



**POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA**

**WYDZIAŁ INŻYNIERII LĄDOWEJ,  
ŚRODOWISKA I GEODEZJI**



## **ROZPRAWA DOKTORSKA**

**mgr inż. Anna Kowalczyk**

**ZASTOSOWANIE OLEJKÓW ETERYCZNYCH  
EKSTRAHOWANYCH Z SUROWCÓW  
ODPADOWYCH JAKO SUBSTYTUTU  
FLOKULANTÓW**

PRACA WYKONANA W KATEDRZE  
TECHNIKI WODNO-MUŁOWEJ  
I UTYLIZACJI ODPADÓW

PROMOTOR:  
prof. dr hab. inż. Tadeusz Piecuch

Koszalin 2014

# Zastosowanie olejków eterycznych ekstrahowanych z surowców odpadowych jako substytutu flokulantów

## Streszczenie

Najważniejszym celem pracy było znalezienie optymalnych warunków prowadzenia procesu odwadniania komunalnych osadów ściekowych na wirówkach zarówno w skali laboratoryjnej, jak i przemysłowej z zastosowaniem do tego procesu olejku eterycznego z pomarańczy w miejsce tradycyjnych flokulantów, a także zmniejszenie uciążliwości pracy obsługi wirówek zainstalowanych na terenie Oczyszczalni Ścieków Jamno w budynku odwadniania osadów, w którym emitowane są nieprzyjemne zapachy.

Zakres badań własnych obejmował badania laboratoryjne oraz badania w skali przemysłowej. Składał się z trzech etapów.

W pierwszym etapie, w laboratorium pozyskiwano z naturalnych odpadów organicznych (głównie skórki owoców cytrusowych, tj.: pomarańczy, cytryn i grejpfrutów) oraz tanich i łatwo dostępnych na naszym rynku roślin i kwiatów (imbir lekarski, goździki, geranium, kminek zwyczajny, jałowiec pospolity, anyż, czarnuszka) olejki eteryczne, w procesie destylacji z parą wodną. Uzyskane wyniki poddano ocenie pod względem objętości uzyskanego olejku, odczynu, zawiesiny ogólnej, substancji rozpuszczonych, suchej pozostałości oraz wskaźnika uzysku olejku.

Drugi etap badań wykonano również w laboratorium, gdzie prowadzono proces odwadniania komunalnych osadów ściekowych w wirówce MPW-350 z zastosowaniem flokulantu Praestol 855BS, mieszaniny flokulant Praestol 855BS (79%) + olejek eteryczny z pomarańczy (21%), mieszaniny flokulant Praestol 855BS (50%) + olejek eteryczny z pomarańczy (50%) oraz olejku eterycznego z pomarańczy pozyskanego w pierwszym etapie badań. Ocenie poddano: wilgotność osadu, zagęszczenie odcieku oraz czas skutecznej neutralizacji odorów w odwirowanym osadzie.

Trzeci etap badań wykonano na terenie Oczyszczalni Ścieków Jamno, gdzie prowadzono proces odwadniania komunalnych osadów ściekowych w wirówce NOXON DC-20 z zastosowaniem różnych proporcji olejku eterycznego z pomarańczy w mieszaninie z flokulantem Praestol 855BS dla dawki  $C = 665 \text{ dm}^3/17 \text{ m}^3$ . Ocenie poddano: wilgotność osadu, zagęszczenie odcieku oraz stężenia zapachu olejku eterycznego z pomarańczy w odwirowanym osadzie.

Przeprowadzone badania wykazały, że olejki eteryczne, tu na przykładzie olejku z pomarańczy stanowią skuteczny, dobry flokulant, który można stosować jako wspomaganie w procesie sedymentacji odśrodkowej.

Działanie olejków eterycznych, tu na przykładzie olejku z pomarańczy jest niewiele mniej skuteczne, a więc nieco gorsze dla jakości odwadniania osadów w wirówce dekantacyjnej niż typowych flokulantów, tu na przykładzie flokulantu Praestol 855BS; w warunkach laboratoryjnych przy założeniu dawkowania flokulantu oraz olejku eterycznego w proporcji po 50% wobec sumy dawki stanowi to rząd około 0,54% przeciętnie wyższej zawartości wilgoci w osadzie odwodnionym oraz rząd około 0,92  $\text{g/dm}^3$  wyższego zagęszczenia odcieku. Natomiast przy tym samym dawkowaniu w warunkach przemysłowych wynik jest nieco gorszy i stanowi rząd około 3,46% wyższego uwodnienia osadu oraz rząd około 3,48  $\text{g/dm}^3$  wyższego zagęszczenia odcieku.

W rezultacie przeprowadzonych badań mając na uwadze dobre jakościowo odwadnianie osadów z równoczesnym, częściowym, ale wyraźnym i odczuwalnym przez wiele minut obniżeniem uciążliwości odorów wydzielających się zarówno z osadów, jak i z odcieku, przyjmuje się i zaleca do aplikacji dawkowanie równoczesne obydwu

odczynników, tj. flokulanta (tu flokulant Praestol 855BS) 50% oraz olejku eterycznego (tu olejek eteryczny z pomarańczy) także 50% udziału objętościowego.

Dozowanie olejków eterycznych, tu na przykładzie olejku z pomarańczy do osadu ściekowego spowodowało obniżenie w pewnym stopniu ogromnej uciążliwości zapachowej zarówno odwodnionych osadów, jak i odcieku (choć zaznacza się w odniesieniu do odcieku, że nie prowadzono pomiarów w tym zakresie); można to ocenić na rząd około 20–52 minut utrzymywania się pozytywnego zapachu odwodnionego osadu przed ponownym przejściem w uciążliwy zapach odorowy, przy założeniu dawkowania flokulanta oraz olejku eterycznego w proporcji po 50% wobec sumy dawki.



# Application of Essential Oils Extracted from Waste Materials as a Replacement of Flocculants

## Abstract

The first main objective of the thesis was to find optimal conditions of dewatering process of municipal sewage sludge in centrifuges, both in laboratory and industrial scale with application of essential oil from oranges, which replaced traditional flocculants during process of dewatering. The other main objective was to reduce nuisances during operation of centrifuges installed in the Jamno Sewage Treatment Plant, in the sludge dewatering building, in which odors are emitted, by applying essential oils to dewatering.

The range of own research included laboratory and industrial scale tests. It consisted of three stages.

In the first stage, essential oils were extracted in the laboratory from natural organic waste (mainly peel from citrus fruits, such as: oranges, lemons and grapefruits) and cheap and available in Poland plants and flowers (ginger root, cloves, geranium, caraway, common juniper, star anise, black cumin). Oils were obtained using process of steam distillation. Obtained results were evaluated in terms of the volume of the obtained oil, pH, total suspended solids, dissolved substances, dry residue and oil yield ratio.

The second stage of the study was also performed in the laboratory, where the process of dewatering of municipal sewage sludge was carried out in MPW-350 centrifuge using Praestol 855BS flocculant, mixture of Praestol 855BS flocculant (79%) + essential oil from orange (21%), mixture of flocculant Praestol 855BS (50%) + orange essential oil (50%) and orange essential oil obtained in the first stage. Following parameters were evaluated: moisture content in the sludge, solids concentration in effluent and time of effective odor neutralization in the centrifuged sediments.

The third stage of the research was carried out in the Jamno Sewage Treatment Plant, where the process of municipal sewage sludge dewatering in centrifuge NOXON DC-20 with application of different proportions of mixtures of essential oil from orange and Praestol 855BS flocculant for dose of flocculant  $C = 665 \text{ dm}^3/17 \text{ m}^3$  was performed. Following parameters were evaluated: moisture content in the sludge, solids concentration in effluent and the concentration of fragrance of essential oil from orange in the centrifuged sediment.

The study showed that essential oils, in this case essential oil from orange, are effective, good flocculant, which may be used as an adjunct in the process of centrifugal sedimentation.

Application of essential oils, in this case essential oil from orange, is a little less effective, that is slightly worse for the quality of sludge dewatering in decanter centrifuge than conventional flocculants, in this case Praestol 855BS flocculant; in numbers: dose of 50% of flocculant and 50% of essential oil – average moisture content in the centrifuged sludge is 0.54% higher and solids concentration in the effluent is  $0.92 \text{ g/dm}^3$  higher. The same dosage but under industrial conditions gives worse results: average moisture content in the centrifuged sludge is 3.46% higher and solids concentration in the effluent is  $3.48 \text{ g/dm}^3$  higher.

As a result of studies, taking into consideration good quality dewatering of sludge with simultaneous, partial, but clear and noticeable for several minutes reduction of nuisance of odors emitted from both the sludge and the effluent, the simultaneous application of the two reagents, that is flocculant (in this case Praestol 855BS flocculant) 50% and essential oil (in this case essential oil from orange) also 50% of the volume is assumed and recommended.

Dosage of essential oils, in this case essential oil from orange to the sludge resulted in a reduction, in certain extent, of odor nuisance of both dewatered sludge and effluent (although must be pointed out that for the effluent no measurements were carried out); the effect may be evaluated in numbers as follows: positive scent of dewatered sludge lasted for 20–52 minutes before it became onerous odor again, assuming application of flocculant and the essential oil, each in proportions of 50% of the total dose.

