

Zastosowanie mułów węglowych do uszczelnienia składowisk odpadów komunalnych

– **rozpoznanie możliwości**

Beata Kłojzy-Karczmarczyk

Jarosław Staszczak



IGSMiE
PAN

XXXII

Konferencja

14-17.10.2018
Zakopane

z cyklu:

Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej

<http://www.min-pan.krakow.pl/se>



Zastosowanie mułów węglowych do uszczelnienia składowisk odpadów komunalnych

2 /15



IGSMiE
PAN

Beata Klojzy-Karczmarczyk

beatakk@min-pan.krakow.pl

Jarosław Staszczak

jaro@min-pan.krakow.pl

Pracownia Badań Środowiskowych i Gospodarki Odpadami



- Potrzeba poszukiwania nowych sposobów wykorzystania mułów węglowych: wykorzystanie energetyczne w różnych mieszankach, produkcja mieszanek ekologicznych, rekultywacja obszarów zdegradowanych, uszczelnianie składowisk
- Czy osiągnane parametry filtracyjne (głównie współczynnik filtracji) mułów węglowych są wystarczające do budowy odpowiednich jakościowo warstw izolujących na składowiskach na etapie ich zamykania w przyszłości.
- Czy istnieje zapotrzebowanie na taki sposób postępowania i jaka jest skala możliwości działania.



Muł węglowy:

Odpad powstały w wyniku przeróbki węgla

o kodzie 01 04 12 (*Odpady powstające przy płukaniu i oczyszczaniu kopalin inne niż wymienione w 01 04 07 i 01 04 11*)

lub 01 04 81 (*Odpady z flotacyjnego wzbogacania węgla inne niż wymienione w 01 04 80*);

Produkt uboczny w produkcji węgla kamiennego

o zróżnicowanym znaczeniu energetycznym.

Spalanie i oferowanie na rynku detalicznym mułów węglowych oraz paliwa jakim jest węgiel brunatny i jego pochodne jest ograniczane projektem ustawy *o zmianie ustawy o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw oraz ustawy o Krajowej Administracji Skarbowej* z dnia 19 marca 2018 roku oraz uchwałami sejmikowymi poszczególnych województw.



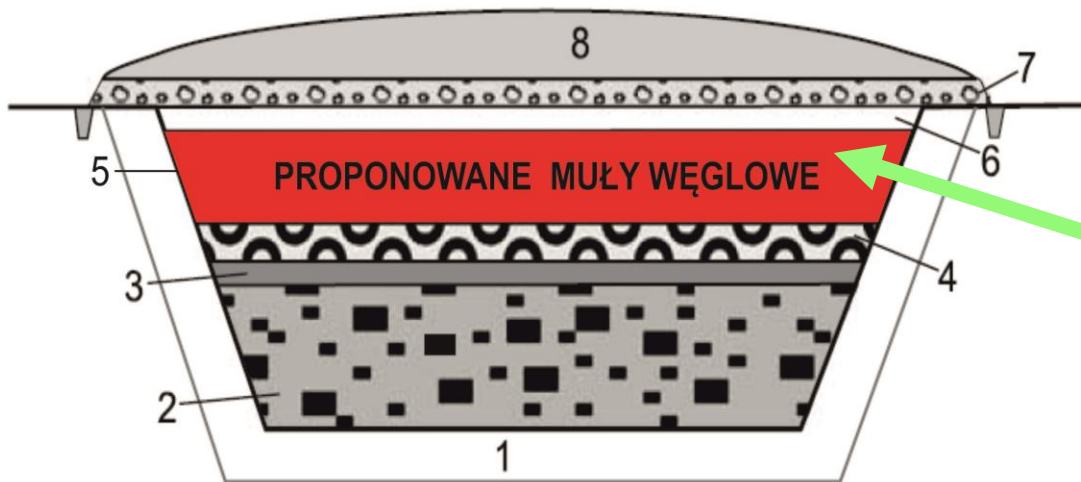
- Analizę przeprowadzono na bazie składowisk odpadów komunalnych na obszarze województw opolskiego, śląskiego i małopolskiego. Zadanie zrealizowano z podziałem na obszary będące w zasięgu zbiorników wód podziemnych oraz poza nimi.
- Województwa te zostały wybrane ze względu na niewielką odległość od miejsc wytwarzania i deponowania mułów węglowych. Odległość najdalszych granic (w linii prostej) od centrum **województwa śląskiego** (przyjęto miasto Katowice) wynosi dla województwa opolskiego **ok. 150 km** a dla **województwa małopolskiego ok. 190 km**. Natomiast najdalszy zakątek **województwa śląskiego** od jego centrum wynosi **ok. 90 km**.



Konieczność uszczelniania składowisk

6 / 15

Warstwa ekranująca (izolująca) powinna być złożona z warstwy mineralnej o wartości współczynnika filtracji $k \leq 1,0 \times 10^{-9}$ m/s oraz izolacji syntetycznej.



1. – uszczelnienie podłoża
2. – odpady
3. – warstwa wyrównawcza
4. – warstwa odgazowująca
5. – izolacja mineralna
6. – izolacja syntetyczna
7. – odwodnienie
8. – warstwa biologiczna - gleba

Typowy przekrój zrehabilitowanego składowiska odpadów komunalnych wg. B. Kłojzy-Karczmarczyk i J. Mazurka (2009), zmodyfikowany przez autorów pracy



Właściwości izolujące mułów węglowych

7 / 15

Rodzaj materiału, pochodzenie, źródło danych	Forma mułu węglowego	Współczynnik filtracji k [m/s]	Średni współczynnik filtracji k [m/s]
Muły węglowe (wg Doniecki i Siedlecka 2006)	muł zagęszczony	$4,60 \times 10^{-9} - 3,06 \times 10^{-11}$	$1,20 \times 10^{-9}$
Muły węglowe (wg Doniecki i Siedlecka 2009)	muł zagęszczony	$9,12 \times 10^{-10} - 1,11 \times 10^{-11}$	$3,89 \times 10^{-10}$
Mieszanki sporządzone z mułów węglowych ZG Sobieski (50%) z popiołami, odpadami poflotacyjnymi i iłami nadkładowymi (wg Sobik-Szołtysek i in. 2013)	mieszanki sporządzone z mułów węglowych	$2,03 \times 10^{-8} - 3,00 \times 10^{-10}$	$8,63 \times 10^{-9}$
Muły węglowe z pras filtracyjnych ZG Janina (wg Kłojzy-Karczmarczyk i in. 2016)	muł węglowy z odwadniania na prasach filtracyjnych	$4,75 \times 10^{-9} - 9,40 \times 10^{-10}$	$2,45 \times 10^{-9}$

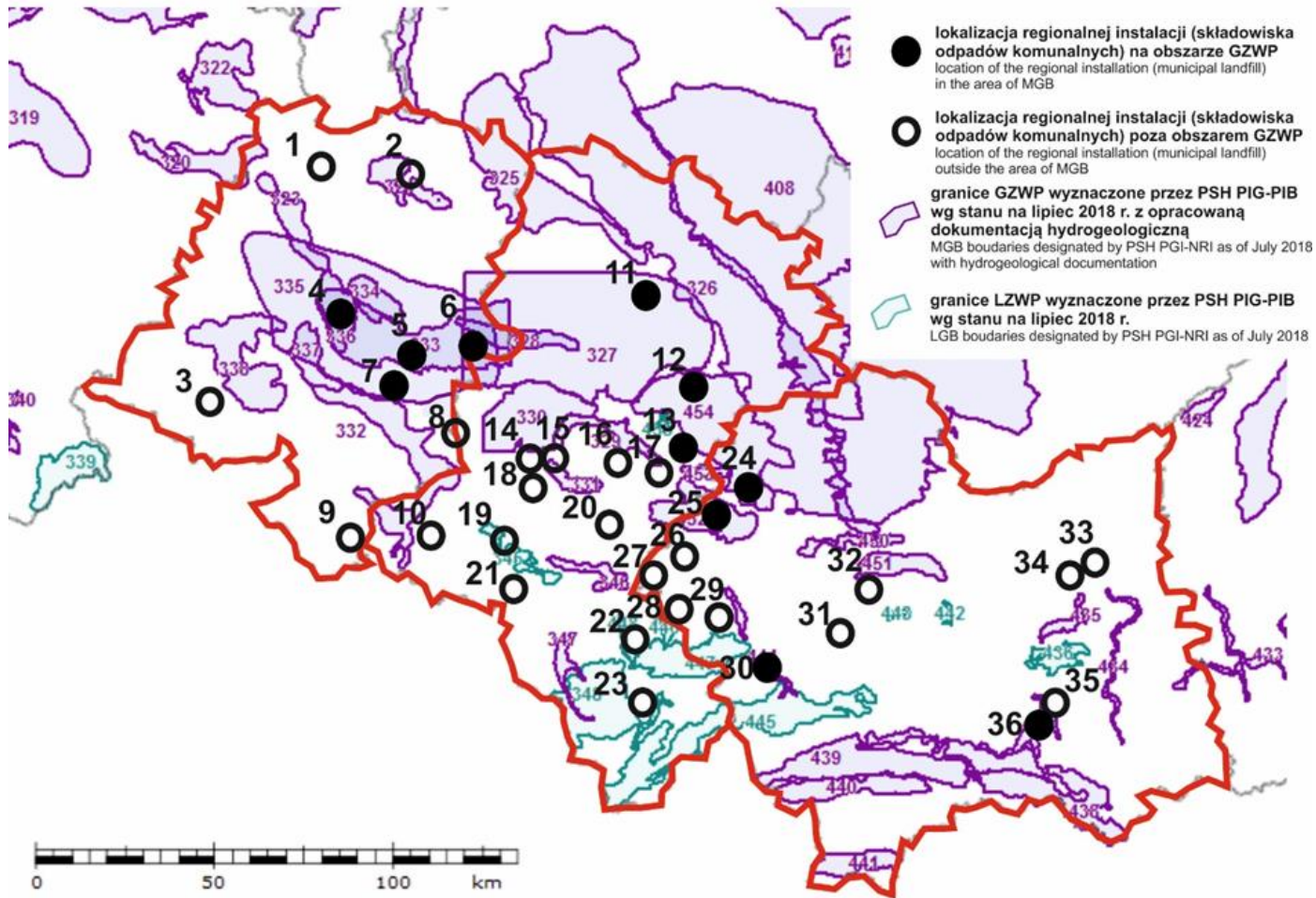
Współczynnik filtracji mułów węglowych na podstawie danych wybranych literaturowych



- Analizę przeprowadzono dla składowisk odpadów komunalnych uznanych za instalacje regionalne oraz dla składowisk odpadów komunalnych (innych niż niebezpieczne i obojętne) uwzględnionych w bazie danych *Bank Danych Lokalnych* (BDL GUS).
- Regionalne instalacje przeznaczone do składowania odpadów komunalnych (po przetworzeniu) oraz pozostałości z sortowania wytypowano na podstawie planów gospodarki odpadami szczebla wojewódzkiego (WPGO), szczegółowo wyznaczone w uchwałach sejmików poszczególnych województw .
- Wyznaczone składowiska o charakterze instalacji regionalnych rozmieszczono na mapie Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) (<http://www.psh.gov.pl>). Zasięg GZWP został wydzielony na podstawie ustalonych jednolitych parametrów jakościowych i ilościowych zbiorników.
- Do prowadzonej analizy rozmieszczenia instalacji na tle granic GZWP nie włączono instalacji zastępczych, czyli instalacji przewidzianych do zastępczej obsługi regionów.



Instalacje regionalne na tle granic GZWP





Instalacje do składowania odpadów komunalnych w województwach

10 / 15

Województwo	Ilość regionalnych instalacji / Ilość na obszarze GZWP	[Nr instalacji - zgodnie z ryc. 1], Nr GZWP, wiek utworów*, typ ośrodka** (wg A.S. Kleczkowski, 1990), status udokumentowania***
opolskie	9/4	[4] 333, T ₂ , s-k, U; 335, T ₁ , s-p, U; 336, Cr ₃ , s-k, U; [5] 333, T ₂ , s-k, U; [6] 333, T ₂ , s-k, U; 327 T ₁ , T ₂ , s-k, U; [7] 335, T ₁ , s-p, U;
śląskie	14/3	[11] 327 T ₁ , T ₂ , s-k, U; [12] 454, T ₁ , T ₂ , s-k, U; [13] 454, T ₁ , T ₂ , s-k, U;
małopolskie	13/4	[24] 454, T ₁ , T ₂ , s-k, U; [25] 452, T ₁ , T ₂ , s-k, U; [30] 444, Q _D , p, U; [36] 437, T ₁ , T ₂ , s-k, U;
Polska ogółem	36/11	

Instalacje regionalne do składowania odpadów komunalnych przetworzonych oraz pozostałości po sortowaniu – stan na lipiec 2018 roku wg uchwał poszczególnych sejmików wojewódzkich

* - Wiek utworów na podstawie Rozporządzenie Rady Ministrów (Dz. U. z 2006 r. Nr 126, poz 878)

** - Typy ośrodka: p – porowy, s-k – szczelinowo-krasowy, s-p – szczelinowo-porowy,

*** - Status udokumentowania GZWP: U – GZWP z opracowaną dokumentacją hydrogeologiczną, N – GZWP bez opracowanej dokumentacji hydrogeologicznej (stan na lipiec 2018r. (<http://epsh.pgi.gov.pl/epsh>))



Zapotrzebowanie na materiał izolujący przy zamykaniu składowisk - założenia

11 / 15

- Wszystkie składowiska komunalne eksploatowane obecnie będą wymagały w przyszłości uszczelnienia czaszy na etapie ich zamykania, zarówno składowiska obecnie przeznaczone do zamknięcia jak też instalacje regionalne.
- Uszczelnieniu podlegać będą składowiska zlokalizowane w zasięgu GZWP oraz poza nimi, choć należy zaznaczyć, że składowiska w zasięgu GZWP wymagają szczegółowego rozpoznania i zabezpieczenia przed możliwością infiltracji.
- Jako materiał izolujący (warstwa ekranująca) wybrano muły węglowe z górnictwa węgla kamiennego.
- Miąższość warstwy ekranującej przyjęto jak dla składowisk odpadów niebezpiecznych, czyli 0,5 m (Dz.U. z 2013 r. poz. 523).
- Powierzchnia przeznaczona do przykrycia warstwą ekranującą odpowiada powierzchni poszczególnych składowisk.
- Przeliczenie objętości zapotrzebowania mułów węglowych na masę, przeprowadzono z wykorzystaniem wartości gęstości objętościowej wyznaczonej dla mułów z kopalni Janina (*Doniecki i Siedlecka 2006*). Gęstość objętościowa mułu węglowego zamyka się w przedziale 1,50 – 1,54 Mg/m³. Do obliczeń przyjęto wartość środkową, czyli 1,52 Mg/m³.



Zapotrzebowanie na materiał uszczelniający

12 / 15

Województwo	Łączna powierzchnia czynnych składowisk na koniec 2016 r. (dane BDL GUS)	Liczba czynnych składowisk na koniec 2016 r. (dane BDL GUS)	Łączna objętość warstw uszczelniających V [m ³]	Łączna masa mułów węglowych, jako warstw uszczelniających m [Mg]*
opolskie	117,7 ha	21	588 500	894 520
śląskie	141,7 ha	21	708 500	1 076 920
małopolskie	96,4 ha	18	482 000	732 640
Ogółem	355,8 ha	50	1 779 000	2 704 080

* $m = V \times \rho$, gdzie ρ – gęstość objętościowa [Mg/m³]

Całkowita ilość wydobycia mułów węglowych w Polsce jest bardzo duża.

Tylko Zakłady Górnicze TAURON Wydobycie rocznie wytwarzają około 700 000 Mg mułów węglowych, a Polska Grupa Górnicza (PGG) rocznie sprzedaje ilości dochodzące do 800 000 Mg (<https://www.pb.pl>).



- Konieczne jest prawidłowe zabezpieczenie wszelkich składowisk na etapie ich zamykania i rekultywacji. Dla zatrzymania infiltracji w głąb składowiska i migracji odcieków najważniejszym elementem jest wprowadzenie uszczelnienia czaszy składowiska lub doszczelnienie istniejącej pokrywy rekultywacyjnej.
- Zadanie to może zostać zrealizowane z zastosowaniem mułów węglowych - dobre właściwości izolujące. Dla mułów węglowych z górnictwa węgla kamiennego wartości współczynnika filtracji mieszczą się w zakresie $10^{-8} - 10^{-11}$ m/s, przy średniej wartości $3,16 \times 10^{-9}$ m/s.
- Uwzględniając znaczną zmienność współczynnika filtracji należy zwiększyć liczbę badań tego parametru dla pozyskania bardziej szczegółowych wyników.
- Przedstawione w pracy wyniki analizy stanowią wstępne rozpoznanie możliwości zastosowania mułów węglowych do uszczelniania składowisk odpadów. Do zastosowań praktycznych obok wartości współczynnika filtracji wskazane jest uzupełnienie badań mułów węglowych o wartości parametrów fizyko-mechanicznych i chemicznych.



- Na koniec roku 2016 na obszarze województw opolskiego, śląskiego i małopolskiego czynnych było 50 składowisk odpadów komunalnych. Jedynie 36 z nich uzyskało status instalacji regionalnej, w tym prawie 1/3 obiektów znajduje się w zasięgu GZWP. Pozostałe składowiska zostaną przeznaczone do zamknięcia.
- Zakładając konieczność zamknięcia wszystkich czynnych obecnie składowisk odpadów komunalnych, zapotrzebowanie na muły węglowe wynosi ogółem blisko 1 800 000 m³, co daje masę ok. 2 700 000 Mg. Zastosowanie mułów węglowych do uszczelniania składowisk jest ciekawym i perspektywicznym rozwiązaniem. **Jednak ze względu na dużą masę odpadów wytwarzanych corocznie nie rozwiąże całościowo problemu związanego z zagospodarowaniem tego materiału.**
- **Pozostaje poszukiwanie kolejnych rozwiązań w procesie zagospodarowania wytwarzanych mułów węglowych.**

Dziękuję za uwagę!



Beata Klojzy-Karczmarczyk
Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi
i Energią PAN