

Adam MAŁECKI*

WSTĘPNE BADANIA WPLYWU ROLNICTWA NA JAKOŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH ZLEWNI OBRZYCY

Streszczenie

Obrzyca stanowi zlewnię wodociagową i główne źródło wody do picia dla Zielonej Góry, co stwarza jednocześnie konieczność ochrony zasobów wodnych tej zlewni przed zanieczyszczeniem i procesami eutrofizacji. W tym celu dokonano inwentaryzacji i opisu stanu rolnictwa na tym obszarze a następnie skoncentrowano się na szczegółowych badaniach różnych ognisk rolniczych źródeł zanieczyszczeń. Zebrane dane określają jakość i ilość biogenów wnoszonych do wód powierzchniowych zlewni Obrzycy w wyniku jej rolniczego użytkowania.

1. WSTĘP

Nieracjonalna produkcja rolnicza często prowadzi do naruszenia równowagi środowiska naturalnego. Zwłaszcza produkcja rolna, dominująca w obszarze zlewni Obrzycy prowadzi do przyspieszenia zmian jego struktury ekologicznej. Straty z tego tytułu w dłuższym okresie czasu są wielokrotnie większe od doraźnych korzyści. Podobne skutki wywołuje konsumpcja. Poziom i struktura konsumpcji ma dwa różne aspekty: wyżywienie ludności oraz odprowadzenie i zagospodarowanie odpadów poprodukcyjnych i pokonsumpcyjnych. Zmiany jakie się dokonują nie pozostają bez znaczenia na jakość środowiska i zdrowie człowieka. Dlatego też wybór zagospodarowania na obszarze zlewni nie może pominąć roli środowiska naturalnego jako czynnika ograniczającego kierunek i tempo dalszego rozwoju. Okazuje się, że w ten sposób można w rolnictwie zwiększać zakres i stopień obiegu zamkniętego, np. dodatkowo chronić środowisko i zmniejszać koszty utylizacji odpadów. Wzrost gospodarczy nie zagrażający środowisku i jakości życia człowieka zależy w poważnym stopniu od stanu infrastruktury technicznej. Zwłaszcza od tej jej części, która służy kształtowaniu i ochronie środowiska. Mają one charakter analogiczny do pozostałych elementów majątku trwałego, tzn. infrastruktury gospodarczej w obrębie zlewni. Trudno sobie wyobrazić dalszy rozwój gospodarczy w drodze uprzemysłowienia bez

* dr Adam Małecki - Zakład Odnowy Środowiska, Politechnika Zielonogórska

równoczesnego instalowania urządzeń odpylających, oczyszczalni ścieków, utylizacji odpadów, regulacji stosunków wodnych, zaopatrzenia w czystą wodę, urządzeń służących utrzymaniu czystości terenów osiedlowych, utrzymaniu klimatu, tłumiących hałas, zapobiegających erozji i stepowieniu, itp. Przyszłością jest idea gospodarki restoratywnej, łącząca ekologię i gospodarkę w jednym zrównoważonym dziele produkcji i dystrybucji, naśladowująca i wspierająca procesy przyrody. Gospodarstwo rolne funkcjonować będzie tym lepiej im bardziej będzie przypominać naturalne ekosystemy z cyklicznym, zamkniętym obiegiem materii i energii, pozbawionym skutków w postaci trwałej degradacji środowiska. Wówczas ochrona środowiska przestanie być działalnością społeczną. Przedmiotem niniejszych badań jest rozpoznanie relacji jakie zachodzą w ekosystemie zlewni Obrzycy użytkowanej rolniczo. Rozpoznanie tych relacji w kategoriach jakościowych i ilościowych odzwierciedli wpływ rolnictwa na jakość wód zlewni, będącej źródłem wody do picia dla Zielonej Góry. W Zakładzie Odnowy Środowiska przy Politechnice Zielonogórskiej postawiono tezę, że sposób rolniczego wykorzystania zlewni determinuje jej strukturę krajobrazową, ponieważ ingerencja techniki ma tendencje wzrostową a już na tym poziomie przekroczyła dopuszczalne granice zmian w naturalnym środowisku, co doprowadziło do zachwiania równowagi w ekosystemie zlewni i obecnego stanu jakości jej wód.

2. ZAKRES I METODYKA BADAŃ

W niniejszym opracowaniu posłużono się różnymi materiałami, zbieranymi dla celów tego opracowania publikowanymi do grudnia 1997 roku oraz danymi: akta prawne i opracowania: Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska, Zakładu Wodociągów i Kanalizacji w Zielonej Górze, Politechniki Zielonogórskiej oraz badaniami własnymi autora. Celem podjętych badań było wykrycie przyrodniczych zagrożeń rolniczego użytkowania zlewni. Należy nadmienić, że wcześniej w obrębie zlewni podobnych badań nie prowadzono. Dlatego też posłużono się głównie materiałami statystycznymi spisów rolnych z 1988 i 1996 r. oraz publikacjami z tego zakresu innych autorów. Przeanalizowano strukturę użytków rolnych, produkcję roślinną i zwierzęcą oraz sieć osadniczą. Policzone roczną produkcję ścieków i odpadów rolniczych, ich ładunek BZT₅, a także wartość nawozową. Za podstawę metody badań przyjęto rozpatrywanie zjawisk od ogółu do szczegółu. Analizę stanu zagospodarowania rolniczego oraz czynników, które wpłynęły na jego ukształtowanie dokonano metodą retrospekcji w oparciu o informacje źródłowe. Z metodycznego punktu widzenia, najważniejszą kwestią jest szczegółowe określenie uwarunkowań funkcjonowania ekosystemu zlewni Obrzycy oraz jej struktury wewnętrznej. Wymienione uwarunkowania obejmują: położenie geograficzne, geologię, rzeźbę, klimat oraz ogólnie pojętą działalność rolniczą. Są to zagadnienia, które autor opracował w innych publikacjach a które stanowią podstawę do dalszych badań nad jakością wód zlewni Obrzycy. Ilość ścieków bytowo-gospodarczych obliczono na podstawie norm zużycia wody, natomiast średnie wskaźniki ilości ścieków w produkcji zwierzęcej obliczono metodą średniej ważonej w oparciu o normy zawarte w tablicach pomocniczych do ćwiczeń z ekonomiki i organizacji gospodarstw rolnych. Roczne straty składników pokarmowych oraz pobieranych przez rośliny opracowano na

podstawie publikacji innych autorów.

3. MATERIAŁ BADAWCZY

Zlewnia Obrzycy usytuowana jest w środkowo-zachodniej części Polski, głównie na obszarze województwa Zielonogórskiego i fragmentami w województwie Leszczyńskim gdzie ma swój początek oraz województwo Gorzowskie. Rysunek 1 ilustruje mapę hydrograficzną zlewni Obrzycy.

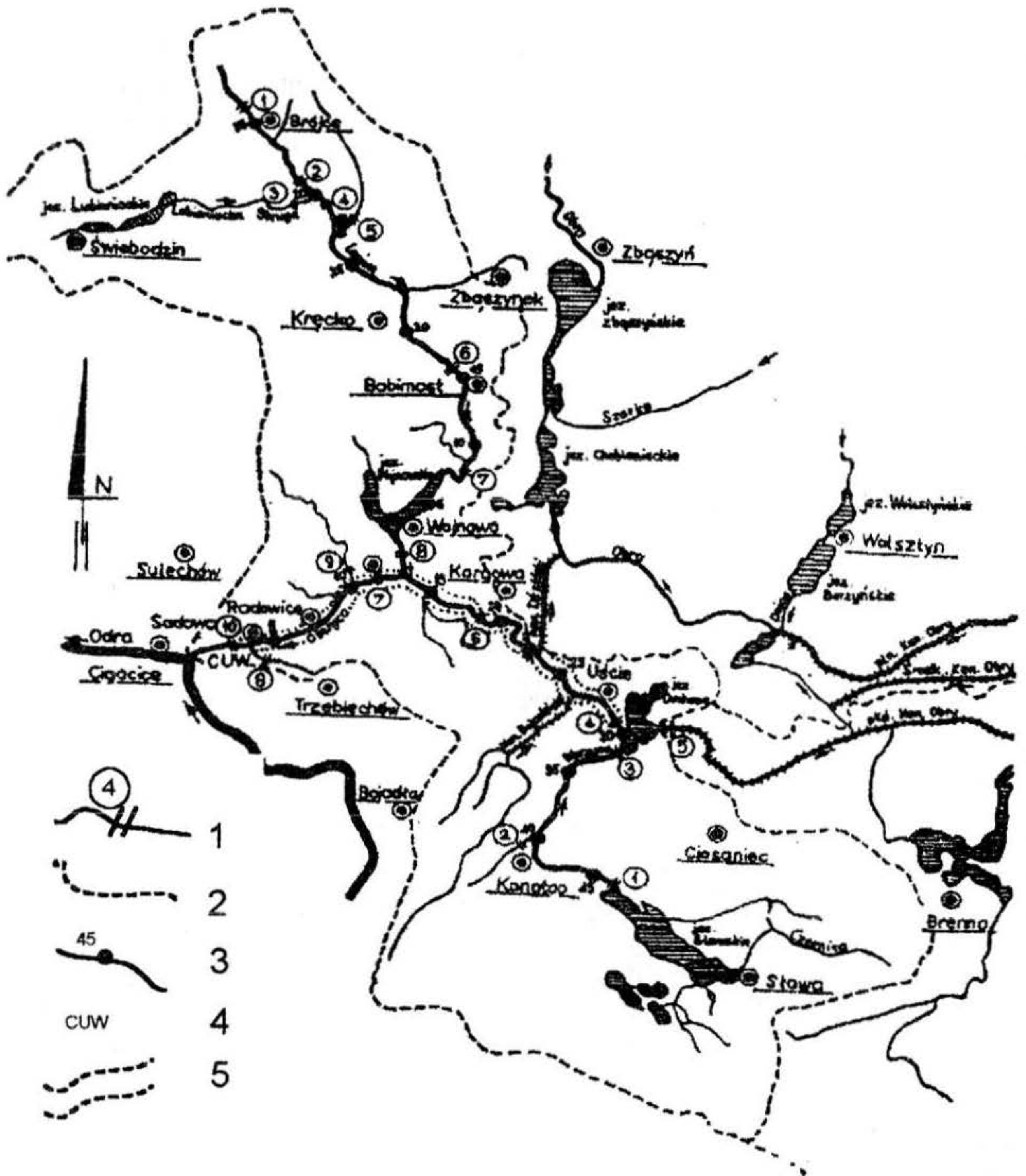
Całkowita powierzchnia zlewni wynosi 1808,4 km². Zakres tego opracowania dotyczy części, leżącej na terenie województwa zielonogórskiego o powierzchni około 1100 km² co stanowi 11,9% obszaru województwa. System dostarcza średnio 30 tys. m³ wody uzdatnionej dziennie aczkolwiek średni dzienny przepływ wynosi 4,92 m³/s i w ok. 70% pokrywa potrzeby bytowe Zielonej Góry [Z. Lewicki, 1997]. Tab. 1 przedstawia warunki naturalne zlewni i zagospodarowanie terenu.

TABELA 1

Warunki naturalne zlewni Obrzycy [Urząd Statystyczny 1997].

GMINA	Powierzchnia ogólna (ha)	Powierzchnia zlewni			Struktura użytkowania %		
		W zlewni (ha)	% całość	% zlewni	UR	Lasy	Pozostałe
Babimost MG	9275	6742	72,9	6,3	48,5	35,1	16,4
Bojadła W	10255	8393	81,8	7,8	41,7	47,1	11,2
Kolsko W	8057	8067	100	7,5	44,6	44,5	10,9
Kargowa MG	12847	9407	72,8	8,8	42,0	48,2	9,8
Nowa Sól MGW	17621	7122	40,4	6,6	36,2	54,7	9,1
Sława MG	32678	23911	73,0	22,4	41,7	48,3	10,0
Sulechów MG	23595	7060	29,8	6,6	49,2	38,6	12,2
Świebodzin W	22736	9905	43,6	9,4	60,5	27,9	11,6
Szczaniec W	11292	11292	100	10,6	67,4	25,9	6,7
Trzebiechów W	8099	7506	92,7	7,0	59,8	25,2	15,0
Wolsztyn MG	24964	4250	17,4	4,0	50,7	36,1	13,2
Zbąszynek MG	9442	3250	37,4	3,0	50,7	38,2	11,1
Razem	190861	106982	56,1	100	49,4	39,2	11,4
WOJEWÓDZTWO	896708	-	-	-	39,8	49,2	11,0

Objaśnienia: UR – użytki rolne; W – gmina wiejska; MG – miejsko-wiejska; MGW – miasto wydzielone.



Rys. 1. Mapa hydrograficzna zlewni rzeki Obrzycy (wg H. Greinert, E. Drab, J. Mendaluk, 1985). Skala 1:300 000.

Objaśnienia:

1 – przekrój pomiarowo kontrolny; 2 – granica zlewni; 3 – km rzeki; 4 – centralne ujęcie wody; 5 – odcinek rzeki, na którym wystąpiło śnięcie ryb w lipcu/sierpniu 1980r.

Zlewnia Obrzyca położona jest na dorzeczu Odry i stanowi jej prawy dopływ. Obejmuje ona 12 jednostek administracyjnych, w tym: cztery gminy wiejskie, osiem gmin miejsko-wiejskich oraz jedno miasto wydzielone. Powierzchnia ogólna tego obszaru wynosi 190,8 tys. ha z czego 56,1% stanowi zlewnia. Dorzecze Obrzyca jest słabo zurbanizowane i uprzemysłowione. Obrzyca przepływa głównie przez tereny stanowiące trasy akumulacji lodowcowo-wodnej oraz utwory deluwialne. Większość gleb stanowią piaski fluwioglacjalne. W strukturze użytkowania gruntów dominuje rolnictwo stanowiące 49,4% powierzchni i lasy zajmujące obszar 39,2% pow., które występują w zwartych kompleksach w części południowo zachodniej zlewni. Są to przeważnie bory sosnowe, które dominują w gminach: Nowa Sól, Sława, Kargowa, Bojadła i Kolsko. Stąd też duży wpływ wywiera działalność rolnicza na jakość wody w Obrzyca. Strukturę użytkowania terenu oraz waloryzację przestrzeni produkcyjnej ilustruje Tab. 2. Wskaźnik jakości gruntów [wg skali < 0,4; 0,4-0,7; 0,7-1,0; >1,0], wynosi w zlewni średnio 0,55 pkt.

Najlepsze gleby i złe warunki produkcji rolnej występują w gminie: Wolsztyn, Sława, Kolsko, Nowa Sól i Kargowa (występuje tam najwięcej gleb V i VI klasy). Średnia jakość gleb występuje w gminach: Bojadła, Trzebiechów, Sulechów, Babimost i Świebodzin. Natomiast dobre warunki produkcji rolnej występują w gminach Szczaniec i Zbąszynek.

TABELA 2

Struktura użytkowania terenu oraz waloryzacja przestrzeni produkcyjnej [IUNG, 1994].

GMINA	Powierzchnia zlewni		Waloryzacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej		Struktura UR (%)			% udział gleb	
	UR [ha]	w tym V i VI kl.	Ogólna	GO	GO	UZ	Sady	Kwaś.	Bardzo kwaś.
Babimost	4500	19,6	0,611	43,7	87,2	12,62	0,2	32,2	21,9
Bojadła	4275	13,3	0,654	47,3	71,2	28,7	0,1	39,7	52,1
Kolsko	3591	36,1	0,503	30,3	66,4	33,3	0,3	34,5	35,3
Kargowa	5395	28,9	0,523	32,0	67,3	31,5	1,2	43,6	23,5
Nowa Sól	6370	34,2	0,524	30,7	70,5	29,2	0,2	37,9	35,7
Sława	13618	17,8	0,595	40,4	78,1	21,6	0,3	28,6	36,9
Sulechów	11606	12,7	0,640	46,9	83,3	15,2	1,3	37,6	32,9
Świebodzin	13753	9,1	0,657	49,3	88,7	8,8	2,6	41,6	26,9
Szczaniec	7615	4,1	0,736	58,8	81,8	18,0	0,2	33,2	20,3
Trzebiechów	4855	11,3	0,664	49,3	72,5	26,8	0,7	45,5	42,7
Wolsztyn	12649	24,2	0,540	34,6	67,3	32,3	0,4	29,3	24,4
Zbąszynek	4790	5,8	0,704	53,7	79,6	18,7	0,1	34,8	22,3
Razem	93007	18,0	0,615	43,0	76,4	23,0	0,6	36,5	31,2
WOJEWÓDZTWO	352700	18,1	0,613	43,3	75,5	23,0	0,6	39,9	35,1

Objaśnienia: GO – grunty orne, UZ – użytki zielone.

Dominują gleby kwaśne i bardzo kwaśne. Wskaźnik bonitacji negatywnej odczynu wynosi 70%, tj. tyle co w województwie. Najlepsze warunki glebowe ma gmina Szczaniec a najgorsze gmina Kolsko. Miejscowości położone w obrębie zlewni poza Zieloną Górą zaopatrywane są w wodę dla celów zaopatrywania ludności i przemysłu z ujęć wód podziemnych. Zlewnię przecinają duże struktury hydrogeologiczne z zasobami wód podziemnych z utworów czwartorzędowych. Wspomniane struktury hydrogeologiczne są narażone na zanieczyszczenia punktowe i powierzchniowe. Jest to obszar wysokiej ochrony wód podziemnych stanowiąc zbiorniki pradoliny Warszawsko-Berlińskiej nr 150 o miąższości pokładów wód 25 m – 30 m. Użytki rolne w 72,2% są w posiadaniu sektora prywatnego. Strukturę użytkowania gruntów wyznaczają przeważnie warunki przyrodnicze, natomiast strukturę zasiewów – również warunki gospodarcze (ekonomiczne). W strukturze zasiewu ponad 76% stanowią zboża poza gminą Świebodzin, w której zboża zajmują ok. 60,1%. W wyniku zmian systemowych po 1990 roku nastąpiły duże zmiany zarówno w liczbie gospodarstw w poszczególnych grupach obszarowych powierzchni użytków rolnych jak i w strukturze zasiewu. Udział indywidualnych gospodarstw w ogólnej powierzchni użytków rolnych zwiększył się z 44,5% do 50,9%. Powierzchnia zasiewów jednak się zmniejszyła o 35,2%, w tym zbóż o 18,5%. Również w innych grupach uprawianych roślin nastąpiły zmiany. Powierzchnia uprawy ziemniaków zmniejszyła się 50,2% a rzepaku o 75%. Utrzymała się tylko powierzchnia uprawy buraków cukrowych. Na badanym terenie zużyto średnio 72 kg NPK/ha GO w czystym składniku oraz 20 kg NPK/ha w przypadku UZ, również w czystym składniku. Tab. 3 ilustruje strukturę zasiewu w zlewni. Przedstawia ona ogólny stan i rodzaje pokrywy roślinnej na gruntach ornych.

TABELA 3

Struktura zasiewu [Urząd Statystyczny, 1997].

GMINA	Średnia wielk. gosp. w ha	Liczba gosp.	Struktura zasiewu (%)						
			GO		Zboża	Ziemniaki	Buraki	Rzepak	Pozost.
			ha	%					
Babimost	12,0	373	3058	85,1	71,9	13,1	2,1	2,8	6,7
Bojadła	12,0	219	1850	68,6	83,6	7,8	2,1	0,2	1,6
Kolsko	12,5	187	1518	65,4	83,6	9,1	-	-	2,3
Kargowa	10,9	253	1734	67,3	80,6	8,4	0,3	0,1	3,5
Nowa Sól	8,0	489	2158	49,3	72,0	19,1	-	-	4,6
Sława	10,8	642	5382	77,3	68,0	12,8	4,0	0,4	7,0
Sulechów	7,1	643	4509	75,8	70,4	10,7	1,3	1,7	6,2
Świebodzin	17,7	554	4542	84,0	60,1	19,1	3,8	2,4	7,1
Szczaniec	11,0	297	6351	83,4	76,8	4,7	4,8	3,7	7,1
Trzebiechów	10,0	253	1661	59,1	83,6	6,8	1,4	4,6	1,9
Wolsztyn	7,4	1015	4900	70,5	71,2	11,2	0,1	-	10,4
Zbąszynek	12,6	256	2463	78,1	80,7	5,5	2,1	1,1	1,1
Razem	11,0	5181	71057	76,4	75,2	10,7	1,8	1,4	4,9
WOJEWÓDZTWO	8,5	19571	161530	67,9	76,3	6,4	3,2	1,0	7,7

Oznacza to, że w rejonie zlewni na grunty orne zużyto 2890 ton NPK oraz 402 tony NPK na użytki zielone. Razem zużyto 3292 tony NPK z czego N-1907 ton, P-659 ton,

K-1536 ton. Przeciętne plony oraz wyniesione z plonem składniki NPK ilustruje Tab. 4.

TABELA 4
Przeciętne plony oraz wyniesione z plonem składniki NPK [Urząd Statystyczny 1997].

GMINA	Zboża		Ziemniaki		Buraki cukrowe		Rzepak		UZ	
	q/ha	NPK Ton	q/ha	NPK Ton	q/ha	NPK Ton	q/ha	NPK Ton	q/ha	NPK Ton
Babimost	24,4		210		395		16,7		188	
Bojadła	21,4		150		225		27,0		180	
Kolsko	18,5		160		-		-		130	
Kargowa	22,8		193		300		19,0		175	
Nowa Sól	20,7		175		-		-		155	
Sława	26,4		205		325		18,8		130	
Sulechów	21,0		170		325		18,6		145	
Świebodzin	29,0		275		360		14,8		136	
Szczaniec	21,2		145		275		16,9		182	
Trzebiechów	24,4		230		230		16,5		178	
Wolsztyn	19,7		155		230		-		164	
Zbąszynek	21,6		238		340		16,8		180	
Razem	22,6	436	195	107	300	397	18,3	137	162	398
Województwo	22,9		183		329		16,0		180	
N		159		30		160		50		179
P		72		11		66		25		56
K		205		66		171		62		163

TABELA 5
Obsada zwierząt na 100 ha UR w zlewni Obrzycy, [A. Małecki 1998].

GMINA	Bydło	Trzoda	Owce	Konie	Drób
	SF/100 ha UR				SD/100 ha UR
Babimost	31	194,0	-	3,1	0,8
Bojadła	46	50,0	1,9	2,7	0,5
Kolsko	35	53,0	-	4,3	2,2
Kargowa	40	103,0	2,1	3,5	0,9
Nowa Sól	43	31,0	0,9	3,4	1,2
Sława	44	109,0	-	6,2	0,5
Sulechów	44	28,0	1,3	3,7	0,6
Świebodzin	43	70,0	9,0	2,9	0,7
Szczaniec	38	95,0	-	3,9	0,5
Trzebiechów	42	51,0	0,9	4,0	0,5
Wolsztyn	43	208,0	2,0	2,5	1,5
Zbąszynek	37	210,0	0,6	2,4	0,5
Razem	41	91,7	2,3	3,3	0,9
WOJEWÓDZTWO	44	87,0	2,1	1,1	1,5
Obornik w t/R	192449,9	244620,8	16354,9	7716,0	46500
Gnojowica w m ³ /R	268191,6	407701,4	7632,3	2015,0	-
Razem w skali zlewni	obornik w t	-		507641,6	
	gnojowica w m ³	785540,3		967239,4	
	gnojówka w m ³	247015,5			
	woda gnojowa w m ³	32658,2			

Z badań wynika, że z jednego ha UR wyniesiono 149,2 kg NPK, wraz z plonem. Razem na obszarze zlewni z plonem stanowi to 10579 ton NPK, przy czym N-3500, P-2500, K-4579. Istotne znaczenie gospodarcze w tej sytuacji ma racjonalne stosowanie i efektywne wykorzystanie nawozów. Badania dowodzą, że zastosowana średnia dawka NPK wynika raczej z przyczyn ekonomicznych niż z bilansu odczynu gleb i ich zasobności w dostępne dla roślin składniki pokarmowe. Tab. 5 ilustruje obsadę zwierząt na 100 ha UR w zlewni Obrzycy oraz produkcję odpadów tj. obornika, gnojowicy, gnojówki i wody gnojowej w skali roku.

4. WYNIKI

Przeprowadzona analiza wykazała, że 57% UR jest bardzo ubogi w fosfor, 65% bardzo ubogich w potas, a 70% wymaga intensywnego wapniowania. Stosowany jeszcze dotychczas w wielu gospodarstwach system nawożenia mineralnego, którego podstawą jest przybliżona zawartość składników pokarmowych pobieranych z gleby razem z plonem oraz własne wycucie i tzw. doświadczenie, staje się niewystarczającym we współczesnych warunkach produkcji rolnej. Zasobność gleb jest wartością dynamiczną i poznanie szybkości oraz kierunków zmian pozwala na racjonalne wpływanie na całokształt procesów naturalnych i sztucznych, które pozwalają podnieść a co najmniej utrzymać dotychczasowy stan zasobności gleb. Wymaga to jednak stosownych badań. Związane jest to z uwstecznieniem i wymywaniem składników pokarmowych. Wysokość możliwych strat przez wymywanie na badanym obszarze w przeliczeniu na 1 ha GO przedstawia się następująco: N-107 kg, P-3 kg, Ca-47 kg, Mg-40 kg. Łącznie w zlewni wymywanych może być 11068 t NPK, w tym: 9952 t N, 279 t P i 837 t K oraz 4371 t CaO. Są to ilości składników pokarmowych mające częściowe pokrycie w nawożeniu organicznym i mineralnym co permanentnie degraduje glebę. Przedostając się do wód gruntowych powodują zwiększenie troficzności wód powierzchniowych zlewni. Nie jest to jedyny czynnik zwiększający eutrofizację wód. Należy jeszcze uwzględnić erozyjne wietrzenie skał oraz wymywanie z nich soli pokarmowych, szczególnie fosforu. Na skutek tego jeziora i rzeki nie są w stanie zachować równowagi biologicznej i muszą gwałtownie się starzeć i obumierać (wyptykanie i zamieranie). Struktura zasiewu i poziom produkcji a także warunki eksploatacji zasobów rolniczych jest odzwierciedleniem wiedzy i wykształcenia rolników. Ogólna ilość odpadów pochodzących z chowu i hodowli zwierząt jest większa niż ilość odpadów komunalnych. Dość znaczne tempo rozwoju produkcji zwierzęcej doprowadziło do pokaźnej produkcji odpadów, które zagrażają gospodarce wodnej, szczególnie w pasach ochronnych wokół zlewni i ujęć wody, zarówno powierzchniowych jak i podziemnych. Zagrożenie środowiska przez rolnicze użytkowanie zlewni są następujące:

- wzrost zużycia wody,
- dotkliwy brak systemów kanalizacyjnych,
- intensyfikacja produkcji rolnej,
- wzrost produkcji odpadów z chowu i hodowli zwierzęcej.

Miedzy innymi z tego powodu jakość wody w Obrzycy nie odpowiada standardom dla wód powierzchniowych, przeznaczonych do picia. Powoduje to oprócz ewidentnej uciążliwości dla środowiska, stały wzrost nakładów na uzdatnianie wody. Rodzi to pytanie, jakie są możliwości osiągnięcia lepszej jakości wody i zagwarantowanie takiej

jakości w przyszłości. Z przeprowadzonej analizy wynika, że szczególnie obciąża środowisko przyrodnicze chów i hodowla zwierząt. Zanieczyszczenie dotyczy atmosfery (pyły, gazy, drobnoustroje) oraz gleby i wody (gnojowica, gnojówka, woda gnojowa, soki z kiszonek). Rolnictwo łączy w sobie uciążliwości właściwe dla przemysłu. Największy problem stanowią odpady płynne. Zależnie od technologii produkcji i sposobu utrzymania zwierząt powstają różne ilości odpadów. Roczna produkcja odpadów z hodowli i chowu zwierząt w granicach zlewni przedstawia się następująco w Tab. 6.

TABELA 6

Roczna produkcja odpadów z hodowli zwierząt w obrębie zlewni Obrzycy [A. Małecki, 1998].

Wyszczególnienie	S.m.	BZT ₅	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Odpady płynne w t	21355	16443	3385	1934	4256
Odpady stałe w t	25382	19544	2538	1320	3553
Razem	46727	35987	5923	3254	7809

Na badanym obszarze wypada średnio 7,1 t obornika na ha GO i ma to niewielkie znaczenie na utrzymanie żyzności gleb zwłaszcza lekkich, które przeważają na terenie zlewni (tabela 1). Również ta ilość obornika ma istotny wpływ na regulację właściwości fizyko-chemicznych tych gleb. Dawniej były one jedynym, później głównym, a obecnie dodatkowym źródłem składników pokarmowych. Wnoszony ładunek pokarmowy na 1 ha GO wynosi: N-83 kg, K-109 kg, Ca-110 kg, przy czym straty N w zależności od przechowywania wynoszą: w pomieszczeniach ok. 12-15%, na gnojowni ok. 30%. Jak widać z Tab. 6, ładunek odpadów z produkcji zwierzęcej jest duży. W Tab. 7 zestawiono wartość nawozową, suchą masę i BZT₅ punktowych i obszarowych zanieczyszczeń w zlewni Obrzycy.

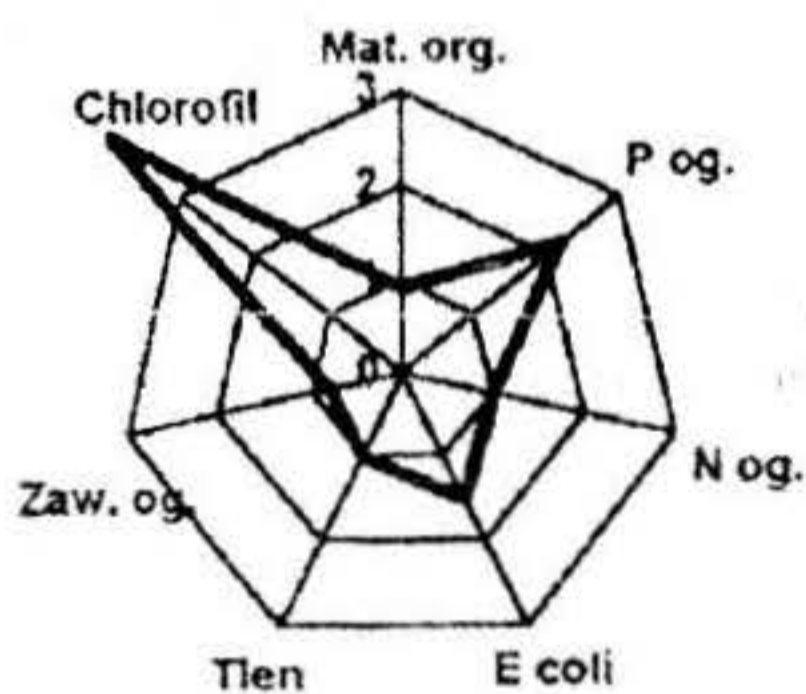
Postęp w gospodarstwach rolnych obok oczekiwanych korzyści przynosi niekiedy nie zamierzone skutki negatywne oddziałujące na potencjał przyrodniczy, głównie na glebę oraz jakość wód powierzchniowych. W miarę intensyfikacji produkcji rolniczej, wraz z postępem ujawnia się coraz wyraźniej niekorzystny dla środowiska naturalnego wpływ rolnictwa. W 1966 roku na badanym terenie wyprodukowano 64344 tony kiszonki w wyniku czego powstało około 18 tys. m³ soków kiszonkowych o BZT₅ wynoszącym 654 tony oraz 23 t N i 3,3 t fosforu. Z analizy wynika, że do wód gruntowych dostaje się ok. 5% tej ilości biogenów tj. 1,2 t N oraz 0,16 t fosforu. Zanieczyszczenia powstające przy produkcji rolniczej nakładają się na zanieczyszczenia wywołane przez przemysł i duże aglomeracje miejskie, potęgując ich szkodliwy wpływ. Rolnictwo jako źródło emisji zanieczyszczeń zagraża przede wszystkim wodzie. Świadczą o tym analizy wody w Sadowej. Na rys. 2 przedstawiono różnice dla wartości pomierzonych i nominalnych dla I klasy czystości stwierdzone na ujęciu w Sadowej w 1994 r.

TABELA 7

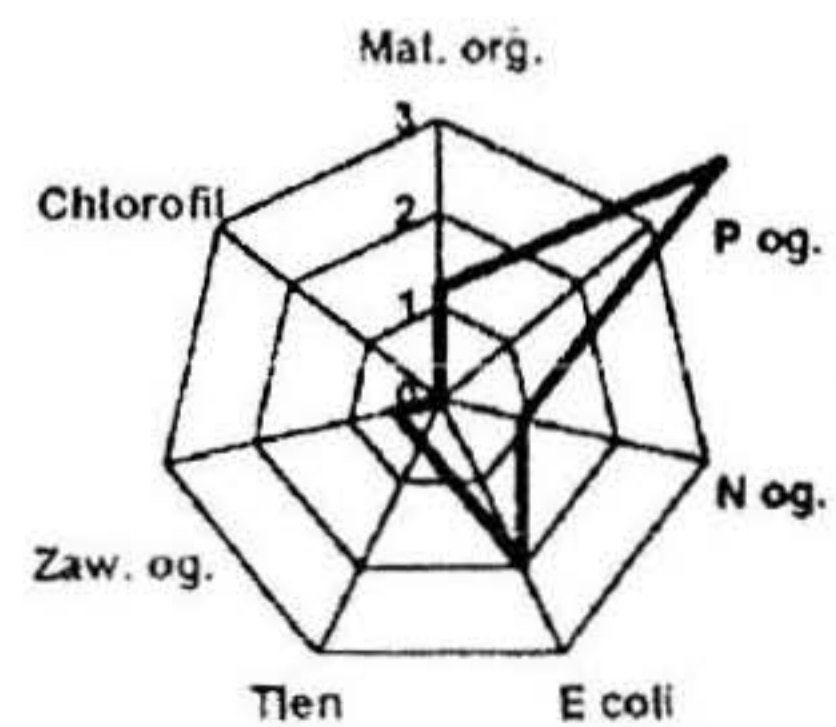
Wartość nawozowa, sucha masa i BZT₅ punktowych i obszarowych zanieczyszczeń [A. Małecki, 1998].

Wyszczególnienie	Ogółem	Obszarowe	Punktowe	S.m.	BZT ₅	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	kg NPK na 1 ha GO		
	tys. m ³			w tonach							
Ścieki bytowe nieoczyszczone	2831,0	1840,284	10% odciek 283128	2318,0	662,5	106,7	33,1	80,9	3,00	+	
				356,0	10,2	16,4	5,0	12,4	punktowe		
Reszkowy 10%-wy ładunek w ściekach oczyszczonych	991,0	99,1	-	124,8	35,6	5,7	1,7	4,3	0,16	+	
Ścieki przemysłu rolno-spożyw.	2728,0	2455,2	10% odciek 272,8	3994,0	884,0	124,0	44,2	108,0	3,80	+	
				344,0	98,0	15,8	4,9	12,0	Punktowe 32,7/0,46		
Ścieki w wyniku turystyki i rekreacji	82,0	41,0	40,0	52,4	15,8	2,8	0,78	2,0	0,78	+	
				50,0	14,0	2,0	0,70	1,6	Punktowe 4,3/-		
Ładunki w nawozach mineralnych	-	-	-	-	-	1907,0	659,0	1536,0	92,0	+	
Ładunki w nawozach organicznych	9672	870,516	96,724	42048	32389	5331,0	2929,0	7029,0	437,0	+	
				4672,0	3598,0	592,0	325,0	780,0	Punktowe		
RAZEM						8103,4	403,3	95662	536,7		
Zmywy z pól	-	-	-	-	-	772,0	1,8	372,0	153,0	-	
Ładunki wynoszone w plonach	-	-	-	-	-	578,0	230,0	667,0	237	-	
Ładunki wynoszone w plonach	0,9	-	0,9	849,0	654,0	1,5	0,6	2,1	Punktowe 3,8/-	-	
Ładunki wynoszone w plonach									54,0		

Jakość wody – lato 1994



Jakość wody – zima 1994



Rys. 2. Jakość wody w Obrzycy mierzona na ujęciu wód w lecie i zimie 1994 r.

TABELA 8

Stan czystości wód doływów kontrolowanych w latach 1995-96 [WIOŚ].

Lp.	Nazwa rzeki	Lokalizacja ppk	Klasy czystości					
			Fiz-chem.		Bakteriologiczne		Ogólna	
			1995	1996	1995	1996	1995	1996
1	Obrzyca	przed ujściem do Odry (m. Sadowa)	non (N-NO ₂ , Pog.)	-	III	III	non	-

W znacznej części pochodzą one z niewykorzystanych przez rośliny nawozów mineralnych i organicznych.

5. DYSKUSJA

W rozważaniach nie ujęto zagrożeń wynikających z awarii zbiorników akumulacyjnych, ulewnych deszczy bezpośrednio po rozsączeniu oraz możliwych awarii przyczep asenizacyjnych, rozsączających gnojowicę. Należy dodać, że ścieki z obory liczącej 500 sztuk bydła odpowiadają skanalizowanym ściekom miasteczka liczącego 4 000 mieszkańców. Na podstawie badań zakłada się, że do cieków przedostaje się ok. 10% odpadów płynnych w miejscu ich powstawania, w tym przypadku jest to ładunek BZT₅ równy 3737 tonom, oraz 1819,4 ton NPK. Istotnym czynnikiem zanieczyszczającym środowisko są nawozy i środki ochrony roślin. Z uwagi na stosowanie niewielkich ilości środków ochrony roślin, jest to rząd 0,53 kg/ha, czynnik ten uznano za nieszkodliwy. Zmywy z pól w wyniku erozji wodnej gleby następują w wyniku: monokultur, niewłaściwych zabiegów agrotechnicznych i nie przestrzegania ich terminów oraz niewłaściwych parametrów pracy agregatów. Łącznie uległo wymyciu 11065 ton NPK. Ma to ogromne reperkusje na zawartość składników pokarmowych w glebie oraz określoną wartość ekonomiczną. Uwzględniając aspekt ekonomiczny na 1 kg NPK w nawozie mineralnym w okresie badawczym, należało wydać równowartość około 2,5 kg pszenicy i ok. 3,8 kg żyta. Z ubytkiem składników pokarmowych bezpośrednio związane są kolejne skutki: następuje degradacja chemiczna, wywołana zakwaszeniem gleb oraz zanieczyszczeniem substancjami chemicznymi z odpadów atmosferycznych, a także zanieczyszczeniami wynikającymi z istnienia szlaków komunikacyjnych. Strata wapna w tak dużej ilości tj. ok. 47 kg/ha, powoduje gorsze wytrącanie zanieczyszczeń przez ich koagulację. Jednak w przypadku związków biogenych nie jest to możliwe z powodu licznych przekroczeń dopuszczalnych norm. Dlatego też redukcji biogenów należy dokonać w obrębie zlewni cząstkowych a najlepiej w miejscu ich powstawania. Przekroczenie poziomu zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe powoduje przenawożenie gleby, co przy jednoczesnym nawadnianiu odpadami ciekłymi nasila przenikanie składników pokarmowych do wód podziemnych. prawidłowe dozowanie odpadów ciekłych nie jest rzeczą łatwą. Ponieważ zależy w bardzo dużym stopniu od pogody, zwłaszcza opadów atmosferycznych. Wystarczy jednorazowe przedawkowanie aby spowodować poważne zakłócenie przemian biochemicznych mających swoje odbicie w rozwoju i plonowaniu roślin oraz zanieczyszczeń wód gruntowych i spływach powierzchniowych. Dodać trzeba, że gleby z natury urodzajne są bardziej wrażliwe na przedawkowanie. Tak zwana uciążliwość odpadów płynnych i powodowane nimi

zanieczyszczenia punktowe wiążą się z lokalizacją budynków produkcyjnych w tym głównie braku fachowej analizy możliwości zagospodarowania odpadów na gruntach będących w dyspozycji. Dopóki nie osiągnie się zadowalającej synchronizacji między wielkością ferm a arealem gruntów przeznaczonych do zagospodarowania odpadów ciekłych, dopóty nie może być mowy o spełnieniu wymagań ochrony środowiska, w tym także możliwości prawidłowego projektowania i zagospodarowania stref ochronnych wód powierzchniowych. Według T. Kaminskiego, zanieczyszczenia produkowane przez 1 szt. Trzody odpowiadają zanieczyszczeniom pochodzącym od 3,8 mieszkańców, a od jednej szt. Bydła 32,5 mieszkańców. Zaś Stangenberg 1972 podaje, że ładunek biochemicznego zapotrzebowania tlenu dla odpadów drobiu wynosi 0,11 mg O₂/l, trzody 1,7, bydła 7. Przy nawozach organicznych i mineralnych występują bardzo duże różnice w wykorzystywaniu poszczególnych składników pokarmowych. Boratyński podaje, że z obornika w ciągu 2-4 lat rośliny wykorzystują N-25-50%, P-25-35%, K-45-70%. Natomiast nawozy mineralne: N-60-90%, P-10-30%, K-45-70% w roku zastosowania. Związane jest to z uwstecznianiem i wymywaniem składników pokarmowych. W dotychczasowej praktyce ochrony wód zwracano głównie uwagę na zanieczyszczenia punktowe, pomijając często trudniejsze do realizacji i kontroli źródła obszarowe. Stanowią one jednak wg średnich szacunków więcej niż połowę wszelkich zanieczyszczeń dopływających do wód. Na podstawie danych z terenu USA oceniono, że w 64% źródłem zanieczyszczeń obszarowych jest rolnictwo. Mniej istotnymi źródłami są: górnictwo 9%, leśnictwo 6%, obszary zurbanizowane 5% i pozostałe 7%, czego konsekwencją jest problem zapewnienia odpowiedniej jakości wód powierzchniowych. Wśród zanieczyszczeń wytwarzanych przez rolnictwo, ścieki we właściwym słowa znaczeniu stanowią mniejszą część. Główny bowiem stanowią substancje organiczne, które przedostają się do cieków. Poza tym charakter, skład i dynamika zanieczyszczeń obszarowych, spowodowanych działalnością rolniczą wykazuje znacznie większą zmienność w czasie i przestrzeni, niż typowe punktowe źródła zanieczyszczeń, które również mogą mieć uboczny charakter działalności rolniczej. Głównym źródłem owych odpadów są produkty uboczne produkcji zwierzęcej (tj. gnojówka, gnojowica, obornik, wody gnojowe), które wykorzystuje się jako nawozy naturalne w produkcji rolnej. Racjonalna gospodarka tymi odpadami polega na właściwym ich usuwaniu z pomieszczeń inwentorskich; magazynowaniu; utylizacji oraz zagospodarowaniu, co ma kolosalne znaczenie dla środowiska naturalnego. Część z nich przedostaje się do cieków już w miejscach powstawania, średnio 10-15% przecieków a część po wyniesieniu na pole w ramach planowego działania. Towarzyszy temu emisja amoniaku, siarkowodoru, gazów kloacnych, które wtórnie wraz z odpadami wracają do gleby. Nowe technologie dają w konsekwencji dużo odpadów. Na jakość wód podziemnych i powierzchniowych mają wpływ również niektóre zabiegi agrotechniczne. Zatem całkowicie uzasadnione są wszelkie działania prowadzące do racjonalnego gospodarowania wodą, ochrony jej zasobów oraz zapewnienie ich odtworzenia. Przytoczone przykłady nie charakteryzują całości zjawisk i stanowią raczej ilustrację zagrożeń będących w perspektywie obiektem dalszych własnych badań. Narastanie świadomości ekologicznej spowodowało intensyfikację badań nad wpływem rolnictwa na środowisko naturalne. Już teraz należy stwierdzić, że w wielu przypadkach występujące zagrożenia nie zawsze są bezwzględny skutkiem intensyfikacji produkcji. Często wynikają one z lekceważenia problemu, czy wręcz z

niefrasobliwości ludzkiej. Wydaje się zatem, że zagrożenia dla środowiska naturalnego nie jest unowocześnianie produkcji lecz działanie ludzi, którzy wprowadzają innowacje nie uświadamiając sobie możliwości wystąpienia potencjalnych zagrożeń i szkodliwych dla otoczenia skutków. Szczególnie obciąża środowisko chów zwierząt, zwłaszcza przy dużej jego koncentracji. Odpady te mają odmienne właściwości fizyko-chemiczne i biologiczne, niejednakowo też wpływają na środowisko przyrodnicze. Średnio do ekosystemów trafia około 40% substancji organicznej, 50% azotu, 80% fosforu, i około 95% potasu zawartych w paszach. W przybliżeniu około 55% wydalanego przez zwierzęta azotu znajduje się w odchodach stałych a 45% w moczu. Odpowiednie wielkości dla fosforu wynoszą 99% i 1%, oraz potasu 20% i 80% [J. Kutera, 1978; M. Trybała 1996]. Największe zagrożenie dla środowiska stanowią odpady ciekłe (epizootyczne). Nie zachodzą w nich procesy biotermicznego odkażania, ze względu na niskie temperatury w zbiornikach (8-12°C w zimie i około 15-17°C w lecie). Negatywny wpływ odpadów ciekłych wynika przede wszystkim z dużych ładunków zanieczyszczeń. BZT₅ gnojowicy bydłowej waha się od 10 do 20 tys. mg O₂/l a trzody 20-30 tys. mgO₂/l [W. Romaniuk, 1995]. Aeracja gleby oddziałuje na skład mikroorganizmów glebowych. Przy niedotlenieniu gleby wzrasta ilość anaerobów i aerobów fakultatywnych, wykorzystujących tlen ze związków chemicznych. Ich metabolizm powoduje redukcję szeregu pierwiastków w glebie w tym żelaza i manganu, które w postaci zredukowanej są toksyczne dla roślin. Deficyt tlenu również ogranicza wzrost uprawianych roślin [H. Greinert, 1992]. Poza tym:

- zanieczyszczenie wód podziemnych azotem jest proporcjonalne do dawki nawozów azotowych, przy czym ich forma nie odgrywa istotnej roli,
- najmniej wymywanych jest azotanów pod UZ, natomiast najwięcej z gleb trzymany w czarnym ugorze,
- więcej jest wymywanych azotanów na polach nawożonych odpadami ciekłymi,
- więcej jest wymywanych azotanów z gleb organicznych i spod upraw okopowych niż spod zbóż,
- w latach mokrych azotany są bardziej wymywane niż w latach suchych,
- więcej wymywane są azotany w okresie pozawegetacyjnym.

Z badań amerykańskich wynika, że zanieczyszczenia powietrza amoniakiem w rejonie dużych ferm bydła jest bardzo wysokie. Od stada (700 sztuk) bydła trafia do atmosfery około 130 kg związków azotowych na dobę, głównie z moczem z czego 90% w postaci amoniaku. Natomiast z ferm trzody o obsadzie 5 tys. tuczników wydziela się w ciągu godziny około 2 kg amoniaku, co powoduje wzrost jego koncentracji na obszarze 600 km² [M. Trybała, 1996]. W badaniach nie ujęto zanieczyszczeń punktowych wynikających z mycia maszyn i pojazdów rolniczych, przecieków paliwa i olejów oraz innych odpadów ropopochodnych a także wody technologiczne przed lub po przygotowaniu pasz np. mycia okopowych itp. Zdumiewające jest ile urządzeń stosowanych w rolnictwie wymaga wody w trakcie ich eksploatacji, przed ich uruchomieniem lub po ich pracy. Na badanym obszarze znajduje się 3517 ciągników [Spis rolny 1996]. Aby umyć traktor raz w tygodniu w minimalnej ilości 150 litrów, zużywa się w roku 7,8 m³ wody skażonej substancjami ropopochodnymi. W skali roku jest to 27 tys. m³ ścieków z mycia tylko samych ciągników. Oczywiście zwykle nie ma do tego przygotowanych specjalnych miejsc, wszystkie ścieki trafiają do gruntu i wtórnie do wód gruntowych. Problem ten wymaga oddzielnego opracowania. Gdyby

wyliczyć ścieki i odpady rolnicze według miejsc ich powstawania byłaby to spora lista. Wiele zadań w zakresie likwidacji zanieczyszczeń z w/w źródeł powinna przejąć kanalizacja, której odczuwamy dotkliwy brak, połączona z oczyszczalniami mechaniczno-biologicznymi. Oczywiście przepustowość tych oczyszczalni powinna być projektowana odpowiednio do docelowych ładunków zanieczyszczeń doprowadzanych do tych oczyszczalni. Istniejące oczyszczalnie ścieków w zlewni Obrzycy poza nielicznymi są przeciążone zarówno hydraulicznie (większa ilość przepływających ścieków) jak i jakościowo, w wyniku znacznie zwiększonego stężenia zanieczyszczeń. Ochrona zasobów hydrobiologicznych w zlewni niezależna jest od praktycznej realizacji nowych przepisów: Prawa budowlanego i ustawy o zagospodarowaniu przestrzennym oraz rozpatrywaniu ochrony wód w układzie całej zlewni z wprowadzeniem m. in. barier ochronnych. Należy podjąć środki zaradcze wobec zanieczyszczeń zrzucanych do środowiska naturalnego, racjonalnego wykorzystywania tego bogactwa (o czym należy przekonać społeczeństwo i przyzwyczać do nawyku oszczędności), likwidacji przecieków, gdyż tylko przez całościowe podejście do gospodarki wodnej można doprowadzić do zrównoważonego rozwoju gospodarczego w chronionym i niezdegradowanym środowisku. System wodny zlewni Obrzycy był kształtowany w początkach naszego stulecia przez budowę systemów melioracyjnych, udostępniając rolnictwu rozległe obszary łąk i pastwisk. Profil dna skanalizowanej części Obrzycy, zmieniony wskutek budowy progów oraz utrzymanie piętrzenia wody na niezmiennym poziomie wyraźnie pogorszył warunki dla rolnictwa. Więcej niż połowa doliny jest niemożliwa, bądź trudna do odwodnienia grawitacyjnego. Nieprawidłowa gospodarka rolna zwłaszcza błędy PGR dopelniły reszty. Przykładem tu może być zaorywanie części użytków zielonych. Podjęte przez Państwo roboty wodno-melioracyjne, prowadzone dorywczo i na małą skalę nie mogą przywrócić stanu poprzedniego a tym samym zatrzymać procesów dekapitalizacji zasobów hydro-technicznych. Powyższe problemy wynikają z błędnych założeń planów polityczno-ekonomicznych rozwoju rolnictwa na tym obszarze. Nie brano pod uwagę nieuchronnego przejmowania chłopskich gruntów przez PFZ oraz pojawienie się co rusz nowych typów państwowych gospodarstw rolnych i dużych ferm, opartych na przemysłowych metodach chowu, wymagających przemyślanej lokalizacji. W efekcie takiej polityki, żywiołowy przebieg skupiania większych kompleksów gospodarczych nie stanowi odbicia fizjograficznego obszaru zlewni. Rachunek strat jest niezmiernie trudną dziedziną ekonomiki gospodarki wodnej, związaną z wyniszczeniem i degradacją środowiska, mającego dotychczas wybitne walory rekreacyjne, wyniszczeniem rybstanu, zanieczyszczeniem wody w stopniu uniemożliwiającym zwykle i powierzchniowe jej wykorzystanie, strat związanych z koniecznością ponoszenia kosztów uzdatniania wody, itp. Jak wykazały badania, duże zespoły gruntów tworzą nadal mozaikę glebową trudną do racjonalnego zagospodarowania. Właściwie z punktu widzenia ochrony wód użytkowanie gruntów z zlewni odgrywa bardzo ważną rolę. Wynika to m. in. z faktu, że udział rolnictwa w światowym zużyciu wody ocenia się na ok. 76%. Natomiast jak wykazały polskie badania udział w ogólnym zanieczyszczeniu wód ocenia się na 46-60%, w tym dokładniej znana jest wielkość ścieków z produkcji zwierzęcej, natomiast trudniej jest ocenić wielkość zanieczyszczeń z produkcji roślinnej, gdyż mamy tu do czynienia z powierzchniowymi źródłami zanieczyszczeń o różnej intensywności. Można z dużym przybliżeniem założyć, że w

zlewni Obrzycy na podstawie ładunku BZT₅, 59% zanieczyszczeń wytwarza rolnictwo; 20% gospodarka komunalna oraz 27% przemysł rolno-spożywczy. Dlatego też dla gospodarki wodnej ważne jest zarówno rozmieszczenie użytków rolnych, jak i technologia produkcji rolnej. Ważne są również stosowane techniki i technologie. Użytkowanie wody przez rolnictwo powinno zamykać się na małych obszarach, bez przemieszczania zrzuconych zanieczyszczeń daleki poza teren ich powstawania.

6. WNIOSKI

Rolnictwo stanowi jedno z największych źródeł zanieczyszczeń. Poprawa tego stanu może być osiągnięta dzięki edukacji, rozwojowi i redukcji rolniczego wykorzystania zlewni. Istnieją dwie możliwości rozwiązania problemu jakości wody w zaopatrzeniu Zielonej Góry w wodę do picia:

1. Redukcja punktowych zanieczyszczeń łącznie z rozwojem kanalizacji (eliminacja osadników gnilnych), rozbudowa oczyszczalni w każdej gminie oraz racjonalna gospodarka zlewni użytkowanej rolniczo i odnowienia zasobów budowli hydrotechnicznych, w ramach specjalnego planu dla ochrony zlewni Obrzycy co będzie bardzo kosztowne i trudne do zrealizowania.
2. Techniczna zmiana sposobu dostarczenia wody dla Zielonej Góry z powierzchniowych na podziemne, tym bardziej, że dostępne źródło wód podziemnych znajduje się stosunkowo blisko miasta (ok. 20 km).

LITERATURA

- [1] CHOIŃSKA A.: *Zmienność obiegu wody na Wysoczyźnie Lubuskiej w świetle analizy wybranych elementów środowiska i obliczeń bilansowych*. UW wydział RiGŻ Zielona Góra, 1981 r.
- [2] CYWIŃSKI B. i in.: *Oczyszczanie ścieków miejskich*. Arkady W-a, 1972 r.
- [3] FITTER R., FITTER A., BLAMEY M. 1974 r. *Pareys Blumenbuch*. Berlin.
- [4] GREINERT H.: *Ochrona gleb*. Skrypt Politechniki Zielonogórskiej, 1995 r.
- [5] HEWKEN D.: *Idea gospodarki restoratywnej*. Raj – ogólnopolski miesięcznik ekologiczny nr 1, 1998 r.
- [6] ILEK B.: *Zaopatrzenie miasta w wodę i zamierzenia w zakresie poprawy jakości*. Zielona Góra sesja urzędu wojewódzkiego, 1991 r.
- [7] KASPRZAK K.: *Ochrona zasobów hydrobiologicznych – stan obecny i perspektywy*. Wyd. UAM seria 'Biologia', 1992 r.
- [8] KIERUL Z.: *Ekonomika i organizacja gospodarstw rolnych*. PWRiL W-a, 1982 r.
- [9] KLECZKOWSKI A. S.: *Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1:500 000*. Wydanie AGH Kraków, . 1990 r.
- [10] KOWAL A. L.: *Opinia o koagulacji wody siarczanem żelazowym w Zawadzie*. Wrocław, 1990 r.
- [11] KOWAL A. L.: *Ocena technologii uzdatniania wody powierzchniowej z rzeki Obrzycy oraz ze studni głębinowych w Zawadzie*. Wrocław, 1992 r..
- [12] KRÓL M.: *Plonowanie roślin a warunki glebowo klimatyczne*. JUNG Puławy, 1974r.

- [13] KUTERA J.: *Wykorzystanie ścieków w rolnictwie*. PWRiL W-a, 1978 r.
- [14] LEWICKI Z.: *Celowość budowy stacji osłonowej ujęcia „Sadowa” z rzeki Obrzycy zaopatrującego w wodę Zieloną Górę*. IV Konferencja Naukowo – Techniczna Zielona Góra, 1997 r.
- [15] MAŁECKI A. *Wpływ wykształcenia na poziom produkcji rolniczej*. Maszynopis.
- [16] MAŁECKI A.: *Warunki klimatyczne, a plonowanie roślin w zlewni Obrzycy*. Maszynopis, 1998 r..
- [17] MAŁECKI A.: *Przestrzeń produkcyjna zlewni Obrzycy*. Maszynopis, 1998 r..
- [18] MENDALUK J.: *Wypowiedź złożona do protokołu z posiedzenia w dniu 10.06.1992 r. Komisji Gospodarki Przestrzennej i Ochrony Środowiska Rady Miejskiej w Zielonej Górze*, 1992 r..
- [19] ROMANTIUK W.: *Gospodarka gnojowicą i obornikiem*. Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, 1995 r..
- [20] STANGENBERGER M.: *Nowe problemy w ochronie wód przed zanieczyszczeniem i perspektywy przyszłości*. Chrońmy przyrodę nr 7., 1972 r.
- [21] TRYBAŁA M.: *Gospodarka wodna w rolnictwie*. PWRiL Warszawa 43, . 1996 r..
- [22] WRÓBEL I.: *Wody podziemne Środkowego Nadodrza i problemy ich ochrony*. Wyd. WSI Zielona Góra, 1989 r..
- [23] Materiały konferencyjne (Kalsk 1998 r.) *Wpływ przemysłowej hodowli zwierząt na środowisko glebowe i wodne*. Zielona Góra.
- [24] *Warunki przyrodnicze produkcji rolnej woj. Zielonogórskiego*, IUNG Puławy 1994.
- [25] Praca zbiorowa: *Informacje o stanach środowiska na terenie woj. Zielonogórskiego*. UW Wydział Ochrony Środowiska Zielona Góra, 1990-97 r..
- [26] Zarządzenie Wojewody nr 96 z 1981 r. w sprawie ustanowienia strefy ochrony sanitarnej na rzece Obrzycy.

Źródła danych liczbowych:

1. Powszechny spis rolniczy 1996 r. Urząd Statystyczny w Zielonej Górze.
2. Wyniki rachunkowości rolnej. IERiGŻ.
3. Badania własne.
4. Roczniki statystyczne GUS.
5. Tabele pomocnicze do ćwiczeń z ekonomiki i organizacji gospodarstw rolnych. AR Poznań.