

MARIA ZDYBIEWSKA, HALINA RUDNICKA

## BADANIA NAD USUWANIEM DETERGENTÓW Z WODY I ŚCIEKÓW

## W S T Ę P

Coraz szersze zastosowanie detergentów w przemyśle i gospodarstwie domowym spowodowało konieczność usuwania tych substancji z wody i ścieków.

Detergenty, które dostały się do ścieków, w przeciwieństwie do mydeł, przeważnie pozostają w nich stanie niezmiennym, przez co stwarzają trudności w różnych fazach oczyszczania, a również w odbiorniku wodnym.

Stężenie detergentów, jakie obserwuje się w ściekach krajów używających duże ilości tych substancji waha się w szerokich granicach, przeważnie jednak wynosi średnio  $5\pm 15$  mg/l [1, 2]. W Polsce stężenie detergentów w ściekach, nawet z dużych miast jest znacznie mniejsze, ale już obecnie wydano odpowiednie akty prawne, mające przeciwdziałać zbytniemu zanieczyszczeniu wody i ścieków [3, 4].

Głównym składnikiem detergentów są substancje powierzchniowo-czynne, które w zależności od aktywnych grup dzielimy na: anionowo-czynne, kationowo-czynne i niejonowe [5]. Substancje kationowo-czynne wykazują największą toksyczność w stosunku do otoczenia i to ogranicza ich zastosowanie [6]. Substancje niejonowe wykazują najsłabsze własności toksyczne i dlatego produkcja ich wzrasta w szybkim tempie. Pod względem własności toksycznych substancje anionowo-czynne zajmują miejsce pośrednie.

Ujemny wpływ detergentów na pracę oczyszczalni miejskich ujawnia się hamowaniem opadania zawieszin, przez co zmniejsza się ilość osadu, a więc i substancji organicznych zatrzymywanych w osadniku. Skutkiem tego zmniejsza się również ilość gazu otrzymanego w komorach fermentacyjnych. Jak podaje DAMM [7] już zawartość detergentów w ściekach w ilości  $12,5\pm 25,0$  mg/l utrudnia wpracowanie komór fermentacyjnych, chociaż w ilości  $12,5\pm 100,0$  mg/l nie przeszkadza jeszcze pracy komór już wpracowanych. Dopiero przy stężeniu

powyżej 500,0 mg/l, detergenty wpływają wyraźnie na procesy fermentacji. Manganeli, a następnie Sierp [8] stwierdził, że detergenty anionowo-czynne tylko w nieznacznym stopniu wpływają na zmniejszenie ilości gazu fermentacyjnego.

Natomiast w przypadku ścieków radioaktywnych detergenty nie wpływają na wytrącanie się osadów ze ścieków, a przeszkadzają temu raczej substancje kompleksotwórcze [9].

Detergenty są ponadto główną przyczyną powstawania piany, która pokrywa urządzenia oczyszczające, następnie dostając się do odbiornika odcina jego powierzchnię od dostępu tlenu, co hamuje naturalne procesy samoczyszczania. Jak podaje NICHOLAS [10] na oczyszczalni w Quite Parku wysokość powstającej piany dochodziła do 5,65 m. Dla zapobieżenia za burzeniom, jakie mogą wywołać detergenty w odbiorniku, należy przeto starannie je usuwać ze ścieków przed wprowadzeniem do wód powierzchniowych.

Według ROBERTSA [6] zjawisko picnienia może wystąpić w rzecę przy zawartości detergentów mniejszej nawet od 1 mg/l. Ponadto przy stężeniu 5 mg/l detergentów obserwuje się już ich wpływ na kijanki i dafnie. Henderson i współpracownicy [11] ustalili, że dopuszczalna dawka detergentów ze względu na ryby jest  $3,5 \pm 9,2$  mg/l w zależności od twardości wody i zawartego w niej tlenu.

Ponieważ odbiorniki wodne są bardzo często źródłem zaoptatwienia w wodę pitną, zwrócono uwagę na oddziaływanie detergentów na organizm ludzki. Działanie na naskórek objawia się dopiero powyżej 0,1% [6] natomiast na cechy organoleptyczne wody, jak smak i zapach detergenty wpływają już w bardzo niewielkich ilościach, utrudniając poza tym uzdatnianie wody do celów pitnych. Stwierdzono np., że zawartość 5 mg/l substancji powierzchniowo-czynnych w dużym stopniu zwiększa opór na filtrach, a w procesach koagulacji proces kłaczkowania jest hamowany przy stężeniu 8,0-12,0 mg/l, niektórych rodzajów detergentów [12]. Również przy zastosowaniu do celów przemysłowych wody zawierającej detergenty występuje pienienie się jej w kotłach parowych.

Jeżeli ścieki miejskie wprowadzane są do ziemi wówczas zawarte w nich detergenty przenikają w stanie niezmiennym do wód gruntowych i studzien, gdzie jako wskaźnik zanieczyszczenia mogą one, obok oznaczenia miana Coli i azotanów, świadczyć o zanieczyszczeniu ściekami gleby, a następnie wo dy.

Z technicznych metod usuwania detergentów należy wymienić ich wypienianie, dające efekt usunięcia od 83,3+91,9%. Na proces ten wpływają jednak nawet śladowe ilości olejów i osadu czynnego znacznie zmniejszając jego efekty [13]. Innym sposobem usuwania detergentów ze ścieków są procesy biologicznego rozkładu.

Doświadczenia nad biologicznym rozkładem rozmaitych detergentów przeprowadzało szereg badaczy [2, 7, 13, 14, 15, 16, 17], w odniesieniu tak do substancji anionowo-czynnych, jak i niejonowych. Zwykle efekt tego rozkładu nie przewyższał 30-80%. Cytowani autorzy, a także HEINZ i FISCHER [18] uważają, że biologiczny rozkład detergentów nie zawsze jest zadowalający. W ściekach pozostają jeszcze znaczne ilości detergentów, które - jak to już powiedziano poprzednio mogą wywoływać zanieczyszczenia w odbiorniku. Badania wykazały nie tylko ścisły związek między budową substancji powierzchniowo-czynnych, a możliwością ich rozkładu, ale także zależność efektu od surowca, z którego je wyprodukowano. Z tego też względu stwierdzono, że każdy rodzaj substancji powierzchniowo-czynnych należy traktować indywidualnie.

W poniższej pracy zbadano:

1) możliwość biologicznego rozkładu, w czasie oczyszczania ścieków, na złożach zraszanych, dwóch substancji anionowo-czynnych, a mianowicie: dodecylobenzenosulfonianu sodu (DDBS) i kerylobenzenosulfonianu sodu (KBS) oraz ich wpływ na efekty oczyszczania ścieków,

2) rozkład tych substancji w modelach napowietrzanych odbiorników wodnych,

3) sorpcyjne usuwanie tych detergentów z wody, na węglu aktywnym.

#### Część doświadczalna

Doświadczenia nad usuwaniem detergentów z wody i ścieków przeprowadzono w trzech etapach:

- 1) oczyszczanie ścieków na złożach zraszanych,
- 2) rozkład w modelu odbiornika wodnego,
- 3) sorpcja na węglu aktywnym.

Badania nad biologicznym rozkładem dwóch detergentów anionowo-czynnych, a mianowicie dodecylobenzenosulfonianu sodu (DDBS), wyprodukowanego na bazie tetrameru propylenu i kerylo benzenosulfonianu sodu (KBS) wyprodukowanego w oparciu o naftę, przeprowadzono w dwóch seriach:

W pierwszej przebadano możliwość biologicznego rozkładu tych detergentów, dodawanych na uprzednio wpracowane złoża w dawkach 2,0, 5,0 i 10,0 mg/l, w drugiej stwierdzono jaki wpływ wywierają wymienione dawki na rozkład zanieczyszczeń i procesy mineralizacji związków azotowych, zawartych w ściekach miejskich.

Badania te przeprowadzono na dwóch modelowych złożach zraszanych, o wymiarach: średnica 100 mm, wysokość 1200 mm, wypełnionych żużlem wielkopieczowym o odpowiedniej granulacji, ułożonym w trzech warstwach. Pod każdą z warstw zabudowano lejki z odpływem, dla pobierania prób z poszczególnych poziomów. Równomierność zraszania zapewniało syfonowe urządzenie dawkujące.

Złoża wpracowywano mechanicznie oczyszczonymi ściekami z Oczyszczalni Miejskiej w Bytomiu. Ze względu na zmienny skład ścieków (dopływ ścieków przemysłowych) stopniowo zmniejszano ilość ścieków miejskich, zastępując je syntetycznymi ściekami miejskimi, sporządzanymi według Weibergera [19] z pewnymi koniecznymi modyfikacjami składu, przystosowanymi do własnych warunków. Wyeliminowanie w ten sposób zmienności, w dostępnych granicach, pozwoliło na uzyskanie dużej powtarzalności wyników. Ścieki te posiadały BZT<sub>5</sub> w granicach 120-180 mg/l<sub>O<sub>2</sub></sub>. Okres wpracowywania zakończono, gdy spadek tej wielkości w dozowanych ściekach, wynosił ponad 90%. Wtedy zaczęto dozować kolejno dawki detergentów, przeprowadzając dla każdej, kontrolę procesu przez okres 20-32 dni. Próby do oznaczeń pobierano z czterech poziomów złoża, a mianowicie ścieki: 1) dopływające (poziom I), 2) po przejściu warstwy grubości 20 mm (poziom II), 3) po przejściu przez warstwę złoża grubości 1000 mm (poziom III), 4) oczyszczone (poziom IV).

Dla stwierdzenia efektów pracy złoża, a przede wszystkim rozkładu detergentów oraz ogólną ilość zanieczyszczeń wykonywano co dwa dni następujące oznaczenia kontrolne: zawartość detergentów metodą kolorymetryczną według JONESA [20], na kolorymetrze Pulfricha, przy użyciu czerwonego filtra, o długości fali 665 Å; utlenialność metodą nadmanganianową w ośrodku kwaśnym [21]; ChZT szybką metodą dwuchromianową [22];

BZT<sub>5</sub> metodą rozcieńczeń [23], a ponadto temperatura i pH metodą kolorymetryczną [24]. Aby ujednolicić obserwacje stosowano przez cały okres doświadczeń obciążenie objętościowe złoza 1 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> dobę.

Wybrane wyniki tej serii doświadczeń przedstawiono w tablicach 1-2, a przebieg rozkładu detergentów na wykresach 1-2.

W drugiej serii doświadczeń badano wpływ DDBS i KBS na stopień oczyszczenia ścieków zawierających te detergenty, na procesy, mineralizacji związków azotowych, (nitryfikacja azotu amonowego do azotu azotynowego i azotanowego).

W tych badaniach dozowano na jedno złoże ścieki miejskie z odpowiednimi rodzajami i dawkami detergentu, a na drugie (kontrolne) ścieki miejskie bez dodatku detergentów. Próby pobierano z podanych poprzednio punktów, oznaczając jak i w serii pierwszej utlenialność, ChZT, BZT<sub>5</sub>, a ponadto kolorymetrycznie azot amonowy, azotynowy i azotanowy [21]. Wartości innych parametrów jak pH, temperatura, obciążenie były analogiczne jak w pierwszej serii, przy badaniu możliwości biologicznego rozkładu detergentów.

Wybrane wyniki tej serii doświadczeń zebrano w tablicy 3.

Następną serię doświadczeń przeprowadzono nad biologicznym rozkładem obu badanych detergentów w modelach odbiorników, którymi były dwa akwaria o pojemności 8 litrów każde. Akwaria te wypełniono mieszaniną wody i ścieków, mającą imitować skład wody w odbiorniku wodnym. W skład jej wchodziło: 1% mechanicznie oczyszczonych ścieków miejskich z oczyszczalni w Gliwicach, 9% syntetycznych ścieków miejskich i 90% wody wodociągowej. Do tak przygotowanych odbiorników dodawano kolejno po 2,5 i 10 mg/l DDBS i KBS. Aby zabezpieczyć odpowiedni dopływ tlenu w czasie procesu i zapobiec procesom gnilnym, zawartość akwariów napowietrzano przy pomocy pomp membranowych. Dla stwierdzenia efektów procesu oczyszczania oznaczono co drugi dzień utlenialność, ChZT, BZT<sub>5</sub>, stężenie detergentów, a także temperaturę i pH, metodami poprzednio podanymi. Seria doświadczeń dla każdej dawki detergentu trwała 10 dni. Wyniki tej serii doświadczeń przedstawiono w tablicach 4-5, a przebieg rozkładu stosowanych detergentów obrazują wykresy 3-4.

Trzecim sposobem usuwania badanych detergentów anionowych z wody była ich sorpcja w warunkach zarówno dynamicznych jak i statycznych. W obu przypadkach jako sorbenta używano węgla aktywnego. Przy usuwaniu detergentów z wody metodą dynamiczną sorbentem był granulowany węgiel aktywny, o

Tablica 1

Kontrola pracy złoża zasilanego syntetycznymi ściekami miejskimi z dodatkiem dodecylobenzenosulfonianu sodu w ilości 2mg/l, 5mg/l, 10 mg/l.

obciążenie objętościowe  $1m^3/1m^2/dobę$

obciążenie powierzchniowe  $1,2m^3/m^2/dobę$

Lp.	Temperatura	pH	Poziom	Detergenty		Utlenialność		ChZT		BZT <sub>5</sub>	
				mg/l <sub>2</sub>	% usu- nięcia	mg/l <sub>2</sub>	% usu- nięcia	mg/l <sub>2</sub>	% usu- nięcia	mg/l <sub>2</sub>	% usu- nięcia
1			I	2,1	0,0	64,0	0,0	185,0	0,0	154,0	0,0
2	19,0	7,0	II	1,9	7,0	30,0	53,0	110,0	40,5	101,6	34,0
3			III	1,5	28,5	13,0	79,5	60,0	67,5	43,0	72,0
4			IV	1,3	38,0	7,5	88,3	35,0	81,1	7,0	95,3
5			I	1,8	0,0	70,0	0,0	195,0	0,0	160,0	0,0
6	18,0	7,0	II	1,7	5,5	35,0	50,0	115,0	42,0	102,4	36,0
7			III	1,3	30,0	14,0	80,0	55,0	71,8	47,0	70,5
8			IV	1,2	40,0	8,0	88,7	25,0	87,2	16,3	89,8
9			I	2,0	0,0	65,5	0,0	190,0	0,0	157,0	0,0
10	19,5	7,0	II	1,9	5,0	31,0	52,6	110,0	42,0	99,5	36,6
11			III	1,4	30,0	14,5	77,8	55,0	71,0	47,0	70,0
12			IV	1,1	40,5	7,1	89,2	20,0	89,5	14,0	91,1
13			I	5,0	0,0	62,5	0,0	220,0	0,0	149,0	0,0
14	21,5	7,0	II	4,7	6,0	32,5	48,7	110,0	50,0	79,0	46,9
15			III	3,5	30,0	15,5	75,2	60,0	72,7	46,0	69,3
16			IV	3,1	38,0	8,5	86,4	25,0	88,6	19,0	87,4
17			I	5,0	0,0	63,0	0,0	215,0	0,0	142,0	0,0
18	26,0	7,0	II	4,7	6,0	33,0	47,7	115,0	46,5	74,0	47,8
19			III	3,6	28,0	16,0	74,6	55,0	72,9	42,0	70,5
20			IV	3,1	38,0	7,5	88,1	25,0	88,4	16,0	89,0
21			I	4,8	0,0	65,5	0,0	220,0	0,0	145,0	0,0
22	19,0	7,0	II	4,6	5,0	34,5	47,3	115,0	47,7	74,6	18,5
23			III	3,4	30,0	15,4	76,5	55,0	75,0	45,0	69,0
24			IV	3,0	38,0	7,8	88,1	25,0	88,6	17,0	88,3
25			I	9,3	0,0	72,5	0,0	240,0	0,0	140,0	0,0
26	21,5	7,0	II	8,8	5,0	42,0	42,1	125,0	48,0	77,0	45,0
27			III	6,6	29,0	21,5	70,4	65,0	72,9	41,5	70,4
28			IV	6,2	37,0	10,5	85,5	20,0	91,7	16,0	88,7
29			I	10,0	0,0	78,5	0,0	245,0	0,0	142,0	0,0
30	24,0	7,0	II	9,5	6,0	39,0	50,3	125,0	49,0	75,6	46,8
31			III	7,0	30,0	13,8	81,8	70,0	71,6	50,0	64,8
32			IV	6,2	37,5	9,5	87,3	25,0	89,8	22,1	84,5

## U w a g i:

I - ścieki doprowadzone na złożo

II - ścieki po przejściu pierwszej warstwy złoża o grubości 200 mm.

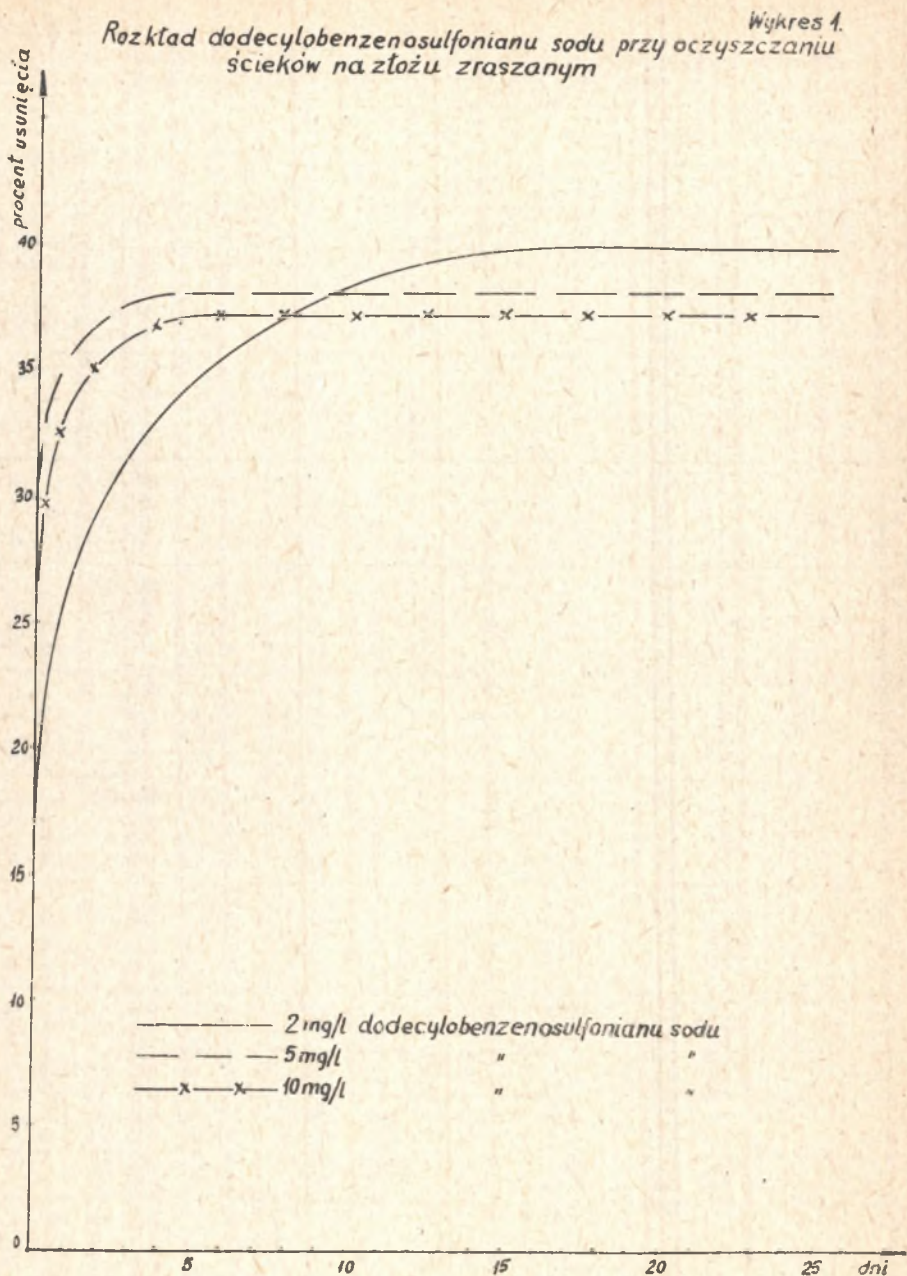
III - ścieki po przejściu dwóch warstw złoża o grubości 1000 mm.

IV - ścieki oczyszczone

Tablica 2

Kontrola pracy złoza zasilanego syntetycznymi ściekami miejskimi z dodatkiem kerylobenzenosulfonianu sodu 2 mg/l, 5 mg/l, 10 mg/l, obciążenie objętościowe  $1m^3/1m^3/dobę$  obciążenie powierzchniowe  $1,2m^3/m^2/dobę$

Lp.	Prędkość przepływu, m/s	pH	Temperatura, °C	KONIZJON	Detergenty		Utlonialność		ChZT		BZT <sub>5</sub>	
					mg/l	% usu- niecia	mg/l <sub>2</sub>	% usu- niecia	mg/l <sub>2</sub>	% usu- niecia	mg/l <sub>2</sub>	% usu- niecia
1				I	2,0	0,0	65,5	0,0	195,0	0,0	150,0	0,0
2				II	1,8	7,5	32,1	51,0	110,0	43,5	98,9	34,3
3	19,0	7,0		III	1,5	25,0	15,5	76,4	50,0	74,4	37,6	75,0
4				IV	1,3	32,0	8,5	87,0	20,0	89,8	17,1	88,5
5				I	2,0	0,0	65,2	0,0	190,0	0,0	155,6	0,0
6				II	1,8	7,5	33,6	48,5	110,0	42,0	100,1	35,7
7	20,5	7,0		III	1,2	37,5	13,7	79,0	60,0	68,4	36,6	76,5
8				IV	1,1	42,5	7,2	89,0	20,0	89,5	15,8	89,8
9				I	1,9	0,0	71,4	0,0	210,0	0,0	158,1	0,0
10				II	1,7	10,0	35,4	50,4	120,0	43,0	99,3	37,2
11	18,5	7,0		III	1,2	35,9	15,4	78,4	65,0	69,0	38,1	76,0
12				IV	1,1	43,7	8,9	87,5	20,0	90,5	11,1	92,6
13				I	2,0	0,0	69,9	0,0	200,0	0,0	155,6	0,0
14	19,0	7,0		II	1,8	10,0	34,3	50,9	115,0	41,5	96,0	38,3
15				III	1,2	37,5	14,9	78,7	50,0	75,0	35,5	77,5
16				IV	1,1	45,0	7,9	88,6	20,0	90,0	10,8	93,9
17				I	5,0	0,0	73,0	0,0	210,0	0,0	162,2	0,0
18	20,0	7,0		II	4,7	5,0	44,0	39,7	120,0	43,0	94,2	42,5
19				III	3,8	22,5	15,0	79,5	65,0	69,0	30,2	80,7
20				IV	3,5	29,0	9,0	87,5	20,0	90,5	18,2	88,8
21				I	4,9	0,0	73,5	0,0	215,0	0,0	161,5	0,0
22	21,0	7,0		II	4,6	6,0	41,9	43,0	115,0	46,5	95,5	42,0
23				III	3,3	31,6	15,0	79,6	55,0	72,9	30,4	81,2
24				IV	2,9	39,8	8,5	88,5	25,0	88,4	17,7	89,0
25				I	5,0	0,0	74,3	0,0	215,0	0,0	160,0	0,0
26	19,0	7,0		II	4,7	6,0	41,3	44,4	110,0	48,8	95,4	40,5
27				III	3,0	40,0	15,8	78,6	55,0	72,9	31,4	80,4
28				IV	2,9	42,0	8,8	85,1	20,0	90,7	18,4	88,5
29				I	10,0	0,0	79,0	0,0	220,0	0,0	169,0	0,0
30	23,0	7,0		II	9,5	6,0	45,4	43,2	115,0	47,7	96,5	43,0
31				III	7,0	30,0	17,0	78,7	60,0	72,7	34,4	79,7
32				IV	6,2	37,5	10,0	87,3	25,0	88,6	21,2	87,5
33				I	10,0	0,0	79,3	0,0	220,0	0,0	168,0	0,0
34	24,0	7,0		II	9,3	6,5	45,6	42,5	115,0	47,7	82,0	51,4
35				III	6,6	33,5	17,3	78,2	65,5	70,4	33,8	80,0
36				IV	5,9	40,5	8,8	88,9	25,0	88,6	20,6	87,8







Wpływ detergentów na stopień oczyszczenia ścieków miejskich  
na złożach zraszanych

Dawka deter- gentu mg/l	Utlenialność			ChZT			BZT <sub>5</sub>			NH <sub>4</sub>		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>	
	surowe mg/10 <sub>2</sub>	oczysz- czone mg/10 <sub>2</sub>	% usu- nięcia	surowe mg/10 <sub>2</sub>	oczysz- czone mg/10 <sub>2</sub>	% usu- nięcia	surowe mg/10 <sub>2</sub>	oczysz- czone mg/10 <sub>2</sub>	% usu- nięcia	surowe mg/l	oczysz- czone mg/l	surowe mg/l	oczysz- czone mg/l	surowe mg/l	oczysz- czone mg/l
Dodecylbenzenosulfonian sodu															
0,0	58,0	5,7	90,2	195,0	15,0	92,3	189,0	3,8	98,0	17,4	3,6	0,01	0,56	8,7	20,9
2,0	66,0	7,4	88,8	200,0	20,0	89,8	157,0	6,3	96,0	17,0	2,5	0,01	0,87	8,7	23,0
Kerylobenzenosulfonian sodu															
0,0	58,5	5,4	90,8	210,0	20,0	90,5	189,0	3,8	98,1	17,6	3,3	0,01	0,48	7,9	21,5
5,0	67,0	8,7	87,0	225,0	25,0	88,9	149,0	17,0	88,6	16,8	3,3	0,01	0,86	7,8	21,1
Kerylobenzenosulfonian sodu															
0,0	57,5	6,0	89,6	210,0	20,0	90,5	191,0	4,0	97,9	16,9	3,0	0,01	0,57	7,4	21,1
10,0	73,0	10,5	85,6	235,0	30,0	87,3	138,6	15,1	89,1	17,3	2,9	0,01	0,91	6,5	20,4
Kerylobenzenosulfonian sodu															
0,0	50,0	5,5	89,0	170,0	15,0	91,2	160,0	3,7	97,7	16,8	2,9	0,00	0,52	7,0	20,0
2,0	64,5	7,2	88,8	195,0	20,0	89,8	154,0	4,8	96,9	17,3	2,9	0,01	0,80	6,5	19,8
Kerylobenzenosulfonian sodu															
0,0	60,5	6,5	89,3	215,5	15,0	93,0	190,5	4,2	97,8	16,3	2,5	0,08	0,55	7,9	21,0
5,0	89,5	11,5	87,2	230,0	25,0	89,2	174,5	7,0	96,0	17,0	3,0	0,01	0,70	6,6	19,5
Kerylobenzenosulfonian sodu															
0,0	56,0	6,5	88,4	190,0	20,0	89,5	185,5	4,9	97,4	10,8	2,8	0,01	0,60	7,3	20,7
10,0	93,0	12,5	86,6	235,0	30,0	87,2	175,8	7,2	95,9	17,8	2,9	0,01	0,70	7,6	21,5

Tablica 4

Badania nad rozkładem dodecylobenzenosulfonianu sodu  
w modelu odbiornika wodnego

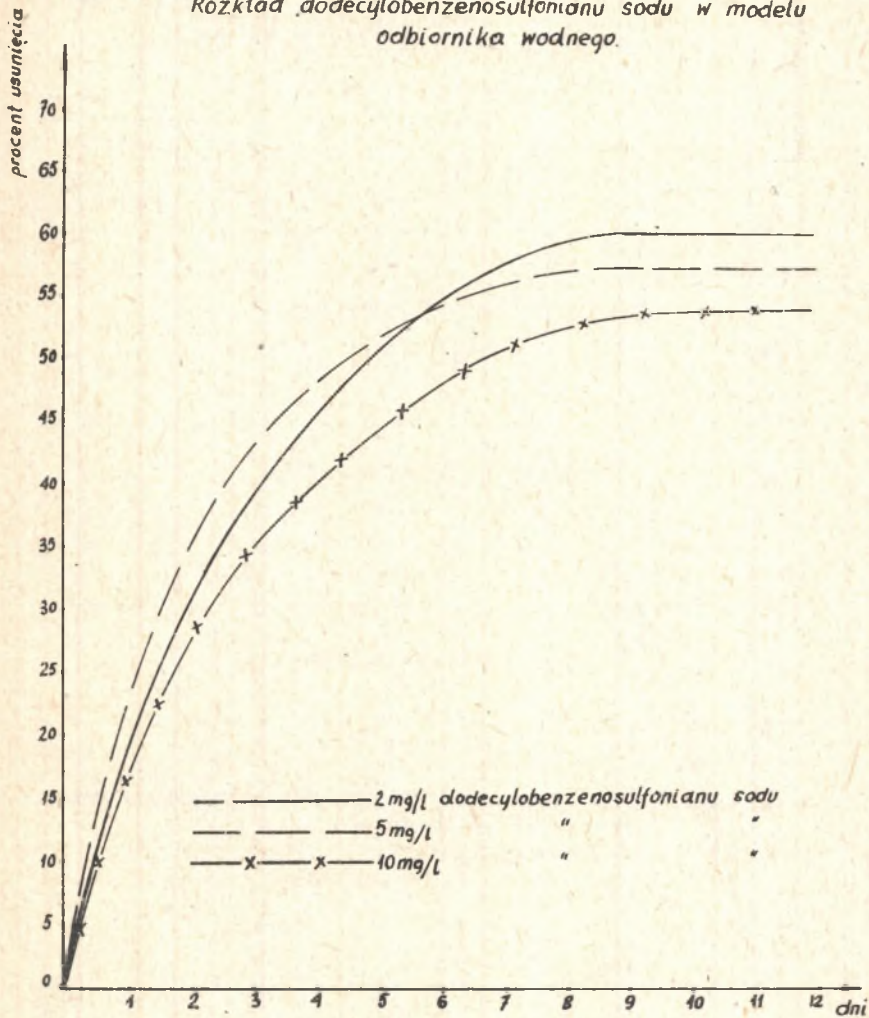
Lp.	Ilość dm <sup>3</sup> pracy	Temperatura C	pH	Detergenty		Utlenialność		ChZT		BZT <sub>5</sub>	
				mg/l	% usu-niecia	mg/l	% usu-niecia	mg/l	% usu-niecia	mg/l	% usu-niecia
D A W K A 2 mg/l											
1	0	18,0	7,0	2,0	0,0	8,0	0,0	20,0	0,0	14,9	0,0
2	2	19,0	7,0	1,3	35,0	5,5	31,2	20,0	0,0	6,8	55,4
3	4	17,5	7,0	1,1	42,5	4,7	41,2	20,0	0,0	3,4	77,2
4	6	17,5	7,0	0,9	55,0	4,2	47,5	20,0	0,0	3,0	79,9
5	8	20,0	7,0	0,8	60,0	3,8	52,5	10,0	50,0	2,1	85,9
6	10	21,0	7,0	0,8	60,0	3,0	62,5	0,0	100,0	1,3	91,3
D A W K A 5 mg/l											
7	0	22,0	7,0	5,0	0,0	8,4	0,0	40,0	0,0	14,8	0,0
8	2	26,0	7,0	3,1	37,0	5,0	40,5	40,0	0,0	6,2	58,5
9	4	21,0	7,0	2,8	46,0	2	50,0	40,0	0,0	3,4	67,5
10	6	19,0	7,0	2,3	54,0	4,05	51,8	30,0	25,0	2,8	80,0
11	8	20,0	7,0	2,2	56,0	3,7	56,0	20,0	50,0	2,4	83,8
12	10	21,0	7,0	2,1	57,0	3,4	59,5	0,0	100,0	1,6	89,2
D A W K A 10 mg/l											
13	0	24,0	7,0	10,0	0,0	8,6	0,0	50,0	0,0	15,5	0,0
14	2	21,0	7,0	6,7	32,2	5,4	37,5	40,0	20,0	8,2	47,0
15	4	18,0	7,0	6,0	39,5	4,9	43,0	30,0	40,0	3,2	79,4
16	6	20,0	7,0	5,2	48,0	4,4	48,8	20,0	60,0	2,2	85,8
17	8	23,0	7,0	5,0	50,0	3,6	58,2	15,0	70,0	2,0	87,1
18	11	24,0	7,0	4,6	54,0	3,5	59,3	5,0	90,0	1,8	88,4

Tablica 5

Badania nad rozkładem kerylobenzenosulfonianu sodu  
w modelu odbiornika wodnego

Lp.	Ilość dni pracy	tempera- tura °C	pH	Detergenty		Utlenialność		ChZT		BZT <sub>5</sub>	
				mg/l	% usu- nięcia	mg/l	% usu- nięcia	mg/l	% usu- nięcia	mg/l	% usu- nięcia
D A W K A 2 mg/l											
1:0	18,0	7	2,0	0,0	8,4	0,0	20,0	0,0	15,2	0,0	
2:2	19,0	7	1,4	30,0	5,6	33,3	20,0	0,0	7,8	48,7	
3:4	17,5	7	1,1	42,5	4,7	44,0	10,0	50,0	4,7	69,1	
4:6	17,5	7	1,0	50,0	4,3	48,8	5,0	75,0	2,3	84,9	
5:8	20,5	7	0,7	62,5	3,7	60,7	5,0	75,0	1,6	89,3	
6:10	21,0	7	0,6	67,5	3,0	64,3	0,0	100,0	0,7	95,0	
D A W K A 5 mg/l											
7:0	22,0	7	5,1	0,0	8,6	0,0	50,0	0,0	16,0	0,0	
8:2	26,0	7	3,6	28,5	6,1	29,0	45,0	10,0	6,4	60,0	
9:4	21,0	7	2,8	45,0	4,9	43,0	45,0	10,0	4,2	73,8	
10:6	19,0	7	2,2	56,0	4,2	51,2	30,0	40,0	2,2	86,3	
11:8	20,0	7	1,5	68,6	3,6	58,2	10,0	80,0	1,6	90,0	
12:10	21,0	7	1,5	70,6	3,2	62,8	5,0	90,0	0,8	95,0	
D A W K A 10 mg/l											
13:0	24,0	7	10,0	0,0	0,0	0,0	70,0	0,0	16,8	0,0	
14:2	21,0	7	6,7	32,5	6,3	30,0	70,0	0,0	8,4	50,0	
15:4	18,5	7	5,3	46,5	5,2	42,3	60,9	14,3	3,7	78,0	
16:6	20,0	7	4,5	55,0	4,4	51,1	55,0	21,5	2,3	86,4	
17:8	23,0	7	3,3	66,5	4,0	55,5	30,0	57,1	1,4	91,5	
18:11	24,0	7	3,1	69,0	3,6	60,0	10,0	85,7	1,1	93,4	

Wykres 3  
Rozkład dodecylobenzenosulfonianu sodu w modelu odbiornika wodnego.



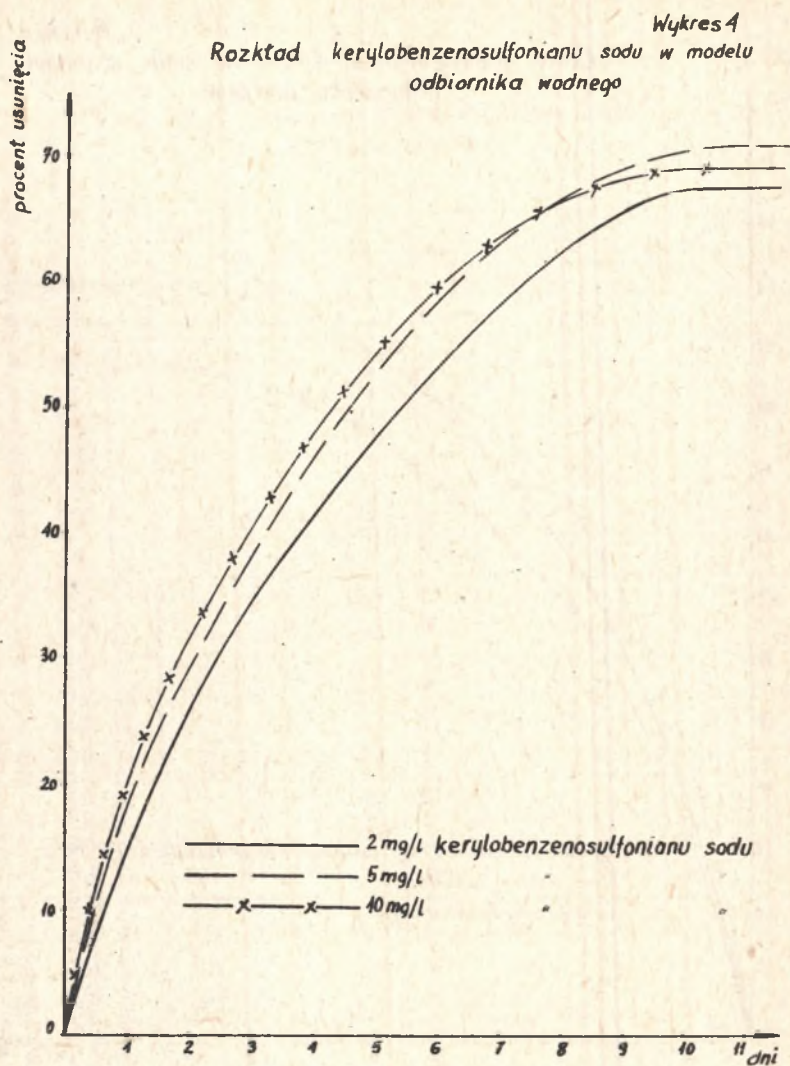


Tabela 6

## SORPCJA DETERGENTÓW NA WĘGLU AKTYWNYM

a/ metodą dynamiczną

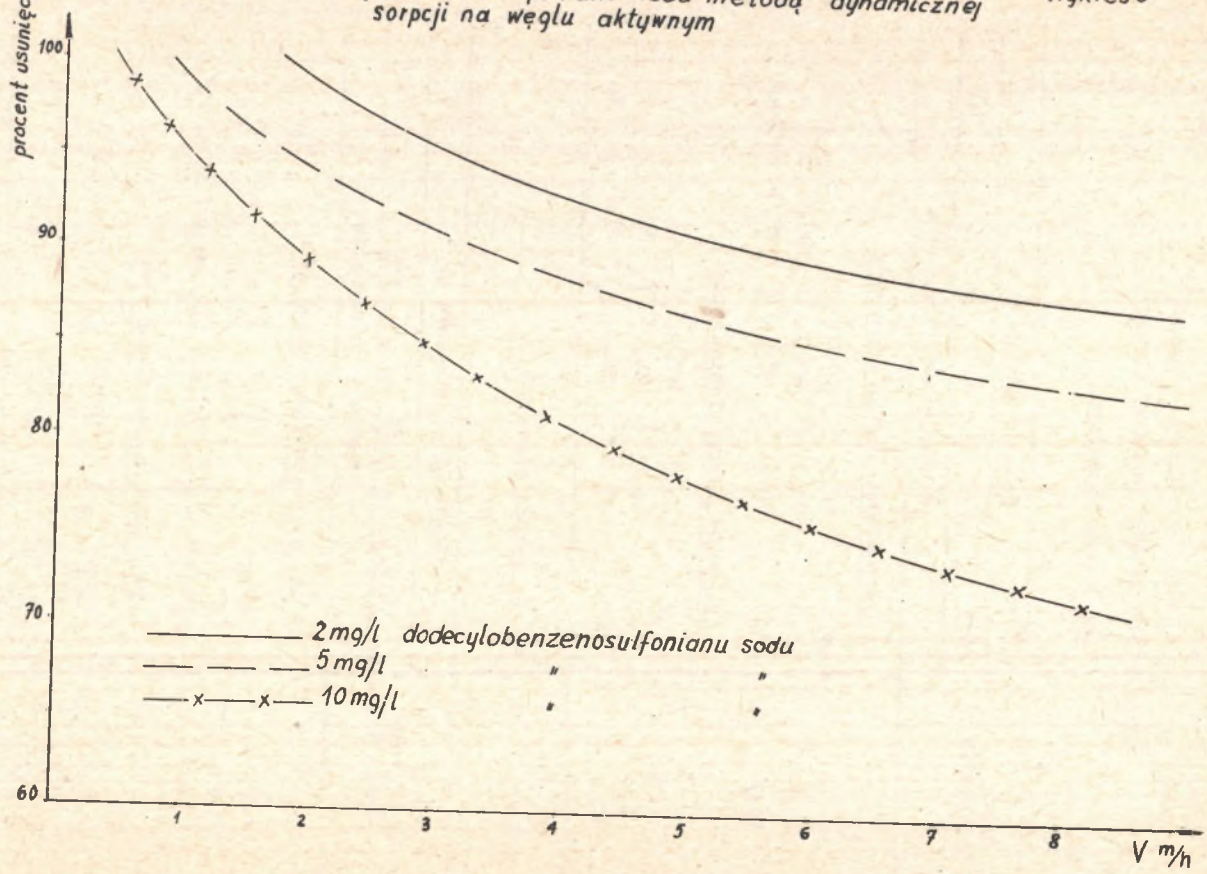
Dawki detergentów mg/l	Prędkość przepływu m/h				
	8,5	7,3	1,7	0,8	0,7
% usunięcia detergentów					
<u>Dodecylobenzenosulfonian sodu</u>					
2,0	87,5	92,5	100,0	-	-
5,0	81,0	90,0	95,0	100,0	-
10,0	71,0	80,0	90,0	98,0	100,0
<u>Kerylobenzenosulfonian sodu</u>					
2,0	82,2	94,0	100,0	-	-
5,0	80,5	88,9	96,4	100,0	-
10,0	69,5	79,0	90,5	97,3	100,0

b/ metodą statyczną

Dawki detergentów mg/l	Dawki węgla aktywnego mg/l			
	50,0	100,0	200,0	300,0
% usunięcia detergentów				
<u>Dodecylobenzenosulfonian sodu</u>				
2,0	98,0	100,0	-	-
5,0	87,0	97,0	100,0	-
10,0	81,0	87,0	91,0	100,0
<u>Kerylobenzenosulfonian sodu</u>				
2,0	97,5	100,0	-	-
5,0	85,9	98,2	100,0	-
10,0	81,0	86,5	93,7	100,0

Usunięcie dodecylobenzenosulfonianu sodu metodą dynamicznej sorpcji na węglu aktywnym

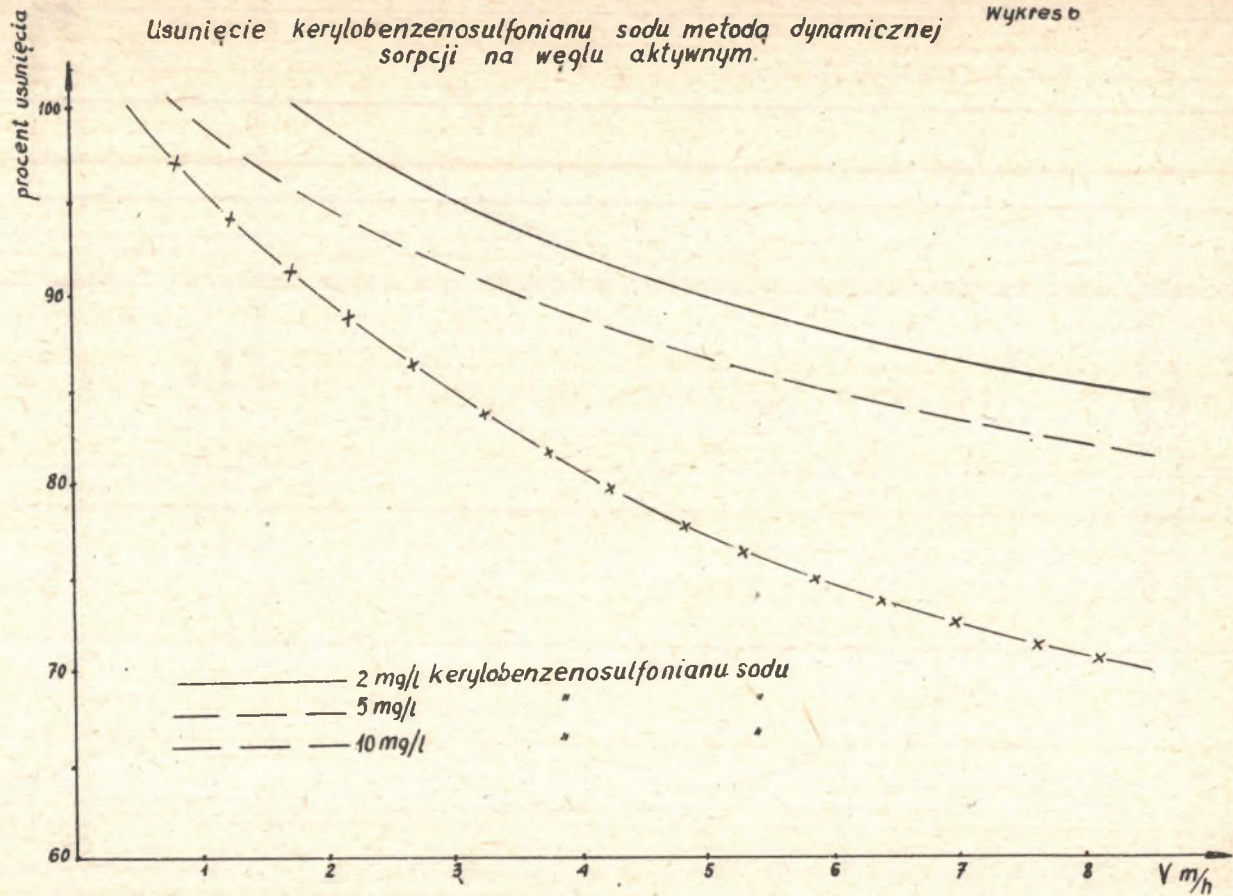
Wykres 5



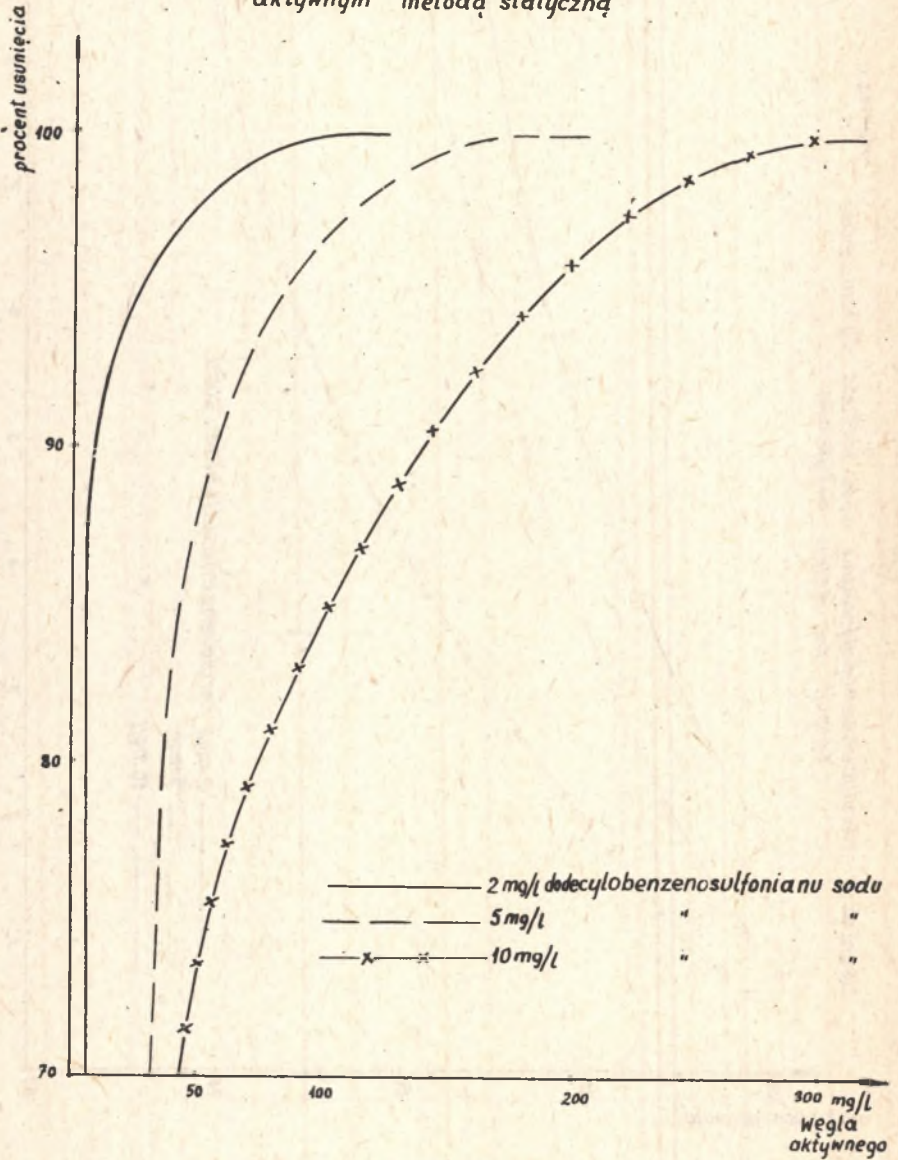


Usunięcie kerylobenzenosulfonianu sodu metodą dynamicznej sorpcji na węglu aktywnym.

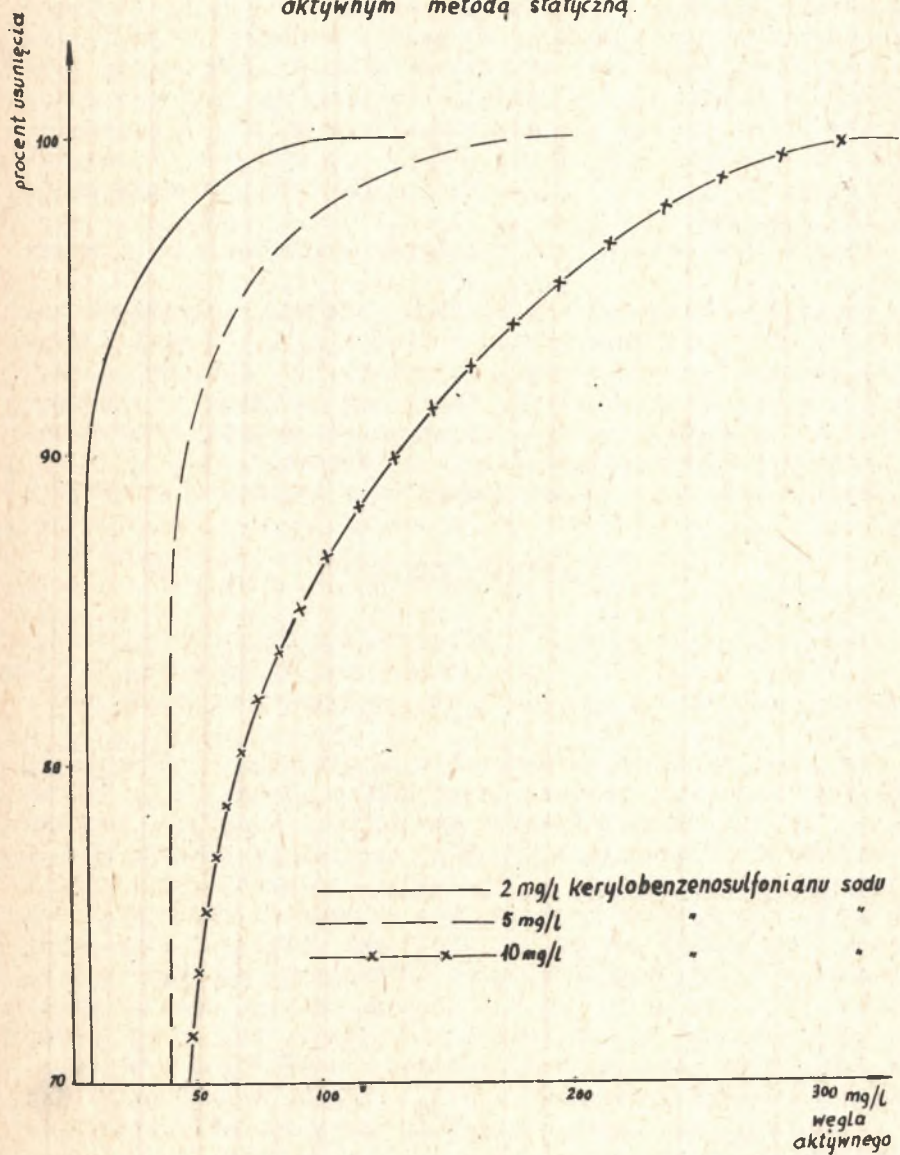
Wykres b



Wykres 7.  
 Sorpcja dodecylobenzenosulfonianu sodu na węglu  
 aktywnym metodą statyczną



Sorpcja kerylobenzenosulfonianu sodu na węglu aktywnym metodą statyczną. Wykres 8



średnicy ziaren 2-4 mm, przy metodzie statycznej - pylisty węgiel aktywny.

Usuwanie detergentów metodą dynamiczną polegało na tym że badane roztwory detergentów o stężeniu 2, 5, 10 mg/l przepuszczano przez kolumny szklane o średnicy 30 mm i wysokości 400 mm, częściowo wypełnione granulowanym węglem aktywnym, w ilości 50 g w każdej. Poszczególne roztwory detergentów przepuszczano z różnymi szybkościami, a mianowicie: 8,5 m/h, 4,3 m/h, 1,7 m/h, 0,8 m/h, 0,4 m/h, tak dobierając szybkość przepływu aby w każdorazowo analizowanym wycieku nie było detergentów.

Wyniki tych doświadczeń przedstawia tablica 6 i wykresy 5-6.

Sorpcja w warunkach statycznych polegała na wytrząsaniu wodnych roztworów detergentów w ilości 2, 5, 10 mg/l z różnymi dawkami pylistego węgla aktywnego (50, 100, 200, 300 mg/l), przez okres 30 minut. Następnie roztwory sączone przez gęsty sącdek i w wycieku oznaczano metodą kolorymetryczną pozostałe jeszcze ilości detergentów.

Wyniki tych doświadczeń przedstawia tablica 6 i wykresy 7-8.

#### Omówienie wyników

Oba badane detergenty, a mianowicie DDBS (dodecylobenzenosulfonian sodu) i KBS (kerylobenzenosulfonian sodu) dawały odmienne wyniki w poszczególnych procesach ich unieszkodliwiania.

Przy biologicznym oczyszczaniu na złożach zraszanych ścieków miejskich, zawierających DDBS w ilościach 2, 5 i 10 mg/l mimo optymalnych niejako warunków prowadzenia procesu (temperatura w granicach 18-26°, niewielkie wahania pH i stężenia zanieczyszczeń w stosowanych ściekach), nie uzyskano wysokiego stopnia rozkładu tej substancji. Wprawdzie przy dawce 2 mg/l DDBS już po upływie 3 dni detergent ulegał rozkładowi w 33,0%, to jednak mimo prowadzenia procesu oczyszczania przez okres 31 dni nie zdołano obniżyć jego zawartości o więcej niż 40,5% (tablica 1). Stwierdzono przy tym, że jakkolwiek znaczna ilość zanieczyszczeń ściekowych (charakteryzowanych przez ChZT i BZT<sub>5</sub>) ulegała rozkładowi już w górnej warstwie złoża, to jednak usuwanie detergentu zachodziło najefektywniej dopiero po II warstwie, co świadczy o znacznej odporności na utlenianie. Podobne zjawisko stwierdzono również przy wyższych dawkach zarówno DDBS jak i KBS.

Dla wyższych dawek DDBS wynoszących 5 i 10 mg/l uzyskano po dwudziestu dniach pracy złoza spadek zawartości detergentu odpowiednio w 30,0 i 37,5% (tablica 1, poz. 24 i 32).

W tych samych warunkach i czasie, efekt oczyszczania ścieków miejskich wynosił odpowiednio dla poszczególnych dawek: 89,2%, 88,1%, 87,3% zmniejszenia utlenialności, 89,5%, 88,6% i 89,8% ChZT oraz 91,1%, 88,3% i 84,5% usunięcia BZT<sub>5</sub>. Wydawało się więc, że DDBS wywiera wpływ na efekt oczyszczenia ścieków, gdyż z podwyższeniem dawki detergentu efekt ten nieco się obniżył. Z tego względu podjęto badania dla stwierdzenia tego wpływu. Okazało się, że DDBS, w zależności od stosowanej dawki wpływał na BZT<sub>5</sub>, zmniejszając efekt oczyszczania o 2,0-8,8%. Wpływał również na ChZT w granicach 1,6-3,2% i zmniejszał utlenialność o 1,4-4,0%. Natomiast wpływ stosowanych dawek DDBS na proces nitryfikacji był minimalny (tablica 3).

Efekty rozkładu KBS były nieco wyższe niż w przypadku DDBS. W analogicznych warunkach jak przy DDBS, spadek ilości KBS w oczyszczonych ściekach wynosił: 45,0% dla dawki 2,0 mg/l, 42,0% dla 5 mg/l i 40,5% dla dawki 10 mg/l (tablica 2, poz. 16, 28, 36). Zaobserwowane różnice są poza granicą błędu pomiaru, gdyż metoda kolorymetryczna stosowana do oznaczania detergentów ma stosunkowo dużą czułość. Natomiast wskaźniki rozkładu innych substancji organicznych zawartych w ściekach charakteryzowane przez utlenialność, ChZT i BZT<sub>5</sub> były mniej więcej tego samego rzędu co przy DDBS (tablica 1 i 2).

Kerylobenzenosulfonian sodu - podobnie jak poprzednio do decylobenzenosulfonian sodu - wpływał również na wyniki oczyszczania badanych ścieków, a mianowicie w stosowanych dawkach obniżał efekt z względu na utlenialność o 0,2 - 2,1%, na ChZT o 1,4-3,8%, BZT<sub>5</sub> o 0,8-1,8%. Wpływ KBS na procesy nitryfikacji był minimalny.

Zwraca również uwagę fakt, że dodatek do ścieków miejskich DDBS i KBS podwyższa w zależności od dawki i rodzaju detergentu utlenialność o 8,0-37,0 mg/10<sub>2</sub>, a ChZT o 15,0-45,0 mg/10<sub>2</sub>. Natomiast BZT<sub>5</sub> zostaje obniżone o 6,0-53,0 mg/10<sub>2</sub>, co stanowi znaczny procent ogólnej wartości tej wielkości, z tym, że DDBS w większym stopniu niż KBS obniża wyniki BZT<sub>5</sub>, mimo powiększonej przez dodanie detergentów ilości zanieczyszczeń (tablica 3).

Wykazane powyżej wyniki rozkładu zarówno detergentów jak i ogólnej ilości zanieczyszczeń uzyskiwano zwykle po około 14 dniach pracy złoza, licząc od wprowadzenia danej dawki

detergentu. Pomimo to przez dalszych 6 do 18 dni kontrolowano proces dla stwierdzenia możliwości poprawy efektu oczyszczania, jednak nie stwierdzono już dalszego zmniejszenia ilości detergentów w oczyszczonych ściekach.

Wobec stosunkowo dużej odporności DDBS i KBS na rozkład biologiczny w czasie oczyszczania ścieków zawierających te detergenty, pozostało jeszcze w roztworze około 1 mg/l tych substancji przy dawce 2 mg/l, 2,9-3,6 mg/l przy dawce 5 mg/l i 5,9-6,2 mg/l przy dawce 10 mg/l detergentu. Ilości te przy odpowiednim rozcieńczeniu wodą odbiornika (ustawowo 1:6-1:2) nie powinny już wpływać na jego warunki fizykochemiczne i biologiczne.

Dalsze badania dotyczyły rozkładu DDBS i KBS w modelu na powietrzanego odbiornika wodnego. Napowietrzanie okazało się tu nieodzowne dla zachodzenia procesu oczyszczania w warunkach tlenowych. W przeciwnym razie stwierdzono zanik tlenu i początek procesów gnilnych, co powodowało nie spadek np. utlenialności i BZT<sub>5</sub>, ale ich wzrost. Natomiast przy napowietrzaniu w okresie 10<sup>5</sup> dni, uzyskano dla każdej dawki znaczny stopień rozkładu stosowanych detergentów. I tak w przypadku DDBS uzyskano zmniejszenie ilości tej substancji o 60,0% przy dawce 2 mg/l, 57,0% przy dawce 5 mg/l i 54,0% przy dawce 10 mg/l (tablica 4, wykres 3).

Natomiast inne wskaźniki zanieczyszczenia wody odbiornika, jak utlenialność, ChZT, BZT<sub>5</sub> wykazały spadek w bardzo różnym stopniu. Utlenialność zależnie od dawki DDBS zmniejszała się tylko o 62,5%, 59,5% i 59,3%, z tym, że jej wartość liczbowa malała do 3,0-3,5 mg/10<sub>2</sub>. ChZT zmniejszała się o 100% w przypadku dawek 2 i 5 mg/l i o 90% przy 10 mg/l, to znaczy wynosiło w tym ostatnim przypadku 5 mg/10<sub>2</sub>. Również zmniejszenie BZT<sub>5</sub> było po okresie 10 dni bardzo znaczne i wynosiło odpowiednio: 91,3%, 89,2%, 88,4%, co liczbowo dawało BZT<sub>5</sub> równe 1,3 mg/10<sub>2</sub>, 1,6 mg/10<sub>2</sub> i 1,8 mg/10<sub>2</sub>, a więc wielkości charakterystyczne dla wody bardzo czystej (tablica 4).

Przy zastosowaniu analogicznych dawek KBS uzyskane wyniki usunięcia tego detergentu z wody odbiornika były jeszcze lepsze i wynosiły 67,5-70,6% (tablica 5, wykres 4). Również wyniki zmniejszenia się ilości zanieczyszczeń charakteryzowane przez utlenialność, ChZT i BZT<sub>5</sub> były bardzo wysokie, wskazywały na znaczną czystość wody i usunięcie z niej większości zanieczyszczeń. Utlenialność tej wody była w granicach 3,0-3,6 mg/10<sub>2</sub>, ChZT 0,0-10,0 mg/10<sub>2</sub>, a BZT<sub>5</sub> 0,7-1,1 mg/10<sub>2</sub> (tablica 5).

Charakterystycznym było to, że wyniki rozkładu DDBS i KBS w warunkach tlenowego samooczyszczania się wody odbiornika były wyższe niż przy rozkładzie tych substancji podczas biologicznego oczyszczania ścieków miejskich (tablice 2, 4, 5, wykresy 1-4).

Prawdopodobnie znaczna ilość drobnoustrojów doprowadzona wraz ze ściekami miejskimi (1%), wobec stosunkowo nie wielkiej ilości substancji organicznych w wodzie modelu odbiornika (10-krotnie rozcieńczenie w porównaniu ze ściekami miejskimi), po wyczerpaniu łatwo dostępnej pożywki organicznej atakowała trudniej utleniaalne biologicznie detergenty. Wysunięte tu przypuszczenie wydaje się o tyle prawdopodobne że ogólne znany jest fakt, że wobec braku innej pożywki drobnoustroje atakują substancje, które w normalnych warunkach trudno ulegają rozkładowi biologicznemu.

Drugim wyjaśnieniem tego zjawiska może być częściowa adsorpcja detergentów na osadzie tworzącym się stopniowo w modelu odbiornika (wytrącanie przy napowietrzaniu pewnych substancji, rozmnażanie się drobnoustrojów, zapoczątkowujących tworzenie się jakoby osadu czynnego). Obydwa te tłumaczenia wydają się prawdopodobne, ale wymagają doświadczeń go potwierdzenia.

Przy usuwaniu DDBS i KBS z wody metodami sorpcyjnymi, uzyskano wyniki znacznie wyższe, niż to miało miejsce w badaniach poprzednich, gdyż nawet całkowite ich usunięcie.

W metodzie dynamicznej dla usunięcia poszczególnych dawek trzeba było dobrać odpowiednie prędkości przepływu. Dla dawki 2 mg/l DDBS całkowite usunięcie tego związku wymagało szybkości 1,7 m/h, przy 5 mg/l szybkość przepływu 0,8 m/h, a przy 10 mg/l nawet 0,4 m/h (tablica 6, wykres 5). Analogiczne wyniki uzyskano przy zastosowaniu KBS (tablica 6, wykres 6).

Usunięcie badanych detergentów z wody metodą statyczną wymagało znacznych ilości węgla aktywnego, zależnych od dawek usuwanego detergentu. Tak więc dla całkowitego usunięcia dawki 2 mg/l detergentu trzeba było 100 mg/l węgla aktywnego, dla 5 mg/l - 200 mg/l, a dla 10 mg/l nawet 300 mg/l węgla aktywnego (tablica 6, wykresy 7-8).

Wprawdzie w obydwu stosowanych metodach sorpcyjnych całkowicie usunięto zawarte w wodzie detergenty, to jednak stosowane parametry (szybkość przepływu przy metodzie dynamicznej i dawki węgla aktywnego przy metodzie statycznej) nie mogą być brane pod uwagę na skalę techniczną. Jak widać metody sorpcyjne okazały się nieekonomiczne. Należy przeto

szukać innych sposobów unieszkodliwiania detergentów zawar tych w wodzie i ściekach, bądź na drodze intensyfikacji procesów ich rozkładu, bądź przez syntetyzowanie detergentów bardziej podatnych na rozkład biologiczny, a zachowujących swe wymagane cechy chemiczne i fizykochemiczne.

Przedstawione tu badania stanowią dopiero zapoczątkowanie doświadczeń nad unieszkodliwianiem detergentów i dotyczą dwóch substancji wybranych spośród wielu znanych obecnie środków powierzchniowo-czynnych. Przed wprowadzeniem tych środków do masowej produkcji, należy szczególnie badać ich zachowanie się w czasie procesów oczyszczania i w odbiornikach wodnych, aby nie dopuścić do dalszego pogarszania się i tak trudnej gospodarki wodno-ściekowej.

### W n i o s k i

1) Stwierdzono, że w czasie biologicznego oczyszczania ścieków zawierających detergenty anionowo-czynna, a mianowicie DDBS i KBS, detergenty te ulegały rozkładowi w granicach 37,5-45,5%.

2) Najbardziej intensywny rozkład detergentów zachodził w środkowej warstwie złoża, w przeciwieństwie do innych zanieczyszczeń organicznych, które utleniały się znacznie łatwiej.

3) Stosowane do doświadczeń ilości detergentów w nieznanym stopniu wpływały na efekt oczyszczania doprowadzonych ścieków, wyrażony przez utlenialność, ChZT i BZT<sub>5</sub>, oraz procesy mineralizacji, natomiast podwyższały utlenialność i ChZT, przy jednoczesnym częściowym zahamowaniu procesu biologicznego zapotrzebowania tlenu.

4) Efekt rozkładu detergentów w modelach odbiorników wodnych był wyższy niż przy oczyszczaniu na złożach zraszanych.

5) Całkowite usunięcie detergentów metodami sorpcyjnymi jest możliwe przy zastosowaniu odpowiedniej szybkości przepływu lub dawek węgla aktywnego.



## S t r e s z c z e n i e

Przeprowadzono doświadczenia nad biodegradacją dwóch detergentów anionowo-czynnych, zawartych w ściekach miejskich, w czasie biologicznego oczyszczania na złożach zraszanych oraz ich zachowanie się w modelu odbiornika wodnego.

Uzyskano różny stopień rozkładu w zależności od rodzaju i dawki detergentu. Stwierdzono również wpływ jaki wywierają te substancje na biologiczne oczyszczanie ścieków miejskich i wskaźniki tego oczyszczania.

Próby nad usuwaniem tych detergentów metodami sorpcyjnymi na węglu aktywnym wykazały, że zarówno metodą statyczną jak i dynamiczną można je usuwać przy właściwym doborze odpowiedniej dawki węgla aktywnego oraz szybkości przepływu przez kolumnę.

Politechnika Śląska  
Katedra Technologii Wody i Ścieków

## LITERATURA

- [1] MALANEY G.W., SHEETS W.D., AYERS J.: Effects of Anionic Surface Active Agents on Wastewater Treatment Units, Water Pollution Control Federation, 32, 1161, (1960).
- [2] McGAUHEY P.H., KLEIN S.A.: Removal of ABS by Sewage Treatment, Sewage and Industrial Wastes, 31, 877 (1959)
- [3] Dz.U.PRL Nr 17 z dnia 16.III.1962, poz. 75.
- [4] Dz.U.PRL Nr 17 z dnia 4.IV. 1963, poz. 80.
- [5] SCHWARTZ A.M., PERRY J.W.: Surface active agents, New-York, London, 1949; tłumaczenie rosyjskie Moskwa 1959.
- [6] JUST J., CABEJSZAK J., STASIAK M.E.: Badanie nekalu BX z punktu widzenia jego wpływu na rzekę, GW i TS, 33, 363 (1959).
- [7] DAMM H.: Neue Gesichtspunkte zum Problem der waschaktiven Substanzen beider Abwasserreinigung, Berichte der ATW Munchen Tag, 1960, t.12, 227-235; ref.Przegląd Informacyjny I.G.K. nr 3 (1962).

- [ 8 ] NOWACKI J.: Wpływ detergentów na pracę miejskich oczyszczalni ścieków, G W i TS, 32, 47 (1958).
- [ 9 ] KRAWCZYŃSKI S.; Der Einfluss von Synthetischen Reinigungsmitteln und Komplexbildnern auf die Kontamination radioaktiver Abwasser mittels der chemischen Fällungsmethode, Atompraxis, G, 320 (1960).
- [ 10 ] ŁUKIŃNYCH N.A., LIPMAN B.L., KOWALEWA Z.P.: Wlijanije sinteticzeskich powierchnostno-aktivnych wieszczestw na oczistku stocznych wod, Moskwa, 1956,
- [ 11 ] HENDERSON C., PICKERING Q.H., COHEN J.M.; The Toxicity of Synthetic Detergents and Soaps to Fish, Sewage and Industrial Wastes, 31, 295, (1959).
- [ 12 ] CHOJNACKI A.: Problem detergentów w gospodarce wodnej i ściekowej, Prace Instytutu Gospodarki Komunalnej, z. 22, 57, (1961).
- [ 13 ] KLOTTER H.E.: Karlsruhe, brachte in seinem Vortrag, "Detergentien im Abwasser und Vorfluter". - ref. na sezzji: Detergentien und ihr Einfluss auf Trinkwasser, Flusswasser, Abwasser - Essen, Das Gas und Wasserfach, 101, 501 (1960).
- [ 14 ] SCHMIDT J.: Significance of detergents in water pollution control, Public Works, Nr 12, 98, (1961).
- [ 15 ] HURWITZ E., BEAUDOIN R.E., LOTHIAN T., ŚNIEGOWSKI M.: Assimilation of ABS by an Activated Sludge Treatment Plant-Waterway System,, Water Pollution Control Federation 31, 1111 (1960).
- [ 16 ] ŁUKIŃNYCH N.A. i współpracownicy: "Wlijanije alkilsulfonata i alkilarylsulfonatow na biochimizeskije procesy oczistki stocznych wod, - Gorodskaja Kanalizacija, nr 2, wyp. 20, Moskwa - Leningrad, 1963.
- [ 17 ] JAKOWLEW S.B., ŁASKOW J.M., Jao-Ini-Lin: Wlijanije powierchnostno-aktivnych wieszczestw na biochimizeskiju oczistku stocznych wod tekstilnych predpriatji, Wodno-snabżenije i Sanitarnaja tiechnika, Nr 9, 12, 1963.
- [ 18 ] HEINZ H.J., FISCHER W.K.: Die Detergentien in Wasser und Abwasser, Fette, Seifen und Austrichmittel, 64, 270, (1962).
- [ 19 ] WEINBERGER E., Thesis Massachusetts of Technology, Cambridge Mass. 1949.

- 
- [ 20 ] NOWACKI J., Metody ilościowego oznaczania detergentów w wodzie i ściekach, GW i TS, 33, 361 (1959).
- [ 21 ] JUST J., HERMANOWICZ W.: Fizyczne i chemiczne badania wody do picia i potrzeb gospodarczych, Warszawa, 1955
- [ 22 ] ZDYBIEWSKA M.: Oznaczanie chemicznego zapotrzebowania tlenu w ściekach, GW i TS, 34, 254, (1960).
- [ 23 ] Zbiorowe: Standard Methods for Examination Water, Sewage and Industrial Wastes, wyd. 10, New-York (1955).
- [ 24 ] WINOGRADOWA J.I.: Metody opredielenija koncentracji wo dorodnych ionow. Moskwa 1956.

ИССЛЕДОВАНИЯ НАД УДАЛЕНИЕМ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ВОДЫ И СТОЧНЫХ ВОД

Р е з ю м е

Делано опыты над биодеградаций 2-х анионоактивных веществ, содержащихся в городских сточных водах во время их биологической очистки на биофильтрах, а то же их поведение в лабораторном модели водоема.

Получено разную ступень разложения в зависимости от рода и дозы поверхностно-активных веществ. Констатировано тоже влияние, какое оказывали эти вещества на биологическую очистку городских сточных вод и показатели такой очистки.

Пробы над удалением этих поверхностно-активных веществ сорбционными методами на активном угле показали, что одинаково статическим или динамическим методами можно эти вещества удалить при соответствующей подборе подходящей дозы активного угля, а также скорости переплыва через колонну.

Силезский Политехнический Институт  
Кафедра Технологии Воды и Сточных Вод

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN DETERGENZIENABBAU  
IN WASSER UND ABWASSER

Z u s a m m e n f a s s u n g

Es wurden Untersuchungen durchgeführt über den biologischen Abbau zwei verschiedener anionenaktiver Detergenzien während der Reinigung städtischer Abwasser auf Tropfkörpern und im Model eines Vorfluters.

Der Reinigungsgrad war von der Art der Detergenzien und ihrer Konzentration abhängig. Festgestellt wurde auch der Einfluss welchen diese Substanzen auf die biologische Reinigung städtischer Abwässer haben.

Untersuchungen über die Entfernung von Detergenzien mittels Sorbtion auf Aktivkohle zeigten, dass sowohl die statische, wie auch die dynamische Methode Resultate ergaben.

Wichtig ist jedoch eine entsprechende Konzentration der Aktivkohle und auch die Durchflussgeschwindigkeit.

Technische Hochschule in Gliwice  
Laboratorium für Wasser - und Abwasser Technologie