинский

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРОШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ И ЧИСТОЙ ВОДОЙ, А ТАКЖЕ УДОБРЕНИЯ ЛУГОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ЛЕГКИХ ПОЧВАХ

Р е з ю м е

В разработке представлены результаты исследований эффективности орошения сточными водами из предприятия древесно-волоконистых плит и орошения чистой водой сенокосов, находящихся на легких почвах с песчаным и гравийным грунтом. Объект находится в бассейне реки Чарна Вода в Быдгоском воеводстве. При орошении применялась пойменная и дождевальная система. Исследовано также эффекты и эффективность минерального удобрения и компонентов NPK, содержащихся в минеральных удобрениях и сточных водах. В исследованиях выделено 7 инвестиционно-технологических вариантов, из которых наиболее эффективным оказался вариант с дождеванием сточными водами в условиях обновленной дернины. Числовая характеристика вариантов и документация результатов исследований отражены в 6-ти таблицах.

F. Warelis, Z. Cieśliński

THE EFFECTIVENESS OF IRRIGATION WITH WASTE AND PURE WATERS
AND THE FERTILIZATION OF GRASSLANDS SITUATED ON LIGHT SOILS

S u m m a r y

The paper presents the results of investigation of the effectiveness of irrigation using clear water and sewage water from a hard-board mill. Meadows on light soils with sandy and gritty bottom were irrigated. The irrigations were situated in the Czarna Woda river watershed in the Bydgoszcz district. Flooding and sprinkler irrigations were used. The sprinkler irrigations proved more effective. The effects and the effectiveness of mineral fertilization and of the NPK elements contained in the artificial fertilizers and the sewage water together are investigated. Seven variants of investment and technology are distinguished, of which the one with sprinkler irrigations using sewage water on renovated turf turned out to be the most effective. The numerical characteristics of those variants and the documentation of research results are contained in six tables.