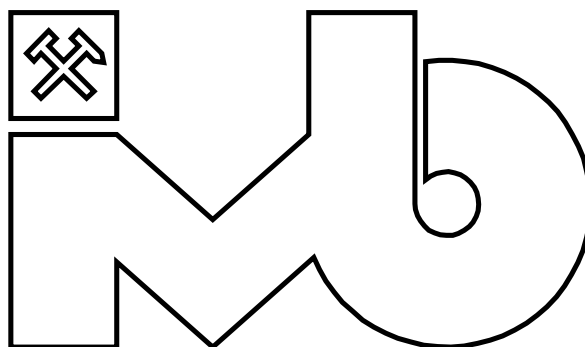




**INSTYTUT
MECHANIZACJI
BUDOWNICTWA
I GÓRNICCTWA
SKALNEGO**



ul. Racjonalizacji 6/8
02-673 Warszawa
telefon 843-02-01

Praca nr 13077
Do użytku służbowego
Na prawach rękopisu

Zakład Górnictwa Skalnego

Tytuł pracy: Projekt LIFE+ „Instalacja demonstracyjna wytwarzania kruszyw lekkich z osadów ściekowych i krzemionki odpadowej”
Działanie A1 Przygotowanie założeń technicznych do opracowanej technologii

Wyszczególnienie	Stopień naukowy imię i nazwisko	Data	Podpis
Autorzy	mgr inż. Jarosław Stankiewicz	22.12.2011	
	mgr Elżbieta Uzunow	22.12.2011	
	mgr inż. Danuta Kukielska	22.12.2011	
Kierownik Zakładu	mgr inż. Danuta Kukielska	22.12.2011	

Pracę sporządzono przy udziale:

Warszawa, dn.

Zatwierdzam



Nr umowy (tematu): 09-40/411-02/11

Czasokres wykonywania pracy: 01.10.2011 – 31.12.2011

Notatka informacyjna (streszczenie pracy):

Praca zawiera założenia technologiczne do technologii wytwarzania kruszyw lekkich z osadów ściekowych i krzemionki odpadowej, zgodnie z zakresem przewidzianym w projekcie LIFE+

Notatkę napisał:

.....
mgr Elżbieta Uzunow

Praca zawiera:

Stron

Fotografii

Rysunków

Tablic

Załączników

SPIS TRESCI

1. TYTUŁ PRACY.....	5
2. CEL PRACY.....	5
3. PODSTAWA WYKONANIA PRACY.....	5
4. CZAS I MIEJSCE REALIZACJI PRACY.....	5
5. ZESPÓŁ WYKONUJĄCY PRACĘ.....	5
6. SPRAWOZDANIE Z REALIZACJI ZADANIA A PROJEKTU LIFE +	5
- DZIAŁANIA PRZYGOTOWAWCZE	5
6.1 Harmonogram i zakres zadań do zrealizowania w Zakładzie Górnictwa Skalnego	6
Sprawozdanie z realizacji	6
.....	6
6.2.1. Założenia techniczne dotyczące urządzenia do magazynowania i dozowania surowców	
odpadowych sypkich.....	7
6.2.2. Założenia techniczne dotyczące urządzenia do magazynowania i dozowania osadów	
ściekowych.....	9
6.2.3. Założenia techniczne dotyczące urządzenia do ujednorodnienia sypkich i wilgotnych	
odpadów, mieszania i granulowania.....	10
System zarządzania procesami technologicznymi linii produkcyjnej.....	11
6.2.4. Założenia techniczne dotyczące realizacji założeń procesowych syntezy termicznej	
kruszyw lekkich w piecu rurowym, obrotowym	12
6.2.5. Założenia dotyczące projektu i budowy systemu monitorująco– rejestrująco	
-wizualizacyjnego kontroli emisji gazów poreakcyjnych	17
7. Wnioski	20
Literatura.....	20



1. TYTUŁ PRACY.

Projekt LIFE+ „ Instalacja demonstracyjna wytwarzania kruszyw lekkich z osadów ściekowych i krzemionki odpadowej”

Działanie A1 Przygotowanie założeń technicznych do opracowanej technologii

2. CEL PRACY.

Technologia opracowana przez Wnioskodawcę została zweryfikowana doświadczalnie na linii o wydajności około 60 kg/godzinę i na tej podstawie zostały ustalone podstawowe parametry procesu termicznego (temperatura, czas rozgrzewu, czas spiekania).

W celu adaptacji technologii do zwiększonej skali produkcji konieczne jest dopracowanie założeń technicznych dotyczących:

- 1. rodzaju urządzeń do magazynowania i dozowania surowców odpadowych sypkich (odpadowa krzemionka i odpadowe szkło).**
- 2. rodzaju urządzeń do magazynowania i dozowania osadów ściekowych**
- 3. sposobu realizacji procesu ujednorodnienia sypkich i wilgotnych odpadów oraz wymagań dotyczących urządzeń do mieszania i granulowania odpadów w skali zapewniającej wydajność 0,2 – 0,5 Mg/h.**
- 4. realizacji założeń procesowych syntezy termicznej kruszyw lekkich w piecu rurowym, obrotowym.**
- 5. projektu i budowy systemu monitorująco–rejestrującego-wizualizacyjnego kontroli emisji gazów poreakcyjnych.**

3. PODSTAWA WYKONANIA PRACY.

Praca została zrealizowana na podstawie umowy nr09-40/411-02/11, zgodnie z przyjętym harmonogramem pracy

4.CZAS I MIEJSCE REALIZACJI PRACY.

Pracę wykonywano w laboratorium Zakładu Górnictwa Skalnego w okresie październik- grudzień 2011r.

5. ZESPÓŁ WYKONUJĄCY PRACĘ.

mgr inż. Danuta Kukielska

mgr inż. Jarosław Stankiewicz

mgr Elżbieta Uzunow

6.SPRAWOZDANIE Z REALIZACJI ZADANIA A PROJEKTU LIFE +

- DZIAŁANIA PRZYGOTOWAWCZE

6.1 Harmonogram i zakres zadań do zrealizowania w Zakładzie Górnictwa Skalnego

W harmonogramie projektu LIFE + następująco określono zakres i sposób realizacji zadania A1, do wykonania przez specjalistów merytorycznych z Zakładu Górnictwa Skalnego :

Zadanie A1 Przygotowanie założeń technicznych do opracowanej technologii

- Liczba zaangażowanych pracowników – 2
- Okres zaangażowania pracowników – 1.10.2011 – 31.12.2011
- Ilość roboczodni poświęconych na działanie ogółem – 54 (po 27 na pracownika)
- Przyjęta stawka za roboczodzień – 130 Euro

Łączny koszt – 7020 euro

Terminarz:

- Założenia techniczne dotyczące rodzaju urządzeń do magazynowania i dozowania surowców odpadowych sypkich – **do 31.12.2011**
- Założenia techniczne dotyczące rodzaju urządzeń do magazynowania i dozowania osadów ściekowych – **do 31.12.2011**
- Założenia techniczne dotyczące sposobu realizacji procesu ujednorodnienia sypkich i wilgotnych odpadów oraz wymagań dotyczących urządzeń do mieszania i granulowania odpadów w skali zapewniającej wydajność 0,2 – 0,5 Mg/h – **do 31.12.2011**
- Założenia techniczne dotyczące realizacji założeń procesowych syntezy termicznej kruszyw lekkich w piecu rurowym, obrotowym – **do 31.12.2011**
- Założenia techniczne dotyczące projektu i budowy systemu monitorująco– rejestrująco-wizualizacyjnego kontroli emisji gazów poreakcyjnych – **do 31.12.2011**

Sprawozdanie z realizacji

Na podstawie zrealizowanych dotychczas w Zakładzie Górnictwa Skalnego prac doświadczalnych w skali laboratoryjnej i próby w skali ćwierć technicznej opracowano założenia techniczne, dotyczące realizacji poszczególnych procesów technologicznych.

Projekt LIFE+ zakłada zaprojektowanie linii o wydajności 0,2 – 0,5 Mg/h. Z uwagi na demonstracyjny charakter pracy linii przewiduje się okresowe uruchamianie linii przeróbczej na maksymalnie 1 zmianowy cykl pracy, co oznacza, iż ilości stosowanych surowców oraz materiałów eksploatacyjnych przewidzianych w trakcie pracy linii demonstracyjnej będą okresowo uzupełniane (dostarczane) na czas uruchomienia linii. Z głównych założeń dotyczących % udziału poszczególnych składników wynika, iż dla zakładanego czasu pracy potrzeba maksymalnie ~1,5 Mg osadów ściekowych, 1,2 Mg odpadów mineralnych oraz 0,3 Mg mączki szklanej.

W celu ograniczenia wpływu zmienności składników przeznaczonych do wytwarzania kruszyw zakłada się pozyskiwanie każdego składnika z tego samego źródła. W przypadku szkła i

krzemionki o ile jest to możliwe należy zapewnić ilość surowca wystarczająca do 0.5 – 1 rocznej pracy linii. Dostarczony surowiec powinien być jednorodny w całej partii i granulacji niewymagającej dodatkowej przeróbki (dla materiałów sypkich poniżej 0,25 mm).

Osad ściekowy należy dostarczać zawsze z tej samej oczyszczalni.

Założenia techniczne dotyczące poszczególnych węzłów technologicznych są ściśle związane z założeniami organizacyjnymi i ekonomicznymi dotyczącymi funkcjonowania linii technologicznej i nie będą one rozstrzygnięte w niniejszym opracowaniu (miejsca pozyskania odpadu, właściwości dostarczonego odpadu poza przypadkami gdzie są one narzucone wymaganiami technologicznymi a dodatkowa przeróbka nie umożliwi zmiany właściwości danego składnika, aby spełniał on wymagania technologii).

6.2.1. Założenia techniczne dotyczące urządzenia do magazynowania i dozowania surowców odpadowych sypkich.

1. Zbiornik na pyły krzemionkowe – Zakłada się, iż wszystkie surowce dostarczane do linii demonstracyjnej będą przechowywane w jak najkrótszym czasie o ile magazynowanie wpływa niekorzystnie na zmianę właściwości fizyko – mechanicznych. Dotyczy to pyłów krzemionkowych w przypadku, gdy budowa zbiornika (silosa) może powodować zmianę wilgotności pyłów. Kolejnym założeniem dla zbiorników do przechowywania surowców jest wielkość pozwalająca na magazynowanie jedynie ilości niezbędnej do zagwarantowania zasilania linii produkcyjnej w jednym cyklu pracy (tzn. 1 zmiany) – oznacza to, iż pojemność zbiornika powinna wynosić – 0.5 – 0.6 m³. Zbiorniki powinny mieć mobilny charakter tak aby w maksymalnym stopniu uprościć system ich załadunku. Pyły krzemionkowe powinny być dostarczane do linii produkcyjnej w stanie powietrzno suchym. Przewiduje się wariantowo dwa systemy zbiornikowe – pojemniki (mini silosy) ze stożkowym wylotem umożliwiającym montaż urządzenia dozującego, lub system silosowy z wykorzystaniem zbiorników typu big – bag również z możliwością montażu urządzeń dozujących. Silosy niezależnie od przyjętego systemu powinny być wyposażony w system elektrowibratorów ułatwiających swobodny przepływ materiału w zbiorniku.
2. Zbiorniki na odpad szklany – system pojemników i wymagania podobne jak w przypadku zbiorników na pyły krzemionkowe z zastrzeżeniem, iż zbiorniki mogą mieć pojemność 4 razy mniejszą. Dodatkowo, odpad szklany jest mniej nasiąkliwy, może być, więc dłużej magazynowany.
3. Urządzenia do rozdrabniania szkła (ew. odpadu mineralnego) są niezbędne w przypadku braku możliwości dostarczenia surowca o odpowiedniej granulacji. Możliwe są dwa systemy rozdrabniania:

- Z młynem kulowym – metoda energochłonna, ale bezodpadowa, przy właściwym doborze parametrów procesu (ilość kul, wydajność) można uzyskać produkt nie wymagających dodatkowego przesiewania. Przy założeniu 1 miesięcznego cyklu pracy linii do demonstracyjnej wyprodukowanie mączki w wymaganej ilości wymaga urządzenia o szacunkowej wydajności 3 kg/h. Zaletą powyższego systemu jest brak dodatkowej infrastruktury produkcyjnej.
- Z kruszarka udarową – metoda odpadowa, wymagająca stosowania dodatkowej infrastruktury produkcyjnej (kosz zasypowy, przenośnik zasilający i odbierający, węzeł przesiewania). System o większej wydajności, ale kosztowniejszy, gdyż wymaga poza dodatkowymi nakładami również instalacji odpylającej.

Po przygotowaniu mączki szklanej należy ją przechowywać w szczelnie zamkniętych workach. Należy przewidzieć wydzielone miejsce na podręczny magazyn (boks o powierzchni $\sim 5 \text{ m}^2$) z dostępem, co najmniej z jednej strony. Magazyn powinien znajdować się poza strefa komunikacyjną. W przypadku rozdrabniania odpadu mineralnego należy przewidzieć magazyn o powierzchni 4 - krotnie większej.

4. Urządzenie lub zestaw urządzeń (maszyn) do przesiewania jest niezbędny w przypadku stosowania procesu rozdrabniania w linii demonstracyjnej oraz stosowania technologii nie gwarantującej uzyskania produktu o wymaganej założeniami procesu technologicznego granulacji. Przy założonej wydajności procesu rozdrabniania (mielenia) możliwe są trzy systemy separowania wymaganej frakcji produktu; na przesiewaczu wibracyjnym, w separatorze powietrznym lub cyklonie. Pierwsza metoda jest nieefektywna gdyż proces ma bardzo małą wydajność, natomiast produkt przeróbki charakteryzuje się wysoka jakością (mała zawartość nadziarna). Separator powietrzny jest urządzeniem o wysokiej cenie; produkt przeróbki charakteryzuje się wysoka jakością. Najtańszym systemem jest układ z cyklonem, natomiast jest to rozwiązanie o najmniejszej efektywności rozdziału produktu rozdrabniania. Wydajność powyższych urządzeń (instalacji) powinna być dostosowana do węzła rozdrabniania i wynosić nie mniej 3 kg/h frakcji użytecznej (rzeczywista wydajność zasilania jest możliwa do określenia po przeprowadzeniu prób badawczych rozdrabniania dla surowców odpadowych i wyznaczeniu składu granulometrycznego procesu przeróbki).

5. Transport materiałów sypkich ze zbiorników do kolejnych węzłów przerobczych powinien być realizowany przenośnikami ślimakowymi rurowymi lub opcjonalnie grawitacyjnie poprzez system pionowych rurociągów. Jest to jedyny system umożliwiający tanie uszczelnienie i zabezpieczenie obsługę od szkodliwych pyłów. Osobnym problemem jest system dozowania składników suchych do sporządzenia mieszaniny do formowania granulatu. Dopuszcza się stosowanie systemu dozowników celkowych lub zasuw sterowanych

elektromagnetycznie. Pierwszy system może być stosowany w przypadku zapewnienia stabilnych właściwości surowców i dozowania stałej masy poszczególnych surowców. W drugim przypadku możemy w sposób ciągły regulować masy poszczególnych składników. System pierwszy jest systemem tańszym i w danym rozwiązaniu linii demonstracyjnej jest systemem preferowanym.

6.2.2. Założenia techniczne dotyczące urządzenia do magazynowania i dozowania osadów ściekowych.

1. Zbiornik na osady ściekowe – zakłada się, iż osady ściekowe będą dostarczane do linii demonstracyjnej bezpośrednio przed próbami produkcji kruszyw sztucznych. Wyjątek będą stanowiły osady suche, które nie są uciążliwe dla środowiska i mogą być magazynowane w pojemnikach typu big – bag (każda seria badawcza wymaga dostarczenia jednego pojemnika $\sim 1\text{m}^3$). W przypadku osadów wilgotnych (po wysuszeniu na prasie filtracyjnej lub wirówce) będą one przechowywane w szczelnych metalowych zbiornikach, w dolnej części wyposażony w stożkowy wylot zakończony podajnikiem ślimakowym, w górnej części ruchoma pokrywa wywierająca stały nacisk na powierzchnie osadu ściekowego, w celu zapewnienia jednakowych warunków podawania osadu do urządzeń transportujących. Pojemność zbiornika dla osadów mokrych powinna wynosić $\sim 1.5\text{ m}^3$, dla osadów suchych $\sim 2.0\text{ m}^3$. Przewiduje się, iż zbiornik będzie transportowany do oczyszczalni ścieków i tam napełniany przed każdym uruchomieniem linii demonstracyjnej.
2. Urządzenia do ujednorodniania osadu ściekowego. Każdy rodzaj osad ściekowy wymaga dodatkowej operacji rozdrabniania (maceracji – w specjalnych urządzeniach zwanych meceratorami) poprzez wyeliminowanie włókien a w przypadku osadu suchego rozdrobnienie do minimalnej granulacji – preferowane urządzenie to gniotownik lub prasa walcowa. Maksymalna granulacja włókien i wtrąceń nie powinna być większa niż 0,1 średnicy przewidywanej średnicy granulatu.
3. Transport osadów ściekowych powinien być realizowany przenośnikami ślimakowymi rurowymi (uwaga – ze względu na konieczność czyszczenia elementów linii mających kontakt z osadem ściekowym po zakończeniu każdego cyklu pracy konieczne jest możliwość oceny stopnia czystości wszystkich maszyn poprzez system wizjerów). System transportowy jest ściśle związany z system dozowania osadu ściekowego. Przewiduje się dozowanie masowe tzn. zainstalowanie systemu pomiaru masy osadu przed podaniem do mieszalnika przed końcowym wymieszaniem (w linii przewidywany jest dwustopniowy system mieszania; najpierw składniki suche a następnie osad ściekowy). Po ujednorodnieniu osad ściekowy powinien być dozowany podajnikiem ślimakowym na system ważenia (przejezdny zbiornik z pomiarem masy) a następnie podawany do mieszalnika. Wszystkie elementy mające kontakt z osadem ściekowym powinny być wykonane z materiału o mniejszej przyczepności (np. teflon)

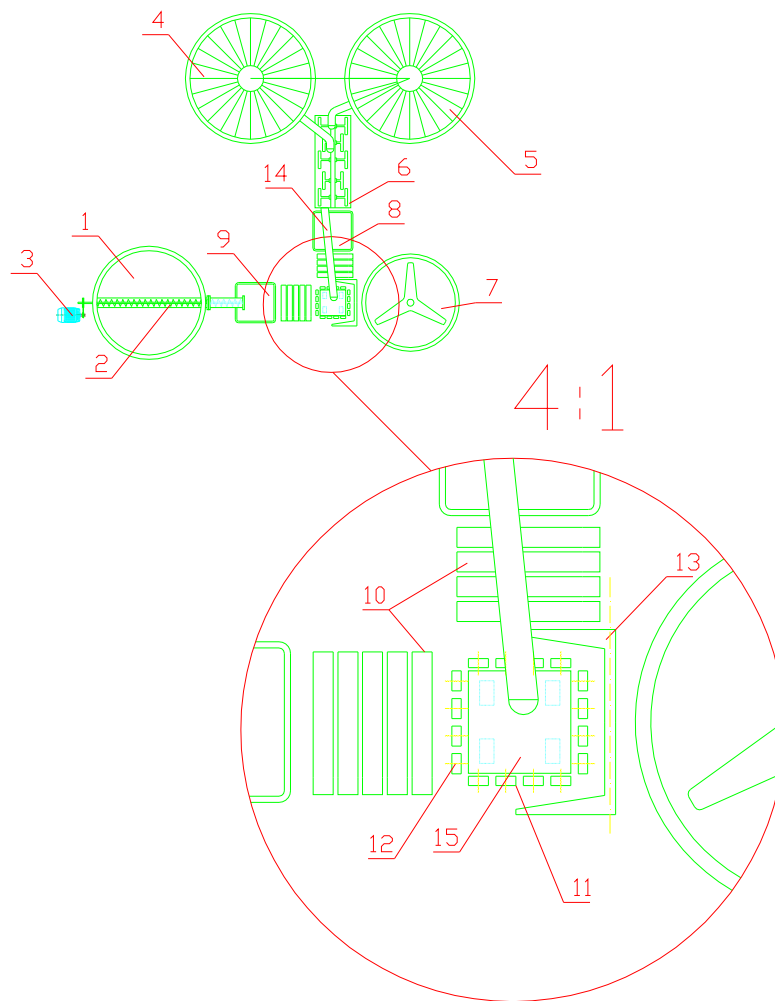
a dodatkowo przewiduje się konieczność podjęcia działań w celu ograniczenia przylegania osadu do powierzchni elementów dozujących.

Uwaga. Wszystkie urządzenia i maszyny mające kontakt z osadami ściekowymi powinny być podłączone do układu oczyszczania z odorów. Układ taki powinien być ew. połączony z systemem oczyszczania gazów.

6.2.3. Założenia techniczne dotyczące urządzenia do ujednorodnienia sypkich i wilgotnych odpadów, mieszania i granulowania.

1. Mieszanie odpadów sypkich – UWAGA – Przewiduje się okresowy system mieszania poszczególnych składników do produkcji kruszywa sztucznego. Mieszalnik do materiałów sypkich to albo mieszalnik planetarny (stosowany powszechnie w procesie wytwarzania mieszanki betonowej) lub mieszalnik przepływowy (stosowany powszechnie w procesie mieszania zapraw). Czas mieszania powinien wynosić ~5 – 8 min. Wydajność mieszalnika nie mniej niż 0,5 Mg/h, co oznacza, iż jednorazowa porcja podawana do mieszalnika powinna wynosić ~ 40 kg surowców sypkich. System opróżniania - grawitacyjny.
2. Mieszanie wymieszanych odpadów suchych i osadów ściekowych – odpadów. Mieszalnik dwuwałowy. Czas mieszania składników ~10 min. oznacza to, iż jedna porcja surowców do produkcji kruszyw sztucznych powinna wynosić ~90 kg. System opróżniania grawitacyjny ze wspomaganie ruchem elementów mieszających (przewiduje się otwór w części dolnej mieszalnika w części lub na całej jego powierzchni). Sposób sterowania procesem dozowania został opisany w kolejnym punkcie sprawozdania.
3. Granulowanie powinno przebiegać w granulatorze bębnowym. czas granulowania to około 2 min. Wydajność urządzenia 0,5 Mg/h. Długość, średnica i prędkość obrotowa bębna granulatora zostanie ustalona w bezpośrednich rozmowach z wykonawcą. Z uwagi na zmienne parametry składników do produkcji kruszyw konieczna jest opcja zmiany parametrów pracy granulatora (kat pochYLENIA bębna lub prędkość obrotowa bębna). System zasilania granulatora to prasa ślimakowa o parametrach pracy umożliwiających jak najmniejsze ściskanie masy przeznaczonej do produkcji granul. Na wylocie z prasy konieczność zainstalowania urządzenia do odcinania określonych porcji masy przeznaczonej do granulowania. Również w tym miejscu należy przewidzieć montaż dmuchawy gorącego powietrza skierowanej bezpośrednio na wylot prasy ślimakowej. Wydajność dmuchawy powinna umożliwiać powierzchniowe osuszenie poszczególnych nie uformowanych jeszcze granul.

System zarządzania procesami technologicznymi linii produkcyjnej.



- 1-zbiornik na osad ściekowy
- 2-mechanizm opróżniania zbiornika (przenośnik ślimakowy)
- 3-silnik elektryczny
- 4-zbiornik na materiał suchy I
- 5-zbiornik na materiał suchy II
- 6-mieszarka (dozowanie objętościowe tylko zachowanie proporcji mieszanki)
- 7-mieszalnik masy mokrej (rotorowy lub dwuwałowy)
- 8-pojemnik na mieszankę suchą
- 9-pojemnik na osad ściekowy (konieczne ważenie wstępne)
- 10-przenośnik taśmowy
- 11-rolki prowadzące pojemnik 9
- 12-rolki prowadzące pojemnik 8
- 13- mechanizm opróżniania pojemników
- 14-przenośnik ślimakowy masy suchej
- 15-waga

Proces produkcji kruszywa lekkiego powinien przebiegać wg następującego schematu:

1. Odmierzenie objętości materiałów sypkich w proporcjach określonych w recepturze produkcji kruszyw sztucznych (4 i 5) a następnie grawitacyjne przemieszczenie do mieszalnika składników suchych (6). System odmierzania – podajniki celkowe z wyskalowanymi komorami.
2. Wymieszania składników suchych w I węźle granulowania.
3. Transport osadu ściekowego (2) do pojemnika systemu odważania (9) a następnie odważenie na wadze (15) porcji osadu i transport do mieszalnika masy suchej i osadu ściekowego (7) – system sterownia i naważania składnika mokrego i suchego analogiczny jak stosowany w układach węzłów betoniarskich,
4. Odważenie wymieszanych suchych składników (8 i 15) i transport do mieszalnika (7)
5. Wymieszanie składników w mieszalniku (7) a następnie transport grawitacyjny do prasy ślimakowej a później do granulatora bębnowego.
6. Granulowanie surowca a następnie transport do suszarni.
7. Transport do pieca, wypalenie granul, wychłodzenie i transport na składowisko produktu.

6.2.4. Założenia techniczne dotyczące realizacji założeń procesowych syntezy termicznej kruszyw lekkich w piecu rurowym, obrotowym

Założenia techniczne dotyczące suszenia granulatu przed spiekaniem

Zakłada się, na podstawie analogii z suszeniem samych osadów ściekowych, że całkowita energochłonność tej operacji wyniesie około 0,8 KWh/kg H₂O. Temperatura i sposób suszenia powodują znaczące różnice w emisji odorów i gazów powstających w wyniku termicznego rozkładu osadów ściekowych.

Możliwe są dwa warianty technologii:

WARIANT 1: Suszenie niskotemperaturowe:

Parametry wejściowe:

Zawartość wody w granulacie 40±5%,

Temperatura suszonego granulatu w suszarce nieprzekraczająca 80 °C

Parametry procesu suszenia:

- Czynniki suszący- wykorzystanie ciepła spalin z pieca do wypalania kruszywa (wymiennik ciepła).
- Hermetyzacja suszarki, na zasadzie podciśnienia.
- Oczyszczanie gazów z suszarki (biofiltr) przed wypuszczeniem do środowiska,

Parametry wyjściowe:

Produkt- granulát o zawartości wody do około 20%.

Emisja : gazy i para wodna.

- Odbiór i kontrola kondensatu z gazów po suszeniu

Wykroplona wodę gromadzić oddzielnie, przed wylaniem do ścieków kontrola (głównie; pH, azot ogólny) Z każdych **100** kg granulatu wydzieli się około **20kg** wody

- Gazy po suszeniu należy oczyszczać, ilość odorów z rozkładu białka i tlenków azotu ograniczona (powstają w temperaturze >60°C)
- Kontrola emisji gazów- dopuszcza się okresową kontrolę w fazie rozruchu

WARIANT 2: Suszenie wysokotemperaturowe:

Parametry wejściowe:

Zawartość wody w granulacie 40±5%,

Temperatura suszenia; 230- 250 °C

Założenia dotyczące realizacji procesu suszenia:

- Czynniki suszący- wykorzystanie ciepła spalin z pieca do wypalania kruszywa (wymiennik ciepła).
- Hermetyzacja suszarki na zasadzie podciśnienia.
- Oczyszczanie gazów z suszarki we wspólnej instalacji razem z gazami spalinowymi.

Parametry wyjściowe:

Produkt- granulát o zawartości wody do ok. 3-5%

Emisja: gazy CO₂+NO +NO₂ łączne z parą wodną.

- Woda: z każdych **100** kg granulatu wydzieli się około **30-35** kg wody. Wykroploną wodę gromadzić oddzielnie, przed wylaniem do ścieków utylizacja i kontrola zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego Dz.U. 2006 nr 137 poz. 984
- Gazy : Ten zakres temperatur to już obecność substancji gazowych z rozkładu osadów- ze 100 kg suszonego granulatu wydzieli się około 2-3 kg mieszaniny CO₂+NO +NO₂ tj około 1,5 m³
- Łączna kontrola emisji gazów, zgodnie w wymaganiami określonymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 22 kwietnia 2011 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji Dz.U. 2011 nr 95 poz. 558 oraz Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 4 listopada 2008 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody (Dz.U. 2008 nr 206 poz. 1291)- dopuszcza się okresową kontrolę w fazie rozruchu.

Założenia techniczne dotyczące syntezy termicznej kruszyw lekkich z wysuszonego granulatu.

Podstawowe warunki dla wszystkich instalacji termicznego przekształcania odpadów określa Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 marca 2002r (Dz.U.2002.37.339; Dz.U. 2004 nr 1 poz. 2 ; Dz.U. 2010 nr 61 poz. 380) w sprawie wymagań dotyczących prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów, z tym, że w przypadku projektowanej instalacji istnieje możliwość skorzystania z wyłączeń określonych w § 16 ww. rozporządzenia (dotyczących monitoringu)

Instalacja, zgodnie z przepisami musi być wyposażona w:

1. system kontroli temperatury gazów powstających w wyniku spalania, która w nawet w najbardziej niekorzystnych warunkach musi być kontrolowana i utrzymywana w sposób jednorodny przez co najmniej 2 sekundy na poziomie nie niższym niż 850 °C przy zawartości co najmniej 6% tlenu w tych gazach
2. co najmniej jeden włączający się automatycznie palnik pomocniczy do stałego utrzymywania wymaganej temperatury procesu oraz wspomaganie jego rozruchu i zatrzymania; palnik wspomaga proces tak długo, dopóki w komorze spalania będą pozostawały nieprzekształcone odpady
3. automatyczny system podawania odpadów, pozwalający na zatrzymanie ich podawania podczas:
 - a) rozruchu do czasu osiągnięcia wymaganej temperatury,
 - b) procesu, w razie nieosiągnięcia wymaganej temperatury lub przekroczenia dopuszczalnych wartości emisji,
4. urządzenia techniczne do odprowadzania gazów spalinowych, gwarantujące dotrzymanie norm emisyjnych, określonych przepisach,
5. urządzenia do odzysku energii powstającej w procesie termicznego przekształcania odpadów,
6. urządzenia techniczne do ochrony gleby i ziemi oraz wód powierzchniowych i podziemnych,
7. urządzenia techniczne do gromadzenia suchych pozostałości poprocesowych.
8. urządzenia pomiarowo kontrolne do :
 - a. ciągłego pomiaru temperatury w komorze spalania, mierzonej w pobliżu jej ściany wewnętrznej w sposób eliminujący wpływ promieniowania cieplnego płomienia,
 - b. ciągłego pomiaru zawartości tlenu w gazach spalinowych,
 - c. ciągłego pomiaru ciśnienia gazów spalinowych,
 - d. ciągłego pomiaru czasu przebywania gazów spalinowych w komorze spalania.

- e. ewentualnie do monitoringu zawartości pary wodnej w gazach spalinowych, w przypadku gdy techniki pomiarowe zastosowane do poboru i analizy składu gazów spalinowych nie obejmują osuszania gazów przed ich analizą.

Oprócz od ww. wymagań ogólnych, dla instalacji do syntezy termicznej kruszyw z granulatu zakłada się następujące wymagania technologiczne:

1. piec do spiekania granulatu dwustrefowy, ze strefą wypalania osadów ściekowych z granulatu i spiekania kruszywa, hermetyczny, przystosowany do pracy ciągłej w zakresie temperatur $1150 \pm 50^\circ\text{C}$, i chwilowej do $1250-1300^\circ\text{C}$, z wymuszonym przemieszczaniem się granulatu.

Poszczególne strefy pieca różnią się temperaturą,

- Strefa wypalania składników palnych i lotnych w piecu do spiekania: temperatura nie większa niż $750^\circ\text{C} - 800^\circ\text{C}$, czas przebywania w tej strefie około 1- 1,5 godz., z możliwością wydłużenia do 2 godzin, regulowany dopływ powietrza, przemieszczanie się granulatu w sposób zapewniający równomierny dopływ powietrza do granulatu.

Wymagana hermetyzacja pieca- gazy spalinowe z tego etapu wymagają: dopalania (min 2 s. w 850°C), schładzania (z zastosowaniem wymiany ciepła) i oczyszczania.

- strefa spiekania granulatu: temperatura pracy ciągłej $1150 \pm 50^\circ\text{C}$, chwilowej do $1250-1300^\circ\text{C}$, czas przebywania w tej temperaturze około 1 godziny, z możliwością wydłużenia do 1,5 godziny. Gazy spalinowe z tego etapu wymagają : schładzania (z zastosowaniem wymiennika ciepła) i oczyszczania.
2. Piec należy wyposażyć w system dopływu powietrza w ilości zapewniającej całkowite spalanie związków organicznych i odbioru gazów spalinowych w sposób szczelny, gwarantujący kontrolowanie emisji gazów spalinowych
 3. Oprócz urządzeń i systemów określonych w przywołanym powyżej Rozporządzeniu MG, instalację należy wyposażyć w
 - system sterowania i kontroli parametrów technologicznych operacji termicznych
 - odbieralnik kruszywa z wymiennikiem ciepła.

W zależności od zastosowanego wariantu operacji suszenia różnicuje się założenia technologiczne dotyczące instalacji pomocniczych związanych z procesem termicznym, tj instalacji odzysku ciepłą z gazów spalinowych i ich oczyszczania.

WARIANT 1 Spiekanie granulatu wysuszonego niskotemperaturowego

Parametry wejściowe:

- granulatu po suszarce o zawartości wody ok. 20%,
- zawartość substancji organicznych w granulacie po suszeniu około 6-8 %

Dodatkowe parametry dotyczące realizacji procesu spiekania

- przewidywany odzysk ciepła z ciepła spalania osadów ściekowych obecnych w granulacie około 5 MJ/ kg granulatu (na podstawie dotychczasowych doświadczeń przemysłowych spalarni osadów ściekowych, spalanie osadów ściekowych o 20% zawartości wody to ok. 10MJ/kg).
- wymagane szybkie schłodzenie gazów spalinowych z co najmniej 850 °C do temperatury nie większej niż 240°C dla uniknięcia wtórnego tworzenia dioksyn,
- wymienniki ciepła z nośnikiem dostosowanym do wymagań niskotemperaturowej suszarki do suszenia granulatu.
- System oczyszczanie gazów spalinowych, uwzględniający:
 - a. odpylanie (ilość pyłów stosunkowo niewielka w porównaniu do istniejących instalacji spalania samych osadów ściekowych),
 - b. wydzielenie wody - na każde **100kg** spiekanego granulatu wydzieli się około **20 kg wody** (tj.około **25 m³ pary wodnej**). **Uwaga : ilość wody w tak realizowanym procesie jest znacznie wyższa niż w spalarniach osadów ściekowych.**
 - c. usuwanie szkodliwych gazów : **ze 100 kg** spiekanego granulatu wydzieli się około 7,4 kg mieszaniny CO₂+NO +NO₂ (tj około **4 m³ gazów**)

Sposób realizacji wg wariantu 1 zakłada możliwość oddzielnego oczyszczania gazów z instalacji suszenia (niski poziom odorów, brak rozkładu białek oznacza ograniczenie emisji tlenku azotu NO) i oddzielnego oczyszczania gazów z instalacji termicznego wypalania.

Parametry wyjściowe:

Produkt: kruszywo lekkie - oziębienie, odzysk ciepła, magazynowanie.

Odpady:

Woda z układu oczyszczania spalin: gromadzenie i utylizacja przed usunięciem

Gazy spalinowe: oziębienie, wielostopniowy system oczyszczania; filtry przeciwpyłowe, pochłaniacze tlenków azotu, odsiarczanie.

WARIANT 2 Spiekanie granulatu z suszenia wysokotemperaturowego

Parametry wejściowe:

- granulatu po suszeniu wysokotemperaturowym o zawartości wody ok. 3-5%,

Dodatkowe parametry dotyczące realizacji procesu spiekania

- około 8 MJ/ kg granulatu przewidywany odzysk ciepła z ciepła spalania osadów ściekowych obecnych w granulacie
- szybkie schłodzenie gazów spalinowych z co najmniej 850 °C do temperatury nie większej niż 240°C dla uniknięcia wtórnego tworzenia dioksyn- wymienniki ciepła dostarczające czynnik grzewczy do niskotemperaturowego suszenia granulatu.

- System oczyszczanie gazów spalinowych połączonych z wstępnie odwodnionymi gazami z suszarki, uwzględniający:
 - d. odpylanie (ilość pyłów stosunkowo niewielka w porównaniu do istniejących instalacji spalania samych osadów ściekowych),
 - e. wydzielenie wody - na każde **100kg** spiekanego granulatu wydzieli się około **3-5 kg wody** (tj.około **4 m³ pary wodnej**). **Uwaga : ilość wody w tak realizowanym procesie jest porównywalna z ilością wytwarzaną podczas spalania osadów ściekowych w istniejących spalarniach.**
 - f. usuwanie szkodliwych gazów : system łącznego oczyszczania gazów z suszenia i gazów spalinowych z pieca (**ze 100 kg** spiekanego granulatu wydzieli się około 4-5 kg mieszanki CO₂+NO +NO₂ (tj około **2,5 m³ gazów**) tj. łącznie się około 7,4 kg mieszanki CO₂+NO +NO₂ (około **4 m³ gazów**)

Sposób realizacji wg wariantu 2 realizuje łączne oczyszczania gazów z instalacji suszenia i oczyszczania gazów z instalacji termicznego wypalania. Istotną zmianą jest możliwość usunięcie z granulatu większości wody przed spiekaniem, a więc ograniczenie jej ilości w piecu do poziomu, jaki jest w typowych spalarniach osadów ściekowych.

Parametry wyjściowe:

Produkt: kruszywo lekkie - oziębienie, odzysk ciepła, magazynowanie.

Odpady:

Woda z układu suszenia i oczyszczania spalin: gromadzenie i utylizacja przed usunięciem

Gazy z suszarni granulatu i gazy spalinowe: oziębienie, wielostopniowy system łącznego oczyszczania; filtry przeciwpyłowe, pochłaniacze tlenków azotu, odsiarczanie.

6.2.5. Założenia dotyczące projektu i budowy systemu monitorująco– rejestrująco -wizualizacyjnego kontroli emisji gazów p reakcyjnych

Instalacje do termicznej utylizacji odpadów muszą być wyposażone w system kontrolujący poziom stężeń gazów emitowanych do atmosfery- instalacja demonstracyjna nie podlega obowiązkowi ciągłych pomiarów emisji, tym niemniej zakłada się co najmniej okresowe ich wykonywanie w czasie procesów pokazowych.

Zakres i metody prowadzenia monitoringu muszą spełniać wymagania określone w poniższych rozporządzeniach :

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 kwietnia 2011 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji Dz.U. 2011 nr 95 poz. 558
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 listopada 2008 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody (Dz.U. 2008 nr 206 poz. 1291)



Układ monitoringu należy umiejscowić bezpośrednio przed emitorem.

Wykaz i rodzaj parametrów mierzonych w emitorze instalacji wyszczególnia poniższa tabela 1 i 2 (wg przepisów określonych w Rozporządzeniu MŚ z dnia 4 listopada 2008 r., Dz.U. 2008 nr 206 poz. 1291 zał. nr 3)

Tabela A. Substancje i parametry mierzone w sposób ciągły oraz metodyki referencyjne wykonywania pomiarów ciągłych

Lp.	Nazwa substancji lub parametru - zakres	Jednostka miary	Metodyka referencyjna
1	2	3	4
1	Pył ogółem	mg/m ³	Technika dowolna wzorcowana metodą gravimetryczną
2	SO ₂	mg/m ³	Absorpcja promieniowania IR lub UV lub inna metoda optyczna z uwzględnieniem normy PN-ISO 7935
3	NO _x (w przeliczeniu na NO ₂)	mg/m ³	Chemiluminescencyjna lub absorpcja promieniowania IR, lub inna metoda optyczna z uwzględnieniem normy PN-ISO 10849
4	CO	mg/m ³	Absorpcja promieniowania IR
5	HCl	mg/m ³	Absorpcja promieniowania IR
6	Substancje organiczne w postaci gazów i par wyrażone jako całkowity węgiel organiczny	mg/m ³	Technika ciągłej detekcji płomieniowo-jonizacyjnej (FID)
7	HF	mg/m ³	Absorpcja promieniowania IR
8	O ₂	%	Paramagnetyczna, celi cyrkonowej lub elektrochemiczna gwarantująca niepewność pomiaru nie gorszą niż ą 0,4% obj. O ₂
9	Prędkość przepływu spalin lub ciśnienie dynamiczne spalin	m/s Pa	1) 2)
10	Temperatura spalin w przekroju pomiarowym	K	3)
11	Ciśnienie statyczne lub bezwzględne spalin	Pa	4)
12	Wilgotność bezwzględna gazów odlotowych lub stopień zawilżenia gazu X	% obj. kg/kg	2) 5)

Tabela 2. Substancje mierzone w sposób okresowy oraz metodyki referencyjne wykonywania pomiarów okresowych (zał. nr 3 Dz.U. 2008 nr 206 poz. 1291)

Lp.	Nazwa substancji	Jednostka miary	Metodyka referencyjna
1	2	3	4
1	Pb	mg/m ³	Spektrometria absorpcji atomowej lub emisyjna spektrometria atomowa ze wzbudzeniem plazmowym ⁵⁾
2	Cr	mg/m ³	Spektrometria absorpcji atomowej lub emisyjna spektrometria atomowa ze wzbudzeniem plazmowym ⁵⁾
3	Cu	mg/m ³	Spektrometria absorpcji atomowej lub emisyjna spektrometria atomowa ze wzbudzeniem plazmowym ⁵⁾

4	Mn	mg/m ³	Spektrometria absorpcji atomowej lub emisyjna spektrometria atomowa ze wzbudzeniem plazmowym ⁵⁾
5	Ni	mg/m ³	Spektrometria absorpcji atomowej lub emisyjna spektrometria atomowa ze wzbudzeniem plazmowym ⁵⁾
6	As	mg/m ³	Spektrometria absorpcji atomowej lub emisyjna spektrometria atomowa ze wzbudzeniem plazmowym ⁵⁾
7	Cd	mg/m ³	Spektrometria absorpcji atomowej lub emisyjna spektrometria atomowa ze wzbudzeniem plazmowym ⁵⁾
8	Hg	mg/m ³	Norma PN-EN 13211
9	Tl	mg/m ³	Spektrometria absorpcji atomowej lub emisyjna spektrometria atomowa ze wzbudzeniem plazmowym ⁵⁾
10	Sb	mg/m ³	Spektrometria absorpcji atomowej lub emisyjna spektrometria atomowa ze wzbudzeniem plazmowym ⁵⁾
11	V	mg/m ³	Spektrometria absorpcji atomowej lub emisyjna spektrometria atomowa ze wzbudzeniem plazmowym ⁵⁾
12	Co	mg/m ³	Spektrometria absorpcji atomowej lub emisyjna spektrometria atomowa ze wzbudzeniem plazmowym ⁵⁾
13	Dioksyny i furany	ng/m ³	Norma PN-EN 1948 - 1,2

7. Wnioski

W wyniku przeprowadzonych prac sformułowano założenia dotyczące warunków technologicznych do realizacji procesu wytwarzania kruszyw lekkich z osadów ściekowych i krzemionki odpadowej, zgodnie z zakresem przewidzianym w projekcie LIFE+.

Uwzględniono zarówno uwarunkowania wynikające z wymagań samej technologii jak i z obowiązujących przepisów dotyczących ochrony środowiska w przypadku instalacji do termicznego przekształcania odpadów.

Technologia wytwarzania kruszyw lekkich z osadów ściekowych i krzemionki odpadowej jest technologią unikalną, dlatego linia do realizacji tej technologii również będzie linią unikalną.

Z tego powodu w etapie założeń są przedstawione wersje wariantowe, które muszą być uszczegółowione na etapie projektowania linii demonstracyjnej.

Literatura

1. Zbigniew Heinrich, „Efektywność mechanicznego odwadniania osadów ściekowych”, materiały V Konferencji Naukowo Technicznej, wrzesień 2008, Nowogród k. Łomży
2. Ewa Zielewicz, „Dezintegracja ultradźwiękowa i hybrydowa osadu nadmiernego”, materiały V Konferencji Naukowo Technicznej, wrzesień 2008, Nowogród k. Łomży
3. Cezary Jędrzejewski, „Doświadczenia eksploatacyjne ze spalarni osadów ściekowych w Gdyni”, materiały V Konferencji Naukowo Technicznej, wrzesień 2008, Nowogród k. Łomży
4. Elżbieta Uzunow, Badania możliwości zastosowania w metodzie nisko energochłonnego procesu wytwarzania kruszyw sztucznych z osadów ściekowych i odpadów chalcodonitu także innych odpadów z przemysłu wydobywczego. Praca nr 12262 IMBiGS.
5. Adam Mazela, Elżbieta Uzunow, Badania nisko-energochłonnego procesu zeszkliwania osadów ściekowych z odpadowym chalcodonitem i odpadowym szkłem opakowaniowym” Praca nr 12143 IMBiGS
6. Elżbieta Uzunow, Badania procesu wytwarzania sztucznych kruszyw z osadów ściekowych i odpadów mineralnych metodą termiczną- określenie w jakim stopniu niejednorodność osadów ściekowych wpływa na właściwości kruszyw sztucznych lekkich otrzymywanych z zastosowaniem ww. osadów. Praca nr 12 558 IMBiGS

