

DANUTA PŁÓCIENNIK

STAN CZYSTOŚCI WÓD W POLSCE ORAZ POTRZEBA INWESTYCJI ZWIĄZANYCH Z ICH OCHRONĄ

Woda była i jest nadal czynnikiem egzystencji człowieka, jego życia i działalności. Szczególnie intensywne użytkowanie wód występuje przy pobieraniu wody czystej i zrzucie ścieków nie oczyszczonych lub oczyszczonych w niedostatecznym stopniu przez zakłady przemysłowe i urzędnia komunalne. Głównym źródłem zaopatrzenia są wody powierzchniowe płynące, gdyż wody jezior pobierane są jedynie lokalnie, a wody morskie są jeszcze użytkowane w znikomych ilościach z racji stosunkowo wysokiej ceny odsalania. Są one jednak perspektywnym źródłem zaopatrzenia w wodę, szczególnie niektórych rodzajów działalności gospodarczej. Zarówno przemysł, gospodarka komunalna jak i żegluga, rybołówstwo, sport i turystyka są źródłem zanieczyszczenia, niekiedy nawet bardzo szkodliwego i powodującego wyeliminowanie wód z dalszego obiegu i użytkowania. Jest to zjawisko niepokojące przy istniejącej sytuacji, zwłaszcza że wielkość zasobów wody coraz bardziej maleje, a wzrasta zapotrzebowanie na wodę czystą dla wszystkich gałęzi gospodarki narodowej. Walka z zanieczyszczeniami sprowadza się do likwidacji źródeł zanieczyszczenia oraz do racjonalnego i planowego gospodarowania wodą. Są to problemy nurtujące całą ludzkość. Trwa walka o znalezienie dróg zdobycia wody w ilości zapewniającej zaspokojenie potrzeb, problem istotny, zwłaszcza na obszarach deficytowych w wodę gdzie istnieje konieczność jej przerzutu. Do rangi poważnego problemu wzrasta aktywna walka z istniejącymi zanieczyszczeniami wszystkich wód nie tylko w naszym kraju ale na całym świecie. Problem zanieczyszczenia wód ma więc charakter międzynarodowy, a szczególnie ważny jest stan czystości wód przeznaczonych dla celów pitnych.

W zasadzie woda chemicznie czysta w przyrodzie nie istnieje, gdyż są w niej rozpuszczone lub zamieszane związki organiczne, mineralne, a często żywe organizmy. Termin „zanieczyszczenie wody” oznacza więc w znaczeniu umownym stan, w którym woda traci dla człowieka i jego gospodarki wartość użytkową lub ogranicza możliwości dla gospodarki komunalnej, przemysłu, rolnictwa, rybołówstwa, transportu wodnego itp.¹

¹ H. Sandner, *Ochrona zasobów naturalnych*, Warszawa 1972.

Rzadko istnieje zanieczyszczenie ponadnormatywną zawartością np. związków humusowych czy soli żelaza. Istotny problem stanowią zanieczyszczenia wody przez zrzut ścieków przemysłowych i komunalnych.

Decydujący wpływ na stan czystości wszystkich wód w Polsce wywierają zanieczyszczenia o charakterze organicznym, wyrażone wskaźnikiem BZT_5 ². Przekroczenie maksymalnej dopuszczalnej wartości BZT_5 równej $12 \text{ mg/d m}^3 \text{ O}_2$ występuje na ponad 2600 km biegu rzek, co stanowi 21% całkowitej długości rzek badanych.

Najwyższy stopień obciążenia związkami organicznymi wykazują rzeki w następujących województwach: katowickim, lubelskim, łódzkim, wrocławskim.

Drugim czynnikiem wpływającym w istotny sposób na wynik ogólnej klasyfikacji wód w kraju jest zanieczyszczenie związkami fenolowymi. Wody przekraczają maksymalne stężenie wyrażające się wartością $0,05 \text{ mg/d/m}^3$. Stan taki występuje na 1410 km biegu rzek, co stanowi 11,3% ich długości. Najsilniej zanieczyszczone fenolami są rzeki województwa krakowskiego i opolskiego.

Poza tym ponadnormatywne wartości wykazują wskaźniki określające zasolenie, które występują na 7,1% łącznej długości badanych rzek i dotyczą głównie górnej i środkowej Odry oraz górnej Wisły. Powodują je przeważnie zasolone wody kopalń. Celowe więc jest budowanie zakładów odsalających wody przed zrzutem ich do zbiorników powierzchniowych. Należy zaznaczyć, że w Polsce istnieje zakład tego typu na Górnym Śląsku przy Kopalni Węgla Kamiennego Dębieńsko.

I. ZANIECZYSZCZENIE PRZYBRZEŻNYCH WÓD MORSKICH

Przybrzeżne wody Bałtyku w obrębie granic naszego kraju, obejmujące pas wód o głębokości 20 - 25 m wykazują odrębne właściwości fizykochemiczne w stosunku do wód morza otwartego. W strefie brzegowej na około 25% długości wybrzeża wody wykazują naturalny stan czystości, około 10% długości to niedopuszczalny stan czystości wody morskiej pozostałe 65% to wody nadające się dla kąpielisk śródlądowych. Sytuacja zmienia się w odległości 200 - 300 m od brzegu i odpowiednie liczby charakteryzujące stan czystości wynoszą 60%, 5%, 35%. Główne przyczyny zanieczyszczenia wody morskiej w pasie przybrzeżnym wynikają z zagospodarowania brzegu. Głównymi źródłami zanieczyszczenia są przemysł i turystyka, dopływ zanieczyszczeń rzekami oraz od strony morza zanieczyszczenia olejowe krótkotrwałe i sporadyczne, a także zrzuty zanieczyszczonych wód ze statków, głównie wód balastowych, resztek paliw

² BZT_5 — wskaźnik zanieczyszczenia organicznego mierzony ilością zużytego tlenu do rozkładu substancji organicznej w okresie 5 dni, kiedy zachodzi 80% reakcji (całość rozkładu w 20 dniach).

płynnych oraz ścieki i odpady z jednostek pływających. Najsilniej zanieczyszczonym akwenem wód morskich jest zatoka Gdańska z powodu spływu zanieczyszczeń rzeką Wisłą, zrzutu ścieków z ośrodków miejskich i przemysłowych. Stężenie substancji biogenych (pożywkowych) w wodach Zatoki Gdańskiej jest kilkakrotnie wyższe niż w wodach morza otwartego.

Zanieczyszczenie wyrażone wskaźnikiem BZT_5 wykazuje wartości ponadnormatywne w granicach 1-2 mg/d/m³ O₂, podczas gdy czyste wody przybrzeżne charakteryzuje wartość wskaźnika BZT_5 oscylująca około 0,5 - 1 mg/d/m³ O₂.

Drugim silnie zanieczyszczonym akwenem jest Zatoka Pomorska (Szczecińska) leżąca w strefie wpływu wód Odry, które charakteryzują się jednak mniejszym stopniem zanieczyszczenia determinowanym mniejszym ładunkiem zanieczyszczeń wód Odry i dogodniejszymi warunkami wymiany wody morskiej.

Najmniejsze zanieczyszczenie wykazują wody wybrzeża środkowego, z powodu słabiej zagospodarowanego wybrzeża i nieznacznego spływu ładunków zanieczyszczenia ze zlewni. Wyjątek stanowi rejon Kołobrzegu, gdzie lokalne zanieczyszczenie wody morskiej jest większe z powodu odprowadzania bezpośrednio do morza ścieków miejskich i ścieków prowadzonych przez Parsętę z Fabryki Płyt Pilśniowych.

Z braku odpowiedniego sanitarnego zagospodarowania plaż wynika fakt, że w miejscach kąpielisk publicznych stwierdzono przeciętnie 4× wyższe wartości wskaźnika BZT_5 i 3× większe zanieczyszczenie bakteryjne niż w wodach odległych o kilkaset metrów od brzegu. Problem zanieczyszczenia mórz nabrał znaczenia międzynarodowego. Liczne konferencje są wyrazem troski o czystość wód morskich. Dyskutowana jest sprawa wypracowania odpowiednich konwencji zabezpieczających wodę mórz i oceanów przed zanieczyszczeniami. Wyrazem tego jest zawarte niedawno porozumienie między rządami państw Europy zachodniej i północnej (Belgia, Dania, Francja, Holandia, Norwegia, NRF, Szwecja, Wielka Brytania) w sprawie ochrony mórz przed zanieczyszczeniami produktami olejowymi. Państwa te zobowiązują się udzielać wszelkiej informacji na temat zanieczyszczeń oraz pomocy w razie ich wystąpienia. Budujące jest, że problem zanieczyszczeń wód morskich stał się przedmiotem troski eksponowanych organizacji międzynarodowych i państwowych.

II. ZANIECZYSZCZENIE WÓD PODZIEMNYCH

Zanieczyszczenie ich dotyczy głównie ponadnormatywnej zawartości pierwiastków chemicznych takich jak: Mn i Fe jak również skażenia bakteryjnego (Miano Coli < 50), a przede wszystkim lokalne zanieczyszczenia wód gruntowych w otoczeniu większych zakładów przemysłowych, np. Blachownia Śląska, Zakłady Sodowe w Janikowie i Mątwach.

których źródłem są najczęściej składowiska odpadów stałych oraz różnego rodzaju awarie. Badania chemizmu naturalnego wód prowadzone są lokalnie przy budowie ujęć. Brak natomiast jakiegoś syntetycznego opracowania.

III. ZANIECZYSZCZENIE STOJĄCYCH WÓD POWIERZCHNIOWYCH

Na terenie Polski znajduje się 9296 jezior o powierzchni powyżej 1 ha, w tym 34 o powierzchni powyżej 1000 ha. Łącznie powierzchnia jezior wynosi 317 tys. ha co stanowi 1% powierzchni kraju. Dotychczasowe badania, głównie instytucji naukowych, nie były skoordynowane. Liczba zbadanych jezior, wynosząca 400, stanowi tylko 4% ogólnej liczby większych jezior. Na podstawie przeprowadzonych badań należy stwierdzić, że około 9% powierzchni jezior o powierzchni 282 tys. ha jest zanieczyszczonych przez ścieki. W ostatnich latach powierzchnia zanieczyszczonych jezior wzrosła o 30%. Ocenia się, że 95% wszystkich jezior w Polsce ma już charakter eutroficzny, a tylko 5% oligotroficzny, zachowując dużą przezroczystość i cechując się małą zawartością związków organicznych. Jak dotąd oligotroficzny charakter zachowały największe jeziora w Polsce. Wody jeziorne nie są jeszcze w tak dużym stopniu zanieczyszczone z racji stosunkowo niewielkiej ilości zanieczyszczeń oraz dużego stopnia samooczyszczania się.

IV. ZANIECZYSZCZENIE RZEK

W Polsce „odbiornikami” ścieków są głównie rzeki i spośród wszystkich wód najbardziej zanieczyszczone. Wody powierzchniowe płynące pokrywają około 70 - 80% zapotrzebowania wodnego ludności, a więc powinny to być wody najwyższej jakości, odpowiadające klasie wód pitnych. Pomimo tych wymogów rzeki są zanieczyszczone ściekami przemysłowymi i komunalnymi. Ostatnia ocena dotyczyła lat 1968 - 1970 i objęła 117 rzek o długości 12 500 km mających istotne znaczenie gospodarcze i oparta została na wskaźnikach: BZT₅, utlenialność, fenole, chlorki, siarczany, zawartość związków rozpuszczonych i zawiesiny. Woda rzek wykazuje zanieczyszczenia różnego typu, przy czym obserwuje się ich stały wzrost na rzekach polskich. Porównanie jakości wód w Polsce w 1967 i 1970 r. wykazało, że stan czystości wód uległ pogorszeniu, a różnice w klasyfikacji ogólnej są następujące:

— w okresie trwania kampanii jesiennej zasięg wód I klasy zmniejszył się o 575,3 km, II klasy o 186,1 km, III klasy o 211,9 km; zasięg wód poza klasyfikacją zwiększył się o 177,3 km,

— w okresie pozakampanijnym' zasięg wód I klasy zmniejszył się o 706,6 km, II klasy o 190,2 km, III klasy o 310,5 km; zasięg wód poza klasyfikacją zwiększył się o 205,9 km. Pogorszenie zaobserwowano też

na rzekach dotychczas stosunkowo czystych na terenie województw białostockiego, bydgoskiego, kieleckiego i koszalińskiego, co spowodowało zmniejszenie zasięgu wód klasy I.

Poważnemu pogorszeniu uległ też stan czystości wód Wisły. Wody klasy I o przeznaczeniu dla potrzeb komunalnych i przemysłu spożywczego stanowią 0% biegu rzeki, klasy II dla celów rekreacyjnych — 13,5%) długości rzeki, dalej wody klasy III, a więc przeznaczone dla przemysłu i rolnictwa stanowią 38,4% biegu Wisły. Natomiast największy zasięg mają wody poza klasyfikacją o udziale procentowym 48,1% długości Wisły. Decydujący wpływ wywierają związki fenolowe i organiczne wyrażone wskaźnikiem BZT₅.

Wody Odry wykazały ostatnio pewną poprawę jeśli chodzi o stopień zanieczyszczenia. Odcinki rzeki prowadzące wody o wskaźnikach przekraczających dopuszczalne wartości stężeń zanieczyszczeń zmniejszyły się o 42 km. Wody klasy I stanowią 0% biegu rzeki, zasięg klasy II wynosi

Tabela 1

Udział rzek polskich w klasyfikacji stanu czystości wody

Klasy czystości wody	Długość rzeki w km należąca do danej klasy czystości wody		Procentowy udział długości rzek objętych opracowaniem należących do danej klasy	
	okres kampanijny	okres pozakampanijny	okres kampanijny	okres pozakampanijny
I	3101,0	3111,0	24,8	24,9
II	3655,4	4026,0	29,2	32,2
III	2206,0	2440,4	17,6	19,5
Poza klasyfikacją	3543,7	2928,8	28,4	23,4
Ogółem	12506,1	12506,2	100,0	100,00

Źródło: Raport zespołu roboczego do spraw jakości wód na temat: „Program przedsięwzięć zapewniających odpowiednią jakość wód”, Międzyresortowa Komisja do spraw opracowania kompleksowego programu rozwoju gospodarki wodnej do 1990 r., Warszawa 1972, s. 5.

18,4% długości Odry, klasy III — 29,7% biegu i wody poza kwalifikacją stanowią aż 51,9% biegu rzeki. Wody Odry są zanieczyszczone przez fenole, związki organiczne oraz wykazują ponadnormatywny stopień zanieczyszczenia.

V. AKTUALNE IŁOŚCI ŚCIEKÓW, ZANIECZYSZCZEŃ ORAZ DYNAMIKA ICH WZROSTU

Rzeki polskie są głównie zanieczyszczone ściekami zrzucanymi przez zakłady przemysłowe i gospodarkę komunalną. W zasadzie wszystkie ścieki zawierają ładunek zanieczyszczeń i z tej racji powinny być oczy-

szczane. Za ścieki wymagające oczyszczenia uznane zostały wszystkie wody zużyte z wyjątkiem wód pochłodniczych pochodzących z energetyki cieplnej i uważanych umownie za czyste, gdyż wymagają tylko obniżenia temperatury przed wpuszczeniem ich do odbiorników.

Tabela 2

Dynamika wzrostu ilości wytwarzanych ścieków w latach 1960- 1970

Rok	Ścieki wytwarzane ogółem w mln m ³ /r	W tym		Wskaźniki wzrostu ścieków wymagających oczyszczenia w stosunku do ubiegłego 5-lecia
		wody chłodnicze* w mln m ³ /r	ścieki wymagające oczyszczenia w mln m ³ /r	
1960	4800	2300	2500	—
1965	6048	2637	3411	1,36
1970	8184	3825	4359	1,22

W ogólnej masie odprowadzanych rocznie wód pochłodniczych sprawozdawczość uwzględnia wody zużyte w obiegach zbiornikowych.

Źródło: Raport, op. cit., s. 8.

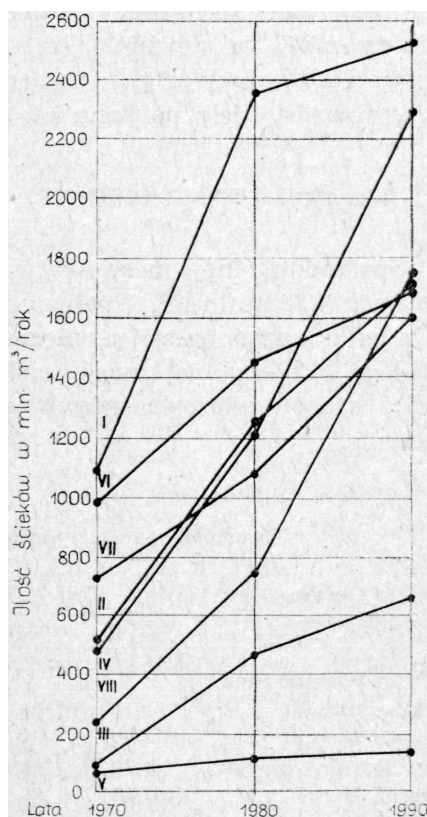
W ogólnej masie wytwarzanych ścieków wymagających oczyszczenia największy udział w 1970 r. przypadął na zakłady następujących resortów:

- gospodarka komunalna — około 33% (1410 mln m³ ścieków),
- przemysł chemiczny — około 21% (910 mln m³ ścieków), a szczególnie gałęzie wytwarzające produkty nieorganiczne i nawozy sztuczne, petrochemia i synteza włókien sztucznych oraz gałęzie wytwarzające produkty organiczne,
- przemysł ciężki — około 17% (719 mln m³ ścieków), szczególnie hutnictwo żelaza i stali, górnictwo i hutnictwo metali nieżelaznych,
- przemysł drzewny — około 10% (427 mln m³ ścieków) ze szczególnie uciążliwą produkcją celulozy i papieru.

Roczny przyrost ilości ścieków przemysłowych wymagających oczyszczenia wynosił w latach 1960 - 1970 od 0% do 5%, natomiast w gospodarce komunalnej ponad 5%.

Pod względem ilości odprowadzanych ścieków wymagających oczyszczenia w latach 1960 - 1970 najbardziej obciążone były następujące obszary wodno-gospodarcze: zlewnia Wisły do Sanu i z Sanem, zlewnia Odry do Warty i zlewnia Warty.

Najwyższy ładunek BZT₅ w 1970 r. wytworzony był przez zakłady gospodarki komunalnej (miasta) i wynosił 1315 t/d O₂ oraz przemysł spożywczy — 1055 t/d O₂, który odprowadzał ścieki o charakterze organicznym.



Hyc. 1. Krzywe wzrostu ilości ścieków w poszczególnych podstawowych obszarach gospodarki wodnej kraju w latach 1970 - 1990

Niepokojący jest fakt, że wartość wskaźnika BZT_5 na przestrzeni lat 1960 - 1970 wzrosła w całym kraju o 46%, natomiast ładunek zawiesiny uległ prawie dwukrotnemu zwiększeniu. Pod względem wielkości wytwarzanego ładunku zawiesiny dominują zakłady górnictwa — 2275 t/d — szczególnie kopalnictwo węgla, przemysł chemiczny — 1980 t/d — kopalnictwo surowców chemicznych, przemysł ciężki — 1300 t/d — kopalnictwo rud żelaza i metali nieżelaznych.

Tabela 3

Wielkość wytwarzanych ładunków zanieczyszczeń wyrażona w podstawowych wskaźnikach zanieczyszczeń BZT_5 i zawiesinie

Rok	BZT_5 t·O ₂ /dobę	Zawiesina w t/d
1960	2131,28	3988,17
1965	2440,70	brak danych
1970	3126,30	8456,00

Najbardziej obciążone ładunkiem zanieczyszczeń wyrażonych, wskaźnikiem BZT_5 , są zlewnie Odry do Warty, zlewnia Wisły od Narwi do ujścia i zlewnia Warty, a pod względem wytwarzanego ładunku zawiesiny zlewnia Wisły do Sanu i z Sanem, zlewnia Odry do Warty.

VI. MOŻLIWOŚCI OCHRONY WÓD PRZED ZANIECZYSZCZENIAMI

Spośród ogólnej masy wytwarzanych ścieków wymagających oczyszczenia (4359 mln m^3/r) pełnemu oczyszczeniu ulega tylko 12% tj. 616,2 mln m^3/r , częściowemu usunięciu zanieczyszczeń do 30%o masy ładunku podlega 33% ogólnej masy ścieków == 1461 mln m^3/r . Pozostałe 55% ilości ścieków odprowadzanych jest do wód powierzchniowych bez oczyszczenia.

Tabela 4

Dynamika wzrostu wytwarzanych ładunków zanieczyszczenia

Obszar wodno-gospodarczy	1960		1965		1970	
	BZT_5	zawiesina	BZT_5	zawiesina	BZT_5	zawiesina
Zlewnia Wisły do Sanu i z Sanem	279,16	1376,02	289,9	brak danych	406,4	2875,0
Zlewnia Wisły od Sanu do Narwi	181,70	251,80	272,0	„	312,6	507,5
Zlewnia Narwi	104,80	86,55	126,0	„	218,9	253,7
Zlewnia Wisły od Narwi do ujścia	535,00	705,80	420,0	„	625,3	1437,5
Zlewnia rzek Przymorza Wschodniego	59,00	47,00	68,8	„	93,8	126,8
Zlewnia Odry do Warty	429,80	834,80	665,0	„	725,3	1775,7
Zlewnia Warty	278,72	218,50	400,0	„	531,4	465,0
Zlewnia Odry od Warty do ujścia i Przymorze Zachodnie	262,80	485,70	120,0	„	212,6	1014,8
Ogółem	2130,98	4006,17	2361,7	„	3126,3	8456,0

Źródło: Raport..., op. cit., załącznik nr 5.

Z zestawienia wynika, że mimo wzrostu bezwzględnej wartości ilości ścieków oczyszczanych w pełni i częściowo (1970 r. w stosunku do 1965) o 473,2 mln m^3 , procentowy udział ścieków oczyszczonych utrzymuje się na nie zmienionym poziomie (w granicach 33%, 34%o) przy czym wzrosła wartość ogólnej ilości ścieków wymagających oczyszczenia o 128%. Istotną jest tu sprawa stopnia redukcji ładunku zanieczyszczenia wody. W 1970 r. wytworzony ładunek zanieczyszczenia wyrażony wskaźnikiem BZT_5 , a wynoszący 3126,5 t O_2/d redukowany był na istniejących oczy-

Tabela 5

Ścieki oczyszczane i charakterystyka stopnia ich oczyszczenia w 1. 1965 i 1970

Wyszczególnienie	Ilość ścieków w mln m ³ /r		% wzrostu ilości ścieków
	1965	1970	
Ścieki wymagające oczyszczenia	3411,0	4359,0	128
Ścieki oczyszczone w pełni	332,5	516,2	155
% ścieków wymagających oczyszczenia	10,0	12,0	
Ścieki oczyszczone częściowo	1171,5	1461,0	125
% ścieków wymagających oczyszczenia	34,0	33,0	

Źródło: Raport..., op. cit., s. 11.

szczalniach ścieków w 38% (według sprawozdawczości zakładów). W związku z czym ładunek odprowadzany do odbiorników wynosił 1938,3 t O₂/d. Są to wartości większe w porównaniu z 1965 r., kiedy to stopień redukcji wynosił tylko 24% (z 2440,7 t O₂/d ładunku wytworzonego 1864,4 t O₂/d zostało odprowadzone do odbiorników wodnych).

W Polsce blisko 15 tys. zakładów wytwarza ścieki z czego 56% zakładów odprowadza je bezpośrednio do wód powierzchniowych lub do ziemi. W tej liczbie około 3500 zakładów przemysłowych i ośrodków miejskich wywiera istotny wpływ na stan czystości wód odprowadzając łącznie około 80% ogólnej ilości ścieków powstających we wszystkich źródłach zanieczyszczenia w kraju. Spośród 3500 zakładów, 2000 ma urządzenia do oczyszczania ścieków, a w tym tylko 1000 zakładów przemysłowych dysponuje oczyszczalniami wybudowanymi w latach 1960-1970, a więc nowymi o wyższym i bardziej skomplikowanym stopniu redukcji. Stan techniczny oczyszczalni jest niewystarczający. Często są one przeciążone i nie zabezpieczają wymaganej redukcji zanieczyszczeń w stopniu wynikającym z normatywów czystości wód odbiorników. Większość urządzeń oczyszczalni służy do mechanicznego oczyszczania ścieków. Są to przeważnie przestrzałe (budowane 20-40 lat temu) osadniki ulegające częstym awariom. W gospodarce komunalnej sytuacja jest też nie bardzo pocieszająca. Na ogólną liczbę około 900 miast tylko 670 ma urządzenia kanalizacyjne, w tym około 260 — oczyszczalnie ścieków. Jednak sprawność tych urządzeń jest niedostateczna. Wskazana byłaby budowa wspólnych oczyszczalni miejsko-przemysłowych. Optymistyczny jest fakt, że w miarę upływu lat nieprawidłowości związane z projektowaniem i wykonawstwem wykazały tendencję spadkową. Proporcjonalnie wzrosły nakłady inwestycyjne na budowę oczyszczalni ścieków począwszy od 1961 r.

Najwyższy udział w poniesionych nakładach zanotowano w następujących resortach: przemysł chemiczny, gospodarka komunalna, przemysł ciężki oraz górnictwo i energetyka. Wynosiły one w latach 1961-1965 —

Tabela 6

Dynamika wzrostu ilości ścieków wymagających oczyszczenia i ścieków oczyszczanych
(w mln m³/rok)

Resort	1965				1970					
	ścieki wymagające oczyszczenia	ścieki oczyszczone	w tym		ścieki wymagające oczyszczenia	ścieki oczyszczone	w tym			
			mechanicznie	chemicznie			mechanicznie	chemicznie	biologicznie	
Ministerstwo:										
Górnictwa i Energetyki	264,1	257,0	249,0	1,0	6,2	578,9	393,0	373,7	8,7	11,5
Przemysłu Ciężkiego	701,7	248,7	211,1	28,2	9,4	719,7	265,0	245,4	13,9	5,7
Przemysłu Maszynowego	—	—	—	—	—	84,6	30,3	13,1	9,3	7,9
Przemysłu Chemicznego	601,0	326,5	218,4	97,2	10,9	910,2	398,4	213,5	165,2	19,7
Przemysłu Lekkiego	93,7	44,4	37,4	1,5	5,5	98,8	50,5	39,9	5,1	5,5
Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego	363,9	145,4	130,7	6,1	8,6	426,9	203,8	189,6	1,3	12,9
Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych	3,7	13,0	11,7	0,1	1,2	92,4	34,9	32,8	0,1	2,0
Przemysłu Spożywczego i Skupu Komunikacji	211,7	83,1	62,2	3,8	17,1	218,8	128,8	106,1	1,5	21,2
Zdrowia i Opieki Społecznej	36,4	13,7	9,7	0,4	3,6	40,1	14,6	10,0	0,1	4,4
Gospodarki Komunalnej	14,5	5,6	1,0	1,8	2,8	19,9	6,4	1,7	1,3	3,4
Centralny Związek Spółdzielni Mleczarskich	1077,0	350,0	227,5	—	112,5	1097,9*	427,4	218,7	—	208,7
Pozostałe	23,0	6,9	4,9	0,2	1,8	1410,3	8,5	5,0	0,1	3,4
	20,2	9,7	7,3	0,8	1,6	39,0	14,8	11,5	1,1	2,2
Razem	3410,9	1504,0	1170,5	141,1	181,2	4359,0	1976,4	1461,0	207,7	308,5

* Ścieki bytowo-gospodarcze bez przemysłu zlokalizowanego na terenie miast.
Źródło: Raport..., op. cit., załącznik 6.

Tabela 7

Nakłady na budowę oczyszczalni ścieków w mld zł

Okres	Nakłady nominalne	Nakłady porównywalne	Wzrost w %
1961 - 65	2,4	4,8	100
1966 - 70	5,3	8,0	166
1971 - 75 (w planie)	12,7	12,7	264

Źródło: Raport..., op. cit., s. 17.

70% nakładów ogólnokrajowych, a w latach 1966 - 1970 — 75% nakładów ogólnokrajowych.

Rozkład przestrzenny nakładów na budowę oczyszczalni ścieków był uzależniony od lokalizacji źródła i stopnia zanieczyszczenia. W latach 1961 - 1970 koncentrowano nakłady w zakładach zanieczyszczających wody zlewni rzeki w jej górnym biegu, zwłaszcza Wisły i Odry, które cechuje wysoki stopień intensywności wykorzystania gospodarczego. W okresie 1961 - 1965 nakłady wykorzystano w 91%, a w latach 1966 - 1970 tylko w 88% z powodu trudności wykonawczych.

Tabela 8

Nakłady na budowę oczyszczalni ścieków w poszczególnych obszarach wodno-gospodarczych w mln zł

Obszar wodno-gospodarczy	1961 - 1965	1966 - 1970
Zlewnia rzek:		
Wisły do Sanu i z Sanem	626,8	1677,4
Wisły od Sanu do Narwi	235,0	366,2
Narwi	293,4	334,6
Wisły od Narwi do ujścia	198,6	451,9
rzek Przymorza Wschodniego	20,8	19,1
Odry do Warty (bez niej)	532,4	1406,6
Warty	387,9	833,1
Odry od Warty do ujścia i Przymorza Zach.	124,7	215,7
Ogółem	2419,6	5304,6

Źródło: Raport..., op. cit., s. 18.

Wartości nakładów wykazują tendencje wzrostu, ale wzrost jest niewystarczający. Za szczególnie niskie w stosunku do rzeczywistych potrzeb należy uznać środki na budowę oczyszczalni miejskich a szczególnie wspólnych z przemysłem. W bieżącym pięcioleciu nakłady wynoszą 12,7 mld zł (w cenach 1971 r.). Wzrost cen materiałów budowlanych wpływa na koszt oczyszczalni ścieków średnio w około 30%.

VII. PROGNOZA ILOŚCI ŚCIEKÓW I ŁADUNKU ZANIECZYSZCZEŃ

Przewidywany intensywny rozwój gospodarczy kraju spowoduje sukcesywny wzrost zapotrzebowania na wodę, którego bezpośrednią konsekwencją jest spotęgowanie ilości ścieków i ładunków zanieczyszczenia z zakładów przemysłowych, komunalnych i innych.

Tabela 9

Przewidywany w kraju wzrost zużycia wody do 1990 r. i ilości ścieków wymagających oczyszczenia

Rok	Zużycie wody w mln m ³			Ścieki wymagające oczyszczenia			Wskaźnik wzrostu ścieków ogółem do 1970 r.
	ogółem	przemysłowej	gospodarki komunalnej	ogółem	komunalne	przemysłowe	
1970	6599	5083	1516	4359,0	1410,3	2948,7	—
1980	14791	10550	3641	8915,5	3600,0	5315,5	2,1
1990	20572	15422	5150	12545,8	5000,0	7545,8	2,9

Źródło: Raport..., op. cit., s. 21.

Według przygotowanych prognoz pobór wody przez istniejących trzech odbiorców wzrośnie 3-krotnie w stosunku do stanu aktualnego, a więc tak samo wzrośnie ilość odprowadzanych do odbiorników wód zużytych. Wody te, w zależności od stopnia zanieczyszczenia nadal będą dzielone na ścieki wymagające oczyszczenia oraz wody pochłonicze nie wymagające oczyszczenia, lecz tylko obniżenia temperatury przed odprowadzeniem ich do wód powierzchniowych. Największą ilość ścieków wymagających oczyszczenia w 1990 r. przewiduje się ze zrzutu: gospodarki komunalnej (miasta i osiedla) — około 40% ogólnej ilości, przemysł chemiczny — około 25%, przemysł ciężki — około 11% ogólnej ilości. Wynika z tego, że według szacunków ścieki z wyżej wymienionych resortów wytwarzać będą około 80% ogólnej ilości ścieków wymagających oczyszczenia. Zanieczyszczenia będą nadal określone zawartością wskaźnika BZT_5 i zawiesiny.

Z dotychczasowych rozważań wynika, że dominujący udział 40% w wytwarzaniu ładunku zanieczyszczenia, aktualnie i w perspektywie, mają miasta. Natomiast największy ładunek zanieczyszczenia wyrażonego w zawiesinie pochodzi z górnictwa — 27%, z czego szczególnie górnictwo węgla, przemysł chemiczny — 23%, przemysł ciężki około 15%.

Jak wynika z wykresu ogólny wniosek jest następujący: poziom czystości wód w 1970 r. wyrażony wskaźnikiem BZT_5 = około 2000 t O_2 na dobę zostanie w sposób zdecydowany obniżony do wartości około 600 t O_2 /dw 1990 r.

Analizując aktualnie i w okresie perspektywicznym ilości ścieków

Tabela 10

Prognoza wzrostu ilości ścieków i wielkości ładunków zanieczyszczeń do 1990 r. według resortów

Resort	1970				1980				1990			
	ścieki wymagające oczyszczania		ładunek zanieczyszczeń w ściekach wymagających oczyszczania		ścieki wymagające oczyszczania		ładunek zanieczyszczeń w ściekach wymagających oczyszczania		ścieki wymagające oczyszczania		ładunek zanieczyszczeń w ściekach wymagających oczyszczania	
	mln m ³ /r	BZT ₅ tO ₂ /d	mln m ³ /r	t/d	mln m ³ /r	BZT ₅ tO ₂ /d	mln m ³ /r	BZT ₅ tO ₂ /d	mln m ³ /r	BZT ₅ tO ₂ /d	mln m ³ /r	BZT ₅ tO ₂ /d
Ministerstwo: Górnictwa i Energetyki	578,9	25,2	2274,6	2274,6	752,5	40,3	2548,0	2548,0	1200,0	54,5	2854,0	2854,0
Przemysłu Ciężkiego	719,7	26,1	1295,8	1295,8	1140,0	41,7	1452,0	1452,0	1300,0	56,3	1626,0	1626,0
Przemysłu Chemicznego	910,2	168,4	1982,4	1982,4	2100,0	429,4	2220,0	2220,0	3200,0	579,7	2486,0	2486,0
Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego	426,9	273,0	229,5	229,5	600,0	436,9	258,0	258,0	950,0	589,7	287,0	287,0
Gospodarki Komunalnej	1410,3	1515,0	1611,0	1611,0	3600,0	2104,0	1752,0	1752,0	5000,0	2840,0	1868,0	1868,0
Pozostałe	313,0	1218,6	1062,2	1062,2	725,0	1872,2	1263,0	1263,0	895,0	2526,0	1985,0	1985,0
Ogółem	4359,0	3226,3	8455,0	8455,0	8917,5	4924,4	9493,0	9493,0	12545,0	6646,2	11106,0	11106,0

Źródło: Raport..., op. cit., załącznik 7.

Tabela 11

Przewidywana zawartość ładunku zanieczyszczenia w przemyśle i gospodarce komunalnej do 1990 r.

Rok	BZT ₅ w t O ₂ /d			Zawiesina w t/d		
	ogółem	w tym		ogółem	w tym	
		przemysł	gospodarka komunalna		przemysł	gospodarka komunalna
1970	3126,3	1811,5	1315,0	8456,0	6845,0	1011,0
1980	4924,4	2820,4	2104,0	9473,0	7741,0	1732,0
1990	6646,0	4206,0	2840,0	10608,0	8740,0	1868,0

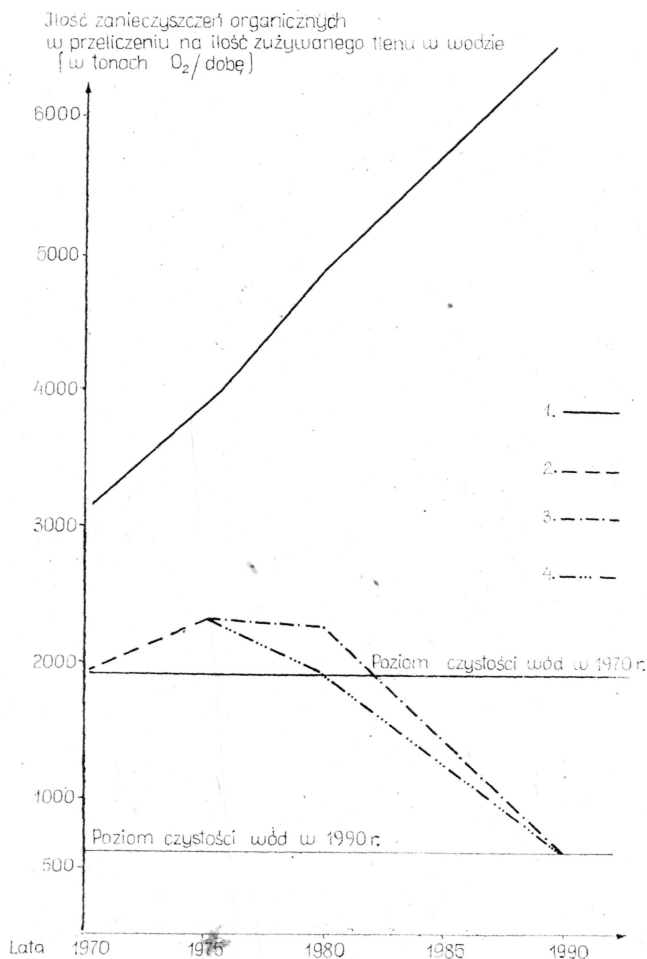
Źródło: Raport..., op. cit., s. 22.

i ładunku zanieczyszczeń należy też określić ich rozmieszczenie przestrzenne, gdyż istotny jest problem głównych źródeł zanieczyszczenia kraju z racji chociażby pewnej predyspozycji terenu i kierunku odpływu ścieków wraz z ciekami wodnymi. Największe obciążenie występuje i występować będzie nadal na obszarze Śląsko-Krakowskiego Okręgu Przemysłowego obejmującego dorzecza głównych rzek Polski — zlewnie górnej Wisły, Odry i Warty, a więc w oznaczonym umownie I, II i VII obszarze wodno-gospodarczym.

Przestrzenny rozkład ładunków zanieczyszczeń pokrywa się w przybliżeniu z rozkładem ilości odpływających ścieków w podstawowych obszarach gospodarki wodnej. Naczelnym zadaniem programu inwestycyjnego jest nadążanie za obecnym tempem i odrabianie zaległości. Przewidywany podział nakładów jest następujący: na odrabianie zaległości — 27%, na renowację starych urządzeń — 5%, na inwestycje związane z rozwojem gospodarczym kraju — 68%. Przy istniejącym stanie, a mianowicie istnieniu przestarzałych urządzeń, na remonty generalne trzeba rocznie przeznaczyć około 2% od aktualnej wartości majątku trwałego istniejących oczyszczalni ścieków. Budowa nowych oczyszczalni ścieków na podstawie prefabrykatów stwarza konieczność zainwestowania znacznych sum na wytwórnie prefabrykatów.

Koszt oczyszczania ścieków w latach 1971 - 1990 na podstawie danych dotyczących wzrostu ilości ludności miejskiej, przewidywane tempo wzrostu produkcji przemysłowej oraz przy założeniu, że będzie to okres stosowania trzeciego stopnia oczyszczania na szeroką skalę, będzie kształtował się następująco: w oczyszczalniach budowanych w okresie 1971 - 1980 będzie wynosił 3800 zł za 1 m³ ścieków, w latach 1981 - 1990 — 4500 zł za 1 m³ ścieków.

Minimalna przepustowość oczyszczalni w kolejnych etapach 1971 - 1980 wyniesie 14,0 mln m³/d, a koszty 53 mld zł; 1981 - 1990 — 19,0 mln m³/d, koszty — 86 mld zł.



Ryc. 2. Wykres ilości zanieczyszczeń organicznych

1 — ilość zanieczyszczeń organicznych w wytwarzanych ściekach (surowych), 2 — ilość zanieczyszczeń organicznych w ściekach odprowadzanych do wód po oczyszczeniu przy zaplanowanych nakładach inwestycyjnych na lata 1971-1975, 3 — ilość zanieczyszczeń organicznych w ściekach odprowadzanych do wód po oczyszczeniu (według obliczanych potrzeb), 4 — ilość zanieczyszczeń organicznych w ściekach oczyszczonych (według możliwości rozwoju budownictwa oczyszczalni)

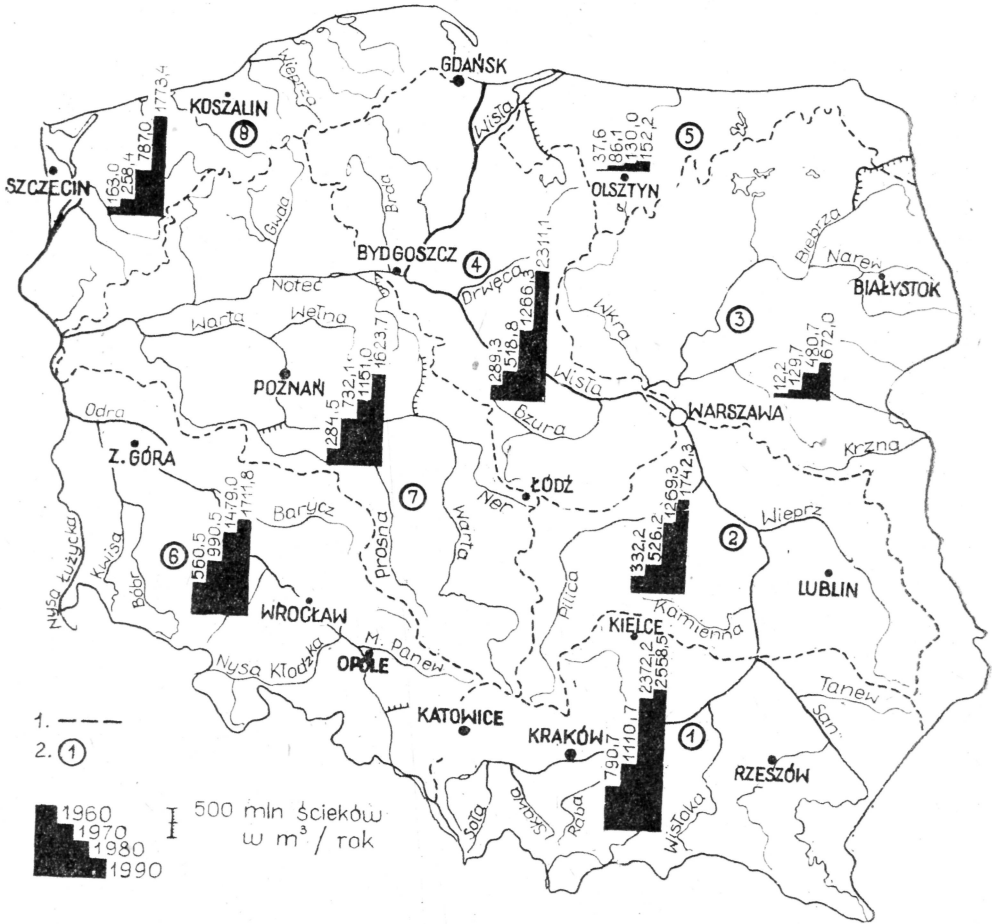
Po 1980 r. na wymianę starych wyeksploatowanych urządzeń przeznaczonych zostanie 7 mld zł. W okresie 1971 - 1990 łączne nakłady na budowę urządzeń do oczyszczania ścieków wyniosą więc 146 000 mln zł (ceny 1971 r.). Koszty te obejmują budowę oczyszczalni, podoczyszczalni oraz urządzeń zabezpieczających odbiorniki przed zasoleniem, natomiast nie obejmują kosztów budowy kanalizacji, które są 4× wyższe niż oczyszczalnie dla sieci miejskiej i 2× wyższe dla sieci przemysłowej.

Tabela 12

Proгноza wzrostu ilości ścieków i ładunków zanieczyszczenia w obszarach wodno-gospodarczych

Nr obszaru	1970				1980				1990			
	ścieki wymagające oczyszczenia mln m ³ /r	ładunek zanieczyszczeń w ściekach wymagających oczyszczenia BZT ₅ t O ₂ /d	ładunek zanieczyszczeń w ściekach wymagających oczyszczenia BZT ₅ t O ₂ /d	ładunek zanieczyszczeń w ściekach wymagających oczyszczenia BZT ₅ t O ₂ /d	ścieki wymagające oczyszczenia mln m ³ /r	ładunek zanieczyszczeń w ściekach wymagających oczyszczenia BZT ₅ t O ₂ /d	ładunek zanieczyszczeń w ściekach wymagających oczyszczenia BZT ₅ t O ₂ /d	ładunek zanieczyszczeń w ściekach wymagających oczyszczenia BZT ₅ t O ₂ /d	ścieki wymagające oczyszczenia mln m ³ /r	ładunek zanieczyszczeń w ściekach wymagających oczyszczenia BZT ₅ t O ₂ /d	ładunek zanieczyszczeń w ściekach wymagających oczyszczenia BZT ₅ t O ₂ /d	ładunek zanieczyszczeń w ściekach wymagających oczyszczenia BZT ₅ t O ₂ /d
I	1119,7	406,4	2875,0	2372,2	619,1	3220,0	2558,5	835,0	3606,0			
II	526,2	312,6	507,5	1269,3	617,8	569,0	1742,3	833,0	637,0			
III	129,7	218,9	253,7	480,7	361,8	285,0	672,0	489,0	319,0			
IV	516,8	625,3	1437,5	1266,3	986,3	1611,0	2311,1	1331,0	1804,0			
V	86,1	93,8	126,8	130,0	137,7	142,0	152,2	186,0	159,0			
VI	990,5	725,3	1775,7	1479,0	1094,5	1989,0	1711,8	1478,0	2228,0			
VII	732,1	531,4	465,0	1151,0	756,0	520,0	1623,7	1020,0	582,0			
VIII	258,4	212,6	1014,8	767,0	351,0	1137,0	1773,4	474,0	1273,0			
Ogółem	4359,5	3126,5	8455,8	8915,5	4924,2	9473,0	12545,0	6646,0	10608,0			

Źródło: Raport..., op. cit., załącznik 8.



Ryc. 3. Podział kraju na obszary wodno-gospodarcze z uwzględnieniem ilości ścieków wymagających oczyszczenia w latach 1960, 1970, 1980 i 1990

1 — granica podstawowych obszarów gospodarki wodnej, 2 — nr podstawowego obszaru gospodarki wodnej

Tabela 13

Nakłady konieczne do realizacji programu inwestycyjnego w mln zł

Nakłady	1971 - 1975	1976 - 1980	1981 - 1985	1986 - 1990
Przy pełnym zlikwidowaniu zaległości do 1990 r.	12700	40300	45000	48000
Na remonty generalne	8000		15000	

Źródło: Raport..., op. cit., s. 37.

VIII. MOŻLIWOŚCI OCHRONY ZASOBÓW WODNYCH

Optymalne i kompleksowe wykorzystanie zasobów wodnych przy zachowaniu podstawowych zasad racjonalności gospodarowania to główny cel gospodarki wodnej. Zadania na tym odcinku są więc jednoznaczne i sprowadzają się w zasadzie do działania w kierunku przetwarzania posiadanych zasobów wodnych o określonym rozkładzie prawdopodobieństwa w nową formę zasobów o żądanym rozkładzie prawdopodobieństwa. Natomiast zasadą racjonalnego działania jest uzyskiwanie największego efektu (największej wydajności) przy udziale najmniejszego nakładu środków (oszczędności). Podstawowymi i pierwotnymi zasadami gospodarki wodnej są:

- 1) zachowanie równowagi biocenotycznej,
- 2) hierarchizacja potrzeb — dążenie do maksymalnego zaspokojenia potrzeb społeczeństwa na podstawie systematycznego i szybkiego wzrostu sił wytwórczych,
- 3) oszczędność wody — a) uzyskanie określonych efektów przy użyciu najmniejszej ilości wody np: przez stosowanie w przemyśle zamkniętych obiegów wody, czy też wybieranie upraw ekonomicznie gospodarujących wodą, b) uzyskiwanie możliwie największych efektów gospodarczych przy posiadanych zasobach wody przez ograniczenie marnotrawstwa (bezpłodny zużycia), ochronę wód przed zanieczyszczeniem oraz eliminowanie zużycia wody tam, gdzie możliwa jest substytucja.

Ochronę zasobów wodnych przed zanieczyszczeniem należy rozumieć przede wszystkim jako zespół przedsięwzięć organizacyjnych, prawodawczych i technicznych, które przez planową ich realizację zapewniają przywrócenie i utrzymanie jakości wody odpowiedniej dla poszczególnych sposobów gospodarczego i społecznego użytkowania, przy równoczesnym zachowaniu stanu równowagi w biocenozie środowiska wodnego. Główne kierunki ochrony zasobów wodnych dotyczą:

- 1) Przedsięwzięć organizacyjno-prawnych:
 - a) dociekania powinny dotyczyć zlewni jako obszarów wodno-gospodarczych, a nie województw i powiatów,
 - b) jeden organ administracji państwowej powinien działać kompleksowo w zakresie spraw gospodarki wodnej,
 - c) aktualizacji powinno ulec prawo wodne — obowiązująca zasada oczyszczania wszystkich ścieków, zwiększenie uprawnień Instytutu Gospodarki Wodnej w zakresie poboru wody, oczyszczania i budowy oczyszczalni we wszystkich zakładach przemysłowych,
 - d) niedopuszczenie do produkcji bez zezwolenia władz wodnych,
 - e) uwzględnienie przy ocenie efektywności ekonomicznej gospodarki wodno-ściekowej i ochrony wód,
 - f) budowa wspólnych oczyszczalni przemysł-miasto,
 - g) wyznaczenie obszarów szczególnej ochrony wód,

h) stworzenie podstaw prawnych do ochrony jezior od chemizacji rolnictwa.

2) Przedsięwzięć w zakresie procesu planowania i programowania:

a) wprowadzenie właściwej z punktu widzenia ochrony dyspozycyjnych zasobów wodnych polityki lokalizacyjnej nowych źródeł zanieczyszczenia (zakładów przemysłowych),

b) opracowanie przez organy administracji wodnej programów inwestycyjnych budowy urządzeń do oczyszczania ścieków.

3) Przedsięwzięć techniczno-organizacyjnych:

a) usprawnienie realizacji wspólnych oczyszczalni,

b) powołanie wykonawców do budowy oczyszczalni,

c) rozwinięcie produkcji urządzeń dla wyposażenia oczyszczalni,

d) wprowadzenie prefabrykatów przy budowie oczyszczalni,

e) podniesienie rangi pracowników służb eksploatacji urządzeń gospodarki wodno-ściekowej.

4) Przedsięwzięć w zakresie nadzoru i kontroli:

a) opanowanie głównych źródeł zanieczyszczenia,

b) wprowadzenie systemów sygnalizacyjnych pomiaru zanieczyszczenia,

c) nadzoru w zakładach nad ilością i jakością ścieków,

d) zapewnienie dostaw aparatury kontrolno-pomiarowej,

5) Zasady polityki w zakresie inwestowania powinny dotyczyć:

a) ochrony ujęć wody pitnej dla ludności,

b) górnych odcinków zlewni,

c) obszarów wykorzystywanych dla celów turystyczno-rekreacyjnych,

d) jezior i źródeł zanieczyszczeń (w aspekcie branżowym), budowy wspólnych oczyszczalni, likwidacji zagrożenia fenolowego i kampanijnego.

Woda powinna być traktowana jako surowiec trudno dostępny i kosztowny. Zakłady przemysłowe w okresie perspektywicznym powinny przechodzić raczej na technologie mniej wodochłonne, wykorzystywać w maksymalnym stopniu wodę z oczyszczonych ścieków, wskazane byłoby też normowanie zapotrzebowania i zużycia wody w nawiązaniu do rozmiarów produkcji. Nastąpi natomiast ograniczenie korzystania z wód podziemnych przez zakłady przemysłowe i odprowadzanie ścieków nie oczyszczonych lub oczyszczonych w stopniu niewystarczającym do wód powierzchniowych lub gruntu.

W naszym kraju woda jest przedmiotem ochrony, szczególnie w chwili obecnej. Wartość wody jako środowiska życia i czynnika egzystencji człowieka została już doceniona w czasach starożytnych. Stała się ona jako pierwsza z zasobów naturalnych przedmiotem swoistej ochrony. „W starożytnym Egipcie, Asyrii i Babilonii istniały już przepisy prawne chroniące źródła wód i regulujące formy korzystania z wody. Im doskonalsze były te przepisy prawne, im bardziej przestrzegane, tym dłużej utrzymywały się kultury starożytne³”.

³ H. Sandner, *Ochrona zasobów naturalnych*, Warszawa 1972.

Podstawowymi metodami pośrednimi ochrony wody jest stosowanie w przemyśle „obiegów zamkniętych”, wykorzystywanie wody z oczyszczonych ścieków w rolnictwie, a także same ścieki zawierające szereg substancji mogą być stosowane do uprawy roślin jako nawozy. Zważywszy jednak na niebezpieczeństwo koncentracji drobnoustrojów w ściekach korzystniejsza wydaje się metoda tzw. deszczowania łąk i pastwisk przy rozprowadzaniu ścieków. Wykorzystywanie ścieków w rolnictwie wymaga jednak wstępnego oczyszczania w odstojnikach, gdzie następuje osadzanie cząstek zawieszonych w wodzie. Mikroorganizmy działające na osad przyspieszają proces oczyszczania i możliwość jego wykorzystania jako nawozu. Obecnie tylko 25% powierzchni użytków rolnych otrzymuje wystarczającą ilość wody, stąd problem wykorzystania ścieków dla rolnictwa staje się coraz istotniejszy. W Polsce ściekami nawadnia się zaledwie 10 tys. ha, a za kilka lat liczba ta wzrośnie do 400 tys. ha. Stosowanie oczyszczania ścieków do stopnia przydatności do picia napotyka na poważne trudności z racji 1) pozbawienia wody odpowiednich składników mineralnych, 2) wysokich kosztów, 3) bariery psychologicznej.

Na zakończenie należy stwierdzić, że te aktualne problemy wodne są nadal istotne i wymagają dalszych dociekań naukowych, a ochrona zasobów wodnych nabiera coraz większego znaczenia.

PROBLEM OF CLEAN WATER IN POLAND AND INVESTMENTS FOR BUILDING OF PURIFICATION PLANTS

Summary

The acquisition of water which is the basic condition of human living and economy becomes a more and more up-to-date problem for all humanity. The situation is growing worse because of the fact that with the social-economic development the demand for water increases but the water resources decrease and the water contamination increases at a terrifying rate. The struggle for clean water can be observed in abolishing of the main sources of contamination and in an effective water economy in all branches of the national economy. The problem becomes particularly significant in the water deficient areas with unfavourable hydrologic-meteorologic conditions where it is necessary to transport water from long distances. The main source of water supply are first of all surface flow waters and they ought to be the subject of great care and protection because of their destination particularly for drinking purposes but meanwhile they are the basic sewage collectors and they show a high level of contamination. In our country only about 50% of sewages are purified because of the small number of purification plants as well as their inefficiency. The building of purification plants is an invest-consuming undertaking. The building of new industrial-municipal purification plants creates the necessity to invest considerable amounts of money on the factories producing prefabricated elements. Up to 1990 the cost of purification plants building will amount to more than 14 milions zloties from which the greatest part is expected for municipal economy, heavy-industry and forestry.