

Maciej MALARSKI¹, Karolina MATUSIAK², Justyna CYBULA

¹Katedra Inżynierii Budowlanej, ²Katedra Kształtowania Środowiska

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

¹Department of Civil Engineering, ²Department of Environmental Improvement
Warsaw University of Life Sciences – SGGW

Wpływ wybranych produktów chemii gospodarczej na jakość ścieków szarych

The influence of selected household chemical products on the quality of greywater

Słowa kluczowe: ścieki szare, proszek do prania, płynne środki chemii gospodarczej, detergenty

Key words: greywater, washing powder, liquid household chemicals, detergents

Wprowadzenie

Jednym z podstawowych składników Ziemi jest woda. Nawet na zdjęciach z kosmosu widoczna jest ona jako błękitna planeta. Jednak niewielki procent tej wody nadaje się do bezpośredniego wykorzystywania przez człowieka. Załedwie 3% wody na Ziemi jest tzw. wodą słodką. Należy jednocześnie pamiętać, że liczba ludzi na świecie stale rośnie. W roku 1950 roku było na świecie około 2,5 miliarda ludzi, zaś w 2000 roku już 6 miliardów (Gromec, 2013).

Biorąc pod uwagę zasoby wodne Polski (Kundzewicz i in., 2010), należy określić je jako skromne. Niestety spora

część tych zasobów ma niezadowalający stan. To sprawia, że wody zdatnej do picia w Polsce jest mało, a i ta często wykorzystywana jest lekkomyślnie (Malarski, 2014).

Z powodu wyżej wymienionych faktów istnieje potrzeba dbania o zasoby wodne możliwe do bezpośredniego wykorzystania. Woda musi być racjonalnie wykorzystywana.

Do zmniejszenia zużycia wody przyczynić się może powtórne wykorzystywanie ścieków szarych. Problem wtórnego wykorzystania i recyklingu tego rodzaju ścieków jest analizowany w literaturze pod kątem ich wtórnego wykorzystania w gospodarstwie domowym, np. do splukiwania misek ustępowych. Analizowany jest skład ścieków szarych wynikający ze sposobu życia i zachowań osób je produkujących (Eriksson i in., 2002). Poruszany jest również problem oczyszczania tych ścieków z wykorzy-

staniem różnych metod bazujących na procesach chemicznych, fizycznych lub biologicznych (Surendran i Wheatley, 1998; Jefferson i in., 1999; Friedler i Hadari 2006; Gual i in., 2008; Malarski 2014).

Ścieki szare według normy PN-EN 12056-1 (2002) definiowane są jako „ścieki nie zawierające fekaliów i moczu”. Jest to definicja jednak niewystarczająca. W literaturze można napotkać podział źródeł ścieków szarych na trzy grupy: z kuchni, z łazienki, oraz z pralni (Mucha i Jodłowski, 2010). Jednak stosowniejsze jest uznanie, że ścieki szare pochodzą generalnie z dwóch źródeł: z łazienki oraz z pralni (Friedler i Hadari, 2006). Ścieki kuchenne należy wykluczyć ze względu na dużą zawartość zanieczyszczeń organicznych, co nie jest zalecane dla powtórnego wykorzystania ścieków ze względu na ich szybkie zagniwanie.

Łączne zużycie wody na pranie, mycie ciała oraz kąpiel w gospodarstwie domowym wynosi aż 51% całkowitego zużycia wody. Powstałe w ten sposób ścieki szare można, zamiast wprowadzać do systemu kanalizacji (bezpowrotnie tracić), poddać procesom podczyszczenia i powtórnie wykorzystać. Istnieje przekonanie, że ścieki szare można wykorzystać przykładowo do spłukiwania miski ustępowej (największy udział w zużyciu wody w gospodarstwie domowym – około 30%). Prowadzi to do jednego wniosku, że ścieki szare można wykorzystać ponownie, aby ograniczyć marnotrawstwo zasobów wodnych.

Należy jednak pamiętać, że wraz z chęcią wykorzystaniem ścieków szarych pojawia się wiele problemów. Rośnie między innymi ryzyko rozprzestrze-

nienia zarazków czy mikroorganizmów niebezpiecznych dla zdrowia. System recyrkulacji ścieków szarych powinien przed taką sytuacją zabezpieczać. Jednocześnie ścieki te powinny być odpowiednio oczyszczone, aby nie powodowały zapychania systemu dystrybucji recyrkulowanych ścieków. Planując taki system, konieczne jest więc dokładne scharakteryzowanie ścieków szarych.

Skład ścieków szarych zależy głównie od miejsca, z którego pochodzą, i od stylu życia osób je produkujących (Eriksson i in., 2002). Ważny jest też ich wiek. Zgodnie z literaturą nie powinny być one przetrzymywane dłużej niż 24–48 h (Dixon i in., 1999; Podedworna i Żubrowska-Sudoł, 2006), a często krócej – 10 h (Malarski, 2012). Czas przechowywania ścieków jest ograniczony ze względu na zachodzące w nim zintensyfikowanie procesów gnilnych przy dłuższym czasie ich magazynowania.

Celem przedstawionych w artykule badań było określenie jakości ścieków szarych w zależności od dodanych stałych lub płynnych pralniczych środków chemii gospodarczej oraz analiza rozkładu zmian zachodzących w tych ściekach w czasie.

Material i metody

Skład ścieków zależy od wielu czynników. Przede wszystkim od standardu życia, pory roku, używanych detergentów, nawyków ludzi je wykorzystujących itp. Ze względu na dużą liczbę zmiennych poszczególne próbki ścieków mogą się od siebie różnić właściwościami (Cywyński i in., 1983). Uznaje się często, że ścieki szare to głównie

woda niezawierająca nadmiernej ilości zanieczyszczeń charakterystycznych dla ścieków sanitarnych. Jednak na podstawie wyników badań przedstawionych w pracy Malarskiego (2012) można stwierdzić, że ścieki popralnicze charakteryzują się stężeniami podobnymi do typowych ścieków sanitarnych, a niekiedy nawet wyższymi.

Do badań wykorzystano ścieki preparowane według Wainbergera (PN-87/C-04616/10, 1987). Dzięki temu na różnorodność badanych ścieków surowych miały rodzaj, jakość, ilość dodanego detergentu. W tym celu na dwie doby przed rozpoczęciem badań przygotowano w naczyniu szklanym w temperaturze pokojowej (21°C) o objętości 1 dm³ ciecz bazową zawierającą: 5,25 g bulionu wzbogaconego suchego, 1,75 g peptonu, 1,05 g mocznika, 0,35 g octanu sodowego bezwonnego, 1,75 g skrobi rozpuszczalnej, 1,75 g mydła szarego, 0,245 g chlorku wapniowego krystalicznego, 1,75 g siarczanu magnezowego, 1,05 g chlorku sodowego, 0,245 g chlorku potasowego. Całość rozpuszczono w wodzie wodociągowej. Ciecz mieszało kilka razy na dobę przez dwa dni w celu rozpuszczenia i dokładnego wymieszania poszczególnych składników.

Po dwóch dniach „wpracowania” cieczy bazowej zatężone, preparowane ścieki rozdzielono proporcjonalnie do siedmiu przygotowanych plastikowych baniek i dopełniono wodą wodociągową do objętości 5 dm³, uzyskując stężenie ścieków preparowanych właściwe dla ścieków według Wainbergera.

Badania podzielono na dwie serie: seria A – ścieki szare z dodatkiem środków chemii gospodarczej w postaci stałej (różne dostępne proszki do prania),

oraz seria B – ścieki szare z dodatkiem środków chemii gospodarczej w postaci płynnej. W serii A dokonano analizy zmienności z wykorzystaniem proszków: Ariel, Vizir color, Vanish biel oraz proszku dla niemowląt Lovella. W serii B przeprowadzono badania dla płynu do zmiękczenia tkanin Silan oraz wybielacza do ubrań ACE. Jednorazowa próbka ścieków miała objętość 5 dm³ i zawierała 20 ml proszku (co odpowiadało ilościom: dla proszku Ariel – 16 g, dla proszku Vizir – 14,7 g, dla proszku Vanish – 17,4 g, dla proszku Lovella – 12,4 g) lub 20 ml płynnego środka (typowa dawka proszku do prania). Po wprowadzeniu środka chemii gospodarczej ścieki wymieszano do rozpuszczenia proszku. W trakcie badań ścieki były przetrzymywane w dygestorium w temperaturze pokojowej (21°C) ze słabą dostępnością światła w zakrytych pojemnikach. Przed wykonaniem oznaczeń poszczególnych parametrów ścieki mieszano.

Oznaczeń poszczególnych parametrów wykonano w laboratorium SGGW według metodyki podanej w normach. Pomiaru pH dokonano metodą elektrometryczną według normy PN-EN ISO 10523 (2012), z wykorzystaniem pH-metru Hach Lange Sension 4 i elektrody Elmetron EPP-3. W celu oznaczenia mętności postępowano zgodnie z procedurą zawartą w rozdziale 6 normy PN-EN ISO 7027 (2003), wykorzystując mętnościomierz 2100N IS Turbidimeter. Pomiaru przewodności właściwej dokonano na podstawie normy PN-EN 27888 (1999). Określenie zagniwalności zrealizowano metodą wizualną według normy PN-C-04626 (1976). Pomiar barwy przeprowadzono za pomocą spektrofotometru, zgodnie z wytycznymi zawartymi

w normie PN-EN ISO 7887 (2012). Oznaczenie azotu ogólnego wykonano metodą fotometryczną Hach Lange o numerze 10071 z zastosowaniem fiolek testowych N^o TubeTM (0,0–25,0 mg·l⁻¹ N) zgodnie z instrukcją firmy Hach Lange udostępnioną na stronie internetowej producenta, zgodną z normą PB-NL-FCH-11. Badanie zawartości azotu amonowego przeprowadzono metodą spektrofotometryczną według wytycznych zawartych w normie PN-ISO 7150-1 (2002). Zawartość azotu azotanowego określono zgodnie z wytycznymi zawartymi w normie PN-C-04576-08 (1982). Oznaczenie azotu azotynowego wykonano na podstawie normy PN-EN 26777 (1999). Oznaczenie fosforu ogólnego wykonano z wykorzystaniem metody fotometrycznej Hach Lange o numerze 10127 z zastosowaniem fiolek testowych N^o TubeTM (0,0–100,0 mg·l⁻¹ P-PO₄⁻³) na podstawie instrukcji dostępnej na stronie internetowej producenta Hach Lange, zgodnej z normą PN-EN ISO 6878 (2006). W badaniach wykorzystano spektrofotometr Hach Lange DR4000. Badanie chemicznego zapotrzebowania na tlen przeprowadzono metodą miareczkową zgodnie z wytycznymi zawartymi w normie PN-ISO 15705 (2005). Oznaczenie biochemicznego zapotrzebowania na tlen wykonano metodą butelkową firmy WTW, zgodną z normami PN-EN 1899-1 (2002), i PN-EN 18999-2 (2002). Badanie zawartości suchej pozostałości i zawiesiny przeprowadzono metodą wagową w odniesieniu do procedury zawartej w normie PN-C-04541 (1978).

Badania barwy, mętności, przewodnictwa, zagniwalności, ChZT, zawiesin i suchej pozostałości wykonano podwójnie, a przedstawiony w tabelach wynik

jest wartością uśrednioną. Dla pozostałych parametrów wykonano pojedyncze badanie.

Wyniki i dyskusja

Barwa badanych ścieków związana była z obecnością zawiesin w ściekach, a zatem związana była z ich mętnością (wzrost mętności odpowiadał zwiększeniu intensywności barwy). Po dodaniu detergentu do ścieków surowych wartość mętności i intensywność barwy wzrosły w każdej z serii pomiarowych. Barwę ścieków określono jako mlecznoszarą, w każdej z serii pomiarowych. Największą wartość mętności określono dla serii A2.

Przewodnictwo wzrosło po dodaniu detergentu do ścieków. W przypadku płynnych środków czystości przewodnictwo osiągnęło wartość około 1100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, a po dodaniu do ścieków szarych proszków do prania parametr ten uzyskał wartości od 3500 do 6100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. W trakcie siedmiodniowego przetrzymania ścieków wskaźnik ten nie ulegał większym zmianom w poszczególnych seriach.

W czasie trwania badań poszczególne formy azotu w nieznanym stopniu ulegały zmianom. Zmiany te są następstwem naturalnych przemian będących efektem procesów gnilnych w ściekach. Wartości azotu ogólnego wahały się w granicach od 15 do 30 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Wpływ chemii gospodarczej na jego ilość był niewielki. Odmienne było jednak w przypadku fosforu. Dodatek detergentu w ściekach spowodował znaczny (kilkukrotny) wzrost stężenia fosforu. W przypadku serii oznaczonej A1 wzrost był dziewięciokrotny.

Wpływ używanego środka chemii gospodarczej na zawartość zawiesin ogólnych w ściekach był różny w zależności od zastosowanego rodzaju środka. Stosowanie płynnych środków nie wpłynęło znacząco na zmianę stężenia zawiesin w ściekach. Zastosowanie proszków do prania zwiększyło natomiast ich stężenie blisko dwukrotnie. W trakcie trwania eksperymentu stężenie zawiesin w poszczególnych seriach pomiarowych nie ulegało zmianom. Odnotowane różnice w pomiarach po pierwszym i siódmym dniu eksperymentów wynikają z różnych warunków atmosferycznych w dniach wykonywania pomiarów.

Zawartość zawiesin organicznych w porównaniu do zawiesin mineralnych w ogólnej zawartości zawiesin może świadczyć o skłonności ścieków do zagniwania. Przy przeważającej ilości zawiesin organicznych można spodziewać się krótszego czasu zagniwania ścieków. W przypadku stosowania stałych środków chemii gospodarczej dla większości analizowanych przypadków stwierdzono znacznie większą zawartość zawiesin mineralnych niż organicznych. Dla porównania w przypadku środków płynnych proporcje były odwrotne.

Proporcje zawartości zawiesin organicznych i mineralnych odzwierciedlają zagniwalność badanych ścieków. Zagniwalność jest wskaźnikiem świadczącym o obecności związków organicznych ulegających rozkładowi. Najszybciej zagniły ścieki surowe bez dodatku detergentu. Dodatek chemii gospodarczej spowolnił ten proces. W przypadku czterech serii badawczych (A1, A3, A4 i B2) stwierdzono wstrzymanie procesu rozkładu. Odbarwienie próbki nie nastąpiło nawet po 336 h (14 dni), kiedy próbę przerwano.

Detergenty stanowią znaczny ładunek zanieczyszczeń dostający się do ścieków. Świadczy o tym m.in. stężenie ChZT w badanych próbkach. Preparowane ścieki surowe według Wainbergera mają charakter zbliżony do naturalnych ścieków bytowych (ChZT ok. 500 mg $O_2 \cdot dm^{-3}$). Jednak ścieki z dodatkiem chemii gospodarczej charakteryzowały się znacznie większymi wartościami, dochodzącymi do około 1700 mg $O_2 \cdot dm^{-3}$.

W trakcie trwania eksperymentu dla poszczególnych serii nie odnotowano znacznych zmian stężenia ChZT w ściekach. Dla serii A2 oraz B1 w siódmym dniu eksperymentów stwierdzono spadek stężenia ChZT względem pierwszej doby. Może być to spowodowane rozkładem związków trudno degradowanych zawartych w ściekach substancjami o charakterze utleniającym zawartymi w dodanych środkach piorących. Potwierdzić to może również fakt wystąpienia opóźnienia w procesie rozkładu substancji organicznych na drodze biologicznej w tych seriach pomiarowych po pierwszej dobie przetrzymania ścieków (rys. 1) świadczący o obecności w ściekach substancji przeszkadzających (w tym utleniaczy wykorzystywanych w procesie produkcji środków piorących) w rozwoju bakterii.

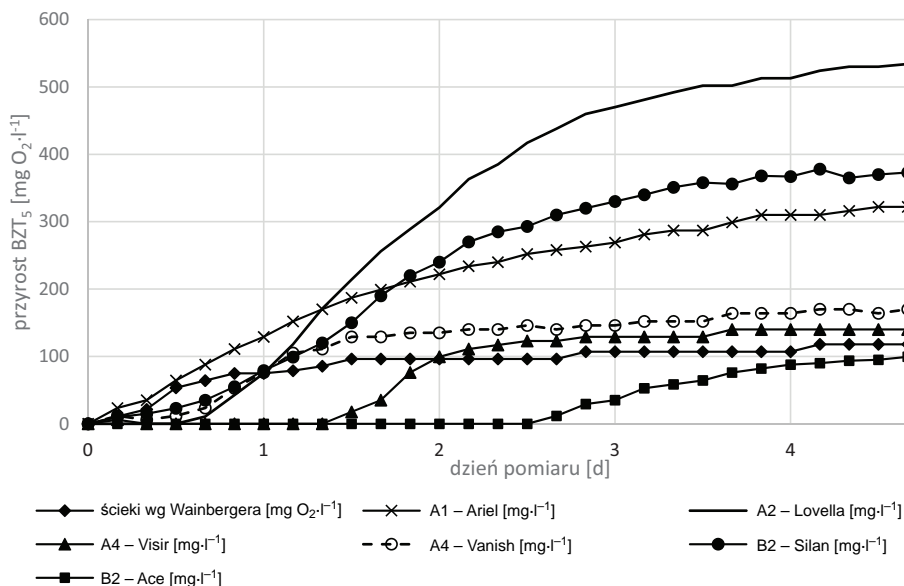
W serii A4 odnotowano wartość stężenia ChZT w pierwszej dobie mniejszą niż w siódmej dobie eksperymentu. Mogło to być spowodowane niecałkowitym rozpuszczeniem się proszku do prania w pierwszym dniu eksperymentu, a w konsekwencji błędnym pomiarem stężenia ChZT w próbce. Dla pozostałych serii pomiarowych nie odnotowano większych zmian stężenia ChZT między pierwszą a siódmą dobą trwania ekspe-

rymentu, a zaistniałe różnice najprawdopodobniej wynikają z popełnionego błędu analitycznego. Potwierdzałyby to wartości stężenia BZT₅ oraz zagniwalność dla pierwszej i siódmej doby w poszczególnych seriach pomiarowych.

Na rysunkach 1 i 2 przedstawiono kinetykę zmian biochemicznego zapotrzebowania na tlen w ciągu pięciodniowego okresu inkubacji próbek ścieków po pierwszej i siódmej dobie przetrzymywania ścieków. Analizując wyniki badań BZT₅ w poszczególnych próbkach dla pierwszej i siódmej doby przetrzymania ścieków, zauważyć można zbliżone wartości wskaźnika (tab. 1, 2). Charakterystyka zmian wartości tego wskaźnika zanieczyszczeń dla każdej pary wyników (wykresy przyrostu stężenia BZT₅ dla pierwszej i siódmej doby przetrzymania ścieków dla poszczególnych prób w se-

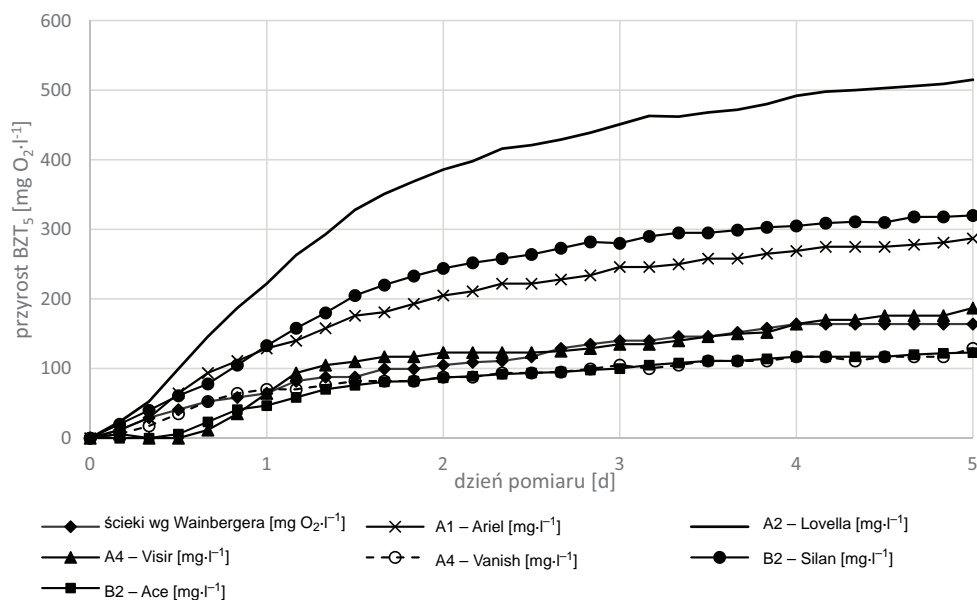
riach) w kolejnych dniach pięciodniowego badania BZT₅ również była podobna. Jedynie dla prób A3 i B2 zauważono opóźnienie procesu rozkładu substancji organicznych na drodze biologicznej. W przypadku tych produktów chemii gospodarczej najprawdopodobniej wystąpił czynnik przeszkadzający w rozwoju bakterii, co miało również swoje odzwierciedlenie w braku zagniwalności tych próbek.

Zbliżone wartości wskaźnika BZT₅ modelowych szarych ścieków po pierwszej i siódmej dobie przetrzymania wskazywały, że analizowane ścieki powstałe z użytkowania artykułów chemii gospodarczej nie ulegały większym zmianom w okresie siedmiodniowego ich przetrzymywania. Porównując poszczególne próbki ścieków, zauważono, że próbki A2 znacznie odbiegają pod kątem cha-



RYSUNEK 1. Kinetyka zmian biochemicznego zapotrzebowania tlenu w ciągu pięciodniowego okresu inkubacji próbek ścieków po pierwszej dobie przetrzymywania ścieków

FIGURE 1. Kinetics of changes in biochemical oxygen demand over the five-day samples incubation of wastewater for the first day of detention wastewater



RYSUNEK 2. Kinetyka zmian biochemicznego zapotrzebowania tlenu w ciągu pięciodniowego okresu inkubacji próbek ścieków po siódmej dobie przetrzymywania ścieków

FIGURE 2. Kinetics of changes in biochemical oxygen demand over the five-day samples incubation of wastewater for the seventh day of detention wastewater

rakterystyki kinetyki zmian BZT₅ od pozostałych wykonywanych prób. Dla tego przypadku nastąpił gwałtowny przyrost stężenia BZT₅ do poziomu około dwukrotnego względem pozostałych prób. Świadczy to o znacznie mniejszej ilości substancji przeszkadzających (takich jak związki chloru) w rozwoju bakterii w tych ściekach niż w pozostałych próbkach. Te ścieki charakteryzowały się większą zdolnością do biodegradacji i jednocześnie większą zdolnością do zagniwania. Wystąpiły tu najkorzystniejsze warunki do rozwoju bakterii.

Wnioski

1. Ścieki szare ulegają zagniwaniu. Jednak wprowadzenie środków chemii

gospodarczej do próbek ścieków szarych spowodowało zmniejszenie ich podatności na zagniwanie. Zwiększone zostało stężenie substancji przeszkadzających lub nawet uniemożliwiających rozwój bakterii powodujących rozkład zanieczyszczeń organicznych w ściekach.

2. Duży problem dla potencjalnego użytkownika recykulowanych ścieków szarych stanowi mętność. Dodatek środków piorących wpłyną na powiększenie tego wskaźnika. Jest to najprawdopodobniej wynikiem wprowadzenia do ścieków dużej ilości substancji powierzchniowo czynnych.

3. Środki piorące przeznaczone do użytku dla dzieci tylko w nieznacznym stopniu wpłynęły na pogorszenie parametrów ścieków. W tym przypadku ścieki zagniły porównywalnie szybko jak

TABELA 2. Wyniki badań seria B
TABLE 2. Research results of series B

Wskaźnik Indicator	Jednostka Unit	0		B1		B2	
		ścieki według Wainbergera wastewater according to Wainberger		Silan		Ace	
Dawka płynu/Washing liquid dose	ml	–		20		20	
Czas przetrzymania/Duration	doba	1	7	1	7	1	7
pH	–	7,35	7,93	7,14	8,00	8,95	8,80
Mętność/Turbidity	NTU	25	73	288	149	34	46
Przewodnictwo/Conductivity	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	1080	1160	1140	1200	1920	2240
Zagniwalność/Decay	h	40	24	94	24	>336	>336
Azot ogólny/Total nitrogen	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	23,3	25,6	27,5	26,8	20	16
N-NH ₄	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,7	0,5	5,7	3,1	2,8	1,2
N-NO ₂	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	0	0	0	0,005	0	0
N-NO ₃	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,12	0,22	0,58	0,63	0,80	0,77
Fosfor ogólny/Total phosphorus	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	3,3	3,2	4,0	4,3	8,1	8,0
ChZT/COD	$\text{mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$	420	350	1730	1500	420	420
BZT ₅ /BOD ₅	$\text{mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$	110	160	380	320	110	120
Zawiesina ogólna/Total suspended solids (TSS)	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	390	400	648	812	260	356
Zawiesina mineralna/Fixed suspended solids (FSS)	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	196	268	118	114	100	96
Zawiesina organiczna/Volatile suspended solids (VSS)	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	194	352	530	698	160	260
Sucha pozostałość/Total dissolved solids (TDS)	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	1108	1015	1610	1629	1544	1642
Pozostałość po prażeniu/Total fixed solids (TFS)	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	564	430	665	436	484	418
Straty przy prażeniu/Total volatile solids (TVS)	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	544	585	965	1199	1060	1224

w przypadku ścieków surowych według Wainbergera.

4. Ścieki surowe, niezawierające żadnego środka czyszczącego mogą być przechowywane krócej niż ścieki szare z płynem czy proszkiem do prania.

5. Czas, po którym ścieki szare ulegają zagniwaniu, wynika z zawartości substancji biodegradowalnych w ściekach szarych oraz stężenia chemii gospodarczej.

6. Przeprowadzone badania wykazały złożoność wpływu różnych czyn-

ników na właściwości fizyko-chemiczne ścieków szarych. Jednocześnie można przypuszczać, że przedstawiona w pracy różnorodność parametrów jakości ścieków szarych w zależności od stosowanego detergentu będzie przyczyniać się do określenia parametrów stosowanej technologii w oczyszczaniu tych ścieków przeznaczonych do powtórnego wykorzystania.

Literatura

- Cywyński, B., Gudula, S., Kempa, E., Kurbiel, J. i Płoszański, H. (1983). *Oczyszczanie ścieków. Oczyszczanie mechaniczne i chemiczne*. Warszawa: Arkady.
- Dixon, A., Butler, D., Fewkes A. i Robinson, M. (1999). Measurement and modeling of quality changes in stored untreated grey water. *Urban Water, 1*, 293-306.
- Eriksson, E., Auffath, K., Henze, M. i Ledin, A. (2002). Characteristics of grey wastewater. *Urban Water, 4*, 85-104.
- Friedler, E. i Hadari, M. (2006). Economic feasibility of on-site Grey water reuse in Multi-storey buildings. *Desalination, 190(1-3)*, 221-234.
- Gromec, M. (2013). Woda – problem globalny. *Technologia Wody, 1*, 11-13.
- Gual, M., Moia, A. i March, J.G. (2008). Monitoring of an indoor pilot plant for osmosis rejection and greywater reuse to flush toilets in a hotel. *Desalination, 219*, 81-88.
- Jefferson, B., Laine, A., Parsons, S., Stephenson, T. i Judd, S. (1999). Technologies for domestic wastewater recycling. *Urban Water, 1*, 285-292.
- Kundzewicz, Z.W., Zalewski, M., Kędziora, A., Pierzgański, E. (2010). Zagrożenia związane z wodą. *Nauka, 4*, 87-96.
- Malarski, M. (2012). Podczyszczanie wód szarych popralniczych na filtrach narurkowych wkładkowych. *Instal., 9*, 72-75.
- Malarski, M. (2014). Recykling ścieków w gospodarstwach domowych i budynkach użytkowania zbiorowego. *Logistyka Odzysku, 1-3*, 16-19.
- Mucha, J. i Jodłowski, A. (2010). Ocena możliwości wykorzystania wody szarej. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 7-8*, 24-27.
- Nitrogen Total, method 10071. (2011). *Hach Lange*.
- Podedworna, J. i Żubrowska-Sudoł, M. (2007). Badania wstępne nad biodegradacją ścieków pralniczych. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 4*, 21-24.
- Surendran, S.O. i Wheatley, A. (1998). Grey-Water Reclamation for Non-Potable Re-Use. *J.CIWEM., 12*, 406-413.
- Phosphorus Total, method 10127. (2010). *Hach Lange*.
- PB-NL-FCH-11. (2011). *Oznaczanie azotu ogólnego metodą testową*.
- PN-87/C-04616/10. (1987). *Woda i ścieki. Badania specjalne osadów. Hodowla standardowego osadu czynnego w warunkach laboratoryjnych*.
- PN-C-04541. (1978). *Woda i ścieki. Oznaczanie suchej pozostałości, pozostałości po prażeniu, straty przy prażeniu oraz substancji rozpuszczonych, substancji rozpuszczonych mineralnych i substancji rozpuszczonych lotnych*.
- PN-C-04576-08. (1982). *Woda i ścieki. Badanie zawartości związków azotu azotanowego metodą kolorymetryczną z salicylanem sodu*.
- PN-C-04626. (1976). *Woda i ścieki. Oznaczenie zagniwalności i względnej trwałości*.
- PN-EN 12056-1. (2002). *Systemy kanalizacji grawitacyjnej wewnątrz budynków. Część 1. Postanowienia ogólne i wymiana*.
- PN-EN 1899-1. (2002). *Jakość wody. Oznaczanie biochemicznego zapotrzebowania tlenu po n dniach (BZTn). Część 1. Metoda rozcieńczenia i szczepienia z dodatkiem allilotiomocznika*.
- PN-EN 1899-2. (2002). *Jakość wody. Oznaczanie biochemicznego zapotrzebowania tlenu po n dniach (BZTnJ). Część 2. Metoda do próbek nierozcieńczonych*.
- PN-EN 26777. (1999). *Jakość wody. Oznaczanie azotynów. Metoda absorpcyjnej spektrometrii cząsteczkowej*.
- PN-EN 27888. (1999). *Jakość wody. Oznaczanie przewodności elektrycznej właściwej*.
- PN-EN ISO 6878. (2006). *Jakość wody. Oznaczanie fosforu. Metoda spektrofotometryczna z molibdenianem amonu*.

- PN-EN ISO 7027. (2003). *Jakość wody. Oznaczenie mętności, rozdział 6.*
- PN-EN ISO 7887. (2012). *Jakość wody. Badanie i oznaczanie barwy.*
- PN-EN ISO 10523. (2012). *Jakość wody. Oznaczenie pH.*
- PN-ISO 7150-1. (2002). *Jakość wody. Oznaczenie azotu amonowego. Część 1. Manualna metoda spektrometryczna.*
- PN-ISO 15705. (2005). *Jakość wody. Oznaczenie indeksu chemicznego zapotrzebowania tlenu (SP-ChZT). Metoda zminiaturyzowana z zastosowaniem szczelnych próbek.*

Streszczenie

Wpływ wybranych produktów chemii gospodarczej na jakość ścieków szarych.

W pracy przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych pod kątem jakości ścieków szarych w zależności od wybranych środków chemii gospodarczej w stałej i płynnej postaci. Pod uwagę wzięto następujące parametry fizyko-chemiczne: pH, ChZT, BZT₅, barwa, fosfor ogólny, azot ogólny, azotany, azotyny, amoniak, zawiesinę ogólną, suchą pozostałość, przewodnictwo właściwe, zagniwalność oraz mętność. Przedstawiono analizę parametrów w zależności od użytych środków piorących oraz zmian w czasie.

Summary

The influence of selected household chemical products on the quality of grey-water.

The paper presents results of studies conducted in terms of the quality of grey-water depending on the selected household chemicals in solid and liquid form. The following physico-chemical parameters were taken into account: pH, COD, BOD₅, color, total phosphorus, total nitrogen, nitrates, nitrites, ammonia, total suspended solids, dry residue, conductivity, decay and turbidity. The analysis of parameters depending on the used household chemicals and changes over time were presented.

Authors' address:

Maciej Malarski, Karolina Matusiak,
Justyna Cybula
Katedra Inżynierii Budowlanej SGGW
Katedra Kształtowania Środowiska SGGW
ul. Nowoursynowska 159
02-776 Warszawa
Poland
e-mail: maciej_malarski@sggw.pl
karolina_matusiak@sggw.pl
JCybula13@gmail.com