

EFEKTY GOSPODARCZE NAWODNIEN ŚCIEKAMI

Józef Boćko

Instytut Melioracji Rolnych i Leśnych, AR Wrocław

Program żywnościowy w Polsce może być realizowany w oparciu o wzrost plonowania roślin. Praktycznie nie dysponujemy rezerwami powierzchni gleb, które można by dodatkowo włączyć do uprawy i tą drogą zwiększyć ogólną masę zbiorów płodów rolnych. Wręcz przeciwnie, wskutek rozbudowy miast, przemysłu i szlaków komunikacyjnych corocznie zmniejsza się powierzchnia użytków rolnych o 40-70 tys. ha [13]. Dalszy wzrost plonowania roślin w naszych warunkach będzie możliwy, gdy oprócz zwiększenia poziomu nawożenia, wprowadzenia wysokoplennych odmian roślin oraz stosowania odpowiednich zabiegów agrotechnicznych jednocześnie regulować się będą stosunki wodne w glebie odpowiednio do wymagań poszczególnych roślin w ich fazach rozwoju.

Mimo położenia naszego kraju w umiarkowanej strefie klimatycznej uprawy rolne coraz wyraźniej odczuwają niedobory wodne. Nawet w latach normalnych pod względem wysokości opadów wiele roślin w pewnych okresach ich rozwoju cierpi na niedostatek wody w glebie, a w latach posusznych dochodzi wręcz do załamania się plonowania. Nasilenie się susz glebowych - niezależnie od wysokości i rozkładu opadów - wynika także z podwyższonej transpiracji roślin, związanej ze zwiększoną produkcją biomasy, a także z ogólnego obniżania się poziomu wód gruntowych, wywołanego między innymi melioracjami odwadniającymi. Dlatego też dla uzyskania lepszych efektów produkcyjnych w rolnictwie należy równocześnie z odwodnieniem gleb stosować na szerszą skalę nawodnienia uzupełniające naturalne opady. Tą drogą, uniezależniając się od przebiegu pogody, zapewni się lepsze wykorzystanie składników nawozowych i zagwarantuje stabilność plonowania roślin na odpowiednio wysokim poziomie.

ŚCIEKI JAKO ŹRÓDŁO WODY DO NAWODNIEŃ

Woda w wyniku rosnącego zapotrzebowania przez przemysł i na cele bytowe ludności staje się coraz bardziej deficytowym surowcem. Równolegle z zużyciem wody przez wymienione działy gospodarki narodowej rośnie ilość produkowanych ścieków, które odprowadzane do wód powierzchniowych powodują ich zanieczyszczenie, pogarszając jeszcze bardziej zasoby wód czystych. W związku z tym rolnictwo nie otrzyma czystej wody do planowanych na szeroką skalę nawodnień. Do tego celu będą do dyspozycji praktycznie tylko wody zużyte. Już obecnie obiekty nawadniane, oparte na źródłach wód powierzchniowych, wskutek ich zanieczyszczenia w praktyce pobierają mniej lub bardziej rozcieńczone ścieki. Należy przy tym dodać, że do wód powierzchniowych w niektórych ściekach przemysłowych dostają się niekontrolowane ilości związków toksycznych, niebezpiecznych dla organizmów żywych. Szczególnie są groźne sole metali ciężkich, związki ulegające kumulacji w poszczególnych ogniwach ekosystemu - w glebie, w roślinach i w organizmach konsumentów. Dlatego też do zanieczyszczonych wód powierzchniowych należy podchodzić z większą ostrożnością niż do bardziej stężonych, ale znanych ścieków.

Do nawodnień rolniczych najbardziej nadają się ścieki bytowo-gospodarcze (miejskie), przemysłu rolno-spożywczego i gnojowica (tab. 1). W stanie surowym odznaczają się one dużą zawartością substancji organicznej i całego kompleksu wszystkich składników nawozowych, potrzebnych roślinom. Stąd można je określić wspólną nazwą ścieki organiczne żyzne. Nawodnienie tymi ściekami posiada nie tylko działanie nawilżające, ale również nawożące. Szczególnie cennym nawozem jest gnojowica, która nazywana jest także nawozem płynnym. Ogólna ilość wód zużytych, mieszczących się w grupie ścieków organicznych żyznych, wynosi obecnie około 2 mld m³ rocznie (tab. 1).

Następną grupą wód odpadowych, która ewentualnie może być brana pod uwagę przy planowanych nawodnieniach, są ścieki organiczne o wysokim BZT, ale o znikomej wartości nawozowej. Do grupy tej wchodzi np. ścieki z fabryk płyt pilśniowych, papieru, itp. [4]. Mogą one być użyte do nawodnień przy zmieszaniu z żyznymi ściekami lub przy równoczesnym zastosowaniu odpowiednio wysokiego nawożenia mineralnego.

Do nawodnień mogą być kierowane również wody z elektrowni ciepłych, które z racji podwyższonej temperatury nie powinny być odprowa-

T a b e l a 1

Objętość ścieków żyznych i zawartość w nich
głównych składników nawozowych

Rodzaj ścieków	Objętość mld m ³ /rok	Stężenie g/m ³			
		PoZT g	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		ładunek ton/rok			
Miejskie	2000	$\frac{300}{600000}$	$\frac{50}{100000}$	$\frac{15}{30000}$	$\frac{45}{90000}$
Cukrownicze	50	$\frac{1200}{60000}$	$\frac{80}{4000}$	$\frac{25}{1250}$	$\frac{120}{6000}$
Browarnicze	20	$\frac{550}{11000}$	$\frac{37}{740}$	$\frac{21}{420}$	$\frac{65}{1300}$
Krochmalnicze	26	$\frac{2200}{57200}$	$\frac{250}{6500}$	$\frac{75}{1950}$	$\frac{375}{9750}$
Gorzelniczo- -drożdżownicze	5	$\frac{12000}{60000}$	$\frac{600}{3000}$	$\frac{50}{250}$	$\frac{1500}{7500}$
Roszarńice	6	$\frac{1200}{7200}$	$\frac{50}{300}$	$\frac{60}{360}$	$\frac{400}{2400}$
Gnojowica [*]					
z obór bydła mlecznego	4,7	$\frac{12000}{56400}$	$\frac{4000}{18800}$	$\frac{1800}{8460}$	$\frac{4500}{21150}$
bukaciarni	6,0	$\frac{15000}{90000}$	$\frac{4500}{27000}$	$\frac{2000}{12000}$	$\frac{5000}{30000}$
tuczarni świń	13,7	$\frac{15000}{205500}$	$\frac{3500}{47950}$	$\frac{2000}{27400}$	$\frac{2000}{27400}$
Razem	2131,4	$\frac{1147300}{-}$	$\frac{208290}{-}$	$\frac{82090}{-}$	$\frac{195500}{-}$

* Objętość gnojowicy określono na podstawie prognozy rozwoju bez-
ściołowych ferm zwierzęcych do 1980 r. W fermach przemysłowych ilość
stanowisk wyniesie: krów mlecznych 237 000, bukatów 398 000, tuczni-
ków świń 1 371 000.

dzane do wód powierzchniowych. Natomiast dużą ostrożność należy zacho-
wać w stosunku do ścieków przemysłu chemicznego i pokrewnych kierunków
produkcji, w których z reguły znajdują się związki trujące. Powinny
być one likwidowane w obrębie samych zakładów produkcyjnych. Tylko

ścieki całkowicie pozbawione związków trujących, ulegających kumulacji w środowisku glebowym, mogą być użyte do nawodnień. Także wody dołowe z odwadniania kopalń o dużym stężeniu soli nie nadają się bezpośrednio do nawodnień, szczególnie gleb ciężkich.

Ogólna objętość wszystkich wód zużytych w Polsce sięga obecnie 15 mld m³ rocznie, a według prognoz w roku 2000 zostanie podwojona. Gdyby przyjąć, że analogicznie jak na Dolnym Śląsku do nawodnień nadawać się będzie około 70% wszystkich produkowanych ścieków [4], to rolnictwo już obecnie mogłoby teoretycznie otrzymać 10 mld m³, a pod koniec obecnego stulecia około 20 mld m³ wód zużytych rocznie. Jeśli założymy średnio roczne obciążenie ściekami w wysokości 500 mm, tj. 5000 m³/ha, to istnieje potencjalna możliwość nawodnienia użytymi wodami około 2 mln ha, a w perspektywie roku 2000 - 4 mln ha użytków rolnych, czyli znacznie więcej niż przewidują najśmielsze plany nawodnień w Polsce.

WARTOŚĆ NAWOZOWA ŚCIEKÓW

Nawadnianie ściekami, szczególnie żyznymi, oprócz wody dostarcza do gleby odpowiednią ilość składników pokarmowych. Wartość nawozowa ścieków uzależniona jest głównie od ich pochodzenia. Nawet w obrębie grupy ścieków tzw. żyznych ilość poszczególnych składników pokarmowych waha się od kilkunastu do kilkudziesięciu g/m³ (tab. 1). W porównaniu ze ściekami miejskimi ścieki produkowane przez poszczególne rodzaje przemysłu rolno-spożywczego w większości są bogatsze w składniki nawozowe.

W niektórych ściekach przemysłowych występują znaczne dysproporcje we wzajemnym stosunku głównych składników. Na przykład w ściekach roszarniczych i z gorzelni melasowych znajduje się duży nadmiar potasu w stosunku do azotu i fosforu. Odnosi się to częściowo również do ścieków krochmalniczych i cukrowniczych (tab. 1). Skład chemiczny poszczególnych rodzajów ścieków rzutuje na wysokość dawek ścieków i dobór roślin na obiektach nawadnianych.

Najbardziej cennym nawozem ze wszystkich ścieków jest gnojowica. W stanie nie rozcieńczonym jest ona około 100 razy zasobniejsza w główne składniki pokarmowe roślin w porównaniu ze ściekami komunalnymi.

Rolnicze wykorzystanie ścieków może znacząco poprawić bilans nawozowy użytków rolnych. W grupie ścieków najbardziej przydatnych do

rolniczej utylizacji znajduje się około 0,5 mln ton trzech głównych składników nawozowych (tab. 1). Stanowi to kilkanaście procent NPK zużywanych w postaci nawozów mineralnych w Polsce: azot - 17%, fosfor - 7%, potas - 13% [13]. Według aktualnych cen sprzedaży nawozów mineralnych wartość rynkowa tych składników wynosi około 3 mld zł rocznie. Do tego należy doliczyć jeszcze wartość całego zestawu mikroelementów, jak również substancji organicznej, która jest cenna, szczególnie przy rolniczym wykorzystaniu ścieków na glebach lekkich.

Dzięki kompleksowemu działaniu nawodnień ściekami uzyskuje się efekty produkcyjne z reguły wyższe niż przy nawożeniu mineralnym. Najbardziej wdzięczne za nawodnienie ściekami są rośliny pastewne, a przede wszystkim łąki, zapewniające 4-5 pokosów o łącznym plonie suchej masy 10 t i więcej na ha [6, 7]. Doświadczenia wykazały, że przy ścisłym dostosowaniu terminów nawodnień do dynamiki wzrostu roślin i przebiegu pogody uzyskać można w ciągu sezonu wegetacyjnego plony traw do 20 t s.m./ha o zawartości białka ogólnego około 25% [7]. W przypadku ścieków stężonych (np. z gorzelnii melasowych), a przede wszystkim gnojowicy nie rozcieńczonej, stosunkowo najlepsze efekty produkcyjne uzyskuje się przez wykorzystanie tych ścieków pod rośliny pastewne w uprawie polowej (np. kukurydza pastewna).

Wysokie przyrosty plonów w wyniku nawodnień ściekami zapewniają gleby lekkie, z natury swej ubogie. Na glebach tych szczególną rolę odgrywa substancja organiczna, wprowadzana ze ściekami do gleby. Przyczynia się ona nie tylko do zwiększenia pojemności wodnej gleby, ale poprzez mineralizację zwiększa produkcję CO_2 , który dyfundując z gleby do strefy nadziemnej poprawia warunki asymilacji roślin.

MODEL WIELKOSYSTEMOWY NAWODNIENIA ŚCIEKAMI

Istnieje szereg przyczyn hamujących dalszy rozwój nawodnień ściekami, wśród których należy wymienić:

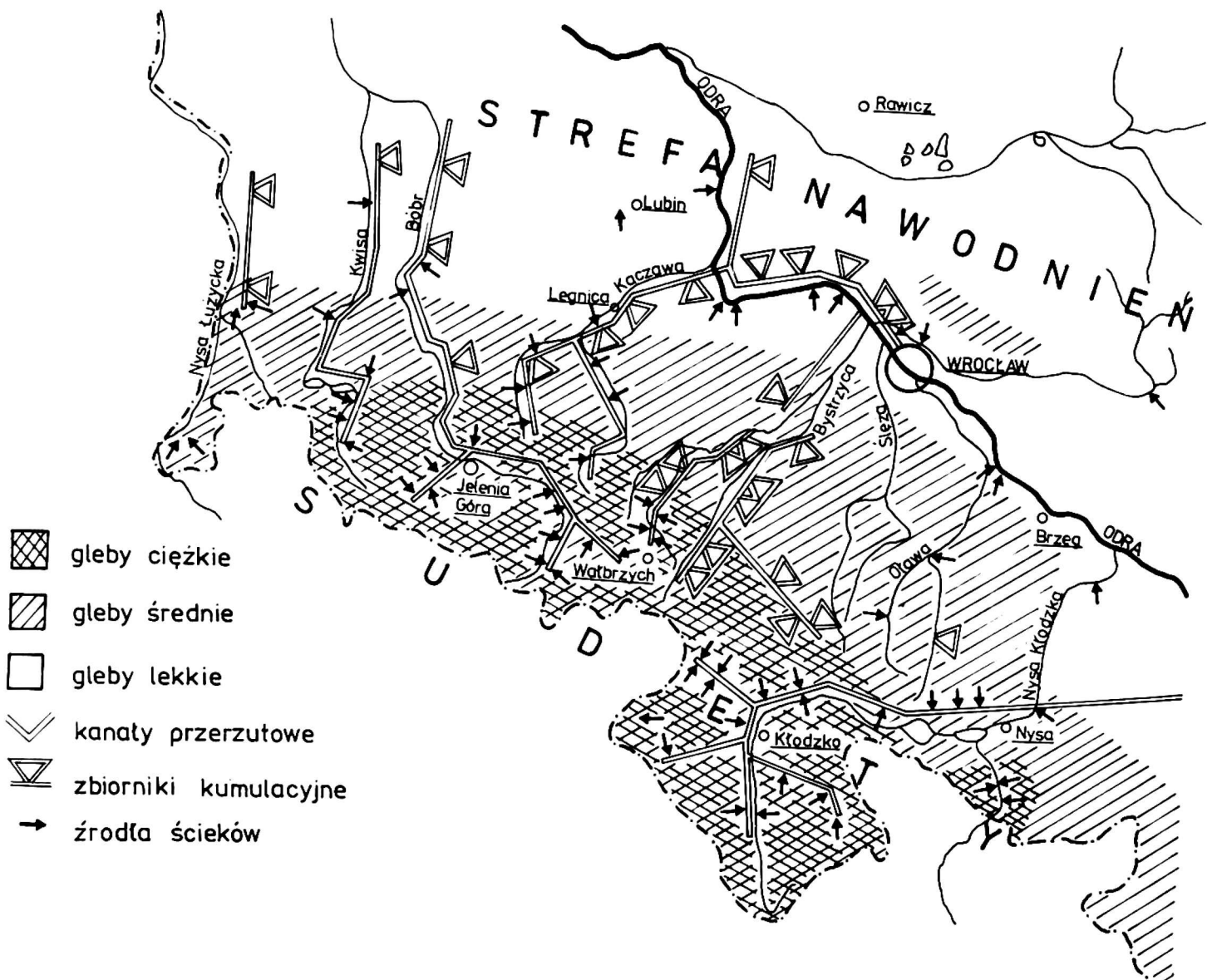
a) w pobliżu głównych źródeł powstawania ścieków, to jest dużych aglomeracji miejskich i okręgów przemysłowych, brak wystarczającej wielkości terenów nadających się do rolniczego wykorzystania wód zużytych,

b) w pewnych okresach, np. zimą lub w czasie długotrwałych deszczów, rolnictwo jest mało zainteresowane odbiorem ścieków,

c) pomiędzy producentami ścieków i ich potencjalnymi odbiorcami nie ma synchronizacji w sferze planowania, a w szczególności finanso-

wania wielozadaniowych inwestycji, jakimi są obiekty nawadniane ściekami [1, 2].

Dla pokonania wymienionych trudności w realizacji pełnego rolniczego wykorzystania ścieków i zaspokojenia potrzeb wodnych wszystkich użytkowników wód proponujemy wprowadzenie modelu gospodarki wodnej, który pozwoliłby na wielokrotne użytkowanie wody w jej obiegu kołowym. Realizacja tego postulatu jest możliwa w oparciu o systemy wodno-ściekowe, obejmujące całe zlewnie. Rozwiązanie takie opracowaliśmy w postaci koncepcji dla Dolnego Śląska (rys. 1). Polega ona na połączeniu ścieków w południowej, silnie zurbanizowanej części tego regionu i przetransportowaniu ich kanałami lateralnymi do północnej części oraz wykorzystaniu ich tam do nawodnień [4].



Rys. 1. Model wielkoobszarowego nawodnienia ściekami na Dolnym Śląsku (koncepcja)

Pełna realizacja wspomnianej koncepcji pozwoliłaby zaspokoić potrzeby wodne wszystkich użytkowników wód w całym regionie dolnośląskim, a w szczególności:

1. Radykalną ochronę wód w rejonie Sudetów. To z kolei pozwoli na zabudowę zbiornikową górnych części rzek Dolnego Śląska bez obawy eutrofizacji wód w zbiornikach. Tym sposobem uzyska się poprawę bilansu wód czystych dla zaopatrzenia ludności i przemysłu. Należy zaznaczyć, że bezpośrednio w rejonie podsudeckim nie ma dogodnych warunków dla rolniczego wykorzystania ścieków ze względu na zwiąże gleby, konfigurację terenu i względnie wysokie opady.

2. Uzyska się źródła wody żyznej do nawodnień w rejonach najbardziej deficytowych.

3. Dzięki łączeniu ścieków różnego pochodzenia będą mogły być rolniczo wykorzystane również ścieki o mniejszej wartości melioracyjnej, z wyjątkiem zawierających związki toksyczne, ulegające kumulacji w glebie.

4. Gromadzenie ścieków w zbiornikach magazynujących umożliwi wykorzystanie ich do nawodnień w terminach najbardziej korzystnych dla rolnictwa, co pozwoli na uzyskanie lepszych efektów, zarówno w dokładności oczyszczania ścieków w glebie, jak i w postaci zwyczajki w płonach.

Poza wymienionymi korzyściami gospodarczymi przedstawiony model gospodarki wodno-ściekowej, obejmujący całe zlewnie, pozwoliłby na realizację Konwencji Helsińskiej w sprawie ochrony Bałtyku przed zanieczyszczeniem, której Polska jest sygnatariuszem.

PODSTAWY FINANSOWANIA NAWODNIEŃ ŚCIEKAMI

Rolnicze wykorzystanie ścieków jest przedsięwzięciem o wielozadaniowym przeznaczeniu, co powinno znaleźć także odbicie w sposobie finansowania tych inwestycji. W kosztach budowy i eksploatacji obiektów nawadnianych powinien uczestniczyć nie tylko odbiorca ścieków, ale również ich producent. W rachunku ekonomicznym, uzasadniającym celowość budowy obiektów rolniczego wykorzystania ścieków, powinny być uwzględnione wszystkie korzyści, w tym również trudno wymierne wartości ogólnospołecznego charakteru.

K o r z y ś c i r o l n i c z e. Określa się je najczęściej na podstawie wartości zwyczajki plonów roślin, uzyskanej w wyniku nawodnień ściekami, i podaje w zł/m³ ścieków lub w zł/ha obiektu nawadnianego. Istnieją jednakże określone trudności w ustaleniu rzeczywistych wartości plodów rolnych. Przy sprzedaży produktów rolniczych w kwocie według cen skupu rolnik otrzymuje tylko część rzeczywistej ich war-

tości. Resztę państwo rekompensuje przy pomocy dotacji w środkach inwestycyjnych, w przyznawaniu emerytur rolnikom i wielu innych świadczeń społecznych. Dlatego też w projekcie instrukcji w zakresie obliczania efektywności inwestycji melioracyjnych zalecono w 1975 r. przyjmowanie cen kalkulacyjnych o 50% wyższych od cen skupu, czyli zastosowanie wskaźnika 1,5. W wyniku podniesienia cen skupu w następnym roku wskaźnik ten obniżono do 1,3 [10].

W przypadku inwestycji rolniczego wykorzystania ścieków w pozycji korzyści rolniczych, oprócz wartości zwiększonych plonów roślin, należy uwzględnić trwałe polepszanie się właściwości gleb. Za pomocą wieloletniego nawodnienia żyznymi ściekami organicznymi można np. nieużytki piaszczyste zamienić na urodzajne gleby uprawne i tą drogą powiększyć ogólny areał gleb produkcyjnych w naszym kraju.

K o r z y ś c i p o z a r o l n i c z e. Prawidłowo eksploatowane obiekty nawadniane ściekami, oprócz wysoko wydajnego warsztatu produkcji rolniczej, spełniają funkcję dokładnej oczyszczalni ścieków. W odróżnieniu od sztucznych oczyszczalni biologicznych, których praca polega zasadniczo tylko na mineralizacji ścieków, w przypadku oczyszczania ścieków w środowisku glebowym, oprócz znacznie wyższej redukcji BZT, uzyskuje się również redukcję biogenów. Trzeci stopień oczyszczania ścieków w glebach użytkowanych rolniczo jest możliwy dzięki sorpcji biologicznej składników pokarmowych przez rośliny uprawne. Przy stosowaniu umiarkowanych dawek ścieków ogólne wykorzystanie ich siły nawozowej z reguły przekracza 80% [1, 6, 8].

Przyjmowanie ścieków przez rolnictwo pozwoli zaoszczędzić na budowie oczyszczalni sztucznych. Tylko w odniesieniu do ścieków komunalnych oczyszczanych osadem czynnym, gdzie koszt inwestycyjny w przeliczeniu na redukcję 1 kg BZT₅ waha się w granicach 40-80 zł [9] przy ładunku BZT₅ 600 000 ton/rok (tab. 1), na budowę oczyszczalni sztucznych należałoby wyłożyć kwotę sięgającą 50 mld zł. Znacznie trudniejsze do oczyszczania na oczyszczalniach sztucznych są ścieki organiczne produkowane przez przemysł. Biorąc pod uwagę ilość i stężenie odprowadzanych ścieków w Polsce, na budowę sztucznych oczyszczalni biologicznych należałoby wyłożyć już obecnie setki mld zł. Również koszt eksploatacji oczyszczalni sztucznych jest bardzo wysoki. W ściekach stosunkowo łatwych do oczyszczania, do których należą ścieki komunalne, koszt redukcji 1 kg BZT₅ waha się w granicach 4-9 zł, a w trudnych do oczyszczania sięga 24 zł [5, 9, 12]. Przyjmując średnią wartość ważoną 10 zł za redukcję 1 kg BZT₅, tylko w odniesieniu do ścieków wymienionych w tabeli 1 koszt eksploatacji oczyszczal-

ni przekroczyłby 10 mld zł rocznie, a przy uwzględnieniu pozostałych ścieków organicznych koszt ten wzrósłby do kilkadziesiątu mld zł rocznie. Przy tym należy podkreślić, że w ten sposób uzyskano by tylko drugi stopień oczyszczania ścieków, a nie zapewniono by w nich redukcji ładunku składników biogenych.

Dużych nakładów również wymaga budowa i eksploatacja obiektów nawadnianych ściekami. Jednakże rolnicza utylizacja ścieków zapewnia znacznie dokładniejsze ich oczyszczanie w środowisku glebowym i przynosi dodatkowe korzyści w postaci zwiększonych plonów roślin. Dlatego też przy podejmowaniu decyzji wyboru metody unieszkodliwiania ścieków należy uwzględniać wszystkie elementy rachunku ekonomicznego, posiadającego związek z użytkowaniem wody w danym regionie przez wszystkie działy gospodarki narodowej.

Wskaźniki kosztów oczyszczania ścieków w uproszczeniu można przedstawić w następującej postaci:

a) dla oczyszczalni sztucznej:

$$E_s = \frac{I + Iqn + Nn + Rn + Sn}{Vn} \text{ zł/m}^3$$

b) dla obiektów nawadnianych:

$$E_r = \frac{I + Iqn + kn + Rn - (P-p)n}{Vn} \text{ zł/m}^3$$

gdzie

I - nakłady inwestycyjne,

q - oprocentowanie nakładów inwestycyjnych,

K - roczne koszty eksploatacji urządzeń,

R - średnie roczne koszty remontów urządzeń,

S - straty gospodarcze w wyniku odprowadzania niedostatecznie oczyszczonych ścieków do odbiornika,

P - wartość roczna przyrostu produkcji rolniczej,

p - zwiększone roczne koszty rolnicze w wyniku intensyfikacji produkcji rolniczej,

V - roczna objętość ścieków w m³,

n - okres eksploatacji inwestycji (lat).

Z przedstawionych wzorów wynika, że nawet w przypadku, gdy ogólne koszty inwestycyjne i eksploatacyjne rolniczego wykorzystania ścieków są wyższe od budowy sztucznej oczyszczalni, nie oznacza to jeszcze, że z ogólnospołecznego punktu widzenia oczyszczanie ścieków w środowisku

glebowym jest mniej korzystne niż unieszkodliwienie ich na sztucznych oczyszczalniach biologicznych. Bowiem w przypadku nawodnień rolniczych inwestycja daje bezpośrednio korzyści w postaci zwiększonych plonów roślin. Przy analizie kosztów oczyszczania ścieków na sztucznej oczyszczalni wprowadzono element S, który należy uwzględnić w przypadku, gdy odpływające z oczyszczalni ścieki ze względu na niedoskonałość jej pracy pogarszają jakość wód odbiornika w stopniu utrudniającym korzystanie z nich przez innych użytkowników (np. dla zaopatrzenia ludności i przemysłu). W alternatywie rolniczego wykorzystania ścieków należy uwzględnić wszystkie nakłady związane z tym przedsięwzięciem, a więc doprowadzenie ścieków na pola, ich magazynowanie w zbiornikach, a także wstępne uzdatnianie, jeśli takie jest konieczne przed rolniczym ich wykorzystaniem. Jeśli przy uwzględnieniu podanych elementów rachunku ekonomicznego jednostkowy koszt społeczny oczyszczania ścieków na obiektach rolniczych jest niższy od ich neutralizacji na oczyszczalni sztucznej, powinno się realizować alternatywę rolniczego wykorzystania ścieków.

P o d z i a ł k o s z t ó w. W inwestycjach wielozadaniowych, jakimi są obiekty nawadniane ściekami, powinni uczestniczyć producenci i użytkownicy ścieków proporcjonalnie do uzyskiwanych korzyści. W najbardziej korzystnych warunkach terenowych dla rolnictwa wskaźnik oczyszczania ścieków na obiektach nawadnianych E_r posiada wartość ujemną, tzn. że gdyby rolnictwo nawet pokryło wszystkie koszty związane z tym przedsięwzięciem, to wartość przyrostu produkcji rolnictwa zrekompensowałaby z nadwyżką poniesione nakłady. Nie oznacza to jednak, aby rolnictwo pokrywało wszystkie koszty.

Wychodząc z założenia, że każdy producent ścieków ustawowo jest zobowiązany do ich unieszkodliwienia, powinien on brać udział w kosztach niezależnie od przyjętej metody oczyszczania. W przypadku, gdy bez uwzględnienia wartości plonów wskaźnik E_r będzie niższy od E_s , producent ścieków uzyska i tak korzyści, ponieważ mniejszym kosztem pozbędzie się ścieków. W obecnych warunkach najczęściej sytuacja jest następująca: wskaźnik E_r jest niższy od wskaźnika E_s , ale posiada wartość dodatnią. Oznacza to, że oczyszczanie ścieków w środowisku glebowym w połączeniu z rolniczym ich wykorzystaniem jest inwestycją ze społecznego punktu widzenia bardziej uzasadnioną, niż oczyszczanie tych ścieków na oczyszczalni sztucznej. Jednak nie jest opłacalna, gdy uwzględnimy tylko wyłącznie korzyści rolnicze. W tym przypadku producent ścieków powinien uczestniczyć w ogólnych kosztach inwestycji do wysokości nakładów nie wyższych, jakie byłyby konieczne dla

budowy oczyszczalni sztucznej o parametrach oczyszczania wymaganych dla konkretnego odbiornika ścieków.

Przedłożony rachunek ekonomiczny opłacalności rolniczego wykorzystania ścieków jest znacznie uproszczony. W przedstawionej postaci może być bezpośrednio wykorzystany dla przypadków prostych, np. dla analizy ekonomicznej wyboru metody unieszkodliwienia ścieków pochodzących od pojedynczych producentów (zakładów). Wobec potrzeby ochrony wód w całych zlewniach problem ten wymaga kompleksowego rozwiązania. Do tego zmierza przedstawiony wielkosystemowy model nawodnień ściekami. Dochodzą tam dodatkowo elementy rachunku ekonomicznego, zarówno po stronie kosztów jak i korzyści, głównie ogólnospołecznych.

PODSUMOWANIE I WNIOŚKI

Potrzeba intensyfikacji produkcji żywności wymaga stosowania na coraz szerszą skalę nawodnień użytków rolnych. Wobec kurczących się zasobów wód czystych rolnictwo może otrzymać do swojej dyspozycji wyłącznie wody zużyte (zanieczyszczone). Realizacja pełnego programu nawodnień ściekami jest w pełni możliwa w oparciu o wielkoobszarowe systemy. Tą drogą będzie można wykorzystać prawie wszystkie ścieki, z wyjątkiem ścieków zawierających związki trujące, ulegające kumulacji w glebie. Przedstawiony na przykładzie Dolnego Śląska model gospodarki wodno-ściekowej pozwoliłby na uzyskanie następujących korzyści gospodarczych:

1. Z produkowanych obecnie około 15 mld m³ ścieków do nawodnień można by skierować około 10 mld m³, którymi można by nawodnić ponad 2 mln ha użytków rolnych.

2. Siła nawozowa ścieków przy uwzględnieniu tylko najbardziej żywnych stanowi około 0,5 mln ton NPK w czystym składniku o wartości, w przeliczeniu na nawozy mineralne, ponad 3 mld zł.

3. Oczyszczanie ścieków w środowisku glebowym pozwala na powtórne wykorzystanie wody do celów produkcyjnych, tj. zastosowanie obiegów zamkniętych.

4. Rolnicze wykorzystanie ścieków w wielkoobszarowych systemach zapewniłoby pełną ochronę wód powierzchniowych przed zanieczyszczeniem z korzyścią dla wielu innych użytkowników tych wód.

5. Ze względu na to, że obiekty rolnicze nawadniane ściekami przyjmują funkcję dokładnej oczyszczalni ścieków, w kosztach budowy tych

obiektów powinni również uczestniczyć producenci ścieków, tj. zakłady przemysłowe i gospodarka komunalna, w wysokości proporcjonalnej do uzyskiwanych korzyści.

LITERATURA

1. Boćko J.: Pola nawadniane jako oczyszczalnie ścieków. Gosp. Wod. 8/9, 1970.
2. Boćko J.: Zasada finansowania oczyszczania ścieków krochmalniczych w warunkach glebowych. Branż. Ośr. Inf. Techn. i Ekon. Przem. Ziem. Poznań 1972.
3. Boćko J.: W sprawie radykalnej ochrony wód w Sudetach. Gosp. Wodn. 7, 1979.
4. Boćko J.: Ogólna koncepcja nawodnień ściekami na Dolnym Śląsku. Perspektywy Gospodarki Wodnej w Rolnictwie na Dolnym Śląsku. Konf. nauk. PAN, Wrocław 1977.
5. Ilnicki P.: Rachunek ekonomiczny utylizacji ścieków miejskich i przemysłu rolno-spożywczego. Bibl. Wiad. IMUZ nr 62, 1979.
6. Kurhański M.: Meliorowanie użytków zielonych za pomocą nawodnienia ściekami roszarnicznymi. Pr. IPWZ. rocz. 16, 1969.
7. Kutera J.: Wykorzystanie ścieków w Rolnictwie PWRL, 1978.
8. Kutera J.: Aktualny stan rozwiązania problemu gnojowicy z ferm przemysłowych w Polsce. Konf. nauk. techn. Geoprojekt Oddz. we Wrocławiu, 1979.
9. Lewandowska Z.: Problemy oceny ekonomicznej efektywności podstawowych inwestycji wodnych. Biol. Wiad. IMUZ nr 62, 1979.
10. Łojewski S.: Metoda określania ekonomicznej efektywności inwestycji melioracyjnych w Polsce - założenia teoretyczne i kierunki badań. Biol. Wiad. IMUZ nr 62, 1979.
11. Mazur T., Maćkowiak Cz.: Nawożenie Gnojowicą. PWRL, 1978.
12. Symonowicz A.: Ekonomiczne Aspekty Gospodarowania Zasobami Wodnymi w Systemach Wodno-Gospodarczych. SGPiS 1976.
13. Rocznik statystyczny 1978.

Ю. Боцько

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ОРОШЕНИЯ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

Р е з ю м е

Дальнейший рост сельскохозяйственного производства и обеспечение стабильности урожая требует применения в широком масштабе орошения. Ввиду скудных ресурсов воды в Польше и растущей потребности в воде, которую проявляют другие отрасли народного хозяйства

(коммунальное хозяйство, промышленность), для орошения сельскохозяйственных культур направляться будут практически только сточные воды. В настоящее время в Польше производится около 15 млрд м³ сточных вод, в том числе около 2 млрд м³ составляют сточные воды богаты питательными веществами (городские, пищевой промышленности и навозная жижа). Эти сточные воды содержат все необходимые для растений питательные компоненты, в том около 500 тыс. тонн NPK.

Рациональное сельскохозяйственное использование всех сточных вод в Польше является возможным при применении систем крупных пространств, в которых предусматривается переброс сточных вод к наиболее нуждающимся в орошении сельскохозяйственным районам. К этим системам орошения могут быть также включены сточные воды обладающие низкой мелиоративной ценностью, например, с фабрик целлюлозы, древесно-волоконистых плит и т.д. Предлагаемые решения дают возможность провести полностью очистку сточных вод в почве и радикально предохраняют пресные воды от загрязнений. Для орошения не могут применяться сточные воды содержащие ядовитые вещества, подвергающиеся в почве кумуляции.

Учитывая то, что капитальные вложения в орошение сточными водами имеют многосторонние задачи, их должны финансировать все отрасли народного хозяйства соответственно получаемым экономическим эффектам.

J. Woćko

ECONOMIC EFFECTS OF SEWAGE IRRIGATION

S u m m a r y

Further increase of agricultural production, as well as securing the stability of crops, calls for large-scale agricultural irrigations. In the face of poor water resources in Poland and increasing requirement for water by other branches of national economy (communal economy, industry), the demand of agriculture for irrigation can be practically satisfied with sewage only. The present annual production of waste waters in Poland reaches up to 15 milliard m³, about 2 milliard

m³ of which being fertile sewage (communal, agricultural-food industry and liquid manure). The sewage contains all nutrients necessary to plants, including about 500 thousand tons of NPK.

Reasonable agricultural utilization of all the sewage in Poland can be realized based upon large-area systems, where waste waters would be transported to agricultural regions suffering most from water deficit. These irrigation systems would include the sewage of less betterment value, e.g. from cellulose, hardboard and similar plants. The proposed solution would also enable a thorough purification of the sewage in the soil, resulting in serious protection of the surface waters against pollution. Merely sewage containing toxic compounds that get accumulated in the soil should not be used for irrigation.

The sewage irrigation systems being designed for multi-role purposes, they should be sponsored by all the branches of national economy in proportion to expected economic effects.