

## BADANIA ŚCIEKÓW PODOJOWYCH W WYBRANYCH GOSPODARSTWACH ROLNYCH WOJEWÓDZTWA PODLASKIEGO

Dariusz Boruszko<sup>1</sup>, Robert Kisiński

<sup>1</sup> Katedra Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, Wiejska 45 B, 15-351 Białystok, e-mail: d.boruszko@pb.edu.pl

### STRESZCZENIE

Analiza literatury i prasy branżowej wykazała, że ścieki poudojowe nie są dostatecznie poznane i scharakteryzowane co do ich ilości i jakości. Przeprowadzono badania ankietowe na grupie 100 rolników – producentów mleka na temat gospodarki ściekami poudojowymi. W kilku wybranych gospodarstwach województwa podlaskiego przeprowadzono badania ścieków poudojowych w różnych systemach ich produkcji i oczyszczania. W pobranych próbkach oznaczono zawartość: ChZT, BZT<sub>5</sub>, zawiesiny ogólnej, azotu ogólnego, azotu amonowego, azotu azotanowego, fosforu całkowitego, fosforanów oraz pH. W wyniku badań ustalono, iż rolnicy w swoich gospodarstwach nie kontrolują ilości i jakości odprowadzanych ścieków poudojowych. Ilość i jakość tych ścieków są zależne od zastosowanego systemu dojenia. Substancje chemiczne zużyte do mycia urządzeń do dojenia mają duży wpływ na pH ścieków i mogą powodować powstawanie ścieków o charakterze kwaśnym lub zasadowym.

**Słowa kluczowe:** ścieki poudojowe, oczyszczanie ścieków.

### RESEARCHES THE WASTEWATER AFTER MILKING IN CHOSEN AGRICULTURAL FARM OF THE PODLASKIE PROVINCE

#### ABSTRACT

After reviewing the available literature, it was found that the wastewater after milking is not sufficiently characterized. A questionnaire was prepared in order to obtain more information on the wastewater produced when milking. It was carried out on a group of a hundred dairy farmers. In a few selected farms wastewater after milking was sampled. In the wastewater after milking the basic parameters, i.e. pH, indicators of COD, BOD<sub>5</sub>, total suspended solids content, the content of total nitrogen, ammonia nitrogen, nitrate nitrogen, total phosphorus and phosphate were determined. It was found that farmers do not control the quantity and quality of wastewater after milking produced in their farms. The amount of such wastewater is dependent on the system of milking and the highest values were obtained on the farms where the milking system is used based on the milking wired machines. The chemicals used for cleaning milking equipment have a large effect on the pH of wastewater samples and depending on their acidic or alkaline character.

**Keywords:** wastewater after milking, wastewater treatment.

### WSTĘP

Przodującym regionem w produkcji mleka jest między innymi województwo podlaskie. W związku z dużymi wymogami dotyczącymi jakości mleka produkowanego w gospodarstwach rolnych, niezbędne jest dbanie o czystość urządzeń i instalacji udojowych co wymusza dosyć wysokie zużycie wody oraz środków czyszczących. Nieuniknione jest zatem produkowanie w gospodarstwie

mlecznym ścieków poudojowych. Ich właściwości zależą od ilości zużywanej do mycia wody, ilości i rodzaju stosowanych detergentów, rodzaju i wielkości systemów udojowych [Borkowska 2005; Kamieniecki 2005]. Ścieki bytowe na terenach wiejskich są najczęściej odprowadzane do zbiorników bezodpływowych, zwanych potocznie „szambem” lub oczyszczane w oczyszczalniach przydomowych, najczęściej hydrofitowych lub pracujących w technologii osadu czynnego.

Problem oczyszczania ścieków poudojowych wydaje się tematem dość istotnym w środowisku rolniczym. Brak jest danych literaturowych na temat właściwości ścieków powstających w procesie mycia systemów udojowych w gospodarstwach rolnych oraz odpowiedniego ich zagospodarowania. Dużym problemem jest także brak konkretnych regulacji prawnych odnoszących się do ścieków poudojowych. Nie da się z całą pewnością zaklasyfikować ich jednoznacznie do ścieków bytowych, ale nie są to też typowe ścieki z przemysłu mleczarskiego. Trudno zatem znaleźć właściwe rozwiązania i wyznaczyć właściwy kierunek postępowania z tymi ściekami.

Poznanie właściwości ścieków poudojowych może ułatwić odpowiedź na pytanie: czy ścieki poudojowe powinny być łączone i oczyszczane razem ze ściekami bytowymi w indywidualnych oczyszczalniach przyzagrodowych czy też odprowadzane do zbiornika bezodpływowego i następnie kierowane do oczyszczalni ścieków?

Celem prowadzonych badań było określenie sposobu oczyszczania i odprowadzania ścieków poudojowych w gospodarstwach rolnych na przykładzie typowych gospodarstw woj. podlaskiego oraz określenie wybranych właściwości fizyko-chemicznych ścieków poudojowych w wybranych gospodarstwach o różnicowanej skali hodowli bydła mlecznego.

## METODYKA BADAŃ

Badania polegały na pobraniu i analizie fizyko-chemicznej próbek ścieków poudojowych z wybranych gospodarstw województwa podlaskiego.

Pobór oraz utrwalenie próbek przeprowadzono zgodnie z normą PN-ISO 5667-14:2004 oraz dokonano pomiarów podstawowych parametrów fizyczno-chemicznych w laboratorium katedry Technologii w Inżynierii Środowiska i Ochrony Środowiska Politechniki Białostockiej.

W pobranych próbkach ścieków w sezonie wiosenno-letnim wykonano oznaczenia:

- pH – metodą potencjometryczną wg: PN-90/C-04540/01, na pH-metrze firmy WTW,
- BZT<sub>5</sub> – metodą manometryczną przy użyciu systemu OxiTop Standard firmy WTW,
- ChZT<sub>Cr</sub> – metodą dwuchromianową wg: PN-74/C-04578.03, PN-EN 15705:2005,
- N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> – metodą spektrofotometryczną wg: PN-ISO 7150-1:2002,

- N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> – metodą spektrofotometryczną wg: PN-82/C-04576/08,
- PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> – metodą spektrofotometryczną wg: PN-EN ISO 6878:2006 p. 4,
- P<sub>og</sub> – metodą spektrofotometryczną wg: PN-EN ISO 6878:2006,
- N<sub>og</sub> – metodą spektrofotometryczną wg: PN-EN ISO 6878:2006,

Odczytu dokonano na spektrofotometrze Pharo 100 firmy Merck.

## CHARAKTERYSTYKA OBIEKTÓW BADAWCZYCH

Badania przeprowadzono na 5 obiektach pobrano próbki z 13 punktów:

- Gospodarstwo 1 położone jest w miejscowości Maliszewo Łynki (woj. Podlaskie). Jest to gospodarstwo małe, z obsadą bydła mlecznego około 15 sztuk.
- Gospodarstwo 2 położone jest w miejscowości Konopki Kolonia (woj. podlaskie). Jest to gospodarstwo duże o obsadzie bydła mlecznego około 70 sztuk.
- Gospodarstwo 3 położone jest we wsi Cibory Witki (woj. podlaskie). Jest to gospodarstwo średniej wielkości o obsadzie bydła mlecznego około 30 sztuk.
- Gospodarstwo 4 położone jest w miejscowości Konopki Pokrzywnica (woj. podlaskie).
- Gospodarstwo 5 położone jest w miejscowości Zawady Kolonia (woj. podlaskie). Jest to gospodarstwo średniej wielkości o obsadzie bydła mlecznego około 40 sztuk.

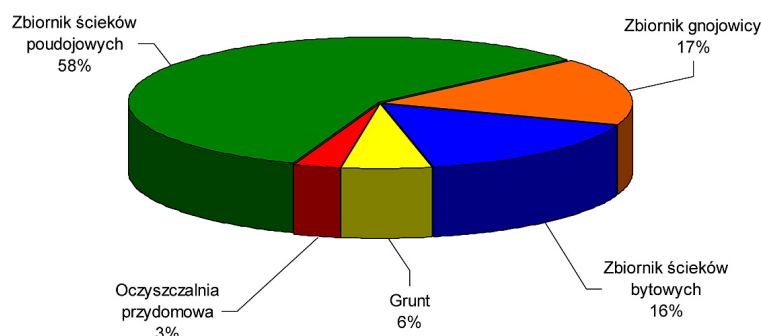
Dla grupy A – stada małe – przyjęto średnią produkcję dzienną P<sub>d</sub> = 15 l/d, dla grupy B – stada średnie – P<sub>d</sub> = 20 l/d, dla grupy C – stada duże – P<sub>d</sub> = 30 l/d [Jurczak 2005].

## OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Z przeprowadzonych badań wynika, że późniejsze postępowanie z tymi ściekami jest bardzo różnicowane (rys. 1). Ponad połowa (58%) rolników odprowadza ścieki poudojowe do osobnych zbiorników. Ścieki trafiające do zbiornika ścieków poudojowych, okresowo wywożone są przez wozy asenizacyjne do najbliższej oczyszczalni ścieków. Niestety rozwiązanie to ma wiele wad. Są to wysokie koszty eksploatacji związane z dużą częstotliwością wywozu ście-

**Tabela 1.** Wykaz miejsc poboru próbek do analiz**Table 1.** The locations of test samples

1A	Ścieki z mycia urządzeń udojowych z dojarki bańkowej – po wieczornym dojeniu – kwaśny środek myjący P3-mlexK Ecolab
1B	Ścieki z mycia urządzeń udojowych z dojarki bańkowej – po rannym dojeniu – zasadowy środek myjący Dezynfekant Delaval
2A	Ścieki z mycia urządzeń udojowych z dojarki przewodowej – po wieczornym dojeniu – kwaśny środek myjący CiroSuper AFM
2B	Ścieki ze zbiornika ścieków poudojowych – po wieczornym dojeniu
2C	Ścieki ze zbiornika ścieków bytowych zmieszane ze ściekami poudojowymi po wieczornym dojeniu
2D	Ścieki ze zbiornika ścieków bytowych zmieszane ze ściekami poudojowymi po wieczornym dojeniu po oczyszczeniu w oczyszczalni przydomowej
3A	Ścieki z mycia urządzeń udojowych z dojarki przewodowej – po wieczornym dojeniu – kwaśny środek myjący P3-mlexK Ecolab
3B	Ścieki z mycia urządzeń udojowych z dojarki przewodowej – po rannym dojeniu – zasadowy środek myjący MlexA Ecolab
3C	Ścieki ze zbiornika ścieków poudojowych – po wieczornym dojeniu
4A	Ścieki z mycia urządzeń udojowych z dojarki przewodowej – po wieczornym dojeniu – kwaśny środek myjący PHO CID
4B	Ścieki z mycia urządzeń udojowych z dojarki przewodowej – po rannym dojeniu – zasadowy środek myjący Dezynfekant DeLaval
5A	Ścieki z mycia urządzeń udojowych z dojarki przewodowej – po wieczornym dojeniu – kwaśny środek myjący P3-mlexK Ecolab
5B	Ścieki z mycia urządzeń udojowych z dojarki przewodowej – po rannym dojeniu – zasadowy środek myjący Dezynfekant DeLaval

**Rys. 1.** Zagospodarowanie ścieków poudojowych**Fig. 1.** Wastewater treatment after milking

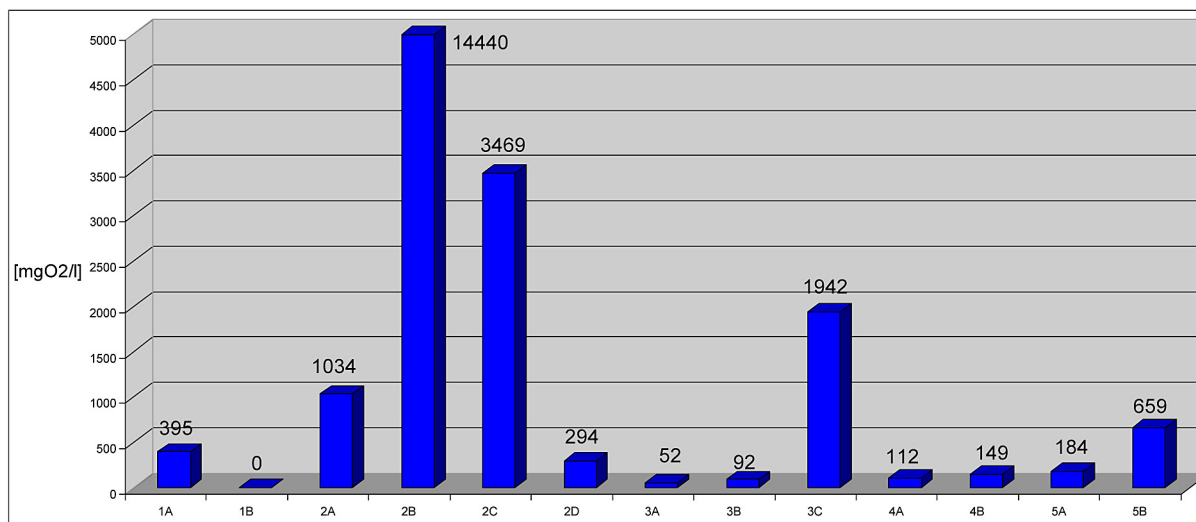
ków oraz niejednokrotnie koszty transportu na znaczne odległości do właściwej oczyszczalni. Nie każda oczyszczalnia ma możliwość przyjęcia takich ścieków w związku z brakiem punktu zlewnego, wielkością przepływów dobowych i zastosowaną technologią oczyszczania [Kosińska 2013]. W związku z powyższym ścieki te często trafiają do gruntu i wód gruntowych przez bezpośrednią infiltrację z nieuszczelnego zbiornika, albo też pośrednio, wywożone i wylwane na użytki zielone, rzadziej grunty orne lub inne przypadkowe miejsca. Około 17% rolników odprowadza ścieki poudojowe do zbiorników z gnojowicą i są one następnie utylizowane na polach do nawożenia. Około 16% rolników odprowadza je do zbiornika ścieków bytowych, 6% do gruntu i tylko 3% oczyszcza w oczyszczalni przydomowej.

Zestawienie wyników badań fizyczno-chemicznych analizowanych próbek przedstawiono w tabeli 2.

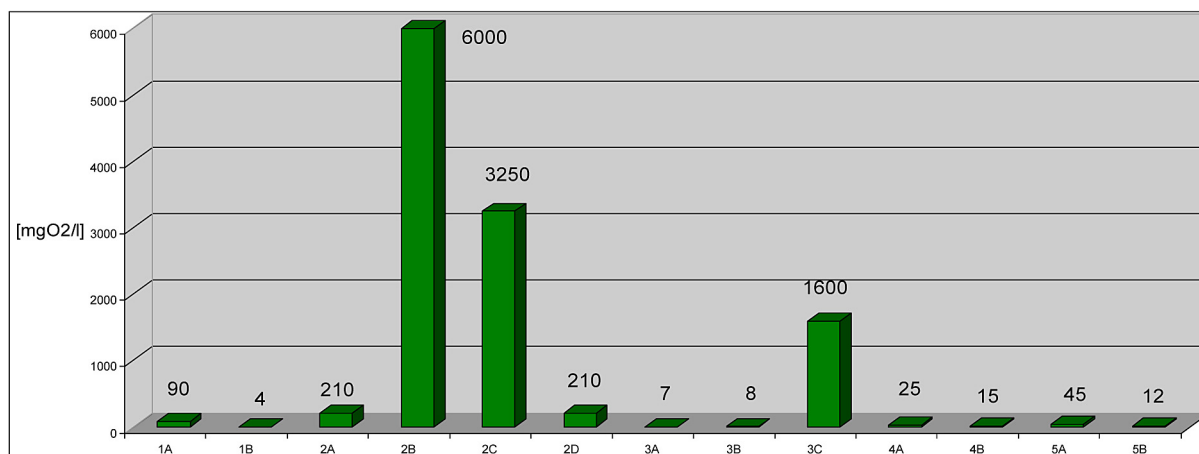
Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono rozkład stężeń związków organicznych (ChZT i BZT<sub>5</sub>) w próbkach pobranych ścieków. Najwyższą wartość – 14 440 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>, wielokrotnie przekraczającą wartość pozostałych próbek, wykazały ścieki 2B, ze zbiornika ścieków poudojowych, pobrane po wieczornym myciu instalacji w dużym gospodarstwie rolnym. Wysokie wartości chemicznego zapotrzebowania na tlen oznaczono również w próbce 2C (3469 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>) i 3C (1942 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>). Obie te próbki pochodzą ze zbiorników zbiorczych, przy czym pierwsza (2C) – ze zbiornika ścieków bytowych, zmieszanych z poudojowymi po wieczornym dojeniu, w dużym gospodarstwie, a druga (3C) – ze zbiornika ście-

**Tabela 2.** Wyniki badań  
**Table 2.** Results of researches

Nr próbki	ChZT	N <sub>og.</sub>	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P-PO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NH <sub>4</sub>	P <sub>og.</sub>	BZT <sub>5</sub>	Odczyn
	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	pH
1A	395	220	102,8	33,6	100	22,6	<2,0	<1,6	34,6	90	2,25
1B	0	15	<1,0	<0,3	<1,0	<0,2	<2,0	<1,6	0,5	4	8,50
2A	1034	29	<1,0	<0,3	<1,0	<0,2	<2,0	<1,6	7,6	210	11,43
2B	14440	125	29,1	9,5	<1,0	<0,2	117,0	96,2	38,8	6000	6,25
2C	3469	63	22,3	7,3	<1,0	<0,2	35,0	28,8	30,2	3250	6,75
2D	294	113	14,4	4,7	<1,0	<0,2	80,0	65,8	23,9	210	7,95
3A	52	222	112	32,7	100	22,6	<2,0	<1,6	34,8	7	2,20
3B	92	12	<1,0	<0,3	<1,0	<0,2	8,1	6,7	6,7	8	11,35
3C	1942	72	18,3	6,0	<1,0	<0,2	2,7	2,2	26,4	1600	5,65
4A	112	-	140,0	45,8	<1,0	<0,2	<2,0	<1,6	-	25	2,10
4B	149	-	<1,0	<0,3	<1,0	<0,2	<2,0	<1,6	-	15	11,75
5A	184	-	110,0	35,9	90	20,3	<2,0	<1,6	-	45	1,95
5B	659	-	110,0	35,9	<1,0	<0,2	<2,0	<1,6	-	12	10,25



**Rys. 2.** Wartość ChZT w analizowanych próbkach  
**Fig. 2.** The COD in the analyzed samples



**Rys. 3.** Wartość BZT<sub>5</sub> w analizowanych próbkach  
**Fig. 3.** The BOD in the analyzed samples

ków poudojowych także po wieczornym doju, ale w średnim gospodarstwie. Wartość ChZT powyżej 1000 (1034) mg  $O_2/dm^3$  otrzymano również w próbce ścieków z mycia urządzeń udojowych, po wieczornym dojeniu w dużym gospodarstwie.

Wartości chemicznego zapotrzebowania na tlen w próbkach z małego i średnich gospodarstw są znacznie niższe, co dokładnie prezentuje (rys. 2). Z analizy wykluczono próbkę 1B, w której musiał nastąpić błąd pomiaru. Najniższe wartości ChZT otrzymano w próbkach 3A i 3B pobranych w średnim gospodarstwie rolnym z mycia urządzeń udojowych po wieczornym i porannym doju (3A – 52 mg  $O_2/dm^3$ ; 3B – 92 mg  $O_2/dm^3$ ).

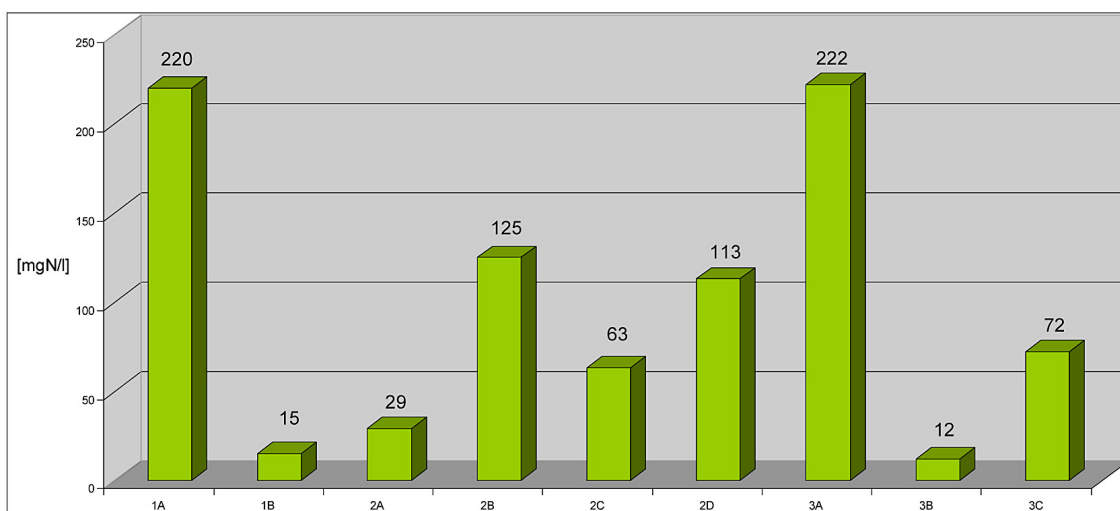
Wyniki BZT<sub>5</sub> przedstawione na rysunku 3 są proporcjonalne do wyników ChZT przedstawionych na rysunku 2. Podobnie jak przy chemicznym zapotrzebowaniu na tlen, biologiczne zapotrzebowanie tlenu najwyższe wartości wykazuje w próbkach z dużego gospodarstwa. Najwyższa wartość BZT<sub>5</sub> jest w próbce ścieków ze zbiornika ścieków poudojowych pobranych po wieczornym dojeniu – 6000 mg  $O_2/dm^3$ , natomiast w próbce ścieków bytowy zmieszanych z poudojowymi (2C) wartość ta jest prawie o połowę niższa i wynosi 3250 mg  $O_2/dm^3$ . Próbkę ścieków w dużym gospodarstwie, z mycia urządzeń udojowych z dojarki przewodowej i po oczyszczeniu w oczyszczalni przydomowej wykazały tą samą wartość BZT<sub>5</sub> – 210 mg  $O_2/dm^3$ . Wysoka wartość BZT<sub>5</sub> – 1600 mg  $O_2/dm^3$  wystąpiła w próbce 3C – ze zbiornika ścieków poudojowych. Pozostałe próbki wykazały znacznie niższą wartość BZT<sub>5</sub> od 90 mg  $O_2/dm^3$  w próbce 1A – pobranej z mycia urządzeń udojowych, po wieczornym myciu z

dojarki bankowej w małym gospodarstwie, po 4 mg  $O_2/dm^3$  – próbki 1B pobranej w tym samym gospodarstwie po rannym dojeniu i myciu. Dość niskie wartości BZT<sub>5</sub> wykazują próbki pobrane w średnich gospodarstwach pobrane z mycia urządzeń udojowych zarówno po wieczornym i porannym myciu.

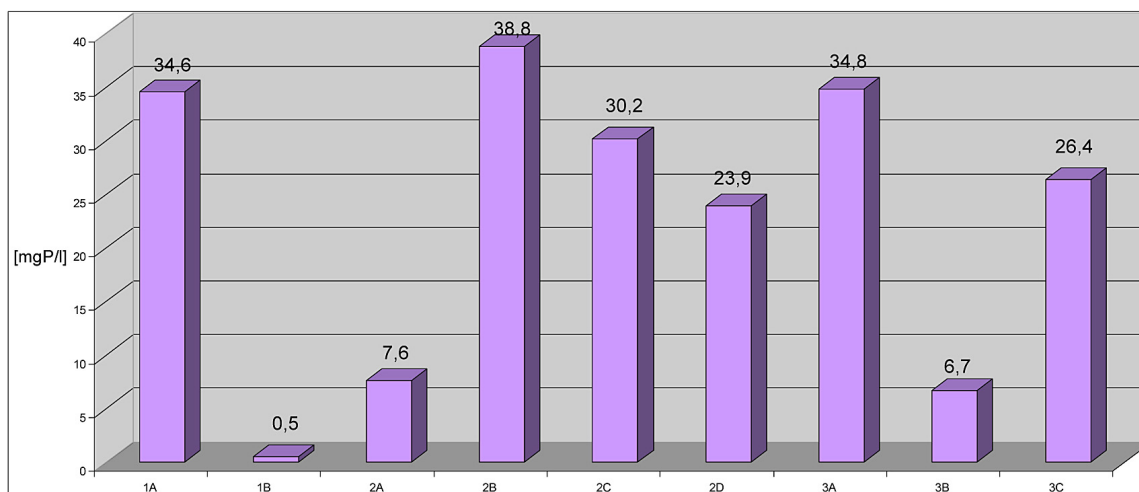
Największą zawartość azotu ogólnego oznaczono w próbkach 3A – 222 mg N/ $dm^3$  i 1A – 220 mg N/ $dm^3$ , są to próbki ścieków pobrane z mycia urządzeń udojowych kwaśnym środkiem myjącym MlexK Ecolab. Dość wysokie wartości azotu ogólnego oznaczono w próbkach z dużego gospodarstwa, zwłaszcza 2B – ze zbiornika ścieków poudojowy (125 mg N/ $dm^3$ ) i 2D – z oczyszczalni ścieków (113 mg N/ $dm^3$ ). Najniższą wartości azotu ogólnego stwierdzono w próbce z mycia urządzeń udojowych zasadowym środkiem myjącym MlexA Ecolab – 3B – 12 mg N/ $dm^3$  i 1A – 15 mg N/ $dm^3$  (rys. 4).

Analizując wyniki przedstawione na wykresie (rys. 5) można stwierdzić, że najniższą wartość oznaczono w próbce z porannego mycia dojarki bańkowej – 0,5 mg P/ $dm^3$ . Niskie wartości oznaczono również w próbkach z mycia urządzeń udojowych zasadowymi środkami myjącymi: 2A – 7,6 mg P/ $dm^3$  i 3B – 6,7 mg P/ $dm^3$ . W pozostałych próbkach oznaczono dość wysoką zawartość fosforu ogólnego od 23,9 mg P/ $dm^3$  (2D) do 38,8 mg P/ $dm^3$  (2B) (rys. 5). Próbkę pobrano z mycia urządzeń udojowych kwaśnym środkiem myjącym P3-Mlex K, którego składnikiem jest kwas fosforowy, oraz ze zbiorników zbiorczych ścieków.

Ponieważ ścieki poudojowe bezpośrednio lub pośrednio trafiają do gruntu uzyskane wyniki



Rys. 4. Zawartość azotu ogólnego w analizowanych próbkach  
Fig. 4. The Total Nitrogen in the analyzed samples



Rys. 5. Zawartość fosforu ogólnego w analizowanych próbkach  
 Fig. 5. The Total phosphorus in the analyzed samples

Tabela 3. Charakterystyka różnych rodzajów ścieków  
 Table 3. Characteristics of different types of wastewater

Parametr	Jednostka	Rodzaj ścieków				
		Bytowo – gospodarcze (Wareżak i in. 2013)	Komunalne (Struk-Sokołowska i Ignatowicz 2013)	Mleczarskie (Struk-Sokołowska i Ignatowicz 2013)	Mleczarskie (Dąbrowski i Wiater 2013)	Mleczarskie (Ostrowska i in. 2013)
ChZT	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	353–381	590	1299	1200–3500	1557
BZT <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	173–264	380	820	700–2100	–
N <sub>og.</sub>	mg/dm <sup>3</sup>	76	69	36	–	–
TKN	mg/dm <sup>3</sup>	–	64,3	27,3	48–93	32
N–NO <sub>3</sub>	mg/dm <sup>3</sup>	0,3	4,2	8,6	–	–
N–NH <sub>4</sub>	mg/dm <sup>3</sup>	60,5	53,4	19,7	1,5–3,6	–
P <sub>og.</sub>	mg/dm <sup>3</sup>	9,2	15,1	35,2	8,0–12,9	12
P–PO <sub>4</sub>	mg/dm <sup>3</sup>	7,2	13,5	31,8	–	–
Odczyn	pH	–	–	–	–	8,58

badan porównano z dopuszczalnymi parametrami ścieków bytowych określonymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. 2014 poz. 1800). Uzyskane wyniki badań porównano również do wyników badań ścieków bytowo – gospodarczych, komunalnych i mleczarskich odnalezionych w literaturze (tab. 3). Kolumna 1 charakteryzuje surowe ścieki bytowo – gospodarcze pobrane z oczyszczalni hydrofitowej w Przyborowie [Wareżak i in. 2013]. Parametry przedstawione w tabeli 3 w kolumnie 2 i 3 pochodzą ze ścieków pobranych w oczyszczalni w Hajnówce (Struk-Sokołowska i Ignatowicz 2013). Kolumna 4 przedstawia charakterystykę ścieków mleczar-

skich z oczyszczalni firmy Bielmlek w Bielsku Podlaskim [Dąbrowski i Wiater 2013]. Natomiast kolumna 5 charakteryzuje ścieki mleczarskie z punktu odbioru mleka – ścieki pobrane w zakładzie spółdzielni mleczarskiej w Lidzbarku Welskim (ścieki pochodzące z mycia pojazdów, cystern, przewodów, posadzek, podjazdów i podłóg) [Ostrowska i in. 2013].

Badania wykazały że stosowane środki myjące mają bardzo duży wpływ na odczyn ścieków podojowych. Ścieki zawierające zasadowe środki myjące wykazują charakter silnie zasadowy, począwszy od pH 8,5 dla próbki 1B i pH 10,25 dla próbki 5B, aż do pH 11,25 dla próbki 3B, 11,43 dla próbki 2A i 11,75 dla próbki 4B. Podobnie ścieki zawierające kwaśne środki myjące wykazują charakter silnie kwaśny. Wskaźnik pH oscyluje od 2,25 dla próbki 1A do 1,95 dla próbki 5A.

Nieco inaczej prezentuje się pH w ściekach ze zbiorników ścieków poudojowych. Odczyn wynosi 6,25 dla próbki 2B oraz 5,65 dla próbki 3C więc w obu przypadkach są to ścieki lekko kwaśne, bliskie obojętnym. Delikatne zakwaszenie może być spowodowane pobraniem próbek w niedługim czasie po zrzucie kwaśnych ścieków z mycia instalacji udojowych. Podobnie pozostałe ścieki tj. poudojowe zmieszane z bytowymi (próbka 2C) oraz oczyszczone (2D) mają odczyn bliski obojętnemu.

Analizując uzyskaną wartość ChZT w próbkach pobieranych bezpośrednio z mycia zaobserwować możemy, że jedynie próbki 3A i 3B oraz 4A i 4B nie przekraczają progu  $150 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$  za Rozporządzeniem (2014). W pozostałych próbkach nastąpiły przekroczenia: 1A –  $395 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ , 2A –  $1034 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ , 5A –  $184 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$  i 5B –  $659 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ . W próbkach ze zbiorników ścieków poudojowych przekroczenia były znaczne, dla próbek 2B i 3C odpowiednio  $14440 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$  i  $1942 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ . W ściekach oczyszczonych (próbka 2D) wartość graniczna przekroczona była niemal dwukrotnie i wyniosła  $294 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ .

Analizując uzyskaną wartość BZT<sub>5</sub> w próbkach ścieków pobranych bezpośrednio po myciu aparatury udojowej stwierdzono, że jedynie trzy z spośród badanych próbek przekraczają wartość  $40 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ . Są to próbki 1A –  $90 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ , 2A –  $210 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$  i 5A –  $45 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ . W próbkach ze zbiorników ścieków poudojowych wartości te wynoszą  $6000 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$  (2A) oraz  $1600 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$  (3C) i są wielokrotnie przekroczone. W ściekach pobranych na wyjściu z oczyszczalni przydomowej BZT<sub>5</sub> wyniosło  $210 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ , co oznacza, że wartość graniczna została przekroczona ponad 5-krotnie.

Porównując wartość ChZT i BZT<sub>5</sub> w poszczególnych próbkach pobranych po dojeniu, możemy stwierdzić, że zanieczyszczenia związkami organicznymi w ściekach mają w znacznej mierze charakter trudnorozkładalny, a co za tym idzie najpewniej pochodzą ze stosowanych środków myjących oraz produktów powstałych w skutek wywołanych przez nie reakcji chemicznych. Zanieczyszczenia organiczne łatwo rozkładalne stanowią tu jedynie niewielką część [Bednarski 1997; Dąbrowski 2005].

Zmiany udziału zanieczyszczeń organicznych łatwo- i trudno- biologicznie rozkładalnych w ściekach możemy przeanalizować na podstawie serii próbek z gospodarstwa drugiego. W próbce

pobranej po myciu urządzeń udojowych (2A) BZT<sub>5</sub> wynosi  $210 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$  i stanowi około 20% ChZT.

W próbce 2B pobranej ze zbiornika ścieków poudojowych BZT<sub>5</sub> stanowi około 42% ChZT, które wynosi  $6000 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ . Próbką 2C pobrana została ze zbiornika ścieków bytowych zmieszanych z poudojowymi. W próbce tej BZT<sub>5</sub> wynosi  $3250 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$  i stanowi niemal 92% ChZT. W ściekach oczyszczonych pobranych na wyjściu z oczyszczalni przydomowej BZT<sub>5</sub> wyniosło  $210 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$  i stanowiło około 70% ChZT.

Warto zauważyć również, że oczyszczanie ścieków poudojowych ze ściekami bytowymi w oczyszczalni działającej w systemie osadu czynnego dało bardzo dobry rezultat. Spełniona jest norma redukcji zanieczyszczeń dla ścieków bytowych, pochodzących z własnego gospodarstwa rolnego, które mogą być wprowadzane do gruntu stanowiącego własność wprowadzającego, określona w obowiązującym Rozporządzeniu (2014). W analizowanych próbkach 2C i 2D uzyskano redukcję BZT<sub>5</sub> na poziomie 93,5%, a redukcję ChZT na poziomie 91,5%, więc można stwierdzić, że ścieki zostały oczyszczone właściwie.

Ścieki poudojowe pobrane ze zbiorników odpowiadają parametrami ściekom mleczarskim (3C), a nawet je znacznie przewyższają (2B). Ścieki z próbki 2C, czyli ścieki bytowe zmieszane z poudojowymi, również zbliżone są parametrami do ścieków mleczarskich.

Wartość ChZT w próbkach świeżych ścieków poudojowych z małego i średnich gospodarstw jest zbliżona do ścieków bytowo-gospodarczych. Natomiast BZT<sub>5</sub> w analizowanych próbkach jest niższe niż w ściekach bytowo-gospodarczych.

Analiza zawartości w badanych ściekach azotu ogólnego pokazała, że tylko trzy spośród badanych próbek poddanych analizie spełniają normy rozporządzenia (2014), do  $40 \text{ mg N}/\text{dm}^3$ . Są to próbki 1B, 2A i 3B, czyli próbki pobrane z mycia urządzeń udojowych zasadowym środkiem myjącym, który nie wpływa na zawartość azotu w ściekach. Przeciwnie sytuacja wygląda w próbkach z mycia urządzeń udojowych kwaśnym środkiem myjącym, czyli 1A –  $220 \text{ mg N}/\text{dm}^3$  i 3A –  $222 \text{ mg N}/\text{dm}^3$ . Azot w tych próbkach pochodzi z detergentu wykorzystywanego do mycia instalacji udojowych, w którego składzie 5–20% stanowi kwas azotowy.

Analiza próbki pobranej z przydomowej oczyszczalni ścieków w systemie osadu czyn-

nego, do której doprowadzono ścieki bytowe zmieszane z poudojowymi, wykazała bardzo dużą zawartość azotu ogólnego – 112 mg N/dm<sup>3</sup>, co niemal czterokrotnie przekracza normę określoną w rozporządzeniu (2014) dla oczyszczalni ścieków poniżej 2000, a ponad siedmiokrotnie w porównaniu z normą dla ścieków bytowych z gospodarstwa rolnego. Pozwala to wnioskować, że ten system oczyszczania ścieków nie zapewnia właściwego usunięcia związków azotu.

Uzyskane wyniki badań w odniesieniu do parametrów ścieków bytowo - gospodarczych, komunalnych i mleczarskich zawartych w tabeli 3 pod względem zawartości azotu ogólnego są w większości znacznie wyższe.

Porównując wyniki analizy form azotu (azot amonowy, azot azotanowy) i azotu ogólnego widzimy bardzo duże powiązania. W próbkach 2B, 2C i 2D określono wysokie stężenie azotu amonowego, są to próbki pobrane ze zbiornika ścieków poudojowych, ze zbiornika ścieków bytowych zmieszanych z poudojowymi i oczyszczalni ścieków. Azot amonowy w ściekach jest produktem rozkładu organicznych związków azotowych. Zawartość tej formy azotu jest też produktem aktywności mikroflory prowadzącej biochemiczny rozkład związków białkowych w warunkach tlenowych i beztlenowych. Stąd też w analizowanych próbkach oprócz wysokich wartości azotu amonowego oznaczono również wysokie wartości BZT<sub>5</sub>.

W próbkach 1A, 3A i 5A oznaczono wysokie stężenie azotu azotanowego. Wszystkie te próbki pobrane są bezpośrednio z mycia urządzeń udojowych, więc są to ścieki świeże, co jest charakterystyczne dla tej formy azotu. Azot azotanowy w ściekach zagnitych szybko ulega redukcji. Wysoka zawartość azotu azotanowego w analizowanych próbkach jest spowodowana stosowaniem do mycia urządzeń udojowych kwaśnego środka myjącego P3-Mlex K Ecolab, którego składnikiem jest kwas azotowy. Wyniki te mają swoje przełożenie na wysokie wyniki azotu ogólnego w tych próbkach.

Zawartość fosforu ogólnego oraz jednej z form fosforu fosforanowego są powiązane. Rozporządzenie (2014) normuje tylko wartość fosforu ogólnego, która dla ścieków bytowych z własnego gospodarstwa rolnego wynosi 2 mg P/dm<sup>3</sup>. Wyniki analizy pobranych próbek pokazują, że większość przekracza normę z rozporządzenia (2014).

Jedyną próbką jaka nie wykazała podwyższonej zawartości fosforu ogólnego była

próbka 1B – pobrana po myciu urządzeń udojowych w małym gospodarstwie. Prawdopodobnie wynika to z niewielkiej ilości stosowanych zasadowych środków myjących. Pozostałe dwie próbki (2A i 3B) po myciu urządzeń udojowych zasadowymi środkami myjącymi wykazały nieduże zawartości fosforu, jednak przekraczające próg ustawowy, odpowiednio 7,6 mg P/dm<sup>3</sup> i 6,7 mgP/dm<sup>3</sup>. Znacznie wyższe zawartości fosforu wykazały próbki pobrane po myciu aparatury udojowej kwaśnym detergentem. Próbka 1A zawierała 34,6 mg P/dm<sup>3</sup>, natomiast próbka 3A – 34,8 mg P/dm<sup>3</sup>, przy czym obie te próbki zawierały ścieki z kwaśnym środkiem myjącym P3-Mlex K. Próbka pobrana ze zbiornika ścieków poudojowych w gospodarstwie 3 zawierała 26,4 mg P/dm<sup>3</sup>, natomiast w gospodarstwie 2 – 38,8 mg P/dm<sup>3</sup>. Pozostałe próbki z gospodarstwa 2 pobrane ze zbiornika ścieków bytowych zmieszanych z poudojowymi i oczyszczalni przydomowej zawierały odpowiednio 30,2 mg P/dm<sup>3</sup> i 23,9 mg P/dm<sup>3</sup>. Wartości te przekraczają kilkukrotnie dopuszczalne zawartości fosforu. Szczególnie istotne jest przekroczenie zawartości fosforu w próbce ścieków oczyszczonych, gdyż daje obraz niedostatecznego oczyszczenia tego typu ścieków w systemach przydomowych.

## WNIOSKI

1. Zagospodarowanie ścieków poudojowych w obrębie analizowanych gospodarstw ze względów ekonomicznych oraz braku uregulowań prawnych najczęściej ogranicza się do bezpośredniego lub pośredniego odprowadzania ich do gruntu bez kontroli ich jakości i ilości.
2. Przeprowadzone badania wykazały, że oczyszczalnia przydomowa z osadem czynnym redukuje znaczne ilości zanieczyszczeń z dopływających ścieków poudojowych i bytowych, ale z uwagi na bardzo duże obciążenie nie jest w stanie zapewnić właściwej jakości ścieków oczyszczonych.
3. Środki chemiczne stosowane do mycia urządzeń udojowych mają duży wpływ na odczyn próbek ścieków i zależnie od czasu ich pobrania wykazują kwaśny bądź zasadowy charakter. Ścieki poudojowe zmieszane w osobnym zbiorniku lub w połączeniu ze ściekami bytowymi nabierają charakteru obojętnego.



4. Badane ścieki poudojowe wykazały parametry zanieczyszczeń znacznie przekraczające normy oczyszczonych ścieków bytowych i komunalnych odprowadzanych do wód i do gruntu.
5. Nie można jednoznacznie porównać ścieków poudojowych do znanych składów typowych ścieków. Część parametrów zbliżona jest do ścieków mleczarskich inne porównywalne są ze ściekami komunalnymi.

## LITERATURA

1. Bednarski W. 1997. Oddziaływanie przemysłu mleczarskiego na środowisko. [W:] Ziajka. S., Mleczarstwo zagadnienia wybrane II. Wydawnictwo ART Olsztyn, Olsztyn, 363–374.
2. Borkowska D. 2005. Użytkowanie mleczne [W:] Litwińczuk, Z., Szulc, T. (red.), Hodowla i użytkowanie bydła. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 108–116.
3. Dąbrowski W. 2005. Wpływ charakteru ścieków mleczarskich na efektywność pracy oczyszczalni. [W:] XII ogólnopolska konferencja naukowo-techniczna z cyklu problemy gospodarki wodno-ściekowej w regionach rolniczo-przemysłowych. Materiały. Bartkowska I., Dzienis L. (red.), Białowieża, 663–671.
4. Dąbrowski W., Wiater J. 2013. Określenie możliwości zmniejszenia obciążenia oczyszczalni ścieków mleczarskich przez zastosowanie wydzielonego oczyszczania odcieków z przeróbki osadów. *Annual Set of Environment Protection*, Vol. 15, Cz. 2, 823–834.
5. Jurczak M.E. 2005. Mleko produkcja, badanie, przerób. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 68–79.
6. Kamieniecki H. 2005. Pomieszczenia inwentarskie i pielęgnacja zwierząt. [W:] Litwińczuk, Z., Szulc, T. (red.), Hodowla i użytkowanie bydła. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 301–323.
7. Kosińska, E. 2013. Ekologiczna forma neutralizacji nieczystości. *Wiadomości Rolnicze*, nr 12, 10–11.
8. Ostrowska K., Janczukowicz W., Rodziewicz J., Mielcarek A. 2013. Wpływ procesu filtracji na relację między ilością substancji organicznych i związków biogenych w ściekach mleczarskich. *Annual Set of Environment Protection*, Vol. 15, Cz. 2, 1411–1425.
9. Struk-Sokołowska J., Ignatowicz K. 2013. Współoczyszczanie ścieków komunalnych i mleczarskich przy zastosowaniu technologii SBR. *Annual Set of Environment Protection*, Vol. 15, Cz. 2, 1881–1898.
10. Warężak T., Sadecka Z., Myszograj S., Suchowska-Kisielewicz M. 2013. Skuteczność oczyszczania ścieków w oczyszczalni hydrofitowej typu VF-CW. *Annual Set of Environment Protection*, Vol. 15, Cz. 2, 1243–1259.
11. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18.11.2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. 2014, poz. 1800).