INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH

Nr 3/1/2006, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 97–105
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Piotr Bugajski

ILOŚĆ DOPŁYWAJĄCYCH ŚCIEKÓW DO OCZYSZCZALNI SBR – BIOVAC W KSIĄŻU WIELKIM W LATACH 2000–2004

Streszczenie

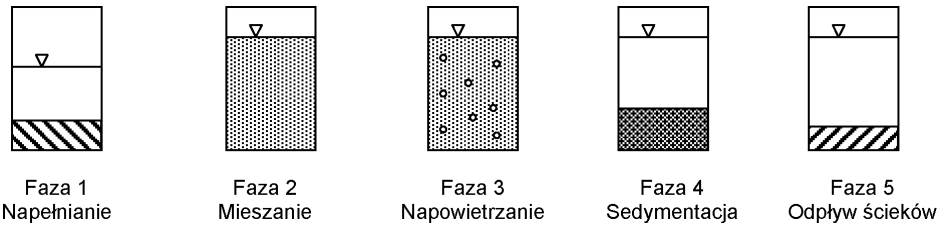
W artykule przedstawiono analizę ilości dopływających ścieków do oczyszczalni typu SBR – BIOVAC w wieloleciu 2001–2004. Przedmiotowa oczyszczalnia zlokalizowana jest na terenie gminy Książ Wielki w województwie małopolskim. Uruchomienie oczyszczalni oraz pełny rozruch nastąpił w roku 2000. Oczyszczalnia ścieków została zaprojektowana na przepływ $Q_{śr.d.}$=200 $m^3 \cdot d^{-1}$. Analiza ilości dopływających ścieków pozwoliła na porównanie ilości ścieków dopływających do ilości zakładanej w projekcie, a tym samym określenie aktualnego obciążenia obiektu. Od roku 2001 do roku 2004 sukcesywnie podłączano kolejnych użytkowników do sieci kanalizacyjnej, co skutkowało zwiększaniem się ilości dopływających ścieków. W roku 2001 dopływało średnio 70,0 $m^3 \cdot d^{-1}$, natomiast w roku 2004 dopływało średnio 106,7 $m^3 \cdot d^{-1}$. W analizowanym okresie czterech lat największe dopływy odnotowano w miesiącach marcu oraz grudniu – średnio 97,0 $m^3 \cdot d^{-1}$, natomiast miesiące o najmniejszym dopływie to styczeń i czerwiec – średni dopływ około 77,0 $m^3 \cdot d^{-1}$. Po przeanalizowaniu średnich dopływów ścieków w poszczególnych dniach tygodnia największe dopływy zanotowano w niedziele (91,5 $m^3 \cdot d^{-1}$), a najmniejsze w soboty (81,0 $m^3 \cdot d^{-1}$). Maksymalne odchylenia od dopływów średnich dobowych wyniosły ± 10%. Aktualny dopływ ścieków jest na poziomie 50% $Q_{śr.d.}$. Z analizy wyników badań wynika, iż do oczyszczalni dopływa w każdym roku więcej ścieków. Trend wzrostowy dopływających ścieków pozwala stwierdzić, iż w najbliższych kilku latach oczyszczalnia ścieków osiągnie pełną zakładaną przepustowość. Istnieje zatem możliwość rozbudowy sieci kanalizacyjnej na terenie gminy, do której należy podłączać kolejne gospodarstwa w celu zwiększenie ilości dopływających ścieków, tak aby osiągnąć pełną zakładaną przepustowość obiektu.

Słowa kluczowe: oczyszczalnie typu SBR, ilość dopływających ścieków

WSTĘP

Rozbudowa sieci kanalizacyjnych na terenach wiejskich spowodowała w ostatnich latach znaczny wzrost ilości ścieków oczyszczanych w zbiorczych oczyszczalniach ścieków [Bugajski 2005]. Nowo wybudowane lub modernizowane już istniejące oczyszczalnie ścieków narażone są często na nierównomierność dopływu, jak i nierównomierność ładunków zanieczyszczeń dopływających w ściekach [Margiel, Wierzbicki 1999; Pawełek in. 2004] Przyczyn zróżnicowanego dopływu ilościowo-jakościowego ścieków na wsiach jest kilka. Do częstych należy zaliczyć nielegalnie podłączone rynny dachowe do kanalizacji, co powoduje w czasie deszczu zwiększenie ilości ścieków nawet kilkakrotne przekroczenia dopływów dopuszczalnych (maksymalnych dobowych Q_{maxd}). Podkreślić należy, iż takie ścieki wymieszane z wodami opadowymi mają o wiele mniejszy ładunek zanieczyszczeń, co powoduje zakłócenia pracy oczyszczalni ścieków. Inną przyczyną, która może wpływać negatywnie na procesy oczyszczania, to dopływ innych ścieków niż ścieki bytowe, a mianowicie: gnojówki, ścieków poubojowych lub ścieków przemysłowych (np. ścieków garbarskich). Ścieki te charakteryzują się zbyt dużymi ładunkami zanieczyszczeń w porównaniu do ścieków bytowych [Łomotowski, Szpindor 1999]. Przykładem może być porównanie jednego z najczęściej określanych wskaźników zanieczyszczeń BZT_5. Wielkość BZT_5 w ściekach bytowych waha się w przedziale 200 ÷ 400 $mgO_2 \cdot dm^{-3}$ [Błażejewski 2003], natomiast wielkość tego parametru w gnojówce może sięgać nawet 20 000 $mgO_2 \cdot dm^{-3}$.

Jednym ze sposobów niwelowania negatywnych skutków zróżnicowanych dopływów do oczyszczalni ścieków na terenach wiejskich jest technologia SBR (*Sequencing Batch Reactor*) [Podedworna, Witkowska 2004]. W reaktorach tych w przeciwieństwie do klasycznych układów z osadem czynnym wszystkie procesy zachodzą w jednym zbiorniku. Proces oczyszczania przebiega w kilku fazach. Pierwsza faza to napełnianie ściekami, druga faza to mieszanie (warunki beztlenowe), trzecia faza to napowietrzanie (warunki tlenowe), czwarta faza sedymentacja (oddzielanie osadów od ścieków) i piąta faza odpływ ścieków oczyszczonych. Długość jednego cyklu, za który uważa się przejście wszystkich faz trwa od 5 do 8 godzin, a długość poszczególnych faz jest ustalana w zależności od potrzeb i zmieniających się warunków zarówno ilościowych, jak i jakościowych ścieków.



Rysunek 1. Cykl pracy reaktora SBR
Figure 1. Cycle working reactor SBR

Reaktory SBR są jednym z rozwiązań porcjowego urządzenia osadu czynnego. Poprzez czasowo zmieniające się warunki tlenowe wewnątrz reaktora technologia ta umożliwia zintegrowane usuwanie związków węgla, azotu i fosforu w jednym zbiorniku pełniącym naprzemiennie rolę komory beztlenowej, tlenowej, anoksycznej oraz osadnika.

CEL I METODYKA BADAŃ

Celem badań było określenie objętości dopływających ścieków w latach 2000–2004 do oczyszczalni SBR (BIOVAC) w miejscowości Książ Wielki. W badanym okresie przeanalizowano dopływy od okresu uruchomienia oczyszczalni do osiągnięcia maksymalnych dopływów z systemu kanalizacyjnego, z którego ścieki dopływają do obiektu. Przeanalizowano dopływy roczne, kwartalne, miesięczne i dobowe. Dopływy dobowe były rejestrowane na bieżąco w dzienniku odczytów, na podstawie których jest możliwość dokładnego przeanalizowania objętości dopływających ścieków w dowolnym okresie. Analiza ilości dopływających ścieków pozwoli na porównanie jej do ilości zakładanej w projekcie, a tym samym określić aktualne obciążenie obiektu, co z kolei pozwoli na stwierdzenie, czy można do badanego obiektu podłączyć kolejne sołectwa z terenu gminy.

OPIS TECHNOLOGII REAKTORÓW CYKLICZNYCH BIOVAC TYPU SBR

Technologia BIOVAC wykorzystuje ogólnie znaną metodę cyklicznego reaktora biologicznego (SBR), tj. wielokrotnego porcjowego napełniania objętości roboczej reaktorów, jak również utrzymywania stałej objętości i wysokiej sprawności osadu czynnego.

Cechą szczególną jest wyjątkowa precyzja realizacji poszczególnych faz procesu technologicznego poprzez zastosowanie najnowocześniejszych systemów sterowania, opartych na sterownikach PLC (Programowalny Sterownik Logiczny) z wykorzystaniem systemów typu MMI oraz SCADA dla monitoringu pracy urządzeń oczyszczalni oraz wizualizacji procesów.

Charakterystyczny dla BIOVAC jest układ usytuowania reaktorów. Skupienie w płaszczyźnie pionowej wzdłuż osi rzędów reaktorów armatury, przewodów rurociągów mocowanych w konstrukcji, tworzących jednocześnie pomosty dla obsługi, tworzy korytarze, umożliwiając w ten sposób doskonały dostęp do wszelkich instalacji technologicznych. Takie rozwiązanie ciągów technologicznych jest typowe dla oczyszczalni BIOVAC niezależnie od typu i wielkości reaktorów.

Połączenie reaktorów przez „drenaż" i system zaworów pozwala transportować osad czynny z reaktorów już pracujących do reaktorów nowo uruchamianych, co daje możliwości stopniowego dostosowania przepustowości oczyszczalni do ilości napływających ścieków, np.: przy etapowaniu budowy kanalizacji i nowych przyłączy.

W oczyszczalniach mających więcej niż jeden reaktor, każdy z nich może funkcjonować jako niezależna oczyszczalnia posiadająca własny system napowietrzania z oddzielną dmuchawą, armaturą i zawory połączone z głównymi rurociągami. Centralny system sterowania łączy poszczególne reaktory w całość technologiczną zapewniającą jednocześnie pełną autonomię każdego reaktora. Dzięki temu oczyszczalnia posiada dużą elastyczność oraz pewność działania w razie ewentualnych awarii urządzeń lub okresowych przeglądów.

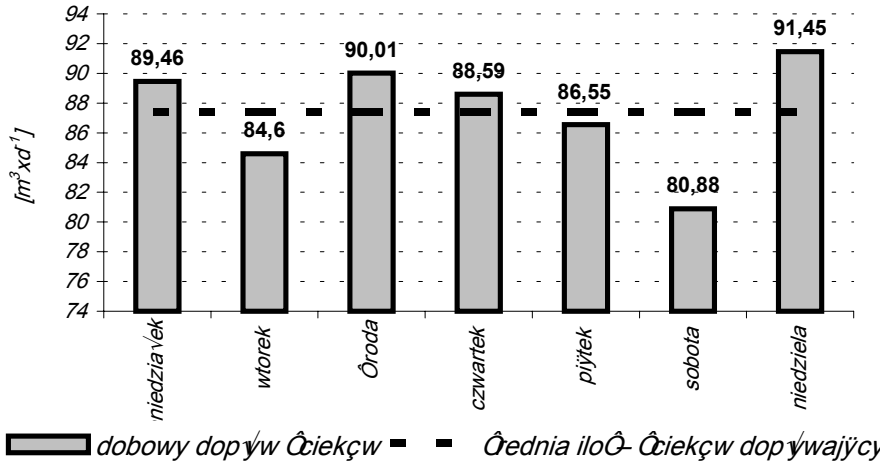
Zastosowany w oczyszczalniach BIOVAC automatyczny cykl „proces przyspieszony" zwiększa przepustowość oczyszczalni o 30–40%, rejestrując jednocześnie czas jego trwania i ilości ścieków oczyszczonych w tym cyklu. Proces ten, pomimo że traktowany jest jako stan awaryjny, zapewnia prawidłowe działanie oczyszczalni w stanach nadzwyczajnych nierównomierności napływu ścieków wywołanych, np.: awariami instalacji, ulewnymi deszczami, roztopami.

ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

Czteroletni okres badań, w czasie którego zarejestrowano dobowe ilości dopływających ścieków pozwolił na dokładną analizę dopływów w ciągu poszczególnych dni tygodnia, miesięcy oraz lat. Omawiana oczyszczalnia ścieków została zaprojektowana na dopływ średniodobowy 200 $m^3 \cdot d^{-1}$. Oczyszczalnia jest tak zaprojektowana, aby można było użytkować część przepustowości, a w razie potrzeby zwiększać

sukcesywnie do osiągnięcia maksymalnej przepustowości. Aktualnie pracują trzy zbiorniki z sześciu, czyli wykorzystane jest 50% przepustowości średniodobowej.

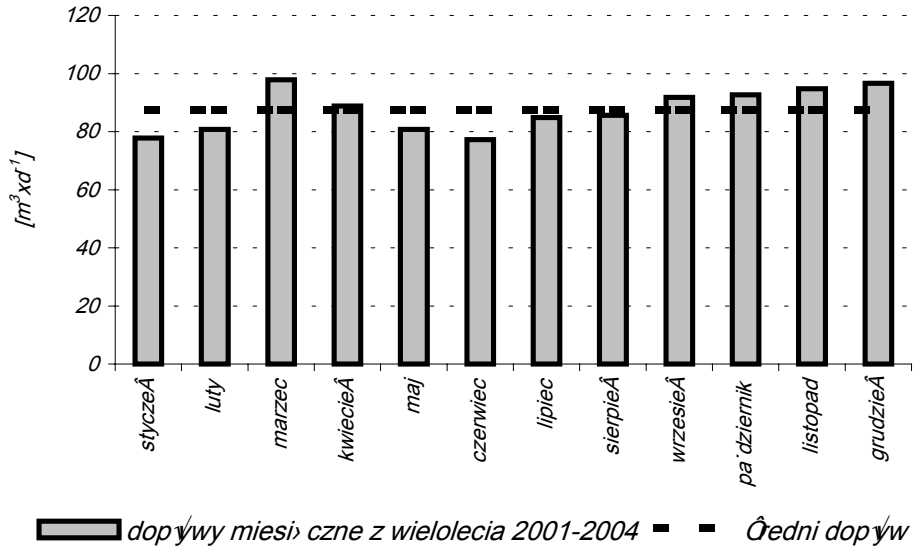
Na rysunku 2 przedstawiono dopływy ścieków w poszczególnych dniach tygodnia w okresie 2001–2004. Średnio do oczyszczalni dopływa 87,36 $m^3 \cdot d^{-1}$ (linia czerwona). Minimalna ilość dopływających ścieków została zarejestrowana w soboty i wynosił średnio 80,88 $m^3 \cdot d^{-1}$, natomiast najwięcej ścieków dopływało w niedzielę 91,45 $m^3 \cdot d^{-1}$. Minimalny dopływ ścieków był niższy od średniodobowego o 8%, a maksymalny o 5,5% większy. W pozostałe dni tygodnia w wieloleciu 2001–2004 dopływ wahał się 84,6 $m^3 \cdot d^{-1}$ do 90,01 $m^3 \cdot d^{-1}$. Na podstawie ilości ścieków dopływających do oczyszczalni można stwierdzić, że oczyszczalnia jest niedociążona hydraulicznie. Maksymalna przepustowość oczyszczalni jest przeszło dwukrotnie większa od ilości aktualnie dopływającej.



Rysunek 2. Ilość dopływających ścieków w poszczególnych dniach tygodnia w oczyszczalni typu SBR-BIOVAC w wieloleciu 2001–2004
Figure 2. Volume of sewage flowing into the treatment plant type SBR-BIOVAC in individuals week days in 2001–2004 years

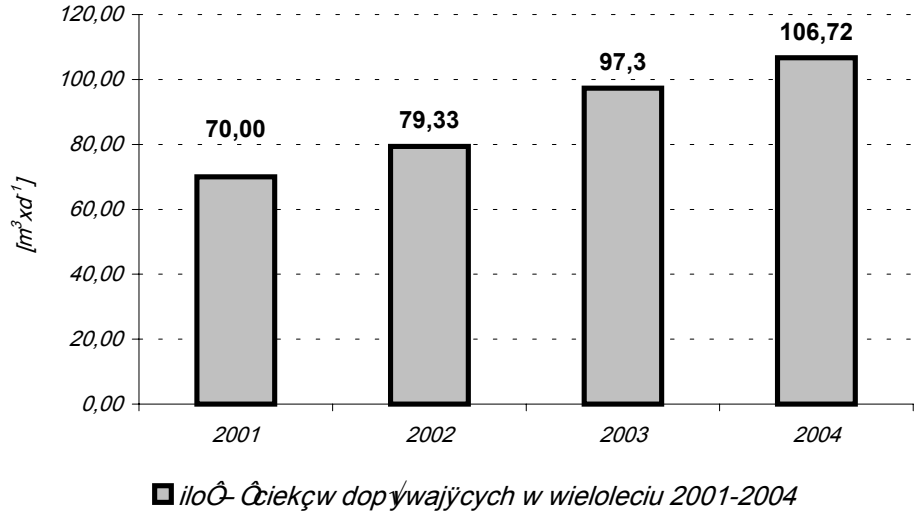
W okresie czteroletnich badań dotyczących ilości dopływających ścieków w poszczególnych miesiącach stwierdzono, iż największy dopływ występował w okresie jesiennym (wrzesień–grudzień) – rysunek 3. W miesiącach tych dopływało od 92 $m^3 \cdot d^{-1}$ do 97 $m^3 \cdot d^{-1}$. Na podobnym wysokim poziomie 97 $m^3 \cdot d^{-1}$ zanotowano dopływ w marcu. W pozosta-

łych miesiącach ilość ścieków dopływających była niższa od dopływu średniego, który wyniósł około 87 $m^3 \cdot d^{-1}$, oprócz miesiąca kwietnia, kiedy ilość dopływających ścieków była nieznacznie wyższa od wartości średniej. Na podstawie analizy dopływających ścieków w poszczególnych miesiącach roku stwierdzono, iż dopływy w poszczególnych miesiącach nie odbiegały znacząco od wartości średniej. Minimalne lub maksymalne różnice wynosiły około 10% w stosunku do średniodobowego dopływu ścieków. Różnice pomiędzy dopływem średnim, minimalnym a maksymalnym są na poziomie, który gwarantuje brak zakłóceń procesów oczyszczania. Przy czym należy podkreślić, iż na procesy oczyszczania ścieków, jakie zachodzą w oczyszczalniach, ilość dopływających ścieków może być tylko jedną z przyczyn ewentualnych zakłóceń. Aby uniknąć przeciążenia hydraulicznego w oczyszczalni stosuje się tzw. kanał ulgi, zwany również kanałem awaryjnym, którym w okresach znacznych przekroczeń dopływów średnich i maksymalnych odprowadza się nadmiar ścieków bez oczyszczania wprost do odbiornika. Na małych zblokowanych oczyszczalniach ścieków w tym również na oczyszczalniach typu SBR w większości przypadków nie stosuje się takich kanałów.



Rysunek 3. Ilość ścieków dopływających w poszczególnych miesiącach do oczyszczalni typu SBR-BIOVAC w wieloleciu 2001–2004
Figure 3. Volume of sewage flowing into the treatment plant type SBR-BIOVAC in individuals months in 2001–2004 years

Oczyszczalnia ścieków została oddana do użytku w 2000 roku. W początkowym okresie następował rozruch obiektu oraz sukcesywne podłączanie kolejnych gospodarstw. Na rysunku 4 przedstawiono dopływ ścieków w poszczególnych latach 2001–2004. Od roku 2001 ilość dopływających ścieków zwiększa się średnio o 10–13% rocznie. W roku 2004 osiągnięto dopływ na poziomie 106,7 $m^3 \cdot d^{-1}$. Przewidywania eksploatatorów wskazują na to, iż dopływ do oczyszczalni powinien się zwiększać rok rocznie z powodu podłączania kolejnych użytkowników oraz rozbudowy sieci kanalizacyjnej na terenie gminy.



Rysunek 4. Ilość dopływających ścieków w poszczególnych latach w oczyszczalni typu SBR-BIOVAC w wieloleciu 2001–2004
Figure 4. Volume of sewage flowing into the treatment plant type SBR-BIOVAC in individuals years in 2001–2004 years

WNIOSKI I STWIERDZENIA

Analiza dopływów ścieków do oczyszczalni SBR – BIOVAC w latach 2001–2004 pozwoliła sformułować następujące wnioski i spostrzeżenia:

1. Średni dopływ ścieków do analizowanej oczyszczalni ścieków wyniósł 87,36 $m^3 \cdot d^{-1}$. Maksymalne ilości ścieków dopływały w niedziele i środy około 91 $m^3 \cdot d^{-1}$, a najmniejsze dopływy zanotowano w soboty około 81 $m^3 \cdot d^{-1}$.

2. W czteroletnim okresie badań największe dopływy zanotowano w miesiącach wrzesień, październik, listopad, grudzień (miesiące jesienne) i w marcu. W miesiącach tych dopływ wyniósł w granicach od 92 $m^3 \cdot d^{-1}$ do 97 $m^3 \cdot d^{-1}$. Natomiast najmniejsze dopływy odnotowano w styczniu oraz czerwcu i wyniosły odpowiednio 77,8 $m^3 \cdot d^{-1}$ i 77,22 $m^3 \cdot d^{-1}$.

3. Od roku 2001 ilość dopływających ścieków zwiększała się średnio o około 10–13% rocznie. Początkowy dopływ wahał się na poziomie 70 $m^3 \cdot d^{-1}$ w roku 2001, by w roku 2004 osiągnąć wartość 106,7 $m^3 \cdot d^{-1}$ z tendencją do dalszego wzrostu.

4. Aktualnie obciążenie oczyszczalni ścieków jest na poziomie 50% $Q_{śr.d.}$ Pozwala to na dalszą rozbudowę sieci kanalizacyjnej na terenie gminy Książ Wielki oraz podłączanie kolejnych użytkowników sieci kanalizacyjnej w celu osiągnięcia zakładanej przepustowości $Q_{śr.d.} = 200\ m^3 \cdot d^{-1}$.

BIBLIOGRAFIA

Błałut R. *Redukcja wybranych wskaźników zanieczyszczeń w oczyszczalni typu SBR w gminie Książ Wielki*. 2005, Maszynopis.

Błażejewski R. *Kanalizacja wsi. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych*. Oddział Wielkopolski. Poznań 2003.

Bugajski P. *Wpływ wybranych czynników na efekty oczyszczania ścieków w przydomowych oczyszczalniach z osadem czynnym*. Rozprawa doktorska opracowana w Katedrze Zaopatrzenia Osiedli w Wodę i Kanalizacji Akademii Rolniczej w Krakowie. 2005. Maszynopis.

Łomotowski J., Szpindor A. *Nowoczesne systemy oczyszczania ścieków*. Arkady, Warszawa 1999.

Margiel L., Wierzbicki T. *Nowe systemy oczyszczania małych ilości ścieków bytowo-gospodarczych*. III Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna nt. „Rozwój technologii w ochronie wód". Międzyzdroje 23-25.06.1999 r. PZITS – Zarząd oddziału szczecińskiego. 1999, s. 77–88.

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 2004r., s 1–24.

Podedworna J., Witkowska E. *Wstępne badania efektywności oczyszczania ścieków w reaktorze SBR z wykorzystaniem czystego tlenu*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna 4/2004. Warszawa 2004, s. 130–136.

dr inż. Piotr Bugajski
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. dr hab. Stanisław Węglarczyk*

Piotr Bugajski

AMOUNT FLOW TO SEWAGE TO TREATMENT PLANT SBR – BIOVAC IN KSIĄŻ WIELKI IN 2000–2004 YEARS

SUMMARY

The article presents a analysis of amount flow to sewage to treatment plant type SBR – BIOVAC in years 2001–2004. The Treatment plant is located in Książ Wielki in province małopolska. The Treatment plant gave and started in 2000 year. The Treatment plant designed to flow sewer Q=200 $m^3 \cdot d^{-1}$. Analysis amount flow to sewer allowed to compare actual flow to sewer with flow to founded in project. From 2001 year do 2004 year successive connected next users to sewage system, because of that increased amount flow to sewer. In 2001 year flowed to middle 70,0 $m^3 \cdot d^{-1}$, however in 2004 year flowed to middle 106,7 $m^3 \cdot d^{-1}$. In analysis time four years the most flow to in months march and december – middle 97,0 $m^3 \cdot d^{-1}$, however months the smallest flow to in january and june – middle 77,0 $m^3 \cdot d^{-1}$. After analysis middle flow to sewer in individual week days the most flow to write down in sundays (91,5 $m^3 \cdot d^{-1}$) and the smallest in saturdays (81,0 $m^3 \cdot d^{-1}$). Maximum deviations from middle days flow to took ± 10%. Actual flow to sewer is about 50% $Q_{śr.d.}$ From analysis results research follow to treatment plant flow to every year more sewer. Trend rising flow to sewer allow affirm in the nearest years the treatment plant will achieve full capacity. Is possibility extend sewage system and connect next households to aim achieve full capacity of treatment plant.

Key words: Treatment plant SBR, amount flow to sewer