

MODELOWANIE I OPTIMALIZACJA ZUŻYCIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ W OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW MLECZARSKICH

mgr inż. Radosław Żylka

Problem gospodarki ściekowej i osadowej w krajach rozwiniętych można uznać za rozwiązany. Większość populacji obsługiwana jest przez zbiorcze systemy kanalizacyjne oraz oczyszczalnię ścieków. Stosowane technologie pozwalają na efektywne oczyszczanie ścieków w stopniu nie stwarzającym zagrożenia dla środowiska. Obecnie, badania w dziedzinie technologii ścieków skupiać się powinny wokół optymalizacji istniejących systemów w celu poprawienia ich efektywności energetycznej.

W Polsce zaobserwować można ciągły wzrost produkcji mleka co skutkuje zwiększonymi ilościami ścieków mleczarskich wymagających oczyszczenia. W przypadku ścieków komunalnych również zaobserwować można wzrost ich ilości w ostatnich latach. Zwiększone ilości ścieków wpływają na wzrost zużycia energii elektrycznej w oczyszczalniach ścieków. Jak pokazują badania, większość emisji gazów cieplarnianych do atmosfery związana z pracą oczyszczalni ścieków, jest spowodowana spalaniem węgla na potrzeby pozyskania energii elektrycznej. W dobie odchodzenia światowych gospodarek od paliw kopalnych konieczna jest optymalizacja energetyczna istniejących systemów oczyszczania ścieków.

Ponadto, badania dostępnej literatury tematu dowodzą, iż brak jest jednolitej metodyki określania efektywności energetycznej obiektów oczyszczających ścieki. W celu opracowania takiej metodyki konieczne jest dokładne opomiarowanie urządzeń oczyszczających ścieki.

Oczyszczalnia ścieków S.M. Bielmlek, jest jedynym obiektem oczyszczającym ścieki mleczarskie w kraju wyposażonym w system pomiaru energii elektrycznej w czasie rzeczywistym. Stało się to przesłanką do przeprowadzenia badań nad energochłonnością procesu oczyszczania ścieków mleczarskich.

Celem pracy było określenie zależności pomiędzy zużyciem energii elektrycznej, a efektywnością procesów jednostkowych oczyszczania ścieków mleczarskich z uwzględnieniem zmian ilości i składu ścieków, ilości osadów ściekowych oraz wymaganego efektu oczyszczania ścieków. Dodatkowymi celami użytkowymi pracy była optymalizacja i zmniejszenia zużycia energii elektrycznej w procesie oczyszczania ścieków mleczarskich i przeróbki osadów ściekowych przy zachowaniu wymaganego efektu

ekologicznego, obniżenie kosztów funkcjonowania oczyszczalni ścieków mleczarskich oraz opracowanie modeli zużycia energii elektrycznej, stanowiących uniwersalne narzędzie dla eksploatatorów i projektantów systemów oczyszczania ścieków mleczarskich.

Badania przeprowadzono w oczyszczalni ścieków Spółdzielni Mleczarskiej Bielmlek w Bielsku Podlaskim. Jednoczesne pomiary parametrów jakościowych i ilościowych ścieków oraz zużycia energii elektrycznej w poszczególnych procesach jednostkowych prowadzone były w okresie od września 2015 r. do lutego 2018 r. w interwałach jednodobowych.

Przeprowadzone badania wykazały, że możliwe jest przeprowadzenie optymalizacji zużycia energii elektrycznej w oczyszczalni ścieków mleczarskich w oparciu o analizę jej wykorzystania w poszczególnych procesach jednostkowych oraz ocenę efektywności tych procesów. Wyniki badań potwierdzają konieczność stosowania opomiarowania zużycia energii elektrycznej w czasie rzeczywistym podczas procesów oczyszczania ścieków komunalnych i przemysłowych.

Uzyskano modele matematyczne opisujące zmienność zużycia energii elektrycznej w oczyszczalni ścieków. Stwierdzono, że głównym parametrem determinującym zużycie energii elektrycznej w badanej oczyszczalni ścieków jest ładunek substancji organicznych wyrażonych wartością ChZT w połączeniu z temperaturą powietrza.

Ponadto stwierdzono, że wykorzystując zużycie energii elektrycznej w procesach biologicznych jako zmienną niezależną w połączeniu z temperaturą zewnętrzną można w 91% opisać zmienność całkowitego zużycia energii elektrycznej. Stwierdzono również, że nie można opisać zmienności całkowitego zużycia energii elektrycznej na potrzeby przeróbki osadów za pomocą ich dobowej ilości.

Opracowane modele zużycia energii elektrycznej były podstawą do stworzenia aplikacji do symulacji zużycia energii elektrycznej w badanej oczyszczalni ścieków. Na podstawie zadanych parametrów wejściowych: ładunku ChZT oraz temperatury zewnętrznej, możliwe jest określenie całkowitego zużycia energii elektrycznej przez oczyszczalnię oraz w procesach jednostkowych.

MODELLING AND OPTIMIZING ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION IN DAIRY WASTEWATER TREATMENT PLANT

Radosław Żyłka, M.Sc. Eng.

Worldwide, wastewater treatment technology has developed to the level where it is no longer hazardous to the environment. Most developed countries' populations' are served by collective sewer systems and wastewater treatment plants. Nowadays, research in the field of wastewater technology should focus on the topic of improving the energy performance of existing systems.

A constant rise of the amount of sewage can be observed in Poland in recent years. This phenomenon refers to both dairy and municipal wastewater. An increased stream of wastewater is the reason for a higher energy demand of wastewater treatment plants. Research has shown that most of the greenhouse gas emissions connected to WWTPs operation is caused by electric energy obtained from carbon combustion. In the times of transforming the world's economy to "carbon – free", energetic optimization of wastewater treating systems is crucial.

What's more, research shows a lack of unified methodology for the evaluation of energetic efficiency of WWTP's. In order to develop such a methodology, a precise measurement of electric energy consumption is needed. Bielmlek Dairy Cooperative wastewater treatment plant is the only dairy WWTP in Poland equipped with a real time electric energy consumption measurement system. It was the grounds for conducting research on energy consumption in dairy wastewater treatment plants.

The aim of this dissertation was to evaluate the relationship between energy demand of the plant and the effectiveness of the treatment process. Changes in quality and quantity of sewage and excessive sludge were also taken into account. Additionally, a utilitarian aim of the dissertation was also the reduction of wastewater treatment costs and the development of mathematical models to describe energy consumption, which can be used by designers and engineers of similar plants.

Research was conducted in Bielmlek Dairy Cooperative WWTP in Bielsk Podlaski, Poland. At the same time, analyses of wastewater parameters and energy consumption measurements were carried out. The research lasted from September 2015 to February 2018.

Research showed that there is a possibility of optimizing energy consumption of dairy wastewater treatment plants by analyzing its usage in particular treatment processes and

effectiveness of these processes. Results of the research confirm the necessity for the use of real time electric energy consumption measurement in industrial and municipal WWTPs.

Mathematical models describing the usage of electric energy in wastewater treatment plant were obtained. It was observed that the main parameter determining energy consumption in treatment processes is the daily load of COD in raw sewage combined with air temperature. Furthermore, it was observed that using energy consumption in biological processes as an independent variable in combination with air temperature, the variability of total energy consumption by plant can be described in 91%. It was found that electric energy consumption during excessive sludge processing is practically independent from the daily volume of sludge.

The mathematical models obtained were implemented to create an application simulating energy consumption in wastewater treatment plants. Based on the input parameters, daily COD load in raw sewage and air temperature, it is possible to simulate total energy consumption by the plant and consumption in particular processes.