

Małgorzata KOMOROWSKA-KAUFMAN, Zbysław DYMACZEWSKI

*Inżynierii Środowiska
Politechnika Poznańska*

ZMIENNOŚĆ DOBOWA FRAKCJI ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH W DOPŁYWIE DO OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

DAILY VARIABILITY OF ORGANIC COMPOUNDS' FRACTIONS IN THE INFLUENT TO WASTEWATER TREATMENT PLANT

The article presents a study on the daily variability of TCOD, SCOD and BOD₅ in the influent to the large municipal wastewater treatment plant. The highest variation in the range of 80% to 120% relative to the average value was reported for SCOD. The highest values of dissolved forms of COD and BOD₅ were found in the morning (7⁰⁰-9⁰⁰). At the same time the lowest value of TCOD was noted. The determined shares of COD fractions were comparable with the literature data, however they were characterized by a relatively large daily variability. The results of the study emphasize the need to perform a thorough analysis of the various fractions of organic compounds in the wastewater influent prior to the simulation of plant operation.

1. Wprowadzenie

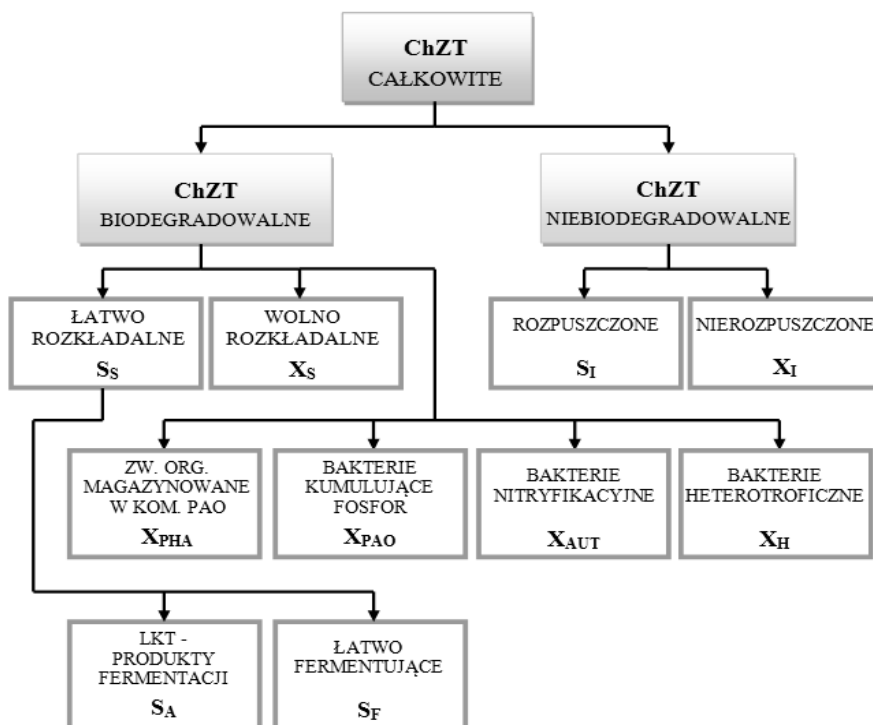
Największy ładunek zanieczyszczeń w ściekach powodują związki organiczne. Jest to grupa związków bardzo różnorodna zarówno pod względem chemicznym jak i zdolności do biodegradacji. Określenie wszystkich związków organicznych występujących w ściekach jest praktycznie niemożliwe, dlatego w analityce wykorzystuje się następujące wskaźniki: ChZT, BZT, OWO, LKT, straty przy prażeniu.

Podczas eksploatacji oczyszczalni najczęściej oznacza się jedynie ChZT całkowite (charakteryzujące całkowitą zawartość związków organicznych i niektórych nieorganicznych w ściekach ulegającą utlenianiu dwuchromianem potasu w wysokiej temperaturze i środowisku silnie kwaśnym) i BZT₅ (ilość związków ulegającą rozkładowi biologicznemu w czasie pięciu dni). Oznaczenia te wykonuje się w próbach dobowych zlewanych.

Przy projektowaniu oczyszczalni pod uwagę bierze się wartości średnie z długiego okresu (roku lub wielolecia). Wartości te mogą znacznie odbiegać od rzeczywistych wartości chwilowych czy nawet średniodobowych. Aby prawidłowo zaprojektować oczyszczalnię czy ją eksploatować, obecnie coraz częściej wykorzystuje się programy symulacyjne. Uwzględniają one nie tylko zmienność roczną, ale i dobową, zarówno jakości jak i ilości ścieków.

W programach symulacyjnych informacja o zawartości związków organicznych uzyskana na podstawie ChZT i BZT₅ jest niewystarczająca i wymagana jest ich bardziej dokładna charakterystyka. W ostatnich latach, jednym z najbardziej znaczących osiągnięć w technologii ścieków jest frakcjonowanie ChZT, pozwalające wyróżnić frakcje odniesione do wielkości cząstek i ich podatności na rozkład biochemiczny (Sadecka i Pluciennik-Koropczuk, 2011).

W modelu ASM2d stosowanym powszechnie do modelowania procesu osadu czynnego w układach ze zintegrowanym usuwaniem węgla, azotu i fosforu, wyróżnia się frakcje ChZT biodegradowalne i niebiodegradowalne (Rys.1.)



Rys.1. Podział ChZT na frakcje w modelu ASM 2d (Dymaczewski, 2011)

Fig. 1. Distribution of COD fractions in ASM2d model (Dymaczewski, 2011)

Dodatkowo ChZT biodegradowalne (BChZT) dzieli się na łatwo rozkładalną frakcję rozpuszczoną (S_s), w której wyróżniamy produkty fermentacji tj. lotne kwasy tłuszczowe (S_A) i frakcję łatwo ulegającą fermentacji (S_F), oraz frakcję substancji organicznych w zawiesinie, wolno rozkładalnych biologicznie (X_s). Również biomasa bakterii biorących udział w usuwaniu fosforu (X_{PAO}) wraz ze związkami organicznymi (X_{PHA}), bakterii nityfikacyjnych (X_{AUT}) i bakterii prowadzących denityfikację oraz tlenowy rozkład związków organicznych (X_H) zwiększa frakcję BChZT w ściekach. ChZT niebiodegradowalne stanowi frakcja rozpuszczona (S_i) i nierozpuszczona (X_i).

2. Metodyka badań

Badania realizowane w terminie od 06.03 do 10.04.2013 roku dotyczyły rozkładu zmienności dobowej stężeń zanieczyszczeń organicznych (wyrażanych przez ChZT i BZT₅) w dopływie do dużej oczyszczalni miejskiej (RLM równe 10⁶ Mk). Dopływ stanowiła mieszanina ścieków bytowych, deszczowych, przemysłowych oraz wód infiltracyjnych.

Punkt poboru próbek ścieków do badań zlokalizowano w hali krat w miejscu wylotu sieci kanalizacyjnej do oczyszczalni. Do poboru próbek z kanału ściekowego wykorzystano automatyczny aparat ISCO Avalanche z chłodzeniem agregatowym i rozdzielaczem na 14 butelek. Dobę podzielono na dwanaście dwugodzinnych przedziałów. Samplery zaprogramowano tak, by do każdej z dwunastu butelek trafiały po cztery próbki o objętości 150 ml pobierane w odstępach co pół godziny. Nie były to więc typowe próby chwilowe lecz uśrednione próbki zlewane z okresu dwóch godzin. Pobrane ścieki były automatycznie schładzane do temperatury 3°C by zatrzymać dalszy rozkład zanieczyszczeń w nich zawartych. Pobory próbek odbywały się raz w tygodniu, w godzinach od 3⁰⁰ rano w środy do 3⁰⁰ rano w czwartki. Długość linii ssącej wynosiła 7,5 m, była ona przed każdym poborem próbki automatycznie przedmuchiwana i przepłukiwana.

W próbach dwugodzinnych oznaczano ChZT całkowite (ChZT_C), ChZT rozpuszczone (ChZT_S) oraz BZT₅ w dopływie. Z odpływu z oczyszczalni pobierano próby średniodobowe.

Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT) oznaczano metodą zminiaturyzowaną z zastosowaniem szczelnych probówek, opisaną w normie ISO 15705:2002(E). Próbki do oznaczania ChZT_C pobierano bezpośrednio po wymieszaniu całej objętości butelki. Próbki do oznaczania ChZT_S sączono przez sączkę membranowy 0,45 μm po wcześniejszej koagulacji z użyciem ZnSO₄ przy pH 10,5 wg metodyki zaproponowanej przez Mamais i in. (1993). Ze względu na brak zawiesiny koloidalnej w ściekach oczyszczonych, ChZT_S odpływu oznaczano po bezpośrednim przesączeniu próbki przez sączkę membranowy 0,45 μm.

Biologiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT₅) oznaczano metodą rozcieńczania i szczepienia z dodatkiem allilotiomocznika zgodnie z normą EN 1899-1:1998.

Stężenia danych frakcji ChZT wyznaczano za pomocą następujących założeń i zależności (Dymaczeński, 2008):

- Jako frakcję rozpuszczoną biologicznie nierozkładalną (S_I) przyjęto ChZT_S w ściekach oczyszczonych. Założenie to jest poprawne ponieważ w ściekach oczyszczonych metodą niskoobciążonego osadu czynnego ilość związków organicznych rozpuszczonych rozkładalnych biologicznie (S_S) jest pomijalnie mała.

$$S_I = ChZT_{S, \text{odpływ}} \quad [\text{mgChZT/l}] \quad (2.1)$$

W okresie badań nie wykonywano analizy rozkładu dobowego stężeń związków organicznych w odpływie z oczyszczalni, dlatego jako ChZT_S odpływu do obliczeń przyjęto wartość średnią z prób zlewanych dobowych z okresu 6.03-10.04.2013r. W odpływie ChZT_S w analizowanym okresie wynosiło 28,1±13,3 mgChZT/l.

- Frakcja S_A obejmująca rozpuszczone produkty fermentacji – LKT jest równa $ChZT_{LKT}$, z uwzględnieniem odpowiedniego przelicznika przyjętego w modelu ASM (60 mgCH₃COOH = 64 mgChZT), obliczono ją zgodnie ze wzorem:

$$S_A = ChZT_{LKT} = LKT_{CH_3COOH} \cdot 1,07 \quad [mgChZT/l] \quad (2.2)$$

gdzie:

LKT_{CH_3COOH} - stężenie sumy lotnych kwasów tłuszczowych w ściekach dopływających przeliczone na kwas octowy [mgCH₃COOH/l]

Podobnie jak w przypadku S_I z powodu braku oznaczeń własnych, do dalszych obliczeń przyjęto wartość S_A obliczoną na podstawie średniego stężenia LKT z prób zlewanych dobowych z okresu 6.03-10.04.2013r. W dopływie LKT w analizowanym okresie wynosiło 111,5±32,5 mgCH₃COOH/l.

- Łatwo fermentującą frakcję S_F obliczono zgodnie ze wzorem:

$$S_F = ChZT_f - (S_A + S_I) \quad [mgChZT/l] \quad (2.3)$$

- Wolno rozkładalną frakcję X_S opisuje wzór:

$$X_S = BChZT - (S_A + S_F) \quad [mgChZT/l] \quad (2.4)$$

w którym:

$BChZT$ - biologicznie rozkładalną część ChZT wyznacza się następująco:

$$BChZT = \frac{1}{1-f_{BZT}} \cdot \frac{1}{1-e^{-k_{BZT} \cdot t}} \cdot BZT_5 \quad [mgChZT/l] \quad (2.5)$$

gdzie:

f_{BZT} - współczynnik korekcyjny przekształcenia części ChZT rozkładalnego w ChZT nierozkładalne, w czasie długotrwałego pomiaru BZT; wynosi zazwyczaj 0,1 - 0,2; zgodnie z zaleceniami przyjęto 0,15

k_{BZT} - współczynnik stałej szybkości reakcji I-rzędu w czasie pomiaru biochemicznego zapotrzebowania tlenu; dla ścieków miejskich: zazwyczaj 0,15 - 0,60 d⁻¹, współczynnik ten jest wyznaczany doświadczalnie za pomocą długotrwałego pomiaru BZT, ze względu na brak tych pomiarów przyjęto: 0,28 d⁻¹ jako zalecaną wartość typową

t - czas inkubacji [d], wynosił 5d

- Nierozkładalną, nierozpuszczalną frakcję X_I obliczono zgodnie ze wzorem:

$$X_I = ChZT - (S_A + S_F + S_I + X_S) \quad [mgChZT/l] \quad (2.6)$$

- Frakcje ChZT związane z grupami bakterii biorącymi udział w zintegrowanym usuwaniu azotu i węgla (X_H , X_{AUT} , X_{PHA} , X_{PAO}) nie były oznaczane, w ściekach dopływających do oczyszczalni ich udział jest niewielki, przyjęto, że jest równy 0.

3. Omówienie wyników badań

Rozkład w czasie doby wartości oznaczanych w ściekach dopływających do oczyszczalni wskaźników zanieczyszczeń organicznych przedstawia tabela 1. Zmienność poszczególnych wskaźników była duża, ChZT_C zmieniało się w zakresie 764÷1414 mgO₂/l, ChZT_S w zakresie 138÷711 mgO₂/l, a BZT₅ w zakresie 110÷ 925 mgO₂/l. Porównawczo wykonano oznaczenia ChZT_S w dopływie jedynie po przesączeniu przez sączek membranowy 0,45 μm, jak to jest często robione w praktyce eksploatacyjnej. Otrzymane wyniki były ok 16% wyższe niż w przypadku oznaczania zgodnie z metodą opracowaną przez Mamais i in. (1993). Świadczy to o przechodzeniu najdrobniejszej zawiesiny przez sączek.

Wahania wartości poszczególnych wskaźników zawartości związków organicznych w ściekach dopływających do oczyszczalni ilustrują rys. 2÷4.

Tab. 1. Rozkład wartości wskaźników zawartości związków organicznych w czasie doby

Tab. 1. The distribution values of the content of organic compounds in wastewater during a day

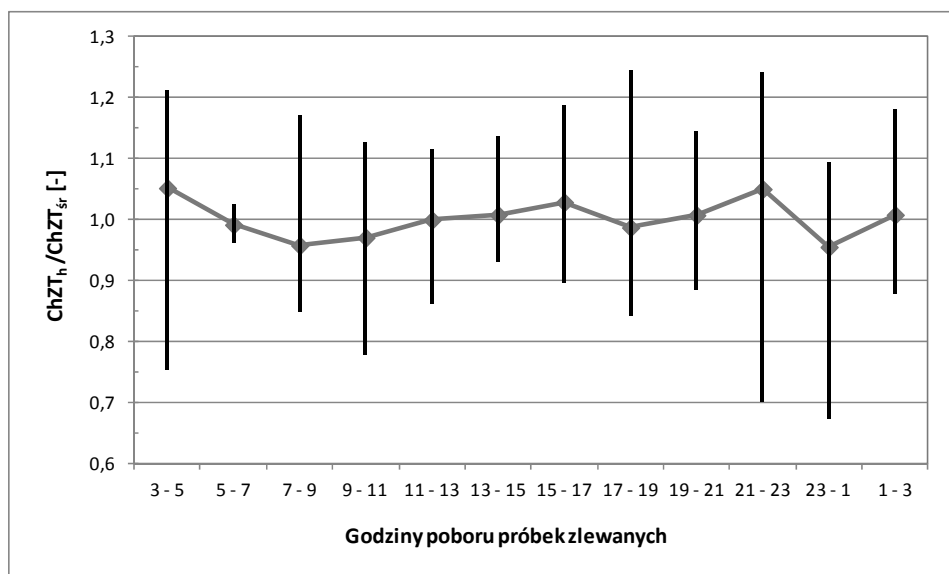
Numer próby	Czas zlewania prób	Wskaźniki zawartości związków organicznych [mgO ₂ /l]					
		ChZT _C		ChZT _S		BZT ₅	
		min ÷ max	X ± δ	min ÷ max	X ± δ	min ÷ max	X ± δ
1	3 ⁰⁰ - 5 ⁰⁰	854 ÷ 1376	1194 ± 200	294 ÷ 400	351 ± 45	220 ÷ 875	578 ± 332
2	5 ⁰⁰ - 7 ⁰⁰	1090 ÷ 1162	1126 ± 27	237 ÷ 438	335 ± 87	190 ÷ 825	557 ± 266
3	7 ⁰⁰ - 9 ⁰⁰	964 ÷ 1330	1087 ± 142	185 ÷ 711	389 ± 194	110 ÷ 925	617 ± 352
4	9 ⁰⁰ - 11 ⁰⁰	885 ÷ 1280	1102 ± 157	233 ÷ 308	268 ± 34	160 ÷ 594	423 ± 204
5	11 ⁰⁰ - 13 ⁰⁰	977 ÷ 1264	1135 ± 111	299 ÷ 387	335 ± 33	190 ÷ 594	451 ± 181
6	13 ⁰⁰ - 15 ⁰⁰	1058 ÷ 1290	1144 ± 93	314 ÷ 414	363 ± 37	416 ÷ 875	621 ± 233
7	15 ⁰⁰ - 17 ⁰⁰	1018 ÷ 1348	1167 ± 150	259 ÷ 446	351 ± 67	312 ÷ 572	470 ± 139
8	17 ⁰⁰ - 19 ⁰⁰	956 ÷ 1414	1121 ± 168	153 ÷ 562	325 ± 138	160 ÷ 572	370 ± 168
9	19 ⁰⁰ - 21 ⁰⁰	1002 ÷ 1298	1144 ± 123	138 ÷ 452	297 ± 117	260 ÷ 475	399 ± 121
10	21 ⁰⁰ - 23 ⁰⁰	795 ÷ 1410	1192 ± 222	157 ÷ 660	361 ± 174	190 ÷ 750	548 ± 253
11	23 ⁰⁰ - 1 ⁰⁰	764 ÷ 1242	1084 ± 174	165 ÷ 393	291 ± 97	180 ÷ 676	466 ± 207
12	1 ⁰⁰ - 3 ⁰⁰	997 ÷ 1342	1144 ± 162	158 ÷ 314	257 ± 63	546 ÷ 600	565 ± 30
	Średnia	764 ÷ 1414	1137 ± 36	138 ÷ 711	327 ± 41	110 ÷ 925	505 ± 86

Najwyższe wartości ChZT_C (rys.2) odnotowano w godzinach nocnych (3⁰⁰-5⁰⁰ i 21⁰⁰-23⁰⁰). W godzinach rannych (7⁰⁰-9⁰⁰) zmierzono wartości najniższe, a następnie następował stopniowy wzrost z chwilowym niewielkim obniżeniem pomiędzy 17⁰⁰-19⁰⁰. Średnie godzinowe ChZT_C zmieniało się w zakresie 95÷106% wartości średniej z całego okresu badań. Zmienność otrzymanych wyników była o wiele większa. Najszerzy przedział wartości otrzymano w godzinach wieczornych (21⁰⁰-23⁰⁰).

Wartości ChZT_S (rys.3) zmieniają się w większym zakresie 80÷120% wartości średniej. Najniższe wartości odnotowano w godzinach 9⁰⁰-11⁰⁰ i 1⁰⁰-3⁰⁰, a najwyższe w godzinach 7⁰⁰-9⁰⁰. Podobnie jak w przypadku ChZT_C duży rozrzut wyników uzyskano w godzinach wieczornych. Największe wahania wartości ChZT_S w ściekach stwierdzono jednak pomiędzy 7⁰⁰ i 9.

Wartość BZT_5 (rys.4) zmienia się w najszerszym przedziale 75÷125% wartości średniej. Największy spadek odnotowano w godzinach rannych (9⁰⁰-13⁰⁰), później następował duży wzrost do 13⁰⁰-15⁰⁰, a następnie gwałtowny spadek do 75% wartości średniej w godzinach 17⁰⁰-19⁰⁰. Później nastąpił wzrost do wartości ok.110% $BZT_{5,śr}$ w godzinach nocnych.

Podatność ścieków na biologiczne oczyszczanie określa stosunek $ChZT/BZT_5$. W ściekach surowych wynosił on 1,76÷3,03 (średnio 2,25). Najniższe wartości, poniżej zalecanej ze względu na proces biologiczny wartości 2, odnotowano w godzinach 7⁰⁰-9⁰⁰ (1,76) i 13⁰⁰-15⁰⁰ (1,84). Podkreślić należy, że podczas mechanicznego oczyszczania, szczególnie jeżeli zastosowane będą osadniki wstępne z długim czasem przetrzymania zmienia się charakterystyka ścieków.



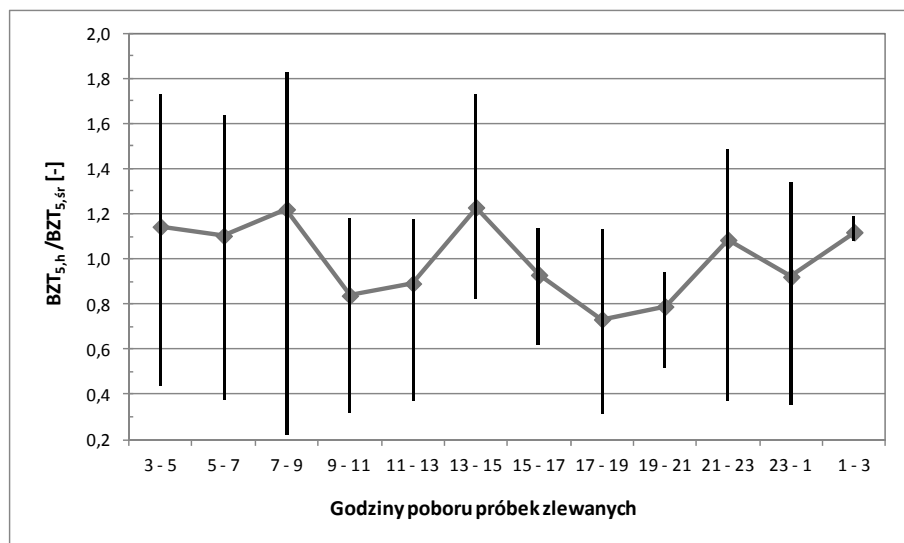
Rys.2. Zmiany wartości $ChZT$ całkowitego w ściekach dopływających do oczyszczalni w czasie doby w stosunku do wartości średniej

Fig. 2. Changes of the total COD in the influent to wastewater treatment plant during the day compared to the average value



Rys.3. Zmiany wartości $ChZT$ substancji rozpuszczonych w ściekach dopływających do oczyszczalni w czasie doby w stosunku do wartości średniej

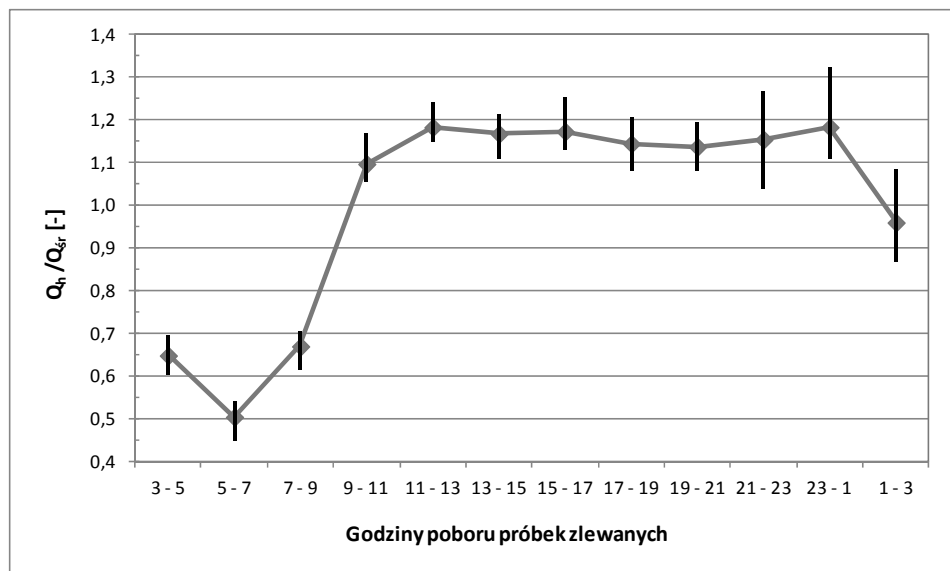
Fig. 3. Changes of the soluble COD in the influent to wastewater treatment plant during the day compared to the average value



Rys.4. Zmiany wartości BZT_5 w ściekach dopływających do oczyszczalni w czasie doby w stosunku do wartości średniej

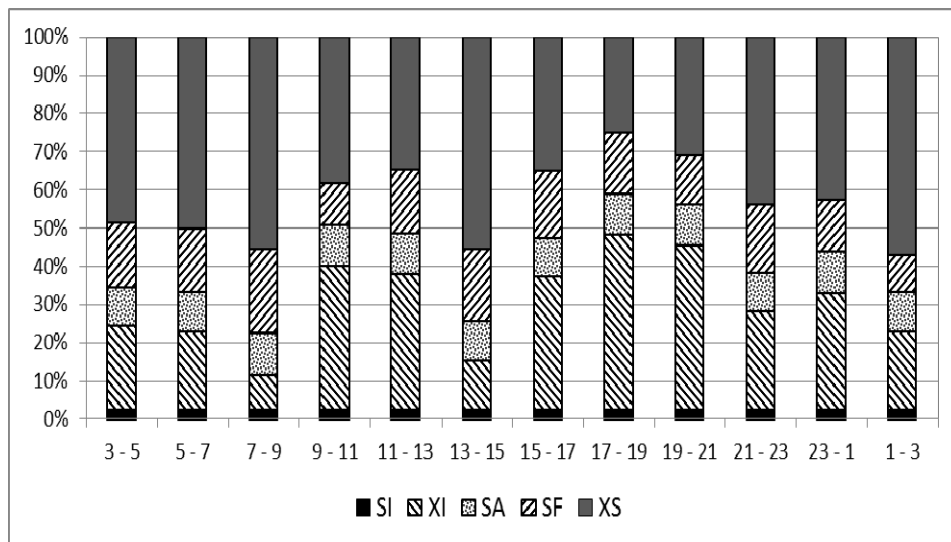
Fig. 4. Changes of the BOD in the influent to wastewater treatment plant during the day compared to the average value

Stężenia zanieczyszczeń w ściekach charakteryzują je tylko w sposób jakościowy. Ze względu na projektowanie i symulowanie procesu oczyszczania istotniejsze są wartości ładunku zanieczyszczeń w dopływie, które opisują je ilościowo. Na rys.5 przedstawiono zmiany natężenia dopływu ścieków do oczyszczalni w stosunku do wartości średniej. W godzinach nocnych natężenie dopływu ścieków do oczyszczalni jest najmniejsze ($50\pm 65\% Q_{sr,h}$), a od godziny 9^{00} - 23^{00} jest w miarę równomierne ($110\pm 120\% Q_{sr,h}$). Wzrostowi natężenia przepływu między 7^{00} - 9^{00} a 9^{00} - 11^{00} towarzyszy spadek wartości wskaźników zawartości związków organicznych.



Rys.5. Zmiany natężenia dopływu ścieków do oczyszczalni w czasie doby w stosunku do wartości średniej

Fig. 5. Changes of the wastewater treatment plant inflow rate during the day compared to the average value



Rys. 6. Zmiany udziału frakcji ChZT w czasie doby

Fig. 6. Changes of COD fractions in the influent to wastewater treatment plant during the day

Na rys.6 przedstawiono zmiany udziału poszczególnych frakcji ChZT w ChZT_C dopływu. Frakcja rozpuszczonych zanieczyszczeń nierozkładalnych biologicznie S_I zmienia się w niewielkim stopniu co wynika zarówno z założeń obliczeniowych jak i niewielkiego ładunku trudno rozkładalnych ścieków przemysłowych w ogólnej ilości ścieków. Udział frakcji nierozpuszczonej niebiodegradowalnej X_I jest najmniejszy w godzinach 9⁰⁰-11⁰⁰ (8,8%), a największy w godzinach 17⁰⁰-21⁰⁰ (ok.45%). Przeważającą frakcją w ściekach dopływających jest frakcja wolno rozkładalna. Jej udział zmienia się od 25,1% w godzinach 17⁰⁰-19⁰⁰ do 57,2% w godzinach 1⁰⁰-3⁰⁰. Jest największy w momencie największych zmian natężeń przepływu. Udział frakcji rozpuszczonych łatwo rozkładalnych jest najniższy w godzinach 23⁰⁰-1⁰⁰ (20,0%), a najwyższy między 7⁰⁰-9⁰⁰ (33,0%).

W tabeli 2 porównano wyznaczone w badaniach udziały poszczególnych frakcji ChZT w dopływie do oczyszczalni z danymi literaturowymi.

ChZT_C w badanych ściekach było stosunkowo wysokie, jednak nie ma to negatywnego wpływu na przebieg procesu oczyszczania ścieków. Zanieczyszczenia organiczne występujące w tych ściekach były stosunkowo łatwo podatne na rozkład biologiczny – frakcje rozkładalne stanowiły 51,6%±8,6% (średnio 69,4%)

Uzyskany w badaniach udział łatwo fermentujących rozpuszczonych związków organicznych (S_F) był na podobnym poziomie, co w większości badań i wynosił średnio 15,8%. Jedynie w Gdańsku stwierdzono wartości niższe. Baetens (2000) podaje natomiast wartości znacznie wyższe. Udział frakcji S_A (LKT) przyjęty w modelu ASM2d oraz podawany przez Henze i in. (2000) oraz Baetens (2000) jest znacznie niższy niż oznaczony w badaniach, wynoszący średnio 10,5%. W innych badaniach krajowych uzyskiwano porównywalne wartości, choć odnotowywane są też wartości wyższe. Udział frakcja S_S (S_F+S_A) we wszystkich badanych ściekach był porównywalny.

Wskaźnik	Badania własne	Dymaczewski (2008)		Makinia (2006)		Biernacki i in. (2011)	Sadecka i in. (2011)	Zdebiak i in. (2011)	Myszograj (2005)		Baetens (2000)	Henze i in. (2000)		Makinia (2010)		
		Poznań	Gdańsk Wschód	Gdynia Dębogórze	Zgierz				Zielona Góra	Sulechów		ASM2d	Henze	Niemcy	Francja	Dania
ChZT _{czk} [mg O ₂ /l]	764±1414	455±477	546±609	570±598	774±920	480	495	1020±1320	-	260	-	500±180	241±627	-	-	-
S _T [%]	9,6±22,3	15,0±19,2	3,9±5,17	6,1±12,2	9,7±20,6	-	-	-	31,8	11,5	10±20	-	-	-	-	-
S _A [%]	10,0±11,1	15,2±27,7	9,1±10,8	11,1±15,8	14,4±15,7	-	-	-	3,2	7,8	2±10	-	-	-	-	-
S _S [%]	20,0±33,2	-	-	-	-	26,7	21,0	22±27	35,0	19,3	-	10±19	9±42	-	-	-
S _I [%]	2,4±2,6	6,5±8,0	5,4±6,8	2,3±2,7	2,4±5,2	5,9	6,0	1±3	7,2	11,5	5±10	3±11	4	3±10	-	-
X _g [%]	25,1±57,2	37,1±40,9	23,1±27,6	19,3±21,2	28,6±42,5	50,5	55,0	54±56	31,8	48,1	30±60	45±62	59	10±48	-	-
X _i [%]	8,8±45,9	4,0±12,0	11,5±13,1	13,3±14,4	19,8±29,4	16,9	18,0	18±19	26,0	9,6	10±15	10±24	17	23±50	-	-
X _{ii} [%]	0	4,3±9,3	-	-	7,0	-	-	-	0	11,5	5±15	9±19	-	-	-	-
X _{aut} [%]	0	0,5	-	-	0,5	-	-	-	0	0	0±1	-	-	-	-	-
X _{proo} [%]	0	0,1	-	-	0,1	-	-	-	0	0	0±1	-	-	-	-	-
X _{phia} [%]	0	0,1	-	-	0,1	-	-	-	0	0	0±1	-	-	-	-	-

Tab. 2. Porównanie wyznaczonego w badaniach udziału frakcji w ChZT_c w ściekach dopływających do oczyszczalni z danymi literaturowymi

Tab. 2. Comparison of determined in measurement particular fractions in total COD in raw wastewater to literature data

W badaniach własnych odnotowano stosunkowo niski udział frakcji rozpuszczonej niebiodegradowalnej S_1 wynoszący średnio 2,5%, natomiast udział frakcji nierozpuszczonej niebiodegradowalnej X_1 był stosunkowo wysoki i wynosił średnio 28,1%.

Udział ChZT wolno biodegradowalnego X_S w analizowanych ściekach wynosi średnio 43,1% jest porównywalny z określonym w innych badaniach. Jedynie w ściekach gdańskich był on o ok. połowę mniejszy.

4. Podsumowanie

Zrealizowane badania wykazały duże wahania zawartości związków organicznych w czasie doby w zlewanych próbach dwugodzinnych. Wahania frakcji rozpuszczonej ChZT były największe. W momencie porannego wzrostu natężenia dopływu ścieków do oczyszczalni ścieków (w godzinach 7⁰⁰-9⁰⁰ rano) odnotowano największe wartości ChZT_S i BZT₅, oraz najniższe ChZT_C. Małe przepływy w kanalizacji w godzinach nocnych wydłużają czas przetrzymania w sieci kanalizacyjnej, co sprzyja hydrolizie i biologicznemu rozkładowi bardziej złożonych związków organicznych. Wraz ze wzrostem natężenia przepływu substancje te w krótkim czasie dopływają do oczyszczalni. Wzrost natężenia przepływu ścieków powoduje, że zmienność składu ścieków jest bardziej uzależniona od zmienności zrztu ścieków, szczególnie w bliskim sąsiedztwie oczyszczalni.

Określone w badaniach wartości ChZT_C i udziały poszczególnych frakcji w dopływie do oczyszczalni ścieków były porównywalne z wartościami podawanymi w literaturze krajowej i zagranicznej. Występują jednak znaczne różnice między poszczególnymi ściekami a wartościami założonymi w modelu ASM2d. Aby zatem wykonać prawidłową symulację pracy oczyszczalni, w celu jej modernizacji czy optymalizacji eksploatacji, konieczne jest prawidłowe wyznaczenie frakcji ChZT w ściekach dopływających, również z uwzględnieniem zmienności dobowej.

Bibliografia

- [1] Beatens D.: Enhanced biological phosphorus removal: Modelling and experimental design. Praca doktorska, Ghent University, Belgia 2000
- [2] Biernacki R., Liwarska-Bizukojć E.: Wyznaczanie frakcji ChZT ścieków dopływających do oczyszczalni ścieków w Zgierzu pod kątem ich zastosowania w modelu ASM 2d. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 11/2011
- [3] Dymaczewski Z.(red): Poradnik eksploatatora oczyszczalni ścieków. PZITS, Poznań, Polska 2011
- [4] Dymaczewski Z.: Charakterystyka frakcji organicznych ścieków miejskich pod kątem modelu osadu czynnego ASM 2d. *Przemysł chemiczny*, 5/2008, 440-442
- [5] Henze M., Gujer W., Mino T., van Loosdrecht M.: Activated sludge models ASM1, ASM2, ASM2d and ASM3. Scientific and Technical Report No 9, IWA Publishing, London, UK 2000

- [6] Mamais D., Jenkins D., Pitt P.: A rapid physical-chemical method for the determination of readily biodegradable soluble COD in municipal wastewater. *Water Research* 1993, vol.27 (1), 195-197
- [7] Mąkinia J.: *Mathematical Modelling and Computer Simulation of Activated Sludge Systems*, IWA Publishing, UK London 2010
- [8] Mąkinia J.: Performance prediction of full-scale biological nutrient removal systems using complex activated sludge models. University Hannover, Hannover 2006
- [9] Myszograj S.: Kolektor ściekowy jako bioreaktor, *materiały II Kongres Inżynierii Środowiska tom 1, Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN* 2005, vol.32, 865-872,
- [10] Sadecka Z., Płuciennik-Koropczuk E.: Frakcje ChZT ścieków w mechaniczno-biologicznej oczyszczalni, *Rocznik Ochrony Środowiska* 13/2011, 1157-1172
- [11] Zdebik D., Głodniok M.: Badania podatności ścieków na rozkład biologiczny na przykładzie oczyszczalni pracującej w technologii sekwencyjno-przepływowej, *Uniwersytet Zielonogórski, Zeszyty Naukowe nr 141, Inżynieria Środowiska*, 2011, Nr 21, 53-64