

**SPRAWOZDANIE KOŃCOWE
Z REALIZACJI PROJEKTU PRAC
PRZEDWDROŻENIOWYCH
pt. „TECHNOLOGIA WYKORZYSTANIA BIOMIESZANKI NA
BAZIE OSADÓW ŚCIEKOWYCH W CELU ZASTOSOWANIA
ENERGETYCZNEGO I ROLNICZEGO”
(BRYKOS 62)**

Kierownik projektu: Dr hab. inż. Małgorzata Makowska

Wykonawcy: Dr inż. Sebastian Kujawiak

Dr. inż. Maciej Pawlak

Mgr inż. Aleksandra Sowinska

Poznań, 16.11.2018.

Projekt „*Inkubator innowacyjności+*” jest współfinansowany ze środków finansowych na naukę w ramach projektu pozakonkursowego „Wsparcie zarządzania badaniami naukowymi i komercjalizacja wyników prac B+R w jednostkach naukowych i przedsiębiorstwach”, realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 (Działanie 4.4).

WPROWADZENIE

W związku z przystąpieniem Polski do UE coraz większą wagę przykłada się do unieszkodliwiania i wykorzystania, osadów ściekowych oraz do uzyskiwania energii ze źródeł odnawialnych. Najbardziej opłacalne jest wykorzystanie osadów w miejscu, w którym powstały. Celem projektu było opracowanie technologii wykorzystania biomieszanki uzyskanej z osadów ściekowych i siewki słomianej do celów energetycznych i rolniczych. Ze względu na specyficzne właściwości składników mieszanki konieczne było opracowanie specjalnego urządzenia, umożliwiającego ich dawkowanie w odpowiednich proporcjach, które to urządzenie może być adaptowane do wysokiej jakości, certyfikowanej brykietarki. Analiza składu brykiety i procesu spalania umożliwiła uzyskanie zamierzonych efektów.

WYKONANIE PROTOTYPU



W okresie od października 2017 r. do grudnia 2018 r. z zakupionych wcześniej materiałów, został wykonany prototyp podajnika biomieszanki. Wykonanie urządzenia zostało zlecone firmie Asket. Konstrukcja została rozwiązana w taki sposób, aby urządzenie można było łatwo podłączyć i dostosować do certyfikowanej linii technologicznej wytwarzającej brykiety z założoną wydajnością ok. 60 kg/h (ryc.1.) Podawanie materiału umożliwia podajnik ślimakowy umieszczony wewnątrz zbiornika, w jego dolnej części. Urządzenie zostało wyposażone w system sterowania połączony z motoreduktorem, który umożliwia zmianę obrotów przenośnika ślimakowego w dużym zakresie. Układ sterowania umożliwia dawkowanie składnika biomieszanki w takiej ilości, aby zapewnić odpowiedni udział procentowy komponentów w produkcji.

Ryc.1. Podajnik osadu

Projekt „*Inkubator innowacyjności+*” jest współfinansowany ze środków finansowych na naukę w ramach projektu pozakonkursowego „Wsparcie zarządzania badaniami naukowymi i komercjalizacja wyników prac B+R w jednostkach naukowych i przedsiębiorstwach”, realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 (Działanie 4.4).



PRZYGOTOWANIE OSADU DO PRZERÓBKII

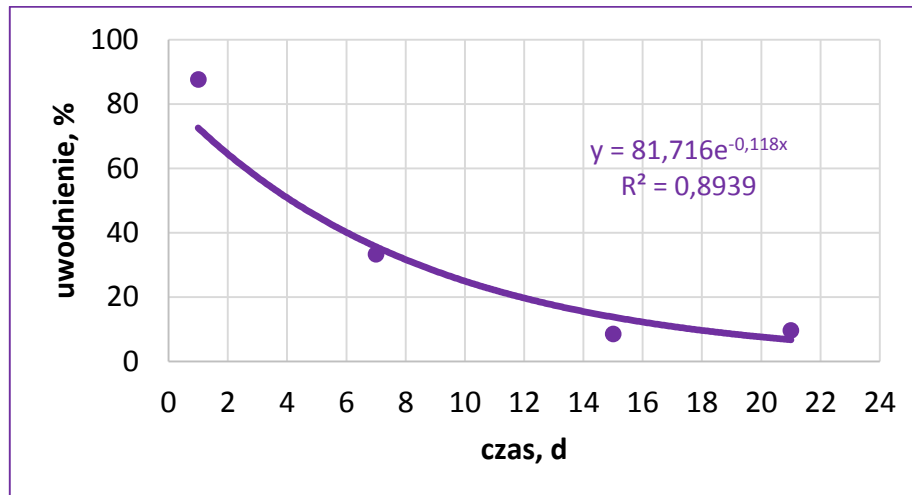
Wytwarzana biomieszanka powinna mieć wilgotność ok. 25%. Z tego względu osad ściekowy, który ma być użyty do wytworzenia biomieszanek, musi być podsuszony do wilgotności od 20 do 30% (osad odwodniony charakteryzuje się wilgotnością ok. 85%). Zaplanowano suszenie osadu metodą solarną. W metodzie tej konstruuje się zadaszenie w formie szklarni lub tunelu pokrytego folią i suszy się osad w warstwie 20 – 30 cm z wykorzystaniem energii słonecznej i efektu cieplarnianego.



Ryc. 2. Tunel do suszenia osadu

Suszenie osadu z oczyszczalni przeprowadzono w tunelu foliowym o wymiarach w planie 2 X 3 metry i wysokości 2 metry (ryc.2.). Osad pochodził z gminnej oczyszczalni ścieków. Suszony był przy zewnętrznych temperaturach powietrza 20 – 35 °C (warunki letnie).

Osad suszono do wilgotności ok. 20%, ze względu na wymagania dla przygotowywanej mieszanki, stąd czas suszenia, w temperaturze zewnętrznej powyżej 20°C, wynosił nie więcej niż 20 dni. Na ryc. 3 przedstawiono przykładową krzywą suszenia osadu.

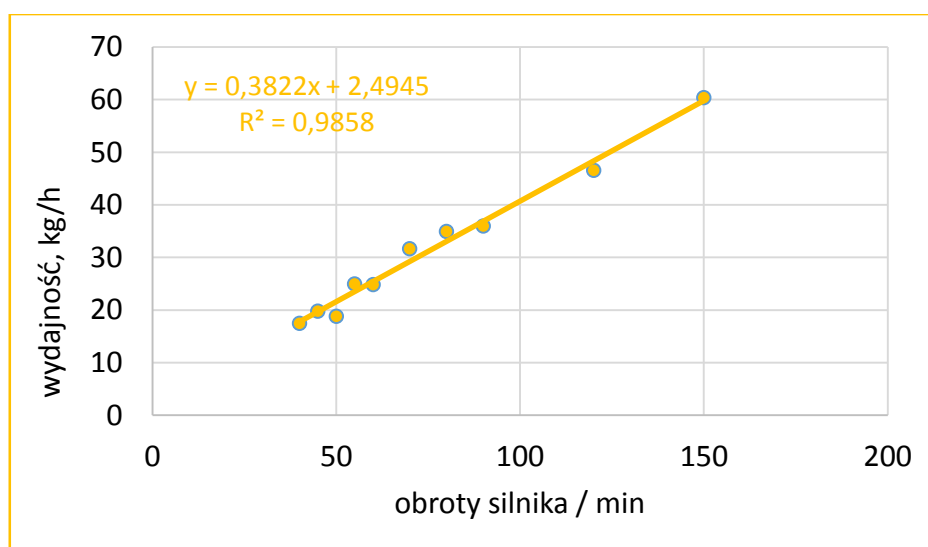


Ryc. 3. Krzywa suszenia osadu ściekowego w tunelu foliowym

Pozyskano i przygotowano składniki biomieszanki tak, aby miały odpowiednią granulację i mogły być dawkowane równomiernie podczas pracy urządzenia brykietującego. Podsuszony osad był dawkowany w postaci granulatu, a słoma w postaci sieczonej.

INSTALACJA I KALIBRACJA URZĄDZENIA

Po wykonaniu prototypu przeprowadzono jego kalibrację przy różnych nastawach sterownika, uzyskując zależność wydajności podajnika od nastawionych za pomocą sterownika obrotów silnika napędzającego przenośnik ślimakowy (ryc.4).

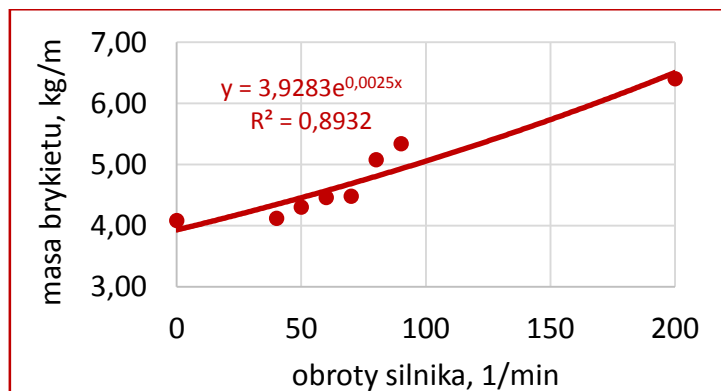


Ryc.4. Wykres kalibracji podajnika

Po kalibracji przeprowadzono próbę instalacji prototypu na certyfikowanej linii technologicznej wytwarzającej brykiety, o wydajności ok. 60 kg/h. Uruchomiono system i przeprowadzono wstępne testy pracy układu. W trakcie prób mierzono wydajność instalacji przy różnym udziale komponentów w mieszance, zgodnie z uzyskanym wcześniej wykresem kalibracji. Oceniono uzyskane efekty i stwierdzono konieczność niewielkiej zmiany sposobu instalacji prototypu do linii technologicznej tak, aby uzyskiwana mieszanka była jednorodna pod względem udziału komponentów. Następnie przeprowadzono rozruch urządzenia. Materiał użyty do testów jak i otrzymany wstępny produkt poddano analizie laboratoryjnej; oznaczono wilgotność i zawartość masy organicznej. Uzyskano średnie wartości odpowiednio 8 - 17% i 67 - 82%.

WYKONANIE BRYKIETÓW Z BIOMIESZANKI

Następnie przeprowadzono proces wytwarzania brykiety w ośmiu seriach, przy różnym nastawieniu sterownika obrotów podajnika ślimakowego, co przekładało się na różną wydajność podajnika i różny skład mieszanki (przy czym w serii pierwszej dawkowano samą słomę, a w serii ósmej sam osad). Wytworzone mieszanki zawierały od 23 do 50% osadu ściekowego, a wilgotność uzyskanej mieszanki wynosiła od 14 do 24%. Maszyna brykietująca pracowała ze średnią wydajnością 67 kg/h. Ciężar brykiety był zależny od obrotów silnika podajnika, a więc od zawartości osadu w brykiecie (ryc.5).



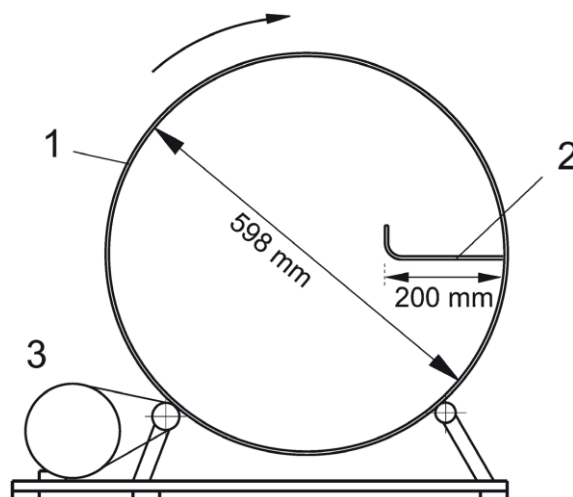
Ryc.5. Jednostkowa masa brykiety wytworzonego z biomieszanki

BADANIA LABORATORYJNE

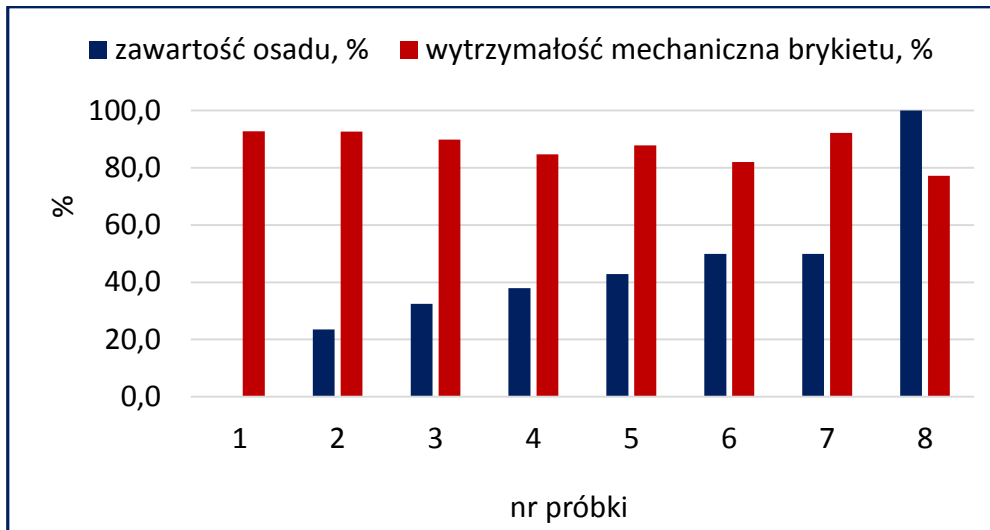
1. Badania wytrzymałościowe

W dalszej kolejności przeprowadzono próby wytrzymałościowe uzyskanych brykietów, zgodnie z normą PN-EN ISO 17831-2:2016-02 („Biopaliwa stałe. Oznaczanie wytrzymałości mechanicznej peletów i brykietów. Część 2: Brykiety” – ryc.6).

Ryc.6. Urządzenie do badania wytrzymałości brykietów; 1 – bęben, 2 – przegroda, 3 - napęd



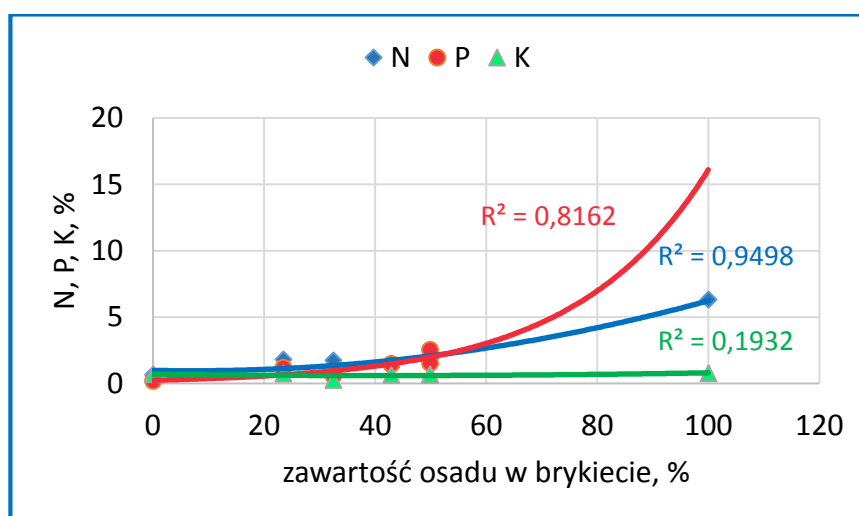
Wyniki przedstawiono na ryc.7. Wytrzymałość brykietów wynosiła od 84 do 92% (średnio 87%). Wytrzymałość brykietów z mieszanek słomy i osadu była zbliżona do wytrzymałości uzyskiwanej dla brykietu z samej słomy. Tylko brykiet wytworzony z samego osadu miał wytrzymałość poniżej 80%.



Ryc.7. Średnia wytrzymałość mechaniczna brykietu

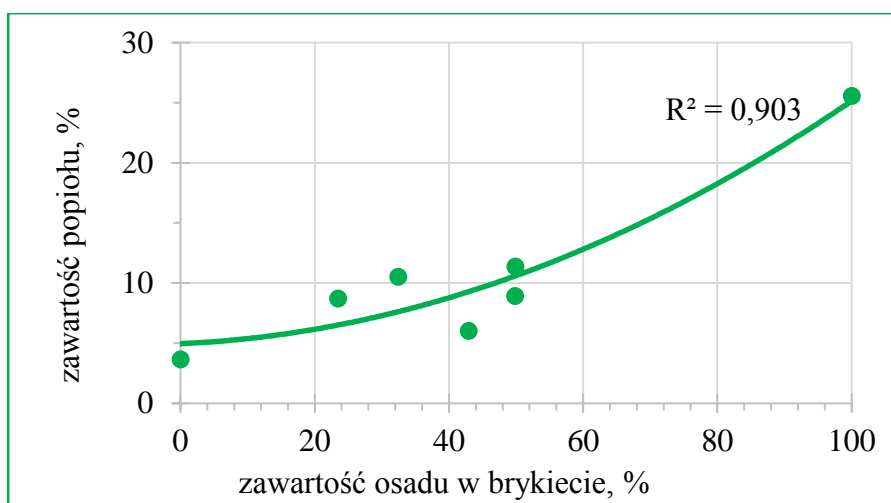
2. Badania składu i właściwości biomieszanki

Przeprowadzono również badania właściwości otrzymanych biomieszanek. Określono skład i właściwości paliwowe. Badania zlecono do Instytutu Technologii Drewna w Poznaniu. Stwierdzono, że zawartość węgla nie zmienia się wraz z ilością osadu w brykiecie i wynosi średnio 45,1%; zawartość siarki, wodoru i chloru nieznacznie wzrasta (średnie odpowiednio 0,330, 6,140 i 0,046 %), natomiast wraz ze wzrostem zawartości osadu w paliwie wzrasta udział azotu do ok. 6%, fosforu do ok. 2,5% i potasu do ok. 1% (ryc. 8); wzrasta również zawartość popiołu (ryc. 9).



Ryc.8. Zawartość azotu i fosforu w brykiecie

Projekt „*Inkubator innowacyjności+*” jest współfinansowany ze środków finansowych na naukę w ramach projektu pozakonkursowego „Wsparcie zarządzania badaniami naukowymi i komercjalizacja wyników prac B+R w jednostkach naukowych i przedsiębiorstwach”, realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 (Działanie 4.4).



Ryc.9. Zawartość popiołu w biopaliwie w zależności od ilości osadu

Oznaczona wartość opałowa paliwa z biomieszanki nie zależała od zawartości osadu w mieszance i wynosiła ok. 15,5 MJ/kg, czyli kilka do kilkunastu procent mniej niż materiały takie jak pelety drzewne, trociny czy zrębki (tab. 1).

Tab.1. Porównanie parametrów biopaliw wytworzonych z różnych materiałów

Parametr	Jednostka	Materiał				
		Trociny iglaste	Trociny liściaste	Zrębki wierzbowe	Pelety drzewne	Biomieszanka
Zawartość węgla	%	51,76	50,28	49,59	51,43	45,1
Zawartość azotu	%	0,06	0,05	0,69	0,40	2,20
Zawartość fosforu	%	-	-	-	-	1,20
Zawartość potasu	%	0,025	0,097	0,317	0,037	0,70
Wartość opałowa	MJ/kg	19,17	17,90	17,89	19,06	15,50
Ciepło spalania	MJ/kg	20,47	19,18	19,14	20,50	18,70

3. Badania emisji gazów spalinowych

W końcowej części projektu wykonano badania emisji gazów spalinowych powstających przy energetycznym spalaniu brykietów i na tej podstawie przeprowadzono ocenę składu spalin powstających przy spalaniu biomieszanki.

Projekt „*Inkubator innowacyjności+*” jest współfinansowany ze środków finansowych na naukę w ramach projektu pozakonkursowego „Wsparcie zarządzania badaniami naukowymi i komercjalizacja wyników prac B+R w jednostkach naukowych i przedsiębiorstwach”, realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 (Działanie 4.4).

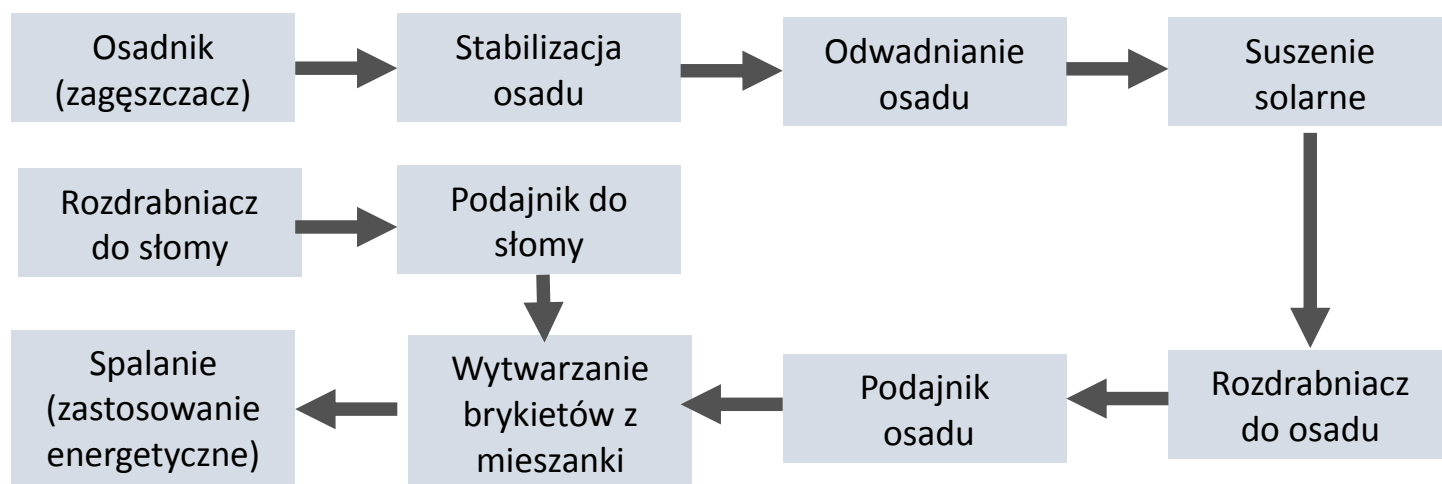
Badania zlecono do Instytutu Technologii Drewna w Poznaniu. Badania wykonano dla 7 próbek, zgodnie z normą PN-EN 303-5:2012: Kotły grzewcze na paliwa stałe z ręcznym i automatycznym zasypem paliwa o mocy nominalnej do 500 kW. Terminologię, badania i oznakowanie, z wykorzystaniem laboratoryjnego stanowiska badawczego przyjęto wg procedury wykonawcy badań. W skład stanowiska badawczego wchodził kocioł wodny o mocy 25 kW, kolektor spalin z króćcami pomiarowymi i komin do odprowadzania spalin, zasobnik ciepła, wymiennik ciepła i układ do regulacji pracy urządzeń. Pomiar był wykonywany co 2 minuty. Wyniki przeliczono na warunki normalne i 10% - ową zawartość tlenu, zgodnie z normą PN-ISO 8756:2000. Otrzymane wartości średnie zamieszczono w tabeli 2.

Tab. 2. Wyniki badania składu spalin ze spalania biomieszanki

Nr próbki	CO, mg/m ³	SO ₂ , mg/m ³	NO _x , mg/m ³	CO ₂ , %	HCl, mg/m ³
II/1	1702	132	446	12,41	1,74
II/2	1829	271	353	11,71	104
II/3	1707	435	487	12,07	1,6
II/5	1844	474	495	12,13	1,06
II/6	2051	459	430	11,42	1,47
II/7	2517	420	419	9,56	1,33
II/8	2235	998	1008	11,85	1,91

PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że osad, zwłaszcza z małych komunalnych oczyszczalni ścieków, po odpowiednim przygotowaniu może być poddawany brykietowaniu w postaci biomieszanki z siewką słomianą i wykorzystywany w celach energetycznych (ryc.10).



Ryc.10. Schemat możliwości zastosowania biomieszanki osad ściekowy - słoma

Tak wytworzone biopaliwo może więc być stosowane jako alternatywa dla konwencjonalnych paliw stałych, co pozwoli na skuteczne unieszkodliwianie osadów. Jednak trzeba pamiętać o zachowaniu standardów emisyjnych dla tego rodzaju paliw. Biomieszanka, ze względu na zawartość substancji organicznej (powyżej 40%, co stanowi minimum dla nawozu organicznego) oraz azotu i fosforu, może być stosowana w celach rolniczych. Wtedy brykietowanie powinno się odbywać przy parametrach, które umożliwią przechowywanie, ale zapewnią też łatwe rozdrabnianie materiału. Suszenie osadu w ramach jego przygotowania do przeróbki może się odbywać prostymi metodami naturalnymi, z wykorzystaniem energii słonecznej.

Wyniki projektu zostały zaprezentowane w postaci posteru na 12 Międzynarodowej Konferencji „Metody zagospodarowania osadów ściekowych”, która odbyła się we wrześniu 2018 (Poznań – Berlin). Prototyp jest przedmiotem zgłoszenia patentowego.

Dr hab. inż. Małgorzata Makowska
Koordynator projektu