



**POLITECHNIKA  
RZESZOWSKA**  
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

**mgr inż. Marta WÓJCIK**

---

***Analiza efektywności kondycjonowania osadów  
ściekowych popiołami ze spalania biomasy***

***The analysis of the effectiveness of sewage sludge  
conditioning with the use of biomass ashes***

---

**Promotor: prof. dr hab. inż. Feliks STACHOWICZ**

*Politechnika Rzeszowska*

**Promotor pomocniczy: dr inż. Adam MASŁOŃ**

*Politechnika Rzeszowska*

---

***Streszczenie pracy doktorskiej  
PhD Thesis Summary***

---

Rzeszów 2018

---

Katedra Przeróbki Plastycznej

## **STRESZCZENIE**

Występowanie surowych osadów ściekowych w postaci stabilnego układu koloidalnego o dużej elastyczności uniemożliwia uzyskanie wymaganej skuteczności odwadniania bez wcześniejszej modyfikacji ich struktury. Obecnie jako etap poprzedzający odwadnianie osadów stosowany jest proces kondycjonowania z użyciem różnych technik, przy czym największą popularność zyskały metody chemiczne. Wysokie koszty zakupu chemicznych reagentów doprowadziły do intensywnych prac badawczych nad opracowaniem nowych metod kondycjonowania, które przy niższych nakładach finansowych pozwolą zintensyfikować usuwanie wody z osadów. Celem rozprawy było zbadanie wpływu mechanicznego kondycjonowania z użyciem ubocznych produktów spalania biomasy na efektywność procesów zagęszczania, odwadniania i higienizacji osadów ściekowych.

W części teoretycznej pracy, zawierającej sześć rozdziałów, przedstawiono obecny stan wiedzy dotyczącej właściwości osadów ściekowych oraz sposobów ich przeróbki i utylizacji. W szczególności opisano mechanizm oraz metody kondycjonowania osadów, z uwzględnieniem rozwiązań opartych na aplikacji ubocznych produktów spalania paliw. Zaprezentowano również ekologiczno-techniczne możliwości zagospodarowania finalnego produktu odwadniania osadów kondycjonowanych popiołami ze spalania biomasy, tj. mieszaniny osadowo-popiołowej w zabiegach rekultywacyjnych. Studium literatury stanowiło podstawę do wyznaczenia celu, zakresu i tematyki pracy oraz opracowania programu badań eksperymentalnych.

Część doświadczalna pracy, składająca się z dziewięciu podrozdziałów, zawiera rezultaty badań nad intensyfikacją procesów przeróbki osadów ściekowych z użyciem ubocznych produktów spalania biomasy. W pierwszym etapie wyznaczono podstawowe właściwości fizyko-chemiczne popiołów (m.in. powierzchnię właściwą, porowatość, skład chemiczny), które mogą w znacznym stopniu determinować przydatność ubocznych produktów spalania w gospodarce osadowej. Uwzględniając charakterystykę materiałów, zbadano wpływ aplikacji popiołów ze spalania biomasy na zagęszczanie i odwadnianie osadów. Użytkane wyniki porównano z działaniem innych metod kondycjonowania: dozowaniem polielektrolitów przemysłowych oraz dualną aplikacją polimerów i popiołów, które były również przedmiotem badań. Wszystkie wyniki badań zamieszczono na końcu pracy w formie 11 załączników. Na etapie testów laboratoryjnych, wyznaczono również wpływ mechanicznego kondycjonowania z użyciem ubocznych produktów spalania biomasy na charakterystykę mikrobiologiczną oraz właściwości reologiczne osadów.

Rezultaty badań laboratoryjnych nad intensyfikacją procesów przeróbki osadów ściekowych zweryfikowano w skali technicznej w oczyszczalni ścieków. Uzyskane wyniki potwierdziły przydatność aplikacji ubocznych produktów spalania biomasy również poza sferą testów laboratoryjnych. Finalnym etapem prac było wykonanie wstępnej analizy ekonomicznej nad wspomaganiami odwadniania osadów z zastosowaniem popiołów ze spalania biomasy. Finansowe aspekty stosowania ubocznych produktów spalania w procesach przeróbki osadów oceniono, porównując uzyskane rezultaty z analizą ekonomiczną odwadniania osadów kondycjonowanych polielektrolitami.

Przedstawiona w pracy doktorskiej metoda kondycjonowania z użyciem ubocznych produktów spalania biomasy jest nowatorskim rozwiązaniem w dziedzinie gospodarki osadami ściekowymi. Potwierdzenie skuteczności zaproponowanego rozwiązania stanowi podstawę do prowadzenia dalszych badań nad wspomaganiami odwadniania osadów ściekowych z użyciem innych produktów odpadowych, w tym popiołów uzyskiwanych ze spalania niekonwencjonalnej biomasy.

## **SUMMARY**

The presence of raw sewage sludge in the form of stable colloidal system with high elasticity makes it impossible to obtain the required efficiency of sludge dewatering without prior modification of its structure. Currently, conditioning with the use of different techniques is applied as a stage leading up to sewage sludge dewatering. However, chemical methods of sewage sludge conditioning are most prevalent. The high cost associated with the acquisition of chemical reagents leads to the intensive research on the development of new sludge conditioning methods which could eliminate water from sewage sludge with the lowest financial impact. The aim of PhD thesis was to examine the influence of mechanical conditioning with the use of biomass combustion by-products on the effectiveness of sewage sludge thickening, dewatering and higienization.

The theoretical part of this PhD thesis consisting of six chapters discusses the current state of knowledge concerning the properties of sewage sludge and the methods of its treatment and utilization. It presents the sewage sludge conditioning mechanism and methods with particular focus on the solutions that are based on the application of combustion by-products. The thesis next describes the possibility of a final sewage sludge dewatering product management, e.g. the mixture of sewage sludge and ash in reclamation. The literature review has served as the basis for the development of aim, scope of work and thesis of PhD dissertation. The program of experimental research was developed on the basis of analysed literature.

The experimental part of this PhD thesis, containing nine subchapters, presents the results of laboratory tests carried out on the intensification of sewage sludge treatment with the use of biomass combustion by-products. The first stage of research has served to determine the basic physical and chemical characteristics of biomass ashes (e.g. specific surface area, porosity and chemical composition). The aforementioned properties of ashes helped to establish the usefulness of combustion by-products to a large extent in sewage sludge management. While taking into account the characteristics of materials, the thesis examines the influence of the application of biomass ashes on sewage sludge thickening and dewatering. Thus obtained results were compared with other methods of sewage sludge conditioning; the addition of industrial polyelectrolytes and the dual application of polymers and biomass ashes which were also the subject of the study. All findings are discussed at the end of PhD thesis. They are presented in the form of eleven attachments. Laboratory tests also show the impact of mechanical conditioning with the use of biomass combustion by-products on microbiological and rheological characteristics of sewage sludge.

The results of laboratory tests concerning the intensification of sewage sludge treatment were verified in a technical scale in a wastewater treatment plant. The obtained results confirmed the usefulness of biomass combustion by-products in sewage sludge management outside of the sphere of laboratory research. The final stage of work was the preparation of an initial cost analysis concerning the improvement of sewage sludge dewatering with the use of biomass ashes. Financial aspects related to the application of biomass combustion by-products in sewage sludge treatment were assessed by comparing the obtained results with the cost analysis of sludge dewatering after conditioning with the use of polyelectrolytes.

The method of sludge conditioning with the application of biomass ashes presented in this PhD thesis is a new solution in sewage sludge management. The confirmation of the effectiveness of aforementioned proposition forms the basis for the further research concerning the improvement of sewage sludge dewatering with the use of other waste products, including ashes obtained from the combustion of unconventional biomass.