

Zofia SADECKA, Ewelina PŁUCIENNIK-KOROPCZUK, Aleksandra SIECIECHOWICZ*

Uniwersytet Zielonogórski, Instytut Inżynierii Środowiska
ul. prof. Z. Szafrana 15, 65-516 Zielona Góra

* studentka studiów doktoranckich

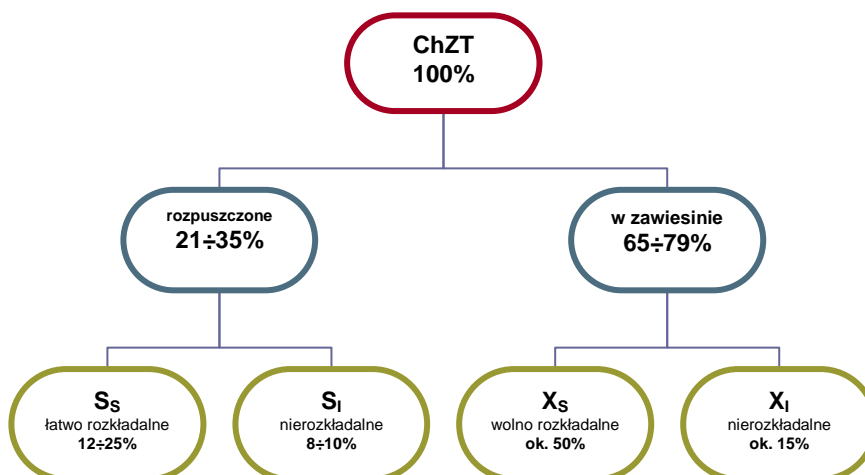
Charakterystyka ścieków surowych na podstawie frakcji ChZT

Przedstawiono ogólną charakterystykę frakcji ChZT w ściekach surowych oraz wyniki badań stężeń frakcji ChZT w ściekach surowych dopływających do oczyszczalni o RLM > 100 000. Wyniki badań rzeczywistych porównano z danymi przyjmowanymi w modelach biokinetycznych typu ASM. W surowych ściekach oznaczano frakcje biodegradowalne S_S i X_S oraz niebiodegradowalne S_I i X_I . Stężenia frakcji wyznaczano na podstawie wytycznych ATV-A 131. Wyznaczone w warunkach rzeczywistych stężenia oraz procentowe udziały poszczególnych frakcji ChZT w ściekach surowych różnią się od danych zamieszczonych w literaturze.

Słowa kluczowe: ścieki surowe, frakcje ChZT, modele ASM, zanieczyszczenia biodegradowalne i niebiodegradowalne

1. Charakterystyka frakcji ChZT

Podstawowy podział całkowitego ChZT [1, 2] w ściekach surowych na frakcje stosowany w projektowaniu i modelowaniu systemów oczyszczania ścieków przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Frakcje ChZT

Procentowy udział frakcji zawiesinowej w całkowitym ChZT surowych ścieków bytowo-gospodarczych wynosi 65÷79%, a rozpuszczonej 21÷35% (rys. 1). Przyjmuje się również, że procentowy udział zawiesin w ściekach bytowo-gospodarczych wynosi około 57% ChZT, a koloidów i substancji rozpuszczonych łącznie około 43% [2, 3]. Zgodnie z nomenklaturą IAWQ (*International Association on Water Quality*), składniki występujące w formie rozpuszczonej oznaczają się symbolem S, a w formie nierozpuszczonej symbolem X [4, 5]. Zatem w zależności od formy występowania związków całkowite ChZT będzie sumą:

$$\text{ChZT}_{\text{całk.}} = S_{\text{ChZT}} + X_{\text{ChZT}}, \quad \text{gO}_2/\text{m}^3$$

gdzie:

S_{ChZT} - suma rozpuszczonych substancji organicznych, gO_2/m^3 ,

X_{ChZT} - suma substancji organicznych zawartych w zawiesinie, gO_2/m^3 .

2. Stężenia frakcji ChZT w modelach biokinetycznych typu ASM

Zgodnie z najnowszymi światowymi trendami, modelowanie matematyczne staje się nieodłącznym elementem projektowania i eksploatacji systemów oczyszczania ścieków, zwłaszcza systemów z osadem czynnym [6, 7].

Warunkiem praktycznego wykorzystania modeli jest poprawne przewidywanie rzeczywistości, dlatego zbudowanie dobrego modelu biokinetycznego polega na:

- zdefiniowaniu procesów jednostkowych i opisaniu ich za pomocą równań,
- określeniu rodzaju substratów podlegających przemianom,
- opisaniu innych składników mogących mieć wpływ na proces oczyszczania,
- zastosowanie jednolitego zapisu dla wszystkich elementów modelu [6-8].

W 1982 roku powołano zespół roboczy IAWPRC (*International Association on Water Pollution Research and Control*), obecnie *International Water Association* (IWA), w celu opracowania uniwersalnego modelu matematycznego służącego do projektowania procesu osadu czynnego z usuwaniem związków azotu i fosforu [4, 9, 10]. Wstępna wersja modelu nazwanego ASM1 (*Activated Sludge Model No. 1*) została opublikowana w 1987 r. [5, 10, 11]. Model ASM1 umożliwia symulację procesów usuwania ze ścieków związków organicznych oraz związków azotu z uwzględnieniem procesów jednostkowych, które zachodzą zarówno w ściekach, jak i w osadzie czynnym [5, 10-12].

W modelu ujęto osiem procesów jednostkowych, które podzielono na 3 grupy:

- procesy hydrolizy uwzględniające:
 - hydrolizę związków organicznych w warunkach tlenowych,
 - hydrolizę związków organicznych w warunkach beztlenowych,
 - hydrolizę azotu organicznego,
- procesy rozkładu substancji organicznych zachodzące przy udziale bakterii heterotroficznych (X_H):

- wzrost biomasy heterotroficznej w warunkach tlenowych,
- wzrost biomasy heterotroficznej w warunkach anoksycznych,
- rozkład biomasy heterotroficznej,
- procesy z udziałem bakterii autotroficznych (nityfikantów) (X_A):
 - wzrost biomasy autotroficznej w warunkach tlenowych,
 - rozkład biomasy autotroficznej.

Elementy składowe ChZT całkowitego wg modelu ASM1 przedstawia równanie:

$$\text{ChZT}_{\text{całk.}} = S_S + S_I + X_S + X_I + X_H + X_A + X_P, \quad \text{gO}_2/\text{m}^3$$

gdzie:

- S_I - rozpuszczone substraty organiczne niebiodegradowalne, gO_2/m^3 ,
- S_S - rozpuszczone substraty organiczne łatwo biodegradowalne, gO_2/m^3 ,
- X_I - niebiodegradowalne substraty organiczne w zawiesinie, gO_2/m^3 ,
- X_S - substraty organiczne w zawiesinie wolno biodegradowalne, gO_2/m^3 ,
- X_H - frakcje biomasy heterotroficznej, gO_2/m^3 ,
- X_A - frakcje biomasy autotroficznej, gO_2/m^3 ,
- X_P - produkty rozkładu biomasy, gO_2/m^3 .

Jeżeli nie uwzględnia się frakcji biomasy, model ten ulega uproszczeniu do postaci:

$$\text{ChZT}_{\text{całk.}} = S_S + S_I + X_S + X_I, \quad \text{gO}_2/\text{m}^3$$

Modyfikacje ASM1 doprowadziły do powstania kolejnych wersji: ASM2, ASM2d i ASM3. Tym samym model ASM1, opisujący usuwanie tylko związków organicznych i związków azotu, został rozbudowany do wersji obejmujących zaawansowane procesy usuwania fosforu.

Nowością w modelu ASM2 jest wyodrębnienie z grupy mikroorganizmów osadu czynnego organizmów zdolnych do kumulacji fosforanów, które nazwano PAOs. Pod tą nazwą należy rozumieć różne mikroorganizmy zdolne do kumulacji fosforu przez magazynowanie polifosforanów [7, 9, 10]. Podział substancji organicznych w modelu ASM2 jest o wiele bardziej złożony niż w wersji ASM1, ponieważ uwzględnia 19 składników służących do charakterystyki ścieków oraz osadu czynnego. Dziesięć z nich dotyczy składowych nierozpuszczonych, a dziewięć rozpuszczonych [9, 10].

Elementy składowe ChZT całkowitego wg modelu ASM2 przedstawia równanie [5, 8]:

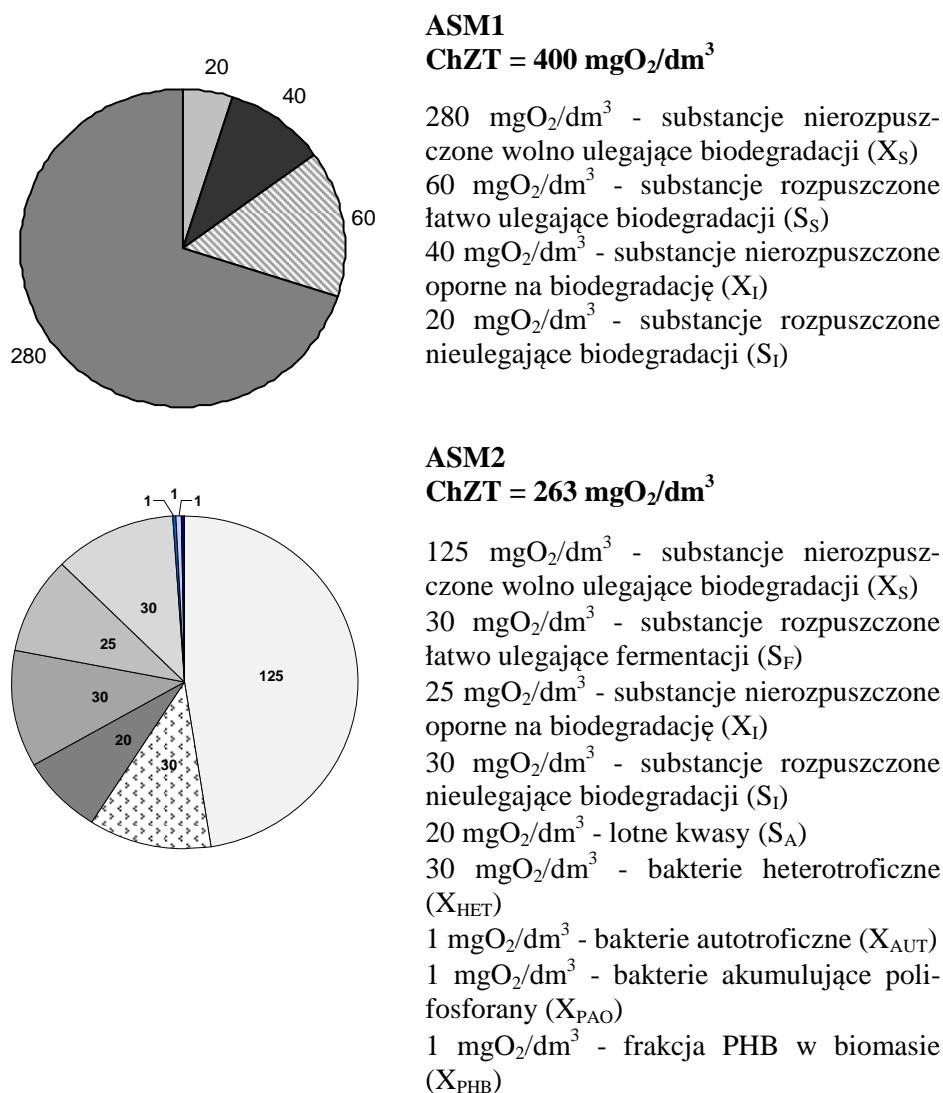
$$\text{ChZT}_{\text{całk.}} = S_A + S_F + S_I + X_S + X_I + X_H + X_{\text{PAO}} + X_{\text{PHA}} + X_A, \quad \text{gO}_2/\text{m}^3$$

gdzie:

- S_A - produkty fermentacji, lotne kwasy tłuszczowe (octany) ($2 \div 10\%$ $\text{ChZT}_{\text{całk.}}$),
- S_F - substraty łatwo biodegradowalne ulegające fermentacji ($10 \div 20\%$ $\text{ChZT}_{\text{całk.}}$),
- S_I - rozpuszczone substraty organiczne biologicznie nierozkładalne ($5 \div 10\%$ $\text{ChZT}_{\text{całk.}}$),

- X_I - niebiodegradowalne substraty organiczne w zawieszynie (10÷15% ChZT_{całk.}),
 X_S - substraty wolno biodegradowalne w zawieszynie (30÷60% ChZT_{całk.}),
 X_H - frakcja biomasy heterotroficznej (5÷15% ChZT_{całk.}),
 X_{PAO} - organizmy kumulujące fosfor PAO (0÷1% ChZT_{całk.}),
 X_{PHA} - zmagazynowane polihydroksymaśłany (0÷1% ChZT_{całk.}),
 X_A - frakcja biomasy autotroficznej (0÷1% ChZT_{całk.}).

Podział substancji organicznych na frakcje wg modeli ASM1 i ASM2 przedstawiono na rysunku 2 [8, 10]. W modelach zakłada się, że w ściekach surowych dominują frakcje X_S oraz S_S , natomiast w niższych stężeniach występują dwie pozostałe frakcje: S_I oraz X_I .



Rys. 2. Stężenia frakcji substancji organicznych w ściekach wg modeli ASM1 i ASM2

Procentowe udziały poszczególnych frakcji przyjmowane w modelach ASM1 i ASM2 przedstawiono w tabeli 1. W modelu ASM1 przyjmuje się stałe wartości procentowego udziału poszczególnych frakcji, natomiast w modelu ASM2 podaje się przedziały procentowych udziałów poszczególnych frakcji w ChZT całkowitym ścieków surowych.

Tabela 1

Procentowe udziały frakcji ChZT w modelach biokinetycznych

| Fracje ChZT | Procentowe udziały poszczególnych frakcji w ChZT całkowitym | |
|-------------|---|---------------|
| | w modelu ASM1 | w modelu ASM2 |
| X_S | 70 | 35÷75 |
| S_S | 15 | 12÷30 |
| X_I | 10 | 10÷15 |
| S_I | 5 | 5÷10 |

3. Metodyka wyznaczania frakcji ChZT

Fracje ChZT: S_S , S_I , X_S oraz X_I wyznaczano na podstawie wytycznych ATV-A 131 [13]. Metodyka wyznaczania frakcji polega na oznaczaniu $ChZT_{Cr}$ i BZT_5 w próbkach sączonych i niesączonych ścieków surowych i oczyszczonych.

- Frakcję rozpuszczoną biologicznie nierozkładalną S_I określa się jako $ChZT_{Cr}$ w ściekach oczyszczonych sączonych.
- Frakcję rozpuszczoną biologicznie łatwo rozkładalną S_S oblicza się z różnicy stężenia organicznych zanieczyszczeń rozpuszczonych S_{ChZT} określonych w ściekach surowych sączonych:

$$S_S = S_{ChZT} - S_I, \text{ gO}_2/\text{m}^3$$

- Frakcję zawiesin organicznych wolno rozkładalnych X_S określa się jako różnicę BZT całkowitego (BZT_C), obliczonego na podstawie BZT_5 ścieków surowych niesączonych i współczynnika szybkości rozkładu biochemicznego (k_1) oraz frakcji rozpuszczonej łatwo rozkładalnej:

$$X_S = BZT_5/k_1 - S_S$$

- Zawiesinę organiczną biologicznie nierozkładalną X_I wyznacza się z zależności:

$$X_{ChZT} = X_S + X_I, \text{ gO}_2/\text{m}^3, \text{ stąd } X_I = X_{ChZT} - X_S, \text{ gO}_2/\text{m}^3$$

gdzie:

X_{ChZT} - całkowite stężenie substancji organicznych w zawieszynie,

$$X_I = A \cdot X_{ChZT}, \text{ gO}_2/\text{m}^3$$

Dla ścieków bytowo-gospodarczych przyjmuje się wartość współczynnika $A = 0,25$, stąd $X_{\text{ChZT}} = X_S/0,75$, gO_2/m^3

- Całkowite ChZT ścieków wyznacza się jako sumę frakcji wg równania:

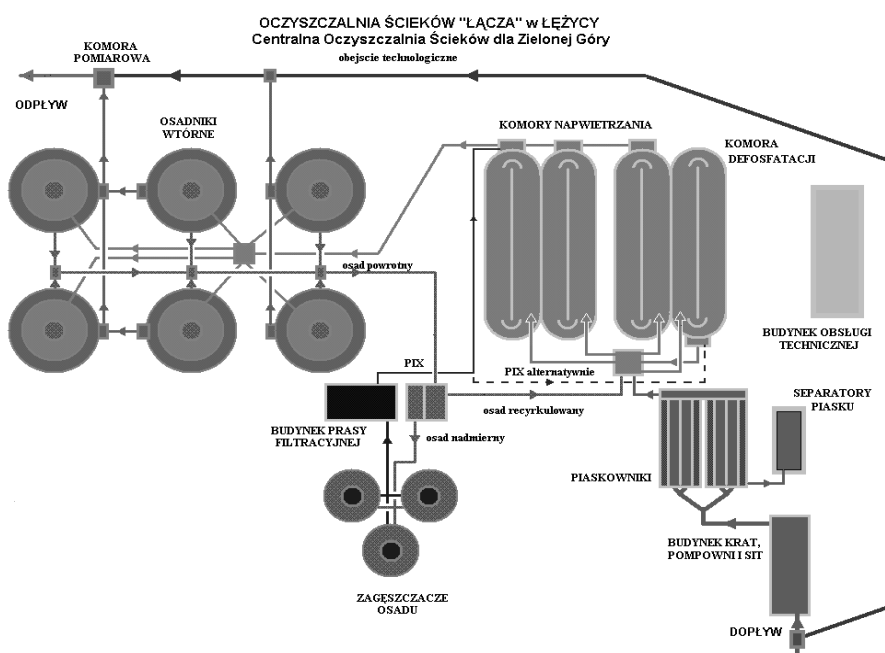
$$\text{ChZT}_{\text{całk.}} = S_1 + S_S + X_S + X_I, \quad \text{gO}_2/\text{m}^3$$

4. Cel i zakres badań

Celem prowadzonych badań było wyznaczenie rzeczywistych stężeń frakcji ChZT w ściekach surowych dopływających do oczyszczalni obsługującej $> 100\ 0000$ RLM. Uzyskane wyniki i obliczenia pozwoliły na wyznaczenie procentowych udziałów poszczególnych frakcji w ChZT całkowitym i porównanie uzyskanych wyników z założeniami modeli biokinetycznych ASM1 i ASM2.

4.1. Charakterystyka obiektu badań

Obiektem badań była oczyszczalnia ścieków dla miasta Zielona Góra. Jest to obiekt pracujący w układzie mechaniczno-biologicznego oczyszczania ścieków komunalnych z usuwaniem związków azotu i fosforu o przepustowości $51\ 225\ \text{m}^3/\text{d}$. Próbki ścieków do badań pobierano na dopływie (P1) i odpływie (P2) z oczyszczalni w wyznaczonych punktach pomiarowych. Schemat technologiczny obiektu badań przedstawiono na rysunku 3. Badania prowadzono w latach 2009-2010 w poszczególnych porach roku.



Rys. 3. Schemat technologiczny oczyszczalni ścieków „Łącza” dla Zielonej Góry

4.2. Metodyka badań

Próbki ścieków surowych i oczyszczonych pobierano zgodnie z PN-ISO 5667-10:1997. Zakres analiz fizyczno-chemicznych próbek ścieków oraz ścieków sączonych obejmował oznaczenia:

- chemiczne zapotrzebowanie na tlen ChZT - metodą z dwuchromianem potasu według PN-74/C-04578.03, PN-ISO 6060:2006,
- biochemiczne zapotrzebowanie na tlen BZT - metodą manometryczną z wykorzystaniem systemu pomiarowego OxiTop Control OC110 firmy WTW,
- ogólny węgiel organiczny OWO - z wykorzystaniem analizatora ogólnego węgla organicznego TOC-V CSN firmy Shimadzu,
- rozpuszczony węgiel organiczny RWO - z wykorzystaniem analizatora ogólnego węgla organicznego TOC-V CSN firmy Shimadzu, w próbce ścieków sączonych przez sączek 0,45 μm .

Oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach w próbkach ścieków surowych i sączonych przez sączek 0,45 μm . Analizę statystyczną wyników badań przeprowadzono z wykorzystaniem programu Statistica 9.0.

5. Wyniki badań

W okresie badań w ściekach surowych wartości wskaźników zanieczyszczeń organicznych wynosiły: $\text{ChZT}_{\text{Cr}} \quad 528 \div 768 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$,

$$\text{BZT}_5 \quad 250 \div 394 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3,$$

$$\text{OWO} \quad 129,5 \div 220,3 \text{ mgC}/\text{dm}^3.$$

Wyniki badań jako wartości średnie przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Wartości wskaźników zanieczyszczeń organicznych w ściekach surowych

| Pora roku | $\text{ChZT}_{\text{Cr}}, \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$ | | $\text{BZT}_5, \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$ | | OWO (próbki niesączone) | RWO (próbki sączone) |
|-----------|--|------------------|---|-------------------|----------------------------|-------------------------|
| | Próbki niesączone | Próbki sączone | Próbki niesączone | Próbki sączone | mgC/dm^3 | |
| wiosna | 661,0 \pm 83,4 | 220,0 \pm 17,0 | 320,0 \pm 0,0 | 197,0 \pm 117,4 | 178,6 \pm 11,1 | 52,0 \pm 17,3 |
| lato | 635,0 \pm 151,3 | 230,0 \pm 76,4 | 321,0 \pm 100,4 | 124,0 \pm 33,9 | 178,1 \pm 59,7 | 147,7 \pm 35,9 |
| jesień | 667 \pm 142,8 | 200,0 \pm 22,6 | 298,5 \pm 7,8 | 126,2 \pm 8,8 | 143,0 \pm 19,0 | 55,1 \pm 24,3 |
| zima | 652,0 \pm 39,6 | 214,0 \pm 25,5 | 347,0 \pm 66,5 | 100,5 \pm 0,7 | 186,1 \pm 6,9 | 73,7 \pm 48,5 |

Wyniki badań zestawione w tabeli 2 wykazują, że w analizowanym okresie badań obejmującym różne pory roku skład ścieków surowych dopływających do oczyszczalni w Zielonej Górze nie ulegał znacznym zmianom. Ścieki charaktery-

zowały się średnią wartością ChZT_{Cr} na poziomie $653,9 \pm 86,8 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$ oraz średnią wartością BZT_5 wynoszącą $321,6 \pm 49,2 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$.

Zgodnie z procedurą wyznaczania frakcji ChZT podaną w punkcie 3, wyznaczono stężenia poszczególnych frakcji dla ścieków surowych dopływających do analizowanego obiektu. Wyniki dotyczące stężeń poszczególnych frakcji przedstawiono w tabeli 3.

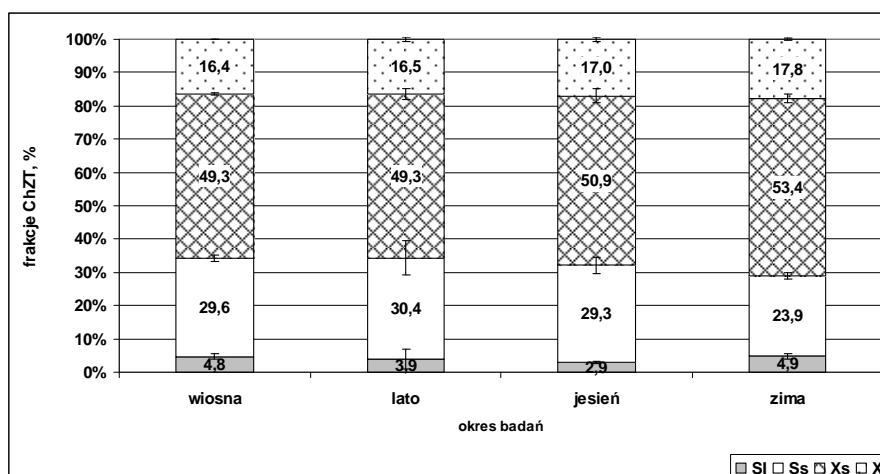
Tabela 3

Stężenia frakcji ChZT w ściekach surowych

| Pora roku | Frakcje ChZT, mgO_2/m^3 | | | | ChZT całkowite jako Σ frakcji, mgO_2/dm^3 |
|-----------|---|------------------|------------------|------------------|--|
| | S_I | S_S | X_S | X_I | |
| wiosna | $32,0 \pm 5,7$ | $200,0 \pm 5,7$ | $333,2 \pm 5,4$ | $110,9 \pm 1,6$ | $676,1 \pm 7,0$ |
| lato | $23,0 \pm 12,7$ | $207,0 \pm 89,1$ | $328,0 \pm 78,2$ | $109,3 \pm 26,1$ | $667,3 \pm 180,7$ |
| jesień | $18,0 \pm 2,8$ | $182,0 \pm 19,8$ | $315,5 \pm 6,4$ | $105,5 \pm 2,1$ | $621,0 \pm 14,1$ |
| zima | $36,0 \pm 0,0$ | $178,0 \pm 25,5$ | $400,3 \pm 85,3$ | $133,4 \pm 28,4$ | $747,8 \pm 139,2$ |

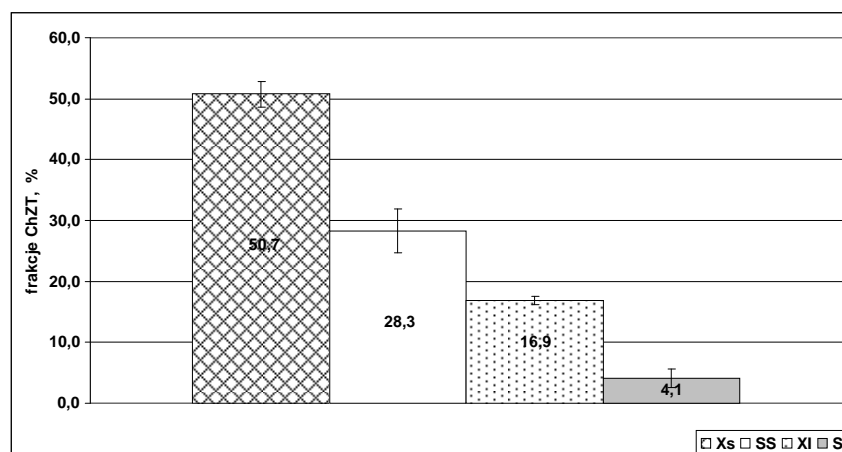
- Wyniki badań wykazują, że w ściekach surowych w najwyższych stężeniach występują frakcje X_S oraz S_S , w zdecydowanie niższych zaś frakcje X_I i S_I .

Wartości ChZT całkowitego ścieków surowych wyznaczone jako suma frakcji wynosiły w zależności od pory roku od $621,0 \pm 14,1$ do $747,8 \pm 139,2 \text{ mgO}_2/\text{m}^3$. Procentowy udział poszczególnych frakcji w ściekach surowych w zależności od pory roku przedstawiono na rysunku 4. W ściekach surowych ponad 75% ChZT całkowitego stanowiły frakcje biologicznie rozkładalne ($S_S + X_S$). Wśród frakcji biodegradowalnych dominuje frakcja X_S , charakteryzująca zawiesiny wolno ulegające rozkładowi i stanowiąca od 49,3 do 53,4% całkowitego ChZT. Udział frakcji S_S (zanieczyszczenia organiczne rozpuszczone, łatwo ulegające rozkładowi) w całkowitym ChZT ścieków wynosił od 23,9 do 30,4%.



Rys. 4. Średni procentowy udział poszczególnych frakcji ChZT w całkowitym ChZT ścieków surowych w różnych porach roku

- Zawartość frakcji X_I była na poziomie 16,4÷17,8%. Najmniejszy udział w całkowitym ChZT badanych ścieków surowych na poziomie 2,9÷4,9% stanowiła frakcja S_I . Wyniki badań dotyczące średnich procentowych udziałów poszczególnych frakcji w ściekach surowych przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 5. Średnie procentowe udziały poszczególnych frakcji ChZT w całkowitym ChZT ścieków surowych

Otrzymane wyniki wykazują, że w surowych ściekach komunalnych procentowy udział poszczególnych frakcji ChZT był następujący:

$$X_S = 50,7 \pm 2,1\%$$

$$S_S = 28,3 \pm 3,5\%$$

$$X_I = 16,9 \pm 0,7\%$$

$$S_I = 4,1 \pm 1,5\%$$

6. Dyskusja i wnioski

Niezależnie od pory roku skład ścieków surowych dopływających do oczyszczalni w Zielonej Górze nie ulega znacznym zmianom. Ścieki charakteryzowały się średnią wartością $ChZT_{Cr}$ na poziomie $653,9 \pm 86,8 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$ oraz średnią wartością BZT_5 wynoszącą $321,6 \pm 49,2 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$.

Wartości ChZT całkowitego wyznaczone jako suma frakcji wynosiły dla badanych ścieków surowych od $621,0 \pm 14,1$ do $747,8 \pm 139,2 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$, co daje wartości wyższe w porównaniu do wyników oznaczeń $ChZT_{Cr}$ metodą dichromianową.

W ściekach surowych ponad 75% ChZT całkowitego stanowiły frakcje biologicznie rozkładalne ($S_S + X_S$). Frakcja X_S stanowiła od 49,3 do 53,4%, a frakcja S_S od 23,9 do 30,4% całkowitego ChZT. Zawartość frakcji X_I była na poziomie

16,4÷17,8%. Najmniejszy udział w całkowitym ChZT badanych ścieków surowych stanowiła frakcja S_I .

Tabela 4

Procentowe udziały frakcji ChZT wg badań własnych i modeli biokinetycznych

| Frakcje ChZT, % | Ścieki z oczyszczalni „Łącza” | Model ASM1 | Model ASM2 |
|-----------------|-------------------------------|------------|------------|
| | ścieki surowe | | |
| S_I | 2,9÷4,9 | 5 | 5÷10 |
| S_S | 23,9÷30,4 | 15 | 12÷30 |
| X_I | 16,4÷17,8 | 10 | 10÷15 |
| X_S | 49,3÷53,4 | 70 | 35÷75 |

Badania wykazały, że w najwyższych stężeniach w ściekach surowych występują kolejno frakcje X_S , następnie S_S , X_I i S_I . Taką kolejność uwzględniają modele biokinetyczne.

Istotne różnice między badaniami rzeczywistymi a założeniami modelowymi dotyczą przedziału zawartości poszczególnych frakcji (tab. 4). W badaniach wykazano wyższy w porównaniu z założeniami modeli ASM1 i ASM2 procentowy udział frakcji X_I oraz S_S , a także niższy procentowy udział w ściekach frakcji S_I i X_S .

Przedstawione wyniki badań są podstawą do sformułowania wniosków końcowych:

1. Wyznaczone w warunkach rzeczywistych stężenia oraz procentowe udziały poszczególnych frakcji ChZT w ściekach surowych różnią się od wartości przyjmowanych w modelach ASM.
2. Rzeczywiste stężenia i procentowe udziały poszczególnych frakcji ChZT w ściekach surowych powinny być podstawą kalibracji modeli wykorzystywanych w modelowaniu i sterowaniu pracą danej oczyszczalni ścieków.

Literatura

- [1] Melcer H., Dold P.L., Jones R.M., Bye Ch.M., Takacs I., Stensel H.D., Wilson A.W., Sun P., Bury S., Treatment Processes and Systems. Methods for Wastewater Characterization in Activated Sludge Modeling, Water Environment Research Foundation, 2003.
- [2] Sadecka Z., Podstawy biologicznego oczyszczania ścieków, Wyd. Seidel-Przywecki, Warszawa 2010.
- [3] Łomotowski J., Szpindor A., Nowoczesne systemy oczyszczania ścieków, Arkady, Warszawa 1999.
- [4] Henze M., Harremoës P., Jes la Cour Jansen, Arvin E., Oczyszczanie ścieków. Procesy biologiczne i chemiczne, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach, Kielce 2002.
- [5] Klimiuk E., Łebkowska M., Biotechnologia w ochronie środowiska, WN PWN, Warszawa 2008.
- [6] Nopens I., Badstone D.J., Copp J.B., Jeppson U., Volcke E., Alex J., Vanrolleghem P.A., An ASM/ADM model interface for dynamic plant-wide simulation, Water Research 2009, 43, 1913-1923.

- [7] Szetela R., Dymaczewski Z., Modyfikacja obecnej postaci modelu osadu czynnego ASM2d, *Ochrona Środowiska* 2002, 1(84), 3-8.
- [8] Pagilla K.R., Czerwinka K., Urguj-Demirtas M., Mąkinia J., Nitrogen Speciation in Wastewater Treatment Plant Influent and Effluent - the US and Polish Case Studies, Proc. of 10th IWA Specialised Conference, Design, Operation and Economics of Large Wastewater Treatment Plants, Wiena, Austria 2007, 113-120.
- [9] Gujer W., Henze M., Mino T., Matsuo T., Wentzel M.C., Marais G.v.R., The activated sludge model no. 2: Biological phosphorus removal, Pergamon 1995.
- [10] Henze M., Gujer W., Mino T., Van Loosdrecht M., Activated sludge models ASM1, ASM2, ASM2d, ASM3, IWA Task Group on Mathematical Modelling for Design and Operation of Biological Wastewater Treatment, London 2007.
- [11] Vanrolleghem P.A., Spanjers H., Petersen B., Ginestet P., Takacs I., Estimating combination of activated sludge model no. 1 parameters and components by respirometry, *Wat. Sci. Technol.* 1999, 195-214.
- [12] Orhon D., Ates E., Sözen S., Cokgör E.U., Characterization and Cod fractionation of domestic wastewaters, *Environmental Pollution* 1997, 95, 2, 191-204.
- [13] Wytuczna ATV - DVWK - A 131 P., Wymiarowanie jednostopniowych oczyszczalni ścieków z osadem czynnym, Wydawnictwo Seidel-Przywecki 2002.

Characteristic of Raw Wastewater Based on COD Fractions

According to the literature the percentage of the suspension fraction in the total COD of raw municipal wastewater is 65÷79% and dissolved 21÷35%. It is also understood that the percentage of suspended solids in municipal wastewater is about 57% of COD and colloids and dissolved substances about 43%. In the biokinetic models like ASM the percentages of individual fractions in the total COD is:

in ASM1 $X_S = 70\%$, $S_S = 15\%$, $X_I = 10\%$, $S_I = 5\%$,
while in ASM2: $X_S = 35\div 75\%$, $S_S = 12\div 30\%$, $X_I = 10\div 15\%$, $S_I = 5\div 10\%$.

The paper presents the general characteristics of COD fractions of raw wastewater and the results of COD fractions concentrations in the raw wastewater flowing into treatment plant with population equivalent > 100 000. In the raw effluent from sewage treatment plant biodegradable fractions S_S and X_S and non-biodegradable fractions S_I and X_I were determined. Concentrations of each fractions were determined on the basis of guidelines ATV A -131. During the study in the raw wastewater organic pollutants measured as COD_{Cr} values were from 528 to 768 mgO_2/dm^3 . The values of the total COD of raw wastewater was appointed as the sum of each fraction varied from 621.0±14.1 to 747.8 ±139.2 mgO_2/dm^3 depending on the season. Based on the concentration of each fraction the percentage of each fraction in the total COD were determined. The values of the percentage of each fraction in total COD were compared with data received in biokinetic models like ASM. The designated real concentration of each COD fraction in raw wastewater and the percentage of each fraction in total COD are different from the data reported in the literature. The results showed that in raw wastewater in the highest concentrations occur in succession fraction X_S , then S_S , X_I and S_I . This order is consistent with biokinetic models. Significant differences between the research and models assumptions concerning the range of content of each fraction. The percentage of COD fractions in the raw wastewater from wastewater treatment plant "Łącza" were set at:

$X_S = 49.3\div 53.4\%$

$S_S = 23.9\div 30.4\%$

$X_I = 16.4\div 17.8\%$

$S_I = 2.9\div 4.9\%$

More than 75% of the total COD in the raw wastewater were biodegradable fractions (the sum of S_S and X_S fractions). The X_S fraction accounted between 49.3 to 53.4% of the total COD and the S_S fraction from 23.9 to 30.4% of the total COD. The contents of X_I fraction was at 16.4÷17.8% of the total COD. The smallest share of the total COD of

raw wastewater was fraction S_I . The research results showed that in the raw wastewater the percentage of X_I and S_S fraction is higher and a the percentage of S_I and X_S fractions is lower compared with the assumptions in models ASM1 and ASM2. The real concentration of each fraction and the percentage of each fraction in the total COD determined in the raw wastewater should be the basis for calibrating models used in modeling and controlling the operation of the wastewater treatment plant.

Keywords: raw wastewater, COD fractions, ASM models, organic substances biodegradable and non-biodegradable