

ODRA I NADODRZE

Danuta Rogozińska Dorota Bartkowiak

**Ocena podatności na biochemiczny rozkład
zanieczyszczeń ścieków mlejskich
wprowadzanych do rzeki Odry
w zależności od stopnia oczyszczenia**

Opole, kwiecień 1983 r.

INSTYTUT ŚLĄSKI W OPOLE

DANUTA ROGOZIŃSKA

DOROTA BARTKOWIAK

OCENA PODATNOŚCI NA BIOCHEMICZNY ROZKŁAD
ZANIECZYSZCZEŃ ŚCIEKÓW MIEJSKICH
WPROWADZANYCH DO RZEKI ODRY
W ZALEŻNOŚCI OD STOPNIA OCZYSZCZENIA

OPOLE 1983

ODRA I NADODRZE

KOLEGIUM REDAKCYJNE:

przewodniczący: prof. dr hab. Janusz Kroszel

członkowie: mgr Wojciech Dębowski,
inż. Józef Kachel,
dr Stanisław Malarski,
mgr Andrzej Pasierbiński,
doc. dr hab. Robert Rauziński,
dr hab. Jan Tkocz;

Badania wykonano w ramach Rządowego Programu Badawczo-Rozwojowego PR-7 "Kształtowanie i wykorzystanie zasobów wodnych", koordynowanego przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie w Kierunku O7 "Podstawy kompleksowego zagospodarowania zasobów wodnych Odry", koordynowanym przez Instytut Śląski - Instytut Naukowo-Badawczy w Opolu.

Publikacja zawiera wyniki pracy badawczej podjętej w ramach planu prac badawczych Instytutu Śląskiego w Opolu: "Ocena podatności zanieczyszczeń zawartych w wodach rzeki Odry i w ściekach wprowadzanych do Odry z głównych ośrodków miejskich i przemysłowych na biochemiczny rozkład" /7.02.07/.

Autorzy: mgr Danuta Rogozińska, mgr inż. Dorota Bartkowiak,
IMGW - Oddział we Wrocławiu
ZAKŁAD BADANIA JAKOŚCI ZASOBÓW WODNYCH

Opracowanie redakcyjne: mgr Marek Malec

Przedmowa

W realizacji działań zmierzających do zmniejszenia zanieczyszczeń rzeki Odry istotną rolę odgrywają procesy samooczyszczania rzeki. Jednym z celów badań w ramach PR-7 powinno być określenie warunków koniecznych do osiągnięcia, by procesy samooczyszczania były możliwie najbardziej efektywne. W warunkach Odry badania takie mogą mieć niezwykle istotne znaczenie.

Prezentowane opracowanie ujmuje wycinek tak postawionego problemu. Przedstawiono w nim wyniki badań nad biodegradacją zanieczyszczeń organicznych w ściekach miejskich RACIBORZA, OPOLA i WROCŁAWIA zależnie od stopnia oczyszczenia. Przeprowadzono w aparacie SAPROMAT firmy VOITH studium BZT₅ na tej podstawie obliczono parametry określające szybkość reakcji degradacji k_1 i V, w oparciu o równanie STREETERA - PHELPSA, według programu na maszynę cyfrową w języku ALGOL 1900. Przebadano stopień redukcji wybranych wskaźników: utlenialności, ChZT, węgla organicznego i BZT₅ w procesie napowietrzania w ciągu 5 dób. Na podstawie uzyskanych wyników dokonano próby ustalenia zależności parametrów kinetyki od stopnia redukcji wskaźników i współczynnika wyrażonego stosunkiem wskaźników do BZT₅.

Prosimy uprzejmie o zgłaszanie uwag i propozycji związanych z opracowaniami na adres: Instytut Śląski - Instytut Naukowo-Badawczy, ul. Luboszycka 3, 45-036 OPOLE.

JANUSZ KROSZEL
Dyrektor Instytutu Śląskiego
w Opolu

CHAPTER I

The first part of the book is devoted to a general survey of the history of the world, from the beginning of time to the present day. The author discusses the various stages of human development, from the earliest forms of life to the modern era. He also examines the different civilizations that have arisen throughout history, and the factors that have influenced their growth and decline. The second part of the book is a detailed account of the events of the last few centuries, from the Renaissance to the present. The author describes the various revolutions, wars, and social movements that have shaped the modern world. He also discusses the current state of the world, and the challenges that it faces. The book is written in a clear and concise style, and is suitable for both students and general readers. It is a valuable source of information and insight into the history of the world.

THE SECOND PART OF THE BOOK IS A DETAILED ACCOUNT OF THE EVENTS OF THE LAST FEW CENTURIES, FROM THE RENAISSANCE TO THE PRESENT. THE AUTHOR DESCRIBES THE VARIOUS REVOLUTIONS, WARS, AND SOCIAL MOVEMENTS THAT HAVE SHAPED THE MODERN WORLD. HE ALSO DISCUSSES THE CURRENT STATE OF THE WORLD, AND THE CHALLENGES THAT IT FACES.

THE BOOK IS WRITTEN IN A CLEAR AND CONCISE STYLE, AND IS SUITABLE FOR BOTH STUDENTS AND GENERAL READERS. IT IS A VALUABLE SOURCE OF INFORMATION AND INSIGHT INTO THE HISTORY OF THE WORLD.

1. Wstęp

Podstawą racjonalnego zarządzania systemem wodno-gospodarczym jest między innymi znajomość wszystkich czynników kształtujących wielkość i stan jakościowy dyspozycyjnych zasobów wodnych danego obszaru.

Przewidywanie zmian jakości wód spowodowanych zamierzoną działalnością gospodarczą wymaga, poza bieżącą kontrolą i oceną stanu ich zanieczyszczenia, poznania dynamiki przemian zachodzących w wodach objętych systemem. Wyrazem dynamiki przemian zachodzących w wodach powierzchniowych jest ich zdolność do samooczyszczania, na którą wpływa szereg procesów cząstkowych, jak: rozkład i mineralizacja związków organicznych, pobór tlenu z atmosfery, adsorpcja, sedymentacja zawieszin oraz rozcieńczenie i mieszanie. Podstawowe znaczenie mają jednak procesy biologiczne prowadzone przede wszystkim przez bakterie, których wynikiem jest rozkład związków organicznych do połączeń nieorganicznych. Efektywność procesu samooczyszczania uzależniona jest od kompleksu towarzyszących czynników fizycznych, chemicznych i biologicznych, z których szczególne znaczenie mają: temperatura wody i stopień nasycenia jej tlenem, wielkość i prędkość przepływu, turbulencja, odczyn, stan i rodzaj zanieczyszczenia, stopień podatności zanieczyszczeń na biologiczne utlenianie, obecność substancji toksycznych, skład i liczebność zespołu organizmów żywych zasiedlających rzekę. Dokonany w 1980 roku przegląd dotychczasowych wyników badań samooczyszczania się rzek polskich /1/, w którym szczególnej analizie poddano wyniki badań przeprowadzonych przez różnych autorów według zbliżonej metodyki wykazał, że głównym czynnikiem wpływającym na intensywność procesu samooczyszczania się

rzek jest stopień początkowego ich obciążenia materią organiczną. Drugim również ważnym czynnikiem jest rodzaj wprowadzanych zanieczyszczeń, tj. ich podatność na biochemiczny rozkład w środowisku wodnym. Istnieje więc potrzeba wprowadzenia do badań oceniających proces samooczyszczania współczynnika charakteryzującego stopień podatności zanieczyszczeń na rozkład biochemiczny, ustalonego w oparciu o bezpośrednią analizę stałej szybkości reakcji k_1 , bądź też w nawiązaniu do relacji z testami BZT₅, utlenialności, ChZT czy też Corg.

Zróznicowanie stopnia podatności zanieczyszczeń zawartych w ściekach na biochemiczny rozkład zależny jest od rodzaju ścieków, a w następnej kolejności od stopnia ich oczyszczenia.

Problem ten, jako jeden z pierwszych podjął w 1966 r. J. Kurbiel /2/, badając k_1 poszczególnych frakcji zanieczyszczeń w ściekach pochodzących z różnych źródeł zanieczyszczenia.

Modelowanie matematyczne systemów wodnych pozwala na dokonanie ocen i prognozowania jakości wód /3 - 6/. W badaniach szybkości biochemicznego utleniania substancji organicznej i ocenie jakości rzek wykorzystuje się nadal często podstawowe równanie Streetera i Phelpsa /7/:

$$\frac{dD}{dt} = k_1 L - k_2 D,$$

w którym: D = deficyt tlenu rozpuszczonego w odniesieniu do wartości nasycenia,

L = BZT (biochemiczne zapotrzebowanie tlenu),

k_1 i k_2 = współczynniki definiujące szybkość biochemicznego utleniania i szybkości reaeracji.

Parametry wprowadzane do równania zależne są od temperatury i charakteru badanych zanieczyszczeń w wodach. Większość badaczy uważa, iż można przyjąć, że przemiany BZT odpowiadają rów-

naniu reakcji I rzędu /7 - 9/. Wiadomo jednak, że nie zachodzą tutaj ściśle monomolekularne reakcje /2, 10 - 12/ zwłaszcza uwzględniając zachodzące w wodach procesy bakteryjne. W ostatnich latach mają miejsce próby ujęcia procesów samooczyszczania w modelu dwu-fazowym, który uwzględnia 95 % całkowitego zużycia tlenu w fazie bakteryjnej /12/. Pierwsza faza odpowiada z grubsza rozkładowi $2/3$ materii organicznej, któremu towarzyszy tworzenie wewnątrzkomórkowych substancji zapasowych. Druga faza odpowiada zużyciu tych substancji, a rozpoczyna się wówczas, gdy materia organiczna zewnętrzna staje się mniej przyswajalna niż odłożone w komórce substancje zapasowe. Taką interpretację procesu rozkładu związków organicznych opisuje równanie MONODA:

$$\mu = \hat{\mu} \cdot \frac{S}{k_s + S} \approx \frac{U \hat{\mu}}{k_s} \cdot S$$

$$\frac{dB}{dt} = \mu B,$$

w którym:

μ = stała wzrostu (h^{-1})

$\hat{\mu}$ = max. wartość stałej wzrostu

S = stężenie materii organicznej ($mg\ l^{-1}$)

k_s = stała pół - nasycenia ($mg\ l^{-1}$)

B = biomasa bakteryjna ($mg\ l^{-1}$)

t = czas wzrostu.

Przedmiotem pracy jest ocena stopnia biodegradacji poprzez ustalenie współczynnika charakteryzującego rozkład zanieczyszczeń ścieków miejskich w korelacji z parametrami określającymi szybkość reakcji rozkładu.

Wyniki badań mogą stanowić przyczynek do prac kompleksowych nad opracowaniem metod matematycznego modelowania systemów wodnych w Polsce.

2. Cel, zakres i kierunki badań

Celem pracy było przebadanie i analiza wybranych ścieków miejskich pod kątem podatności ich na biodegradację poprzez obliczenie wielkości określających szybkość biochemicznych reakcji zachodzących w ściekach zależnie od stopnia oczyszczenia oraz wyznaczenia wartości współczynników charakteryzujących stopień rozkładu substancji organicznych.

Zakresem badań objęto ścieki miejskie RACIBORZA, OPOŁA i WROCŁAWIA, dla których rzeka Odra jest bezpośrednim odbiornikiem. Na przykładzie Oczyszczalni Miejskiej w Opolu dokonano próby oceny podatności na biodegradację zanieczyszczeń po kolejnych etapach oczyszczania.

Kierunki badań uwzględniały:

- studium BZT (biochemicznego zapotrzebowania tlenu),
- określenie BZT₅, utlenialności i ChZT (chemicznego zapotrzebowania tlenu) oraz zawartości węgla organicznego i zawiesin w próbkach wyjściowych i po ustalonym czasie napowietrzania (za wyjątkiem zawiesin).

Następnie, na podstawie uzyskanych wyników, wyznaczenie wielkości charakteryzujących szybkość biodegradacji k_1 i V , stopnia redukcji wskaźników w procesie napowietrzania, współczynników wyrażonych stosunkiem wskaźników ChZT, utlenialności i C_{org} (węgla organicznego) do BZT₅ jak również korelacji tych współczynników z wielkościami k_1 i V .

3. Metodyka badań

Studium BZT przeprowadzono przy zastosowaniu aparatu do ciągłego pomiaru BZT SAPROMAT A-6 firmy VOITH. Na podstawie zmian BZT w czasie obliczono wielkości charakteryzujące szybkość biodegra-

dacji, wykorzystując opracowany w oparciu o równanie STREETERA - PHELPSA program na maszynie cyfrową w języku ALGOL 1900 /13, 14/. Przemiany wybranych wskaźników, zachodzące w procesie napowietrzania w ustalonych przedziałach czasowych 6, 24, 48, 72, 96 i 120 godz., przebadano równolegle dwiema metodami: w aparacie SAPROMAT oraz przy intensywnym napowietrzaniu ścieków w kolbach za pomocą typowych urządzeń laboratoryjnych. W obu przypadkach po ustalonym czasie natleniania pobierano próbki, które po wymieszaniu lub sedymentacji analizowano natychmiast albo po utrwaleniu zgodnie z zaleceniem dla danego typu analizy. ChZT i utlenialność oznaczano zgodnie z POLSKĄ NORMĄ PN-72/C-04578 ark. 3; BZT₅ wg PN-74/C-04578 ark. 07; zawiesinę wg PN-72/C-04541. Węgiel organiczny oznaczano w próbkach homogenizowanych za pomocą Analizatora węgla organicznego MODEL 915 f-my BECKMAN.

4. Rodzaje badanych ścieków

Ścieki miejskie z RACIBORZA: oczyszczane częściowo, w sposób mechaniczny - stanowią mieszaninę ścieków sanitarnych i przemysłowych. Do badań stosowano ścieki po oczyszczaniu mechanicznym, surowe po kratce, po piaskowniku oraz mieszane, stanowiące mieszaninę ogólnospławnych (krata, piaskownik, osadnik) oraz częściowo oczyszczanych (krata, piaskownik).

Ścieki miejskie z OPOŁA: oczyszczane w sposób mechaniczny i biologiczny (osad czynny). Do badań stosowano ścieki surowe (po kratce), po oczyszczaniu mechanicznym (po osadniku wstępnym) po oczyszczaniu biologicznym (po osadniku wtórnym).

Ścieki miejskie z WROCŁAWIA: oczyszczane w sposób mechaniczny. Do badań pobierano ścieki po osadniku wstępnym (ze studni w Porcie Miejskim oraz kolektora zbiorczego).

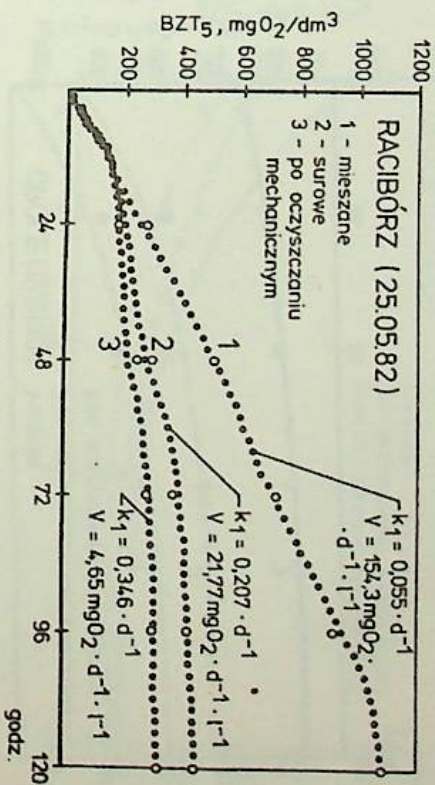
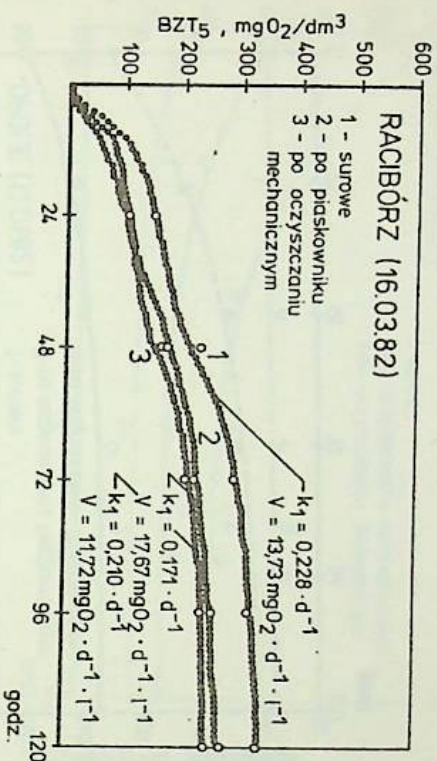
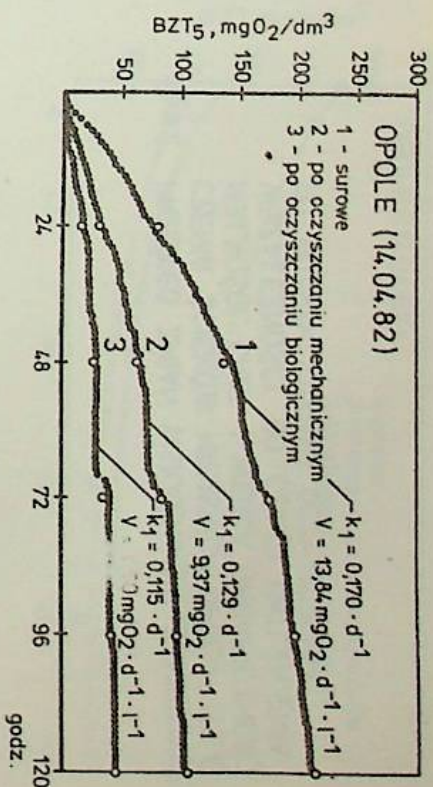
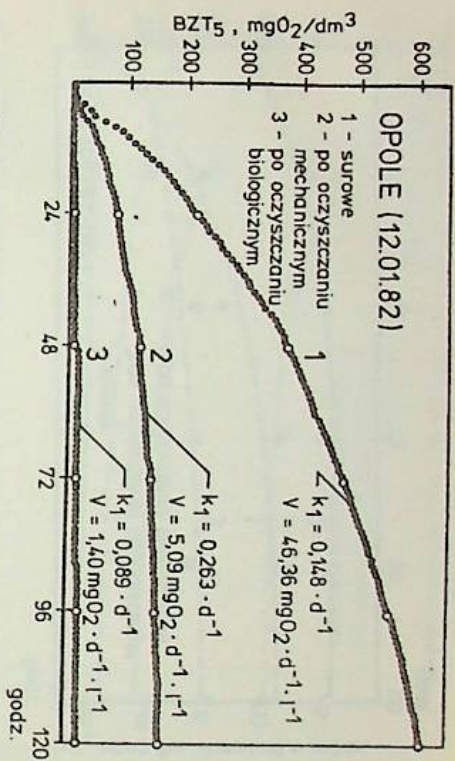
5. Wyniki badań

Wyniki badań obejmują doświadczenia przeprowadzane w SAPROMACIE (studium BZT oraz próby natleniania) a także w kolbie (napowietrzanie).

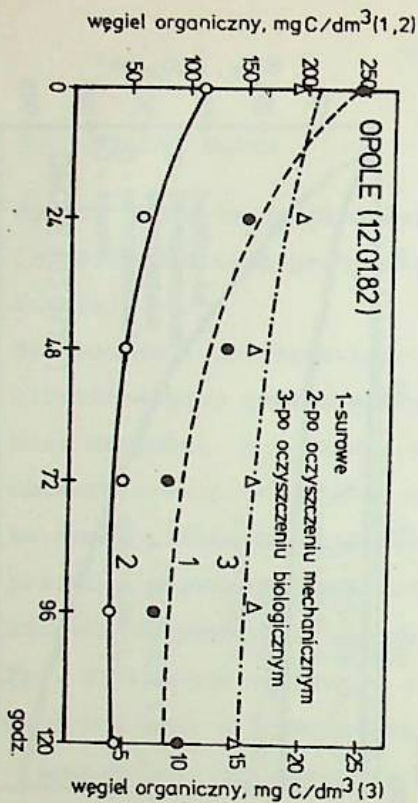
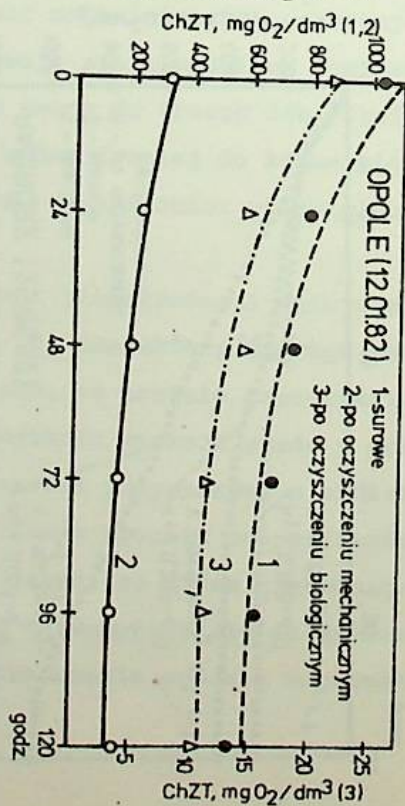
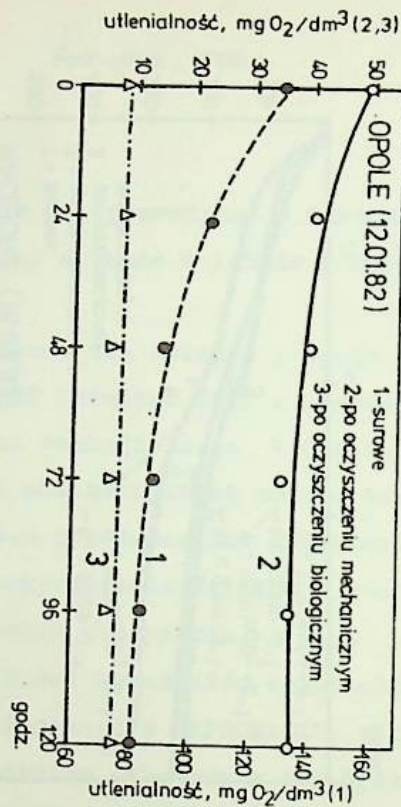
Na rysunku 1 przedstawiono przykładowo dla ścieków z Opola i Raciborza typowy przebieg krzywych BZT (studium BZT) z zaznaczeniem wartości k_1 (stała szybkości reakcji) oraz V (wielkość charakteryzująca szybkość reakcji) obliczonych ze zbioru danych za okres 5 dób. Na przykładzie Opola przedstawiono graficznie przebieg przemian wskaźników zanieczyszczenia ścieków o różnym stopniu oczyszczenia w trakcie procesu utleniania.

Rys. 2 obrazuje obniżanie się wielkości wskaźników utlenialności, ChZT i C org. w doświadczeniach wykonanych w SAPROMACIE, a rys. 3 - spadek tych wskaźników z uzupełnieniem o wskaźnik BZT₅ (oznaczany metodą rozcieńczeń) w próbach napowietrzania wykonanych w kolbie. W obu przypadkach obserwuje się zasadnicze obniżenie zawartości zanieczyszczeń w ciągu dwóch do trzech dób. Obniżenie wartości wskaźników w okresie od końca drugiej do końca piątej doby dla ChZT wynosi max. ok. 17 %, odpowiednio: utlenialności ok. 14 %, C org. ok. 22 %.

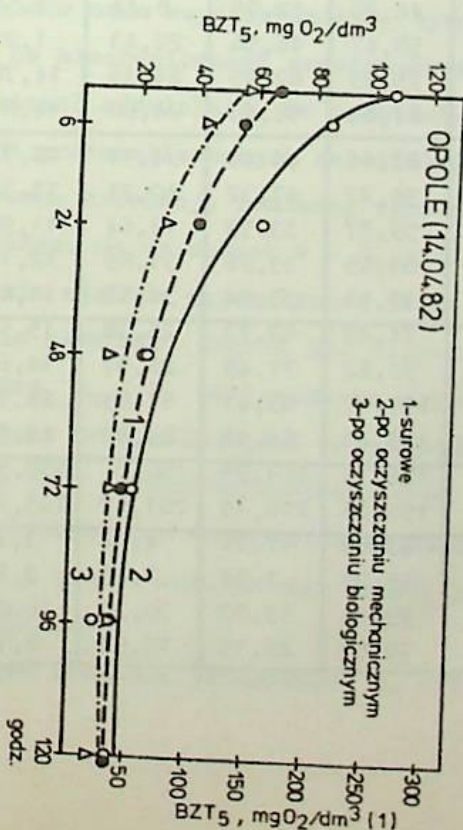
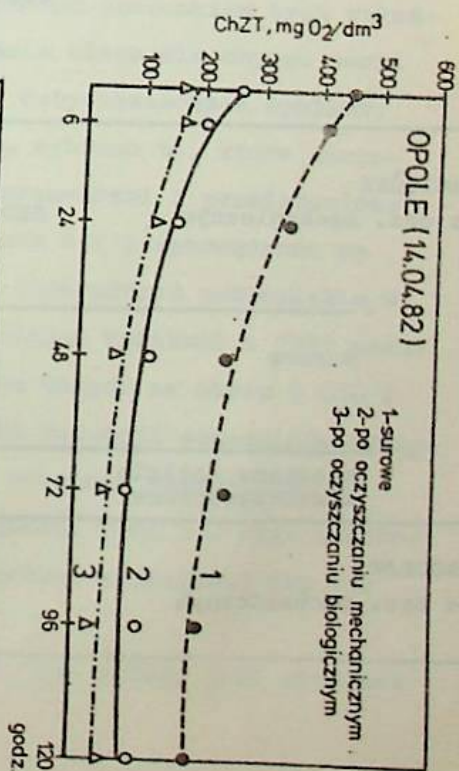
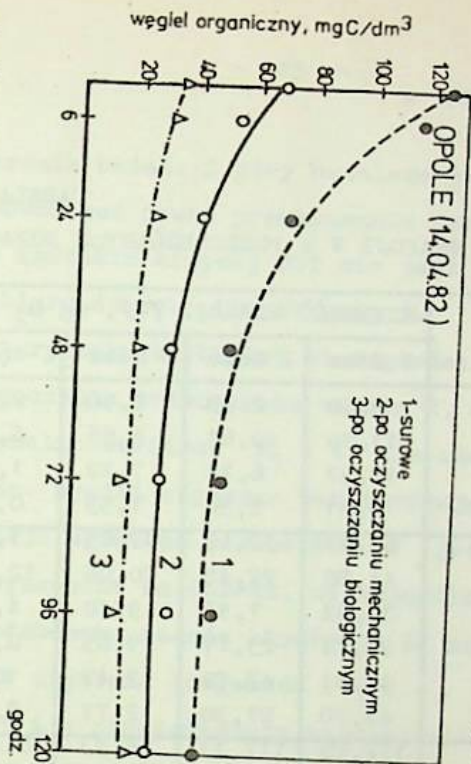
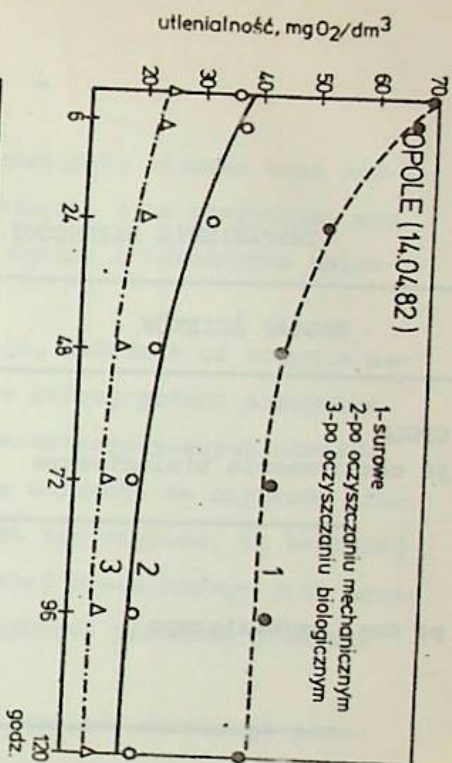
Pewien sposób oceny kinetyki reakcji biodegradacji wydaje się możliwy poprzez analizę parametru V , charakteryzującego zmiany szybkości reakcji w kolejnych dobach, co zostało przedstawione w tabeli 1. Wyniki sugerują, że szybkość reakcji spada z doby na dobę i jest największa, w większości przypadków, w okresie pierwszych dwóch dób. Ścieki o znacznym stopniu oczyszczenia wykazują pewne odchylenie od tych zasad, co można uzasadnić tym, że wartości BZT w pewnych okresach utrzymywały się na prawie stałym poziomie lub obserwowano zahamowanie procesu w początko-



Rys. 1 STUDIUM BIOCHEMICZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA TLENU ŚCIEKÓW MIEJSKICH PO RÓŻNYM STOPNIU OCZYSZCZENIA.



Rys.2 PRZEBIEG ZMIAN WSKAŹNIKÓW ZANIECZYSZCZENIA ŚCIEKÓW MIEJSKICH OPOLA: UTLENIALNOŚCI, ChZT I WĘGLA ORGANICZNEGO W ZALEŻNOŚCI OD CZASU NATLENIECIA PO RÓŻNYM STOPNIU OCZYSZCZENIA.



Rys. 3 PRZEBIEG ZMIAN WSKAŹNIKÓW ZANIECZYSZCZENIA ŚCIEKÓW MIEJSKICH OPOŁA: BZT₅, UTLENIALNOŚCI, CHZT, WĘGLA ORGANICZNEGO W ZALEŻNOŚCI OD CZASU NAPOWIETRZANIA, PO RÓŻNYM STOPNIU OCZYSZCZANIA.

TABELA 1

ZESTAWIENIE SZYBKOSTI REAKCJI V W POSZCZEGÓLNYCH DOBACH

RODZAJ ŚCIEKÓW	SZYBKOSĆ REAKCJI /V/, $\text{mg O}_2 \text{ d}^{-1} \cdot \text{l}^{-1}$				
	1 doba	2 doba	3 doba	4 doba	5 doba
OPOLE po oczyszczeniu biologicznym	2,50	2,53	2,50	2,50	2,50
	11,89	10,61	6,86	6,11	6,98
	12,57	6,10	7,22	1,69	0,02
	0,21	2,30	1,59	0,18	0,18
po ocz. mechanicznym	62,11	32,17	17,85	7,26	6,53
	44,88	22,40	20,06	12,19	8,14
	30,62	7,58	9,40	4,22	2,98
	25,71	23,17	9,65	0,19	1,26
	41,84	43,79	12,47	10,0	7,59
	43,30	27,30	12,77	8,29	6,25
surowe SED	172,40	117,33	75,93	61,34	40,42
	80,34	65,57	25,53	17,57	14,53
	46,26	12,96	8,44	4,51	4,23
	58,47	46,56	22,43	1,92	5,48
	75,29	62,99	24,36	14,78	17,43
	81,63	65,63	24,00	14,81	16,02
RACIBÓRZ po ocz. mechanicznym SED	83,65	46,43	34,34	18,71	9,85
	94,22	47,32	40,21	17,32	7,66
	59,57	33,53	18,64	11,90	8,74
	69,95	33,96	31,89	12,12	6,01
	135,99	33,94	31,12	11,46	6,78
	74,49	62,73	25,38	15,52	11,74
	90,62	77,49	26,51	14,60	13,69
	117,17	63,41	61,89	26,78	17,08
	175,41	65,12	83,82	11,91	11,49
mieszane /silnie zanieczyszczone/	196,35	189,99	150,0	180,58	36,37
	194,25	216,15	201,62	195,71	179,96
WROCŁAW po ocz. mechanicznym	43,69	17,92	4,42	3,76	3,74
	15,88	7,94	3,71	3,70	2,77
	99,84	53,82	30,30	26,01	20,14
	29,07	26,15	13,94	8,72	8,01

wym okresie badań. Z góry ustalone przedziały czasowe mogą również powodować pewne przekłamanie wartości V w przypadku, gdy zmiana kształtu krzywej BZT nie jest zgodna z założonymi zakresami zbioru danych (co 24 godz.).

Charakterystykę szybkości biodegradacji, zależnie od stopnia zanieczyszczenia przedstawia tabela 2, w której podano minimalne i maksymalne wartości k_1 i V dla charakterystycznych okresów przemian. Wyniki uzyskane potwierdzają wniosek, że szybkość biodegradacji wyrażona parametrem V jest tym większa, im bardziej zanieczyszczone są ścieki, co najogólniej rzecz biorąc jest zgodne z podstawową zasadą kinetyki, że szybkość przemian jest zależna od stężenia reagentów /15/.

Tabele 3 i 4 przedstawiają zestawienie wyników korelacji parametrów określających kinetykę przemian ze stopniem obniżenia wskaźników oraz współczynnikiem wyrażonym stosunkiem tych wskaźników do biochemicznego zapotrzebowania tlenu dla obydwu serii doświadczeń oddzielnie. Na podstawie dotychczasowych wyników, spośród przeanalizowanych zależności, wybrano te, które zachowują pewną korelację pomiędzy tymi parametrami i przedstawiono przykładowo na rysunkach 4 - 8. Rysunek 4 i 5 sporządzono na podstawie wyników uzyskanych w serii doświadczeń natleniania w aparacie SAPROMAT (Tabela 3), uzupełniając wynikami z 1981 roku. Parametry k_1 i V obliczono ze zbioru danych za okres 5 dób i wykreślano je w zależności od procentu redukcji wskaźników osiągniętego po 5 dobach natleniania oraz stosunku wskaźników do BZT₅ obliczonego z wartości utlenialności, ChZT i C org. uzyskanych po 5 dobach natleniania do BZT₅ próbki wyjściowej dla obu serii badań.

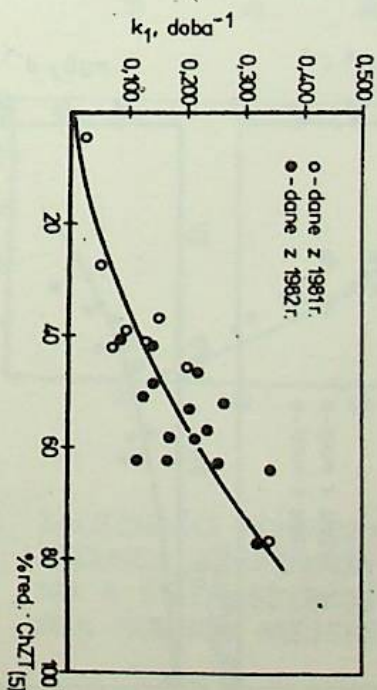
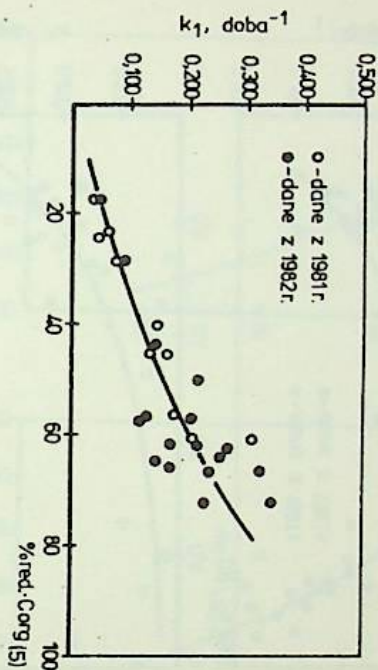
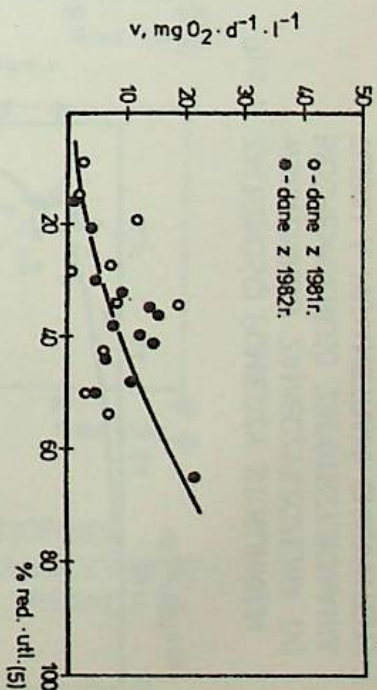
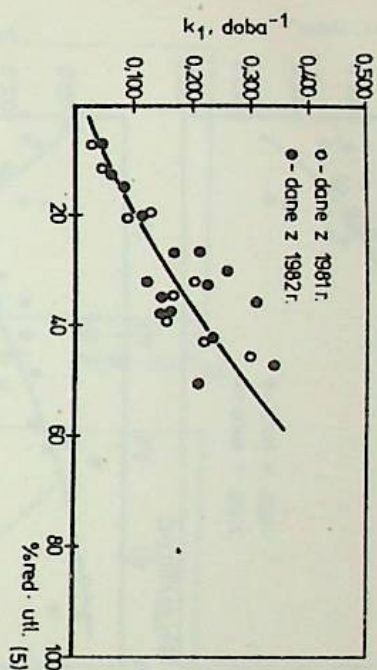
Im wyższe wartości parametrów k_1 i V tym niższy jest stosunek

TABELA 2

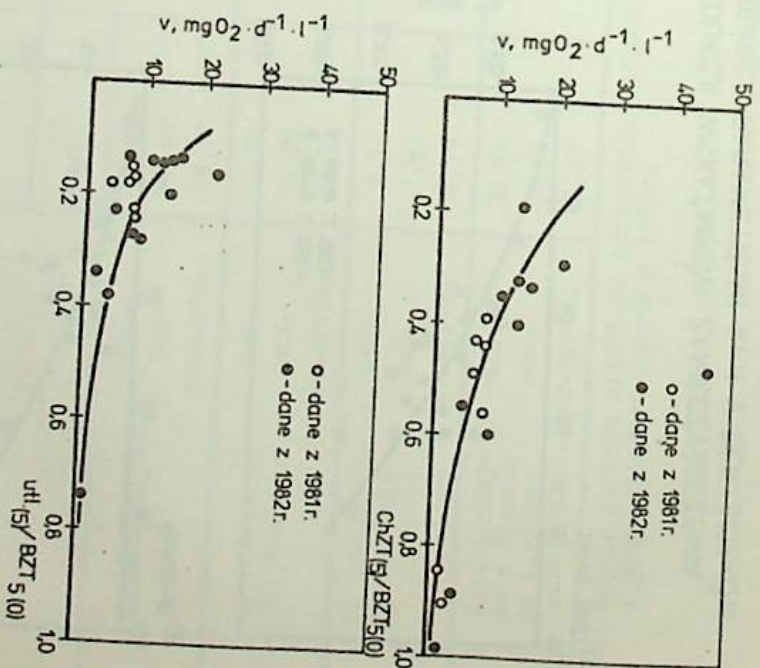
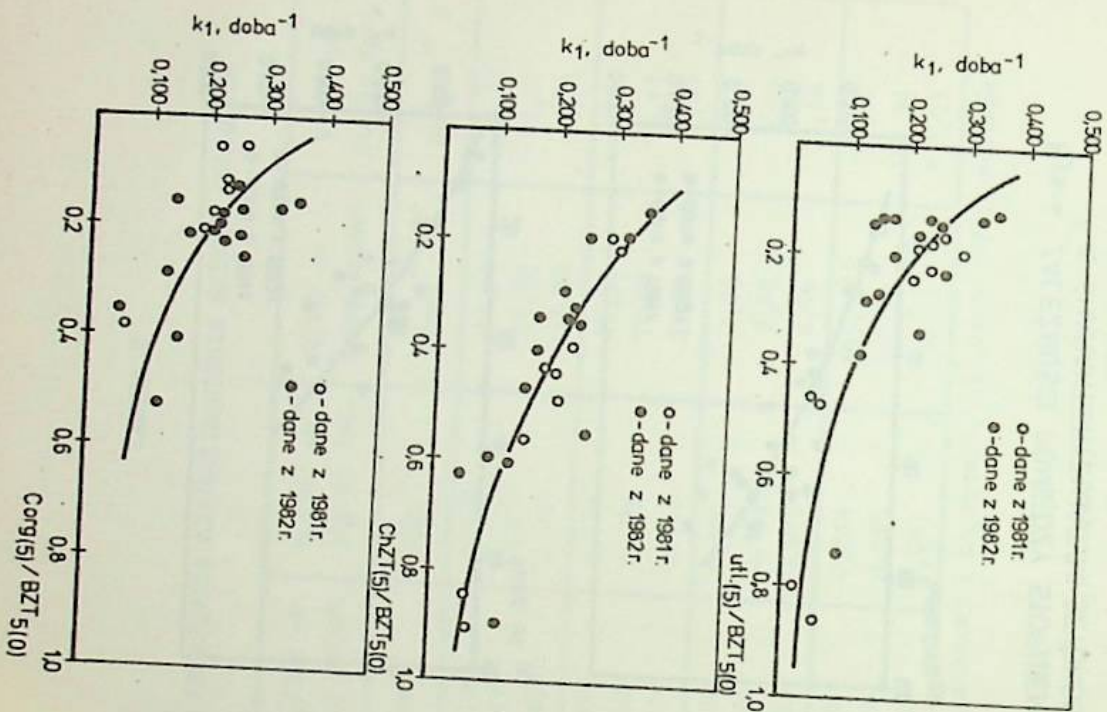
CHARAKTERYSTYKA SZYBKOSCI BIODEGRADACJI ZALEŻNIE OD STOPNIA ZANIECZYSZCZENIA ŚCIEKÓW MIEJSKICH

Lp	RODZAJ ŚCIEKÓW	$V/2d = \frac{V}{5d}$		$k_1/2d$ po dwóch dobach	$k_1/5d$ po pięciu dob.	$V/2d$ po dwóch dobach	$V/5d$ po pięciu dob.
		$mgO_2 d^{-1} l^{-1}$	dob^{-1}	dob^{-1}	dob^{-1}	$mgO_2 d^{-1} l^{-1}$	$mgO_2 d^{-1} l^{-1}$
1	Ścieki miejskie surowe	min.		0,130	0,148	34,89	8,67
		max.		0,477	0,272	85,56	21,77
		śr.arytm.		0,246	0,217	57,80	14,29
2	Po oczyszczaniu mehan.	min.		0,095	0,129	15,53	3,61
		max.		0,668	0,321	70,89	15,11
		śr.arytm.		0,325	0,241	27,33	7,69
3	Po oczyszczaniu biologic.	min.		0,032	0,027	1,09	0,92
		max.		0,161	0,162	2,88	2,72
		śr.arytm.		0,083	0,074	2,06	1,66
4	Ścieki mieszkaniowe b. silnie zanieczyszczone	min.		0,098	0,046	185,12	154,30
		max.		0,110	0,055	207,29	183,94
		śr.arytm.		0,104	0,051	196,06	171,63

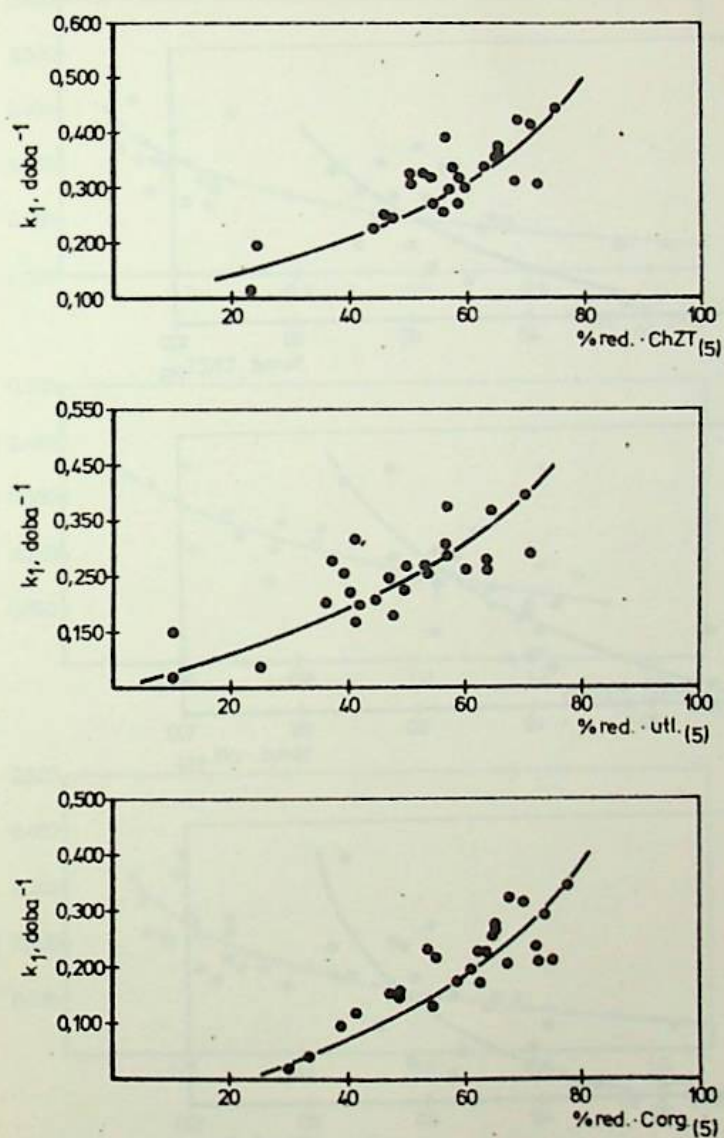
UWAGA: Tabela zawiera wyniki po odrzuceniu wartości najniższej i najwyższej dla danej serii ścieków z uwzględnieniem danych z 1981r.



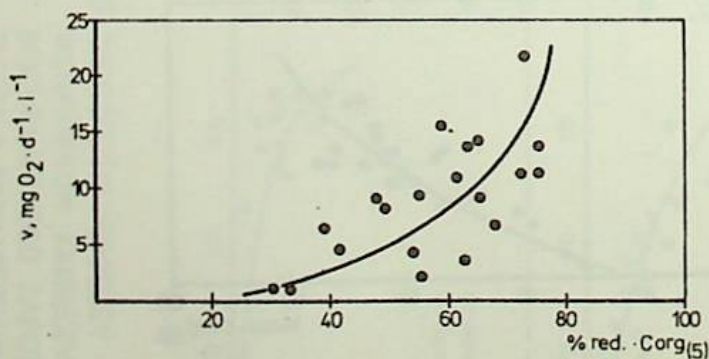
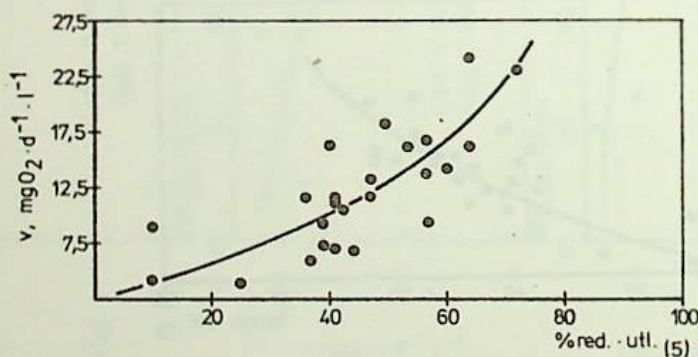
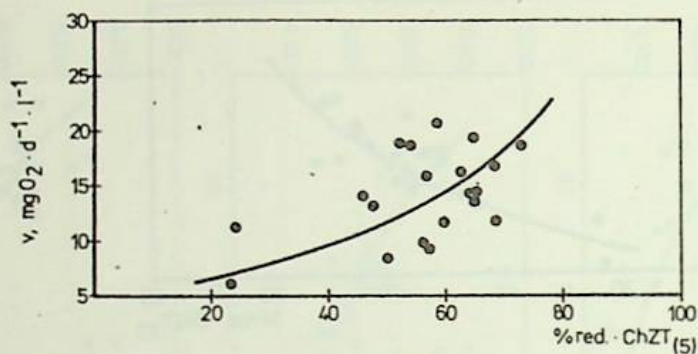
Rys. 4. ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY STOPNIEM REDUKCJI WSKAŹNIKÓW ZANIECZYSZCZENIA, A CHARAKTERYZUJĄCYMI SZYBKOŚĆ REAKCJI PARAMETRAMI k_1 I v DLA ŚCIEKÓW MIEJSKICH.



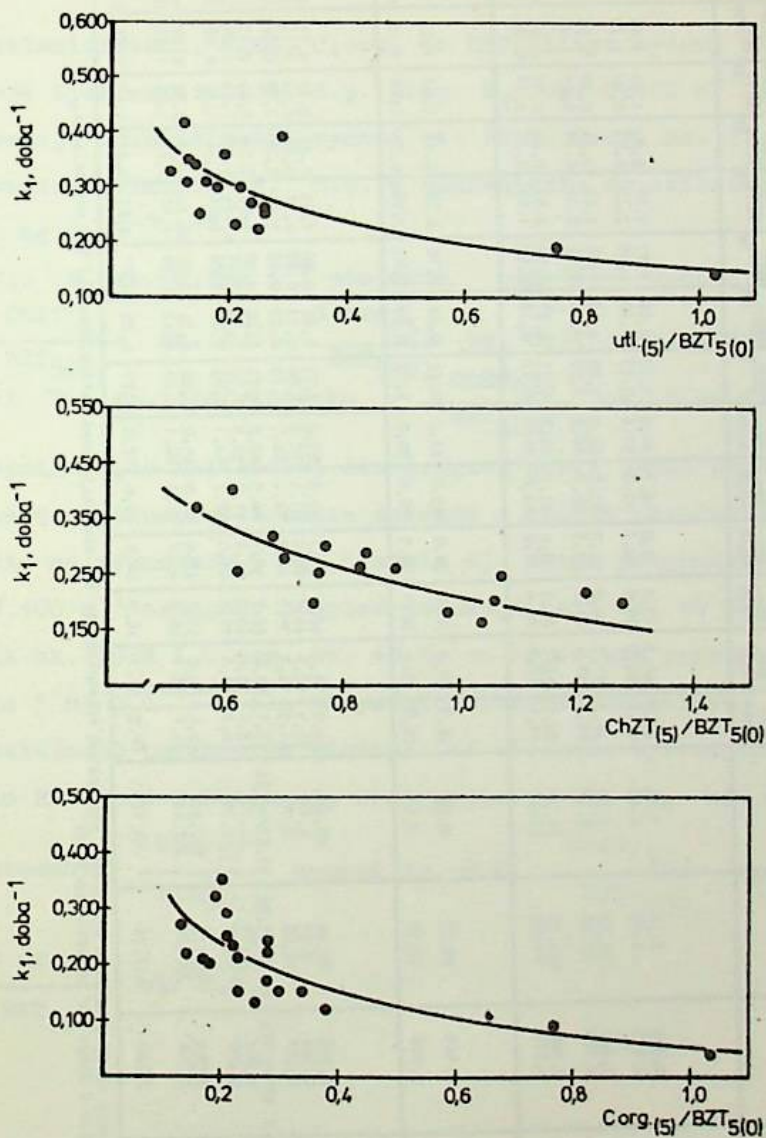
Rys. 5 ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY STOSUNKIEM WSKAŹNIKÓW ZANIECZYSZCZENIA DO BIOCHEMICZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA TLENU A PARAMETRAMI CHARAKTERYZUJĄCYMI SZYBKOŚĆ REAKCJI k_1 I v DLA ŚCIEKÓW MIEJSKICH.



Rys.6 ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY STOPNIEM REDUKCJI WSKAŹNIKÓW ZANIECZYSZCZENIA A STAŁĄ SZYBKOŚCI REAKCJI k_1 DLA ŚCIEKÓW MIEJSKICH.



Rys. 7 ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY STOPNIEM REDUKCJI WSKAŹNIKÓW ZANIECZYSZCZENIA A PARAMETRAMI CHARAKTERYZUJĄCYMI SZYBKOŚĆ REAKCJI DLA ŚCIEKÓW MIEJSKICH.



Rys. 8 ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY STOSUNKIEM WSKAŹNIKÓW ZANIECZYSZCZENIA DO BIOCHEMICZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA TLENU A STAŁĄ SZYBKOŚCI REAKCJI k_1 DLA ŚCIEKÓW MIEJSKICH.

WYKRES 3
ZESTAWIENIE WYNIKÓW KORELACJI PARAMETRÓW OKREŚLAJĄCYCH KINETYKĘ PRZEMIAN BIOCHEMICZNYCH ZE STOPNIEM REDUKCJI WSKAŹNIKÓW ORAZ WIELKOŚCIĄ WYRAŻĄCĄ STOSUNKIEM TYCH WSKAŹNIKÓW DO BIOCHEMICZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA TLENU

WYKAZ STACJI I WŁAŚCIWOŚCI WYKAZU

Lp	RODZAJ ŚCIEKU I DATA POCZĄTKU PRÓBY	STALĄ SZYBKOŚCI K ₁		SZYBKOŚĆ BIOTRANSFORMACJI V										Współczynnik wyrażony stosunkiem												
		po 2 dobach	po 5 dobach	po 2 dobach		po 5 dobach		ChZT		UTL		CorG		ChZT	UTL	CorG	ChZT	UTL	CorG	ChZT	UTL	CorG	ChZT	UTL	CorG	
				do- bach	do- bach	do- bach	do- bach	po 2 do- bach	po 5 do- bach	po 2 do- bach	po 5 do- bach	po 2 do- bach	po 5 do- bach													
1	OPÓŁE OCZYSZCZAL- NIA po ocz. biol. /12.01.82/ /14.04.82/ po ocz. mech. /12.01.82/ /14.04.82/ surowe /12.01.82/ /14.04.82/ 0,091 0,125 0,273 0,095 0,159 0,148 0,170																									
		2,16	1,40	27,0	40,5	11,4	15,0	16,7	28,6	1,77	0,76	1,77	0,76	1,77	0,76	1,77	1,67	0,83	1,90	0,95	0,72	1,29	0,95	0,72	1,29	
		9,89	4,49	45,7	62,5	17,8	20,1	50,0	57,6	3,73	0,48	3,73	0,48	3,73	0,48	3,73	3,39	0,73	0,90	1,29	0,95	0,72	1,29	0,95	0,72	
		30,23	5,09	38,3	51,7	24,0	30,0	53,7	62,9	1,88	0,30	1,88	0,30	1,88	0,30	1,88	1,62	0,33	0,38	0,95	0,23	0,26	0,23	0,26		
		25,50	9,37	43,3	50,9	27,2	32,5	50,7	56,9	2,55	0,42	2,55	0,42	2,55	0,42	2,55	2,14	0,32	0,44	1,05	0,23	0,26	0,23	0,26		
		125,39	46,36	26,0	47,7	29,5	38,0	51,1	65,3	1,71	0,21	1,71	0,21	1,71	0,21	1,71	2,04	0,25	0,37	0,87	0,13	0,16	0,13	0,16		
		50,85	13,83	44,5	62,2	28,4	35,0	54,8	66,1	2,13	0,33	2,13	0,33	2,13	0,33	2,13	1,93	0,32	0,31	0,80	0,23	0,26	0,23	0,26		
2	WROCLAN OCZYSZ- CZALNIA po ocz. mech. /29.03.82/ sedym. /29.03.82/ 0,096 0,119																									
		27,63	8,09	38,3	41,5	36,7	38,8	43,0	43,0	2,37	0,44	2,37	0,44	2,37	0,44	2,37	2,36	0,41	0,63	1,23	0,2	0,41	0,2	0,41		
		12,59	2,01	42,8	46,4	50,0	50,5	50,0	50,0	2,93	0,69	2,93	0,69	2,93	0,69	2,93	2,39	0,50	0,62	1,22	0,32	0,44	0,32	0,44		
3	RACIBÓRZ-OCZYSZ- CZALNIA po ocz. mech. /16.03.82/ /25.05.82/ /21.06.82/ surowe /16.03.82/ /25.05.82/ /21.06.82/ mieszane /25.05.82/ /21.06.82/ po piaskowniku /15.03.82/ 0,484 0,346 0,321 0,171/0,219 0,453/0,258 0,482 0,477 0,110 0,098 0,228																									
		25,24	13,44	50,0	56,1	42,0	47,7	53,0	67,0	1,73	0,24	1,73	0,24	1,73	0,24	1,73	1,65	0,25	0,31	0,75	0,13	0,13	0,13	0,13		
		9,91	4,69	61,6	63,6	46,7	50,0	61,1	72,2	1,66	0,33	1,66	0,33	1,66	0,33	1,66	0,37	0,22	0,32	0,82	0,13	0,16	0,13	0,16		
		18,08	6,78	61,5	76,9	35,5	44,3	54,7	58,7	1,73	0,23	1,73	0,23	1,73	0,23	1,73	1,34	0,22	0,32	0,82	0,13	0,16	0,13	0,16		
		57,78/61,02	17,67/15,64	47,1	59,8	26,7	36,7	46,5	62,8	1,74	0,22	1,74	0,22	1,74	0,22	1,74	1,40	0,26	0,43	0,73	0,13	0,22	0,13	0,22		
		34,89	21,77	53,0	53,0	63,5	65,2	57,3	59,3	1,70	0,32	1,70	0,32	1,70	0,32	1,70	1,32	0,23	0,30	0,69	0,13	0,22	0,13	0,22		
		30,42	14,39	56,2	62,5	35,0	41,0	52,3	59,3	1,95	0,22	1,95	0,22	1,95	0,22	1,95	1,32	0,23	0,30	0,69	0,13	0,22	0,13	0,22		
		185,12	154,32	48,6	60,0	33,3	43,6	48,0	65,0	1,48	0,34	1,48	0,34	1,48	0,34	1,48	1,74	0,26	0,43	0,68	0,13	0,22	0,13	0,22		
		207,29	182,94	34,6	48,1	35,8	43,7	38,3	48,1	2,01	0,42	2,01	0,42	2,01	0,42	2,01	1,52	0,22	0,32	1,09	0,23	0,26	0,23	0,26		
		23,74	13,72	46,0	56,3	32,9	40,0	52,0	72,5	1,67	0,26	1,67	0,26	1,67	0,26	1,67	1,63	0,27	0,35	0,72	0,13	0,23	0,13	0,23		

UWAGA: oznaczenia w nawiasach przy współczynnikach wyrażonych stosunkiem

Uwaga: oznaczenia w nawiasach przy współczynnikach wyrażonych stosunkiem wskaźników do BZT określają czas natleniania: o/ bez natleniania; /2/ natlenianie 2 doby; /5/ natlenianie 5 dob

utlenialności, ChZT, C org. do BZT₅ i tym wyższy procent redukcji tych wskaźników. N.p. przy k_1 ok. 0,100 d⁻¹ stopień redukcji utlenialności wynosi ok. 20 %, C org. ok. 35 %, co odpowiada wielkości V, n.p. w odniesieniu do utlenialności około 5 mg O₂ d⁻¹ l⁻¹.

Dla k_1 ok. 0,100 d⁻¹ stosunek $\frac{Utl(5)}{BZT_{5(0)}}$ wynosi ok. 0,45;
 $\frac{ChZT(5)}{BZT_{5(0)}}$ ok. 1,1; $\frac{C\ org(5)}{BZT_{5(0)}}$ ok. 0,5, co odpowiada wielkości V, np. dla stosunku $\frac{ChZT(5)}{BZT_{5(0)}}$ ok. 5 mg O₂ d⁻¹ l⁻¹.

Wyniki tych zależności dla drugiej serii badań przeprowadzonych na drodze napowietrzania ścieków w kolbie przedstawiono graficznie na rysunkach 6 - 8 (Tabela 4). W tym przypadku dla k_1 ok. 0,100 d⁻¹ osiągnęto stopień redukcji ChZT ok. 40 %, utlenialności ok. 30 % i C org. ok. 45 %, co odpowiada parametrowi V około 5 mg O₂ d⁻¹ l⁻¹ dla wszystkich trzech wskaźników.

Zależność parametrów kinetyki od stosunku wybranych wskaźników do BZT₅ przedstawia się następująco: dla k_1 ok. 0,100 d⁻¹

stosunek $\frac{Utl(5)}{BZT_{5(0)}}$ wynosi ok. 0,6, $\frac{ChZT(5)}{BZT_{5(0)}}$ ok. 1,3 i

$\frac{C\ org(5)}{BZT_{5(0)}}$ ok. 0,6.

6. Wnioski

1. Zależnie od stopnia zanieczyszczenia ścieków miejskich zmienia się kinetyka procesu ich biodegradacji. Szybkość rozkładu związków organicznych jest tym większa, im stopień oczyszczenia ścieków jest mniejszy.
2. Zarówno przemiany w czasie wskaźników zanieczyszczenia wyrażonych jako BZT_5 , utlenialność, $ChZT$ i stężenie węgla organicznego jak i analiza zmian dobowych parametru charakteryzującego szybkość reakcji rozkładu V wskazują, że większość zanieczyszczeń ulegających biodegradacji w procesie utleniania jest usuwane w ciągu dwu do trzech dób.
3. Na podstawie dotychczasowych badań można stwierdzić, że istnieje możliwość określenia współczynnika charakteryzującego zależność pomiędzy stopniem redukcji niektórych wskaźników zanieczyszczenia oraz stosunkiem wskaźników do BZT_5 a parametrami szybkości reakcji biodegradacji i tak np. przy k_1 ok. $0,100 \text{ d}^{-1}$ stopień redukcji utlenialności wynosi ok. 20 do 30 %, węgla organicznego 35 do 45 %, co odpowiada wielkości V dla obu serii badań ok. $5 \text{ mg O}_2 \text{ d}^{-1} \text{ l}^{-1}$.

LITERATURA

1. Florczyk H., Gołowin S. Samooczyszczanie się rzek Polski w świetle dotychczasowych wyników badań. Ochrona Środowiska, 1981, 3(9), 11-17.
2. Kurbiel J. Praca doktorska - Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu w ściekach w zależności od stopnia dyspersji ich składników i rozcieńczenia. Polit. Wrocławska, 1966.
3. Rovinskii F. Balance model of pollution of the Moscow - River. Meteorol. Gidrol., (11) 55, 1976.
4. Ostrowski M. Valuation of characteristics of water purity IV - - clasification of pollution of waters based on norms of microbiological, hydrobiological and chemical characteristics determined by numerical methods. Acta Microbiol. Pol., 25 (3), 269, 1976.
5. Davis J.A. Water quality standards for the Bagmati River. JWPCF, 49 (2), 227, 1977.
6. Lambert E.F. A simple simulation method for river self-purification studies. Water Res. 8, 297, 1974.
7. Hines W.G., Rickert D.A. Formulation and use of practical models for river quality assesment JWPCF, 47 (10), 2357, 1975.
8. Ali H.J., Bewtra I.K. Effect of turbulence on BOD testing. JWPCF, 44 (9), 1798, 1972.
9. Willes R., Asce A.M. et al. Steady - state water quality modeling in streams. Journal Environ. Eng. Div. 101, No EE 2, 245, 1975.
10. Thomas H.A. Analysis of the Biochemical Oxygen Demand Curve. Sew. Works Journ. 12, 504, 1940.
11. O'Connor D.J., Di Toro D.M. Photosynthesis and oxygen balance in stream. J.Sanit.Engng. Div. Am. Soc. Civ. Engrs. 96, 547, 1970.

12. Edeline F., Lambert G. Self purification of rivers a two-phase model for bacterial biodegradation. Water Research, 13 (6), 473, 1979.
13. Krasnodębski R., Paszkowska J. Program na maszynę cyfrową liczący parametry linii BZT (LBZT) IMGW - Wrocław, 1972 (maszynopis).
14. Dębrowski A. Program na maszynę cyfrową liczący parametry linii BZT (BZTT) modyfikacja LBZT, IMGW - Wrocław, 1982 (maszynopis).
15. Pigoń K., Ruziewicz Z. Chemia fizyczna, cz. II. Politechnika Wrocławska, 1975.

ZESTAWIENIE WYNIKÓW KORELACJI PARAMETRÓW OKREŚLAJĄCYCH KINETYKĘ PRZEMIAN BIOCHEMICZNYCH ZE STOPNIEM REDUKCJI WSKAŹNIKÓW
ORAZ WIELKOŚCIĄ WYRAŻONĄ STOSUNKIEM TYCH WSKAŹNIKÓW DO BIOCHEMICZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA TLENU.

TABELA 1

Lp	RODZAJ ŚCIEKU I DATA POBORU PRÓBY	STAŁA SZYBKOŚCI K ₁		SZYBKOŚĆ BIODEGR. v		% redukcji po napowietrzaniu								Współczynnik wyrażony stosunkiem											
		po 2 dobach	po 5 dobach	po 2 dobach	po 5 dobach	BZT ₅		ChZT		UTL		C org		ChZT ₂	UTL ₂	Corg ₂	ChZT ₃	UTL ₃	Corg ₃	ChZT ₄	UTL ₄	Corg ₄	ChZT ₅	UTL ₅	Corg ₅
						po 2 do- bach	po 5 do- bach	po 2 do- bach	po 5 do- bach	po 2 do- bach	po 5 do- bach	po 2 do- bach	po 5 do- bach												
1	OPOLE OCZYSZCZALNIA po ocz. biol. /16.02.82/ /16.02.82/sedym. /14.04.82/ / 7.07.82/ po ocz. mech. /16.02.82/ /16.02.82/sedym. /14.04.82/ / 7.07.82/ surowe: /16.02.82/ /16.02.82/sedym. /14.04.82/ / 7.07.82/	0,100 0,015 0,125 0,032 0,374 0,391 0,095 0,360/0,429 0,193 0,580 0,130 0,251/0,229	0,089 0,014 0,115 0,037 0,202 0,226 0,129 0,292 0,208 0,319 0,170 0,272/0,265	11,28 0,25 9,89 1,08 15,53 8,60 25,50 28,33/22,38 59,49 7,37 50,85 59,57/63,22	6,32 1,02 4,49 1,08 6,79 3,21 9,37 4,84 13,75 2,06 13,83 8,49/9,01	38,5 42,3 24,0 24,0 10,0 10,0 16,7 38,8 3,17 0,85 1,41 4,86 1,49 2,50 4,49 1,32 1,62 2,53 3,02 4,11 41,1 41,1 33,3 33,3 50,0 50,0 62,5 75,0 25,8 41,0 41,1 41,1 33,3 68,0 76,0 43,8 59,6 30,3 39,2 50,0 67,6 1,91 0,30 0,50 3,57 0,64 0,68 4,28 1,03 0,80 2,76 2,45 0,39 0,55 2,96 0,64 0,76 3,24 0,67 0,79 1,11 1,26 1,32 1,																			

UWAGA: oznaczniki w nawiasach przy współcz. wyrażonych stosunkiem wskaźników do BZT₅ określają czas napowietrzania próby

Nakład 200 egz. Objętość 1,1 ark. wyd., 1,75 ark. druk. + wkładka.
Papier offset. III kl. 80 g. Powielarnia Instytutu Śląskiego w Opolu,
ul. Leśna 3, zam. 6/83. Cena 30,- zł