

Piotr Bugajski, Ewelina Milijanovič

**ILOŚĆ ŚCIEKÓW ORAZ WIELKOŚĆ ZANIECZYSZCZEŃ
ODPROWADZANYCH Z WYBRANYCH PODMIOTÓW
GOSPODARCZYCH Z TERENU GMINY MIELEC**

***THE AMOUNT AND SIZE OF POLLUTIONS TO PIPE
AWAY FROM SELECTED ENTITIES INDUSTRIAL
PLANTS ON COMMUNE MIELEC***

Streszczenie

W artykule przedstawiono analizę ilości ścieków odpływających z wybranych podmiotów gospodarczych oraz ilość zanieczyszczeń w nich zawartych w okresie trzech lat 2003–2006. Do analizy wybrano 20 podmiotów gospodarczych działających na terenie gminy Mielec dostarczających ścieki do oczyszczalni, tj. Rolmlecz, Szpital Powiatowy, Matbud, Hotel Jubilat, MKS, Pasaż, PKS, Reg-Benz, MPB, Piekarnia Konieczny, Bibmot, Techmix, R&G, Piekarnia Taran, Metalpol, Piekarnia Weryński, Wabex, Kar-Lux, PKN Orlen, Serwis Center.

Ładunek zanieczyszczeń określono na podstawie następujących wskaźników zanieczyszczeń: BZT₅, ChZT, zawiesina ogólna, azot amonowy oraz ekstrakt eterowy.

Ilość ścieków ze wszystkich podmiotów gospodarczych w okresie trzech lat wyniosła średnio 22,7 m³·d⁻¹. Przy czym odpływ ścieków z poszczególnych zakładów był na bardzo zróżnicowanym poziomie i wyniósł od 2,8 m³·d⁻¹ do 160,0 m³·d⁻¹. Największy udział w ogólnej ilości ścieków miał zakład mleczarski „Rolmlecz” natomiast najmniejszą ilość odprowadzanych ścieków odnotowano w zakładzie usługowym „Serwis Center”.

Po określeniu ilości odpływających ścieków określono ilość zanieczyszczeń odprowadzanych ze wszystkich podmiotów gospodarczych. Aby określić średnią wartość analizowanych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach posłużono się średnią ważoną, gdzie wagą była ilość ścieków. Średnia wartość BZT₅ w ściekach wyniosła 157,28 mgO₂·dm⁻³. Natomiast porównując wielkość tego parametru w poszczególnych zakładach stwierdzono bardzo duże zróżnicowanie, które

wahało się od $12,5 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ do $530,0 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$. W przypadku pozostałych wskaźników również stwierdzono bardzo dużą ich zmienność w poszczególnych jednostkach. Wartość ChZT wahała się w granicach od $20,0 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ do $1750,0 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, natomiast średnia ważona wyniosła $460,59 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$. Średnia wielkość zawiesiny ogólnej w ściekach odpływających wyniosła $163,23 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Wartości parametru wahały się od $25,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ do $750,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Wielkości azotu amonowego w ściekach wyniosły średnio $15,26 \text{ mgNH}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$, a ekstraktu eterowego $26,02 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Słowa kluczowe: ilość ścieków, ładunek zanieczyszczeń, średnia ważona

Summary

In Poland problem of planned water-sewage on villages require improvement. Union directive of obligate our country to regulate to 2015 year. Finance which haw local government on villages territory are insufficient on needs building sewage-system and sewage treatment plants. People witch living on this territory are mostly people at small income and they haw not many for sewage-system. Many villages commune should be get many from European Union for investments connected with sewage.

In article presented analysis amount of sewage out flow witch selected entities companys and amount pollutions include in sewage in period 2003–2004 years. To analysis chose 20 industrial plants working on area commune Mielec deliver sewage to sewage treatment plant i.e. Rolmlec, Szpital Powiatowy, Matbud, Hotel Jubilat, MKS, Pasaż, PKS, Reg-Benz, MPB, Piekarnia Konieczny, Bibmot, Techmix, R&G, Piekarnia Taran, Metalpol, Piekarnia Weryński, Wabex, Kar-Lux, PKN Orlen, Serwis Center.

The load of pollutions specific established for indexes pollutions: BOD₅, COD, total suspension, ammonia nitrogen and ether extract.

Amount of sewage from all industrial plants in time there years was average $22,7 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. In flow sewage from individuals industrial plants was on big diverse and was from $2,8 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ to $160,0 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. The biggest participation in all totality of amount sewage was company „Rolmlec”, however the smallest amount sewage out flow wrote down in company „Serwis Center”.

After described amount of sewage described amount pollutions out flow from all industrial plants. For aim describe mean of value analysis indices used mean weigh where weight was flow sewage. The middle value BOD₅ in sewage was $157,28 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$. Compare of size this parameter in individuals companies affirmed very big diverse who was from $12,5 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ to $530,0 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$. In case remaining of indices affirmed also very big changeability from individual companies. Value COD was from $20,0 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ to $1750,0 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, however mean weigh was $460,59 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$. The mean size total suspension in sewage out flow was $163,23 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Value of parameter in sewage was from $25,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ to $750,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Value of total nitrogen in sewage out flow was mean $15,26 \text{ mgNH}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ and ether extract $26,02 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Key words: amount sewage, size of pollutions, mean weight

WSTĘP

W Polsce problem gospodarki wodno-ściekowej na terenach wiejskich jest ciągle nierozwiązany. Dyrektywy unijne zobowiązują nasz kraj do uregulowania tej kwestii do roku 2015 [Dyrektywa Rady Europejskiej 91/271/EWG z 21 maja 1991; Gromiec 2004]. Finanse, którymi dysponują samorządy, szczególnie na terenach wiejskich są niewystarczające na pokrycie kosztów budowy systemów odprowadzania i oczyszczania ścieków [Terek 2006]. Społeczność zamieszkująca te tereny to przeważnie ludzie o niskich dochodach, których trudno przekonać do dofinansowania inwestycji związanej z odprowadzaniem ścieków, szczególnie, że oprócz kosztów wstępnych szacowanych na kilka tysięcy złotych dochodzą w okresie późniejszym zwiększone koszty eksploatacyjne (przeważnie koszt odprowadzania ścieków jest równy lub większy od kosztów pobieranej wody). Wiele gmin wiejskich skorzystało lub nadal korzysta z funduszy unijnych związanych z poprawą infrastruktury sanitarnej. Lecz równie wiele gmin nie dostało żadnego dofinansowania, a bez tych dodatkowych, a może podstawowych środków finansowych na te cele, samorządy lokalne nie podążają takim inwestycjom. Problemem w pozyskaniu finansów „z zewnątrz” często jest brak umiejętności pracowników w odnalezieniu się w gąszczu przepisów dotyczących pozyskiwania środków na te cele.

W związku z tym na obszarach wiejskich, ale też i w większych aglomeracjach duża ilość powstających ścieków bytowych trafia w stanie nieoczyszczonym wprost do rzek lub gruntu, zanieczyszczając w ten sposób środowisko naturalne [Błażejowski 2003]. Większy problem stanowi zanieczyszczenie wód podziemnych, ponieważ ich zdolność samooczyszczania jest dużo mniejsza od procesów oczyszczających wody powierzchniowe. W wielu przypadkach właśnie wody podziemne stanowią źródło wody pitnej na terenach wiejskich [Kowal 2006]. Aby nie dopuścić do zanieczyszczenia źródeł wody pitnej należy w możliwie krótkim czasie wybudować systemy kanalizacyjne wraz z oczyszczalniami ścieków, które w skuteczny sposób będą neutralizować zanieczyszczenia zawarte w ściekach [Pawelek i in. 2004].

CEL PRACY ORAZ METODYKA BADAŃ

Celem pracy była analiza ilości odpływających ścieków oraz wielkości zanieczyszczeń w nich zawartych. Analizie poddano ilość oraz jakość ścieków odpływających z dwudziestu podmiotów gospodarczych na terenie gminy Mielec. Ścieki bytowe wraz z ładunkiem zanieczyszczeń dopływają do istniejącej oczyszczalni ścieków, a następnie do rzeki Wisłoki.

Badania objęły okres trzech lat – od 2004 r. do 2006 r.

Pomiary ilości oraz ładunku zanieczyszczeń dotyczyły następujących podmiotów gospodarczych: Rolmlec, Szpital Powiatowy, Matbud, Hotel Jubilat, MKS, Pasaż, PKS, Reg-Benz, MPB, Piekarnia Konieczny, Bibmot, Techmix, R&G, Piekarnia Taran, Metalpol, Piekarnia Weryński, Wabex, Kar-Lux, PKN Orlen, Serwis Center.

Dla ww. podmiotów określono następujące wskaźniki zanieczyszczeń: BZT₅, ChZT, zawiesina ogólna, azot amonowy oraz ekstrakt eterowy.

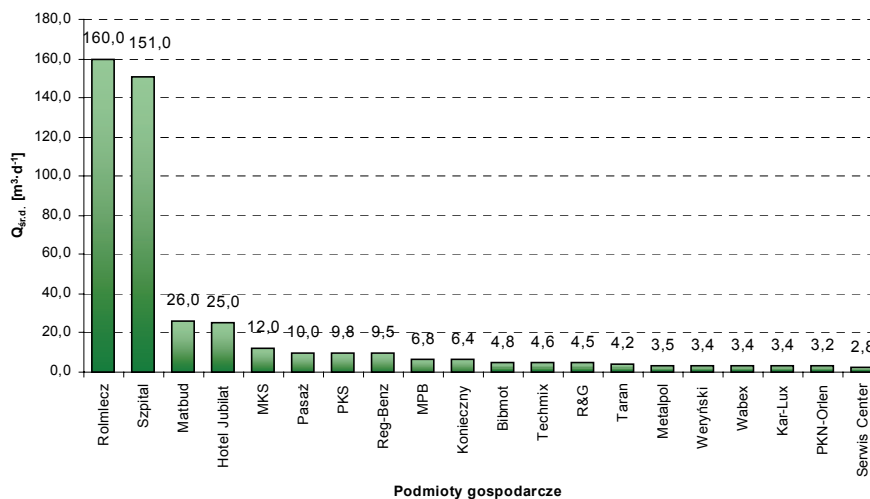
W okresie trzyletnich badań określono ilość powstających ścieków w ww. podmiotach gospodarczych na podstawie ilości zużywanej wody (odczyty z wodomierzy). Przyjęto, iż 100% zużywanej wody trafia jako ścieki do kanalizacji. W tym samym czasie pobrano w nieregularnych odstępach czasu próbki ścieków bytowych do analiz fizykochemicznych. Dla poszczególnych podmiotów ilość pobieranych próbek ścieków wahała się w przedziale od 3 do 5 w każdym roku badań. W związku z różną ilością odprowadzanych ścieków z poszczególnych jednostek, aby obliczyć średnią wartość poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach ze wszystkich jednostek, posłużono się średnią ważoną X_w , gdzie wagą była ilość ścieków [Ryzner 2007].

ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

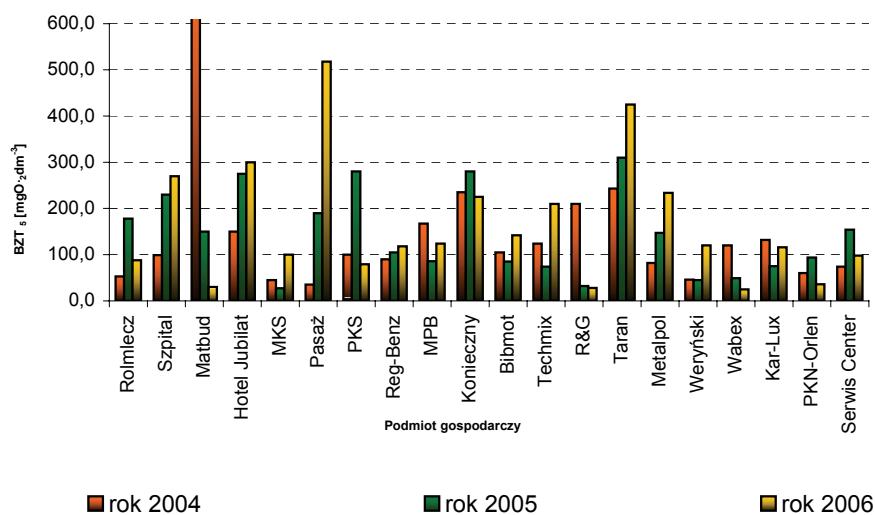
Ilość ścieków dopływających do oczyszczalni w Mielcu z 20 podmiotów gospodarczych w analizowanym okresie, obejmującym lata 2004–2006 została przedstawiona graficznie na rysunku 1. Największą ilość ścieków do oczyszczalni dostarczają dwa podmioty „Rolmlecz” i „Szpital” – odpowiednio 160,0 m³·d⁻¹ oraz 151,0 m³·d⁻¹. Z kolei najmniejsza ilość ścieków dopływających do oczyszczalni pochodzi z „Serwis Center” i wynosi 2,8 m³·d⁻¹. Średni dopływ ścieków z wszystkich zakładów wynosi 22,7 m³·d⁻¹.

W dalszej części analizy określono ilość zanieczyszczeń odprowadzanych z analizowanych zakładów produkcyjnych i usługowych. Na rysunku 2 przedstawiono wielkości BZT₅ odpływające z dwudziestu wspomnianych wcześniej podmiotów gospodarczych, zlokalizowanych na terenie gminy Mielec w latach 2004–2006. Są to wartości średnie z kilku analiz wykonanych dla jednego podmiotu gospodarczego w danym roku. W trzyletnim okresie badawczym oscylowały w granicach od 12,5 mgO₂·dm⁻³ do 530,0 mgO₂·dm⁻³. Aby określić średni udział omawianego wskaźnika zanieczyszczeń w ogólnej ilości odpływających ścieków posłużono się średnią ważoną, gdzie wagą była ilość ścieków. Obliczona średnia wielkość BZT₅ w ściekach odpływających z analizowanych podmiotów gospodarczych wyniosła 157,28 mgO₂·dm⁻³.

W badanym okresie w kilku podmiotach odnotowano wartości wskaźnika znacznie przekraczające wartości średnie. Największe wartości BZT₅ odnotowano w 2005 roku w ściekach pochodzących z zakładu „Konieczny” oraz w 2004 roku z „Taranu”. Wielkość tego wskaźnika w tych dwóch podmiotach gospodarczych wyniosła odpowiednio 530,0 mgO₂·dm⁻³ i 385,0 mgO₂·dm⁻³. Zakładem, z którego odpływały największe wartości BZT₅ (średnio 324,7 mgO₂·dm⁻³) był „Taran”, natomiast najmniejsze zanieczyszczenie ścieków BZT₅ odnotowano z „Serwis Center (średnio 18,0 mgO₂·dm⁻³). Największe zróżnicowanie opisywanego parametru było w zakładzie „Konieczny”. Wartości BZT₅ dla tego zakładu wahały się od 72,0 mgO₂·dm⁻³ w roku 2006 do 530,0 mgO₂·dm⁻³ w roku 2005.

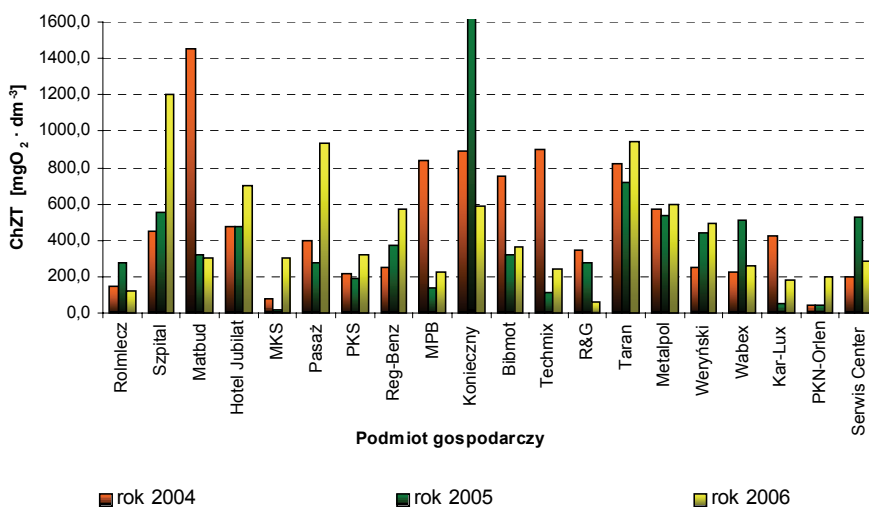


Rysunek 1. Średnia dobowa ilość ścieków z lat 2004–2006 dopływająca z 20 podmiotów gospodarczych
Figure 1. Average of daily amount of sewage from 2004–2006 years volume from 20 industrial plants



Rysunek 2. Wielkość BZT₅ w ściekach odpływających z poszczególnych podmiotów gospodarczych w latach 2004–2006
Figure 2. Concentrations BOD₅ in out flow sewage from individual industrial plants in 2004–2006 years

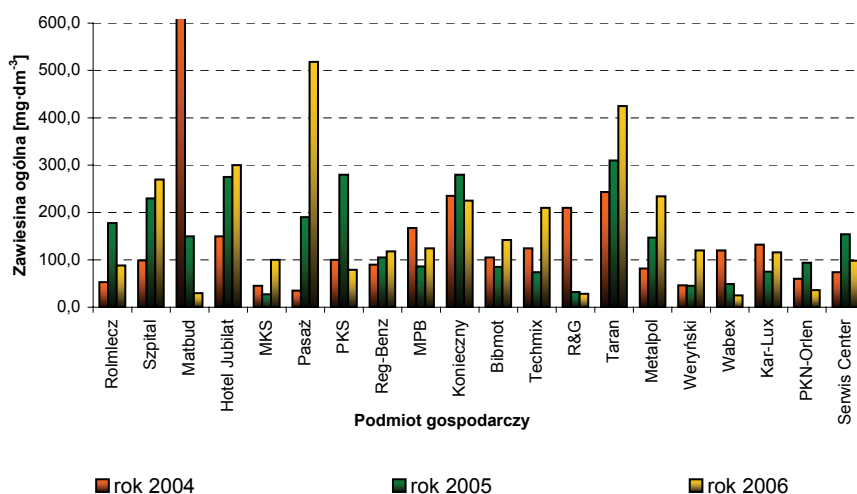
Wielkości ChZT w ściekach dopływających do oczyszczalni w Mielcu z 20 podmiotów gospodarczych były podobnie jak opisywany poprzednio wskaźnik bardzo zróżnicowane (rys. 3). W przeciągu trzech lat wahały się one w granicach od 20,0 mgO₂·dm⁻³ do 1750,0 mgO₂·dm⁻³. Do określenia wartości średniej badanego parametru, w badanym okresie posłużono się jak w poprzednim przypadku, średnią ważoną, która wynosiła 460,59 mgO₂·dm⁻³.



Rysunek 3. Wielkość ChZT w ściekach odpływających z poszczególnych podmiotów gospodarczych w latach 2004–2006
Figure 3. Concentrations COD in out flow sewage from individual industrial plants in 2004–2006 years

Najwyższą wartość ChZT odnotowano w 2005. Podobnie jak w przypadku BZT₅ pochodziła ona z zakładu „Konieczny” i wynosiła 1750,0 mgO₂·dm⁻³. Wartości omawianego parametru znacznie odbiegające od wartości średniej odnotowano również w „Matbudzie” (1450,0 mgO₂·dm⁻³) w 2004 roku, w „Szpitalu” (1200,0 mgO₂·dm⁻³) w 2006 roku oraz w „Technix-sie” (900,0 mgO₂·dm⁻³) w 2004 roku. Zakładem, z którego odpływały najmniejsze wielkości ChZT w przeciągu trzech rozpatrywanych lat była stacja paliw „PKN-Orlen” (średnio 96,7 mgO₂·dm⁻³), mimo że najmniejszą wartość odnotowano w „MKS-sie” (20,0 mgO₂·dm⁻³). Największe zróżnicowanie opisywanego parametru było w zakładzie „Konieczny”. Wartości ChZT dla tego podmiotu gospodarczego wahały się od 590,0 mgO₂·dm⁻³ w roku 2006 do 1750,0 mgO₂·dm⁻³ w roku 2005.

Wielkość zawiesiny ogólnej w ściekach odprowadzanych z analizowanych podmiotów gospodarczych w latach 2004–2006 nie jest tak zróżnicowana, jak to miało miejsce w przypadku wcześniej scharakteryzowanych parametrów BZT₅ oraz ChZT. Wartości tego parametru oscylowały w granicach od 25,0 mg·dm⁻³ do 750,0 mg·dm⁻³. Średnia ważona wartość omawianego wskaźnika w ściekach, gdzie wagą była ilość odpływających ścieków wyniosła 163,23 mg·dm⁻³ (rys. 4).

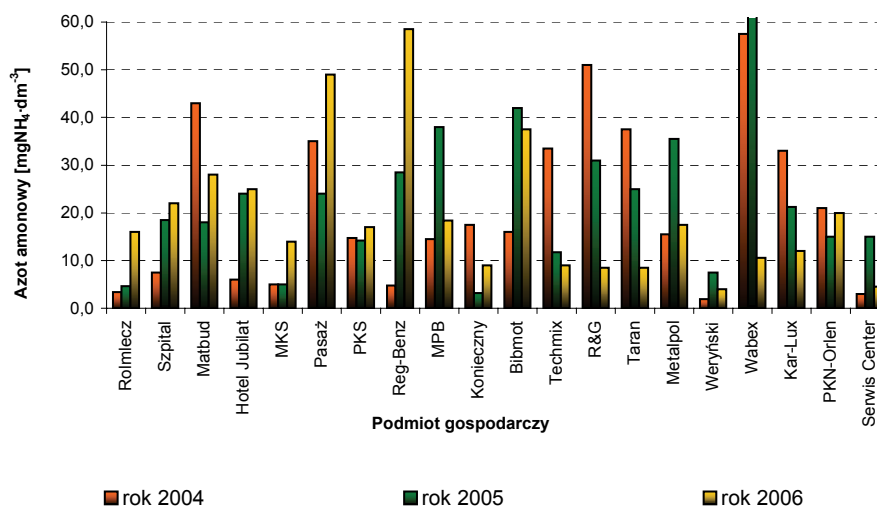


Rysunek 4. Wielkość zawiesiny ogólnej w ściekach odpływających z poszczególnych podmiotów gospodarczych w latach 2004–2006

Figure 4. Concentrations total suspension in out flow sewage from individual industrial plants in 2004–2006 years

W badanym okresie trzykrotnie odnotowano podwyższone wielkości zawiesiny ogólnej, które znacznie odbiegały od wartości średniej. Najwyższe wartości omawianego parametru dopływały do oczyszczalni w Mielcu w roku 2004 z zakładu „Matbud” (750,0 mg·dm⁻³), w 2006 z „Pasażu” (518,0 mg·dm⁻³) oraz w tym samym roku z zakładu „Taran” (425,0 mg·dm⁻³). Najmniejsze zanieczyszczenie ścieków zawiesiną ogólną wystąpiło w ściekach pochodzących z „Wabex-u”. Wyniosło ono 25 mg·dm⁻³. Największe zróżnicowanie występowało w zakładzie „Matbud”, gdzie wartości wahały się w przedziale od 30,0 mg·dm⁻³ do 720,0 mg·dm⁻³.

Wielkości azotu amonowego odprowadzanego w ściekach dopływających do oczyszczalni ścieków w Mielcu w rozpatrywanym okresie trzech lat 2004–2006 wahały się w przedziale od 1,9 mgNH₄·dm⁻³ do 73,5 mgNH₄·dm⁻³ (rys. 5). Średnia ważona wartość omawianego wskaźnika w rozpatrywanym okresie wyniosła 15,26 mgNH₄·dm⁻³.



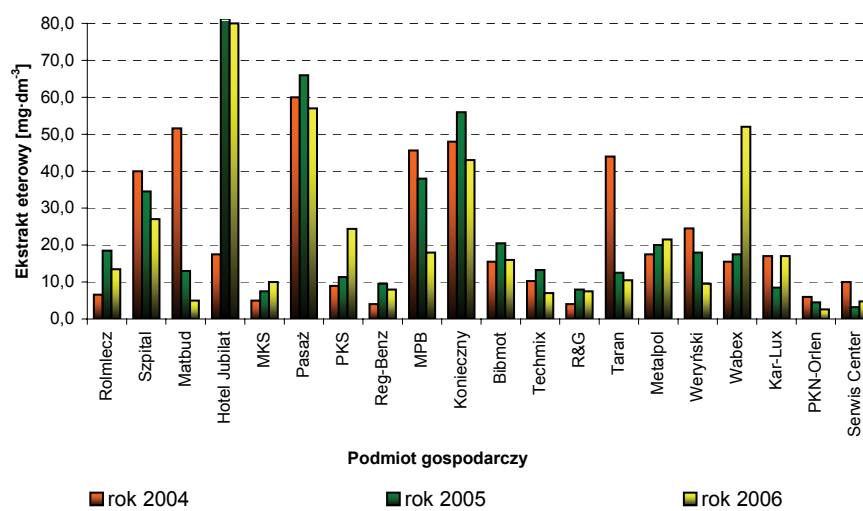
Rysunek 5. Wielkość azotu amonowego w ściekach odpływających z poszczególnych podmiotów gospodarczych w latach 2004–2006
Figure 5. Concentrations ammonia nitrogen in out flow sewage from individual industrial plants in 2004–2006 years

Maksymalna wartość omawianego parametru wystąpiła w 2005 roku w „Wabex-sie” i wynosiła 73,5 mgNH₄·dm⁻³. Ponadto w ściekach pochodzących z zakładów „Reg-Benz” (58,5 mgNH₄·dm⁻³) oraz „R&G” (51,0 mgNH₄·dm⁻³) odnotowano podwyższone wartości omawianego parametru. Najmniejsza ilość azotu amonowego, która dopłynęła do oczyszczalni ścieków w Mielcu została odnotowana w 2004 w zakładzie „Weryński” i wynosiła 1,9 mgNH₄·dm⁻³. Największe zróżnicowanie analizowanego wskaźnika było w zakładzie „Wabex”. Wartości wahały się w granicach od 10,6 do 75,3 mgNH₄·dm⁻³ (była to najwyższa odnotowana ilość azotu amonowego w ściekach pochodzących z 20 omawianych podmiotów gospodarczych).

Ilości ekstraktu eterowego w ściekach odprowadzanych z dwudziestu podmiotów gospodarczych znajdujących się na terenie miasta Mielca oscylowały w granicach od 2,6 mg·dm⁻³ do 147,0 mg·dm⁻³. Aby określić średnią wielkość analizowanego parametru posłużono się średnią ważoną, która wynosiła 26,02 mg·dm⁻³. Podobnie jak w przypadku poprzednich wskaźników, wagą była ilość odpływających ścieków.

W badanym okresie wystąpiły kilkakrotnie wyższe wartości ekstraktu eterowego w porównaniu do wartości średniej. Największe wartości omawianego wskaźnika odnotowano w „Hotelu Jubilat” w latach 2005 i 2006 (odpowiednio 147,0 mg·dm⁻³ oraz 80,0 mg·dm⁻³), w 2004 i 2005 roku w zakładzie „Pasaż” (odpowiednio 66,0 i 60,0 mg·dm⁻³) oraz w „Koniecznym” w 2005 roku

(56,0 mg·dm⁻³). Najmniejsze zanieczyszczenie ścieków ekstraktem eterowym odnotowano w ściekach pochodzących z „PKN-Orlen”. Wynosiło ono w 2006 roku 2,6 mg·dm⁻³. Największe zróżnicowanie opisywanego wskaźnika było w „Hotelu Jubilat”. Wartości ekstraktu eterowego dla w tym przypadku wahały się od 17,5 mgO₂·dm⁻³ w roku 2004 do 147,0 mg·dm⁻³ w roku 2005.



Rysunek 6. Wielkość ekstraktu eterowego w ściekach odpływających z poszczególnych podmiotów gospodarczych w latach 2004–2006

Figure 6. Concentrations ether extract in out flow sewage from individual industrial plants in 2004–2006 years

WNIOSKI I STWIERDZENIA

Analiza ilości ścieków pochodzących z 20 podmiotów gospodarczych oraz ilości zanieczyszczeń wyrażonych wskaźnikami: BZT₅, ChZT, zawiesina ogólna, azot amonowy oraz ekstrakt eterowy pozwoliła sformułować następujące wnioski i spostrzeżenia:

1. Ilość ścieków dopływających z 20 analizowanych podmiotów gospodarczych w okresie 2003–2006 wyniosła średnio 22,7 m³·d⁻¹. Największy udział w ogólnej ilości ścieków miały dwa zakłady „Rolmleczy” oraz „Szpital”. Średnia ilość ścieków pochodząca od tych podmiotów wyniosła odpowiednio 160,0 m³·d⁻¹ i 151,0 m³·d⁻¹.

2. Ładunek zanieczyszczeń wyrażony wskaźnikiem BZT₅ w ogólnej ilości ścieków wyniósł średnio 157,28 mgO₂·dm⁻³ (wartość średnia ważona). Wartość analizowanego wskaźnika była w poszczególnych zakładach bardzo różna i wahała się od 12,0 mgO₂·dm⁻³ do 530,0 mgO₂·dm⁻³.

3. Wielkości dwóch pozostałych wskaźników z grupy podstawowej (ChZT i zawiesiny ogólnej) w ściekach odpływających wyniosły średnio $460,59 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ dla ChZT i $163,23 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ dla zawiesiny ogólnej. Wielkości analizowanych parametrów w okresie trzech lat badań w ściekach wahały się od $20,0 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ do $1750,0 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ w odniesieniu do ChZT i od $25,0 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ do $750,0 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ w odniesieniu do zawiesiny ogólnej.

4. Wskaźnikami uzupełniającymi określenie zanieczyszczeń w ściekach były azot amonowy oraz ekstrakt eterowy. Również w przypadku tych parametrów wystąpiło zróżnicowanie wielkości w poszczególnych podmiotach gospodarczych. Wielkości azotu amonowego oscylowały w granicach od $1,9 \text{ mgNH}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ do $73,5 \text{ mgNH}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$. Natomiast wielkości ekstraktu eterowego wahały się od $2,6 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ do $147,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Wartości średnie (ważone) opisywanych wskaźników w ściekach wyniosły odpowiednio $15,26 \text{ mgNH}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ dla azotu amonowego i $26,02 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ dla ekstraktu eterowego.

BIBLIOGRAFIA

- Błażejowski R. *Kanalizacja wsi. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych*. Oddział Wielkopolski. Poznań 2003.
- Dyrektywa Rady z dnia 21 maja 1991 roku dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych (91/271/EWG). Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej.
- Gromiec M. *Krajowy Program Oczyszczania Ścieków Komunalnych w świetle zobowiązań akcesyjnych wobec Unii Europejskiej*. Gospodarka Wodna 10/2004. Warszawa 2004, s. 401–405.
- Kowal A. *Zanieczyszczenie wód powierzchniowych i podziemnych*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna 9/2006, s. 16–20.
- Pawełek J., Kaczor G., Bergel T. *Zagadnienia ilościowo-jakościowe ścieków bytowych odprowadzanych wiejskimi systemami kanalizacyjnymi*. Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna pt. „Kanalizacja wsi – stan obecny, perspektywy rozwoju”. Poznań – Puszczykowo, luty 2004 r., s. 1–24.
- Ryzner Ł. *Aspekty ilościowe i jakościowe odpływających ścieków do oczyszczalni w Mielcu*. Praca inżynierska wykonana w Katedrze zaopatrzenia Osiedli w Wodę i Kanalizacji Akademii Rolniczej w Krakowie, 2007.
- Terek K. *Bilans krajowego oczyszczania*. Przegląd Komunalny 11(182)/2006, s. 78–79.

Dr inż. Piotr Bugajski, mgr inż. Ewelina Milijanovič
Katedra Zaopatrzenia Osiedli w Wodę i Kanalizacji
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji,
Akademia Rolnicza w Krakowie
Al. Mickiewicza 24/28,
30-059 Kraków
tel. (012) 632-57-88
pbugajsk@ar.krakow.pl

Recenzent: Prof. Stanisław Węglarczyk