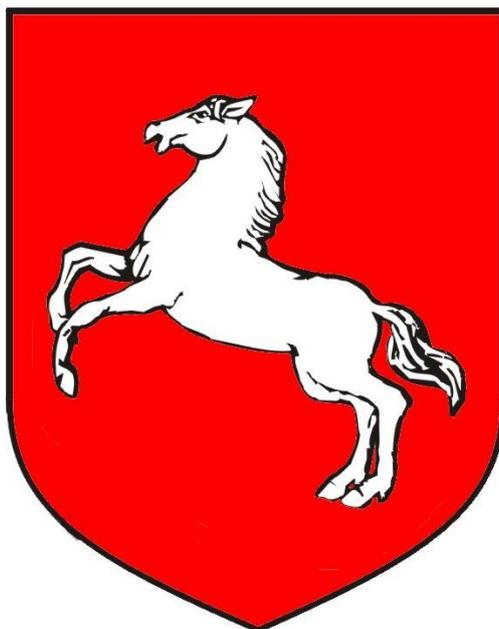


MULTIMODALNA KONCEPCJA ZUO

„Szczegółowa koncepcja termicznego unieszkodliwiania odpadów komunalnych i osadów ściekowych w MZGOK Konin – etap II



ZLECENIODAWCA KONCEPCJI:

Związek Międzygminny „Koniński Region Komunalny”
ul. Okólna 59
62-510 Konin



WYKONAWCA KONCEPCJI:

Savona Project Sp. z o.o.
ul. Słowackiego 33-37
33-100 Tarnów



Zespół autorski:

Andrzej Niespodziewany – Kierownik Zespołu
Sławomir Duda
Sławomir Pustelnik
Michał Kłosiński
Radosław Falkowski
Maciej Marcinek

SPIS TREŚCI

SPIS TREŚCI.....	2
A. WYKAZ UŻYWANYCH DEFINICJI I TERMINÓW	5
B. WYKAZ UŻYWANYCH SKRÓTÓW	9
1. WSTĘP	10
1.1. PODSTAWA OPRACOWANIA	10
1.2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	10
1.3. PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO PROJEKTOWANIA	11
2. UWARUNKOWANIA REALIZACJI PRZEDSIĘWZIĘCIA	12
2.1. UWARUNKOWANIA PRAWNE	12
2.2. KRYTERIA WYBORU PROJEKTÓW Z ZAKRESU GOSPODARKI ODPADAMI – POIŚ	18
2.3. UWARUNKOWANIA LOKALIZACYJNE.....	19
2.3.1. <i>Potencjalne możliwości lokalizacyjne i wybór lokalizacji</i>	19
2.3.2. <i>Wybór lokalizacji</i>	23
2.3.3. <i>Opis wybranej lokalizacji</i>	23
2.3.4. <i>Warunki formalno-prawne</i>	27
2.3.5. <i>Otoczenie lokalizacji oraz trasy dojazdu</i>	28
3. BILANS ODPADÓW NA WEJŚCIU DO INSTALACJI	28
3.1. OBSZAR OBSŁUGIWANY PRZEZ PRZEDSIĘWZIĘCIE	28
3.1.1. <i>Odpady komunalne kierowane do ZTUO</i>	28
3.1.2. <i>Ogólna charakterystyka przedsięwzięcia</i>	30
3.1.3. <i>Przyjmowane odpady</i>	30
3.1.4. <i>Prognoza parametrów odpadów</i>	31
4. ANALIZA ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ WYTWARZANĄ W PROCESIE TERMICZNEGO PRZEKSZTAŁCANIA ODPADÓW I MOŻLIWOŚĆ JEJ ZBYTU	35
4.1. SYTUACJA SEKTORA ENERGETYCZNEGO W POLSCE	35
4.2. PROGNOZY POPYTU NA ENERGIĘ ELEKTRYCZNA I CIEPLNĄ	38
4.3. ANALIZA RYNKU ENERGII, W TYM ENERGII ELEKTRYCZNEJ I CIEPLNEJ NA TERENIE MIASTA KONINA	40
4.3.1. <i>Charakterystyka systemu ciepłowniczego</i>	40
4.3.2. <i>Charakterystyka źródeł wytwórczych ciepła</i>	42
4.3.3. <i>Charakterystyka źródeł energii elektrycznej</i>	44
4.3.4. <i>Charakterystyka sieci przesyłowej</i>	45
5. ANALIZA WIELOWARIANTOWA ROZWIĄZAŃ TECHNOLOGICZNYCH	47
5.1. WSTĘP DO ANALIZY.....	47
5.2. ANALIZA WSTĘPNA – WYBÓR WARIANTÓW DO ANALIZY PORÓWNAWCZEJ	47
5.2.1. <i>Technologie wykorzystujące plazmę</i>	47
5.2.2. <i>Piroliza i zgazowanie</i>	50
5.2.3. <i>Spalanie w złożu fluidalnym</i>	53
5.2.4. <i>Spalanie w piecu rusztowym</i>	57
5.2.5. <i>Spalanie w piecu obrotowym</i>	62
5.2.6. <i>Podsumowanie metod termicznego przekształcania odpadów</i>	64

5.2.7.	Rozwiązania technologiczne termicznego przetwarzania odpadów wyselekcjonowane do dalszej analizy porównawczej.....	65
5.3.	ANALIZA WSTĘPNA – WYBÓR SYSTEMU OCZYSZCZANIA SPALIN.....	66
5.3.1.	Oczekiwane emisje do powietrza.....	66
5.3.2.	Ogólna koncepcja systemu oczyszczania spalin.....	67
5.3.3.	System odpylania wstępnego spalin.....	69
5.3.4.	Oczyszczanie spalin z gazów kwaśnych, metali ciężkich, dioksyn i furanów oraz końcowe odpylenie 70	
5.3.5.	System redukcji NO _x (DeNO _x).....	81
5.3.6.	Podsumowanie systemów oczyszczania spalin wraz z analizą DGC.....	84
5.4.	OPIS ALTERNATYWNYCH WARIANTÓW TERMICZNEGO PRZETWARZANIA ODPADÓW.....	88
5.4.1.	Wariant I – technologia zgazowania z dopalaniem.....	88
5.4.2.	Wariant II – technologia spalania w piecu rusztowym.....	94
5.4.3.	Wariant III – technologia spalania w piecu rusztowym z odzyskiem ciepła z wilgoci zawartej w spalinach 101	
6.	ANALIZA PORÓWNAWCZA POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW.....	104
6.1.	ANALIZA EFEKTYWNOŚCI KOSZTOWEJ.....	104
6.1.1.	Założenia analizy.....	104
6.1.2.	Finansowe i ekonomiczne porównanie rozważanych opcji.....	105
6.1.3.	Wskazanie Najlepszych Rozwiązań Spośród Rozważanych Opcji.....	111
6.2.	ANALIZA WIELOKRYTERIALNA.....	113
6.2.1.	Kryterium ekonomiczne – ocena DGC.....	113
6.2.2.	Kryterium środowiskowe i prawne.....	114
6.2.3.	Kryterium techniczne.....	115
6.2.4.	Kryterium Społeczno-polityczne.....	116
6.2.5.	Podsumowanie analizy wielokryterialnej.....	117
6.3.	WPŁYW WAG KRYTERIÓW NA WYNIKI ANALIZY WIELOKRYTERIALNEJ.....	117
7.	OPIS WYBRANEGO WARIANTU TECHNOLOGICZNEGO.....	119
7.1.	SZCZEGÓŁOWY OPIS WYBRANEGO ROZWIĄZANIA TECHNOLOGICZNEGO.....	119
7.1.1.	Podstawowe parametry Zakładu Termicznego Unieszkodliwiania Odpadów (ZTUO).....	119
7.1.2.	Bilans energetyczny ZTUO.....	121
7.1.3.	Współczynnik efektywności energetycznej.....	123
7.1.3.1.	Odzysk energii – wymagana efektywność energetyczna.....	123
7.1.3.2.	Wskaźnik Efektywności Energetycznej.....	123
7.1.4.	Węzeł przywozu i wyładunku odpadów.....	127
7.1.5.	Węzeł magazynowania odpadów i surowców.....	128
7.1.6.	Węzeł przygotowania paliwa.....	129
7.1.7.	Węzeł załadunku odpadów do procesu spalania.....	129
7.1.8.	Węzeł spalania odpadów.....	131
7.1.9.	Węzeł odzysku i konwersji energii.....	136
7.1.10.	Węzeł oczyszczania spalin.....	138
7.1.11.	Węzeł odprowadzania gazów wylotowych.....	141
7.1.12.	Węzeł monitoringu i kontroli emisji.....	142
7.1.13.	Węzeł przetwarzania żużli i popiołów dennych.....	142
7.1.14.	Węzeł unieszkodliwiania popiołów lotnych i stałych produktów oczyszczania spalin.....	144
7.1.15.	Węzeł zasilania i wyprowadzenia mocy.....	147
7.1.16.	Węzeł automatyki i pomiarów.....	148
8.	ROZWIĄZANIA ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANE.....	149

8.1.	OPIS OBIEKTÓW PODSTAWOWYCH	149
8.1.1.	Hala wyładunkowa	149
8.1.2.	Hala termicznego przekształcania odpadów	149
8.1.3.	Stacja uzdatniania wody.....	150
8.1.4.	Budynek waloryzacji żużli	150
8.1.5.	Budynek stabilizacji i zestalania.....	150
8.1.6.	Stacja transformatorowa.....	151
8.1.7.	Zbiornik na olej	151
8.1.8.	Wagi samochodowe	151
8.1.9.	Portiernia	151
8.1.10.	Budynek administracyjno-socjalny	152
8.1.11.	Plac przyjęcia żużla	152
8.1.12.	Plac dojrzewania i składowania żużla.....	153
8.1.13.	Plac czasowego magazynowania odpadów	153
8.2.	OPIS PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW ZAGOSPODAROWANIA TERENU.....	153
8.2.1.	Drogi, place manewrowe, parkingi.....	153
8.2.2.	Ogrodzenie.....	154
8.2.3.	Zieleń	154
	SPIS TABEL.....	155
	SPIS ILUSTRACJI.....	156

A. WYKAZ UŻYWANYCH DEFINICJI I TERMINÓW

Użyte w niniejszym Opracowaniu pojęcia należy rozumieć następująco:

AT₄ (static respiration test) – test mikrobiologiczny krótkotrwały służący do określania aktywności oddychania: emisja dwutlenku węgla lub szybkość poboru tlenu, która może być oznaczana w warunkach statycznych.

BAT (najlepsza dostępna technika) – najbardziej efektywny oraz zaawansowany poziom rozwoju technologii i metod prowadzenia danej działalności, wykorzystywany jako podstawa ustalania granicznych wielkości emisyjnych, mających na celu eliminowanie emisji lub, jeżeli nie jest to praktycznie możliwe, ograniczanie emisji i wpływu na środowisko jako całość.

BREF – dokument referencyjny BAT „Waste Treatments Industries”, wydanie sierpień 2006.

DR₄ (dynamic respiration index) – test dynamiczny respiracji DR₄ prowadzony w warunkach tlenowych dla określenia podatności odpadów organicznych na biodegradację, oparty na metodzie standardowej (ASTM D5975-96, ISO 14855-1999). Trwa cztery dni.

Gminy objęte Przedsięwzięciem (Gminy Uczestniczące w Projekcie) – gminy: Miasto Konin, Stare Miasto, Rychwał, Kazimierz Biskupi, Wierzbiniek, Grodziec, Sompolno, Krzymów, Kramsk, Golina, Rzgów, Skulsk, Wilczyn, Kleczew, Miasto Koło, Dąbie, Kłodawa, Osiek Mały, Grzegorzew, Babiak, Koło, Olszówka, Miasto Słupca, Zagórów, Słupca, Łądek, Orchowó, Strzałkowo, Turek, Brudzew, Władysławów.

Gospodarowanie odpadami – odbiór odpadów, zbieranie odpadów, transport, odzysk i unieszkodliwianie odpadów, w tym nadzór nad takimi działaniami i nad miejscami odzysku i unieszkodliwiania odpadów.

Instalacja – stacjonarne urządzenie techniczne, zespół stacjonarnych urządzeń technicznych powiązanych technologicznie, do których tytułem prawnym dysponuje ten sam podmiot i położonych na terenie jednego zakładu, obiekty budowlane niebędące urządzeniami technicznymi ani ich zespołami, których eksploatacja może spowodować emisję.

Magazynowanie odpadów – czasowe przetrzymywanie lub gromadzenie odpadów przed ich transportem, odzyskiem lub unieszkodliwieniem.

MBS – proces mechaniczno-biologicznego suszenia odpadów polegający na odparowaniu wilgoci z odpadów w wydzielonych do tego celu reaktorach przy wykorzystaniu ciepła procesowego

MBT lub MBP – proces mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów obejmujący rozdrabnianie, przesiewanie, sortowanie, klasyfikację i separację odpadów komunalnych na frakcję dającą się w całości lub w części wykorzystać materiałowo lub/i energetycznie, frakcję ulegającą biodegradacji odpowiednią dla biologicznego przetwarzania w warunkach tlenowych lub beztlenowych oraz frakcję balastową przeznaczoną na składowisko.

Odpady – zgodnie z art. 3 ustawy o odpadach (Dz.U. nr 39 z 2007, poz. 251 z późn. zm.), odpady oznaczają każdą substancję lub przedmiot należący do jednej z kategorii, określonych w załączniku nr 1 do ustawy, której posiadacz pozbywa się, zamierza pozbyć się lub do ich pozbycia się jest obowiązany.

Odpady balastowe – odpady pozostałe przy poddaniu odpadów komunalnych odzyskowi lub unieszkodliwianiu metodami innymi niż składowanie.

Odpady komunalne – odpady powstające w gospodarstwach domowych, a także odpady niezawierające odpadów niebezpiecznych pochodzące od innych wytwórców, które ze względu na swój charakter lub skład są podobne do odpadów powstających w gospodarstwach domowych.

Odpady niebezpieczne ze strumienia odpadów komunalnych – odpady powstające w gospodarstwach domowych określone w katalogu odpadów, tj.: rozpuszczalniki, kwasy, alkalia, odczynniki fotograficzne, środki ochrony roślin I i II klasy toksyczności (bardzo toksyczne, np. herbicydy, insektycydy), lampy fluorescencyjne i inne odpady zawierające rtęć, urządzenia zawierające freony, farby, tłuszcze, farby drukarskie, kleje, lepiszczki i żywice zawierające substancje niebezpieczne, detergenty zawierające substancje niebezpieczne, leki cytotoksyczne i cytostatyczne, baterie i akumulatory, zużyte urządzenia elektryczne i elektroniczne zawierające niebezpieczne składniki, drewno zawierające substancje niebezpieczne.

Odpady obojętne – odpady, które nie ulegają istotnym przemianom fizycznym, chemicznym lub biologicznym; są nierozpuszczalne, nie wchodzi w reakcje fizyczne ani chemiczne, nie powodują zanieczyszczenia środowiska lub zagrożenia dla zdrowia ludzi, nie ulegają biodegradacji i nie wpływają niekorzystnie na materię, z którą się kontaktują; ogólna zawartość zanieczyszczeń w tych odpadach oraz zdolność do ich wymywania, a także negatywne oddziaływanie na środowisko odcieku muszą być nieznaczne, a w szczególności nie powinny stanowić zagrożenia dla jakości wód powierzchniowych, wód podziemnych, gleby i ziemi.

Odpady opakowaniowe – zgodnie z art. 3 ust. 3 ustawy o opakowaniach i odpadach opakowaniowych (Dz.U. z 2001 r. Nr 63, poz. 638 z późn. zm.), przez odpady opakowaniowe rozumie się wszystkie opakowania, w tym opakowania wielokrotnego użytku wycofane z ponownego użycia, stanowiące odpady w rozumieniu przepisów ustawy o odpadach, z wyjątkiem odpadów powstających w procesie produkcji opakowań.

Odpady ulegające biodegradacji, „bio-odpady” – odpady, które ulegają rozkładowi tlenowemu lub beztlenowemu przy udziale mikroorganizmów.

Odpady ze sprzątnięcia ulic i placów – odpady ze sprzątnięcia i oczyszczania placów i ulic oraz z opróżniania koszy ulicznych.

Odpady wielkogabarytowe – odpady, których nie można zbierać w ramach normalnego systemu zbiórki odpadów komunalnych z powodu ich rozmiaru.

Odpady zielone – trawa, liście, zwiędnięte kwiaty i gałęzie pochodzące z pielęgnacji i porządkowania trawników, przydomowych ogródków, terenów ogródków działkowych, rekreacyjnych oraz parków, cmentarzy, przydrożnych drzew itp.

Odzysk – wszelkie działania, nie stwarzające zagrożenia dla życia, zdrowia ludzi lub dla środowiska, polegające na wykorzystaniu odpadów w całości lub w części, lub prowadzące do odzyskania z odpadów substancji, materiałów lub energii i ich wykorzystania, określone w załączniku nr 5 do ustawy o odpadach.

Odzysk energii – termiczne przekształcenie odpadów w celu odzyskania energii.

Osady ściekowe (osady) – zgodnie z art. 3 pkt. 2 obecnie obowiązującej ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach, przez komunalne osady ściekowe rozumie się pochodzący z oczyszczalni ścieków

osad z komór fermentacyjnych oraz innych instalacji służących do oczyszczania ścieków komunalnych oraz innych ścieków o składzie zbliżonym do składu ścieków komunalnych.

Posiadacz odpadów – każdy, kto faktycznie włada odpadami (wytwórca odpadów, inna osoba fizyczna, osoba prawna lub jednostka organizacyjna); domniemywa się, że władający powierzchnią ziemi jest posiadaczem odpadów znajdujących się na nieruchomości.

Przedsięwzięcie lub Projekt lub Inwestycja – przedsięwzięcie inwestycyjne polegające na zaprojektowaniu i budowie Instalacji do Termicznego Unieszkodliwiania i Energetycznego Wykorzystania Odpadów.

RDF – (*ang. Refuse Derived Fuel*) paliwo alternatywne powstające w wyniku wysortowania oraz odpowiedniego przygotowania frakcji odpadów charakteryzujących się wysoką wartością opałową.

Recykling – taki odzysk, który polega na powtórnym przetworzeniu substancji lub materiałów zawartych w odpadach w procesie produkcyjnym w celu uzyskania substancji lub materiału o przeznaczeniu pierwotnym lub o innym przeznaczeniu, w tym też recykling organiczny (z wyjątkiem odzysku energii).

Składowisko odpadów – obiekt budowlany przeznaczony do składowania odpadów; wyróżnia się następujące typy składowisk odpadów: składowisko odpadów niebezpiecznych, składowisko odpadów obojętnych, składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne.

Stabilizat – stały produkt (odpad) po biologicznym przetworzeniu w instalacjach MBT, który nie spełnia wymagań dla nawozów organicznych lub środków wspomagających uprawę roślin, ale po spełnieniu określonych wymagań może być poddany odzyskowi lub unieszkodliwianiu określonymi metodami.

Straty prażenia (LOI - Loss On Ignition) – jest to różnica pomiędzy suchą masą i zawartością popiołu pozostałą po procesie prażenia. Reprezentują one zawartość w odpadach zarówno materii biogennej, jak i niebiogennej (np. tworzyw sztucznych). Składniki niebiogenne nie ulegają biodegradacji, pozostają w odpadach i stanowią część strat prażenia produktów. Różnicę strat prażenia surowców i produktów podczas procesu MBP można zatem przypisać jedynie do rozkładu biologicznego.

Termiczne przekształcanie odpadów – rozumie się przez to: a) spalanie odpadów przez ich utlenianie, b) inne procesy termicznego przekształcania odpadów), w tym pirolizę, zgazowanie proces plazmowy, o ile substancje powstające podczas tych procesów termicznego przekształcania odpadów są następnie spalane.

Unieszkodliwianie odpadów – poddanie odpadów procesom przekształceń biologicznych, fizycznych lub chemicznych określonych w załączniku do ustawy w celu doprowadzenia ich do stanu, który nie stwarza zagrożenia dla życia, zdrowia ludzi lub dla Środowiska.

Wytwórca odpadów – każdy, kogo działalność lub bytowanie powoduje powstawanie odpadów oraz każdego, kto przeprowadza wstępne przetwarzanie, mieszanie lub inne działania powodujące zmianę charakteru lub składu tych odpadów. Wytwórcą odpadów powstających w wyniku świadczenia usług w zakresie budowy, rozbiórki, remontu obiektów, czyszczenia zbiorników lub urządzeń oraz sprzątnięcia, konserwacji i napraw jest podmiot, który świadczy usługę, chyba że umowa o świadczenie usługi stanowi inaczej.

Zakład – Instalacja do Termicznego Unieszkodliwiania i Energetycznego Wykorzystania Odpadów będąca zakresem niniejszej Koncepcji.

„MULTIMODALNA KONCEPCJA ZUO”

„Szczegółowa koncepcja termicznego unieszkodliwiania odpadów komunalnych i osadów ściekowych w MZGOK Konin – etap II



Zbieranie odpadów – każde działanie, w szczególności umieszczanie w pojemnikach, segregowanie i magazynowanie odpadów, które ma na celu przygotowanie ich do transportu do miejsc odzysku lub unieszkodliwiania.

B. WYKAZ UŻYWANYCH SKRÓTÓW

Użyte w Studium Wykonalności skróty należy rozumieć następująco:

AT₄	– Aktywność Respiracyjna
BAT	– Best Available Technique (Najlepsza Dostępna Technologia)
CHP	– Kogeneracja: wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła w układzie skojarzonym
FS	– Fundusz Spójności
GUS	– Główny Urząd Statystyczny
HRSG	– Heat Recovery Steam Generator (parowy kocioł odzysknicowy)
ITPO	– Instalacja Termicznego Przekształcania Odpadów
JRP	– Jednostka Realizująca Projekt
JST	– Jednostka Samorządu Terytorialnego
Kpgo 2010	– Krajowy Plan Gospodarki Odpadami na lata 2006-2010
MPEC	– Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej
MPZP	– Miejskowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego
NFOŚ	– Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska
OOŚ	– Ocena Oddziaływania Na Środowisko
PGO	– Plan Gospodarki Odpadami
POIiŚ	– Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko
PKB	– Produkt Krajowy Brutto
s.m.	– sucha masa
s.m.o.	– sucha masa organiczna
UE	– Unia Europejska
UZP	– Urząd Zamówień Publicznych
uPzp	– Ustawa Prawo zamówień publicznych
TOC	– Całkowity Węgiel Organiczny (Ogólny Węgiel Organiczny)
URE	– Urząd Regulacji Energetyki
ZUO	– Zakład Unieszkodliwiania Odpadów
ZZO	– Zakład Zagospodarowania Odpadów

1. WSTĘP

1.1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Nadrzędną podstawą opracowania jest Umowa zawarta pomiędzy Związkiem Międzygminnym „Koniński Region Komunalny” z siedzibą w Koninie a konsorcjum firm Savona Project Sp. z o.o. z siedzibą w Tarnowie (lider konsorcjum) i Polinvest Sp. z o.o. z siedzibą w Krakowie (członek konsorcjum).

Dane źródłowe do Opracowania:

- SIWZ „Opracowanie Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowego, Koncepcji oraz Programu Funkcjonalno-Użytkowego dla zadania: Projektowanie i budowa instalacji do termicznego unieszkodliwiania i energetycznego wykorzystania odpadów w Koninie”.
- Miejskowy Plan Ogólnego Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Konina w Granicach Byłej Strefy Ochronnej Huty Aluminium, zatwierdzony uchwałą Rady Miasta Konina Nr 188 z dnia 26 maja 1999 r.
- „Dokumentacja hydrologiczna wraz z projektem piezometrów i monitoringu Środowiska gruntowo-wodnego dla potrzeb składowiska odpadów oraz projektowanego Zakładu Utylizacji Odpadów Komunalnych w Koninie-Malińcu przy ul. Sulańskiej”, Konin, lipiec 2000 r.
- Dane morfologiczne odpadów.
- Informacje przekazane przez Inwestora.

1.2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Celem niniejszego Opracowania jest przygotowanie multimodalnej koncepcji Instalacji do Termicznego Unieszkodliwiania i Energetycznego Wykorzystania Odpadów (Zakładu), obejmującej analizę trzech możliwych wariantów rozwiązań technologicznych ze wskazaniem i opisem wariantu najkorzystniejszego pod kątem zakładanych celów.

Zakres Opracowania obejmuje:

- Dobór parametrów technologii w oparciu o otrzymane od Zamawiającego dane dotyczące strumieni, składu i właściwości odpadów przeznaczonych do termicznego przekształcenia oraz przeprowadzoną analizę zmienności strumieni, składu i właściwości tych odpadów.
 - Opis trzech potencjalnych rozwiązań technologicznych termicznego przekształcania odpadów z analizą porównawczą tych wariantów i wyborem najkorzystniejszego, z punktu widzenia zakładanych celów, rozwiązania technologicznego.
 - Opis wybranego rozwiązania technologicznego z charakterystyką proponowanych urządzeń technologicznych, zestawieniem niezbędnych urządzeń i maszyn, opisem wytycznych technicznych i technologicznych oraz bilansem produktów na wyjściu z Zakładu.
 - Zestawienie nakładów inwestycyjnych dla wybranego rozwiązania technologicznego Zakładu.
-

- Opis proponowanych rozwiązań budowlanych z zestawieniem podstawowych parametrów poszczególnych obiektów przewidzianych na terenie Zakładu.

Jako zasadnicze założenie przy definiowaniu rozwiązań technologicznych Zakładu przyjęto maksymalną redukcję masy odpadów przeznaczonych do deponowania na składowiskach z maksymalnym odzyskiem energii elektrycznej i energii cieplnej w układzie CHP przy zachowaniu minimalnych emisji substancji zanieczyszczających do atmosfery, minimalizacji produkcji ścieków i odpadów niebezpiecznych oraz minimalnego zużycia energii i innych mediów.

1.3. PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO PROJEKTOWANIA

1. Teren lokalizacji Przedsięwzięcia położony jest w Koninie przy ul. Sulańskiej na działkach ewidencyjnych o nr 1436/4, 1436/5 obr. Maliniec. Wybór lokalizacji poprzedzony został analizą potencjalnych możliwości lokalizacyjnych Zakładu – analiza przedstawiona została w rozdziale 2.3.1.
2. Zakład przyjmować będzie zmieszane odpady komunalne wytwarzane na terenach Gmin Objętych Przedsięwzięciem.
3. Głównym celem działania Zakładu będzie odzysk energii zawartej w przetwarzanych odpadach oraz redukcja masy strumieni odpadów przeznaczonych do unieszkodliwiania przez składowanie.
4. Strumienie wejściowe odpadów wyznaczono w oparciu o dane przekazane przez Inwestora oraz bilans przedstawiono w rozdziale 3.
5. Produktami, powstającymi w wyniku działania Zakładu będą: energia elektryczna i ciepła (wytwarzanie w układzie CHP), surowce wtórne (metale, żużle o wartości sprzedażowej), spaliny (oczyszczone zgodnie z 2000/76/EC) oraz stałe odpady poprocesowe (przeznaczone do unieszkodliwiania przez składowanie).
6. Zakres planowanych prac inwestycyjnych ma być zgodny z Krajowym Planem Gospodarki Odpadami oraz Wojewódzkim Planem Gospodarki Odpadami dla Województwa Wielkopolskiego.
7. Przewiduje się współfinansowanie Przedsięwzięcia z Funduszu Spójności w ramach działania 2.1. Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko – „Kompleksowe przedsięwzięcia z zakresu gospodarki odpadami komunalnymi ze szczególnym uwzględnieniem odpadów niebezpiecznych”.

2. UWARUNKOWANIA REALIZACJI PRZEDSIĘWZIĘCIA

2.1. UWARUNKOWANIA PRAWNE

Podstawowe akty prawne

Rozwiązania zaproponowane w niniejszym opracowaniu zostały przygotowane przy uwzględnieniu następujących aktów prawnych:

- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy (Dz. U. L 312/3 z 22.11.2008) – dyrektywa zacznie obowiązywać od 12 grudnia 2010 r.
- Dyrektywa Rady 1999/31/WE z dnia 26 kwietnia 1999 r. w sprawie składowania odpadów (Dz.U. L 182 z 16.07.1999).
- Dyrektywa Rady 86/278/EWG z dnia 12 czerwca 1986r. w sprawie ochrony środowiska, w szczególności gleby, w przypadku wykorzystywania osadów ściekowych w rolnictwie (Dz.U.L 181 z 4.7.1986).
- Dyrektywa Rady 91/692/EWG normalizująca i racjonalizująca sprawozdania w sprawie wykonywania niektórych dyrektyw odnoszących się do środowiska z dnia 23 grudnia 1991 (Dz.U.L 377 31.12.1991).
- Dyrektywa 91/271/EWG z dnia 21 maja 1991r. dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych (Dz.U.L 135 z 30.5.1991).
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/76/WE z dnia 4 grudnia 2000 r. w sprawie spalania odpadów (Dz. U. L 332 z 28.12.2000).
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/1/WE z dnia 15 stycznia 2008 r. dotycząca zintegrowanego zapobiegania zanieczyszczeniom i ich kontroli (Dz.U.L 24 z 29.1.2008).Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2001/80/WE z dnia 23 października 2001 w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza z dużych obiektów energetycznego spalania (Dz.U.L 309 z 27.11.2001).
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2006/12/WE z dnia 5 kwietnia 2006 w sprawie odpadów (Dz.U.L 114 z 27.4.2006).
- Dyrektywa Rady 91/156/EWG z dnia 18 marca 1991 r. zmieniająca dyrektywę 75/442/EWG w sprawie odpadów (Dz.U.L 78 z 26.3.1991).
- Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 12 maja 1992 w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory (Dz.U.L 218 z 23.8.2007).
- Dyrektywa Rady 79/409/EWG z dnia 2 kwietnia 1979r. w sprawie ochrony dzikiego ptactwa (Dz.U.L 103 z 25.4.1979).
- Dyrektywa Rady 85/337/EWG z dnia 27 czerwca 1985r. w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko naturalne (Dz.U.L 175 z 5.7.1985).
- Dyrektywa Rady 97/11/EWG z dnia 3 marca 1997 zmieniająca dyrektywę 85/337/EWG w sprawie oceny wpływu wywieranego przez niektóre publiczne i prywatne przedsięwzięcia na środowisko (Dz.U.L 73 z 14.3.1997).

- Dyrektywa Rady 96/61/WE z dnia 24 września 1996, dotycząca zintegrowanego zapobiegania zanieczyszczeniom i ich kontroli (Dz.U.L 257 z 10.10.1996).
- ustawa z 7 lipca 1994 roku - Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2006 rok Nr 156, poz. 1118 ze zmianami).
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 25/2008, poz. 150 z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. 39/2007, późn. 251 z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (t.j. Dz.U. 236/2005, poz. 2008 z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o opakowaniach i odpadach opakowaniowych (Dz.U. 63/2001, poz. 638 z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej i opłacie depozytowej (t.j. Dz.U. 90/2007, poz. 607 z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 29 czerwca 2007 r. o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji (Dz.U. 176/2007, poz. 1236).
- ustawa z dnia 18 lipca 2001 roku - Prawo wodne (t. j. Dz. U. z 2005 roku Nr 239, poz. 2019 z późn. zm.).
- ustawa z dnia 04 lutego 1994r. – Prawo geologiczne i górnicze (tekst jednolity Dz. U. Nr 228, z 2005 r. poz. 1947, zm.).
- ustawa z dnia 27 marca 2003r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. Nr 80 z dn. 10.05.2003r., poz. 717, zm.).
- ustawa z dnia 23 marca 2003r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (Dz. U. Nr 162 z 2003r. , poz. 1568, zm.).
- ustawa z dn. 16 kwietnia 2004r. o ochronie przyrody (Dz. U. nr 92 z 2004r., poz. 880).
- ustawa z dnia 3lutego 1995r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Tekst jednolity: Dz. U. nr 121 z 2004r., poz. 1266).
- rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 21 marca 2002 roku w sprawie wymagań dotyczących prowadzenia procesu termicznego unieszkodliwiania odpadów (Dz. U. z 2002 roku Nr 37, poz. 339 ze zmianami);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 marca 2008 w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2008 roku Nr 47 poz.281);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 20 grudnia 2005 roku w sprawie standardów emisyjnych z instalacji (Dz. U. z 2005 roku Nr 260, poz. 2181 ze zmianami);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 5 grudnia 2002 roku w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2010 roku Nr 16, poz. 87),
- rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 9 kwietnia 2002 roku w sprawie rodzajów i ilości substancji niebezpiecznych, których znajdowanie się w zakładzie decyduje o zaliczeniu go do zakładu o zwiększonym ryzyku albo zakładu o dużym ryzyku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej (Dz. U. z 2002 roku Nr 58, poz. 535 ze zmianami);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 lipca 2002 roku w sprawie rodzajów instalacji mogących powodować znaczne zanieczyszczenie poszczególnych elementów przyrodniczych albo środowiska jako całości (Dz. U. z 2002 roku Nr 122, poz. 1055);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 roku w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz. U. z 2002 roku Nr 165, poz. 1359);

- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 roku w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów (Dz. U. z 2003 roku Nr 192, poz. 1883);
- rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 roku w sprawie określenia rodzaju przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz. U. z 2004 roku Nr 257, poz. 2573 ze zmianami);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 grudnia 2004 roku w sprawie przypadków, w których wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza z instalacji nie wymaga pozwolenia (Dz. U. z 2004 roku Nr 283, poz. 2840);
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 grudnia 2004 r. w sprawie rodzajów instalacji, których eksploatacja wymaga zgłoszenia (Dz. U. Nr 283 z 2004 r., poz. 2839);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 listopada 2008 roku w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody (Dz. U. z 2008 roku Nr 206, poz. 1291);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 roku w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. z 2007 roku Nr 120, poz. 826);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 roku w sprawie katalogu odpadów (Dz. U. z 2001 Nr 112, poz. 1206);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2007 roku w sprawie stwierdzenia kwalifikacji w zakresie gospodarowania odpadami (Dz. U. z 2007 roku Nr 247 poz. 1841);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 25 maja 2007 roku w sprawie zakresu informacji oraz wzorów formularzy służących do sporządzania i przekazywania zbiorczych zestawień danych (Dz. U. z 2007 roku Nr 101, poz. 686);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 sierpnia 2002 roku w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz. U. z 2002 roku Nr 134, poz. 1140 ze zmianami);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 maja 2004 roku w sprawie warunków, w których uznaje się, że odpady nie są niebezpieczne (Dz. U. z 2004 roku Nr 128, poz. 1347);
- rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 4 sierpnia 2004 roku w sprawie szczegółowego sposobu postępowania z olejami odpadowymi (Dz. U. z 2004 roku Nr 192, poz. 1968);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 lutego 2006 roku w sprawie dokumentów stosowanych na potrzeby ewidencji odpadów (Dz. U. z 2006 roku Nr 30, poz. 213);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 kwietnia 2006 roku w sprawie listy rodzajów odpadów, które posiadacz odpadów może przekazywać osobom fizycznym lub jednostkom organizacyjnym nie będącym przedsiębiorcami, oraz dopuszczalnych metod ich odzysku (Dz. U. z 2006 roku Nr 75, poz. 527);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 marca 2006 roku w sprawie odzysku lub unieszkodliwiania odpadów poza instalacjami i urządzeniami (Dz. U. z 2006 roku Nr 49, poz. 356);
- rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 października 2002 roku w sprawie rodzajów odpadów, które mogą być składowane w sposób nie selektywny (Dz. U. z 2002 roku Nr 191, poz. 1595);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 24 marca 2003 roku w sprawie wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Dz. U. z 2003 roku Nr 61, poz. 549);

„MULTIMODALNA KONCEPCJA ZUO”

„Szczegółowa koncepcja termicznego unieszkodliwiania odpadów komunalnych i osadów ściekowych w MZGOK Konin – etap II



- rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 9 grudnia 2002 roku w sprawie zakresu, czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów (Dz. U. z 2002 roku Nr 220, poz. 1858);
- rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 7 września 2005 roku w sprawie kryteriów oraz procedur dopuszczania odpadów do składowania na składowisku odpadów danego typu (Dz. U. z 2005 roku Nr 186, poz. 1553 ze zmianami);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2004 roku w sprawie obszarów specjalnej ochrony ptaków Natura 2000 (Dz. U. z 2004 roku Nr 229, poz. 2313 ze zmianami);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. z 2006 r. nr 137, poz. 984 ze zm.).

Ustawa o odpadach

Zgodnie z zapisami zawartymi w obowiązującym tekście ustawy o odpadach należy ograniczać masę odpadów komunalnych ulegających biodegradacji kierowanych do składowania, tak aby osiągnąć następujące poziomy:

- a) do dnia 31 grudnia 2010 r. – do nie więcej niż 75% wagowo całkowitej masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji,
- b) do dnia 31 grudnia 2013 r. – do nie więcej niż 50% wagowo całkowitej masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji
- c) do dnia 31 grudnia 2020 r. – do nie więcej niż 35% wagowo całkowitej masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji,

w stosunku do masy tych odpadów wytworzonych w 1995 r.

Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 7 września 2005 r.

Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 7 września 2005 r. w sprawie kryteriów oraz procedur dopuszczania odpadów do składowania na składowisku odpadów danego typu wprowadza od dnia 1 stycznia 2013 r. zakaz składowania odpadów o kodach 19 08 05 (osady ściekowe), 19 08 12, 19 08 14, 19 12 12 oraz z grupy 20 (odpady komunalne), dla których:

- ciepło spalania wynosi powyżej 6 MJ/kg s.m.,
- TOC (ogólny węgiel organiczny) wynosi powyżej 5% s.m.,
- straty przy prażeniu wynoszą powyżej 8% s.m.

W praktyce oznacza to zakaz składowania nieprzetworzonych odpadów o wyżej wymienionych kodach, zaś jedyną metodą zagospodarowania odpadów dającą pewną gwarancję uzyskania wyżej wymienionych parametrów wyjściowych z procesu jest ich termiczne przekształcanie.

Kpgo 2010

W Kpgo 2010 zaleca się, aby w przypadku aglomeracji lub regionów obejmujących powyżej 300 tys. mieszkańców preferowaną metodą zagospodarowania zmieszanych odpadów komunalnych było ich termiczne przekształcanie, natomiast w przypadku zakładów zagospodarowania odpadów przyjmujących odpady od mniejszej liczby mieszkańców (nie mniej jednak niż od 150 tys. mieszkańców) mechaniczno-biologiczne przetwarzanie (MBT) zmieszanych odpadów komunalnych (w tym pozostałości po selektywnym zbieraniu odpadów).

Polityka Ekologiczna Państwa

Zgodnie z przyjętym przez Radę Ministrów w dniu 16 grudnia 2008 r. dokumencie „Polityka ekologiczna Państwa w latach 2009-2012 z perspektywą do roku 2016” wyznacza następujące, wymienione poniżej, cele w gospodarce odpadami.

Zgodnie z przyjętym dokumentem nie został stworzony dotąd skuteczny system odzysku odpadów, co wymaga niezwłocznych działań w celach:

- a) osiągnięcia w 2014 r. odzysku min. 60% i recyklingu 55% odpadów opakowaniowych,

- b) osiągnięcia w 2010 r. odzysku co najmniej 25% odpadów ulegających biodegradacji tak, aby nie trafiły na składowiska, a w 2013 r. odzysku 50% tych odpadów (w stosunku do wytworzonych w 1995 r.).
- c) zebrania w 2012 r. 25% zużytych baterii i akumulatorów, a w 2016 r. 45% tych odpadów.

W dokumencie określono następujące cele średniokresowe:

- a) utrzymanie tendencji oddzielenia ilości wytwarzanych odpadów od wzrostu gospodarczego kraju (mniej odpadów na jednostkę produktów, mniej opakowań, dłuższe okresy życia produktów itp.),
- b) znaczne zwiększenie odzysku energii z odpadów komunalnych w sposób bezpieczny dla środowiska,
- c) zamknięcie wszystkich składowisk, które nie spełniają standardów UE i ich rekultywacja,
- d) eliminacja kierowania na składowiska zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego oraz zużytych baterii i akumulatorów,
- e) takie zorganizowanie systemu preselekcji sortowania i odzysku odpadów komunalnych, aby na składowiska nie trafiało ich więcej niż 50% w stosunku do odpadów wytworzonych w gospodarstwach domowych.

Aby osiągnąć wymienione powyżej cele średniookresowe konieczna staje się w latach 2009-2012 realizacja m.in. następujących działań:

- a) reforma obecnego systemu zbierania i odzysku odpadów komunalnych w gminach, dająca władzom samorządowym znacznie większe uprawnienia w zarządzaniu i kontrolowaniu systemu,
- b) zwiększenie stawek opłat za składowanie odpadów zmieszanych ulegających biodegradacji oraz odpadów, które można poddać procesom odzysku,
- c) finansowe wspieranie przez fundusze ekologiczne inwestycji dotyczących odzysku i recyklingu odpadów, a także wspieranie wdrożeń nowych technologii w tym zakresie,
- d) dostosowanie składowisk odpadów do standardów UE,
- e) realizacja projektów dotyczących redukcji ilości składowanych odpadów komunalnych i zwiększenia udziału odpadów komunalnych poddawanych odzyskowi i unieszkodliwieniu wspieranych dotacjami Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko,
- f) intensyfikacja edukacji ekologicznej promującej minimalizację powstawania odpadów (np. opakowań, toreb foliowych) i ich preselekcję w gospodarstwach domowych,
- g) wzmocnienie przez Inspekcję Ochrony Środowiska kontroli podmiotów odbierających odpady od wytwórców oraz podmiotów posiadających instalacje do odzyskiwania i unieszkodliwiania odpadów.

Kierunki działań wynikające z realizacji postawionych celów obejmują:

- a) wspieranie działań podejmowanych przez instytucje publiczne i podmioty prywatne, które przyczynią się do ograniczenia ilości wytwarzanych odpadów, zwiększenia ilości odpadów poddawanych odzyskowi, w tym recyklingowi, zmniejszenia ilości odpadów kierowanych na składowiska,
- b) objęcie wszystkich mieszkańców zorganizowanymi systemami zbierania odpadów oraz zapewnienie przepływu strumieni odpadów zgodnie z uchwalonymi planami gospodarki odpadami,

- c) wspieranie wdrażania efektywnych ekonomicznie i ekologicznie technologii odzyskiwania i unieszkodliwiania odpadów, w tym technologii pozwalających na odzyskiwanie energii zawartej w odpadach w procesach termicznego i biochemicznego ich przekształcania,
- d) wprowadzenie instrumentów finansowych umożliwiających realizację zadań w zakresie gospodarki odpadami przez jednostki samorządu terytorialnego i dyscyplinujących samorządy w zakresie wykonywania przez nie tych obowiązków.

Podsumowanie

Jak wynika z przytoczonych powyżej uwarunkowań prawnych już od początku 2013 r. wszystkie odpady komunalne będą musiały być unieszkodliwiane w inny sposób niż poprzez składowanie bez ich wcześniejszego przetworzenia. Co więcej, jak wynika z Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r., art. 10 „Państwa członkowskie stosują niezbędne środki, aby zapewnić poddawanie wszystkich odpadów procesom odzysku”.

Również osady ściekowe, będące odpadami ulegającymi biodegradacji, ze względu na znaczną zawartość organiki, z reguły powyżej 50% suchej masy, w nowych regulacjach prawnych nie będą mogły być unieszkodliwiane poprzez składowanie. Aby osady ściekowe mogły być skierowane na składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne musiałyby spełniać dopuszczalne graniczne wartości wmywania metali ciężkich oraz parametry określone w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 7 września 2005 r. Rolnicze wykorzystanie osadów ściekowych jest problematyczne ze względu na zanieczyszczenie metalami ciężkimi, a przede wszystkim ze względu na brak wystarczającej ilości terenów rolnych spełniających stosowne wymagania w tym zakresie.

Niemniej jednak zgodnie z protokołem z dnia 04-03-2010 strumień osadów ściekowych nie będzie kierowany do spalania i nie jest uwzględniany w bilansie. Co za tym idzie nie jest brany pod uwagę przy doborze technologii spalania.

Należy zaznaczyć, że termiczne przekształcanie odpadów z odzyskiem energii wpisuje się w wymienione powyżej idee.

2.2. KRYTERIA WYBORU PROJEKTÓW Z ZAKRESU GOSPODARKI ODPADAMI – POIiŚ

Poniżej zamieszczono kryteria techniczne i technologiczne wyznaczone dla projektów wpisujących się swoim zakresem w II oś POIiŚ, działanie 2.1. „Kompleksowe przedsięwzięcia z zakresu gospodarki odpadami komunalnymi ze szczególnym uwzględnieniem odpadów niebezpiecznych”. Są to kryteria decydujące o przyznaniu punktacji dla określonego projektu i umieszczenia tego projektu na liście rankingowej. Przedmiotowe Zakres przedmiotowego Przedsięwzięcia pozwala na zakwalifikowanie go do działania 2.1. POIiŚ.

1. Liczba mieszkańców obsługiwana przez Zakład – z uwagi na termiczne przekształcanie odpadów i obsługiwaną liczbę mieszkańców w przedziale 300-500 tys. przedmiotowy Projekt spełnia niniejsze kryterium na 6 pkt. z 8 pkt. możliwych do uzyskania.

2. Sumaryczna masa odpadów poddana przetworzeniu w zakładzie zagospodarowania odpadów w pierwszym pełnym roku kalendarzowym po zakończeniu realizacji projektu i w ostatnim pełnym roku kalendarzowym wymaganego okresu trwałości projektu – przewidywana masa odpadów przetwarzanych w projektowanym Zakładzie wynosić będzie ok. 85 tys. Mg/rok, pozwoli to na spełnienie kryterium na 3 pkt. na 12 pkt. możliwych do uzyskania.
3. Zastosowana technologia redukcji głównego strumienia odpadów – odzysk energii w formie Kogeneracji pozwoli na spełnienie tego kryterium na 6 pkt. na 8 pkt. możliwych do uzyskania.
4. Iloraz masy opadów, które zostaną wytworzone w procesach przetwarzania odpadów komunalnych i będą kierowane na składowiska odpadów oraz masy odpadów komunalnych, które były poddane przetworzeniu w zakładzie zagospodarowania odpadów wyrażony w % określony dla pierwszego pełnego roku kalendarzowego po zakończeniu realizacji projektu i ostatniego pełnego roku kalendarzowego wymaganego okresu trwałości projektu – zastosowanie technologii termicznego przekształcania odpadów pozwoli na uzyskanie ilorazu <40% co kwalifikuje Projekt do otrzymania kompletu 12 pkt. na 12 pkt. możliwych za to kryterium.
5. Koszty przeznaczone w ramach projektu na rekultywację w stosunku do całkowitego kosztu inwestycji – jeżeli koszty te wyniosą poniżej 5% Projekt uzyska komplet 12 pkt. na 12 pkt. możliwych za to kryterium.

Aby Projekt znalazł się na liście rankingowej do dofinansowania z POIiŚ wymaga się uzyskania minimum 60% punktów. Pomimo, że powyżej skupiono się jedynie na kryteriach technicznych i technologicznych, pomijając inne punktowane kryteria niezależne od zastosowanych rozwiązań technologicznych (będące przedmiotem analizy stosownej dla Studium Wykonalności dla całego projektu „Uporządkowanie Gospodarki Odpadami na Terenie Subregionu Konińskiego”), należy przypuszczać, że zaprojektowana technologia daje bardzo duże szanse na znalezienie się Projektu na liście rankingowej działania 2.1. POIiŚ.

2.3. UWARUNKOWANIA LOKALIZACYJNE

2.3.1. Potencjalne możliwości lokalizacyjne i wybór lokalizacji

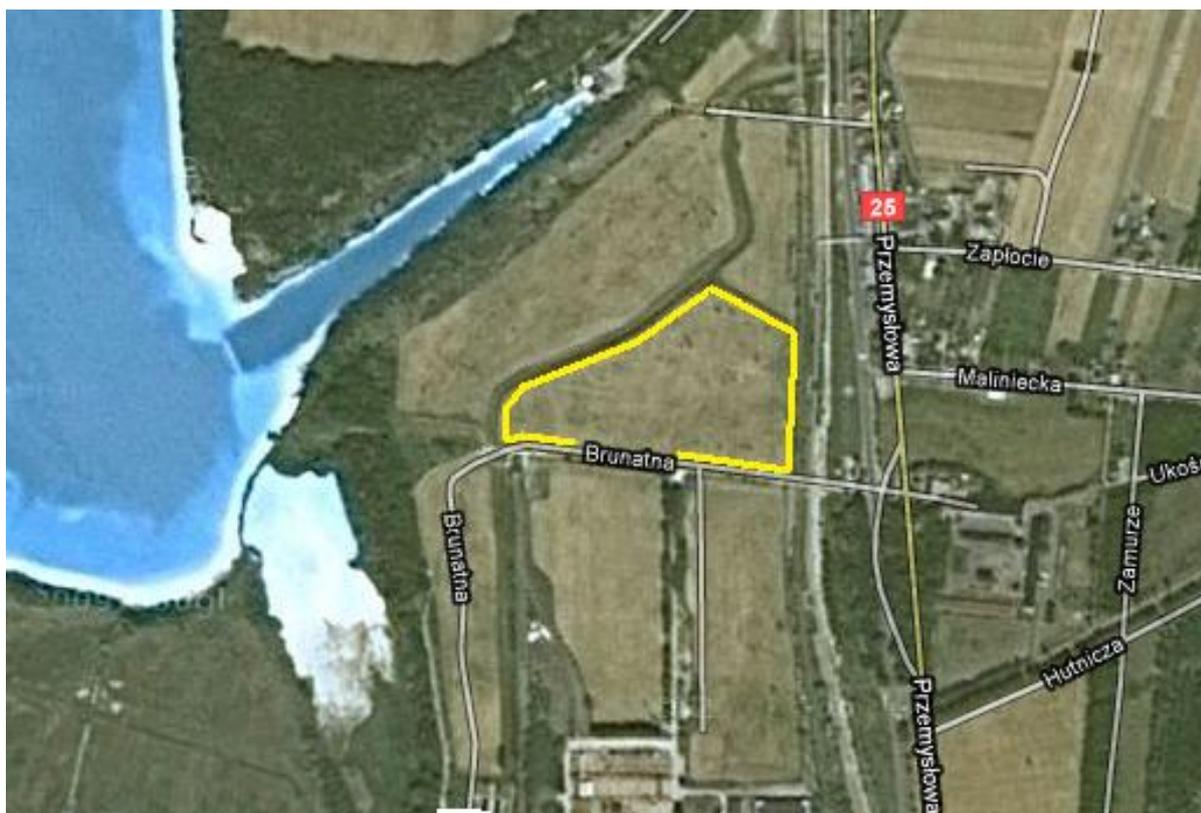
W niniejszym opracowaniu podjęto się analizy potencjalnych wariantów lokalizacyjnych dla planowanego Zakładu. Przy wyborze rozpatrywanych lokalizacji kierowano się głównie dostępnością i bliskim powiązaniem z istniejącym w Koninie zakładem unieszkodliwiania odpadów – Miejskim Zakładem Gospodarki Odpadami Komunalnymi. Poniżej scharakteryzowano pokrótce rozpatrywane lokalizacje.

Lokalizacja nr 1 – Konin, ul. Brunatna, dz. 37/5 obr. Maliniec

Jest to teren pogórnicy, którego zaletą jest dostęp do bocznicy kolejowej. Teren ten nie jest uzbrojony w infrastrukturę wodociągowo-kanalizacyjną.

Teren zlokalizowany jest na użytkach rolnych, na których obecnie prowadzona jest uprawa rzepaku. Na powierzchni terenu biegną sieci elektroenergetyczne wysokiego napięcia.

Lokalizacja terenu znajduje się w dość znacznym oddaleniu od Miasta Konina (ponad 2 km), natomiast w stosunkowo bliskim sąsiedztwie (ok. 100 m) znajduje się niewielkie skupisko kilku gospodarstw mieszkalnych.



Rysunek 1. Rozpatrywana lokalizacja Zakładu przy ul. Brunatnej, dz. 37/5 obr. Maliniec, skala ok. 1 : 10 000.

Lokalizacja nr 2 – Konin, ul. Sulańska, dz. 338 obr. Maliniec

Jest to teren położony na zapleczy byłych hal elektrolizy Huty Aluminium „Konin”. Na opisywanym terenie brak jest uzbrojenia w sieci podziemne. Jest to teren w znacznej części porośnięty drzewami.

Z uwagi na lokalizację terenu w strefie przemysłowej nie pojawia się tutaj problem bliskości osiedli mieszkalnych.

„MULTIMODALNA KONCEPCJA ZUO”

„Szczegółowa koncepcja termicznego unieszkodliwiania odpadów komunalnych i osadów ściekowych w MZGOK Konin – etap II



Rysunek 2. Rozpatrywana lokalizacja Zakładu przy ul. Sulańskiej, dz. 338 obr. Maliniec, skala ok. 1 : 10 000.

Lokalizacja nr 3 – Konin, ul. Sulańska, dz. 137/3 i 138/1 obr. Maliniec

Obszar zlokalizowany jest na dawnych terenach policyjnych. Brak jest tu uzbrojenia wodociągowo-kanalizacyjnego.

Teren ten, podobnie jak Lokalizacja nr 2, znajduje się w strefie przemysłowej i charakteryzuje się znacznym oddaleniem od osiedli mieszkalnych.



Rysunek 3. Rozpatrywana lokalizacja Zakładu przy ul. Sulańskiej, dz. 137/3, 138/1 obr. Maliniec, skala ok. 1 : 10 000.

Lokalizacja nr 4 – Konin, ul. Sulańska, dz. 1436/4, 1436/5 obr. Gostawice

Jest to lokalizacja położona w przemysłowej dzielnicy Konina, charakteryzująca się znacznym oddaleniem od osiedli mieszkalnych. Teren leży na obszarze, zabudowanym już częściowo obiektami Miejskiego Zakładu Gospodarki Odpadami Komunalnymi w Koninie. Teren jest uzbrojony w sieci wodno-kanalizacyjne. Trasa dojazdowa pokrywa się z trasą dowozu odpadów do obecnie funkcjonującej sortowni.



Rysunek 4. Rozpatrywana lokalizacja Zakładu przy ul. Sulańskiej, dz. 1436/5 obr. Gostawice, skala ok. 1 : 10 000.

2.3.2. Wybór lokalizacji

Z uwagi na najdogodniejsze położenie (bezpośrednie sąsiedztwo z istniejącą sortownią odpadów oraz składowiskiem odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne, dowóz odpadów „sprawdzonym” szlakiem), dogodne warunki hydrogeologiczne do posadowienia budowli, dostępność mediów, położenie na działkach oznaczonych w MPZP jako tereny przemysłowe, znaczne oddalenie od osiedli mieszkalnych, jako lokalizację najbardziej optymalną dla projektowanego Zakładu wybrano Lokalizację nr 4. Lokalizacja ta została zaakceptowana przez miejscowe władze.

Dodatkowo lokalizacja ta charakteryzuje się dogodnym z uwagi na wyprowadzenie energii położeniem. Leży ona w pobliżu kolektora ciepłowniczego łączącego miasto Konin z Elektrownią Konin, do którego zostanie wyprowadzona energia cieplna, oraz dużego odbiorcy energii elektrycznej, jakim jest Huta Aluminium.

2.3.3. Opis wybranej lokalizacji

Elementy zagospodarowania terenu

Na terenie przeznaczonym pod lokalizację obiektów planowanego Zakładu nie znajdują się obecnie żadne obiekty budowlane. W bezpośrednim sąsiedztwie terenu Inwestycji, od strony północnej, znajduje się funkcjonująca sortownia odpadów komunalnych (istnieje możliwość bezpośredniego przekazywania odpadów z sortowni do planowanego Zakładu). Od strony południowo-wschodniej z terenem lokalizacji obiektów Zakładu sąsiadują obiekty dawnej oczyszczalni ścieków, obecnie już nie użytkowanej.



Rysunek 5. Widok z lotu ptaka na teren przeznaczony pod budowę Zakładu oraz jego otoczenie.

Ukształtowanie terenu

Przedmiotowa lokalizacja charakteryzuje się mało zróżnicowaną rzeźbą terenu, o niewielkich różnicach wysokości względnej. Teren otoczony jest ciekami i zbiornikami wodnymi.

Ukształtowanie terenu jest mało zróżnicowane – nie występują tu znaczące różnice wysokości względnej.

Budowa geologiczna

W budowie geologicznej omawianego terenu biorą udział utwory kredowe, trzeciorzędowe i czwartorzędowe.

Rozpoznanie budowy geologicznej w rejonie badań sięga na maksymalną głębokość 120 m (otwory hydrogeologiczne na terenie Huty Aluminium i Energomontażu). Utwory kredy górnej są wykształcone w postaci jasnoszarych i szarych skał wapiennych i margli z poziomami szczelin, będących wodonoścem kredowym. Poziom utworów kredowych we wschodniej i południowej części od terenu projektowanego otwory w kierunku doliny Warty i kanału Warta-Gopło, zalega na głębokości 16-17 m, natomiast w kierunku północno-zachodnim utwory kredowe występują głębiej - 20-30 m

Bezpośrednio na kredzie spoczywają utwory trzeciorzędowe, znacznie zróżnicowane pod względem miąższości w rejonie Malińca. Pełne wykształcenie miocenu z przewagą facji buro-węglowej stwierdzono na zachód od terenu badań, gdzie w przeszłości eksploatowano węgiel brunatny. Na pewnych obszarach w rejonie badań np. otworów hydrogeologicznych na terenie huty trzeciorzęd jest zupełnie wyerodowany i czwartorzęd spoczywa bezpośrednio na kredzie. Miocen w rejonie projektowanego ujęcia wykształcił się w facji „burowęglowej”, charakteryzującej się przemianą sedymentacją piasków drobnych i pylastych z wkładkami węgla brunatnego oraz mułków. Głębokość stropu utworów trzeciorzędowych waha się w granicach 14-16 m.

Na omawianym terenie duża ilość otworów archiwalnych sprawia, że budowa geologiczna czwartorzędu została dobrze rozpoznana.

W obrębie wysoczyzny morenowej - stanowiącej zachodnie obrzeże rynny doliny kanału Warta-Gopło i południowe obrzeże obniżenia dolinnego prostopadłego do ww. doliny występują plejstoceny gliny zwałowe przedzielone osadami fluwioglacjalnymi oraz zastoiskowymi.

W obrębie doliny kopalnej typu rynnowego - kanału Warta-Gopło występują piaski fluwioglacjalne ostatniego zlodowacenia a w holocenie częściowo przeobrażona w stropie pokrywą gruntów organicznych i zastoiskowych typu torfów, gytu i mułków.

Na znacznym obszarze rejonu Malińca i Gosławic w tym również powierzchni przeznaczonej pod budowę studni w Zakładzie odpadów komunalnych jak i istniejącego składowiska zaznaczyła się działalność człowieka - zaleganie gruntów antropogenicznych, których zasięg został uwidoczniiony na załączonym wycinku mapy. Na podstawie wykonanych wierceń badawczych nasypy popiołów, gruzu i piasków nawiezionych sięga miejscami nawet 5 m głębokości.

Warunki hydrogeologiczne

W rejonie Malińca można wyróżnić trzy poziomy wodonośne, licząc od najstarszego: kredowy, trzeciorzędowy i czwartorzędowy.

Najpłytszy poziom związany jest z nawodnionymi piaskami czwartorzędowymi i trzeciorzędowymi. Na skutek działalności górniczej i drenażu, w związku z budową obiektów przemysłowych, utworzył się lej depresji powodując znaczne obniżenie wód przypowierzchniowych lub ich kompletny zanik.

Pod powierzchnią terenu zalega warstwa gruntów antropogenicznych. Teren zlokalizowany został na osadniku składowym opadów paleniskowych pochodzących z Elektrowni „Konin”. Teren w przeszłości rekultywowano – rekultywacja polegała na wyrównaniu terenu i spychaniu części gruntów nasypowych w strefy przybrzeżne na obwałowania ziemne, które wykonano w latach sześćdziesiątych. Hałda odpadów paleniskowych stworzyła na tym terenie grubą warstwę twardego osadu o składzie mechanicznym podobnym do glin ciężkich, pylastych, utworów pyłowych o małej wodoprzepuszczalności oraz małej odsączalności.

Charakterystyka morfologiczna i hydrograficzna

Omawiany teren znajduje się w granicach Pojezierza Kujawskiego, natomiast w szczegółowym podziale geomorfologicznym wg B. Krygowskiego wchodzi w skład Wysoczyzny Kleczewskiej, wykształconej w rejonie Malińca jako dennomorenowa równina. Wysoczyzna na skutek działalności wód subglacjalnych w strefie marginalnej tzw. Lobu Gopła została obramowana szeregiem rynien glacialnych o przebiegu zbliżonym do równoleżnikowego. Na północy zajęte przez jeziora Gostawskie, Pątnowsko-Mikorzyńskie, Licheńskie, na południu biegnąca rozległa Dolina Konińska.

Owe rynny glacialne połączone są ciągiem rynien o kierunku południkowym, jak niemal w bezpośrednim sąsiedztwie od strony wschodniej dolina Kanału Warta-Gopło czy dalej dolina Kanału Grójeckiego.

Nawiązując do poszczególnych jednostek geomorfologicznych należy stwierdzić, że zachodnie obrzeże rynny doliny Kanału Warta-Gopło stanowi wysoczyzna morenowa, zbudowana z utworów plejstoceny, gliny glacialne i piaski jako fluwiogłaciał. Rzędne wysokościowe wysoczyzny na północ od terenu badań w rejonie Elektrowni oscylują w granicach rzędnych 90-93,7 m n.p.m., natomiast na południe w rejonie Huty Aluminium 96-98 m n.p.m. We wschodniej części obszaru wysoczyznowego, południowo biegnie dolina kopalna typu rynnowego Kanału Warta-Gopło z erozyjną podstawą sięgającą piasków trzeciorzędowych. W czasie ostatniego zlodowacenia dolina została zasypana materiałem fluwiogłacialnym a w holocenie częściowo wzbogacona pokrywą gruntów organicznych torfów, gytii, namułów rzecznych. W wyniku tego w obrębie doliny na omawianym odcinku wyróżniono dwie terasy: holocenyjską o charakterze erozyjno-akumulacyjnym z aluwiami piaszczystymi o miąższości do kilku metrów łącznie z pokrywą gruntów organicznych o rzędnej 83-84 m, z łagodnym przejściem w obszar terasy plejstocenyjskiej o powierzchni oscylującej w granicach 85-87 m zbudowanej z piasków bądź też lokalnie utworów gliniastych zdeponowanych w znacznej mierze w piaskach trzeciorzędowych. Terasy doliny Warta-Gopło znajdują się również w obrębie zakładu utylizacji odpadów komunalnych, gdzie składowano popioły i obecnie po rekultywacji tego terenu rzędne wynoszą 91-92 m. Natomiast na południe w bezpośrednim sąsiedztwie owego składowiska popiołów znajduje się obniżenie dolinne, częściowo zajęte przez wodę o rzędnych 85-84 m.

Sieć hydrograficzna na omawianym terenie jest dobrze rozwinięta. Na północ od terenu badań w odległości ok 2 km biegnie ciąg jezior Pątnowsko-Mikorzyńskich, bliżej zaś znajdują się kanały zasilające w wodę i odprowadzające podgrzane wody z Elektrowni Konin oraz stawy hodowlane rybne. We wschodniej części w odległości ok 0,5 km biegnie kanał Warta-Gopło, łączący rzekę Wartę z Jeziorem Pątnowskim. Kanał ów wraz z ciągiem jezior, wchodzi w skład tzw. stanowiska szczytowego konińskiego przemysłu energetycznego, którego zadaniem jest utrzymanie rzędnej piętrzenia wody w jeziorach dostosowanej dla potrzeb i wymogów elektrowni. Możliwe jest to za sprawą śluz w Pątnowie, Gawronach oraz śluzy i pompowni w Morzysławiu.

Do kanału Warta-Gopło wpływa ciek płynący wzdłuż południowej granicy składowiska. We wschodniej części od kanału znajduje się ciąg stawów hodowlanych. Niewielkie nachylenie terenu zaznacza się w kierunku południowo-wschodnim.

2.3.4. Warunki formalno-prawne

Teren przeznaczony pod realizację Inwestycji zlokalizowany został na działkach o numerach ewidencyjnych:

- **Instalacja do termicznego unieszkodliwiania i energetycznego wykorzystania odpadów: 1436/5, położona w obrębie Gosławice, powierzchnia działki ok. 5 ha w tym teren przeznaczony pod inwestycję 2,25 ha.**
- **Rurociąg ciepłej wody: 1436/5; 1436/4; 1436/3 w obrębie Gosławice; 45/3; 45/4 położone w obrębie Maliniec.**

Jako instalacje towarzyszące, konieczne do funkcjonowania przedmiotowej inwestycji, ale wyłączone z postępowania OOS należy wymienić:

- **System wyprowadzenia energii elektrycznej:** nadmiar produkowanej energii będzie wyprowadzany poza teren Zakładu kablem 6,3 kV do Huty Aluminium.
- **Zasilanie energią elektryczną 0,4 kV** z rozdzielni Sortowni Odpadów zlokalizowanej na terenie Miejskiego Zakładu Gospodarki Odpadami Komunalnymi w Koninie przy ul. Sulańskiej.
- **Zasilanie wodą pitną technologiczną i na cele p.poż** z Zakładu Utylizacji Odpadów zlokalizowane przy ul. Sulańskiej 11 lub alternatywnie z magistrali wody Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji.
- **Odprowadzenie ścieków** realizowane będzie kanalizacją ciśnieniową do systemu kanalizacyjnego miasta Konin – inwestycja realizowana będzie na podstawie odrębnego pozwolenia na budowę lub alternatywnie własna oczyszczalnia ścieków przemysłowych i szambo na odpady bytowe wywożone do Miejskiej Oczyszczalni Ścieków.

Zgodnie ze zmianą miejscowego planu ogólnego zagospodarowania przestrzennego miasta Konina w granicach byłej strefy ochronnej huty aluminium, zatwierdzonej Uchwałą nr 118 Rady Miasta Konina z dnia 26 maja 1999r (opublikowanej w Dz. Urz. Woj. Wielkopolskiego z 1999r. nr 49, poz. 1068), działki o numerach ewidencyjnych 1436/4 i 1436/5 położone w obrębie Gosławice znajdują się na terenie oznaczonym w planie symbolem 14P/S – tereny produkcji przemysłowej, baz i składów. Charakter projektowanego Zakładu jest zgodny z zapisami MPZP dotyczącymi przeznaczenia wykorzystania terenu.

Teren przeznaczony pod lokalizację Przedsięwzięcia znajduje się poza strefami ochronnymi od linii elektroenergetycznych wysokiego napięcia oraz sieci gazowej wysokiego ciśnienia. Do granicy terenu przeznaczonego pod lokalizację Zakładu usytuowana jest równoległa droga dojazdowa (oznaczona w MPZP symbolem D), od której obowiązuje nieprzekraczalna linia zabudowy o szerokości 10 m. Bezpośrednio przy linii rozgraniczającej ulicę, przy bramach wjazdowych, dopuszcza się lokalizację parterowych obiektów portierni, wartowni, itp.

Teren przeznaczony pod lokalizację inwestycji (działka nr 1436/5) jest własnością Miasta Konina, teren ten zostanie wniesiony do mającej zostać utworzonej spółki międzygminnej aportem wraz z Miejskim Zakładem Gospodarki Odpadami Komunalnymi w Koninie.

2.3.5. Otoczenie lokalizacji oraz trasy dojazdu

W bezpośrednim sąsiedztwie terenu inwestycji znajdują się:

- Od strony północnej: istniejąca sortownia odpadów, w dalszej części (w odległości około 0,4 km) tereny przemysłowe, oraz (w odległości ok. 1,2 km) miejscowość Goślawice;
- Od strony południowej: (w odległości około 0,8 km) tereny Huty Aluminium.
- Od strony wschodniej: (w odległości około 0,25 km) teren istniejącego składowiska odpadów innych niż niebezpieczne w Koninie, w dalszej części (w odległości około 1,4 km) Kanał Warta – Gopło.
- Od strony Zachodniej: (w odległości około 0,2 km) zakład prywatny, w dalszej części (w odległości około 0,65 km) teren ulicy Przemysłowej.

Dojazd do terenu przeznaczonego pod lokalizację Zakładu możliwy jest od ul. Przemysłowej (droga krajowa nr 25) poprzez ul. Zapłocie lub ul. Maliniecką do ul. Sulańskiej, skąd prowadzi lokalna droga dojazdowa. Jak już wspomniano we wcześniejszym podrozdziale, trasa dojazdowa do wybranej lokalizacji pokrywa się z trasą dowozu odpadów do obecnie funkcjonującej sortowni, co pozwala przypuszczać, że nie będą pojawiały się dodatkowe problemy związane z transportem odpadów do projektowanego Zakładu.

Lokalizacja zakładu umożliwi wyprowadzenie ciepła do biegnącego wzdłuż ulicy Przemysłowej kolektora ciepłowniczego należącego do Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej zainteresowanego jego odbiorem. Również w okolicy włączenia do kolektora istnieje możliwość odprowadzenia ścieków kolektorem ciśnieniowym i zasilania w wodę z miejskiej sieci wodociągowej.

Wytworzona energia elektryczna zostanie sprzedana bezpośrednio do odbiorcy końcowego jakim będzie Huta Aluminium (na podstawie długoterminowej umowy), co pozwoli na uniknięcie strat przesyłu.

Z uwagi na fakt, że lokalizację Zakładu umiejscowiono na częściowo zagospodarowanej działce w sąsiedztwie istniejącej sortowni odpadów i składowiska odpadów istnieje możliwość zasilania z tego obiektu w energię elektryczną.

3. BILANS ODPADÓW NA WEJŚCIU DO INSTALACJI

3.1. OBSZAR OBSŁUGIWANY PRZEZ PRZEDSIĘWZIĘCIE

3.1.1. Odpady komunalne kierowane do ZTUO

Zgodnie z złożeniami, projektowany Zakład będzie przetwarzał frakcje resztkowe zmieszanych odpadów komunalnych powstające na terenie 30 Gmin objętych przedsięwzięciem. Jest to obszar zamieszkiwany obecnie przez ok. 330 tys. mieszkańców, na którym powstaje ponad 80 tys. Mg/rok

odpadów komunalnych, przy czym w przyszłości przewiduje się wzrost tych strumieni. Do planowanego Zakładu kierowane będzie ok. 85 tys. Mg/rok frakcji resztkowych zmieszanych odpadów komunalnych (wielkości te będą zmienne zależnie od ilości odpadów wytworzonych danego roku).

Obszar z którego będą zbierane i kierowane do ZTUO zmieszane odpady komunalne, w podziale administracyjnym, przedstawia się następująco:

- Powiat Koniński:
Miasto Konin, Gminy: Stare Miasto, Rychwał, Kazimierz Biskupi, Wierzbinek, Grodziec, Sompolno, Kramsk, Golina, Rzgów, Skulsk, Wilczyn, Kleczew.
- Powiat Kolski:
Miasto Koło, Gminy: Dąbie, Kłodawa, Osiek Mały, Grzegorzew, Babiak, Koło, Olszówka.
- Powiat Słupecki:
Miasto Sępca, Gminy: Zagórów, Sępca, Łądek, Orchowo, Strzałkowo.
- Powiat Turecki:
Gminy: Turek, Brudzew, Władysławów.

Poniżej zamieszczono ilustrację graficzną obszaru z którego będą dostarczane odpady komunalne do instalacji termicznego unieszkodliwiania – zaznaczenie na rysunku kolorem czerwonym.



Rysunek 6. Fragment mapy administracyjnej województwa wielkopolskiego.

3.1.2. Ogólna charakterystyka przedsięwzięcia

1. Teren lokalizacji Przedsięwzięcia położony jest w Koninie przy ul. Sulańskiej na działce ewidencyjnej o nr 1436/5 obr. Gosławice. Wybór lokalizacji poprzedzony został analizą potencjalnych możliwości lokalizacyjnych Zakładu.
2. Zakład będzie przyjmował frakcje resztkowe zmieszanych odpadów komunalnych wytwarzane na terenach gmin objętych przedsięwzięciem.
3. Głównym celem działania Zakładu będzie odzysk energii zawartej w przetwarzanych odpadach oraz redukcja masy strumieni odpadów przeznaczonych do unieszkodliwiania przez składowanie.
4. Strumienie wejściowe odpadów wyznaczono w oparciu o dane przekazane przez Inwestora oraz prognozę parametrów odpadów przedstawioną w rozdziale 3.1.4.
5. Produktami, powstającymi w wyniku działania Zakładu będą: energia elektryczna i ciepła (wytwarzanie w układzie CHP), surowce wtórne (metale, żużle o wartości sprzedażowej), spaliny (oczyszczone zgodnie z 2000/76/EC) oraz stałe odpady poprocesowe (przeznaczone do unieszkodliwiania przez składowanie).
6. Zakres planowanych prac inwestycyjnych ma być zgodny z Krajowym Planem Gospodarki Odpadami oraz Wojewódzkim Planem Gospodarki Odpadami dla Województwa Wielkopolskiego.
7. Przewiduje się współfinansowanie Przedsięwzięcia z Funduszu Spójności w ramach działania 2.1. Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko – „Kompleksowe przedsięwzięcia z zakresu gospodarki odpadami komunalnymi ze szczególnym uwzględnieniem odpadów niebezpiecznych”.

3.1.3. Przyjmowane odpady

Do termicznego przekształcania będą przyjmowane przede wszystkim frakcje resztkowe zmieszanych odpadów komunalnych:

- a. zmieszane odpady komunalne (kod odpadu: 20 03 01);
- b. inne odpady (w tym zmieszane substancje i przedmioty) z mechanicznej obróbki odpadów inne niż wymienione w 19 12 11 (kod odpadu: 19 12 12). Będzie to balast (frakcja energetyczna) po procesach odzysku odpadów.

Wydajność nominalna Zakładu będzie równa około 94 tys. Mg/rok. Zgodnie z prognozą strumieni odpadów (rozdział 2.3.6.) do Zakładu będzie trafiało w sumie około 85 000 Mg odpadów o kodach 20 03 01 i 19 12 12 (przykładowo w roku 2027). Odpady te będą pochodzić z terenu miasta Konina oraz gmin ościennych – rozdz. 2.3.1.

Tabela 1. Rodzaje odpadów przyjmowanych do ZTUO

Lp.	Rodzaj odpadu	Kod odpadu
	Odpady z grupy „20” – Odpady komunalne łącznie z frakcjami gromadzonymi	
1.	Niesegregowane (zmieszane) odpady komunalne	20 03 01
2.	Inne odpady z mechanicznej obróbki odpadów inne niż wymienione w 19 12 11	19 12 12

Źródło: Opracowanie własne

1) odpady o kodzie 19 12 12 to odpady powstałe w wyniku przeróbek mechanicznych odpadów komunalnych (po procesach odzysku odpadów tj. odpadów materiałowych, odpadów wielkogabarytowych, poremontowych.)

W związku z tym autorzy „Raportu...” pisząc w innych miejscach „frakcja reszkowa odpadów komunalnych....” traktują ten zapis jako odpady o kodach 20 03 01 i 19 12 12. Odpad o kodzie 19 12 12 będzie to balast po procesowy (odpad inny niż niebezpieczny), który będzie miał dużą wartość energetyczną i będzie przeznaczony do termicznego przekształcania.

3.1.4. Prognoza parametrów odpadów

Rozwiązania technologiczne przewidywane do zastosowania w Zakładzie przyjęto w oparciu o poniższe wejściowe dane obliczeniowe.

Obliczeniowe strumienie odpadów na wejściu do Zakładu:

- Frakcje reszkowe zmieszanych odpadów komunalnych: około 85 000 Mg/rok, (w roku 2027)

W latach 2009/2010 wykonano badania składu morfologicznego i frakcyjnego odpadów komunalnych na obszarze trzech jednostek administracyjnych: Miasto Konin, Janowice, Żychlin. W tabeli poniżej przedstawiono skład morfologiczny odpadów wynikający z badań. Badania zostały przeprowadzone przez firmę Grontmij Polska sp. z o. o.

Przyjętą charakterystykę morfologiczną zmieszanych odpadów komunalnych zamieszczono poniżej.

Tabela 2. Obliczeniowa charakterystyka morfologiczna zmieszanych odpadów komunalnych (wg badań wykonanych 2009/2010):

Lp.	Rodzaj odpadu	Udział masowy	
		%	Mg/rok
1	frakcja <10	15,19	11 184
2	Papier	17,09	12 583
3	Tworzywa sztuczne	17,35	12 774
4	Tekstyliia	4,82	3 549
5	Metale	4,55	3 350
6	Organiczne pochodzenia roślinnego	17,84	13 135
7	Organiczne pochodzenia zwierzęcego	3,72	2 739
8	Szkło	12,38	9 115
9	Pozostałe organiczne	4,09	3 011
10	Pozostałe nieorganiczne	2,97	2 187
11	Razem	100,00	73 627

Źródło: Grontmij Polska sp. z o. o.

Tabela 3. Obliczeniowa charakterystyka frakcyjna zmieszanych odpadów komunalnych.

Lp.	Surowiec	Udział masowy	
		%	Mg/rok
1	Frakcja < 10 mm	15,19%	11 184
2	Frakcja 10-40mm	21,88%	16 110
3	Frakcja 40-100mm	29,60%	21 794
4	Frakcja > 100 mm	33,33%	24 540
5	Razem	100,00%	73 627

Źródło: Grontmij Polska sp. z o. o.

Średnie wyniki wartości opałowej, wilgotności i zawartości popiołu dla odpadów komunalnych zmieszanych na obszarze projektu wg wykonanych badań.

Wartość opałowa - 7,34 MJ/kg

Wilgotność - 28,83 %

Zawartość popiołu - 20,51 %

Wartość ta mieści się w określonym doświadczalnie przez Tannera obszarze autotermicznego spalania odpadów. Jest to możliwe, przy spełnieniu koniunktacji następujących warunków:

- zawartości wilgoci < 50%
- zawartość substancji niepalnych < 60%
- zawartość substancji palnych > 25%

Również nowsze badania przeprowadzone dla spalania odpadów komunalnych na najbardziej rozpowszechnionej obecnie a zarazem najbardziej dojrzałej technologii rusztowej potwierdzają, że występujące w systemie odpady spełniają warunek autotermiczności spalania.

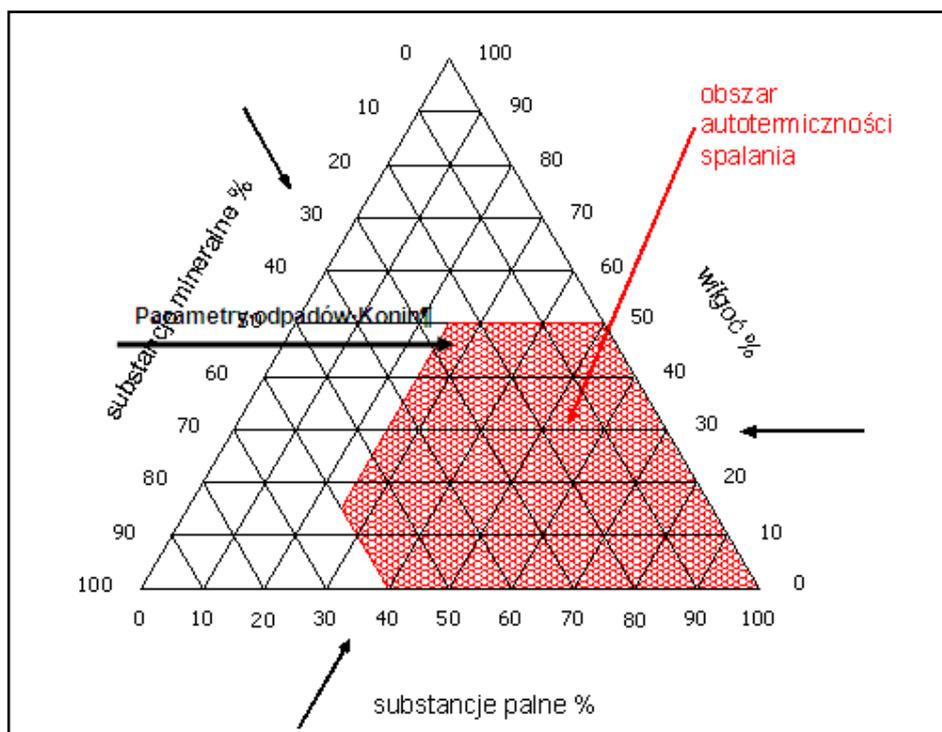
Zgodnie z badaniami Reimanna uwzględniającymi konieczność uzyskania w komorze dopalania temperatury min. 850°C (wartość opałowa odpadów powinna być wyższa niż 5,04 MJ/kg), odpady powinny spełniać koniunktację następujących kryteriów:

- zawartość wilgoci - 39,25 %
- zawartość frakcji niepalnych - 22,40 %
- zawartość frakcji palnych - 38,10 %.

Uwzględniając potencjalne odchylenia od idealnego prowadzenia konwencjonalnej instalacji spalania odpadów komunalnych oraz możliwość znacznych wahań składu morfologicznego i wilgotności odpadów jako graniczną wartość opałową odpadów kierowanych do ZTUO przyjęto, że minimalna wartość opałowa zmieszanych odpadów komunalnych, spalanych autotermicznie w sposób bezpieczny dla środowiska będzie wynosić powyżej 6 MJ/kg.

Jest to zgodne z parametrami oferowanych na rynku urządzeń (dla technologii zgazowania minimalna wartość określana jest jako 8 MJ/kg). Przyjęcie wyższej niż określona doświadczalnie minimalnej wartości opałowej odpadów w stanie roboczym pozwalającej na autotermiczne ich spalanie uwarunkowane jest również technicznymi i ekonomicznymi uwarunkowaniami odzysku energii z procesu spalania.

Inną przesłanką do przyjęcia minimalnej wartości opałowej odpadów do odzysku energii są wymogi dyrektywy 1999/31/EC, które określają granicę energetycznej użyteczności odpadów powyżej granicznej wartości opałowej równej 6 MJ/kg.



Rysunek 7. Charakterystyka energetyczna odpadów
Źródło: Opracowanie własne na bazie doświadczeń Tannera

W poniższej tabeli zestawiono dane obrazujące łączną ilość odpadów wytworzonych w roku 2008 na terenie objętym projektem oraz prognozowaną ilość odpadów w okresie od 2009 roku do 2023 roku.

Zgodnie z przyjętymi założeniami szacuje się, iż na omawianym terenie sukcesywnie w niewielkim stopniu będzie wzrastać ilość wytwarzanych odpadów – od około 81.773 Mg w roku 2009 do 96.912 Mg w roku 2023. Jest to spowodowane przede wszystkim prognozowanym spadkiem ilości mieszkańców na terenach miejskich (z 143.213 w 2009 do 139.782 w roku 2023), przy jednoczesnym wzroście nagromadzenia odpadów. Jednocześnie prognoza zakłada wzrost liczby ludności terenów wiejskich (z 188.512 w 2009 roku do 204.681 w 2023r.), co związane jest prawdopodobnie z przenoszeniem się mieszkańców z terenów miejskich. Ilość odpadów będzie wzrastać w skali około 5% w ciągu 5-ciu lat.

W prognozie odpadów przedstawiono wzrost ilości odpadów oraz proporcjonalny wzrost w poszczególnych frakcjach morfologicznych. W miarę wzrostu efektywności selektywnej zbiorki powinna teoretycznie spadać zawartość odpadów opakowaniowych w strumieniu odpadów zmieszanych. Jak wykazują jednak doświadczenia państw UE poziom poszczególnych frakcji np. makulatury, tworzyw sztucznych, szkła w strumieniu odpadów zmieszanych pozostaje stabilny z uwagi na zwiększanie się ilości odpadów oraz wzrost ilości odpadów opakowaniowych w całym strumieniu wytwarzanych odpadów komunalnych.

Dokument:

Raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko

Zamawiający:

Związek Międzygminny Koniński Region Komunalny

adres: ul. Okólna 59, 62-510 Konin

**Tabela 4.** Prognozowane strumień odpadów na terenie Subregionu Konińskiego

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
mieszkańcy miast	143213	142981	142762	142561	142364	142183	142000	141818	141623	141425	141216	140990	140759	140481	140155	139782
mieszkańcy wsi	188512	190041	151543	192999	194417	195767	197043	198249	199374	200408	201332	202151	202883	203551	204150	204681
RAZEM	331725	333022	334305	335560	336781	337950	339043	340068	340997	341833	342549	343142	343643	344032	344305	344463
Odpady wytwarzane																
Odpady wytwarzane	81773	82785	83808	84842	85882	86928	87971	89014	90048	91075	92089	93086	94075	95043	95989	96912
Mieszkańcy miasto	48406	48811	49223	49646	50073	50509	50949	51392	51835	52280	52725	53167	53611	54040	54453	54852
Infrastruktura miasto	14178	14297	14418	14541	14666	14794	14923	15053	15182	15313	15443	15573	15703	15828	15949	16066
Mieszkańcy wieś	33367	33974	34585	35196	35809	36418	37022	37621	38213	38795	39364	39920	40465	41004	41536	42060
Infrastruktura wieś	5844	5950	6057	6164	6272	6378	6484	6589	6693	6795	6894	6992	7087	7181	7275	7366
Odpady zbierane																
Całkowita ilość zbieranych odpadów*	81773	82785	83808	84842	85882	86928	87971	89014	90048	91075	92089	93086	94075	95043	95989	96912
Papier	1583	1646	1712	1781	1852	1926	2003	2083	2125	2167	2211	2255	2300	2346	2393	2441
Szkoło	1905	1981	2060	2143	2229	2318	2410	2507	2557	2608	2660	2713	2768	2823	2880	2937
Tworzywa sztuczne	1045	1087	1130	1175	1223	1271	1322	1375	1403	1431	1459	1489	1518	1549	1580	1611
Odpady biodegradowalne	3789	3941	4098	4262	4433	4610	4794	4986	5086	5188	5291	5397	5505	5615	5727	5842
Odpady wielkogabarytowe	90	95	99	104	109	115	121	127	133	140	147	154	162	170	178	187
Odpady niebezpieczne	56	62	68	75	82	90	99	109	115	120	126	133	139	146	154	161
ZSEE	330	347	364	382	401	421	442	464	488	512	538	564	593	622	653	686
Selektywna zbiórka razem	8798	9157	9532	9922	10328	10751	11192	11651	11905	12165	12432	12705	12985	13271	13565	13865
Odpady do termicznego przekształcenia	72 975	73 627	74 276	74 920	75 554	76 176	76 779	77 362	78 143	78 910	79 657	80 382	81 091	81 772	82 424	83 046

Źródło: Grontmij Polska sp. z o. o.

4. ANALIZA ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ WYTWARZANĄ W PROCESIE TERMICZNEGO PRZEKSZTAŁCANIA ODPADÓW I MOŻLIWOŚĆ JEJ ZBYTU

Jednym z podstawowych produktów spalania odpadów jest energia. Sam proces termicznego unieszkodliwiania odpadów pozwala na produkcję energii cieplnej i elektrycznej w skojarzeniu (kogeneracja). Sprzedaż tej energii wpłynie na zmniejszenie kosztów unieszkodliwiania odpadów.

Zbyt na produkowaną energię wiąże się ściśle z zapotrzebowaniem rynku. Stąd przeprowadzono analizę sytuacji obecnej i prognoz dla sektora energetycznego w mieście Konin.

4.1. SYTUACJA SEKTORA ENERGETYCZNEGO W POLSCE

Autorzy raportu pt: *„Najważniejsze zagadnienia dotyczące funkcjonowania sektora energoelektrycznego w Polsce”*¹ wskazują, iż od kilku lat w polskiej energetyce występują zagrożenia świadczące o narastającym kryzysie. Za główne przyczyny uznaje się przede wszystkim dłużej, niewłaściwie prowadzoną politykę energetyczną państwa, zaniedbaną i przestarzałą infrastrukturę techniczną, niewłaściwe rozmieszczenie jednostek generacyjnych oraz stale rosnące zapotrzebowanie na moc wynikające ze wzrostu gospodarczego, a także wzrost cen surowców energetycznych.

Polska energetyka jest jedną z większych w Unii Europejskiej. Ogólnopolska zainstalowana moc elektryczna w 2007 r. przekraczała 35 tys. MW_e, zaś zainstalowana moc cieplna blisko 68 tys. MW. Samowystarczalność energetyczna Polski wynikająca z produkcji energii głównie w oparciu o węgiel szacowana jest na 88%. Znaczna część mocy w systemie jest mocno wyeksploatowana (zdecydowana większość urządzeń wytwórczych w Polsce powstała w latach 1966 - 1985), wiele z elektrowni jest zamortyzowanych powyżej 80%, nieraz nawet w 100%.

Wytwórcy energii elektrycznej w Polsce planują do roku 2020 wycofanie znacznej części mocy zainstalowanej. Już dzisiaj powoduje to praktycznie brak rezerwy mocy w systemie. Zebrane dane wskazują, iż moc osiągalna samych tylko elektrowni zawodowych zmniejszy się z poziomu ok. 25 000 MW do ok. 14 500 MW, z czego głębokie modernizacje mogą objąć kolejne 5 700 MW.

Tabela 5. Moc zainstalowana elektrowni w Polsce na koniec roku [MW].

Lp.	Kategoria	2005	2006
1.	Elektrownie i elektrociepłownie zawodowe	32 655	32 897
1.1.	Ciepłne, w tym:	30 476	30 713
1.1.1.	- na węglu kamiennym	20 385	20 629
1.1.2.	- na węglu brunatnym	9 216	9 216
1.1.3.	- na gaz ziemny	854	847
1.2.	Wodne	2 179	2 184
2.	Elektrociepłownie przemysłowe	2 522	2 535

¹ *„Najważniejsze zagadnienia dotyczące funkcjonowania sektora energoelektrycznego w Polsce”* oprac.

3.	Źródła odnawialne	227	283
	Kraj ogółem	35 404	35 715

Źródło: Raport „Najważniejsze zagadnienia dotyczące funkcjonowania sektora energoelektrycznego w Polsce”, luty 2008.

W 2006 r. Polska znalazła się na szóstym miejscu wśród największych producentów energii elektrycznej w Unii Europejskiej, produkując 161.7 TWh/rok. Zużycie energii elektrycznej wzrasta z roku na rok równoległe ze wzrostem PKB (wzrost o 7,4% w pierwszym kwartale 2007 r.) i według wszelkich prognoz taka tendencja ma być zachowana.

Scentralizowane systemy ciepłownicze pokrywają blisko 72% zapotrzebowania na ciepło. Obecnie roczna średnia produkcja energii cieplnej utrzymuje się na poziomie 490,5 TJ.

Struktura krajowego sektora energetycznego

Krajową strukturę elektroenergetyczną tworzą głównie elektrownie zawodowe, elektrociepłownie zawodowe oraz elektrociepłownie przemysłowe. Polska energetyka wytwarza blisko 96% energii z węgla kamiennego i brunatnego, których złoża są wciąż zasobne. Wiąże się to ze znacznym stopniem niezależności energetycznej kraju, ale także z wysokimi emisjami CO₂, SO_x, NO_x i pyłów. Sytuacja sektora energetycznego w chwili obecnej nie jest stabilna. Ogromna zależność od paliw stałych, a zwłaszcza węgla może okazać się zgubna z dwóch powodów. Przede wszystkim energia produkowana na bazie węgla prowadzi do niekorzystnego oddziaływania na środowisko, z czym już musimy walczyć ze względu na normy UE. Po drugie, w przypadku kryzysu w sektorze wydobywczym pozostanie nam import surowca z zagranicy, co może prowadzić do utraty dotychczasowej niezależności energetycznej. Taki wariant wcale nie wydaje się odległy, gdyż już w chwili obecnej ceny węgla w Rosji są nieco niższe niż krajowe, zaś wydobycie tego surowca w Polsce nie zaspokaja potrzeb gospodarczych.

Tymczasem szacuje się, że blisko 75% pozyskiwanej energii elektrycznej w Polsce pochodzi z elektrowni opalanych węglem, podczas gdy udział węgla w wytwarzaniu krajowej energii cieplnej wynosi około 77%. Sytuacja będzie musiała ulec zmianie, gdyż strategia Unii Europejskiej zakłada redukcję źródeł energii wytwarzanej kosztem zanieczyszczenia środowiska, stawiając tym samym nacisk na rozwój „czystej” energii.

Według Urzędu Regulacji Energetyki w 2006r. w strukturze technologii wytwarzania energii elektrycznej w Polsce 12,62% stanowi produkcja w pełnym skojarzeniu (20 428 GW), natomiast odnawialne źródła energii dostarczają 2,61% (wg Instytutu Energetyki Odnawialnej 3.6%) całkowitej energii krajowej (4 221 GW).

Ceny energii elektrycznej i ciepłej

Ceny energii elektrycznej na rynku polskim (zgodnie z danymi publikowanymi przez URE) w roku 2008 wahają się od 0,1843 zł/kWh do 0,1930 zł/kWh w zależności od spółki.

Tabela 6. Ceny energii poszczególnych spółek obrotu w Polsce w 2008r.

Spółka	Cena za energię elektryczną czynną zł/kWh
RWE Stoen	0,1696 + 2,58 zł miesięcznie
Vattenfall Sales Poland	0,1720 + 1,29 zł miesięcznie
Enion Energia	0,1843
ZE Łódź – Teren Obrót	0,1844
Energa Obrót	0,1864
ZEORK	0,1867

Opracowanie:

„Instalacja do termicznego unieszkodliwiania i energetycznego wykorzystania odpadów i osadów ściekowych”

Spółka	Cena za energię elektryczną czynną zł/kWh
EnergiaPro Gigawat	0,1873
ZE Warszawa Teren	0,1878
Lubzel	0,1881
ZE Białystok	0,1889
ŁZE	0,1890
Enea	0,1892
Rzeszowski Zakład Energetyczny	0,1895
Zamojska Korporacja Energetyczna	0,1930

Źródło: URE

Średnioważona cena ciepła w 2004 roku (brak aktualnych danych) wynosiła 23,43 zł/GJ, zaś średnioważona opłata przesyłowa 10,25 zł/GJ.

Tabela 7. Średnioważone ceny ciepła oraz średnioważone stawki opłat za usługi przesyłowe dla pierwszego roku stosowania taryf zatwierdzonych w 2004 r. w Polsce.

Województwo	Przedsiębiorstwa prowadzące działalność gospodarczą w zakresie wytwarzania ciepła		Przedsiębiorstwa prowadzące działalność gospodarczą w zakresie przesyłania i dystrybucji ciepła	
	Liczba przedsiębiorstw	Średnioważona cena ciepła [zł/GJ]	Liczba przedsiębiorstw	Średnioważona stawka opłaty za usługi przesyłowe [zł/GJ]
Mazowieckie	32	22,29	28	8,83
Dolnośląskie	32	23,93	26	11,31
Opolskie	12	25,23	14	9,93
Kujawsko-pomorskie	25	25,57	19	10,72
Wielkopolskie	32	25,19	29	8,36
Pomorskie	33	24,17	30	14,11
Warmińsko-mazurskie	22	25,17	19	8,76
Małopolskie	13	27,68	14	12,20
Podkarpackie	18	24,77	19	10,21
Śląskie	55	21,94	61	8,86
Łódzkie	22	23,07	23	10,08
Świętokrzyskie	17	22,41	20	10,88
Zachodniopomorskie	24	26,58	20	9,51
Lubuskie	9	25,44	7	7,87
Lubelskie	16	23,35	16	9,52
Podlaskie	17	22,82	16	10,14
Ogółem kraj	379	23,43	361	10,25

Źródło: URE

Według URE, w 2007 roku średnia cena sprzedaży energii elektrycznej wytworzonej w wysokosprawnej kogeneracji w jednostce kogeneracji opalanej paliwami gazowymi lub o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej źródła poniżej 1 MW wyniosła 133,79 zł/MWh, zaś z innej jednostki Kogeneracji 126,79 zł/MWh. Należy zaznaczyć, że średnia cena sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym osiągnęła poziom 128,80 zł/MWh. Natomiast świadectwa pochodzenia energii „zielonej” aktualnie wyceniane są na 258 zł/MWh.

4.2. PROGNOZY POPYTU NA ENERGIĘ ELEKTRYCZNA I CIEPLNĄ

Popyt na energię elektryczną i ciepłą będzie wzrastał. Zawarta w rządowym dokumencie „Polityka energetyczna Polski do 2030r.” prognoza zapotrzebowania na energię mówi o zakładanym wzroście krajowego zużycia o 80 % - 93 %. Analiza wzrostu popytu bazuje na makroekonomicznym scenariuszu rozwoju kraju, będącym elementem projektu Narodowego Planu Rozwoju na lata 2007-2013, który szacuje wzrost krajowego PKB na 4%-5,1% średniorocznie (założenie Banku światowego).

Prognozowany wzrost zużycia energii finalnej w horyzoncie prognozy wynosi ok. 29%, przy czym największy wzrost 90% przewidywany jest w sektorze usług. W sektorze przemysłu ten wzrost wyniesie ok. 15%.

W horyzoncie prognozy przewiduje się wzrost finalnego zużycia energii elektrycznej o 55%, gazu o 29%, ciepła sieciowego o 50%, produktów naftowych o 27%, energii odnawialnej bezpośredniego zużycia o 60%. Tak duży wzrost zużycia energii odnawialnej wynika z konieczności spełnienia wymagań Pakietu Energetyczno Klimatycznego.

Tabela 8. Zapotrzebowanie na energię finalną w podziale na sektory gospodarki [Mtoe].

	2006	2010	2015	2020	2025	2030
Przemysł	20,9	18,2	19,0	20,9	23,0	24,0
Transport	14,2	15,5	16,5	18,7	21,2	23,3
Rolnictwo	4,4	5,1	4,9	5,0	4,5	4,2
Usługi	6,7	6,6	7,7	8,8	10,7	12,8
Gospodarstwa domowe	19,3	19,0	19,31	19,4	19,9	20,1
RAZEM	65,5	64,4	67,3	72,7	79,3	84,4

Źródło: Polityka energetyczna Polski do roku 2030

Tabela 9. Zapotrzebowanie na energię finalną w podziale na nośniki [Mtoe].

	2006	2010	2015	2020	2025	2030
Węgiel	12,3	10,9	10,91	10,3	10,4	10,5
Produkty naftowe	21,9	22,4	23,1	24,3	26,3	27,9
Gaz ziemny	10,0	9,5	10,3	11,1	12,2	12,9
Energia odnawialna	4,2	4,6	5,0	5,9	6,2	6,7
Energia elektryczna	9,5	9,0	9,9	11,2	13,1	14,8
Ciepło sieciowe	7,0	7,4	8,2	9,1	10,0	10,5
Pozostałe paliwa	0,6	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2
RAZEM	65,5	64,4	67,3	72,7	79,3	84,4

Źródło: Polityka energetyczna Polski do roku 2030

Tabela 10. Prognoza krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną wg projektu Polityki energetycznej Polski do 2030 roku [TWh].

Wyszczególnienie	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Zapotrzebowanie brutto	146,1	163,3	181,6	204,5	243,0	279,8

Tabela 11. Niezbędna moc brutto elektrowni i elektrociepłowni (spoza OZE-E).

Wyszczególnienie	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Zapotrzebowanie na energię elektryczną ze źródeł innych niż OZE-E [TWh]	142,2	151	167,3	187,9	223,3	257,3
Minimalna moc bloków przy 55% wykorzystaniu mocy zainstalowanej [MW]	29 514	31 341	34 724	39 000	46 347	53 404

Źródło: Polityka energetyczna Polski do roku 2030

Szykujące się zmiany w sektorze energetycznym będą miały znaczący wpływ na wzrost cen energii. Prognozy mówią o wzroście w przedziale od 30% do 100% w przeciągu najbliższych dwóch lat. Za przyczyny bezpośrednie przyjmuje się wzrost cen węgla, oraz koszty zakupu uprawnień do emisji dwutlenku węgla, ponadto zakłada się, że dodatkowy wpływ będą też miały nowe obowiązki związane z promowaniem energii wytwarzanej ze źródeł odnawialnych i w kogeneracji.

Działania na rzecz rozwoju energetyki odnawialnej

Zapotrzebowanie na energię finalną wytwarzaną ze źródeł odnawialnych przedstawiono w Tabeli 5.6. w rozbiciu na energię elektryczną, ciepło oraz paliwa transportowe. Prognozuje się wzrost wszystkich nośników energii ze źródeł odnawialnych w rozpatrywanym okresie (energii elektrycznej niemal dziesięciokrotnie, ciepła prawie dwukrotnie oraz paliw ciekłych dwudziestokrotnie).

Tabela 12. Zapotrzebowanie na energię finalną brutto z OZE w podziale na rodzaje energii [ktoe].

	2006	2010	2015	2020	2025	2030
Energia elektryczna	370,6	715,0	1516,1	2686,6	3256,3	3396,3
- Biomasa stała	159,2	298,5	503,2	892,3	953,0	994,9
- Biogaz	13,8	31,4	140,7	344,5	555,6	592,6
- Wiatr	22,0	174,0	631,9	1178,4	1470,0	1530,0
- Woda	175,6	211,0	240,3	271,4	276,7	276,7
- Fotowoltaika	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1	2,1
Ciepło	4312,7	4481,7	5046,3	6255,9	7048,7	7618,4
- Biomasa stała	4249,8	4315,1	4595,7	5405,9	5870,8	6333,2
- Biogaz	27,1	72,2	256,5	503,1	750,0	800,0
- Geotermia	32,2	80,1	147,5	221,5	298,5	348,1
- Słoneczna	3,6	14,2	46,7	125,4	129,4	137,1
Biopaliwa transportowe	96,9	549,0	884,1	1444,1	1632,6	1881,9
- Bioetanol cukro-skrobiowy	61,1	150,7	247,6	425,2	443,0	490,1

	2006	2010	2015	2020	2025	2030
- Biodiesel z rzepaku	35,8	398,3	636,5	696,8	645,9	643,5
- Bioetanol II generacji	0,0	0,0	0,0	210,0	240,0	250,0
- Biodiesel II generacji	0,0	0,0	0,0	112,1	213,0	250,0
- Biowodór	0,0	0,0	0,0	0,0	90,8	248,3
OGÓŁEM Energia finalna brutto z OZE	4780	5746	7447	10387	11938	12897
Energia finalna brutto	61815	61316	63979	69203	75480	80551
% udziału energii odnawialnej	7,7	9,4	11,6	15,0	15,8	16,0

Źródło: Polityka energetyczna Polski do roku 2030- Załącznik nr 2

Spełnienie celu polityki energetycznej, w zakresie 15% udziału energii odnawialnej w strukturze energii finalnej brutto w 2020 r. jest wykonalne pod warunkiem przyspieszonego rozwoju wykorzystania wszystkich rodzajów źródeł energii odnawialnej, a w szczególności energetyki wiatrowej.

Dodatkowy cel zwiększenia udziału OZE do 20% w 2030 r. w zużyciu energii finalnej w kraju, który jest zawarty w projekcie polityki energetycznej, będzie trudny do zrealizowania ze względu na naturalne ograniczenia tempa rozwoju tych źródeł.

4.3. ANALIZA RYNKU ENERGII, W TYM ENERGII ELEKTRYCZNEJ I CIEPLNEJ NA TERENIE MIASTA KONINA

4.3.1. Charakterystyka systemu ciepłowniczego

System ciepłowniczy miasta Konin podzielony jest na sieć nr 1 oraz sieć nr 2. Sieć nr 2 jest siecią odkupioną przez MPEC od Pfeifer&Langen po zlikwidowaniu cukrowni. Obejmuje ona obiekty spółdzielni „Zgoda”, zlokalizowane na osiedlu Cukrownia Gosławice. Pozostałą, główną część systemu stanowi sieć nr 1 zasilana z Elektrowni „Konin”.

Systemem ciepłowniczy miasta Konina jest systemem wodnym, parametry sieci ciepłej to 135/73°C.

Właścicielem sieci ciepłowniczej jest Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Koninie. Głównym obecnie monopolistycznym dostawcą ciepła do systemu ciepłowniczego jest Elektrownia Konin. Z Elektrowni w kierunku południowym wyprowadzona jest magistrala ciepłownicza Dn 800 która dochodzi do komory rozdzielczej w Koninie- Marantowie Od tej komory część wschodnia i centralna Konina prawobrzeżnego zasilana jest magistralą Dn 500, natomiast część zachodnia oraz lewobrzeżna magistralą Dn 700. Odległość najdalszych odbiorców sieci od źródła ciepła wynosi około 20 km (Konin lewobrzeżny - osiedle Sikorskiego). Ponadto z Elektrowni "Konin" wyprowadzone są w kierunku północnym dwie lokalne sieci zasilające obiekty osiedla Gosławice, zlokalizowanego w pobliżu Elektrowni. Zasadniczo system ciepłowniczy jest systemem promieniowym. Rezerwowanie dostawy energii ciepłej dla celów centralnego ogrzewania jest możliwe do znacznej części odbiorców Konina prawobrzeżnego, dzięki dwóm połączeniom pierścieniowym niemniej jednak prawie całą energia ciepła dostarczana jest z jednego źródła.

System ciepłowniczy jest wyposażony w system telemetrii monitorujący parametry sieci w elektrowni "Konin" oraz w punktach (komorach) sieci magistralnych.

Poniżej przedstawiono schemat systemu grzewczego miasta Konin.

Opracowanie:

„Instalacja do termicznego unieszkodliwiania i energetycznego wykorzystania odpadów i osadów ściekowych”



Rysunek 8. Schemat systemu grzewczego miasta Konin.

Źródło: MPEC – Konin Sp. z o. o.

Odbiorcy podłączeni są do sieci poprzez węzły ciepłownicze. W systemie występują węzły wymiennikowe, hydroelewatorowe oraz bezpośrednie. MPEC-KONIN Sp. z o.o. jest właścicielem 431 szt. węzłów zasilających obiekty mieszkaniowe budownictwa wielorodzinnego i użyteczności publicznej z ogólnej ilości 648 sztuk. Pozostałe węzły ciepłownicze jak również wszystkie 1428 węzłów ciepłych odbiorców indywidualnych są własnością odbiorców. W automatykę pogodową wyposażonych jest 430 szt. węzłów ciepłych będących własnością przedsiębiorstwa, co stanowi 99,8 % węzłów będących na majątku MPEC - Konin . Ostatni węzeł nie został zmodernizowany z przyczyn nie leżących po stronie MPEC. Wszystkie węzły posiadające wymienniki ciepłej wody użytkowej są wyposażone w urządzenia automatycznej regulacji. 100 % węzłów ciepłych jest wyposażonych w ciepłomierze. Dążąc do stałej

modernizacji i unowocześniania pracy MPEC-u wprowadzono zdalny odczyt ciepłomierzy na osiedlu domków jednorodzinnych – Glinka, Międzyzylesie i Gostawice. Także na innych osiedlach systematycznie montuje się ciepłomierze ze zdalnym odczytem. Zastosowanie w węzłach ciepłych MPEC - KONIN Sp. z o.o. energooszczędnych pomp obiegowych o zmiennej wydajności stanowi obok automatyki pogodowej istotny element ograniczający straty energii cieplnej i źródło oszczędności zużycia ciepła dla Odbiorcy.

4.3.2. Charakterystyka źródeł wytwórczych ciepła

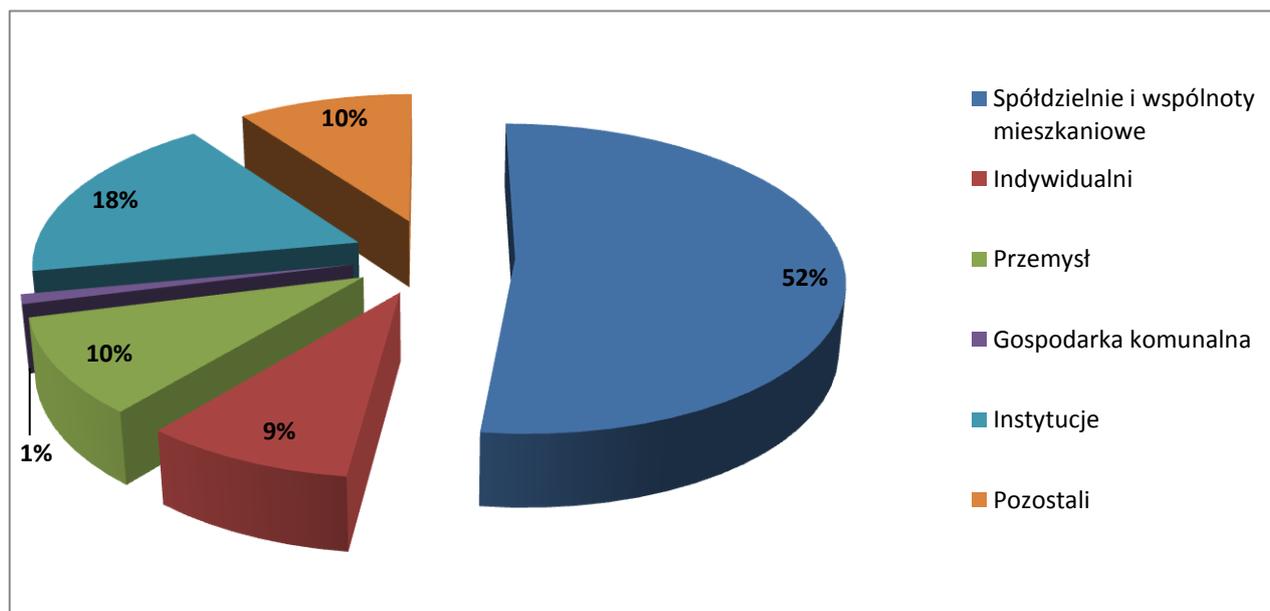
Podstawowym źródłem zasilającym system jest człon ciepłowniczy Elektrowni „Konin” posiadający moc dyspozycyjną 474MW. Jest on obecnie monopolistycznym dostawcą energii dla Mielskiego Przedsiębiorstwa Energetyki cieplnej. Ponadto od listopada 2009 na terenie zlikwidowanej cukrowni rozpoczęła działalność kotłownia opalana węglem kamiennym o mocy 1,54MW. Kotłownia będąca w posiadaniu MPEC zasila mieszkania spółdzielni „Zgoda” na osiedlu Cukrownia Gostawice. Ciepło transportowane jest do odbiorców za pomocą odkupionej od Pfeifer&Langen sieci ciepłowniczej (sieć ciepłownicza nr 2)

Nie podłączone do miejskiej sieci ciepłowniczej obiekty zaopatrują się w ciepło z lokalnych źródeł będących ich własnością.

Zapotrzebowanie na ciepło

Poniższy wykres przedstawia strukturę zapotrzebowania mocy zamówionej przez poszczególnych klientów MPEC – Konin.

Rysunek 9. Struktura zapotrzebowania mocy zamówionej przez poszczególnych klientów MPEC - KONIN w 2009r.



Źródło: MPEC – Konin Sp. z o. o.

Poniższa tabela przedstawia bilans zapotrzebowania na moc ciepłą przez odbiorców MPEC w latach 2010 – 2012.

Tabela 13. Bilans zapotrzebowania na moc ciepłą przez odbiorców MPEC w latach 2010 - 2012.

Lp.	Zapotrzebowanie mocy ciepłej	Jedn.	2010	2011	2012
1.	Bilans na 31 grudnia roku poprzedniego	MW	148,4	141,3	138,0
2.	Zmniejszenie zapotrzebowania przez odbiorców od 1 stycznia	MW	8,8	4,3	4,3
3.	Bilans na 1 stycznia	MW	139,6	137,0	133,7
4.	Nowe podłączenia	MW	1,7296	1,0	1,5
5.	Bilans na 31 grudnia	MW	141,3	138,0	135,2

Zamówiona przez MPEC – Konin moc ciepła w Elektrowni Konin na rok 2010 wynosi 125,1 MW. MPEC będzie zamawiał moc ciepłą na lata 2010 - 2012 w Zespole Elektrowni PAK - Elektrownia Konin zgodnie z terminami określonymi w umowie w wielkości od 0,5 MW do 5 MW mniej w odniesieniu do obecnie zamówionej.

Stosownie do powyższych założeń w poniższej tabeli przedstawiono planowany przez MPEC Konin zakup i sprzedaż energii ciepłej.

Tabela 14. Planowany przez MPEC Konin zakup i sprzedaż energii ciepłej.

L.p.	Wskaźniki techniczne	Jednostka	2010r.	2011r.	2012r.
1	Zakup energii w źródle ciepła EL. Konin	GJ	1 300 968	1 274 009	1 250 994
2	Produkcja energii w Kotłowni Cukrownia-Gosław	GJ	14 487	14 487	14 487
3	Ogółem zakup + produkcja	GJ	1 315 455	1 288 496	1 265 481
4	Sprzedaż energii ciepłej m. Konin	GJ	1 100 327	1 074 339	1 052 290
5	Sprzedaż energii dla os. Cukrownia Gosławice	GJ	13138	13 138	13138
6	Ogółem sprzedaż energii	GJ	1 113 465	1 087 477	1 065 428

Długość sezonu grzewczego

Poniżej przedstawiono czas trwania sezonu grzewczego w poszczególnych latach w okresie 2007-2010.

Tabela 15. Czas trwania sezonu grzewczego w latach 2007 – 2010.

Rok	Termin włączenia c.o.	Termin wyłączenia c.o.	Czas trwania sezonu grzewczego [dni]
2007	07.09	18.05	253
2008	15.09	12.05	239

2009	30.09	15.05	227
2010	13.09	15.05	244

4.3.3. Charakterystyka źródeł energii elektrycznej

Konin zokalizowany jest w okręgu stanowiącym zagłębienie węgla brunatnego (Konin-Koło-Turek)

Z uwagi na występujące tu bogactwa naturalne w okolicy jak również w samym Koninie zlokalizowano elektrownie ciepłe będące znaczącym elementem Polskiego systemu elektroenergetycznego (Zespół Elektrowni Pątnów-Adamów-Konin).

Elektrownia Konin

Elektrownia Konin została wybudowana w latach 50-tych i jest najstarszą elektrownią opalaną węglem brunatnym w Polsce i w Grupie Kapitałowej ZE „PAK” SA. Jest również dostawcą energii ciepłej dla miasta Konina.

Aktualnie w Elektrowni Konin zainstalowane jest 8 kotłów energetycznych oraz 7 turbozespołów. Układ cieplny elektrowni podzielony jest na część kolektorową i blokową.

Część kolektorowa obejmuje 6 kotłów (2 kotły OP-130b, 2 kotły OP-130b zmodernizowane wg metody HUS „hybrydowego układu spalania” – każdy o wydajności 130 t/h pary, 2 nowoczesne kotły wieżowe OB-230p każdy o wydajności 280 t/h pary wyposażone w instalację odsiarczania spalin metodą mokrą) oraz 5 turbozespołów (TG-1 – typu Skoda o mocy zainstalowanej 28 MW, TG-2 – typu Escher Wyss o mocy zainstalowanej 55 MW, TG-4 nowoczesny turbozespół kondensacyjno-ciepłowniczy typu 7CK60 o mocy zainstalowanej 65 MW, TG-5 typ TK-50 o mocy zainstalowanej 50 MW oraz TG-6 typ TK-50 o mocy zainstalowanej 50 MW). Łączna moc zainstalowana części kolektorowej wynosi 248 MW.

Moc cieplna zainstalowana wszystkich urządzeń ciepłowniczych w Elektrowni Konin wynosi 477 MWt (410 Gcal).

Część blokowa elektrowni wyposażona jest w dwa bloki energetyczne każdy o mocy zainstalowanej 120 MW.

W kwietniu 2006 roku, decyzją Wojewody Wielkopolskiego, Elektrownia Konin uzyskała również Pozwolenie Zintegrowane na produkcję energii elektrycznej i ciepłej.

Łączna moc zainstalowana Elektrowni Konin wynosi 488 MW. Elektrownia posiada otwarty obieg chłodzenia, oparty na systemie pięciu jezior regionu konińskiego połączonych systemem kanałów.

Elektrownia Pątnów II Sp. z o. o. (Elektrownia Pątnów II)

Elektrownia Pątnów II Sp. z o. o. jest spółką dedykowaną, która powstała w celu realizacji najważniejszej inwestycji ZE „PAK” SA – budowy bloku energetycznego A o mocy 464 MW opalanego węglem brunatnym. W dniu 23 listopada 2007 roku została wykonana pierwsza synchronizacja bloku z Krajowym Systemem Energetycznym. W grudniu 2007 roku przeprowadzono pozytywny test mocy maksymalnej osiągając moc 464 MW, a nawet przekraczając ją do 474 MW. Blok 464 MW w Elektrowni Pątnów jest pierwszą jednostką prądotwórczą na parametry nadkrytyczne w krajowym systemie

elektroenergetycznym. Charakteryzuje się wysoką sprawnością energetyczną: 44,0 % brutto i 41,0 % netto.

- Moc znamionowa bloku na zaciskach generatora przy średnio rocznej temperaturze wody chłodzącej 16°C: 470,2 MW;
- Roczny czas wykorzystania mocy zainstalowanej: 6800 h;
- Roczna produkcja energii elektrycznej: 3180 GWh;
- Wyposażenie bloku jest oparte na najnowocześniejszych rozwiązaniach sprawdzonych w zagranicznych elektrowniach opalanych węglem brunatnym. Blok wyposażony jest w najnowocześniejsze instalacje ochrony atmosfery, w tym w instalację mokrego odsiarczania spalin i instalację obniżenia emisji związków azotu.

Elektrownia Adamów

Elektrownia Adamów zlokalizowana jest w odległości 3 km od Turku i 30 km od Konina. Jest zawodową, konwencjonalną elektrownią cieplną o mocy zainstalowanej 600 MW, opalaną węglem brunatnym. Jej uruchomienie nastąpiło w 1964 roku. Niezależnie od produkcji energii elektrycznej, Elektrownia Adamów dostarcza również energię cieplną c.o. dla części miasta Turek i dla zakładów, które są usytuowane w pobliżu. Dostarcza również parę do celów technologicznych dla pobliskich Zakładów Przemysłu Jedwabniczego „Miranda” i „PROFI”. Elektrownia posiada zamknięty obieg chłodzenia z pięcioma chłodzami kominowymi, stanowiącymi niezwykle charakterystyczny element krajobrazu regionu tureckiego.

Od października 2006 r. w Elektrowni Adamów spalana jest biomasa w postaci trocin drzewnych. Jest to możliwe w wyniku rozszerzenia koncesji przez Urząd Regulacji Energetyki. Zgodnie z warunkami tam zawartymi maksymalny udział biomasy w spalanej mieszance z węglem brunatnym wynosi 10 %.

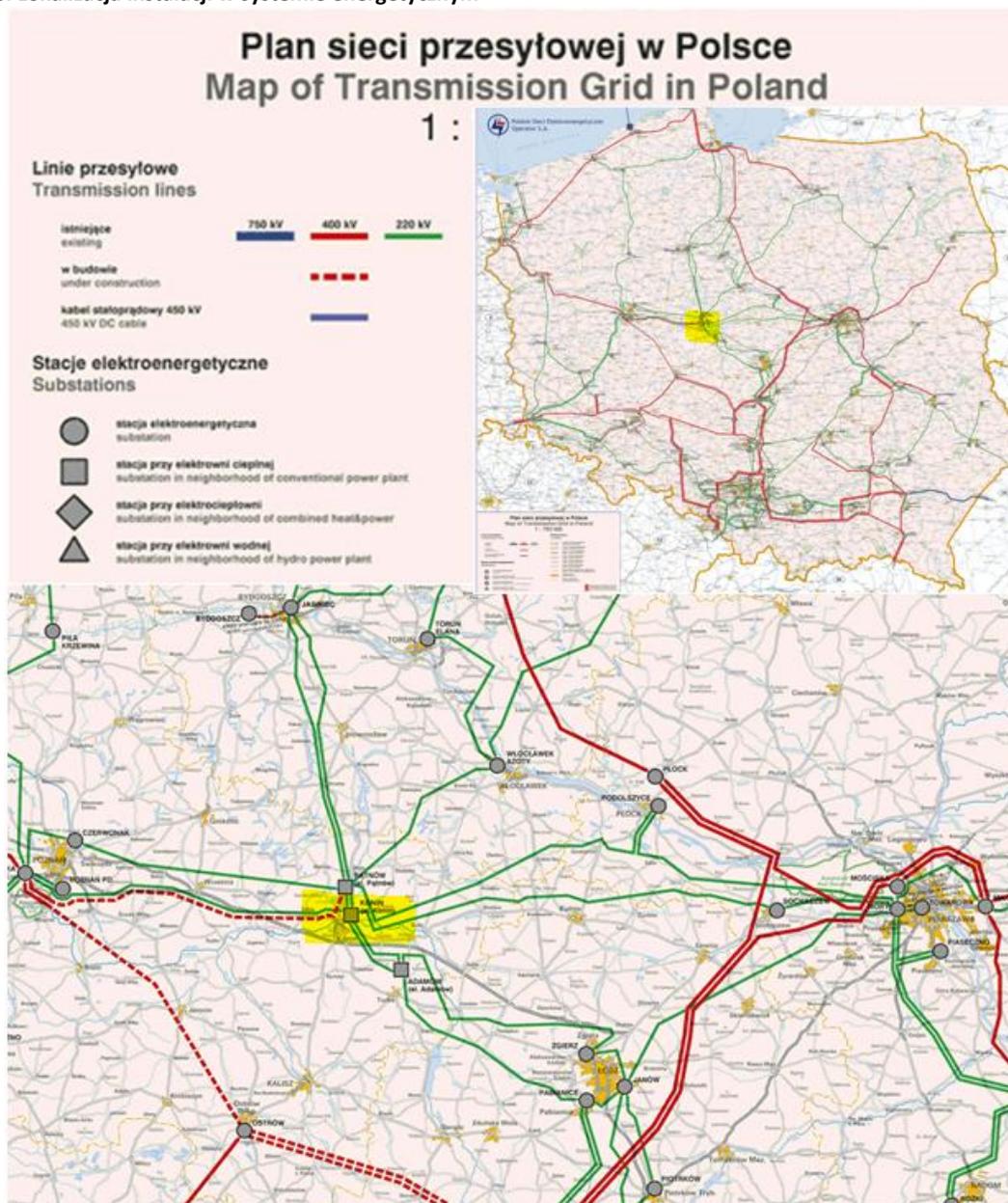
4.3.4. Charakterystyka sieci przesyłowej

Region koniński znajduje się również w kluczowym położeniu z uwagi na podłączenie do sieci elektroenergetycznej. Z uwagi na wydane już warunki przyłączenia do sieci elektroenergetycznej możliwość przyłączenia nowego źródła jest ograniczona, jednakże z uwagi na stosunkowo niewielką moc źródła nie stanowi to przeszkody.

Opracowanie:

„Instalacja do termicznego unieszkodliwiania i energetycznego wykorzystania odpadów i osadów ściekowych”

Rysunek 10. Lokalizacja instalacji w systemie energetycznym



Źródło: PSE

Konin posiada bezpośrednie połączenie liniami 220kV z następującymi stacjami elektroenergetycznymi:

- Bydgoszcz (Jaśniec)
- Włocławek
- Płock
- Warszawa
- Sochaczew
- Zgierz
- Pabianice

- Poznań
- Czerwonak

Z uwagi na przewidywane koszty podłączenia do sieci (o napięciu 220kV) jak również wydane wcześniej warunki przyłączenia dla minnych źródeł energii elektrycznej wyczerpujące w znacznym stopniu rezerwy linii przesyłowej, zdecydowano się wyprowadzić nadwyżkę mocy do lokalnego odbiorcy końcowego jakim jest Huta Aluminium z którą zostanie zawarta długoterminowa umowa na dostawę energii o napięciu 6,3 kV.

Rozwiązanie takie jest korzystne dla obu stron jak również najkorzystniejsze dla środowiska, z uwagi na uniknięcie strat transformacji napięcia, jak również strat przesyłowych.

5. ANALIZA WIELOWARIANTOWA ROZWIĄZAŃ TECHNOLOGICZNYCH

5.1. WSTĘP DO ANALIZY

Celem analizy wielowariantowej jest wybór i porównanie ze sobą czterech alternatywnych rozwiązań technologicznych, których wspólną cechą jest przekształcanie odpadów komunalnych w sposób termiczny, ze wskazaniem najkorzystniejszego wariantu. Niezależnie od rozpatrywanego wariantu, w każdym z analizowanych rozwiązań przewidziane zostały wymienione zasadnicze elementy Zakładu:

- System odbioru i wstępnego przygotowania odpadów do procesu termicznego przekształcania.
- Bunkier magazynowy paliwa z systemem transportu.
- System termicznego przekształcania odpadów:
- Układ odzysku ciepła ze spalin.
- Turbina parowa ze skraplaczem.
- System oczyszczania spalin.
- System odprowadzania spalin.
- System monitoringu i kontroli.

Analiza i porównanie ze sobą poszczególnych wariantów rozwiązań technologicznych poprzedzona została wyborem czterech wariantów do analizy, spośród dostępnych na rynku technologii termicznego przekształcania odpadów. W kolejnym rozdziale scharakteryzowano pokrótce poszczególne technologie.

5.2. ANALIZA WSTĘPNA – WYBÓR WARIANTÓW DO ANALIZY PORÓWNAWCZEJ

5.2.1. Technologie wykorzystujące plazmę

Opis ogólny

Plazma jest mieszaniną elektronów, jonów i cząstek neutralnych (atomy i cząsteczki). Jest to zjonizowany, przewodzący energię elektryczną gaz o wysokiej temperaturze, powstający na zasadzie

interakcji gazu z polem magnetycznym lub elektrycznym. Plazma jest źródłem form reakcyjnych, a wysokie temperatury wspierają gwałtowne reakcje chemiczne.

Procesy plazmowe wykorzystują wysokie temperatury (5 000°C do 15 000°C), powstające na skutek konwersji energii elektrycznej w ciepło w celu produkcji plazmy. W zakres procesów powstawania plazmy wchodzi przepuszczanie prądu elektrycznego o wysokim napięciu przez strumień gazu obojętnego.

W takich warunkach niebezpieczne związki, takie jak polichlorowane bifenyle (PCB), dioksyny, furany, pestycydy itp., są rozbijane do cząstek atomowych poprzez ich wtrysk do plazmy. Proces ten jest stosowany do obróbki substancji organicznych, metali, PCB oraz hexachlorobenzenów (HCB). W wielu przypadkach może być wymagana wstępna obróbka odpadów.

Plazmy termiczne mogą być wytwarzane poprzez:

- przepuszczanie prądu stałego lub zmiennego przez gaz umieszczony pomiędzy elektrodami,
- zastosowanie pola magnetycznego o częstotliwościach radiowych (RF) bez udziału elektrod,
- zastosowanie mikrofal.

Podstawowym parametrem służącymi do oceny efektywności metod plazmowych w zakresie usuwania szkodliwych związków jest **DRE (destruction and removal efficiency)** – procent reprezentujący ilość cząstek składnika usuniętych lub rozłożonych w instalacji unieszkodliwiania termicznego w stosunku do liczby cząstek wchodzących do instalacji.

Poniżej przedstawiono różne rodzaje technologii plazmowej.

Łuk elektryczny w otocze argonu

Jest to proces plazmowy „in flight”, co oznacza, że odpady mieszają się bezpośrednio ze strumieniem plazmy argonowej. Argon został wybrany jako gaz plazmowy z uwagi na to, że jest on gazem obojętnym i nie reaguje ze składnikami pochodni. DRE w przypadku tej technologii określana jest na 99.9998% dla rozbijania substancji wyczerpujących ozon (ODS - Ozone Depleting Substances), przy wydajności 120 kg/h i zużyciu mocy elektrycznej na poziomie 150kW.

Zaletą tej technologii jest to, że charakteryzuje się wysoką sprawnością rozkładu CFC i halonów w skali komercyjnej (ostatnie kilka lat). Charakteryzuje się również niskimi emisjami PCDD/F. Emisje masowe zanieczyszczeń są również niskie ze względu na stosunkowo niewielką ilość spalin produkowanych w procesie. Również bardzo wysoka gęstość energii powoduje kompaktowość procesu.

ICRF – Indukcyjnie łączona plazma o częstotliwości radiowej

W przypadku ICRF, stosowane są indukcyjnie łączone pochodnie plazmowe a łączenie energii plazmy wykonywane jest za pomocą pola elektromagnetycznego wytwarzanego w cewce indukcyjnej. Nieobecność elektrod pozwala na prowadzenie procesu przy użyciu szerokiego zakresu gazów, w środowisku obojętnym, redukcyjnym, utleniającym oraz lepszą niezawodność niż procesy łuku plazmowego.

DRE w przypadku tej technologii wynosi ponad 99,99%, rozkład CFC jest na poziomie 50-80 kg/h.

W dokumencie BREF zaznaczono, że proces został zademonstrowany w skali komercyjnej w celu osiągnięcia wysokiego rozkładu CFC i niskiej emisji zanieczyszczeń. Technologia ICRF nie wymaga stosowania argonu, i co za tym idzie, koszty eksploatacyjne w tej metodzie są niższe niż w innych, podobnych systemach. Dodatkowo mała ilość gazu produkowana w procesie powoduje niskie poziomy masowe emitowanych zanieczyszczeń

Łuk plazmowy w otocze CO₂

W tej technologii wysokotemperaturowa plazma wytwarzana jest poprzez wysyłanie wyładowania elektrycznego dużej mocy do gazu obojętnego, takiego jak argon. Po wytworzeniu pola plazmowego, jest ono utrzymywane za pomocą sprężonego powietrza lub jednego z gazów atmosferycznych, zależnie od pożądanych wyników procesu.

Temperatura plazmy wynosi znacznie ponad 5 000°C w punkcie, w którym płynne lub gazowe odpady są bezpośrednio wtryskiwane. Temperatura w górnej części reaktora wynosi około 3 500°C i spada wzdłuż strefy reakcji do poziomu precyzyjnie kontrolowanej temperatury, wynoszącego 1 300°C.

Cechą charakterystyczną procesu jest zastosowanie CO₂ jako gazu utrzymującego plazmę, powstającego w procesie utleniania.

Stwierdzono, że proces charakteryzuje się wysokim DRE składników trwałych. Masowa emisja zanieczyszczeń jest niska, głównie ze względu na małą ilość spalin produkowaną w procesie.

Plazma indukowana przez mikrofałe

Proces ten zasilany jest przez energię mikrofal z częstotliwością wynoszącą 2,45 GHz emitowaną do specjalnie zaprojektowanej matrycy węglowej w celu wytworzenia plazmy termalnej pod ciśnieniem atmosferycznym. Do inicjacji plazmy stosowany jest argon, poza tym do utrzymania plazmy nie jest wymagany żaden gaz.

W przypadku tej metody DRE wynosi 99,99 % dla rozkładu CFC-12 na poziomie 2kg/h.

Proces posiada wysoką efektywność rozkładu i jest w stanie osiągnąć wysokie temperatury robocze w krótkim czasie, dlatego też charakteryzuje się wysoką elastycznością i ograniczonym czasem przestoju.

W tym procesie nie ma potrzeby stosowania gazu obojętnego, co wpływa na polepszenie efektywności zużycia energii, ogranicza koszty eksploatacyjne oraz ilości produkowanych spalin. Ponadto proces jest bardzo kompaktowy.

Łuk plazmowy w środowisku azotu

W procesie tym stosowana jest pochodnia utworzona przez napięcie stałe, działająca z elektrodami chłodzonymi wodą. Jako gaz roboczy zastosowany został azot. Proces stworzony został w 1995 r.

W procesie osiągnięte jest DRE na poziomie 99,99% przy rozkładzie CFC, HCFC, HFC przy strumieniu wsadu 10 kg/h.

Główną zaletą tej technologii jest kompaktowy rozmiar instalacji. System wymaga 9 x 4,25 m powierzchni dla instalacji, która przewiduje miejsce na jednostkę wytrącania i dehydracji produktów ubocznych (CaCl₂, CaCO₃). Dlatego też system przygotowany jest do transportu na ciężarówce do punktu powstawania odpadów, w związku z czym daje możliwość obróbki w miejscu powstawania.

W technologiach plazmowych wymagany jest system obróbki gazów odlotowych, zależnie od typu obrabianych odpadów, natomiast powstające pozostałości mają postać witrifikatu lub jest to popiół. Sprawności rozkładu dla tej technologii są wysokie i wynoszą >99%.

Technologie plazmowe – podsumowanie

Niewątpliwymi zaletami technologii plazmowych jest unieszkodliwianie szkodliwych substancji w procesie termicznego przekształcania odpadów, powodujące brak konieczności stosowania rozbudowanych systemów oczyszczania spalin. Ponadto produktem procesu termicznego przekształcania w tego typu technologii jest szkliwo, w związku z czym produkty procesu nie wymagają dalszego przetwarzania.

Jednakże mimo opisanych powyżej zalet, technologia plazmowa w zakresie unieszkodliwiania odpadów komunalnych jest wciąż technologią niedojrzałą. Istniejące obiekty wykorzystujące proces plazmowy dedykowane są głównie do przekształcania odpadów niebezpiecznych w stosunkowo małej skali (maksymalnie do 100 000 Mg/rok). Należy również zwrócić uwagę na bardzo dużą energochłonność procesu (według naukowców z Politechniki Koszalińskiej, 1 kWh/kg odpadów). Ponadto jak podaje BREF, mimo, iż technologia plazmowa uważana jest za komercyjną, proces ten może być bardzo złożony, eksploatacyjnie kosztowny i wymagający znacznej ingerencji operatora. Na obecnym etapie rozwoju tego typu technologii plazmowej, jest to wciąż technologia wymagając dopracowania, aczkolwiek z dużymi perspektywami do stosowania w przyszłości (po udoskonaleniu).

Ze względu na stosunkowo wysokie ryzyko problemów związanych z eksploatacją Zakładu opartego na technologii plazmowej przekształcania odpadów, jak również z powodu braku wiarygodnych i sprawdzonych, źródeł informacji o rzeczywistych nakładach inwestycyjnych i kosztach eksploatacyjnych w przypadku spalania odpadów komunalnych, technologia ta nie będzie rozważana w dalszej analizie.

5.2.2. Piroliza i zgazowanie

Opis ogólny

Piroliza i zgazowanie stanowią alternatywne w stosunku do spalania technologie termicznego przekształcania odpadów. Są one z różnym powodzeniem rozwijane od lat siedemdziesiątych. Technologie te na ogół stosuje się do wyselekcjonowanych strumieni odpadów oraz zwykle w mniejszej skali niż spalanie. W trakcie procesu, poprzez odpowiednią kontrolę temperatury, ciśnienia i dostępu powietrza w specjalnie zaprojektowanych reaktorach, oddziela się poszczególne produkty reakcji, które zachodzą również w konwencjonalnych spalarniach odpadów. Systemy pirolizy i zgazowania są nierzadko sprzężone z następującym po nich procesem spalania wytworzonego gazu syntezowego.

Zasadniczą różnicą procesów pirolizy i zagazowania w stosunku do procesu spalania jest to, iż odzyskują one raczej wartość chemiczną z odpadów, niż wartość energetyczną. Otrzymane produkty chemiczne mogą w pewnych przypadkach być następnie użyte jako wsad do innych procesów. Jednakże w przypadku zastosowań związanych z termicznym przekształcaniem odpadów, na ogół stosuje się kombinację procesów pirolizy, zgazowania i spalania, często w ramach jednej instalacji. W takim przypadku instalacje pirolizy i/lub zgazowania odzyskują również wartość energetyczną odpadów, podobnie jak to ma miejsce w przypadku konwencjonalnego spalania odpadów.

Istotną zaletą procesów pirolizy i zgazowania jest zmniejszenie objętości spalin (w stosunku do konwencjonalnej spalarni), a przez to ograniczenie kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych związanych z oczyszczaniem spalin. Ponadto możliwa jest zwiększona produkcja energii elektrycznej poprzez zastosowanie silników lub turbin gazowych, które pozwalają na osiągnięcie wyższego współczynnika skojarzenia (stosunek wyprodukowanej energii elektrycznej do cieplnej) w porównaniu z układem kocioł – turbina parowa.

Procesy pirolizy

Pod pojęciem pirolizy (odgazowania) rozumiany jest proces chemicznego, endotermicznego rozkładu substancji organicznych, bogatych w węgiel, w temperaturach podwyższonych, w środowisku całkowicie pozbawionym tlenu, bądź przy niewielkiej jego obecności. Zasadniczo wszystkie odpady, które można kompostować i/lub spalać mogą być również poddawane procesowi pirolizy. Ilość i skład produktów pirolizy zależy od składu odpadów i temperatury procesu. W procesie pirolizy uzyskuje się:

- fazę gazową, tzw. gaz pirolityczny, który zawiera przede wszystkim parę wodną, wodór, metan, etan i ich homologi, wyższe węglowodory alifatyczne (C2-C4), tlenek i dwutlenek węgla oraz inne związki gazowe jak: H₂S, NH₃, HCl, HF, HCN;
- fazę stałą, tzw. koks pirolityczny, substancje obojętne oraz pyły ze znaczną zawartością metali ciężkich itp.;
- fazę płynną, którą stanowią kondensaty wodne i oleiste, składające się z mieszaniny olejów i smół, wody oraz składników organicznych.

Produkty ciekłe są złożoną mieszaniną węglowodorów i wymagają dalszego przetwarzania przed ich wykorzystaniem. Z kolei wytwarzany gaz charakteryzuje się wyższą wartością opałową, niż ten uzyskiwany w procesie zgazowania. Wartość ta kształtuje się na poziomie 15-30 MJ/Nm³ dla RDF oraz 5-15 MJ/Nm³ dla odpadów komunalnych.

Ilość i skład powstających produktów zależy głównie od rodzaju i składu odpadów, górnego zakresu stosowanych temperatur oraz czasu przebywania w reaktorze pirolitycznym.

W zależności od temperatury prowadzenia procesu wyróżnia się pirolizę niskotemperaturową (450-700°C) i wysokotemperaturową (900-1100°C).

Proces pirolizy można podzielić również na:

- Pirolizę powolną (slow pyrolysis) - proces prowadzony w niskich temperaturach z dużym uzyskiem fazy stałej.
- Pirolizę szybką (fast pyrolysis) - proces optymalizowany pod kątem uzysku dużej ilości ciekłych i gazowych produktów.

Piroliza może być prowadzona w:

- Reaktorach szybowych i ze złożem fluidalnym, w których ruch masy odbywa się pionowo.
- Reaktorach obrotowych oraz piecach przepychowych i innych piecach dwukomorowych z kontrolowanym udziałem powietrza, w których ruch masy odbywa się poziomo lub wślad się nie przemieszcza.

Reaktory pirolityczne mogą pracować pod ciśnieniem atmosferycznym, jak i w warunkach podciśnienia lub nadciśnienia.

W termicznym przetwarzaniu odpadów piroliza jest wykorzystywana do:

- unieszkodliwiania odpadów z bezpośrednim spalaniem (dopaleniem) powstałego gazu procesowego (pirolitycznego) oraz uzyskaniem mało toksycznej fazy stałej (popiołu lub żużla albo bogatego w węgiel koku pirolitycznego);
- wytworzenie z odpadów gazu opałowego i ewentualnie także paliwa stałego lub płynnego, nadających się do spalania w urządzeniach energetycznych;
- wydzielenie z odpadów cennych związków chemicznych, możliwych do zastosowania w różnych procesach przemysłowych.

Procesy zgazowania

Zgazowanie polega na przekształceniu w wysokich temperaturach węgla zawartego w danym surowcu lub paliwie stałym w paliwo gazowe, składające się głównie z tlenku i dwutlenku węgla, wodoru, metanu, azotu i pary wodnej. Proces zgazowania zachodzi zwykle w temperaturze około 1 200-1 400°C. W odróżnieniu od procesu pirolizy (odgazowania), zgazowanie odbywa się najczęściej przy pewnym udziale tlenu (dostarczającego energię) i wody. Zgazowanie jest więc, podobnie jak spalanie, zachodzącym w wysokiej temperaturze procesem konwersji termochemicznej, z tą jednak różnicą, że jej produktem nie jest ciepło, lecz gaz, który dopiero po spaleniu dostarcza energii cieplnej. Poza wytwarzaniem ciepła, gaz ten może być także wykorzystywany do innych celów, np. w turbinach, służących do produkcji elektryczności i maszynach, wykonujących pracę mechaniczną. W przypadku spalania tak powstałego gazu instalacja powinna spełnić warunki stawiane instalacjom termicznego przekształcania odpadów.

Zgazowanie można prowadzić różnymi metodami oraz w różnych warunkach ciśnienia i temperatury, ale przeważnie odbywa się to z udziałem określonych ilości tlenu i pary wodnej. W procesie tym zachodzą głównie reakcje węgla z parą wodną i tlenem oraz z powstającym dwutlenkiem węgla i wodorem, a także reakcje wtórne pomiędzy wytwarzającym się tlenkiem węgla, a parą wodną.

Zastosowanie procesów pirolizy i zgazowania

Procesy pirolizy i zgazowania znajdują powszechne zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu. Procesem zgazowania obejmuje się głównie paliwa stałe (węgiel kamienny lub brunatny) w celu wytworzenia niskokalorycznego gazu opałowego - gazu syntezowego, wykorzystywanego w przemyśle chemicznym lub gazu wysokometanowego (po dodatkowej metanizacji katalitycznej), który może być skierowany bezpośrednio do sieci gazociągowej.

Na rynku dostępnych jest lub znajduje się w fazie rozwoju kilka różnych technologii zgazowania, przeznaczonych dla odpadów komunalnych. Ważnym jest w takim przypadku, aby charakterystyka odpadów podawanych na instalacje mieściła się we wcześniej określonych granicach, co zwykle wymaga uprzedniej obróbki odpadów.

Charakterystycznymi cechami procesu zgazowania odpadów są:

- Mniejsze objętości gazu w porównaniu z objętością spalin w procesie spalania (przy użyciu czystego tlenu – nawet dziesięciokrotnie);
- Powstawanie przede wszystkim CO (a nie CO₂);
- Mniejsze przepływy ścieków z oczyszczania gazu syntezowego.

Piroliza i zgazowanie – podsumowanie

W niniejszym opracowaniu wykluczono zastosowanie „czystej” technologii pirolizy i/lub zgazowania odpadów oraz wykorzystania gazów generatorowych do skojarzonej produkcji energii elektrycznej i ciepła. Technologie te w odniesieniu do odpadów komunalnych nie są bowiem wystarczająco zaawansowane, rozpowszechnione i sprawdzone w praktyce eksploatacyjnej, aby zastosować je dla termicznego przekształcania odpadów komunalnych w pełnej skali przemysłowej, jak ma to miejsce w analizowanym Projekcie.

Interesującym rozwiązaniem jest natomiast wykorzystanie procesu wstępnego zgazowania w połączeniu ze spalaniem powstałych produktów (np. w piecu rusztowym z komorą dopalania) – proces zgazowania znajduje zastosowanie w tym przypadku, jako jedna z faz termicznego przekształcania

odpadów. Zastosowanie takiej technologii zostało rozważone jako jeden z wariantów w dalszej analizie.

5.2.3. Spalanie w złożu fluidalnym

Opis ogólny

Technologia złoża fluidalnego jest stosowana od dziesięcioleci, głównie do spalania homogenicznych (jednorodnych) paliw. Wśród nich są: węgiel kamienny, węgiel brunatny, osady ściekowe i biomasa (np. drewno). Spalarnie oparte na złożu fluidalnym są najczęściej zaprojektowane do spalania rozdrobnionych i wstępnie przygotowanych odpadów np. RDF lub osadów ściekowych.

Piec fluidalny stanowi wyłożona wykładziną ogniotrwałą komora spalania w formie pionowego cylindra. W dolnej części złoża materiału inertnego (np. piasek lub popiół), leżącego na ruszcie lub rozdzielaczu powietrznym, ulega fluidyzacji przy pomocy powietrza. Odpady do spalania są podawane w sposób ciągły do złoża piaskowego od góry lub z boku.

Podgrzane wstępnie powietrze jest wprowadzane do komory spalania poprzez otwory w płycie dennej, tworzącej złożo fluidalne z piasku znajdującego się w komorze spalania. Odpady są podawane do reaktora przez pompę lub podajnik ślimakowy.

W złożu fluidalnym zachodzi suszenie, odgazowanie (wydzielenie części lotnych), zapłon oraz spalanie. Temperatura w wolnej przestrzeni ponad złożem (tzw. „freeboard”) zwykle wynosi pomiędzy 850°C i 950°C. Ta przestrzeń ponad złożem jest zaprojektowana, aby zapewnić zatrzymanie gazów w strefie spalania. W samym złożu temperatura jest niższa i może wynosić 650°C lub więcej.

Ponieważ reaktor ze swej natury zapewnia dobre mieszanie, systemy spalania fluidalnego cechują się generalnie równomiernym rozkładem temperatur i tlenu, co z kolei zapewnia stabilną pracę. Przy niejednorodnych odpadach, spalanie fluidalne wymaga procesu wstępnego przygotowania odpadów, tak, aby spełniały one wymagania odnośnie wymiarów cząstek. Dla niektórych odpadów można to osiągnąć poprzez połączenie selektywnej zbiórki i/lub wstępną obróbkę, np. rozdrabnianie. Niektóre typy złoża fluidalnych (np. obrotowe złoża fluidalne) mogą przyjmować większe cząstki odpadów niż inne. Jeżeli mamy taki przypadek odpady mogą wymagać jedynie zgrubnego rozdrobnienia.

Obróbka wstępna zwykle składa się z sortowania, kruszenia większych części inertnych oraz rozdrabniania. Może być również wymagane usunięcie metali żelaznych i nieżelaznych. Wymiary cząstek paliwa muszą być małe, często o średnicy maksymalnej 50 mm. Jednakże w złożach wirujących (obrotowych) dopuszcza się części o wymiarach 200-300 mm.

Stosunkowo wysoki koszt obróbki wstępnej wymaganej dla niektórych odpadów ograniczył ekonomiczne zastosowanie tych systemów do dużych projektów. Zostało to w niektórych przypadkach zniwelowane poprzez selektywną zbiórkę odpadów oraz opracowanie standardów jakościowych dla paliw pochodzących z odpadów (RDF). Takie systemy jakości stały się sposobem produkcji bardziej odpowiedniego wsadu dla tej technologii. Połączenie odpadów o kontrolowanej jakości (zamiast odpadów zmieszanych i nieprzygotowanych) oraz złoża fluidalnego pozwala na dobrą kontrolę procesu spalania oraz możliwość uproszczonej, a więc tańszej, obróbki spalin.

W oparciu o prędkość gazu oraz konstrukcję dna dyszowego (dystrybutor powietrza) wyróżnia się następujące odmiany technologii pieca fluidalnego:

- Złożo fluidalne stacjonarne (pęcherzowe) – pracujące na ciśnieniu atmosferycznym lub na nadciśnieniu: materiał inertny jest mieszany, ale wynikający z tego ruch cząstek stałych do góry nie jest znaczący (rys. poniżej).

- Złoże fluidalne wirujące (obrotowe) - jest wersją złoża pęcherzowego; w tym przypadku złoże fluidalne obraca się w komorze spalania. Skutkuje to dłuższym czasem przetrzymania w komorze spalania. Wirujące złoże fluidalne są stosowane od kilkunastu lat dla zmieszanych odpadów komunalnych.
- Złoże fluidalne cyrkulacyjne - wyższe prędkości gazu w komorze spalania powodują częściowe wynoszenie paliwa i materiału złoża, które są następnie zawracane do komory spalania poprzez kanał recyrkulacyjny (rys. poniżej).

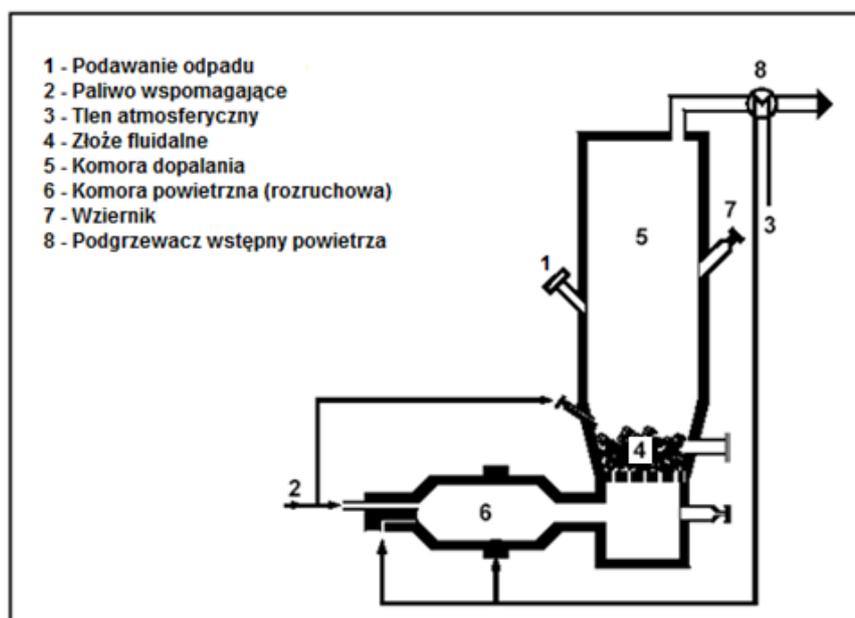
Aby rozpocząć proces spalania, złoże fluidalne winno być podgrzane do co najmniej temperatury zapłonu dozowanych odpadów (lub wyższej jeżeli wymagają tego przepisy). Można to osiągnąć poprzez wstępny podgrzew powietrza przy pomocy palnika gazowego lub olejowego, który pozostaje włączony do momentu, od którego spalanie zachodzi niezależnie. Odpady spadają do złoża fluidalnego, gdzie ulegają dezintegracji poprzez abrazję oraz spalanie. Zwykle większość popiołów jest unoszona wraz z gazami spalinowymi i wymaga wyłapania w instalacji oczyszczania spalin, aczkolwiek rzeczywista proporcja między popiołami dennymi (usuniętymi z podstawy złoża) oraz popiołami lotnymi zależy od technologii złoża fluidalnego oraz samych odpadów.

Aby zapobiec problemom w instalacji spalania odpadów ze złożem fluidalnym z zapychaniem kotła oraz tzw. aglomeracji złoża należy kontrolować jakość odpadów (głównie zapewniając, że niski jest udział Cl, K, Na oraz Al) oraz dostosować odpowiednio konstrukcję kotła i pieca.

Złoże fluidalne stacjonarne (pęcherzowe)

Systemy spalania ze stacjonarnym złożem fluidalnym stosowane są – już od dłuższego czasu – do spalania szlamów przemysłowych z oczyszczania instalacji przemysłowych, a także do spalania osadów z oczyszczalni ścieków komunalnych. W tym zakresie dostępne rozwiązania określane są jako „stan techniki”, co sytuuje je w bardzo konkretnym obszarze zastosowań. Systemy spalania ze stacjonarnym złożem fluidalnym oraz z cyrkulacyjnym złożem fluidalnym wykorzystywane są także w instalacjach spalania stałych odpadów, odpowiednio dobrze przygotowanych – spreparowanych do postaci tzw. paliw z odpadów (paliw zastępczych, paliw formowanych, paliw wtórnych, RDF).

Złoże stacjonarne lub pęcherzowe składa się z wyłożonej komory spalania o kształcie cylindrycznym lub prostopadłościennym, dna dyszowego oraz palnika rozruchowego usytuowanego poniżej.



Rysunek 11. Żłodzię fluidalne stacjonarne (pęcherzowe).

Podgrzane wstępnie powietrze przepływa przez dno dystrybucyjne (rozdzielacz) oraz doprowadza materiał żłodzięcia do fluidyzacji. Zależnie od przeznaczenia instalacji stosuje się różny materiał (piasek kwarcowy, bazalt, mulit itp.) oraz różny rozmiar ziaren (około 0,5-3,0 mm).

Odpady mogą być podawane od góry - w głowicy pieca, z boku – urządzeniem podającym lub wstrzyknięte bezpośrednio do żłodzięcia. W żłodzięciu odpady ulegają dezintegracji oraz wymieszaniu z gorącym materiałem żłodzięcia. Następnie są osuszane i częściowo spalane. Pozostałe frakcje (lotne oraz drobne cząstki) są spalane powyżej żłodzięcia – w tzw. „freeboard” (wolna przestrzeń nad żłodzięciem). Pozostały popiół i pyły są usuwane razem ze spalinami w głowicy pieca.

Zwykle piec jest wstępnie podgrzewany do temperatury roboczej zanim rozpocznie się podawanie odpadów. W tym celu stosuje się komorę rozruchową (powietrzną) poniżej płyty dystrybutora (dna żłodzięcia). Jest to korzystniejsze w stosunku do palnika umieszczonego nad żłodzięciem, ponieważ ciepło jest w tym przypadku wprowadzone bezpośrednio do żłodzięcia fluidalnego. Dodatkowy podgrzew wstępny można zrealizować poprzez lance gazowe, które wystają ponad dnem żłodzięcia (dystrybutorem) i są zanurzone w piasku. Odpady są dozowane, jeżeli piec osiągnie temperaturę roboczą, tj. 850°C.

Podgrzew wstępny powietrza może być wyeliminowany całkowicie, jeżeli obrabiane są odpady o wysokiej wartości opałowej (np. wysuszone osady ściekowe, drewno, odpady zwierzęce). Ciepło może być odzyskane w wymiennikach przeponowych i/lub zanurzonych w żłodzięciu fluidalnym.

Żłodzię fluidalne wirujące (obrotowe)

Wirujące (obrotowe) żłodzię fluidalne jest konstrukcją żłodzięcia pęcherzowego rozwiniętą dla spalania odpadów komunalnych. Pochylone dno dyszowe, szerokie śluzy do usuwania popiołów ze żłodzięcia oraz ślimaki do podawania odpadów i usuwania pozostałości są charakterystycznymi cechami tego systemu, pozwalającymi na obróbkę odpadów stałych. Regulacja temperatury w obrębie komory spalania wyłożonej wymurówką (żłodzię oraz ‘freeboard’) odbywa się poprzez recyrkulację spalin. Pozwala to na obróbkę odpadów o szerokim zakresie wartości opałowej, np. współspalanie osadów i RDF.

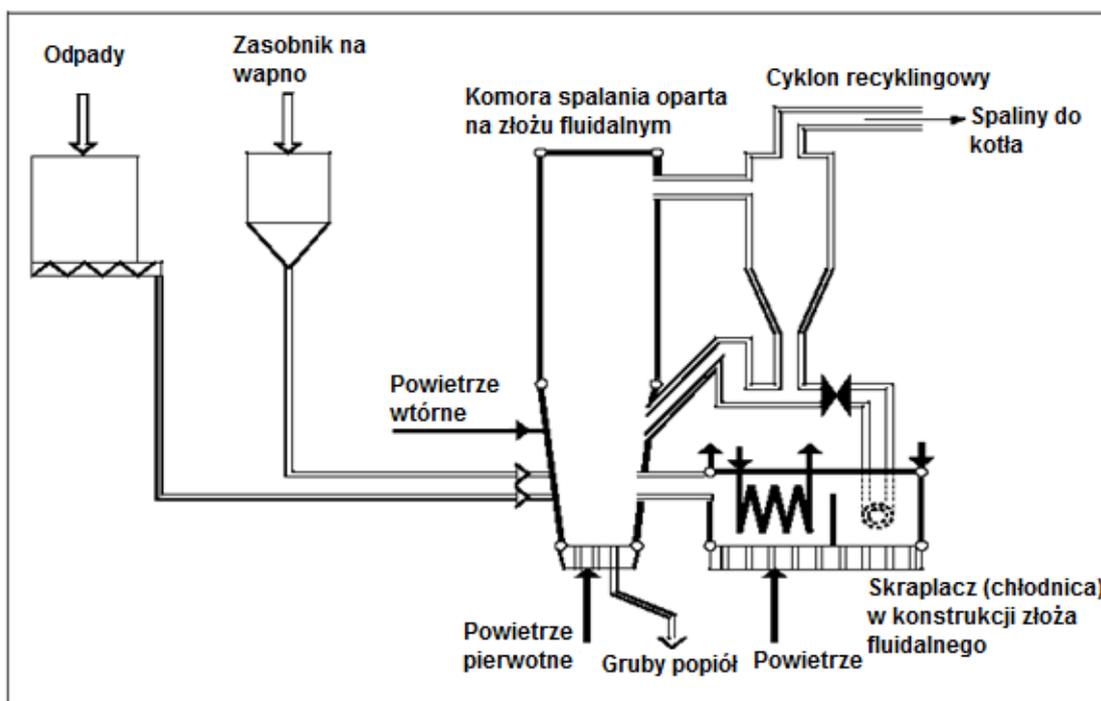
Koncepcję paleniska z wirową warstwą fluidalną opracowano i zaczęto stosować w Japonii. W Europie system ten – po niepowodzeniach w Berlinie i dużych problemach technicznych w Madrycie – został

już, po kolejnych wdrożeniach we Włoszech i Francji, przez jego konstruktorów opanowany i w ostatnim okresie (po roku 2001) zrealizowano m.in. projekty z tym systemem w Belgii (Beveren/Sleco) i w Anglii (Allington). Są to dwa projekty i w sumie sześć linii technologicznych spalania odpadów komunalnych, odpowiednio spreparowanych, o wydajności spalania $20,7 \div 21,4$ Mg/h każda. W instalacji Beveren/Sleco spalane są zarówno odpady komunalne jak i osady z oczyszczalni ścieków komunalnych (masowo 50% / 50%).

Wśród fluidalnych palenisk do spalania odpadów komunalnych obiecująco zapowiada się rozwiązanie konstrukcyjne oferowane w Europie pod handlowym określeniem ROWITEC. System z paleniskiem ROWITEC, oparty o obrotowe złożo fluidalne traktować można, jako rozwiązanie pośrednie pomiędzy paleniskiem ze złożem stacjonarnym a cyrkulacyjnym, w którym wymaga się przygotowywania („preparowania”) odpadów komunalnych kierowanych do spalania w stosunkowo najmniejszym zakresie. Można w tym przypadku – podobnie jak w systemach rusztowych – łączyć spalanie odpadów komunalnych z innymi odpadami np. osadami z oczyszczalni ścieków komunalnych.

Złożo fluidalne cyrkulacyjne

Złożo fluidalne cyrkulacyjne jest szczególnie właściwe dla spalania odwodnionych i podsuszonych osadów ściekowych. Pracuje przy drobnym uziarnieniu materiału złoża oraz przy wysokich prędkościach gazu, który usuwa większość cząstek stałych z komory fluidalnej wraz ze spalinami. Następnie cząstki te są wyłapywane w cyklonie współprądowym oraz zawracane do komory spalania.



Rysunek 12. Złożo fluidalne cyrkulacyjne.

Zaletą tego procesu jest fakt, że wysokie obciążenie cieplne oraz równomierny rozkład temperatur na wysokości pieca może być osiągnięty przy małej objętości komory reakcyjnej. Wielkość instalacji jest zwykle większa niż przy złożach stacjonarnych oraz można obrabiać większy zakres odpadów. Odpady są podawane z boku komory spalania oraz są spalane w temperaturze 850-950°C. Skraplacz fluidalny

znajduje się pomiędzy cyklonami oraz cyrkulacyjnym złożem fluidalnym i chłodzi on zawracane popioły. Przy zastosowaniu tej metody można kontrolować wyprowadzenie ciepła z układu.

Zgodnie z BREF, technologie pęcherzowego złoża fluidalnego oraz cyrkulacyjnego złoża fluidalnego rzadko stosuje się do nieprzetworzonych odpadów komunalnych. Jako stosowaną dla tych odpadów wymienia się w BREF technologię wirującego (obrotowego) złoża fluidalnego.

Spalanie w złożu fluidalnym – podsumowanie

Ponieważ złoża fluidalne dla dobrego prowadzenia procesu spalania wymagają kontrolowanego i ciągłego dozowania „paliwa”, stąd w takich systemach spalania korzystniej jest stosować paliwa z odpadów (RDF) lub osady ściekowe. Paliwa z odpadów charakteryzują się wyższą wartością opałową i niższą wilgotnością, są bardziej homogeniczne, niż „surowe” zmieszane odpady komunalne. Osady ściekowe natomiast są materiałem bardziej homogenicznym od zmieszanych odpadów komunalnych, co ułatwia prowadzenie procesu.

W paleniskach z cyrkulacyjnym złożem fluidalnym możliwe jest osiągnięcie wyższych jednostkowych obciążeń termicznych (na jednostkę powierzchni paleniska) w porównaniu z systemami rusztowymi. Jednakże w systemach spalania ze złożem fluidalnym ze względu na większe opory przepływu w złożu wymagane są – w zespole podawania powietrza pierwotnego (powietrza fluidyzującego złoża i powietrza spalania) – wyższe moce układu wentylatorów nawiewu – w porównaniu z systemami rusztowymi. Wykorzystanie układu schładzania materiału złoża jako zespołu włączonego w układ parowo-wodny kotła jako ostatni stopień przegrzewacza pozwala z kolei na osiąganie wyższego stopnia przegrzania pary (w porównaniu do „tradycyjnych” kotłów odzyskowych w systemach rusztowych, gdzie przegrzew pary realizowany jest w strumieniu spalin). To z kolei pozwala na osiągnięcie wyższej sprawności elektrycznej układu turbina-generator. Wg niektórych źródeł wykazuje się, że wyższe zużycie energii w zespole powietrza pierwotnego może być zrekompensowane, jeśli sprawność układu turbina-generator uda się podnieść o 1% w porównaniu do warunków z paleniskiem rusztowym. Ponadto uważa się, że w systemach spalania ze złożem fluidalnym możliwe jest osiągnięcie wyższego stopnia wypalenia i mniejszych ilości niespalonych cząstek w produktach spalania.

Spalanie w złożu fluidalnym zmieszanych odpadów komunalnych, jest mało rozpowszechnione w krajach Unii Europejskiej ze względu na następujące problemy:

- trudność sterowania procesem;
- problemy związane z oczyszczaniem spalin;
- duże ilości produkowanych popiołów (popioły nie nadające się do wykorzystania);
- kosztowny cykl wstępnego przygotowania odpadów do spalania.

Szeroko stosowane jest natomiast spalanie w złożu fluidalnym osadów ściekowych.

Z uwagi na rzadkość stosowania złoża fluidalnego przy spalaniu zmieszanych odpadów komunalnych, rozwiązania oparte na tej technologii nie poddano dalszym rozważaniom w analizie wariantowej.

5.2.4. Spalanie w piecu rusztowym

Opis ogólny

Instalacje z paleniskami rusztowymi są najbardziej rozpowszechnioną grupą technologiczną używaną dla celów termicznego przekształcania odpadów komunalnych. Jest to obecnie najchętniej i najczęściej stosowane rozwiązanie w krajach UE. Według BREF w Europie około 90% instalacji przeznaczonych do termicznego przekształcania odpadów komunalnych wyposażone jest w ruszt. Jedyna w Polsce

instalacja termicznego przekształcania odpadów komunalnych, stanowiąca część ZUSOK w Warszawie, oparta jest również na technologii rusztowej. Technologia rusztowa, najbardziej dojrzała technologicznie, o znanych parametrach ekonomicznych budowy i eksploatacji, umożliwia przekształcanie wszystkich rodzajów stałych odpadów komunalnych, jak również na zasadzie współspalania odwodnionych osadów ściekowych i niezainfekowanych odpadów medycznych.

Systemy spalania na ruszcie zwykle składają się z następujących elementów:

- układ podawania odpadów (zasilanie);
- ruszt paleniskowy;
- układ usuwania popiołów dennych;
- system podawania powietrza do spalania;
- komora spalania;
- palniki wspomagające.

Podawanie odpadów

Lej zasypowy jest stosowany do ciągłego podawania odpadów. Napędzany jest on partiami przy pomocy np. suwnicy i chwytaka. Ponieważ powierzchnia leja narażona jest na duże obciążenia i oddziaływania, dobiera się materiał odporny na tarcie (np. blachę kotłową lub odporne na ścieranie żeliwo). Materiał musi również wytrzymać przypadkowe oddziaływanie ognia.

Odpady są zwykle wyładowywane z bunkra do śluzy podawczej przy pomocy suwnicy, a następnie podawane do pieca poprzez rampę hydrauliczną lub inny system transportujący. Ruszt przesuwa odpady poprzez poszczególne strefy komory spalania.

Systemy rusztowe pozwalają na spalanie odpadów właściwie bez potrzeby ich wstępnego przygotowania. Jedyne co musi być wykonywane, to rozdrabnianie, na ogół przy wyładowywaniu do bunkra odpadów wielkogabarytowych. Ograniczenia pod względem rozmiarów gabarytowych odpadów kierowanych do spalania wynikają właściwie tylko z gabarytów leja dozowania odpadów na ruszt. Homogenizowanie odpadów kierowanych do spalania na ruszcie odbywać się może bezpośrednio w obszarze bunkra odpadów, przy pomocy chwytaka łupinowego suwnicy, co jest typowym zabiegiem wykonywanym przez operatora suwnicy. W rusztowych systemach spalania odpady na ruszt dozowane są porcjami.

Jeżeli dostarczane odpady nie podlegają obróbce wstępnej, to są zazwyczaj bardzo heterogeniczne, zarówno jeśli chodzi o rozmiary jak i charakter. Dlatego też lej załadowniczy wymiaruje się w taki sposób, aby odpady gabarytowe przeszły przez niego, oraz aby nie tworzyły się mostki i nie następowała blokada. Należy tego unikać, ponieważ w przeciwnym razie zasilanie odpadami jest nierównomierne, a powietrze dostaje się do pieca w sposób niekontrolowany.

Ściany śluzy załadowniczej mogą być chronione przed wysoką temperaturą na następujące sposoby:

- konstrukcja dwupłaszczowa chłodzona wodą;
- membranowa konstrukcja ścian;
- zawory zamykające chłodzone wodą;
- ognioodporna wykładzina ceramiczna.

Typy rusztów

Każdy rodzaj rusztu musi spełniać określone wymagania dotyczące sposobu dostarczania powietrza pierwotnego pod ruszt, możliwości jego dodatkowego chłodzenia (wodą, gdy kaloryczność odpadów jest wysoka i chłodzenie powietrzem jest niewystarczające), szybkości przemieszczania się, jak i mieszania odpadów. Czas przebywania odpadów na ruszcie wynosi zwykle nie więcej niż 60 minut.

Najczęściej i najchętniej używanym do spalania zmieszanych odpadów komunalnych jest ruszt posuwisto-zwrotny ze względu na jego niezawodność i bardzo dobre parametry techniczne. Jakość wypalenia odpadów jest bardzo wysoka. Drugim stosowanym w spalarniach odpadów komunalnych typem rusztu jest ruszt walcowy. Rzadziej stosuje się natomiast ruszty ruchome taśmowe (przy tego typu ruszcie ograniczone są możliwości mieszania/wstrząsania odpadów, odpady są mieszane jedynie przy przejściu z jednej taśmy na drugą).

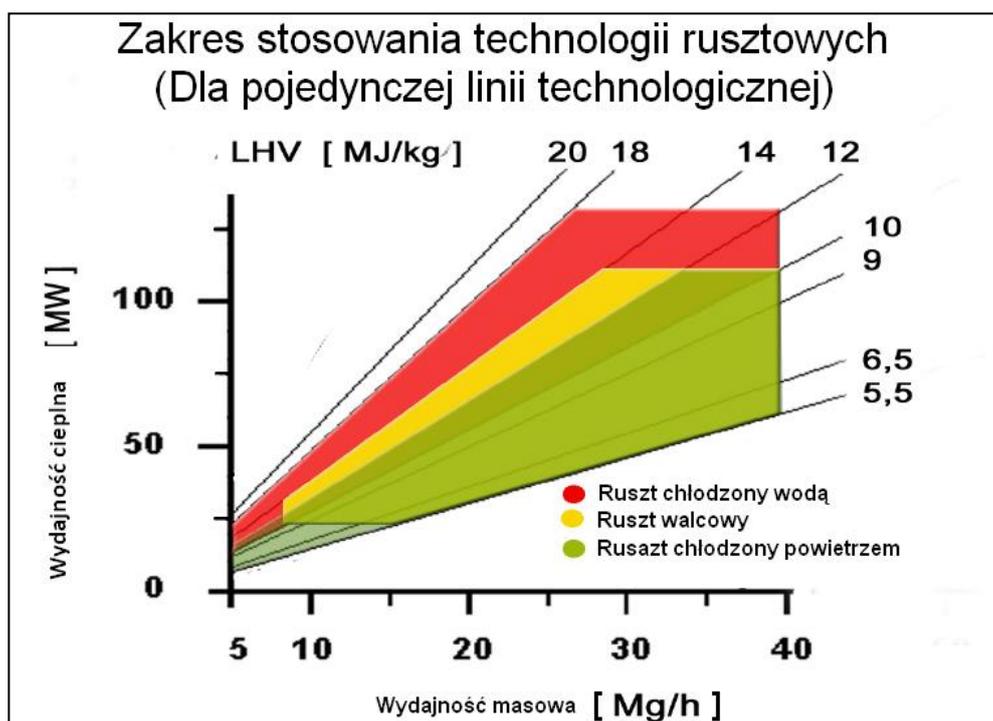
Ruszt posuwisto-zwrotny składa się z ułożonych schodkowo rusztowin w sekcjach rozpiętych na szerokość pieca. Odpowiednie ruchy rusztowin zapewniają wymagany poziom wymieszania odpadów oraz oczyszczanie szczelin doprowadzających powietrze do procesu spalania (powietrze pierwotne, które spełnia także rolę czynnika chłodzącego ruszt). Występuje wiele odmian tego typu rusztów z dodatkowo poruszającymi się sekcjami i innymi kombinacjami (np. forward feed grate – rusztowiny tworzą szereg stopni, które oscylują poziomo i przesuwały odpady w kierunku systemu odzulfiania; reverse feed grate – rusztowiny oscylują w kierunku przeciwnym do przesuwu odpadów). W każdym przypadku jednak musi być zapewnione właściwe podawanie powietrza do spalania, odpowiednia prędkość przesuwu odpadów na ruszcie, odpowiednie wstrząsanie i przemieszanie odpadów na ruszcie.

Ruszt walcowy składa się natomiast z kilku (najczęściej 5-6) walców, ułożonych w sposób zapewniający, że jest on pochylony do poziomu pod pewnym kątem (np. 20°). Poszczególne walce działają niezależnie pod względem prędkości obrotowej, a więc i przesuwu odpadów na ruszcie. Rozwiązanie takie umożliwia stosunkowo prostą i niezawodną regulację procesu spalania w poszczególnych strefach (dopływ powietrza, prędkość przesuwu, CO, CO₂ itp.).

Ruszty najczęściej są chłodzone powietrzem, choć stosuje się też ruszty chłodzone wodą (lub inną cieczą). Przepływ medium chłodzącego odbywa się od stref chłodniejszych do stopniowo coraz gorętszych, aby zmaksymalizować wymianę ciepła. W przypadku rusztów chłodzonych wodą, dotyczy to zwykle dwóch pierwszych segmentów (stref) rusztu

Chłodzenie wodą stosuje się najczęściej, jeżeli wartość opałowa odpadów komunalnych jest wyższa niż 12 MJ/kg (dostawcy podają wartości w przedziale 12-15 MJ/kg). Konstrukcja systemów chłodzenia wodą jest nieco bardziej złożona niż w przypadku zastosowania powietrza.

Na poniższym wykresie zaprezentowano zakres stosowania technologii rusztowych wg jednego z dostawców tego typu systemów.



Rysunek 13. Przykładowy zakres stosowania technologii rusztowych.

Komora paleniskowa

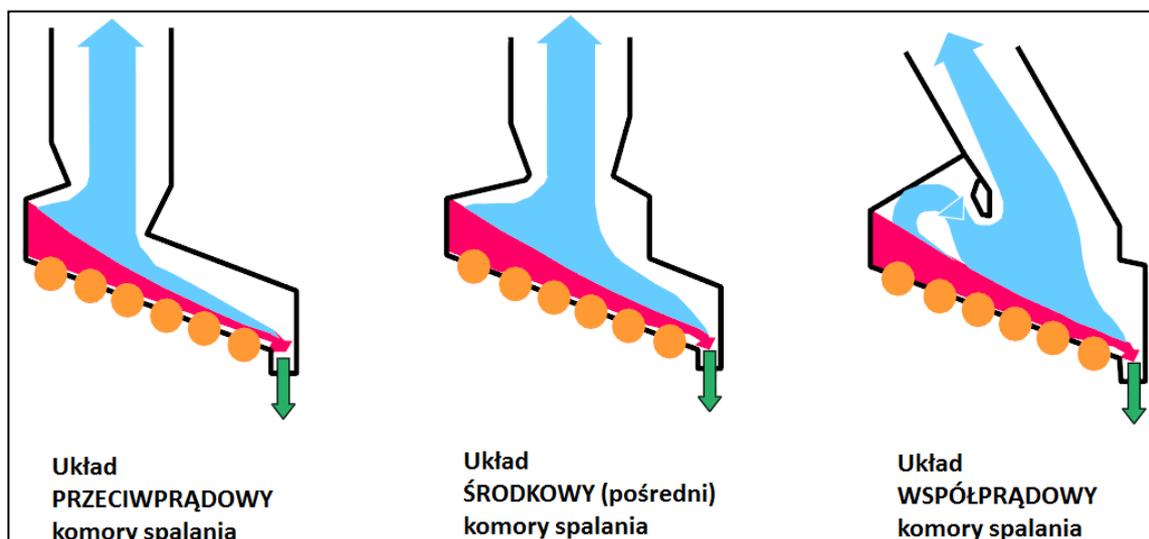
Proces spalania odbywa się powyżej rusztu w komorze zwanej komorą paleniskową. Jako całość komora paleniskowa składa się z rusztu usytuowanego w jej dolnej części, chłodzonych i nie chłodzonych bocznych ścian pieca oraz stropu górnego. Gazy generowane przy spalaniu odpadów komunalnych mają dużą lotność, dlatego sam proces spalania odbywa się ponad rusztem, a tylko niewielka jego część na samym ruszcie.

Przy projektowaniu komory paleniskowej zwraca się szczególną uwagę na następujące aspekty:

- kształt, rozmiar i dopuszczalne obciążenie cieplne rusztu - decydują o wielkości przekroju komory paleniskowej;
- wysoką turbulencję spalin, efektywne wymieszanie spalin jest istotne dla dobrego ich dopalenia;
- wystarczającą objętość dla zapewnienia wymaganego prawnie czasu przebywania spalin przez co najmniej 2 s w temperaturze powyżej 850°C;
- częściowe schładzanie spalin, aby uniknąć osadzania się gorącego, rozmiękłego lotnego popiołu na powierzchniach ogrzewalnych kotła, temperatura spalin nie może przekroczyć górnego limitu przy wyjściu z komory paleniskowej.

Szczegółowa konstrukcja komory paleniskowej związana jest zwykle z typem rusztu i wymaga ona pewnych kompromisów, jako że wymagania procesowe zmieniają się wraz z charakterystyką odpadów. Każdy dostawca posiada własną kombinację rusztu i komory paleniskowej, których konstrukcja uwarunkowana jest osiągnięciem określonych parametrów właściwych dla ich systemów oraz opiera się na ich indywidualnych doświadczeniach i know-how. Zgodnie z BREF europejscy operatorzy nie stwierdzili zasadniczych korzyści lub wad związanych z różnymi konstrukcjami komory paleniskowej.

Zasadniczo rozróżnia się trzy różne układy komory paleniskowej, przedstawione na rysunku poniżej. Nazewnictwo pochodzi od kierunku przepływu spalin w stosunku do strumienia odpadów na ruszcie: współprądowy, przeciwproudowy i środkowy (mieszany).



Rysunek 14. Układy komory paleniskowej.

W układzie współprądowym komory paleniskowej, powietrze pierwotne kierowane jest współprądowo względem kierunku przesuwu odpadów na ruszcie, tak więc wylot spalin znajduje się przy końcu rusztu. W tym układzie następuje wymiana stosunkowo niewielkiej ilości energii pomiędzy spalinami oraz odpadami na ruszcie. Zaletą tego rozwiązania jest, że spaliny mają najdłuższy czas przebywania w obszarze zapłonu oraz, że muszą przejść przez obszar maksymalnej temperatury. Przy niskich wartościach opałowych powietrze pierwotne musi być wstępnie podgrzane, aby ułatwić zapłon odpadów.

W układzie przeciwproudowym komory paleniskowej powietrze pierwotne i odpady na ruszcie przemieszczają się w przeciwnych kierunkach, tak więc wylot spalin znajduje się przy początku rusztu. Gorące spaliny ułatwiają podsuszenie i zapłon odpadów. W układzie tym należy jednak zwrócić uwagę, aby z pieca nie wydostawały się niedopalone gazy. Dlatego też co do zasady w układzie tym wymaga się większej ilości powietrza wtórnego lub górnego.

W układzie środkowym (centralnym) komory paleniskowej stosuje się rozwiązanie pośrednie w stosunku do dwóch wymienionych powyżej. Charakterystyka odpadów komunalnych zmienia się bowiem znacznie, stąd układ centralny komory paleniskowej stanowi kompromis pozwalający na zasilanie odpadami o szerokim spektrum wartości opałowej. Należy zapewnić dobre wymieszanie wszystkich częściowych strumieni spalin poprzez odpowiednie profile i kierownice i/lub wtrysk powietrza wtórnego. W układzie tym wylot spalin znajduje się nad środkową częścią rusztu.

System odżużlania

System odżużlania stosuje się celem schłodzenia i usunięcia pozostałości stałych, które gromadzą się na ruszcie. Układ ten spełnia równocześnie funkcję śluzy powietrznej pieca od strony wylotu pozostałości.

Woda stosowana do chłodzenia jest na wylocie zwykle oddzielana od popiołów i może być zawracana do układu odzulfania. Czasami wymagane może być odprowadzenie ścieków (wody chłodzącej), aby zapobiec odkładaniu się soli.

Spalanie w piecu rusztowym – podsumowanie

Technologia oparta na spalaniu odpadów komunalnych w piecu rusztowym (w różnych możliwych konfiguracjach rusztu i komory spalania) jest najbardziej sprawdzoną i najczęściej stosowaną w Europie. Technologia ta posiada dla odpadów komunalnych najlepsze właściwości techniczno-ruchowe oraz dużą efektywność energetyczną.

Jak informuje BREF istnieją natomiast ograniczenia przy współspalaniu odpadów komunalnych i osadów ściekowych – zwykle nie zaleca się współspalania przy udziale masowym odpadów ściekowych powyżej 10% w strumieniu odpadów podawanych do termicznego przekształcenia, współspalanie przy udziale masowym osadów ściekowych w strumieniu spalanych odpadów na poziomie powyżej 20% uniemożliwia zwykle poprawne prowadzenie procesu technologicznego.

Ze względu na powszechność zastosowania i uznanie technologii spalania w piecu rusztowym jako technologii dających dobre efekty przy spalaniu odpadów komunalnych, technologia ta brana jest również pod uwagę w niniejszym opracowaniu w dalszej analizie, przy uwzględnieniu wymienionych powyżej ograniczeń.

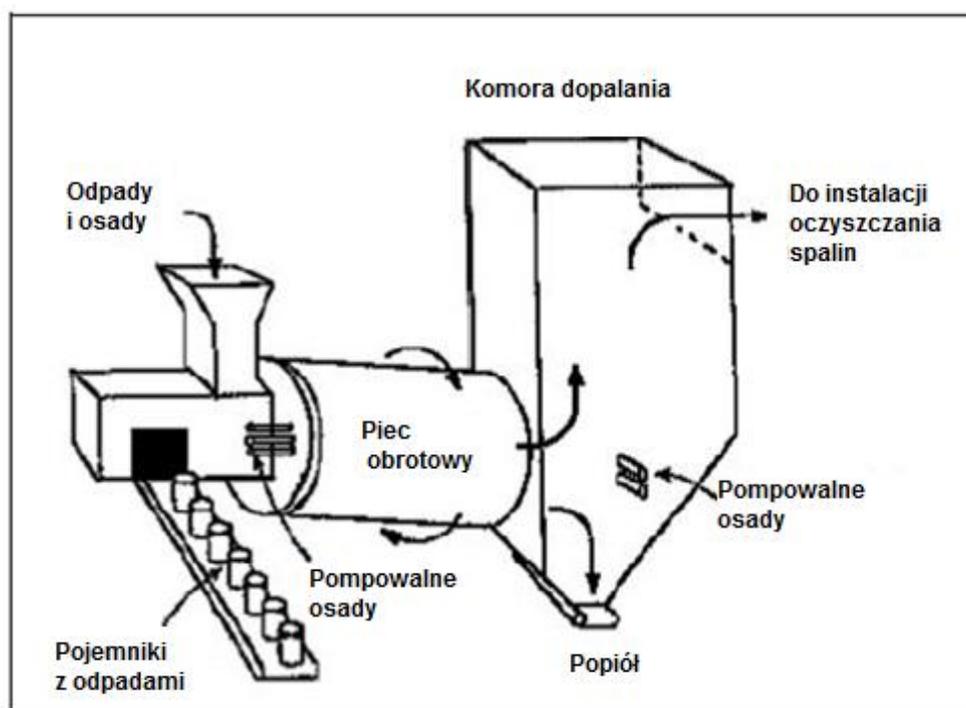
5.2.5. Spalanie w piecu obrotowym

Opis technologii

Piec obrotowy jest sprawdzoną technologią i mogą być w nim spalane niemal wszystkie odpady, niezależnie od składu. Piece te są szeroko stosowane przede wszystkim do spalania odpadów niebezpiecznych. Technologia ta jest także powszechnie stosowana do spalania odpadów medycznych oraz w znacznie mniejszym zakresie do spalania odpadów komunalnych.

Temperatura robocza pieca obrotowego stosowanego do odpadów waha się od około 500°C (jako urządzenie zgazowujące) do 1450°C (jako wysokotemperaturowy piec do topienia popiołów). W przypadku zastosowań dla konwencjonalnego spalania w atmosferze tlenowej, temperatura zwykle wynosi powyżej 850°C.

Schematyczny rysunek pieca obrotowego przedstawiono poniżej.



Rysunek 15. Piec obrotowy.

Piec obrotowy składa się z cylindrycznego zbiornika pochylonego lekko wzdłuż swojej osi poziomej. Zbiornik zwykle położony jest na rolkach, pozwalających na jego obrót lub oscylacje wokół swojej osi (ruch obrotowo-zwrotny). Odpady są przemieszczane wewnątrz pieca siłą grawitacji w trakcie jego obrotu.

Czas przebywania materiałów stałych w piecu określony jest przez kąt pochylenia pieca oraz prędkość obrotową: zwykle, aby osiągnąć dobre spalanie odpadów, wystarczający jest czas przebywania pomiędzy 30 i 90 minut.

W piecach obrotowych mogą być spalane odpady stałe, ciekłe, gazowe oraz osady. Odpady stałe są zwykle podawane przez nie-obracający się lej. Odpady ciekłe mogą być wtryskiwane przez dysze. Odpady nadające się pompowania mogą być podawane poprzez rurę chłodzoną wodą.

Aby zwiększyć rozkład związków toksycznych zwykle dodaje się komorę dopalania. Stosuje się też dodatkowe dopalanie przy użyciu odpadów ciekłych lub dodatkowego paliwa, aby utrzymać temperatury zapewniające rozkład spalanych odpadów.

Spalanie w piecu obrotowym – podsumowanie

Jak już wspomniano na początku opisu tej technologii piec obrotowy znajduje zastosowanie głównie w przypadku spalania odpadów niebezpiecznych, zaś stosunkowo rzadko przy spalaniu odpadów komunalnych. W związku z powyższym technologia ta nie została poddana rozważaniom w dalszej analizie.

5.2.6. Podsumowanie metod termicznego przekształcania odpadów

W tabeli poniżej przedstawiono syntetyczne porównanie omówionych wyżej technologii termicznego przekształcania odpadów komunalnych.

Tabela 1 Porównanie wybranych metod termicznego unieszkodliwiania odpadów komunalnych.

Metoda	Zalety	Wady
Piroliza i zgazowywanie	<ul style="list-style-type: none"> Wytworzenie z odpadów gazu pirolitycznego / syntezowego, który może być wykorzystany do celów energetycznych (w tym CHP) lub jako wsad do procesów przemysłowych. Możliwość wydzielenia z odpadów cennych związków chemicznych. Niska temperatura – obniżenie sublimacji metali. Brak płomienia – zmniejszenie ilości pyłów. Brak wymogów w stosunku do wartości opałowej. Możliwość zastosowania do unieszkodliwiania szerokiej gamy odpadów. Rezultatem procesu jest mało toksyczna faza stała (popiół, żużel) i/lub bogaty w węgiel koks pirolityczny. zmniejszenie objętości spalin (w stosunku do konwencjonalnej spalarni), a przez to ograniczenie kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych związanych z oczyszczaniem spalin. zwiększona produkcja energii elektrycznej poprzez zastosowanie silników lub turbin gazowych, które umożliwiają osiągnięcie wyższego współczynnika skojarzenia (w porównaniu z układem kocioł-turbina parowa). 	<ul style="list-style-type: none"> Nie zalecane dla większych instalacji. Konieczność oczyszczania paliwa (gazu syntezowego) na miejscu – dodatkowy koszt (jednak mniejszy w porównaniu z oczyszczaniem spalin). Problemy z kontrolą procesu. Wysoki koszt inwestycji. Wysoki koszt unieszkodliwiania. Brak referencji – największe instalacje w Europie w Karlsruhe i Ansbach (Niemcy) oraz w Tessinie (Szwajcaria) zamknięte z powodu trudności eksploatacyjnych.
Instalacje plazmowe	<ul style="list-style-type: none"> Dokładna dezintegracja nawet bardzo trwałych związków chemicznych Brak konieczności stosowania urządzeń ochrony powietrza Uzyskanie pozostałości w formie niewymywalnego szkliwa nadającego się do zagospodarowania 	<ul style="list-style-type: none"> Bardzo niedojrzała technologia Bardzo wysoka konsumpcja energii elektrycznej Bardzo wysokie temperatury pracy wpływające na trwałość urządzenia
Spalanie w piecu rusztowym	<ul style="list-style-type: none"> Technologia powszechnie stosowana i sprawdzona w praktyce eksploatacyjnej - liczne referencje w Europie - ponad 380 eksploatowanych instalacji. Zalecana dla większych instalacji (duże 	<ul style="list-style-type: none"> Trudne do zagospodarowania pozostałości z oczyszczania gazów – stabilizacja i przekazanie do miejsca składowania odpadów końcowych (balast).

Metoda	Zalety	Wady
	<ul style="list-style-type: none"> aglomeracje pow. 300 000 mieszkańców) Wprowadzanie odpadów bez ich wstępnego przygotowywania. Redukcja objętości odpadów nawet 95%. Możliwa i efektywna produkcja energii w kogeneracji. Efektywne oczyszczanie spalin - dioksyny, furany, tlenki azotu, metale ciężkie. Odzysk i zagospodarowanie żużli poprocesowych. Energetyczne wykorzystanie odpadów zmieszanych, jak i odpadów pozostałych po procesie segregacji i odzysku surowców – zamknięcie systemu. Koszt unieszkodliwiania w dużych instalacjach porównywalny ze składowaniem. 	<ul style="list-style-type: none"> Wysokie koszty składowania pozostałości. Wysoki koszt inwestycji.
Współspalanie odpadów	<ul style="list-style-type: none"> Istniejąca podstawowa infrastruktura – instalacje i systemy energetyczne. Oszczędność nieodnawialnych paliw kopalnych. Większa akceptacja społeczna. Jasno określone wymagania prawne. 	<ul style="list-style-type: none"> Istniejące urządzenia (z wyjątkiem pieców do wypalania klinkiery) nie spełniają podstawowych parametrów procesowych wymaganych przy współspalaniu odpadów. W przypadku kotłów energetycznych zakres prac dostosowawczych jest równoważny wymianie kotła. Podwyższone w stosunku do instalacji energetycznych standardy emisji zanieczyszczeń. Konieczność rozbudowy systemu oczyszczania spalin w instalacji energetycznej. Konieczność preparowania odpadów przed ich podaniem do spalania. Pogorszenie parametrów i ilości pierwotnie wytwarzanej energii. Zagrożenie korozją wysokotemperaturową.

Źródło: Opracowanie własne

5.2.7. Rozwiązania technologiczne termicznego przetwarzania odpadów wyselekcjonowane do dalszej analizy porównawczej

Uwzględniając przedstawioną powyżej analizę wstępną zdefiniowano trzy warianty do dalszej analizy, opierające się na następujących technologiach:

- Wariant I – wykorzystanie technologii zgazowania oraz technologii rusztowej z dopalaniem.
- Wariant II – wykorzystanie technologii spalania w piecu rusztowym.
- Wariant III – wykorzystanie technologii spalania w piecu rusztowym z odzyskiem ciepła utajonego.

W następnej kolejności dokonano wyboru najkorzystniejszego systemu oczyszczania spalin dla wybranych do dalszej analizy rozwiązań technologicznych procesu spalania.

5.3. ANALIZA WSTĘPNA – WYBÓR SYSTEMU OCZYSZCZANIA SPALIN.

Obiektom termicznego unieszkodliwiania odpadów stawia się wyższe wymagania ekologiczne, aniżeli klasycznym instalacjom energetycznym. Wymusza to stosowanie procesowo rozbudowanych instalacji oczyszczania spalin.

Instalacje oczyszczania spalin mogą występować w różnych konfiguracjach, gwarantując spełnienie standardów emisyjnych z instalacji. Wybór optymalnego wariantu i zastosowanie konkretnej konfiguracji uwarunkowane winno być zawsze specyfiką danego projektu.

5.3.1. Oczekiwane emisje do powietrza

Wszystkie emitowane substancje zanieczyszczające nie mogą przekroczyć standardów emisyjnych narzuconych przez:

- Dyrektywę 2000/76/EC z dnia 4 grudnia 2000 r. (Dz. Urz. WE L 332 z 28.12.2000) w sprawie spalania odpadów;
- oraz zgodnym z nią Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2005 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji (Dz. U. Nr 260, poz. 2181).

Standardy emisyjne wg załącznika nr 5 do w/w rozporządzenia Ministra Środowiska zestawiono w Tabeli poniżej.

Tabela 2 Standardy emisyjne – standardy emisji z instalacji spalania odpadów.

Lp.	Nazwa substancji	Standardy emisyjne w mg/m ³ u przy zawartości 11% tlenu w gazach odlotowych		
		Średnie dobowe	Średnie trzydziestominutowe	
1	2	3	4	5
1	Pył ogółem	10	30	10
2	Substancje organiczne w postaci gazów i par wyrażone jako całkowity węgiel organiczny	10	20	10
3	Chlorowodór	10	60	10
4	Fluorowodór	1	4	2
5	Dwutlenek siarki	50	200	50
6	Tlenek węgla	50	100	150 ¹⁾
7	Tlenek azotu i dwutlenek azotu w przeliczeniu na NO ₂ dla nowych instalacji	200 ²⁾	400	200
8	Metale ciężkie i ich związki wyrażone jako metal	Średnie z próby o czasie trwania od 30 minut do 8 godzin		

Lp.	Nazwa substancji	Standardy emisyjne w mg/m ³ _u przy zawartości 11% tlenu w gazach odlotowych
	Kadm + tal	0,05
	Rtęć	0,05
	Antymon + arsen + ołów + chrom + kobalt + miedź + mangan + nikiel + wanad	0,5
9	Dioksyny i furany	Średnia z próby o czasie trwania od 6 do 8 godzin 0,1 ng/m ³ _u

Źródło: Rozp. Ministra Środowiska z dnia 20 XII 2005 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji (Dz. U. Nr 260, poz. 2181).

¹⁾ - wartość średnia 10-minutowa

²⁾ - autorzy opracowania proponują by technologia redukcji tlenków azotu umożliwiła dotrzymanie zaostrożonego limitu na poziomie 100 mg/m³.

5.3.2. Ogólna koncepcja systemu oczyszczania spalin

System oczyszczania spalin winien generalnie zapewnić efektywną realizację następujących procesów oczyszczania strumienia surowych spalin:

1. Wstępne usuwanie zanieczyszczeń pyłowych, czyli odpylanie I stopnia (wstępne).
2. Usuwanie kwaśnych, nieorganicznych składników zanieczyszczeń.
3. Redukcja związków metali ciężkich w postaci gazowej i pyłów.
4. Redukcja emisji związków organicznych, spośród których limitowana jest zawartość dioksyn i furanów.
5. Końcowe usuwanie zanieczyszczeń pyłowych, czyli odpylanie II stopnia.
6. Redukcja emisji tlenków azotu.

Poniżej przedstawiono różne warianty technicznej realizacji wyżej wymienionych faz obróbki spalin:

- A. Proces odpylania wstępnego, określony w punkcie 1 powyżej będzie realizowany z wykorzystaniem odpowiednio ukształtowanych komór osadczycy będących integralną częścią kotła. Dodatkowo można stosować cyklony, elektrofiltry lub filtry tkaninowe i ceramiczne. Potrzeba stosowania odpylania wstępnego, jak również dobór urządzeń tego stopnia oczyszczania spalin jest uzależniony od koncepcji całego systemu.
- B. Procesy określone w punktach od 2 do 5 powyżej, realizowane mogą być w jednym z trzech zasadniczych typów instalacji oczyszczania spalin, a mianowicie:
 - w systemie mokrego oczyszczania spalin;
 - w systemie półsuchego (lub półmokrego – w zależności od sposobu podanie reagentów i wody) oczyszczania spalin;
 - w systemie suchego oczyszczania spalin (tu skuteczność zależna jest również od rodzaju dodawanego addytywu);
- C. Proces związany z redukcją emisji tlenków azotu (punkt 6 powyżej) odbywa się w jednym z dwóch zasadniczych rodzajów instalacji, a mianowicie:
 - z zastosowaniem Selekttywnej Katalitycznej Redukcji NO_x – czyli SCR (Selective Catalytic Reduction),

- z zastosowaniem Selekttywnej Niekatalitycznej Redukcji NO_x – czyli SNCR (Selective Non-Catalytic Reduction).

Stosowane w odniesieniu do poszczególnych typów instalacji oczyszczania spalin określenia takie jak: metoda mokra, metoda sucha i metoda półsucha mają charakter ogólny i odnoszą się do generalnej zasady realizowania procesu oczyszczania. Metoda mokra opiera się więc na przemianowaniu spalin odpowiednim roztworem, przy określonym pH; podstawą metody suchej jest z kolei proces sorpcji zanieczyszczeń i reakcje zachodzące przy pomocy sorbentów dodawanych do strumienia spalin bez udziału wody (w środowisku suchym); metoda półsucha – stanowi rozwiązanie pośrednie między metodą mokrą oraz suchą i może być realizowana na kilka sposobów (np. połączenie metody suchej ze zraszaniem spalin wodą w reaktorze za kotłem lub kontaktowanie spalin z roztworem sorbentu i recyrkulatu podawanego do reaktora przy pomocy atomizera). W praktyce istnieje wiele szczegółowych rozwiązań w ramach każdej z przytoczonych metod, oferowanych przez poszczególnych dostawców technologii.

W/w typy instalacji oczyszczania spalin oraz systemy redukcji NO_x (SNCR, SCR) mogą występować w różnych konfiguracjach, które pozwalają na spełnienie obowiązujących wymagań dotyczących stężeń zanieczyszczeń, jak określono w Dyrektywie 2000/76/WE oraz w implementującym wymagania tej Dyrektywy na grunt prawa polskiego rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 5 grudnia 2005 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji (Dz. U. Nr 260, poz. 2181).

Decyzja o wyborze konkretnej konfiguracji zależy od szeregu czynników, które należy wziąć pod uwagę, a których listę przedstawiono poniżej:

- Typ odpadów, ich skład i zmienność.
- Rodzaj procesu spalania i jego wielkość.
- Strumień i temperatura spalin.
- Skład spalin, ilość i wahania składu.
- Wartości dopuszczalne emisji.
- Restrykcje dotyczące zrzutu odcieków wodnych.
- Wymagania dotyczące widoczności „pióropusza”.
- Dostępność gruntu i dostępny obszar.
- Możliwość i koszty wyprowadzenia zakumulowanych i odzyskanych pozostałości.
- Kompatybilność z istniejącymi elementami procesu (istniejącymi instalacjami).
- Dostępność i koszty wody i innych reagentów.
- Możliwości dostaw energii (np. dostawa ciepła ze skrubierów kondensacyjnych).
- Systemy wsparcia dla eksportowanej energii.
- Możliwa do zaakceptowania opłata za deponowanie odpadów (istnieją czynniki polityczne i rynkowe).
- Redukcja emisji poprzez metody pierwotne.
- Emisja hałasu.
- Rozmieszczenie różnych urządzeń oczyszczania spalin, jeśli to możliwe wraz ze spadkiem temperatur od kotła w kierunku komina.

Należy również zaznaczyć, że w przypadku dążenia do spełnienia ostrzejszych niż określono w w/w. Dyrektywie standardów emisyjnych, stosuje się kombinację wyżej wymienionych metod, np. przy metodzie mokrej jako podstawowej można zastosować oparty na suchej sorpcji układ „doczyszczania”

spalin w zakresie metali ciężkich (głównie rtęć) oraz dioksyn i furanów; z kolei przy metodzie suchej jako podstawowej – można zastosować „doczyszczanie” z gazów kwaśnych w płuczce dwustopniowej, itp. Wybór optymalnego wariantu i zastosowanie konkretnej konfiguracji uwarunkowane winno być zawsze specyfiką danego projektu.

Bardziej szczegółowe informacje na temat poszczególnych metod i systemów przedstawiono poniżej.

5.3.3. System odpylania wstępnego spalin

We wszystkich rozważanych wariantach i konfiguracjach systemu oczyszczania spalin przewidziano zastosowanie bezpośrednio za kotłem odzysknicowym filtra, odbierającego ze strumienia spalin pyły i popioły lotne. Oddzielenie ze spalin strumienia pyłów lotnych przed ich dalszą obróbką jest zgodne z wytycznymi BREF, pozwala zmniejszyć ilość pozostałości z oczyszczania spalin, ułatwia racjonalną gospodarkę pozostałościami poprocesowymi i może prowadzić do minimalizacji strumienia odpadów niebezpiecznych.

Poniższa tabela przedstawia porównanie różnych systemów odpylania spalin.

Tabela 3 Porównanie różnych systemów usuwania pyłu.

Systemy usuwania pyłu	Typowe koncentracje emisji	Zalety	Wady
Cyklony i multicyklony	cyklony: 200-300 mg/m ³ multicyklony: 100-150 mg/m ³	– Solidne, stosunkowo prosta konstrukcja, niezawodne – Stosowane w przypadku spalania odpadów	– Stosowane jedynie w przypadku odpylania wstępnego – Stosunkowo wysoka konsumpcja energii (w odniesieniu do elektrofiltrów)
Filtr elektrostatyczny – suchy	<5 – 25 mg/m ³	– Stosunkowo niskie wymagania dot. mocy – Temperatura gazu w zakresie 150-350°C – Szeroko stosowane w przypadku spalania odpadów	– Ryzyko tworzenia się PCDD/F jeżeli stosowane w zakresie temperatur 200-450°C
Filtr elektrostatyczny – mokry	<5 – 20 mg/m ³	– Możliwe osiągnięcie niskiej koncentracji emisji - czasem stosowane w przypadku spalania odpadów	– Niewielkie doświadczenie w przypadku spalania odpadów – Stosowane głównie jako odpylanie wtórne – Powstawanie ścieków procesowych – Zwiększona widoczność pióropusza
Filtr workowy	<5 mg/m ³	– Szeroko stosowane w przypadku spalania odpadów – Warstwa osadów występuje w roli dodatkowego filtra i jako reaktor adsorpcyjny	– Stosunkowo wysoka konsumpcja energii (w porównaniu do filtra elektrostatycznego) – Wrażliwe na kondensację wody i korozję

Źródło: BREF

Wg BREF koszty inwestycyjne dwóch linii odpylania o całkowitej wydajności około 200.000 Mg/rok szacowane są jako:

- Filtr elektrostatyczny (3 pola) 2,2 mln EUR
- Filtr elektrostatyczny (2 pola) 1,6 mln EUR
- Filtr workowy 2,2 mln EUR (wg BREF nie jest jednoznaczne, czy cena zawiera chłodnicę spalin usytuowaną przed filtrem).

Biorąc pod uwagę powyższe dane oraz praktykę eksploatacyjną, jako preferowane rozwiązanie odpylania wstępnego przewidziano zastosowanie elektrofiltru, charakteryzującego się dużą efektywnością odpylania, przy jednoczesnym stosunkowo małym oporze przepływu i stosunkowo niskim (w porównaniu z filtrem workowym i multicyklonem) zużyciem energii. W niektórych przypadkach (np. zastosowania metody mokrej oczyszczania spalin) może to być poza płuczkami, jedyny stopień odpylania. Natomiast w przypadku metody suchej, półsuchoj oraz w przypadku ewentualnej konieczności dodatkowego doczyszczania spalin pod kątem zawartości metali ciężkich (szczególnie rtęci) oraz furanów i dioksyn (w przypadku wymagań ostrzejszych, niż te określone w Dyrektywie 2000/76/WE), w ciągu oczyszczania spalin stosuje się dodatkowo filtr workowy, który uznano za rozwiązanie technologicznie korzystniejsze dla odpylania końcowego.

W przypadku wykorzystania metody suchej lub półsuchoj oczyszczania spalin, zastosowanie odpylania wstępnego ma uzasadnienie ekonomiczne i będzie zastosowane jedynie w przypadku braku możliwości stabilizacji i zestalania odpadu, celem umożliwienia jego zagospodarowania lub składowania na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne.

5.3.4. Oczyszczanie spalin z gazów kwaśnych, metali ciężkich, dioksyn i furanów oraz końcowe odpylanie

Poniżej przedstawiono najistotniejsze uwarunkowania procesowe dla trzech wymienionych wyżej metod oczyszczania spalin, tj. dla metody mokrej, półsuchoj i suchej, przyjętych jako rozważane wstępnie warianty technologiczne planowanego przedsięwzięcia.

System mokrego oczyszczania spalin

Według dostępnych na rynku rozwiązań możliwe jest rozdzielanie procesu oddzielania poszczególnych grup składników zanieczyszczeń na kolejne poziomy (stopnie) lub odrębne płuczki, tak że podczas całego procesu oczyszczania istnieje możliwość ingerencji i optymalnego sterowania procesem oczyszczania spalin, we wszystkich jego fazach. Liczba stopni płukania wynosi od 1 do 4, najczęściej minimum 2 (płuczka kwaśna o pH w zakresie 0-1 do usuwania HCl i HF oraz płuczka obojętna lub alkaliczna, zasilana wapnem lub wodorotlenkiem sodu, na ogół pH w zakresie 6-8, do usuwania SO₂).

Zastosowanie mokrej technologii oczyszczania spalin umożliwia również warunki procesowe dla obróbki technologicznej (preparowania) popiołów lotnych i pyłów z odpylania spalin. Wykorzystanie części kwaśnych ścieków płuczkowych do ekstrahowania popiołów lotnych i pyłów – z kotła i z zespołu odpylania za kotłem (zazwyczaj najbardziej zanieczyszczonych związkami metali ciężkich) - pozwala bowiem na ich spreparowanie do postaci pozwalającej na ich bezpośrednio deponowanie, jako odpad nie-niebezpieczny. Produkt ekstrahowania tych popiołów, w postaci szlamu bogatego przede wszystkim w Pb, Zn i Cd, może ewentualnie podlegać recyklingowi.

W przypadku zastosowania mokrej metody oczyszczania spalin, z uwagi na mniejszą - w porównaniu z metodą suchą i półsuchą - skuteczność tej metody w zakresie usuwania dioksyn i furanów oraz metali ciężkich, a zwłaszcza rtęci, przy zastosowaniu SCR można rozbudować moduł katalizatora, tak, aby oprócz NO_x , redukował on również emisje dioksyn i furanów. W przeciwnym wypadku (np. przy systemie DeNO_x opartym na SNCR) koniecznym może okazać się doczyszczanie spalin w zakresie dioksyn i furanów oraz rtęci poprzez zastosowanie suchej sorpcji (wtrysk sorbentu – np. węgiel aktywny oraz filtr tkaninowy).

Metoda mokra wymaga instalacji podczyszczającej ścieki z instalacji oczyszczania spalin przed ich zrzutem do systemu kanalizacyjnego. Istnieją rozwiązania technologiczne pozwalające ograniczyć lub nawet wyeliminować zrzut ścieków (odparowanie), ale pogarszają one znacznie wskaźniki efektywności energetycznej instalacji.

Przy zastosowaniu mokrych metod oczyszczania osiąga się następujące poziomy emisji gazów kwaśnych:

Tabela 4 Poziomy emisji związane z zastosowaniem płuczek (skruberów mokrych).

Substancja	Osiągnięty poziom emisji				Uwagi
	Średnie półgodzinne (mg/Nm^3)	Średnie dzienne (mg/Nm^3)	Średnie roczne (mg/Nm^3)	Emisje specyficzne ($\text{g}/\text{Mg odp. na wejściu}$)	
HCl	0,1 - 10	<1	0,1 – 1	1 -10	Bardzo stabilne stężenia na wylocie
HF	<1	<0,5	<0,1 - 0.5	<0,05 – 2	Bardzo stabilne stężenia na wylocie
SO_2	<50	<20	<10	5 - 50	Wymaga oddzielnego stopnia reakcji oraz absorbenta (wapień lub NaOH) Stężenia półgodzinne mogą podlegać większym fluktuacjom.

Źródło: BREF

Technologia mokrego oczyszczania spalin zapewnia najwyższą skuteczność usuwania gazów kwaśnych przy najniższych współczynnikach stechiometrycznych. W poniższej tabeli przedstawiono podstawowe uwarunkowania związane z zastosowaniem mokrego systemu usuwania gazów kwaśnych.

Tabela 5 Uwarunkowania związane z zastosowaniem mokrego systemu usuwania gazów kwaśnych.

Kryteria	Jednostki	Zasięg otrzymanych wartości	Uwagi
Wymagania dotyczące energii	kWh/t odpadów na wejściu	19	Pompy zwiększają zapotrzebowanie
Konsumpcja reagentów	kg/t odpadów na wejściu	2 – 3 (NaOH) lub ok. 10 (CaO) lub 5-10 wapień/kamień wapienny)	Najniższa ze wszystkich systemów
Stechiometria reagentów	Proporcja	1,0 – 1,2	Osady z obróbki ścieków; w niektórych przypadkach można odzyskiwać HCl lub gips
Pozostałości - typ			Mieszane – stałe pozostałości z oczyszczania spalin i popiół lotny
Pozostałości – ilość	kg (mokre)/t wsadu kg (suche)/t wsadu	10 – 15 3 – 5	Mieszane - stałe pozostałości z oczyszczania spalin i popiół lotny
Konsumpcja wody	l/t odpadów na wejściu	100 - 500	Najwyższa ze wszystkich systemów, ale może być zredukowana przez oczyszczanie i skraplanie oraz poprzez niskie temperatury przed wlotem na płuczki
Produkcja odcieków	l/t odpadów na wejściu	250 - 500	Wymagane oczyszczanie przed zrzutem lub ponownym użyciem
Widoczność pióropusza	+ / 0 / -	+	Wysoka zawartość wilgoci, ale może być zredukowana poprzez podgrzew spalin / skroplenie

Źródło: BREF

Tabela 6 Dane dotyczące eksploatacji mokrych systemów oczyszczania spalin.

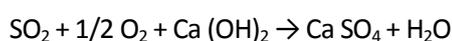
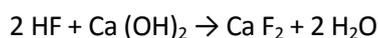
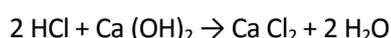
Kryterium	Opis czynników mających wpływ na kryterium	Ocena (wysoka, średnia, niska)	Uwagi
Stopień skomplikowania	– Wymagane dodatkowe jednostki w procesie – Krytyczne aspekty eksploatacyjne	W	– Ilość jednostek w procesie większa niż w innych systemach
Elastyczność	– Zdolność technologii do pracy w zakresie różnych warunków wejściowych	W	– Bardzo efektywny – najwyższa zdolność ze wszystkich systemów do osiągnięcia redukcji emisji HCl/HF przy zmiennych stężeniach wejściowych
Wymagania dotyczące wiedzy operatora	– Wymagane dodatkowe szkolenia lub odpowiedni skład osobowy	W	– Związana z tą metodą instalacja oczyszczania ścieków wymaga wysokich kwalifikacji

Źródło: BREF

System półsuchego oczyszczania spalin

Alternatywną metodą oczyszczania spalin z zanieczyszczeń gazowych, metali ciężkich, dioksyn i furanów oraz pyłów i popiołów lotnych jest metoda półsucha.

Kwaśne gazy, głównie HCl, HF i SO₂ są neutralizowane w kontakcie z odczynnikami, jakim jest Ca(OH)₂ powstający z tlenku wapnia (CaO) i wody wprowadzanej do komory reakcyjnej, zgodnie z poniższymi reakcjami:



W metodzie tej ciepło spalin wykorzystywane jest w części do odparowania rozpuszczalnika, w którym znajduje się reagent, czyli wody. Produkty reakcji mają więc postać stałą i są wydzielane ze strumienia spalin w urządzeniu filtrującym, najczęściej filtrze workowym.

Metale ciężkie w formie gazowej, jak rtęć i frakcja kadmu, adsorbowane są częściowo na powierzchni cząstek wapna. Dodatek węgla aktywnego pozwala na zwiększenie redukcji ciężkich metali, a także wychwycenie dioksyn i furanów.

Wydatna redukcja kwaśnych składników spalin (HCl, HF, SO₂), metali ciężkich, pyłów, dioksyn i furanów zawartych w spalinach, powstających w trakcie procesu termicznego przekształcania odpadów komunalnych, pozwala na dotrzymanie norm emisyjnych.

Proces składa się z następujących faz:

- schładzanie spalin przez wtrysk wody;
- wprowadzenie reagentu (np. CaO) do komory reakcyjnej z wodą chłodzącą, gdzie będzie mieszany on ze spalinami, w wyniku czego dojdzie do reakcji neutralizacji kwaśnych gazów (reakcja absorpcyjna);
- ewentualny wtrysk węgla aktywnego - umożliwi adsorpcję gazowych zanieczyszczeń na jego powierzchni;
- oczyszczanie spalin w filtrze workowym oraz przetrzymywanie na powierzchni filtracyjnej reagentów (warstwa reagentów i węgla aktywnego osadzona na materiale filtracyjnym dodatkowo wspomaga proces oczyszczania spalin).

Metoda półsucha może być również zrealizowana poprzez wtrysk tzw. mleka wapiennego, czyli przygotowanego wcześniej wodnego roztworu lub zawiesiny CaO. Zastosowanie reagenty w postaci mleczka wapiennego jest zalecana z uwagi na wyższą skuteczność oczyszczania, rozwiązanie takie nierzadko powoduje jednak trudności eksploatacyjne, związane z zapychaniem tzw. atomizerów, czyli dysz rozpryskujących roztwór do komory reakcyjnej stąd wymagana szczególna dbałość podczas

eksploatacji..

Wtrysk rozpuszczonych reagentów umożliwia zmniejszenie ich ilości poprzez zawrócenie i ponowne rozpuszczenie części nieprzereagowanego reagenta. Współczynnik stechiometryczny zwykle mieści się w granicach 1,5-2,0.

Przy zastosowaniu półsuchych metod oczyszczania osiąga się następujące poziomy emisji gazów kwaśnych:

Tabela 7 Poziomy emisji związane z półsuchym systemem oczyszczania

Substancja	Osiągnięty poziom emisji				Uwagi
	Średnie półgodzinne (mg/Nm ³)	Średnie dzienne (mg/Nm ³)	Średnie roczne (mg/Nm ³)	Emisje charakterystyczne (g/Mg odp. na wejściu)	
HCl	<50	3-10	2	4 -10	Niższe wartości otrzymane poprzez większą dawkę reagenta i kontrolę regulacji. Wartościom szczytowym zaradzić można poprzez analizator HCl umieszczony powyżej skrubera. System półsuchy może wyłapywać SO ₂ równoległe do HCl i HF w tym samym skruberze.
HF	<2	<1	<0.5	<2	
SO ₂	<50	<20	<10	5 - 50	

Źródło: BREF

W przypadku półsuchego reaktora nie mamy do czynienia z odciekami z uwagi na to, że stosowana ilość wody jest niższa, niż w przypadku skrubera mokrego i następuje jej całkowite odparowanie ze spalinami.

Systemy półsuche zapewniają dość wysokie sprawności oczyszczania (rozpuszczalnych gazów kwaśnych). Niskie limity emisji mogą być osiągnięte poprzez dostosowanie dozowania reagenta i punktu pracy systemu, jednakże kosztem tego jest zwiększona konsumpcja reagentów i ilość pozostałości.

Systemy półsuche stosowane są z filtrami workowymi w celu usunięcia reagentów. Mogą być tutaj dodane również reagenty inne niż alkaiczne, w celu absorpcji składników spalin (np. węgiel aktywowany w celu usunięcia rtęci i PCDD/F).

W poniższej tabeli przedstawiono podstawowe uwarunkowania związane z zastosowaniem półsuchego systemu usuwania gazów kwaśnych.

Tabela 8 Uwarunkowania związane z zastosowaniem półsuchego systemu usuwania gazów kwaśnych

Kryteria	Jednostki	Zasięg otrzymanych wartości	Uwagi
Wymagania dotyczące energii	kWh/t odpadów na wejściu	6 – 13	Spadek ciśnienia na filtrze workowym powoduje dodatkowe zapotrzebowanie na energię
Konsumpcja reagentów	kg/t odpadów na wejściu	12 – 20 (wapno)	Średni zakres dla stosowanych systemów
Stechiometria reagentów	Proporcja	1,4 – 2,5	Najniższe wartości osiągnięte w przypadku recyrkulacji/niskiego zanieczyszczenia zadawanych odpadów
Pozostałości - typ	Kg	b.d.	Mieszane – stałe pozostałości z oczyszczania spalin i popiół lotny
Pozostałości – ilość	kg/t odpadów na wejściu	25 – 50	Zmieszane stałe pozostałości z oczyszczania spalin i popiół lotny
Konsumpcja wody	l/t odpadów na wejściu	b.d.	Najniższa w przypadku, kiedy temperatura wejściowa spalin do systemu oczyszczania jest niska, w innym przypadku dodatkowo potrzebna woda na cele chłodzenia
Produkcja odcieków	l/t odpadów na wejściu	b.d.	
Widoczność pióropusza	+ / 0 / -	0	Średni zakres stosowanych systemów

Źródło: BREF

Tabela 9 Dane dotyczące eksploatacji pól suchych systemów oczyszczania spalin

Kryterium	Opis czynników mających wpływ na kryterium	Ocena (wysoka, średnia, niska)	Uwagi
Stopień skomplikowania	Wymagane dodatkowe jednostki w procesie Krytyczne aspekty procesu	Ś	Ilość jednostek w procesie mniejsza niż w przypadku systemów mokrych, jednak większa niż w suchych Temperatura na wejściu wymaga kontroli Odpylanie wstępne może ułatwić działanie systemu pól suchego
Elastyczność	Zdolność technologii w różnym zakresie warunków wejściowych	Ś	Niski poziom emisji może zostać osiągnięty w większości warunków Nagłe zmiany obciążenia mogą być problemem
Wymagania dotyczące wiedzy operatora	Wymagane dodatkowe szkolenia lub odpowiedni skład osobowy	Ś	Oczyszczanie odcieków nie jest wymagane Szczególna uwaga wymagana przy optymalizacji dawkowania reagenta

Źródło: BREF

System suchego oczyszczania spalin

Ta metoda oczyszczania spalin oparta jest na analogicznych reakcjach, jak metoda pól sucha, przy czym reagenty wprowadzane są w postaci suchego proszku (zwykle wapno lub kwaśny węgiel sodu). Dawka reagenta zależy od składu spalin, temperatury oraz jego typu. Przy zastosowaniu wapna jego dawka przekracza zwykle 2-3 razy ilość stechiometryczną. Przy użyciu kwaśnego węgla sodu jego ilość jest niższa (współczynnik stechiometryczny – ok. 1,25). Zwiększona w stosunku do ilości stechiometrycznej dawka reagenta prowadzi do odpowiednio większej ilości pozostałości poprocesowej, chyba że stosuje się jego recykulację. Dodanie do reagentów węgla aktywnego pozwala na zwiększenie redukcji ciężkich metali, a także wychwycenie dioksyn i furanów.

Reakcja przebiega mniej wydajnie niż w pozostałych metodach. Z tego względu zalety tej metody przeciwważone są zwiększeniem zużycia sorbentu dla dotrzymania norm emisyjnych. Produkty reakcji generowane są w postaci stałej i oddzielane są ze strumienia spalin w urządzeniu filtrującym, najczęściej filtrze workowym.

Proces składa się więc z następujących faz:

wprowadzenie reagenta do komory reakcyjnej (czasem do kanałów spalin bezpośrednio przed drugim stopniem odpylania), gdzie będzie on mieszany ze spalinami, w wyniku czego dojdzie do reakcji neutralizacji kwaśnych gazów (reakcja absorpcyjna);

wtrysk węgla aktywnego - umożliwia adsorpcję gazowych zanieczyszczeń na jego powierzchni;

oczyszczanie spalin w filtrze workowym oraz przetrzymywanie na powierzchni filtracyjnej reagentów.

Dla lepszego wykorzystania reagentów czasem stosuje się recyrkulację części strumienia pyłu do komory reakcyjnej. Przy zastosowaniu suchych metod oczyszczania osiąga się następujące poziomy emisji gazów kwaśnych:

Tabela 10 Poziomy emisji związane z zastosowaniem suchego systemu oczyszczania spalin na bazie wapna

Substancja	Osiągnięty poziom emisji				Uwagi
	Średnie półgodzinne (mg/Nm ³)	Średnie dzienne (mg/Nm ³)	Średnie roczne (mg/Nm ³)	Emisje specyficzne (g/Mg odp. na wejściu)	
HCl	<60	<10	b.d.	b.d.	Uzyskane wyniki badań stwierdzają zgodność z wartościami granicznymi emisji podanymi w EC/2000/76
HF	<4	<1	b.d.	b.d.	
SO ₂	<200	<50	b.d.	b.d.	

Źródło: BREF

Tabela 11 Poziomy emisji związane z zastosowaniem suchego systemu oczyszczania spalin na bazie wodorowęglanu sodu

Substancja	Osiągnięty poziom emisji				Uwagi
	Średnie półgodzinne (mg/Nm ³)	Średnie dzienne (mg/Nm ³)	Średnie roczne (mg/Nm ³)	Emisje specyficzne (g/t odp. na wejściu)	
HCl	<20	<5	b.d.	b.d.	Uzyskane wyniki badań stwierdzają zgodność z wartościami granicznymi emisji podanymi w Dyrektywie EC/2000/76
HF	<1	<1	b.d.	b.d.	
SO ₂	<30	<20	b.d.	b.d.	

Źródło: BREF

W poniższej tabeli przedstawiono podstawowe uwarunkowania związane z zastosowaniem suchego systemu usuwania gazów kwaśnych.

Tabela 12 Uwarunkowania związane z zastosowaniem suchego systemu usuwania gazów kwaśnych

Kryteria	Jednostki	Przedział otrzymanych wartości	Uwagi
Wymagania dotyczące energii	kWh/t odpadów na wejściu	b.d.	Głównie na pokrycie spadku ciśnienia na filtrze workowym wyższa temperatura robocza filtra może prowadzić do oszczędności na powtórny podgrzew spalin
Konsumpcja reagentów	kg/t odpadów na wejściu	10 – 15	Wartość odnosi się do zużycia wodorowęglanu sodu
Stechiometria reagentów	proporcja	1,25 (NaHCO ₃) 1,5 – 2,5 (CaOH)	Typowy nadmiar to 25% przy wodorowęglanie sodu. Przy recyrkulacji wapna osiąga się

Opracowanie:

„Instalacja do termicznego unieszkodliwiania i energetycznego wykorzystania odpadów i osadów ściekowych”

Kryteria	Jednostki	Przedział otrzymanych wartości	Uwagi
			niższe wartości
Pozostałości - typ	Kg	b.d.	Pozostałości z oczyszczania z popiołem lotnym lub oddzielnie, jeżeli jest odpylanie wstępne
Pozostałości – ilość	kg/t odpadów na wejściu	7 - 25	
Konsumpcja wody	l/t odpadów na wejściu	0	
Produkcja odcieków	l/t odpadów na wejściu	0	
Widoczność pióropusza	+/-	-	Najniższa ze wszystkich systemów

Źródło: BREF

Tabela 13 Dane dotyczące eksploatacji suchych systemów oczyszczania spalin.

Kryterium	Opis czynników mających wpływ na kryterium	Ocena (wysoka, średnia, niska)	Uwagi
Stopień skomplikowania	Wymagane dodatkowe jednostki w procesie Krytyczne aspekty procesu	N	Prosty proces składający się z kilku elementów
Elastyczność	Zdolność technologii w różnym zakresie warunków wejściowych	Ś/L	Może uporać się z wysokimi ładunkami zanieczyszczeń kwaśnych Szeroki zakres temperatur działania (z kwaśnym węglanem sodu – 140-300°C)
Wymagania dotyczące wiedzy operatora	Wymagane dodatkowe szkolenia lub odpowiedni skład osobowy	Ś/L	Prosty system Fiktr workowy wymagała właściwej obsługi

Źródło: BREF

W poniższej tabeli przedstawiono punktową ocenę poszczególnych metod oczyszczania spalin w zakresie usuwania gazów kwaśnych i metali ciężkich oraz organicznych związków węgla (PCDD/F), przeprowadzoną zgodnie z zaleceniami BREF/BAT.

Tabela 14 Punktowa ocena poszczególnych metod oczyszczania spalin zakresie usuwania gazów kwaśnych, metali ciężkich oraz organicznych związków węgla (PCDD/F).

Kryteria	Metoda mokra (W)	Metoda pół-sucha (SW)	Metoda sucha na bazie wapna (DL)	Metoda sucha na bazie NaHCO ₃ (DS)	Uwagi
Osiągi emisji zanieczyszczeń powietrza	2	1	0	1	W przypadku HCl, HF, NH ₃ i SO ₂ systemy mokre dają najniższe poziomy emisji do powietrza. Każdy z systemów jest zwykle połączony z dodatkową aparaturą kontrolną pyłów i PCDD/F. Systemy DL mogą osiągnąć poziomy emisji takie jak DS i SW, ale tylko w przypadku zwiększonej dawki reagenta, z czego wynika zwiększona produkcja pozostałości.
Produkcja pozostałości	2	1	0	1	Produkcja pozostałości na tonę odpadów jest generalnie wyższa w przypadku systemów DL, a niższa dla W, z większą koncentracją zanieczyszczeń w pozostałościach z systemów W. Odzysk materiału z pozostałości jest możliwy dla systemów W, po obróbce odcieku ze skrubera i dla systemów DS
Zużycie wody	0	1	2	2	Zużycie wody jest generalnie wyższe dla systemów W. Systemy suche nie zużywają lub zużywają niewielkie ilości wody.
Produkcja odcieków	0	2	2	2	Produkowane przez systemy W odcieki (jeżeli nie są odparowywane) wymagają obróbki i zwykle zrzucenia – jeżeli dostępny jest odbiorca solnego odcieku (np. środowisko wodne), zrzut nie jest szczególnym problemem. Usunięcie amoniaku z odcieku może być złożonym zabiegiem.
Zużycie energii	0	1	1	1	W systemach mokrych W występuje wyższa konsumpcja energii z powodu konieczności zastosowania pompy, może ona być jeszcze wyższa jeżeli system jest połączony z innymi składnikami FGT, np. do usuwania pyłu.
Zużycie reagentów	2	1	0	1	Generalnie niższe zużycie reagentów występuje w przypadku systemów W. Generalnie wyższe zużycie reagentów w przypadku DL – jednak może zostać ograniczone w przypadku ich recyrkulacji. Systemy SW, DL i DS mogą być korzystne w przypadku monitoringu zanieczyszczeń kwaśnych w surowych spalinach.
Reakcja na zmienne warunki wlotowych	2	1	0	1	Systemy mokre W są najbardziej odpowiednie w przypadku szybko zmieniających się koncentracji HCl, HF i SO ₂

Kryteria	Metoda mokra (W)	Metoda pół-sucha (SW)	Metoda sucha na bazie wapna (DL)	Metoda sucha na bazie NaHCO ₃ (DS)	Uwagi
substancji zanieczyszczających					na wejściu Systemy DL dają z reguły mniejszą elastyczność – jednakże może ona być polepszona poprzez zastosowanie monitoringu zanieczyszczeń kwaśnych w surowych spalinach.
Widzialność pióropusza	0	1	2	2	Widzialność ‘pióropusza’ jest generalnie wyższa w przypadku systemów mokrych (jeżeli nie powzięte zostaną specjalne środki). Systemy suche charakteryzują się z reguły najmniejszą widzialnością ‘pióropusza’.
Złożoność procesu	0 najwyższa	1 Średnia	2 najniższa	2 najniższa	Systemy W same w sobie są generalnie proste, jednakże w celu zapewnienia pełnego systemu FGT wymagane są inne składniki, takie jak np. oczyszczalnia ścieków.
Koszty inwestycji	0 General. wysokie	1 Średnie	2 General. niskie	2 General. niskie	W przypadku systemów mokrych pojawiają się dodatkowe koszty dotyczące uzupełnienia FGT i składników pomocniczych – szczególnie znaczące w przypadku małych instalacji.
Koszty operacyjne	1 średnie	2 Generalnie niskie	1 Średnie	2 Generalnie niska	Dla systemów W występują dodatkowe koszty obróbki ścieków – szczególnie znaczące w przypadku małych instalacji Wyższe koszty pozbycia się pozostałości występują tam, gdzie produkowana jest większa ich ilość i konsumowana jest większa ilość reagenta. Systemy W generalnie produkują najmniejsze ilości pozostałości, dlatego koszty ich pozbycia się są tu mniejsze. Koszty operacyjne zawierają zużywane produkty, koszty konserwacji, pozbycia się pozostałości. Koszty te zależą w dużym stopniu od lokalnych cen zużywanych produktów oraz pozbycia się pozostałości. W metodzie suchej na bazie kwaśnego węgla sodu koszt reagenta jest stosunkowo wysoki
RAZEM	9	12	12	16	
Kryteria oceny: 2 pkt (+) - oznacza, że zastosowanie tej techniki jest generalnie korzystne, przyjmując wzięte pod uwagę kryterium 1 pkt (0) - oznacza, że zastosowanie tej techniki generalnie nie jest szczególnie korzystne lub niekorzystne, przyjmując wzięte pod uwagę kryterium 0 pkt (-) - oznacza, że zastosowanie tej techniki jest generalnie niekorzystne, przyjmując wzięte pod uwagę kryterium					

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z BREF

Z przeprowadzonej zgodnie z kryteriami wymienionymi w BREF punktowej analizie oceny poszczególnych metod wynika, że pomimo największej skuteczności metody mokrej w analizie wielokryterialnej, za najkorzystniejsze zostały uznane opcje wykorzystujące oczyszczanie spalin metodą półsuchą i suchą z użyciem wodoru, które uzyskały taką samą liczbę punktów oczyszczania spalin metodą suchą z użyciem wodorowęglanu sodowego. Na drugim miejscu plasuje się metoda półsucha. Obie te metody są korzystne do zastosowania w rozpatrywanej lokalizacji ZTPO w Koninie z uwagi na brak produkcji ścieków, których odbiór jest znacznie ograniczony.

Autorzy niniejszego opracowania obliczyli ponadto, że metoda sucha z zastosowaniem kwaśnego węgla sodu charakteryzuje się wyższymi niż w przypadku półsuchej kosztami reagentu. Dodatkowo jej skuteczność, zwłaszcza przy zmiennych stężeniach zanieczyszczeń na wejściu do instalacji oczyszczania spalin, jest niższa niż w metodzie półsuchej. Poza tym metoda sucha z zastosowaniem kwaśnego węgla sodu następczo znacznie więcej problemów przy stabilizacji pozostałości poprosesowej z oczyszczania spalin. Mając na uwadze powyższe zdecydowano się zarekomendować technologię półsuchą, co prawda dającą większą ilość odpadu niż metoda sucha z wodorowęglanem sodowym, jednak powstały odpad jest łatwy do stabilizacji i dużo bardziej odporny na wymywanie co pozwala na zmianę jego statusu z odpadu niebezpiecznego i kierowanie na składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne.

Niezależnie od powyższej analizy jakościowej, została przeprowadzona również analiza efektywnościowa w oparciu o DGC. Jej wyniki zostały przedstawione w dalszej części niniejszego opracowania.

5.3.5. System redukcji NO_x (DeNO_x)

W odniesieniu do tlenków azotu w pierwszej kolejności zastosowane będą tzw. pierwotne techniki redukcji NO_x. Obejmują one odpowiednie zaprojektowanie i kontrolę warunków prowadzenia procesu, tak aby zapobiegać zbyt dużemu nadmiarowi powietrza (a więc również – azotu), jak również zbyt wysokim temperaturom (łącznie z tzw. hot-spots). W szczególności następujące techniki należą do pierwotnych metod redukcji emisji NO_x:

- Odpowiednia dystrybucja powietrza, mieszanie spalin i regulacja temperatury.
- Recyrkulacja spalin (zwykle polega na zastąpieniu 10-20% powietrza wtórnego recyrkulowanymi spalinami).
- Podawanie czystego tlenu (rzadko stosowane w spalarniach odpadów komunalnych ze względu na koszty).
- Spalanie strefowe.
- Podawanie gazu ziemnego w strefę nad rusztem.
- Wtrysk wody do pieca – pozwala zredukować miejscowe przegrzania (hot-spots), jednak wiąże się ze stratami energetycznymi.

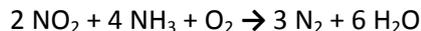
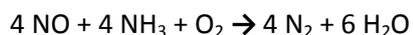
Aby dotrzymać wymagań cytowanej wyżej Dyrektywy 2000/76/WE, tj. osiągnąć wartości średnie dobowe NO_x (jako NO₂) poniżej 200 mg/Nm³ konieczne jest jednak zastosowanie metod wtórnych, wśród których wyróżniamy:

- Metodę katalityczną – tzw. SCR (Selective Catalytic Reduction).
- Metodę niekatalityczną – tzw. SNCR (Selective Non-Catalytic Reduction).

Obie metody pozwalają na spełnienie wymagań Dyrektywy 2000/76/WE, przy czym metoda katalityczna (SCR) cechuje się wyższą efektywnością redukcji, pozwalając tym samym na spełnienie ostrzejszych wartości emisji NO_x, znacznie poniżej wymagań określonych prawem.

W obu metodach jako czynnik redukcyjny stosuje się amoniak lub jego pochodne (np. mocznik w postaci stałej lub jako roztwór), przy czym amoniak ze względów bezpieczeństwa dostarcza się zwykle jako roztwór 25%-owy.

Tlenki azotu w spalinach składają się przede wszystkim z NO oraz NO₂ i w procesie oczyszczania są one redukowane do N₂ oraz pary wodnej. Reakcja przebiega według następującego równania:



Selektywna niekatalityczna metoda redukcji - SNCR (Selective Non Catalytic Reduction)

Do niedawna uważano, że metoda ta pozwala na osiągnięcie wymaganego przepisami standardu emisyjnego dla NO_x przeliczonych na NO₂, wynoszącego 200 mg/Nm³, jednak nie daje możliwości zagwarantowania stężeń NO_x na poziomie poniżej 100 mg/Nm³. Na rynku są już jednak oferowane instalacje, w których przy zastosowaniu SNCR dostawcy technologii gwarantują emisje NO_x na poziomie 100 mg/Nm³.

W metodzie niekatalitycznej czynnik redukujący jest wtryskiwany bezpośrednio do pieca, w którym w temperaturze pomiędzy 850 i 1000°C zachodzi reakcja z tlenkami azotu. Osiągnięcie poziomu redukcji powyżej 60-80%, według BREF wymaga jednak wyższego nadmiaru reagenta. Może to z kolei prowadzić do wtórnej emisji amoniaku, określanej jako tzw. „ammonia slip”. Im wyższa temperatura procesu, tym wyższa procentowa redukcja NO_x oraz niższa emisja amoniaku resztkowego z jednej strony, lecz z drugiej strony – wyższa produkcja NO_x z amoniaku.

Jak wspomniano na wstępie, reagentem (czynnikiem redukującym) może być amoniak lub jego pochodna w formie mocznika. W tym drugim przypadku reagent może być podawany do komory paleniskowej w formie ciekłej (jako roztwór) lub suchej – jako proszek. Należy zaznaczyć, że wprowadzenie mocznika w postaci roztworu zmniejsza o około 1% ilość możliwej do odzyskania energii. Warto również mieć na względzie, że zastosowanie mocznika zamiast amoniaku powoduje

stosunkowo wyższe emisje N_2O , który obecnie nie jest wprowadzanie limitowany, ale nie wyklucza się wprowadzenia stosownych ograniczeń w tym zakresie w przyszłości.

W tym wariantcie technologia $DeNO_x$ będzie posiadała kilka (co najmniej dwa) poziomy dysz umożliwiające wtrysk czynnika redukującego w optymalnym zakresie temperatur niezależnie od obciążenia kotła. Rozwiązanie takie pozwala zminimalizować ryzyko, że przy temperaturach niższych niż optymalne, proces redukcji tlenków azotu nie będzie odpowiednio wydajny, natomiast w wyższych temperaturach - mocznik będzie się spalał, powodując zwiększenie emisji NO_x .

Przy zastosowaniu mokrych metod oczyszczania spalin, nadmiar amoniaku może być usunięty w płuczce, a następnie odzyskany w procesie odpędzania (stripping) i zawrócony do procesu $DeNO_x$.

Katalityczna metoda redukcji – SCR (Selective Catalytic Reduction)

Metoda Selekttywnej Redukcji Katalitycznej (SCR) oparta jest na procesie katalitycznym, podczas którego amoniak zmieszany z powietrzem podawany jest do strumienia spalin i przechodzi przez katalizator, reagując z NO_x . Dla efektywnego działania katalizator zwykle wymaga temperatury roboczej w zakresie 180 - 450°C. Większość będących w eksploatacji systemów działa w zakresie temperatur 230-300°C. Poniżej 250°C konieczna jest większa objętość katalizatora oraz istnieje większe ryzyko jego zapchania i zatrucia.

Metoda SCR pozwala osiągnąć wysoką skuteczność redukcji (zwykle ponad 90%) przy ilości czynnika redukującego bliskiej ilości stechiometrycznej. W przypadku spalarni odpadów komunalnych SCR stosuje się zwykle po oczyszczeniu spalin, tj. po odpyleniu i usunięciu gazów kwaśnych. Stąd też spaliny zwykle wymagają ponownego podgrzania do efektywnej temperatury reakcji dla systemu SCR. Może to zostać zrealizowane przez zastosowanie regeneracyjnego wymiennika ciepła „spaliny/spaliny” (wykorzystującego ciepło spalin opuszczających katalizator oraz dodatkowo - przy pomocy palnika kanałowego o niewielkiej mocy, zabudowanego w kanale spalin, bezpośrednio przed kolumną reaktora katalitycznego). Zwiększa to zapotrzebowanie energii do oczyszczania spalin. Jeżeli poziom SO_x w spalinach został już zredukowany do bardzo niskich wartości na wlocie do systemu SCR, można jednak istotnie zredukować podgrzew lub nawet z niego zrezygnować. Niskotemperaturowe systemy SCR wymagają przy tym regeneracji katalizatora na skutek odkładania się soli (zwłaszcza chlorku amonu oraz siarczku amonu). Regeneracja taka może być krytyczna, jako że może ona prowadzić do przekroczenia wartości granicznych emisji dla pewnych zanieczyszczeń np. HCl , SO_2 , NO_x .

Czasami system SCR zlokalizowany jest bezpośrednio po filtrze elektrostatycznym, aby zredukować lub wyeliminować konieczność podgrzewu spalin. W takim przypadku należy jednak mieć na względzie ryzyko formowania się PCDD/F w elektrofiltrze (który działa zwykle przy temperaturach powyżej 220-250°C).

System SCR, po zabudowaniu w kolumnie reaktora dodatkowych pakietów katalizatorów, może zapewnić również dodatkowo redukcję emisji dioksyn i furanów. Osiąga się przy tym skuteczności destrukcji PCDD/F na poziomie 98-99,9%.

System SCR jest również korzystny z uwagi na fakt, że nie generuje N₂O, jak to ma miejsce w wyniku procesów chemicznych zachodzących w przypadku zastosowania metody niekatalitycznej (SNCR).

5.3.6. Podsumowanie systemów oczyszczania spalin wraz z analizą DGC

Poniżej przedstawiono zestawienie metod oczyszczania spalin oraz systemów redukcji NO_x stosowanych w spalarniach odpadów komunalnych w Europie – dane wg BREF.

Tabela 15 Zestawienie częstości stosowania głównych systemów oczyszczania spalin w ZTPO w Europie w 2000/2001

Suchy	Półsuchy	Mokry	Suchy i mokry	Suchy na bazie NaHCO ₃ i mokry	Tylko elektro-filtry	Tylko filtry tkaninowe	SNCR	SCR
64	95	138	12	14	21	4	23	43

Źródło: BREF

Wg powyższego zestawienia, w latach 2000/2001 najczęściej występującą metodą oczyszczania spalin w instalacjach termicznego unieszkodliwiania odpadów komunalnych była metoda mokra, a za nią - półsucha. Należy jednak podkreślić, że dostępne w BREF dane pochodzą z przed kilku lat. W ostatnich latach daje się zauważyć rosnące zastosowanie systemów półsuchych i suchych.

Każda z trzech zasadniczych metod oczyszczania spalin oraz systemów DeNO_x posiada jednak wspólne dla danej metody zalety i wady przedstawione w poniższej tabeli:

Tabela 16 Zalety i wady poszczególnych zasadniczych metod oczyszczania spalin

Metoda oczyszczania spalin	Zalety	Wady
Mokra (W)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bardzo wysoka skuteczność wyłapywania gazów kwaśnych (HCl, HF) oraz SO₂+SO₃ ▪ Wyższa elastyczność w odniesieniu do fluktuacji przepływu i stężeń ▪ Relatywnie niskie zużycie chemikaliów (np. CaO, HCl, NaOH, etc.) – niskie współczynniki nadmiaru reagentów ▪ Najniższe (w porównaniu z metodą suchą i półsuchą) ilości odpadów po-procesowych i niższe koszty ich deponowania ▪ Pozwala na odzysk HCl, soli, gipsu itp. ▪ Pozwala na wykorzystanie ścieków ze skrubera do obróbki / płukania żużli 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Potrzebna jest dodatkowa instalacja do podczyszczania ścieków ze skrubarów ▪ Ścieki spuszczone do kanalizacji mają wysokie zasolenie ▪ Czasami konieczny jest dodatkowy proces do usuwania rtęci ▪ Stosunkowo wysokie zużycie wody ▪ Wyższe koszty inwestycyjne ▪ Widoczny efekt tzw. „pióropusza” (który może być wprowadzie zniwelowany poprzez kondensację lub podgrzew spalin przed wylotem, lecz podwyższa to koszty eksploatacyjne) ▪ Ryzyko tzw. „memory effect” – czyli

Metoda oczyszczania spalin	Zalety	Wady
		odbudowy PCDD/F ▪ Wyższa złożoność systemu
Pólsucha (SW)	▪ Brak ścieków – jedynie odpad stały ▪ Dość wysoka skuteczność wyłapywania gazów kwaśnych (HCl, HF) oraz SO ₂ +SO ₃ ▪ Łatwo osiągalna adsorpcja PCDD/PCDF oraz rtęci poprzez dodawanie węgla aktywnego ▪ Możliwość zmniejszenia zużycia reagentów i ilości odpadów poprzez zawrót reagentów ▪ Brak tzw. „efektu pióropusza” ▪ Niższe niż w systemie mokrym koszty inwestycyjne ▪ Niższe koszty pracy – brak instalacji podczyszczania ścieków	▪ Przeciętna elastyczność w odniesieniu do fluktuacji przepływu ▪ Możliwe problemy przy gwałtownych zmianach ładunków na wlocie ▪ Utrzymanie dysz rozpryskowych (w przypadku systemu z mlekiem wapiennym) ▪ Wyższa niż w systemach mokrych ilość pozostałości z oczyszczania spalin i wyższe koszty ich obróbki i deponowania ▪ Dostępna jest mniejsza energia (w porównaniu z systemem suchym) w spalinach do produkcji pary ▪ Wrażliwość na odpowiednią temperaturę (punkt rosy) ▪ Większe niż w metodzie mokrej zużycie reagentów (choć możliwe do ograniczenia poprzez ich zawrót)
Sucha (D)	▪ Prosty proces i niskie koszty inwestycyjne ▪ Łatwo osiągalna adsorpcja PCDD/PCDF oraz rtęci poprzez dodawanie węgla aktywnego ▪ Brak ścieków – jedynie odpad stały ▪ System stosunkowo prosty ▪ Możliwość pracy przy wyższych temperaturach ogranicza konieczność podgrzewu spalin przy SCR ▪ Brak zużycia wody	▪ Wyższe zużycie chemikaliów przy przeciętnych i wysokich stężeniach zanieczyszczeń, a w rezultacie wysokie koszty chemikaliów i deponowania pozostałości ▪ W przypadku zastosowania kwaśnego węgla sodu – ograniczone nadmiary, ale stosunkowo wysoka cena jednostkowa ▪ Jedynie przeciętna skuteczność wyłapywania gazów kwaśnych (HCl, HF) oraz SO ₂ +SO ₃ ▪ Przeciętna elastyczność w odniesieniu do fluktuacji przepływu i ładunków

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 17 Zalety i wady systemów DeNOx

Metoda oczyszczania spalin	Zalety	Wady
SCR	▪ Stosowany przy zastrzonych normach emisji NOx - poniżej 100 mg/m ³ ▪ Wysoka sprawność 80 – 95 % ▪ Znacznie niższe niż przy SNCR nadmiary reagentów (1 – 1,1) ▪ Możliwość rozbudowy katalizatora o segment redukcji dioksyn i furanów (PCDD/PCDF)	▪ Wysokie zużycie energii (cieplnej i elektrycznej) ▪ Wymaga wcześniejszego odpylenia spalin oraz usunięcia SO ₂ /SO ₃ i czasami HCl ▪ Konieczność podgrzewania spalin ▪ Katalizator wrażliwy na zatrucie ▪ Istotnie wyższe koszty inwestycyjne (wg BREF 4 mln EUR w porównaniu z 1 mln EUR dla SNCR) ▪ Większe zapotrzebowanie miejsca

Metoda oczyszczania spalin	Zalety	Wady
SNCR	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Niższe zużycie energii ▪ Przy zastosowaniu SNCR osiąga się o 3-6% większą moc elektryczną w porównaniu z SCR ▪ Mniejsze zapotrzebowanie miejsca 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Znacznie wyższe niż przy SCR nadmiary reagentów (2 – 3), a więc i ich koszty – możliwy jest jednak odzysk amoniaku ▪ Niższa skuteczność usuwania NO_x ▪ Ryzyko tzw. „ammonia slip” oraz emisji N₂O ▪ Przy systemach mokrych oczyszczania spalin może zaistnieć konieczność odpędzania amoniaku ze ścieków ze skrubera przed ich zrzutem – złożoność, dodatkowy koszt inwestycyjny (niwelujący w znacznej mierze różnicę między SNCR i SCR) i koszty operacyjne ▪ Krytyczna jest optymalizacja wtrysku reagentów i temperatury spalin

Źródło: Opracowanie własne

Dla sprawdzenia poprawności wyboru autorzy opracowania dodatkowo przeprowadzili sprawdzenie metodą efektywności kosztowej wybranych konfiguracji instalacji oczyszczania spalin w oparciu o dostępne w BREF informacje o cenach instalacji z uwzględnieniem informacji zawartych w ofertach na wykonanie podobnych instalacji. Rozpatrzono cztery warianty konfiguracyjne instalacji oczyszczania spalin:

Wariant 1 - System półsuchy oczyszczania spalin - Półsuchy +SCR

Wariant 2 - System półsuchy oczyszczania spalin - Półsuchy +SNCR

Wariant 3 - System mokry oczyszczania spalin - Mokry +SNCR

Wariant 4 - System suchy oczyszczania spalin - Suchy +SNCR

Po uszeregowaniu wyników przy pomocy wskaźnika efektywności każdego z wariantów oczyszczania spalin przy zastosowaniu wskaźnika DGC i zastosowaniu kwaśnego węgla sodu, jako reagentu, w metodzie suchej (by skuteczność oczyszczania spalin była porównywalna) otrzymano następującą kolejność w rankingu.

Wariant 2 → Wariant 4 → Wariant 1 → Wariant 4

Aspekt efektywności kosztowej wskazuje na wybór Wariantu 2 lub 4 oczyszczania spalin, tj. metody półsuchej lub suchej. Pod względem ekonomicznym bardziej efektywnym jest system SNCR usuwania tlenków azotu. Zgodnie z obecnym stanem techniki możliwe jest przy zastosowaniu SNCR tlenków azotu oraz metod pierwotnych ograniczenia ich powstawania dotrzymanie zaokrąglonych (100 mg/m³) norm. Ponieważ złoża katalizacyjne ulega stopniowemu zatruciu i z biegiem czasu wymagana jest jego wymiana w przypadku zastrzeżenia przepisów w tym zakresie w przypadku zastosowania metody SCR, w przyszłości i tak będzie wymagana co najmniej wymiana złoża katalizatora, a więc podnosząca nakłady inwestycyjne rozbudowa systemu oczyszczania spalin obecnie, nie zabezpiecza przed koniecznością dodatkowych inwestycji w systemie, w przyszłości.

Zważywszy na powyższe zaproponowano dla ZTPO następujący system oczyszczania spalin:

Opylanie wstępne zintegrowane z kotłem (komory osadcze). Montaż oddzielnego stopnia odpylania wstępnego w postaci elektrofiltru nie jest wymagany chyba że dostawca technologii oczyszczania spalin z uwagi na dotrzymanie skuteczności usuwania zanieczyszczeń będzie tego wymagał. Elektrofiltr praktykowany jako opcja może zwiększyć skuteczność oczyszczania spalin i ułatwić odzysk reagentów.

Oczyszczanie spalin metodą półsuchą (półmokrą) w celu redukcji kwaśnych związków SO_2 , HF, HCl, przy pomocy związków wapnia, redukcji metali ciężkich, dioksyn i furanów (doczyszczanie) z wykorzystaniem węgla aktywnego (metodą strumieniową), odpylanie na filtrze tkaninowym.

Odazotowanie spalin metodami pierwotnymi oraz wtórną redukcji emisji NO_x przy zastosowaniu metody SNCR.

W przypadku zastosowania instalacji do odzysku ciepła z kondensatu dodatkowo za filtrem tkaninowym przewiduje się płuczkę pełniącą rolę chłodnicy spalin.

Oferowane obecnie systemy SNCR w połączeniu z pierwotnymi metodami ograniczenia emisji NO_x pozwalają na dotrzymanie rygorystycznych poziomów emisji szkodliwych związków w spalinach wymaganych przez dyrektywę 2000/76/WE z dnia 4 grudnia 2000 r. (Dz. Urz. WE L 332 z 28.12.2000) w sprawie spalania odpadów oraz przez jej odpowiednik w polskim prawie - rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2005 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji (Dz. U. Nr 260, poz. 2181) a nawet jak twierdzą niektórzy producenci do poziomu poniżej $100\text{mg}/\text{m}^3$. Metoda niekatalityczna jest jednak mniej skuteczna w usuwaniu przypadkowych pików emisji z uwagi na znaczne oddalenie miejsca dozowania amoniaku (pod różną postacią) od miejsca pomiaru emisji.

Równocześnie obecna wiedza na temat zmian w prawie pozwala na stwierdzenie z dużą dozą pewności, że mogący powstać w procesie SNCR podtlenek azotu nie będzie w najbliższym czasie generować dodatkowych kosztów. Zgodnie z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/29/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. zmieniającą dyrektywę 2003/87/WE w celu usprawnienia i rozszerzenia wspólnotowego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych, wszystkie instalacje spalania odpadów komunalnych wyłączone są z systemu, jak również podtlenek azotu limitowany będzie jedynie dla instalacji chemicznych produkujących kwasy. Tak więc zarówno CO_2 , jak i N_2O nie będą limitowane dla spalarni odpadów i spalarnie nie będą musiały posiadać zezwoleń na emisję tych substancji.

Niemniej jednak dla umożliwienia w przyszłości modernizacji instalacji (o ile wyniknie taka konieczność np. ze zmiany przepisów) zaleca się takie zaprojektowanie linii technologicznej, aby przewidzieć odpowiednią ilość miejsca na umieszczenie dodatkowych urządzeń bez konieczności demontażu i przerabiania projektowanej linii technologicznej. Urządzeniami tymi mogą być elektrofiltr, umieszczony jako odpylacz wstępny, oraz urządzenia do katalitycznej metody redukcji tlenków azotu.

5.4. OPIS ALTERNATYWNYCH WARIANTÓW TERMICZNEGO PRZETWARZANIA ODPADÓW.

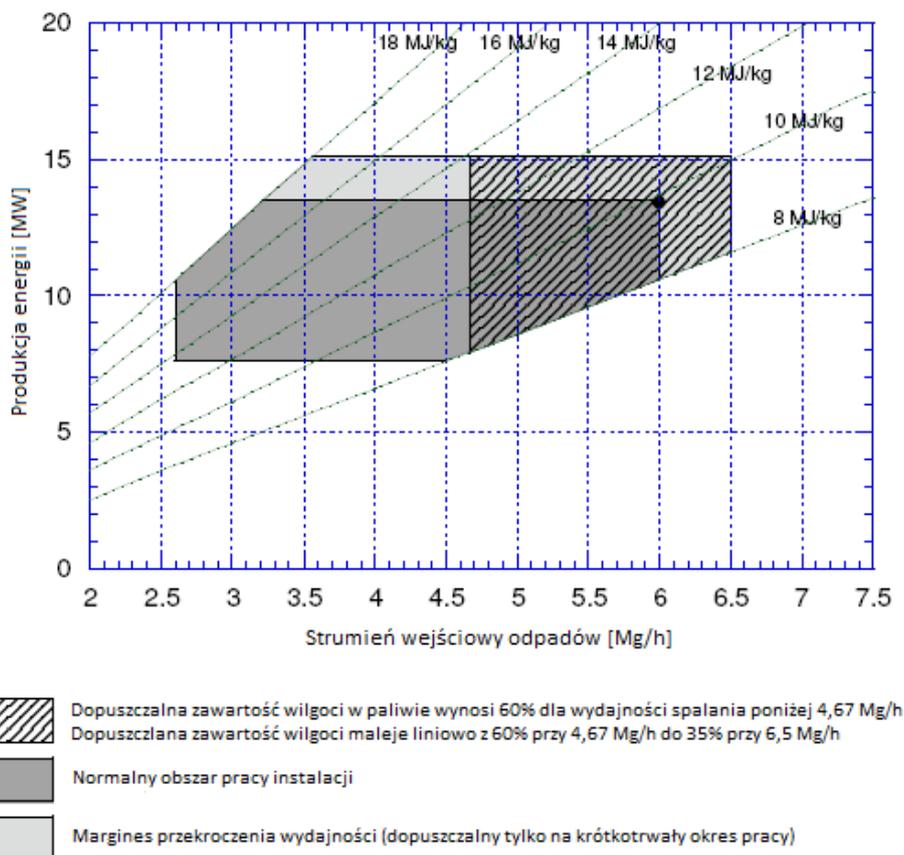
5.4.1. Wariant I – technologia zgazowania z dopalaniem

Opis ogólny

Pierwszym z analizowanych wariantów technologicznych (Wariant I) instalacji termicznego przetwarzania odpadów jest rozwiązanie polegające na zastosowaniu zgazowania z dopalaniem (spalania połączonego ze wstępnym zgazowaniem odpadów). Proces przebiega dwuetapowo: pierwszym etapem jest zgazowanie zaś drugim dopalenie w wydzielonej komorze. Jest to technologia wykorzystująca kompilację procesów opisanych powyżej w rozdziałach 5.2.2 i 5.2.4.

W wariantcie tym przewidziano dwie niezależne linie technologiczne termicznego przetwarzania odpadów o nominalnej wydajności godzinowej 6 Mg/h każda (z możliwością chwilowego przeciążenia do 6,5 Mg/h). Łączna produkcja energii w obu paleniskach, przy nominalnym strumieniu i wartości opałowej odpadów równej 9 MJ/kg wyniesie ok. 25 MW_{Th}.

Jak wynika z załączonego poniżej wykresu, w opisywanej technologii zalecana wartość opałowa wsadu winna wynosić minimum ok. 8 MJ/kg. Przeprowadzone badania wartości opałowej wskazują, że średnia wartość opałowa odpadów wynosi ok 7,34 MJ/kg. Podwyższenie wartości opałowej odpadów realizowane będzie w systemie mechaniczno-biologicznego suszenia (tzw. MBS).



Rysunek 16. Zakres pracy pojedynczej linii przykładowej instalacji dla Wariantu I.

Z powyższego wykresu można wywnioskować również, że zalecana zawartość wilgoci w paliwie nie powinna przekraczać 60%, z zastrzeżeniem, że przy spalaniu strumienia paliwa zbliżonego do maksymalnej wydajności wskazana jest wilgotność nieprzekraczająca 35%. Zgodnie z przeprowadzonymi badaniami średnia wartość opałowa dla przebadanych frakcji odpadów wynosi poniżej 30%. Zastosowanie wstępnego mechaniczno-biologicznego suszenia dodatkowo zabezpiecza przed wystąpieniem nadmiernej wilgotności paliwa, oraz pozwala na zagwarantowanie wartości opałowej paliwa na poziomie powyżej granicznej wartości 8MJ/kg.

Wstępne przygotowanie odpadów w instalacji MBS

Odpady dostarczane są do hali maszynowej gdzie trafiają na rozrywarkę worków i przesiewane są na sicie bębnowym o średnicy ok 40 mm. Następnie zmieszane odpady z frakcji nadsitowej kierowane są przenośnikiem taśmowym do instalacji termicznego przekształcania, zaś zmieszane odpady frakcji poniżej 40 mm składowane są w bunkrze. Odpady frakcji <40 mm charakteryzują się dużą zawartością frakcji organicznej, dzięki czemu stanowią dobry wsad do procesu MBS.

Z bunkra odpady przenoszone są przy pomocy chwytaka do zamykanych, napowietrzanych reaktorów mechaniczno-biologicznego suszenia. W reaktorach tych odpady przebywają przez ok. 7 dni, wykorzystując naturalne właściwości materii organicznej do nagrzewania się, w wyniku czego następuje wzrost temperatury skutkujący odparowywaniem wilgoci z odpadów. Rozkład wilgotności i temperatury wewnątrz reaktorów MBS sterowany jest przy pomocy systemu komputerowego. Powstający w wyniku procesu kondensat odprowadzany jest do instalacji kanalizacyjnej, skąd musi zostać skierowany do podczyszczalni ścieków.

W przeciwieństwie do typowych instalacji MBS, nie następuje tutaj dalsze sortowanie odpadów, lecz cały podsuszony strumień kierowany jest do instalacji termicznego przekształcania – eliminuje to problem zagospodarowania odsortu oraz ogranicza do niezbędnego minimum zużycie energii elektrycznej na cele zbędnego w tym przypadku dalszego sortowania.

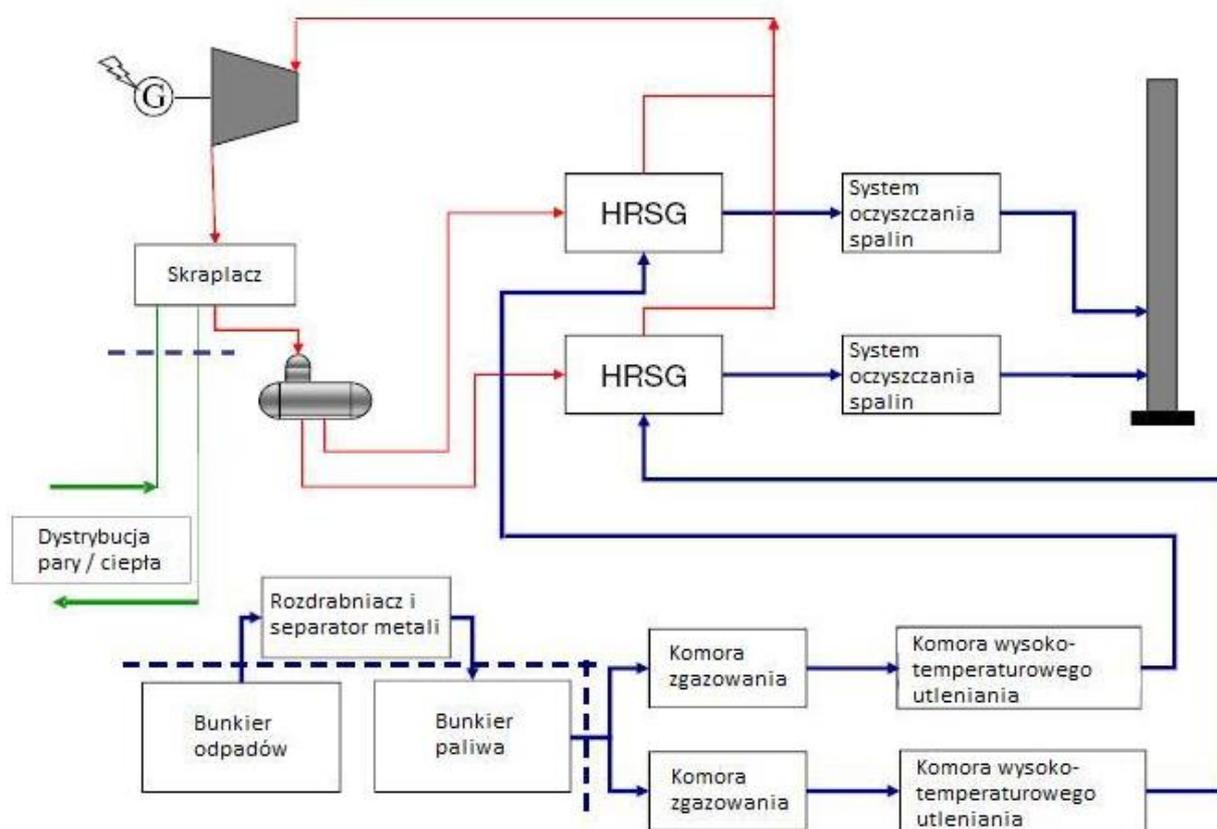
W czasie procesu masa odpadów frakcji <40 mm zmniejsza się o ok. 25%, zaś udział masowy wilgoci maleje z ok. 50% na wejściu do ok. 33% na wyjściu z procesu – skutkuje to podwyższeniem wartości opałowej całego strumienia zmieszanych odpadów komunalnych z ok. 7,34 MJ/kg do ok. 8,18 MJ/kg. Zgodnie z prognozą procentowy wzrost odzysku surowców wtórnych z odpadów, będzie nieco niższy niż tempo wzrostu ilości odpadów kierowanych do ITPO, co powodowało zapewnia stały wzrost wartości opałowej odpadów po procesie MBS aż do osiągnięcia poziomu 9,48MJ/kg w roku 2027 o ile nie zmieni się struktura powstawania odpadów i nie zostanie zwiększona selektywna zbiórka odpadów.

Podstawowe elementy technologiczne instalacji termicznego przekształcania odpadów – Wariant I

Instalacja termicznego przekształcania odpadów w Wariantcie I składa się z następujących podstawowych elementów technologicznych:

- System odbioru i wstępnego przygotowania odpadów do procesu termicznego przekształcania.
- Bunkier magazynowy paliwa z systemem transportu.
- System termicznego przekształcania odpadów:
 - Komora zgazowania.
 - Komora wysokotemperaturowego utleniania (dopalania).
- Układ odzysku ciepła ze spalin – HRSG (Heat Recovery Steam Generator).
- Turbina parowa kondensacyjno upustowa ze skraplaczem.
- Chłodnica wentylatorowa
- Wymienniki ciepłownicze

- System oczyszczania spalin (technologia sucha).
- System odprowadzania spalin.
- System monitoringu i kontroli.



Rysunek 17. Schemat technologiczny instalacji termicznego przekształcania odpadów – Wariant I.

System odbioru i wstępnego przygotowania odpadów do procesu termicznego przekształcania

Dostarczane, wstępnie przetworzone w wyniku procesu MBS odpady, wyładowywane są do bunkra odpadów. Technologia ta przewiduje wstępne przygotowanie odpadów do procesu termicznego przekształcania poprzez ich wstępne rozdrabnianie (na rozdrabniaczu) oraz separację metali żelaznych (po rozdrobnieniu, na separatorze magnetycznym).

Odpady z bunkra do rozdrabniacza podawane są przy pomocy chwytaka, sterowanego przez operatora. Dodatkowym zadaniem chwytaka jest usuwanie niepożądanych elementów z odpadów (np. butle gazowe). Niepożądane elementy oraz wyseparowane metale magazynowane są w oddzielnych kontenerach.

Wstępnie przygotowane odpady są wyładowywane z rozdrabniacza i separatora metali do bunkra paliwa.

Bunkier magazynowy paliwa z systemem transportu

Wstępnie przygotowane odpady, stanowiące paliwo dla procesu termicznego przekształcania, są czasowo magazynowane w bunkrze paliwa, po czym zostają podawane do lejów samowyladowczych (osobnego dla każdej z dwóch linii technologicznych termicznego przekształcania). Podawanie do lejów

odbywa się przy pomocy chwytaka. Bezpośrednio z leja paliwo trafia do systemu podawania paliwa do odpowiedniej dla danej linii technologicznej komory zgazowania.

Emisja zanieczyszczeń odorowych do powietrza eliminowana jest poprzez zasysanie zanieczyszczonego powietrza z bunkra i kierowanie tego powietrza do procesu wysokotemperaturowego utleniania paliwa podczas termicznego przekształcania.

System termicznego przekształcania odpadów

Termiczne przekształcanie odpadów zachodzi dwuetapowo. Procesy odparowania, pirolizy i zgazowania zachodzą w wydzielonej komorze. W kolejnej komorze zachodzi wysokotemperaturowe utlenianie gazów, wspomagane poprzez iniekcję powietrza i zawracanych gazów procesowych (spalin).

Komora odgazowania

Komora zgazowania wyposażona jest w poziomy ruszt chłodzony olejem. Ruszt podzielony jest na kilka wydzielonych sekcji, każda z tych sekcji posiada niezależny układ dostarczania powietrza. Paliwo podawane jest do komory zgazowania za pomocą sterowanego hydraulicznie, chłodzonego wodą, tłoka. Na wlocie do komory zgazowania zainstalowana jest chłodzona wodą gilotyna. Zasadniczą funkcją gilotyny jest kontrolowane grubości warstwy paliwa na ruszcie. Transport paliwa wzdłuż rusztu realizowany jest przy pomocy sterowanego hydraulicznie, chłodzonego wodą, podajnika (podajnik podwójny). Podajnik ten zaprojektowany został w sposób, że zapewnia on, poza transportowaniem paliwa wzdłuż rusztu, również mieszanie i homogenizację paliwa.

Szybkość podawania odpadów do komory zgazowania optymalizowana jest poprzez system sterowania dobierający parametry w zależności od bieżących uwarunkowań. System ten steruje również szybkością transportowania odpadów wzdłuż rusztu.

Popioły denne są wyładowywane z komory zgazowania w końcowej części rusztu. Popioły te są następnie chłodzone wodą i transportowane do zewnętrznego magazynu, skąd mogą być ładowane na samochody ciężarowe.

Komora dopalania

Powstały w wyniku zgazowania gaz (syn-gaz) trafia do komory wysokotemperaturowego utleniania gdzie następuje proces dopalania. Powietrze i recykulowane spaliny podawane są do procesu dopalania za pomocą specjalnie do tego celu zaprojektowanych dysz zapewniając wymagane parametry temperatury procesu. Gazy wylotowe opuszczające komorę dopalania przechodzą przez rekuperacyjny wymiennik ciepła (HRSG) produkując parę.

Komora wysokotemperaturowego utleniania wyposażona jest ponadto w palniki wspomagające, używane podczas rozruchu instalacji oraz wspomagające proces, jeśli temperatura spadnie poniżej wymaganej wartości 850°C.

Układ odzysku ciepła ze spalin – HRSG

Układ odzysku ciepła konwertuje energię spalin poprzez rurowy wymiennik ciepła powodując przejście skroplin w postać pary. Konstrukcja wymiennika jest kombinacją sekcji wodnej, spalinowej i ekonomizera. Sekcja wodna składa się z parowacza i przegrzewacza pary – w celach serwisowych i konserwacyjnych istnieje możliwość łatwego demontażu tych elementów. Układ wyposażony jest w

zbiornik wody zasilającej, pompy wody zasilającej, system uzupełniania wody, zbiornik rozprężny oraz wyposażenie umożliwiające oczyszczanie powierzchni wymiany ciepła (po stronie gorących spalin) w czasie pracy instalacji. Dane techniczne dla pojedynczego układu odzysku ciepła (dla jednej linii technologicznej) przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 16. Dane techniczne układu odzysku ciepła dla linii technologicznej w Wariantcie I.

Lp.	Parametr	Wartość
1	Ciśnienie pary	40 bar
2	Temperatura pary na wyjściu z wymiennika	400°C
3	Temperatura kondensatu na wejściu do kotła	130°C
4	Energia chemiczna w odpadach	2 x 12,6 MW
5	Wydajność nominalna (wydajność pary)	2 x 14,6 t/h

Turbina parowa przeciwprężna ze skraplaczem

Para z układu odzysku ciepła transportowana jest do przeciwprężnej turbiny parowej w celu produkcji energii elektrycznej. Rozprężona w turbinie para ulega następnie kondensacji w chłodzonym wodą skraplaczu. Ciepło ze skraplacza może być odbierane przez zewnętrzną sieć ciepłą lub inny układ odbioru ciepła. Skroplony kondensat kierowany jest ponownie do HRSG.

Parametry techniczne dla przewidzianej turbiny przedstawiono poniżej.

Tabela 17. Dane techniczne turbiny w Wariantcie I praca z maksymalną produkcją energii cieplnej z upustu.

Lp.	Parametr	Wartość
1	Ciśnienie pary na wlocie	40 bar
2	Temperatura pary na wlocie	400°C
3	Ciśnienie pary na upuście	2,6 bar
4	Nominalna moc elektryczna na wyjściu	3,0 MW
5	Nominalna moc cieplna na wyjściu	16 MW

W powyższej tabeli podano parametry nominalne. Rzeczywista moc elektryczna i cieplna na wyjściu uzależniona jest od strumienia masowego paliwa, właściwości paliwa oraz sposobu prowadzenia procesu termicznego przekształcania.

W przypadku pracy bez odbioru ciepła (praca kondensacyjna) założono następujące parametry pracy układu.

Tabela 18. Dane techniczne turbiny w Wariancie I praca w kondensacji.

Lp.	Parametr	Wartość
1	Ciśnienie pary na wlocie	39 bar
2	Temperatura pary na wlocie	400°C
3	Ciśnienie w kondensatorze	0,9 bar
4	Nominalna moc elektryczna na wyjściu	7 MW
5	Nominalna moc cieplna na wyjściu	0 MW

Dla projektowanego Zakładu przewidziano jedną turbinę parową oraz jeden skraplacz, nie przyporządkowując tych urządzeń do poszczególnych linii technologicznych.

System oczyszczania spalin

Dla każdej z linii technologicznych termicznego przekształcania odpadów przewidziano indywidualny system oczyszczania spalin. System oczyszczania spalin, do oczyszczania gazów procesowych, wykorzystuje tzw. metodę „pósuchą”. Każdy z niezależnych systemów składa się z:

- silosu z absorbentem,
- instalacji przygotowania sorbentu
- filtra workowego,
- instalacji odzysku nieprzereagowanego sorbentu
- silosu magazynowego na pyły z procesu oczyszczania spalin.

Oczyszczanie gazów procesowych oparte jest na iniekcji absorbentu (mleczka wapiennego i węgla aktywnego) do przewodów spalinowych przed filtrem workowym w celu absorpcji związków kwaśnych oraz adsorpcji metali ciężkich i dioksyn. Popioły lotne i produkty reakcji oczyszczania spalin są następnie separowane na filtrze workowym.

Odseparowane na filtrze zanieczyszczenia zbierane są na dnie jednostki filtracyjnej a następnie transportowane są do silosu buforowego. Silos jest opróżniany w regularnych interwałach czasowych i kierowane bezpośrednio do instalacji stabilizacji i zestania, a następie kierowane na wysypisko.

System odprowadzania spalin

System odprowadzania spalin składa się z wentylatorów spalin oraz przewodów spalinowych z kominem. Wentylatory spalin zapewniają wymagany dla procesów zgazowania i wysokotemperaturowego utleniania przepływ gazów oraz wymuszają właściwy przepływ spalin. Część gazów procesowych jest recykulowana do komory wysokotemperaturowego utleniania przy wykorzystaniu wentylatorów recykulacyjnych.

System monitoringu i kontroli

Instalacja wyposażona jest w system monitoringu i kontroli zapewniający automatyczną kontrolę procesu. Operatorzy mają możliwość sterowania systemem poprzez specjalnie zaprojektowany interfejs z poziomu stacji operatorskiej. Operatorzy zapewniona mają również możliwość odczytu istotnych danych, jak np. poziomy emisji.

5.4.2. Wariant II – technologia spalania w piecu rusztowym

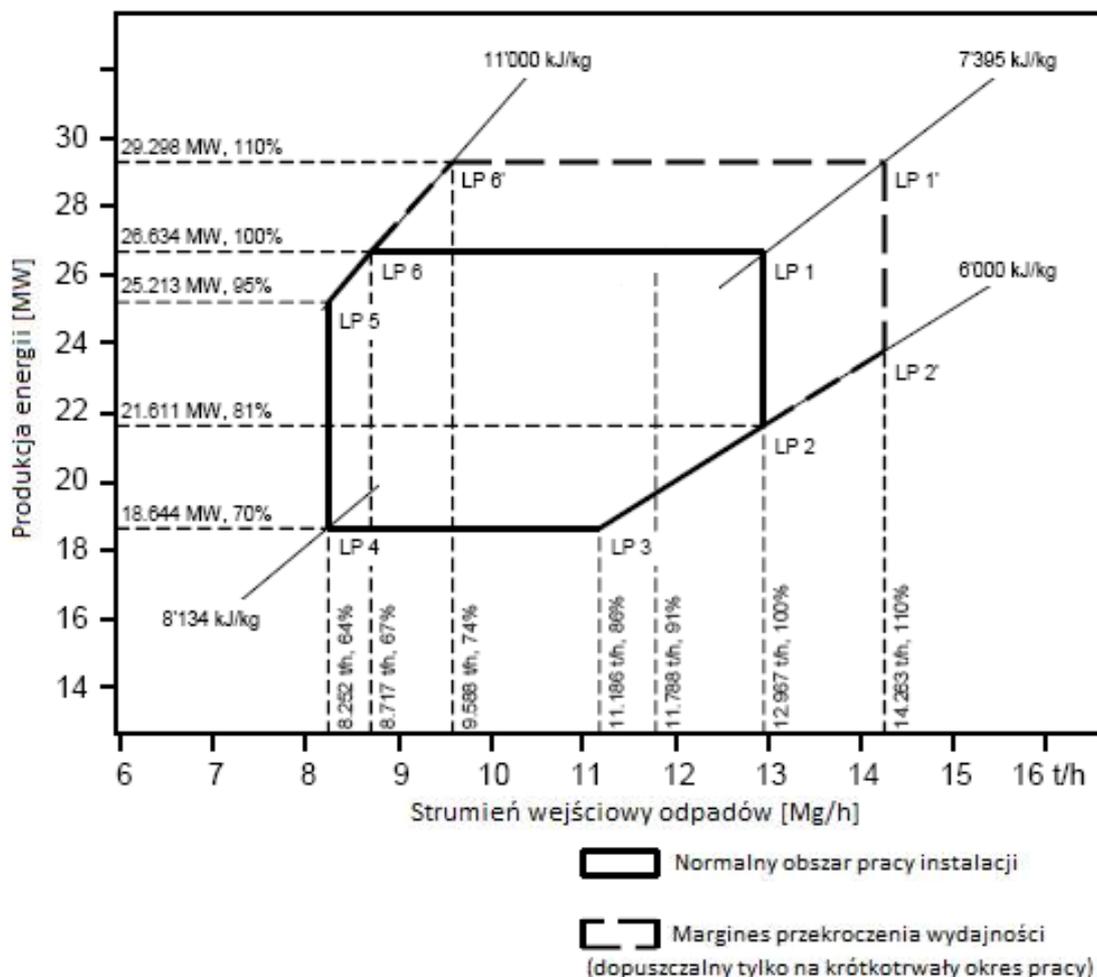
Opis ogólny

Drugim wariantem technologicznym (Wariant II) instalacji termicznego przekształcania odpadów poddany analizie jest rozwiązanie polegające na spalaniu odpadów w piecu rusztowym. Proces spalania przebiega tu na ruszcie ruchomym.

W wariantcie tym, ze względu na stosunkowo niewielką wydajności instalacji (jak na technologię rusztową), przewidziano jedną linię technologiczną termicznego przekształcania odpadów o nominalnej wydajności godzinowej 12 Mg/h. Łączna ilość energii chemicznej w palenisku, przy zakładanym strumieniu na poziomie roku 2009 (9,44Mg/h) i średniej wartości opałowej paliwa 7,34, wyniesie ok. 19,25 MW.

Uwzględniając prognozowany wzrost ilości odpadów do 10,93Mg/h pracy Instalacji oraz uzyskanie występującej w dużych aglomeracjach miejskich wartości opałowej odpadów na poziomie 8,51MJ/kg instalacja musi być zaprojektowana i wykonana tak by wykorzystać moc ok. 26 MW dostarczonej energii chemicznej.

Elastyczność działania Zakładu w zależności od zmiennego strumienia odpadów na wejściu, ze względu na zastosowanie jednej linii technologicznej jest nieco niższa niż w przypadku Wariantu I i wymaga bardziej stabilnego strumienia odpadów. Jak wynika z załączonego poniżej wykresu, w przedstawianej w Wariantcie II technologii dopuszcza się jednak znacznie niższą wartość opałową paliwa niż w przypadku Wariantu I. Z tego względu w Wariantcie II nie przewiduje się wstępnego suszenia odpadów przed ich termicznym przekształcaniem. Również możliwość pracy pod znacznie niższym niż obliczeniowe obciążeniem nie jest istotnym atutem IPTO z uwagi na fakt, że głównym jej zadaniem jest zmniejszenie objętości odpadów, a praca przy nominalnym obciążeniu minimalizuje koszty eksploatacji.



Rysunek 18. Zakres pracy przykładowej instalacji o wydajności podobnej do wymaganej w Wariancie II i III.

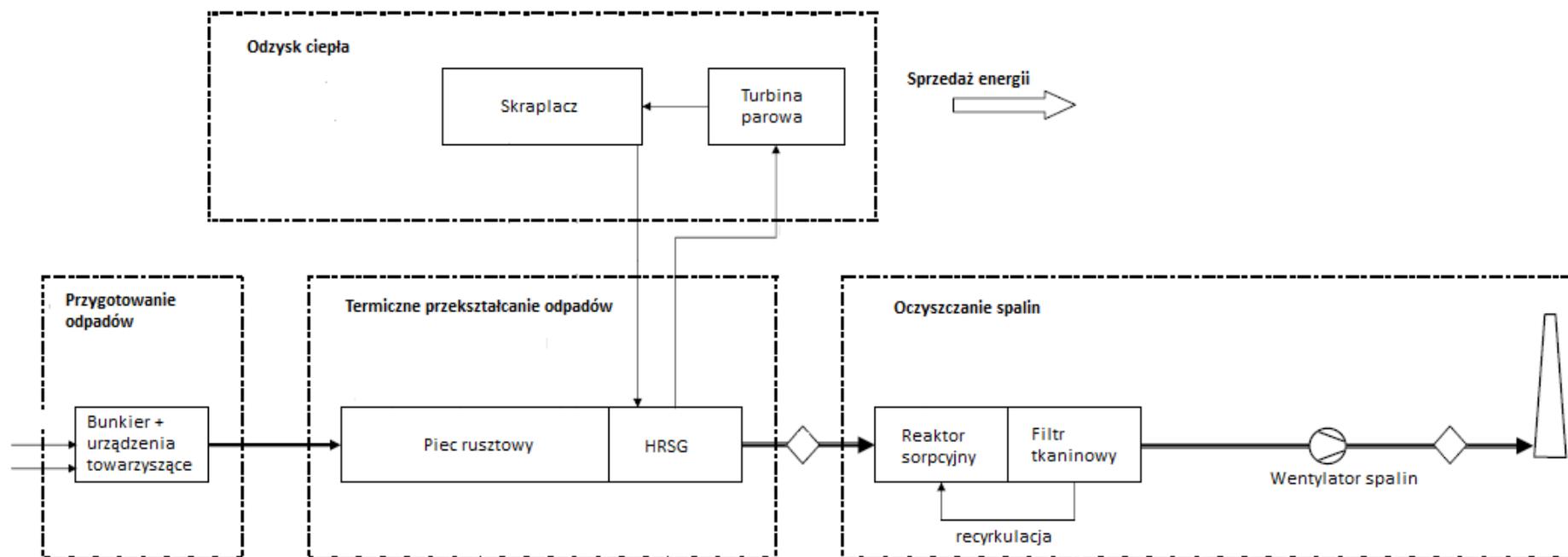
Podstawowe elementy technologiczne instalacji termicznego przekształcania odpadów – Wariant II

Instalacja termicznego przekształcania odpadów w Wariancie II składa się z następujących podstawowych elementów technologicznych:

- System odbioru i wstępnego przygotowania odpadów do procesu termicznego przekształcania z bunkrem magazynowym paliwa i systemem transportu.
- System spalania odpadów w piecu rusztowym
- Układ odzysku ciepła ze spalin – HRSG (Heat Recovery Steam Generator).
- Turbina parowa upustowo-kondensacyjna ze skraplaczem.
- System oczyszczania spalin (technologia pólсуcha).
- System odprowadzania spalin.
- System monitoringu i kontroli.

Opracowanie:

„Instalacja do termicznego unieszkodliwiania i energetycznego wykorzystania odpadów i osadów ściekowych”



Rysunek 19. Schemat technologiczny instalacji termicznego przekształcania odpadów – Wariant II.

System odbioru i wstępnego przygotowania odpadów do procesu termicznego przekształcania z bunkrem magazynowym paliwa i systemem transportu

Odpady dowożone są samochodami ciężarowymi, skąd są wyładowywane i kierowane do wstępnego przygotowania do procesu termicznego przekształcania, polegającego na wstępnym rozdrabnianiu (na rozdrabniaczu). Wstępnie przygotowane odpady są wyładowywane do bunkra paliwa.

Wstępnie przygotowane odpady, stanowiące paliwo dla procesu termicznego przekształcania, są czasowo magazynowane w bunkrze paliwa, po czym są podawane, podobnie jak w Wariancie I, przy pomocy chwytaka, na linię technologiczną.

Emisja zanieczyszczeń odorowych do powietrza, analogicznie jak w Wariancie I, eliminowana jest poprzez zasysanie zanieczyszczonego powietrza z bunkra i kierowanie tego powietrza do procesu wysokotemperaturowego utleniania paliwa podczas termicznego przekształcania.

System spalania odpadów w piecu rusztowym

Należy zauważyć, że spalanie odpadów w piecu rusztowym jest najszerzej na świecie stosowaną technologią termicznego przekształcania zmieszanych odpadów komunalnych. Z tego też względu technologia ta uważana jest za najpewniejszą z punktu widzenia eksploatacji instalacji.

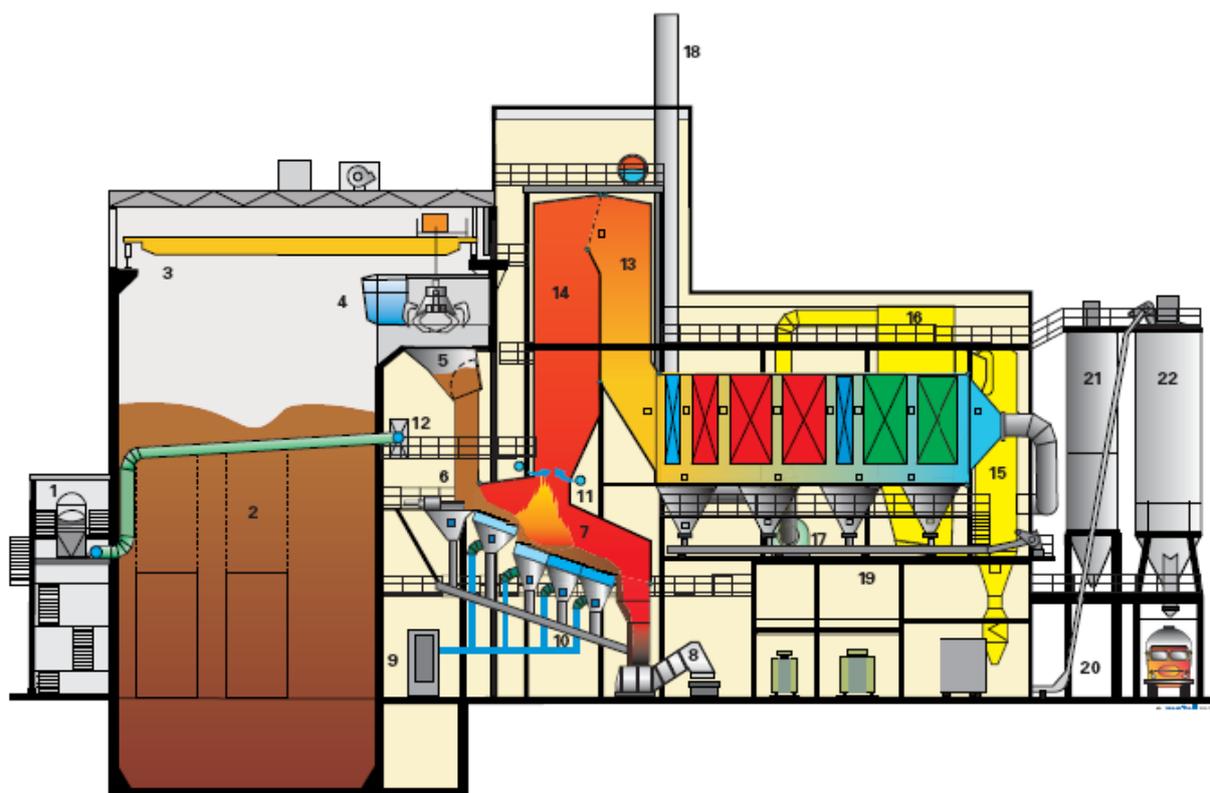
Szybkość podawania odpadów na ruszt kontrolowana jest w opisywanej technologii przez specjalnie zaprojektowany układ podajników. Przewidziany ruszt zaprojektowany jest jako posuwisto-zwrotny, składający się z ustandaryzowanych modułów (sekcji). Sekcje rusztu, pochylone pod kątem 18° do poziomu, zapewniają transport odpadów w palenisku z optymalną prędkością i optymalnym ułożeniem. Konstrukcja rusztu dopasowana jest do wydajności instalacji oraz wartości opałowej paliwa. Ruszt wykonany jest jako chłodzony powietrzem, jednakże istnieje również opcja wykonania z chłodzeniem wodą (zalecane w przypadku wysokich wartości opałowych paliwa).

Cały ruszt podzielony jest wzdłużnie na cztery lub pięć stref. Każda ze stref odpowiedzialna jest za określoną fazę termicznego przekształcania odpadów: suszenie, odgazowanie, zgazowanie i spalanie. Proces termicznego przekształcania odpadów jest kontrolowany osobno w każdej ze stref. Osobno w każdej ze stref kontrolowana jest również prędkość przesuwu rusztu. Każdy z modułów rusztu posiada indywidualne doprowadzenie powietrza.

Powyżej rusztu znajduje się komora dopalania, do której dostarczane jest dodatkowe powietrze procesowe. W komorze tej następuje dopalenie gazów powstających w wyniku spalania odpadów na ruszcie. W komorze tej następuje również wstrzyknięcie 25% roztworu NH_3 , mającego za zadanie oczyszczenie gazów odlotowych z NO_x .

Popioły denne są wyładowywane z komory spalania w końcowej części rusztu. Popioły te są następnie chłodzone wodą i transportowane do zewnętrznego magazynu, skąd mogą być ładowane na samochody ciężarowe.

Schematyczny rysunek opisywanej technologii systemu spalania odpadów z systemami towarzyszącymi (podawanie paliwa, oczyszczanie spalin) przedstawiono poniżej.



Rysunek 20. Schemat przykładowej instalacji spalania odpadów – Wariant II.

Legenda do rysunku Rysunek 20. Schemat przykładowej instalacji spalania odpadów – Wariant II.

- | | |
|--|---|
| 1 – przenośnik paliwa | 12 – odbiór powietrza z bunkra |
| 2 – bunkier paliwa | 13 – HRSG |
| 3 – suwnica z chwytakiem | 14 – iniektory systemu SNCR |
| 4 – kabina operatora chwytaka | 15 – reaktor sorpcyjny (półsucho oczyszczanie spalin) |
| 5 – lej zasypowy | 16 – filtr tkaninowy |
| 6 – podajnik | 17 – wentylator spalin |
| 7 – ruszt | 18 – komin |
| 8 – zsypania popiołów dennych | 19 – system transportu pyłu i popiołu |
| 9 – wstępny podgrzew powietrza I stopnia | 20 – system transportu pozostałości |
| 10 – dystrybucja powietrza I stopnia | 21 – silos wapna |
| 11 – dysze powietrza II stopnia | 22 – silos pozostałości |

Układ odzysku ciepła ze spalin – HRSG

Odzysk ciepła ze spalin następuje w zintegrowanym z paleniskiem kotle odzysknicowym spełniającym analogiczną funkcję jak system odzysku ciepła opisany w Wariantach I i II. Spaliny ogrzewają kondensat powodując jego odparowanie i przegrzewają powstającą parę. Przegrzanie pary następuje tu jednakże do znacznie wyższych parametrów niż opisano to w Wariantach I i II: $p = 40 \text{ bar}$, $t = 400^\circ\text{C}$. Przegrzana para kierowana jest do turbiny.

Tabela 19. Dane techniczne układu odzysku ciepła w Wariancie II.

Lp.	Parametr	Wartość
1	Ciśnienie pary	40 bar
2	Temperatura pary na wyjściu z wymiennika	400°C
3	Temperatura wody na wejściu do wymiennika	130°C
4	Energia chemiczna w odpadach	28,5 MW
4	Wydajność nominalna (wydajność pary)	32 t/h

Turbina parowa przeciwprężna ze skraplaczem

Turbina działa na analogicznej zasadzie, jak to opisano w Wariancie I. Różnica jest natomiast w parametrach.

Parametry techniczne dla przewidzianej w Wariancie II turbiny przedstawiono poniżej.

Tabela 20. Dane techniczne turbiny w Wariancie II praca w kogeneracji.

Lp.	Parametr	Wartość
1	Ciśnienie pary na wlocie	39 bar
2	Temperatura pary na wlocie	400°C
3	Ciśnienie pary na wylocie	2,6 bar
4	Nominalna moc elektryczna na wyjściu	3,4 MW
5	Nominalna moc cieplna na wyjściu	19,0 MW

W powyższej tabeli podano parametry nominalne. Rzeczywista moc elektryczna i cieplna na wyjściu uzależniona jest od strumienia masowego paliwa, właściwości paliwa oraz sposobu prowadzenia procesu termicznego przekształcania.

Tabela 21. Dane techniczne turbiny w Wariancie II praca w kondensacji

Lp.	Parametr	Wartość
1	Ciśnienie pary na wlocie	39 bar
2	Temperatura pary na wlocie	400°C
3	Ciśnienie pary na wylocie	0,4 bar
4	Nominalna moc elektryczna na wyjściu	5,4 MW
5	Nominalna moc cieplna na wyjściu	0 MW

System oczyszczania spalin

W Wariancie II zaprojektowano system oczyszczania spalin wykorzystujący tzw. metodę „półsuchą”. System ten składa się następujących podstawowych elementów:

- reaktora sorpcyjnego (zasilanego sorbentami),
- filtra tkaninowego,
- silosu magazynowego na pyły z procesu oczyszczania spalin (silosu pozostałości).

Oczyszczanie gazów procesowych oparte jest na iniekcji sorbentu (wapna i węgla aktywnego) do przewodów spalinowych przed filtrem workowym, w reaktorze sorpcyjnym, w celu absorpcji związków kwaśnych oraz adsorpcji metali ciężkich i dioksyn. Iniekcja absorbentu, następuje w sposób „mokry” (wstrzykiwany jest roztwór wodny sorbentów). Strumień wody w roztworze jest odbierany w taki sposób, aby w kontakcie z oczyszczanymi gazami całość odparowała. Przedstawiony system oczyszczania spalin charakteryzuje się wyższą skutecznością (lepszy kontakt sorbentu z zanieczyszczeniami) niż w przypadku systemu suchego. Popioły lotne i produkty reakcji oczyszczania spalin są następnie separowane na filtry tkaninowym.

W opisywanym systemie oczyszczania spalin przewidziano układ recyrkulacji sorbentów, które nie uległy reakcji ze związkami oczyszczanych gazów. Sorbenty te, po wyłapaniu na filtrze tkaninowym, zwracane są do reaktora sorpcyjnego w celu ponownego wykorzystania.

Odseparowane na filtrze zanieczyszczenia zbierane są na dnie jednostki filtracyjnej a następnie transportowane są pneumatycznie do silosu magazynowego. Silos jest opróżniany w regularnych interwałach czasowych poprzez zaprojektowany system opróżniania, zanieczyszczenia trafiać mogą na podjeżdżające samochody osobowe, lub do być kierowane bezpośrednio do instalacji stabilizacji i unieszkodliwiania.

System odprowadzania spalin

System odprowadzania spalin składa się z wentylatorów spalin oraz przewodów spalinowych z kominem. Wentylatory spalin zapewniają wymagany dla procesów zgazowania i wysokotemperaturowego utleniania przepływ gazów oraz wymuszają właściwy przepływ spalin. Część gazów procesowych jest recyrkulowana do komory wysokotemperaturowego utleniania przy wykorzystaniu wentylatorów recyrkulacyjnych.

System monitoringu i kontroli

Przewidziany system monitoringu i kontroli spełnia funkcje analogiczne, jak opisano w Wariancie I i II.

5.4.3. Wariant III – technologia spalania w piecu rusztowym z odzyskiem ciepła z wilgoci zawartej w spalinach

Opis ogólny

Wariant III polega na rozbudowaniu Wariantu II o system odzysku ciepła utajonego z wilgoci zawartej w spalinach z procesu termicznego przekształcania odpadów. Ze względu na to, że Wariant II został opisany w rozdziale 5.4.2 powyżej, w niniejszym rozdziale skupiono się jedynie na opisie systemu

Odzysk ciepła utajonego

Odzysk ciepła utajonego w Wariacie III zachodzi dzięki zastosowaniu wymiennika przeponowego (wymiana ciepła na drodze spaliny – woda) oraz rekuperatora – wymiennika obrotowego (wymiana ciepła i wilgoci na drodze spaliny – powietrze).

Wymiennik przeponowy

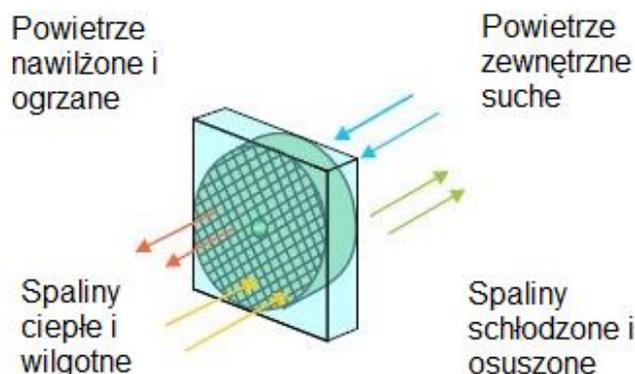
W pierwszym stopniu, aby spaliny zostały schłodzone znacznie poniżej punktu rosy stosuje się wymiennik przeponowy. Schłodzenie spalin poniżej punktu rosy możliwe jest dzięki obniżeniu temperatury wody powrotnej do poziomu około 40°C. Wymiennik ten zaprojektowany jest, jako osobne urządzenie, poprzedzone płuczką doczyszczającą na drodze spalin opuszczających system odpylania i oczyszczania spalin.

Wymienniki ten posiadają konstrukcję zapewniającą:

- swobodny spływ kondensatu,
- odporność na korozję niskotemperaturową,
- wymianę znacznego strumienia ciepła przy niewielkiej różnicy temperatur (znaczne przepływy czynnika chłodzącego).

Rekuperator

Po przejściu powietrza przez wymiennik przeponowy, drugi stopień odzysku ciepła utajonego następuje w wymienniku obrotowym. Odbiór ciepła i wilgoci ze spalin realizowany jest tutaj poprzez nawilżanie i ogrzewanie powietrza pierwotnego, kierowanego do strefy spalania. Schemat działania urządzenia przedstawiono poniżej.



Rysunek 21. Zasada działania wymiennika obrotowego.

W wymienniku obrotowym obraca się cały rdzeń wymiennika, powodując ruch powietrza wewnątrz urządzenia. Spaliny przepływając przez obrotowy element wymiennika, składający się z szeregu szczelin, periodycznie nagrzewają go. W strefie omywania rotora zimnym powietrzem oddaje on ciepło ogrzewając przepływające powietrze.

W wymienniku obrotowym, poza wymianą ciepła, zachodzi również wymiana masy. Ścianki urządzenia nagrzewając się od spalin absorbują część wilgoci ze spalin. Następnie po dokonaniu obrotu i umieszczeniu nagrzanego elementu wymiennika w strudze powietrza nagrzewa się ono odbierając również wodę. Ciągłe obracanie rotora powoduje, że w poszczególnych strefach znajdują się periodycznie kolejne segmenty rotora powodując ciągłą wymianę ciepła i masy.

W celu wyeliminowania wykraplania się wilgoci w kanałach powietrznych wstępnie ogrzane spalinami powietrze podmuchowe zostaje dodatkowo podgrzane przy pomocy gorącej wody, ciepło to nie jest tracone, lecz polepsza bilans energetyczny paleniska.

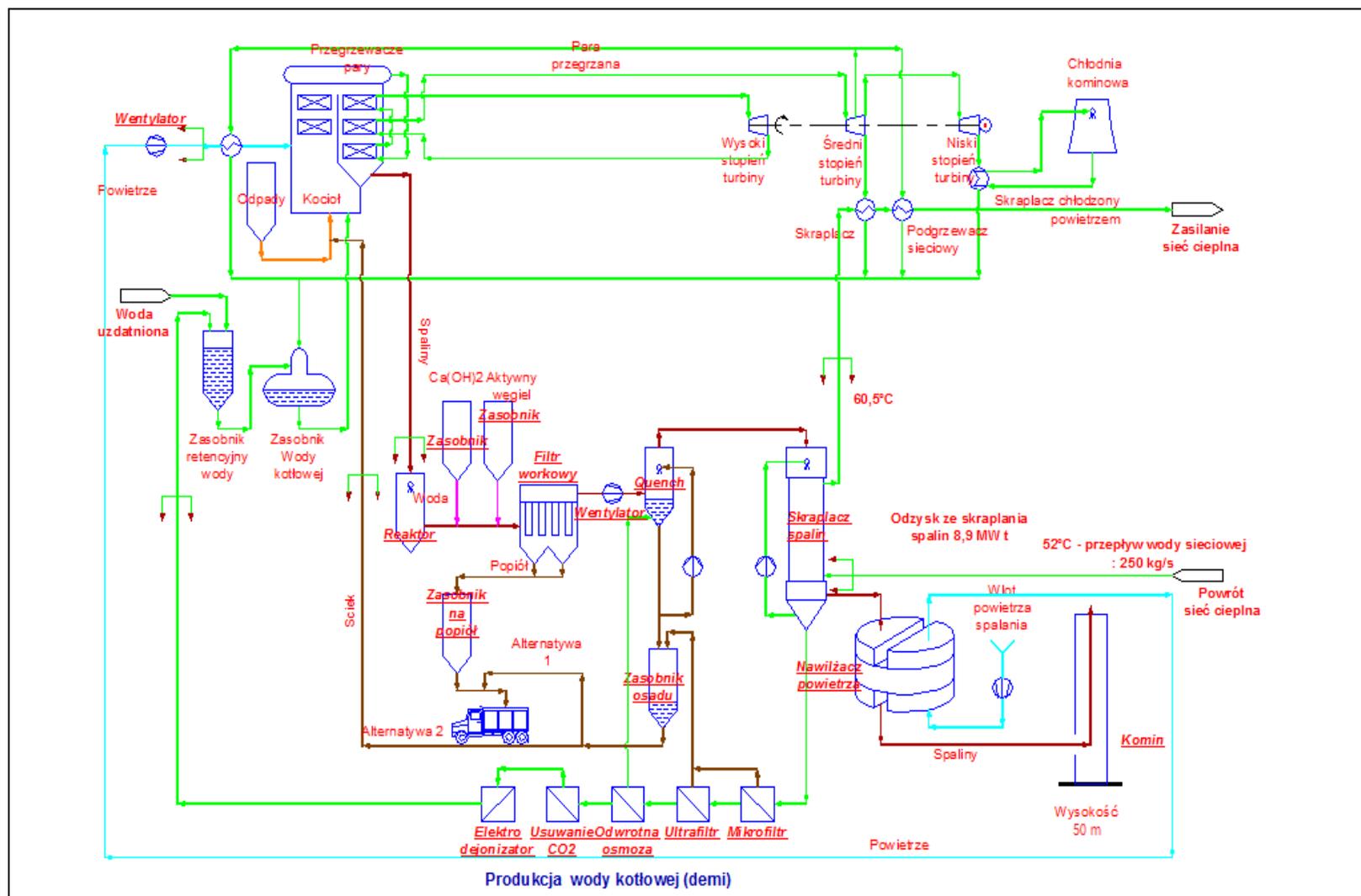
Ochłodzone spaliny, pozbawione dodatkowo wilgoci w rekuperatorze obrotowym również mają mniejszą skłonność do wykraplania kondensatu w kanałach spalinowych. Sprawność wymiennika wynosi ok. 82-85%.

Oczyszczanie kondensatu

Kondensat wykroplony ze spalin jest oczyszczany w mikrofiltrze, ultrafiltrze oraz filtrze wykorzystującym proces odwróconej osmozy. Następnie z kondensatu usuwane jest CO₂. Po przejściu przez dejonizator oczyszczony kondensat może znaleźć zastosowanie użytkowe (np. wykorzystanie w akumulatorach).

Opracowanie:

„Instalacja do termicznego unieszkodliwiania i energetycznego wykorzystania odpadów i osadów ściekowych”



Rysunek 22. Schemat układu odzysku ciepła utajonego ze spalin

Czynniki wpływające na skuteczność systemu

Należy zaznaczyć, że skuteczność działania systemu odzysku ciepła z pary wodnej zawartej w spalinach zależy od wielu czynników:

- temperatury wody powrotnej w sieci,
- zapotrzebowania na ciepło (zapewnienie odbioru ciepła),
- zawartości wilgoci w spalinach (zawartość wilgoci i wodoru w paliwie),
- składu chemicznego spalin,
- temperatury powietrza,
- wilgotności powietrza.

Najważniejszymi z nich, limitującymi skuteczność i stopień wykorzystania powyższej technologii są trzy pierwsze.

6. ANALIZA PORÓWNAWCZA POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW

Opisane powyżej warianty technologiczne (Wariant I, II i III) poddano szczegółowej analizie Prowadzonej w następujący sposób. W pierwszej kolejności wykonano analizę efektywności kosztowej przedsięwzięcia wyliczając i porównując wskaźniki DGC dla poszczególnych wariantów. Następnie przeprowadzona zostanie analiza wielokryterialna, w której jako kryterium ekonomiczne wykorzystane zostaną wyniki analizy efektywności kosztowej. W końcowym etapie zostanie przeprowadzona analiza wpływu wag poszczególnych kryteriów z wykorzystaniem metody programowania kompromisowego.

6.1. ANALIZA EFEKTYWNOŚCI KOSZTOWEJ

6.1.1. Założenia analizy

Analizę opcji przeprowadzono zgodnie z „Wytycznymi w zakresie wybranych zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód”, tj. w oparciu o tzw. dynamiczny koszt jednostkowy (ang. Dynamic Generation Cost – DGC). Zgodnie z tą metodą pod uwagę bierze się zarówno nakłady inwestycyjne jak i efekt ilościowy oraz koszty w okresie eksploatacji.

Obliczany wskaźnik DGC jest faktycznie poziomem cen, przy którym, przy danej ilości efektu uzyskane przychody są równe nakładom powiększonym o koszty inwestycyjne. Obliczenia sprowadzają się do następującego wzoru:

$$DGC = P_{EE} = \frac{\sum_{t=0}^{t=n} \frac{KI_t + KE_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^{t=n} \frac{EE_t}{(1+i)^t}}$$

gdzie:

DGC	dynamiczny koszt jednostkowy,
PEE	cena za jednostkę efektu,
KIt	koszty inwestycyjne poniesione w danym roku,
KEt	koszty eksploatacyjne poniesione w danym roku,
EEt	efekt (ilościowo),
i	stopa dyskontowa,
t	rok, przyjmuje wartości od „0” do „n”, gdzie „0” jest rokiem, w którym ponoszone są pierwsze nakłady, a „n” jest ostatnim rokiem działania instalacji

Analizę przeprowadzono w następujących etapach:

- zdefiniowanie alternatywnych opcji inwestycji,
- oszacowanie dla każdej z opcji nakładów inwestycyjnych oraz kosztów eksploatacji,
- obliczenie wskaźników DGC dla każdej z opcji i porównanie wskaźników,
- oszacowanie dla każdej opcji efektu ekologicznego.

Efekt inwestycji zdefiniowano dwojako, tj. jako:

- ilość odpadów przekazanych do utylizacji ,
- ilość odpadów zagospodarowanych inaczej niż przez składowanie.

6.1.2. Finansowe i ekonomiczne porównanie rozważanych opcji

Dla poszczególnych wariantów oszacowano nakłady, koszty eksploatacji i utrzymania netto oraz efekty inwestycyjne.

W zakresie **efektów inwestycyjnych**:

- Ilości odpadów odbieranych wynikają z analizy popytu i są niezależne od wariantów inwestycji.
- ilości odpadów zagospodarowanych inaczej niż przez składowanie są różne dla analizowanych wariantów (nieznaczne różnice występują między ilością w Wariancie I a ilościami w Wariantach II i III).

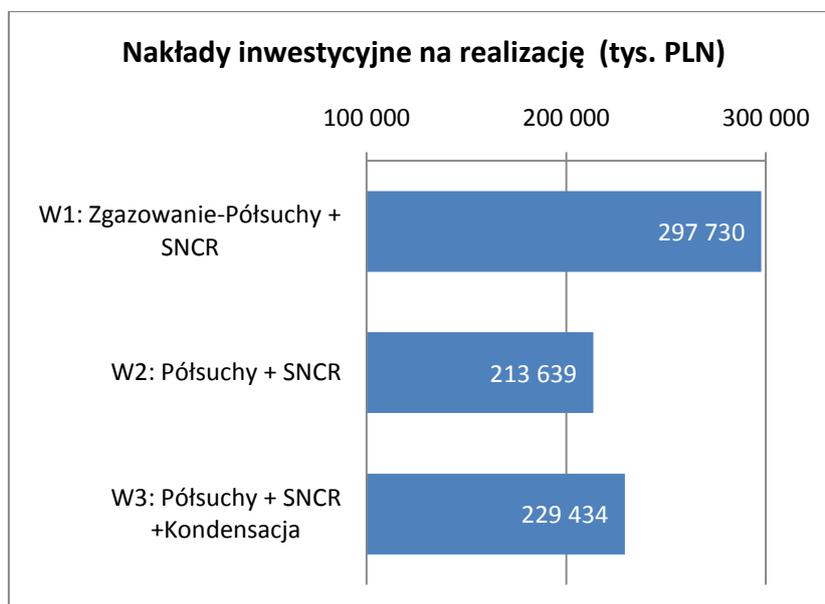
Dla poszczególnych wariantów przyjęto następujące założenia odnośnie sposobu zagospodarowania odpadów:

- Wariant I 89,4 % odpadów unieszkodliwianych inaczej niż przez składowanie,
- Wariant II i III 89,0 % odpadów unieszkodliwianych inaczej niż przez składowanie.

W przypadku wszystkich analizowanych wariantów **nakłady inwestycyjne na realizację inwestycji** ponoszone będą w okresie 2011-2014 r. i wynosić będą łącznie:

- w Wariancie I - 297 730 tys. zł,
- w Wariancie II - 213 639 tys. zł,

- w Wariancie III - 229 434 tys. zł.



Rysunek 23 Nakłady na realizację poszczególnych wariantów.

W każdym z rozpatrywanych wariantów przyjęto ponoszenie **nakładów inwestycyjnych o charakterze odtworzeniowym** od 11-go roku eksploatacji zakładu (tj. poczynając od 2025 r.). Wartość nakładów odtworzeniowych zaprognozowano corocznie w wysokości 5 % wartości łącznych nakładów inwestycyjnych na realizację Zakładu (przyjęto sukcesywną wymianę poszczególnych elementów instalacji i urządzeń w ramach działań remontowych, a nie jednorazową wymianę całych instalacji czy urządzeń).

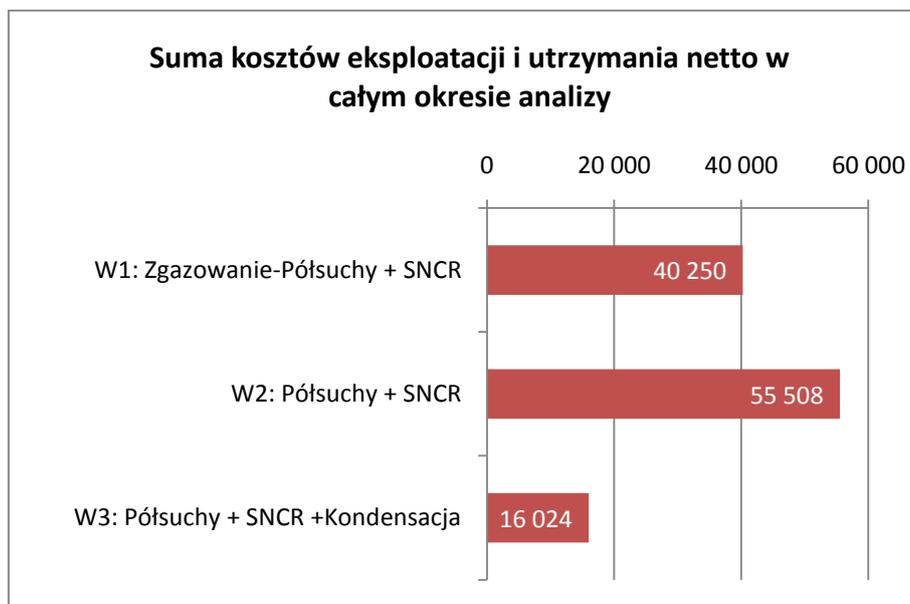
W zakresie **kosztów eksploatacyjnych i utrzymania** dla każdego analizowanego wariantu oszacowano koszty funkcjonowania zakładu (bez amortyzacji), do których zaliczono:

- Koszty obsługi i koszty osobowe,
- Koszty mediów,
- Koszty reagentów i chemikaliów,
- Koszty frakcjonowania żużli,
- Koszty stabilizacji i zestalania,
- Koszty zrzutu ścieków i deponowania pozostałości,
- Koszty utrzymania u remontów wraz z kosztami ogólnymi.

Koszty funkcjonowania zakładu w każdym wariacie inwestycyjnym pomniejszono o wielkość prognozowanych przychodów z tytułu sprzedaży odzyskanych surowców wtórnych, przychodów ze sprzedaży energii elektrycznej i zielonych certyfikatów oraz przychodów ze sprzedaży energii cieplnej, obliczając w ten sposób dla każdego wariantu **koszty eksploatacji i utrzymania netto**.

Łączne koszty eksploatacji i utrzymania netto w przypadku poszczególnych wariantów inwestycyjnych wynoszą:

- Wariant I –40 250 tys. zł,
- Wariant II –55 508 tys. zł,
- Wariant III – 16 024tys. zł.



Rysunek 24 Koszty eksploatacji w poszczególnych wariantach

Analizę DGC przeprowadzono w cenach stałych, przy stopie dyskontowej wynoszącej 5 %. Przyjęto, iż przy założonej wysokości i harmonogramie nakładów o charakterze odtworzeniowym okres analizy jest równy cyklowi życia Projektu. Obliczenia wskaźników DGC przedstawiają Tabele poniżej.

Opracowanie:

„Instalacja do termicznego unieszkodliwiania i energetycznego wykorzystania odpadów i osadów ściekowych”



Tabela 22 Analiza DGC dla Wariantu I.

W1: Zgazowanie-Póluchy + SNCR	j.m.	Total	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2039
EFEKT																
ilość odpadów przyjętych do zagospodarowania	Mg						74 486	75 234	75 969	76 684	77 378	78 056	81 019	81 990	81 990	81 990
dyskontowanie ilości	Mg						54 749	51 203	47 873	44 744	41 805	39 047	27 584	18 998	12 930	9 504
Razem zdyskontowane ilości (do 2039)	Mg	668 803														
ilość odpadów unieszkodliwiana inaczej niż przez składowanie	Mg						66 265	66 930	67 584	68 220	68 837	69 440	72 074	72 936	72 936	72 936
% odpadów unieszkodliwianych inaczej niż przez składowanie	%						89,0%	89,0%	89,0%	89,0%	89,0%	89,0%	89,0%	89,0%	89,0%	89,0%
dyskontowanie ilości	Mg						48 707	45 552	42 589	39 806	37 190	34 737	24 538	16 900	11 502	8 454
Razem zdyskontowane ilości (do 2039)	Mg	594 970														
WYDATKI																
- nakłady inwestycyjne na realizację	tys. PLN	297 730	38 745	68 082	98 870	92 032										
- nakłady inwestycyjne na odtworzenie	tys. PLN	223 297											14 887	14 887	14 887	14 887
- koszty eksploatacji i utrzymania netto	tys. PLN	40 250	0	0,0	0,0	0,0	-1 229	2 835	3 325	3 028	2 702	2 345	967	1 204	1 707	2 182
koszty funkcjonowania zakładu (bez amortyzacji)	tys. PLN	655 565					12 854	17 752	19 120	19 744	20 385	21 044	24 595	28 416	32 645	36 466
zmniejszenia kosztów, w tym:		0														
przychody z tytułu sprzedaży odzyskanych surowców wtórnych	tys. PLN	-28 934					-773	-801	-830	-860	-890	-921	-1 087	-1 251	-1 422	-1 576
energia elektryczna do zbycia	tys. PLN	-281 522					-6 235	-6 637	-7 062	-7 508	-7 978	-8 472	-10 849	-12 509	-14 222	-15 760
energia ciepła do zbycia	tys. PLN	-304 859					-7 075	-7 479	-7 903	-8 348	-8 816	-9 307	-11 692	-13 452	-15 294	-16 948
Razem nakłady + koszty	tys. PLN	561 277	38 745	68 082	98 870	92 032	-1 229	2 835	3 325	3 028	2 702	2 345	15 853	16 090	16 593	17 069
Dyskontowanie nakładów i kosztów	tys. PLN	320 484	38 745	63 039	84 765	73 058	-903	1 930	2 095	1 767	1 460	1 173	5 397	3 728	2 617	1 979
Razem zdyskontowane nakłady i koszty	tys. PLN	320 484														
DGC dla ilości przyjętych odpadów	PLN/Mg	479														
DGC dla ilości odpadów zagospodarowanych inaczej niż przez składowanie	PLN/Mg	539														

Opracowanie:

„Instalacja do termicznego unieszkodliwiania i energetycznego wykorzystania odpadów i osadów ściekowych”



Tabela 23 Analiza DGC dla Wariantu II.

W2: Pólsuchy + SNCR	j.m.	Total	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2039
EFEKT																
ilość odpadów przyjętych do zagospodarowania	Mg						77 362	78 143	78 910	79 657	80 382	81 091	84 196	85 218	85 218	85 218
dyskontowanie ilości							56 863	53 183	49 727	46 479	43 428	40 566	28 665	19 746	13 439	9 878
Razem zdyskontowane ilości (do 2039)	Mg	694 907														
Ilość odpadów unieszkodliwiana inaczej niż przez składowanie	Mg						68 831	69 526	70 209	70 873	71 518	72 149	74 912	75 821	75 821	75 821
% odpadów unieszkodliwianych inaczej niż przez składowanie	%						89,0%	89,0%	89,0%	89,0%	89,0%	89,0%	89,0%	89,0%	89,0%	89,0%
dyskontowanie ilości			0	0	0	0	50 593	47 318	44 243	41 354	38 639	36 093	25 505	17 569	11 957	8 789
Razem zdyskontowane ilości (do 2039)	Mg	618 279														
WYDATKI																
- nakłady inwestycyjne na realizację	tys. PLN	213 639	24 425	43 697	89 806	55 711										
- nakłady inwestycyjne na odtworzenie	tys. PLN	160 229											10 682	10 682	10 682	10 682
- koszty eksploatacji i utrzymania netto	tys. PLN	55 508	0	0,0	0,0	0,0	-1 124	2 139	2 694	2 667	2 636	2 601	2 378	2 282	2 245	2 149
koszty funkcjonowania ZTPO	tys. PLN	593 583					12 124	15 959	17 107	17 691	18 291	18 908	22 226	25 757	29 639	33 145
zmniejszenia kosztów, w tym:		0														
przychody z tytułu sprzedaży odzyskanych surowców wtórnych	tys. PLN	-33 271					-889	-921	-954	-988	-1 023	-1 059	-1 250	-1 438	-1 635	-1 812
energia elektryczna do zbycia	tys. PLN	-235 534					-5 642	-5 903	-6 173	-6 452	-6 741	-7 039	-8 663	-10 315	-12 097	-13 739
energia ciepła do zbycia	tys. PLN	-269 270					-6 718	-6 997	-7 286	-7 584	-7 891	-8 207	-9 935	-11 721	-13 662	-15 445
Razem nakłady + koszty	tys. PLN	429 375	24 425	43 697	89 806	55 711	-1 124	2 139	2 694	2 667	2 636	2 601	13 060	12 964	12 927	12 831
Dyskontowanie nakładów i kosztów	tys. PLN	237 640	24 425	40 460	76 994	44 225	-826	1 456	1 698	1 556	1 424	1 301	4 447	3 004	2 039	1 487
Razem zdyskontowane nakłady i koszty	tys. PLN	237 640														
DGC dla ilości przyjętych odpadów	PLN/Mg	342														
DGC dla ilości odpadów zagospodarowanych inaczej niż przez składowanie	PLN/Mg	384														

Opracowanie:

„Instalacja do termicznego unieszkodliwiania i energetycznego wykorzystania odpadów i osadów ściekowych”

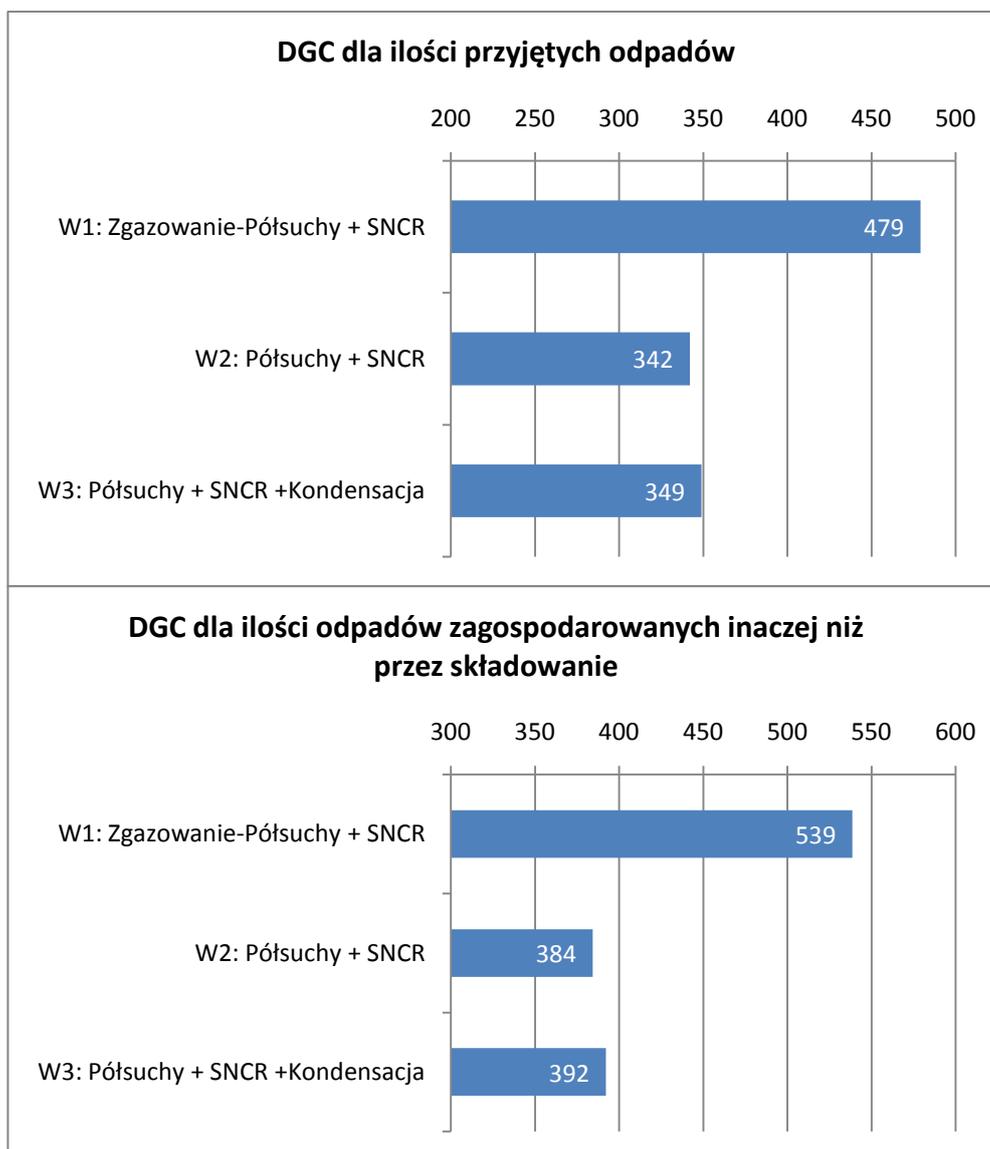


Tabela 24 Analiza DGC dla Wariantu III.

W3: Pótsuchy + SNCR +Kondensacja	j.m.	Total	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2039
EFEKT																
ilość odpadów przyjętych do zagospodarowania	Mg						77 362	78 143	78 910	79 657	80 382	81 091	84 196	85 218	85 218	85 218
dyskontowanie ilości							56 863	53 183	49 727	46 479	43 428	40 566	28 665	19 746	13 439	9 878
Razem zdyskontowane ilości	Mg	694 907														
ilość odpadów unieszkodliwiana inaczej niż przez składowanie	Mg			0	0	0	68 831	69 526	70 209	70 873	71 518	72 149	74 912	75 821	75 821	75 821
% odpadów unieszkodliwianych inaczej niż przez składowanie	%						89,0%	89,0%	89,0%	89,0%	89,0%	89,0%	89,0%	89,0%	89,0%	89,0%
dyskontowanie ilości				0	0	0	50 593	47 318	44 243	41 354	38 639	36 093	25 505	17 569	11 957	8 789
Razem zdyskontowane ilości	Mg	618 279														
WYDATKI																
- nakłady inwestycyjne na realizację	tys. PLN	229 434	27 642	49 688	93 845	58 260										
- nakłady inwestycyjne na odtworzenie	tys. PLN	172 075											11 472	11 472	11 472	11 472
- koszty eksploatacji i utrzymania netto	tys. PLN	16 024	0	0,0	0,0	0,0	-2 388	1 086	1 640	1 566	1 487	1 402	916	568	273	-54
koszty funkcjonowania ZTPO	tys. PLN	608 575					12 321	16 420	17 621	18 213	18 822	19 447	22 812	26 396	30 339	33 899
zmniejszenia kosztów, w tym:		0														
przychody z tytułu sprzedaży odzyskanych surowców wtórnych	tys. PLN	-33 272					-889	-921	-954	-988	-1 023	-1 059	-1 250	-1 438	-1 635	-1 812
energia elektryczna do zbycia	tys. PLN	-233 763					-5 597	-5 857	-6 125	-6 402	-6 689	-6 985	-8 597	-10 238	-12 007	-13 637
energia ciepła do zbycia	tys. PLN	-325 515					-8 223	-8 557	-8 901	-9 257	-9 623	-10 001	-12 049	-14 152	-16 424	-18 503
Razem nakłady + koszty	tys. PLN	417 533	27 642	49 687,8	93 844,5	58 259,8	-2 388	1 086	1 640	1 566	1 487	1 402	12 387	12 039	11 744	11 418
Dyskontowanie nakładów i kosztów	tys. PLN	242 501	27 641,8	46 007,2	80 456,5	46 248,5	-1 755	739	1 034	914	803	702	4 217	2 790	1 852	1 324
Razem zdyskontowane nakłady i koszty	tys. PLN	242 501														
DGC dla ilości przyjętych odpadów	PLN/Mg	349														
DGC dla ilości odpadów zagospodarowanych inaczej niż przez składowanie	PLN/Mg	392														

6.1.3. Wskazanie Najlepszych Rozwiązań Spośród Rozważanych Opcji

Z obliczeń przedstawionych powyżej wynika, że zarówno w przypadku pierwszego jak i drugiego efektu inwestycyjnego **najbardziej efektywnym pod względem ekonomicznym jest Wariant 2.**



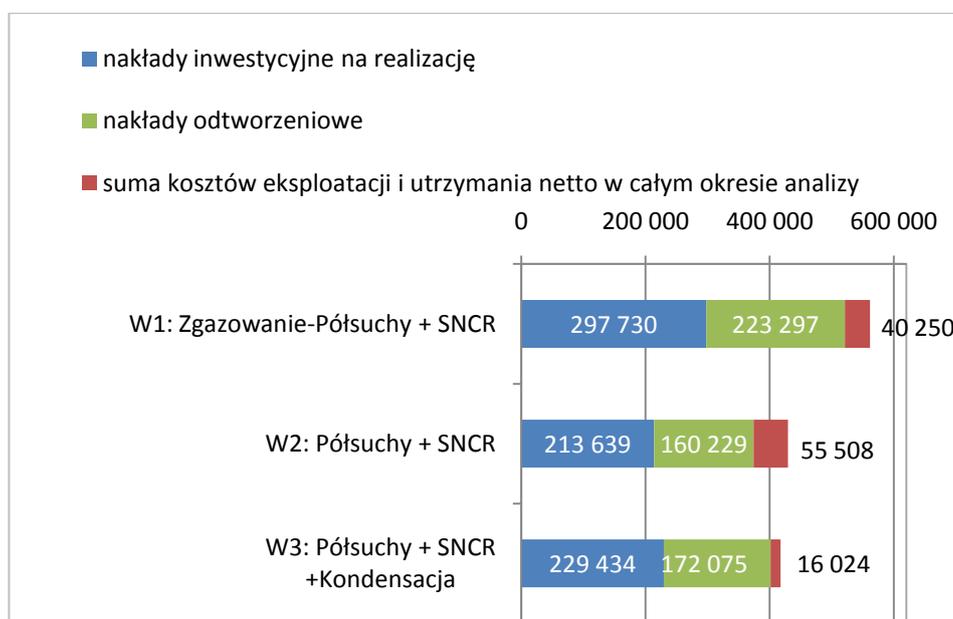
Rysunek 25 Porównanie wskaźników DGC dla analizowanych wariantów (zł/Mg).

Wariant 2 charakteryzuje się **najmniejszymi spośród rozpatrywanych wariantów nakładami inwestycyjnymi oraz najniższymi kosztami eksploatacji i utrzymania.**

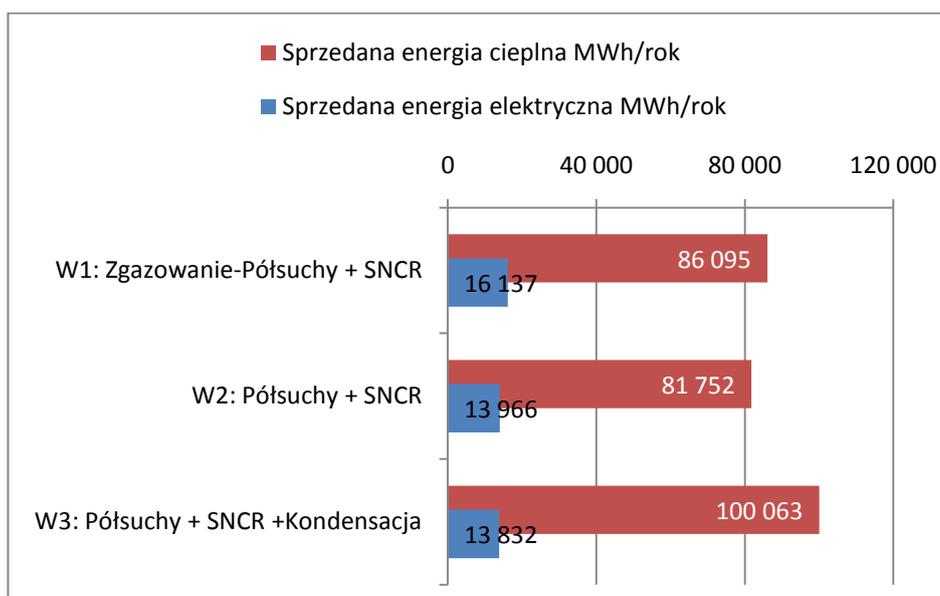
Wariant 1 pomimo zwiększonego w stosunku do Wariantu 2 poziomu nakładów inwestycyjnych uzyskuje podobne do Wariantu 2 parametry w zakresie ilości sprzedawanej energii elektrycznej i ciepłej, a wobec najwyższych kosztów eksploatacji jest najmniej efektywny spośród wszystkich rozpatrywanych wariantów.

Uzyskanie znacznego przyrostu wytwarzanej energii cieplnej w Wariancie 3 skutkujące istotnym spadkiem kosztów eksploatacji i utrzymania netto nie pozwoliło jednak skompensować znacznego wzrostu nakładów inwestycyjnych, co w efekcie obniżyło efektywności tego wariantu.

Wariant ten byłby bardziej korzystny w przypadku spalania odpadów zawierających większą ilość wilgoci przy jednoczesnym zapewnieniu odbioru ciepła o niskiej temperaturze.



Rysunek 26 łączne nakłady oraz koszty eksploatacji i utrzymania netto dla analizowanych wariantów.



Rysunek 27 Ilości wytwarzanej energii dla analizowanych wariantów.

Z przeprowadzonej metodą efektywności kosztowej analizy wynika, że jednoznacznie najkorzystniejszym wariantem utylizacji odpadów poprzez ich termiczne przekształcanie będzie Wariant 2 - czyli utylizacja odpadów w instalacji opartej o palenisko z rusztem pochyłym, bez dodatkowych układów zwiększających produkcję ciepła poprzez odzysk ciepła utajonego z wilgoci zawartej w spalinach.

6.2. ANALIZA WIELOKRYTERIALNA

Analizę wielokryterialną przeprowadzono uwzględniając następujące kryteria

- Kryterium ekonomiczne
- Kryterium środowiskowe i prawne
- Kryterium techniczne
- Kryterium społeczno-polityczne

Kryterium ekonomiczne utworzono wykorzystując przeprowadzoną powyżej ocenę efektywności kosztowej. Na ocenę w kolejnych kryteriach składają się oceny cząstkowe poszczególnych podkryteriów.

Poszczególne podkryteria tworzone są w skali 0-10. Następnie suma Ocen cząstkowych dla poszczególnych kryteriów transponowana będzie również do przedziału 0-10 przez co zostanie zrównoważone znaczenie poszczególnych kryteriów (kryteria posiadają różną ilość podkryteriów).

Analiza wielowariantowa umożliwi zwiększenie znaczenia poszczególnych kryteriów poprzez nadawanie im wag. Ponieważ takie działanie zawsze obarczone jest subiektywizmem ze strony zamawiającego, zdecydowano że wszystkie wagi będą identyczne i wyniosą 1.

6.2.1. Kryterium ekonomiczne – ocena DGC

Tabela 25. Porównanie podstawowych kryteriów wyboru rozważanych opcji.

KRYTERIUM EKONOMICZNE		Wariant I	Wariant II	Wariant III
		0	10	9
Ilość odpadów przekazanych do utylizacji	1	479	442	449
Ocena kryterium z uwzględnieniem wag		0	10	9
Ocebną tryterium (0-10)		0	10	9

6.2.2. Kryterium środowiskowe i prawne

Tabela 26. Porównanie podstawowych kryteriów wyboru rozważanych opcji.

Lp.	Wyszczególnienie	Waga	Wariant I	Wariant II	Wariant III
1.	Zgodność z aktualnie obowiązującymi przepisami w zakresie ochrony środowiska	1	10	10	10
			Zgodne	Zgodne	Zgodne
2.	Zgodność z Krajowym Planem Gospodarki Odpadami i przepisami UE (do roku 2020)	1	9	10	10
			Zgodne zależne od możliwości podwyższenia wartości opałowej odpadów	Zgodne	Zgodne
3.	Możliwość realizacji obiektów zakładu w obrębie wskazanych przez Wnioskodawcę lokalizacji	1	5	10	10
			Konieczna jest dodatkowa powierzchnia na proces suszenia	Powierzchnia wystarczająca	Powierzchnia wystarczająca
4.	Brak potencjalnych, istotnych zagrożeń dla środowiska	1	9	10	10
			Zbyt niska wartość opałowa może prowadzić do konieczności stosowania paliwa dodatkowego	Pełne zabezpieczenia oraz sprawna instalacja oczyszczania spalin	Pełne zabezpieczenia oraz sprawna instalacja oczyszczania spalin
5.	Ocena kryterium z uwzględnieniem wag		33,00	40,00	40,00
6.	Ocena kryterium przetransponowana do zakresu 0-10		8,25	10,00	10,00

6.2.3. Kryterium techniczne

Tabela 27. Porównanie podstawowych kryteriów wyboru rozważanych opcji.

Lp.	Wyszczególnienie	Waga	Wariant I	Wariant II	Wariant III
1.	Zapotrzebowanie terenu umożliwiające funkcjonowanie systemu na dostępnym obszarze	1	5	10	10
			Konieczne pozyskanie dodatkowej powierzchni dla potrzeb suszenia odpadów	Powierzchnia wystarczająca	Powierzchnia wystarczająca
2.	Doświadczenia na terenie UE – wdrożenia na skalę przemysłową	1	5	10	8
			Pojedyncze pracujące instalacje	Technologia najbardziej rozpowszechniona	W zakresie odzysku ciepła z kondensacji doświadczenia jedynie w Skandynawii
3.	Energia elektryczna i/lub ciepła do zbytu w zawodowej sieci	1	8	8	10
			Produkcja ciepła i energii elektrycznej w kogeneracji	Produkcja ciepła i energii elektrycznej w kogeneracji	Zwiększona produkcja ciepła
4.	Zapotrzebowanie na wodę	1	8	8	10
			System pól suchy niskie zapotrzebowanie na wodę	System pól suchy niskie zapotrzebowanie na wodę	Produkcja wody odzyskiwanej ze spalin
5.	Zatrudnienie	1	8	10	10
			Zatrudnienie zwiększone o obsadę suszarni	W Koninie istnieje rynek pracy w specjalnościach energetycznych	W Koninie istnieje rynek pracy w specjalnościach energetycznych
6.	Zrzut ścieków/odcieki	1	8	10	9
			Technologia bezściekowa - mogą powstać odcieki w procesie suszenia	Technologia bezściekowa	Technologia bezściekowa - może powstać nadmiar kondensatu
7.	Ocena kryterium z wzgl.. wag		42,00	56,00	57,00
8.	Ocena kryterium przetransponowana do zakresu 0-10		7,00	9,33	9,50

6.2.4. Kryterium Społeczno-polityczne

Tabela 28. Porównanie podstawowych kryteriów wyboru rozważanych opcji.

Lp.	Wyszczególnienie	Waga	Wariant I	Wariant II	Wariant III
1.	Przychylność społeczna	1	5	7	6
			Technologia mało rozpowszechniona, dodatkowo konieczne suszenie odpadów	Technologia dojrzała i sprawdzona	Widoczny pióropusz pary wydostający się z komina
2.	Zgodność z zasadą utylizacji w miejscu powstawania	1	9	10	10
			Konieczność dodatkowego przewożenie odpadów	Zgodne	Zgodne
3.	Realizacja zobowiązań Polski w stosunku do UE.	1	9	10	9
			Nieznacznie niższa produkcja energii w stosunku do technologii spalania	Energia produkowana w kogeneracji	Część energii cieplnej produkowana jest poza kogeneracją
4.	Nowe miejsca pracy	1	10	8	8
			Zatrudnienie zwiększone o obsadę suszarni - łącznie 56 osób	Przewidywane zatrudnienie 48 osób	Przewidywane zatrudnienie 48 osób
5.	Ocena kryterium z uwzględnieniem wag		33,00	35,00	33,00
6.	Ocena kryterium przetransponowana do zakresu 0-10		8,25	8,75	8,25

6.2.5. Podsumowanie analizy wielokryterialnej

Tabela 29. Łączne zestawienie kryteriów .

Lp.	Wyszczególnienie	Waga	Wariant I	Wariant II	Wariant III
1.	Kryterium ekonomiczne	1	0	10,00	9,00
2.	Kryterium środowiskowe i prawne	1	8,25	10,00	10,00
3.	Kryterium techniczne	1	7,00	9,33	9,50
4.	Kryterium społeczno-polityczne	1	8,25	8,75	8,25
5.	Ocena kryterium z uwzględnieniem wag		23,50	38,08	36,75

Podsumowując należy podkreślić, że wszystkie Warianty spełniają wymagania prawne i Założenia Kpgo 2010. Warianty. Żaden z wariantów nie uzyskał największej ilości punktów w każdym z ocenianych kryteriów.

Na podstawie analizy wielokryterialnej jako wariant najkorzystniejszy podobnie jak w analizie DGC został wybrany Wariant 2.

6.3. WPŁYW WAG KRYTERIÓW NA WYNIKI ANALIZY WIELOKRYTERIALNEJ

Z uwagi na fakt, iż żaden z ocenianych wariantów nie uzyskał bezwzględnie najkorzystniejszych obec w każdym z rozpatrywanych kryteriów, oraz że jedynie kryterium ekonomiczne z uwagi na matematyczne wyliczenie nie jest obarczone subiektywnymi preferencjami oceniającego, zdecydowano uzupełnić analizę wielokryterialną o ocenę wpływu wag (a tym samym preferencji poszczególnych grup społecznych) na wynik analizy wielokryterialnej.

W tym celu wykorzystano metodę programowania kompromisowego.

Ponieważ do momentu przeprowadzenia analizy, nie wyodrębniły się na terenie Konina grupy interesów, których preferencje w sposób istotny wpływałyby na kształtowanie wag, w analizie wielokryterialnej przyjęto, że zarówno wagi cząstkowych kryteriów jak i kryteriów głównych będą równe 1. Z tego samego powodu, analizę wpływu wag przeprowadzono dla wszystkich nie powtarzających się kombinacji wag 1 i 5 oraz 1 i 10.

Wyniki tak przeprowadzonej analizy powinny wskazać, który z rozpatrywanych wariantów ma największe szanse na akceptację, niezależnie od preferencji oceniającego.

Dodatkowo określono (zaznaczając w poniższej tabeli kolorem), które z wariantów przy założonych wagach uzyskują wynik o 10% nie gorszy niż wariant hipotetyczny (idealny), który w trakcie oceny dla każdego z ocenianych kryteriów uzyskałby najwyższą ocenę, a więc niezależnie od preferencji byłby bezwzględnie najkorzystniejszy. Wyniki obliczeń przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 30. Zestawienie pozycji poszczególnych wariantów z uwzględnieniem wag

WAGA				OCENA SCENARIUSZY		
KRYTERIUM EKONOMICZNE - ocena DGC	KRYTERIUM ŚRODOWISKOWE I PRAWNE	KRYTERIUM TECHNICZNE	KRYTERIUM SPOŁECZNO-POLITYCZNE	Wariant I - Wykorzystanie technologii zgazowania oraz technologii rusztowej z dopalaniem	Wariant II - Wykorzystanie technologii spalania w piecu rusztowym	Wariant III - Wykorzystanie technologii spalania w piecu rusztowym z odzyskiem ciepła utajonego
				$\alpha = 1$		
1	1	1	1	3	1	2
5	1	1	1	3	1	2
1	5	1	1	3	1	2
5	5	1	1	3	1	2
1	1	5	1	3	1	2
5	1	5	1	3	1	2
1	5	5	1	3	1	2
5	5	5	1	3	1	2
1	1	1	5	3	1	2
5	1	1	5	3	1	2
1	5	1	5	3	1	2
5	5	1	5	3	1	2
1	1	5	5	3	1	2
5	1	5	5	3	1	2
1	5	5	5	3	1	2
10	1	1	1	3	1	2
1	10	1	1	3	1	2
10	10	1	1	3	1	2
1	1	10	1	3	2	1
10	1	10	1	3	1	2
1	10	10	1	3	2	1
10	10	10	1	3	1	2
1	1	1	10	3	1	2
10	1	1	10	3	1	2
1	10	1	10	3	1	2
10	10	1	10	3	1	2
1	1	10	10	3	1	2
10	1	10	10	3	1	2
1	10	10	10	3	1	2

Tabela 31. Ranking Wariantów z uwzględnieniem wag.

	Wariant I	Wariant II	Wariant III
MIEJSCE I	0	27	2
	0%	93%	7%
MIEJSCE II	0	2	27
	0%	7%	98%
MIEJSCE III	29	0	0
	100%	0%	0%
MIEJSCE I-III	29	29	29

Z wyników zamieszczonych w powyższych tabelach jednoznacznie wynika, że najmniej korzystny będzie Wariant I. Pozostałe dwa warianty posiadają wyniki nie odbiegające więcej niż 10% od warianty hipotetycznego. Zdecydowanie korzystniejszym jest Wariant II klasyfikowany na I miejscu 27 razy co stanowi 93% wszystkich rozpatrywanych kombinacji, utworzonych w sposób nie preferujący żadnego z kryteriów. Wariant III występuje na I i miejscu dwukrotnie dla kombinacji wag w którym kryterium techniczne jest uwypuklone wagą równą 10.

Współczynnik α pozwala na przeprowadzenie wyliczeń w sposób uwypuklający różnice między ocenami podnosząc ocenę poszczególnych kryteriów do potęgi o wykładniku α przed wyliczeniem oceny wariantu. Pozwala to na uwzględnienie rozrzutu ocen od wariantu hipotetycznego.

Zwiększenie współczynnika α nie wpływa na ranking. Wraz ze wzrostem wartości tego współczynnika maleje jednak ilość kombinacji wag przy, których ocena Wariantu III odbiega mniej niż 10% od wariantu hipotetycznego.

Powyzsza analiza potwierdza, że Wariant II oceniony będzie najkorzystniej niezależnie od preferencji osób (środowisk) biorących udział w ocenie.

7. OPIS WYBRANEGO WARIANTU TECHNOLOGICZNEGO

7.1. SZCZEGÓŁOWY OPIS WYBRANEGO ROZWIĄZANIA TECHNOLOGICZNEGO

7.1.1. Podstawowe parametry Zakładu Termicznego Unieszkodliwiania Odpadów (ZTUO)

W zaproponowanej koncepcji wykorzystano doświadczenia aglomeracji europejskich dotyczące termicznego przekształcania stałych odpadów komunalnych w oparciu o spalanie w piecu rusztowym, bowiem metoda ta jest wiodącą we wszystkich aglomeracjach europejskich liczących powyżej 300 000 mieszkańców.

Do najistotniejszych cech wskazanego rozwiązania należą:

- a. Ruszt pochyły chłodzony powietrzem, którego konstrukcja sprawdziła się w zakładach termicznego przekształcania odpadów komunalnych na całym świecie, zapewniający możliwość spalania odpadów o różnej wartości opałowej wilgotności i uziarnieniu,
- b. piec odzysknicowy parowy zintegrowany z kotłem o parametrach pary 40bar/400°C zabezpieczony przed powstawaniem korozji wysokotemperaturowej,
- c. optymalny odzysk energii zawartej w odpadach,
- d. skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepłej,
- e. podgrzewanie wody z miejskiej sieci ciepłowniczej i zaopatrywanie sieci publicznej w energię elektryczną,
- f. oczyszczanie spalin z efektywnym systemem, typu selektywnej niekatalitycznej redukcji tlenków azotu SNCR, spełniającym najbardziej rygorystyczne wymagania emisyjne oraz pół-suchym systemem oczyszczania spalin w celu redukcji emisji kwaśnych zanieczyszczeń, pyłów, metali ciężkich oraz dioksyn i furanów.

Zakładane parametry techniczne instalacji przedstawione są w tabeli poniżej.

Tabela 32. Zakładane parametry techniczne instalacji

Podstawowe parametry ZTUO		
Nominalna wydajność jednej linii termicznego przekształcania	Mg/h	12,05
Ilość linii termicznego przekształcania	-	1
Minimalny czas pracy linii termicznego przekształcania	h	7800
Węzeł waloryzacji żużla	Mg/rok	25 000 (żużel z niewydzielonymi metalami)
Węzeł zestalania i chemicznej stabilizacji pyłów i stałych pozostałości z oczyszczania spalin	Mg/rok	7 000
Rodzaje termicznie przekształcanych odpadów		
Fracje resztkowe zmieszanych odpadów komunalnych	Mg/rok	94 000
Nominalna wartość opałowa	kJ/kg	8 500
Wysuszone osady ściekowe	Mg/rok	Nie stosowane
Odpady medyczne	Mg/rok	Nie stosowane
Nominalna wartość opałowa przyjęta do obliczeń	kJ/kg	8 500
Technologia		
Piec		rusztowy zintegrowany z kotłem
Ruszt		pochylony
Kocioł		Odzyskowy parowy
Turbina		upustowo-kondensacyjna
Technologia oczyszczania spalin		
Rodzaj oczyszczania	Metoda	Odczynnik
Odsiarczanie spalin	Pół-sucha	Mleczko wapienne
Odazotowanie spalin	SNCR	Mocznik stały lub woda amoniakalna
Redukcja dioksyn, furanów i metali ciężkich	Strumieniowo-pyłowa	Węgiel aktywny
Parametry pary przegrzanej		
Ciśnienie	MPa	4
Temperatura	°C	400

Źródło: opracowanie własne

7.1.2. Bilans energetyczny ZTUO

Instalacja zostanie zaprojektowana w sposób umożliwiający spalanie odpadów w zakresie wartości opałowej z przedziału <6GJ/Mg ; 11GJ/Mg>. Nominalne parametry pracy osiągane są dla paliwa o wartości opałowej 8 GJ/Mg. Linia będzie gwarantować możliwość chwilowego przeciążenia o 10% zarówno wydajności masowej jak i termicznej paleniska.

Układ wytwarzania energii elektrycznej zaprojektowany został na nominalną wydajność masową przy wartości opałowej 8,5 GJ/Mg. Zwiększanie wielkości turbogeneratorsa uznano za niecelowe z uwagi na obniżenie sprawności przy obciążeniu częściowym, które może wystąpić w początkowym okresie eksploatacji

Tabela 33. Odzysk energii w ZTUO w odniesieniu do danych CEWEP, BREF i od dostawców technologicznych

Parametry	Jednostka	Wg BREF (wartości średnie dla $W_d = 10,4$ MJ/kg)	ZTUO w Koninie		
			średnioroczne	praca w kondensacji	praca w kogeneracji
Wartość opałowa odpadów	[MJ/kg]	10,4	8,5		
Sprawność cieplna η <small>spaliny – para</small>	[%]	81,2 (75,2 – 84,2)	min. 82		
Produkcja pary przegrzanej: - Temperatura pary - Ciśnienie pary - Ilość pary	°C bar [Mg _p /Mg _{spal. odp.}]	380 - 440 40 – 45 -	400 40 2,5		
Energia cieplna: - wytworzona - wyprowadzona - zużycie własne	[MWh _t /Mg _{spal. odp.}]	1,992 (1,376 - 2,511) 1,786 (0,952 – 2,339) 0,433 (0,021 – 0,935)	1,506 1,250 0,256	0,256 0 0,256	1,582 1,326 0,256
Energia elektryczna - wytworzona - wyprowadzona - zużycie własne	[MWh _e /Mg _{spal. odp.}]	0,546 (0,415 – 0,644) 0,396 (0,279 – 0,458) 0,142 (0,062 – 0,257)	0,400 0,301 0,099	0,449 0,350 0,099	0,283 0,184 0,099
Współczynnik efekt. energetycznej w kogeneracji:	-		> 75		

Źródło: Opracowanie własne

Powyższe wskaźniki produkcji i zużycia energii oparto na danych od dostawców technologii, danych podanych w BREF oraz danych CEWEP (Stowarzyszenie Europejskich Zakładów Waste-to-Energy).

Odniesienie do wskaźników BREF

Wg BREF wskaźnik eksportu energii elektrycznej waha się od wartości 0,279 MWh/Mg do 0,458 MWh/Mg, osiągając wartość średnią 0,396 MWh/Mg. Powyższe wskaźniki wyliczone są dla odpadów o

wartości opałowej 2,9 MWh/Mg, a więc około 10,4 GJ/Mg. Po proporcjonalnym przeliczeniu wyżej wymienionego wskaźnika średniego do wartości opałowej 8,5 GJ/Mg wyniesie ona 0,324.

Analogicznie, wg BREF wskaźnik eksportu energii cieplnej waha się od wartości 0,952 MWh/Mg do 2,339 MWh/Mg, osiągając wartość średnią 1,786 MWh/Mg. Powyższe wskaźniki odnoszą się również do odpadów o wartości opałowej 2,9 MWh/Mg, a więc około 10,4 GJ/Mg. Po proporcjonalnym przeliczeniu wyżej wymienionego wskaźnika do wartości opałowej 8,5 GJ/Mg, otrzymuje się wartość średnią **1,460 MWh/Mg**.

BREF podaje również (str. 284), że przy kogeneracji, oprócz energii elektrycznej może być dodatkowo dostarczone **1,25-1,5 MWh** ciepła na tonę odpadów.

Jest to również zgodne z bilansem, dla którego średnioroczny wskaźnik eksportu ciepła wynosi **1,250 MWh/Mg**.

Walidacja zgodnie z danymi określonymi w CEWEP

Z danych CEWEP wynika, iż dla 115 spalarni europejskich pracujących w układzie CHP (podobnie jak planowana spalarnia dla Konina) średnia ważona wartość wskaźnika produkcji energii elektrycznej wynosi 0,416 MWh_e/Mg, natomiast dla energii cieplnej wyprodukowanej i zużytej – 1,341 MWh_t/Mg.

Biorąc pod uwagę fakt, że dla Europy Środkowej średnia wartość opałowa odpadów podlegających termicznemu przekształcaniu w zakładach Waste-to-Energy wynosi 9,895 GJ/Mg – po proporcjonalnym przeliczeniu do wartości opałowej 8,5 GJ/Mg otrzymano wartość wskaźników dla produkcji energii elektrycznej 0,357 MWh/Mg oraz dla wyprodukowanej i zużytej na własne potrzeby energii cieplnej - 1,115 MWh/Mg.

Porównanie z danymi uzyskanymi od dostawców technologii:

Dostawcy technologii termicznego przekształcania odpadów podają wartości współczynników odzysku (eksportu) energii elektrycznej w wysokości około **400 kWh_e/Mg** odpadów, natomiast cieplnej – około **1,250 MWh_t/Mg** odpadów (dla wartości opałowej około 8,5 GJ/Mg).

Powyższe dane potwierdzają, że przyjęte w niniejszym opracowaniu wskaźniki eksportu energii elektrycznej i ciepła, decydujące w znacznym stopniu o generowanym strumieniu przychodów, można uznać za „bezpieczne” i zgodne z danymi BREF, CEWEP oraz dostawców technologii termicznego przekształcania odpadów.

Istnieje możliwość zwiększenia sprawności wytwarzania energii elektrycznej jednakże konieczne będzie w takim przypadku głębsze przegrzanie pary (do temperatury 450 - 500°C) co może doprowadzić do znacznego ograniczenia żywotności przegrzewaczy pary lub podwyższenia nakładów inwestycyjnych w wyniku ponoszenia dodatkowych kosztów zabezpieczenia powierzchni wymiany ciepła przed korozją.

7.1.3. Współczynnik efektywności energetycznej

7.1.3.1. Odzysk energii – wymagana efektywność energetyczna

Zastosowana technologia zapewni optimum między warunkami zapewniającymi trwałość wymienników ciepła, a maksymalnym wykorzystaniem energii chemicznej (w 42% odnawialnej) uwalnianej podczas spalania odpadów.

W tabeli umieszczonej powyżej zestawiono wskaźniki odzysku energii opracowane na podstawie „inwentaryzacji energetycznej” kilkudziesięciu spośród funkcjonujących w Europie zakładów termicznego przekształcania odpadów komunalnych (BREF) oraz przewidywane w oparciu o analizę ofert technicznych kilku europejskich firm – dostawców technologii spodziewane do uzyskania w ZTUO.

Zgodnie z Dyrektywą 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylającą niektóre dyrektywy, nowe instalacje termicznego przekształcania odpadów komunalnych, które otrzymały zezwolenie po dniu 31 grudnia 2008 r., winny wykazać się wysoką efektywnością energetyczną równą lub większą od 0,65. Wówczas instalacje takie traktowane są jako zakład recyklingowy (spalanie jako odzysk o kodzie R1), dla pozostałych instalacji proces spalania jest traktowany jako unieszkodliwianie (kod D10) - obojętnie, czy przy tym odzyskiwana jest energia z odpadów czy też nie.

Warunek ten stosowany jest zgodnie z dokumentem referencyjnym dotyczącym najlepszych dostępnych technik (BAT) dla termicznego przekształcania odpadów (BREF).

7.1.3.2. Wskaźnik Efektywności Energetycznej

Wspomniana powyżej dyrektywa określa również sposób wyliczenia wskaźnika efektywności energetycznej.

$$\text{Efektywność energetyczna} = (E_p - (E_f + E_i)) / (0,97 \times (E_w + E_f))$$

gdzie:

- **E_p** oznacza ilość energii produkowanej rocznie, jako energia cieplna lub elektryczna. Oblicza się ją przez pomnożenie ilości energii elektrycznej przez współczynnik 2,6, a energii cieplnej wyprodukowanej w celach komercyjnych przez współczynnik 1,1 (GJ/rok).
- **E_f** oznacza ilość energii wprowadzanej rocznie do systemu, pochodzącej ze spalania paliw biorących udział w wytwarzaniu pary (GJ/rok).
- **E_w** oznacza roczną ilość energii zawartej w przetwarzanych odpadach, obliczanej przy zastosowaniu dolnej wartości opałowej odpadów (GJ/rok).
- **E_i** oznacza roczną ilość energii wprowadzanej z zewnątrz z wyłączeniem E_w i E_f (GJ/rok).
- **0,97** jest współczynnikiem uwzględniającym straty energii przez popiół denny i promieniowanie.

Przy obliczaniu wyżej podanego wskaźnika przyjęto ponadto następujące założenia bazując na danych statystycznych CEWEP:

- Wskaźnik importu energii elektrycznej w instalacjach CHP (nie wpływający na produkcję pary) – 0,009 MWh_e/Mg odpadów
- Udział ciepła importowanego, nie przekładającego się na produkcję pary – 65%
- Udział ciepła importowanego, przekładającego się na produkcję pary – 35%

Średnioroczny współczynnik efektywności energetycznej obliczono dla najbardziej niekorzystnej konfiguracji pracy Instalacji (w sezonie grzewczym maksymalizacja produkcji energii cieplnej, natomiast w okresie letnim wyłącznie praca w kondensacji). Współczynnik będzie osiągał wyższe wartości wraz z prognozowanym wzrostem wartości opałowej oraz strumienia odpadów. Niemniej dla parametrów odpadów uzyskanych w systemie w roku 2009 współczynnik efektywności energetycznej będzie wyższy od wartości, pozwalającej na zaklasyfikowanie instalacji do kategorii R1 (Zakład odzysku)

Tabela 34. Współczynnik efektywności energetycznej

OPIS	Symbol/ jednostka		Zgodnie ze stanem z roku 2009	Prognoza na rok 2015	Prognoza na rok 2027	Nominalna wydajność termiczna
	R1					
Współczynnik Efektywności energetycznej spalarni	R1		0,704	0,722	0,755	0,766
Wyprodukowana energia elektryczna netto		GJ/a	40 947	48 228	66 237	76 498
Wyprodukowana energia cieplna netto (w celach komercyjnych)		GJ/a	271 841	298 434	364 267	401 806
Ilość energii produkowanej rocznie jako energia elektryczna lub cieplna	Ep	GJ/a	405 486	453 669	572 910	64 0881
Ilość energii wprowadzonej rocznie do systemu (pochodzącej ze spalania paliw biorących udział w wytwarzaniu pary)	Ef	GJ/a	8 497	8 928	9 834	10 848
Roczna ilość energii zawartej przetwarzanych odpadach	Ew	GJ/a	540 422	593 367	724 353	799 000
Roczna ilość energii wprowadzanej z zewnątrz zwył. Ew i Ef wraz z energią elektryczną importowaną	Ei	GJ/a	21 982	23 097	25 443	28 065
Dane do obliczeń						
Wartość opałowa odpadów		GJ/t	7,34	7,67	8,50	8,50
Wydajność spalarni – ilość odpadów		t/a	73 627	77 362	85 218	94 000
Eksport energii elektrycznej (energia el. sprzedana)		MWh/rok	11 374	13 397	18 399	21 249
Wskaźnik produkcji energii elektrycznej (netto)		MWh/t	0,154	0,173	0,216	0,226
Wskaźnik produkcji energii elektrycznej (netto)		GJ/t	0,556	0,623	0,777	0,814
Wskaźnik importu energii elektrycznej w instalacjach CHP (nie wpływający na produkcję pary)		MWh/t	0,009	0,009	0,009	0,009
Wskaźnik importu energii elektrycznej w instalacjach CHP (nie wpływający na produkcję pary)		GJ/t	0,032	0,032	0,032	0,032
Eksport ciepła (energia cieplna sprzedana)		MWh/rok	75 511	82 898	101 185	111 613
Wskaźnik produkcji energii cieplnej		MWh/t	1,026	1,072	1,187	1,187

Opracowanie:

„Instalacja do termicznego unieszkodliwiania i energetycznego wykorzystania odpadów i osadów ściekowych”

(netto)					
Wskaźnik produkcji energii cieplnej	GJ/t	3,692	3,858	4,275	4,275
Wartość opałowa paliwa wspomagającego – olej opałowy	MJ/kg	42,60	42,60	42,60	42,60
Gęstość paliwa wspomagającego – olej opałowy	kg/dm ³	0,86	0,86	0,86	0,86
Wartość opałowa paliwa wspomagającego – olej opałowy	MJ/dm ³	36,636	36,636	36,636	36,636
Wskaźnik zużycia paliwa wspomagającego	dm ³ /Mg	9,00	9,00	9,00	9,00
Udział ciepła importowanego, nieprzekładającego się na produkcję pary		65%	65%	65%	65%
Udział ciepła importowanego, przekładającego się na produkcję pary		35%	35%	35%	35%

Źródło: opracowanie własne

Warto przy tym nadmienić, iż wg danych CEWEP średnia wartość tego współczynnika dla 231 zbadanych spalarni wynosi **0,75**.

Dla spalarni pracujących w układzie CHP średnia wartość współczynnika efektywności energetycznej zbadanych spalarni wynosi **0,84**.

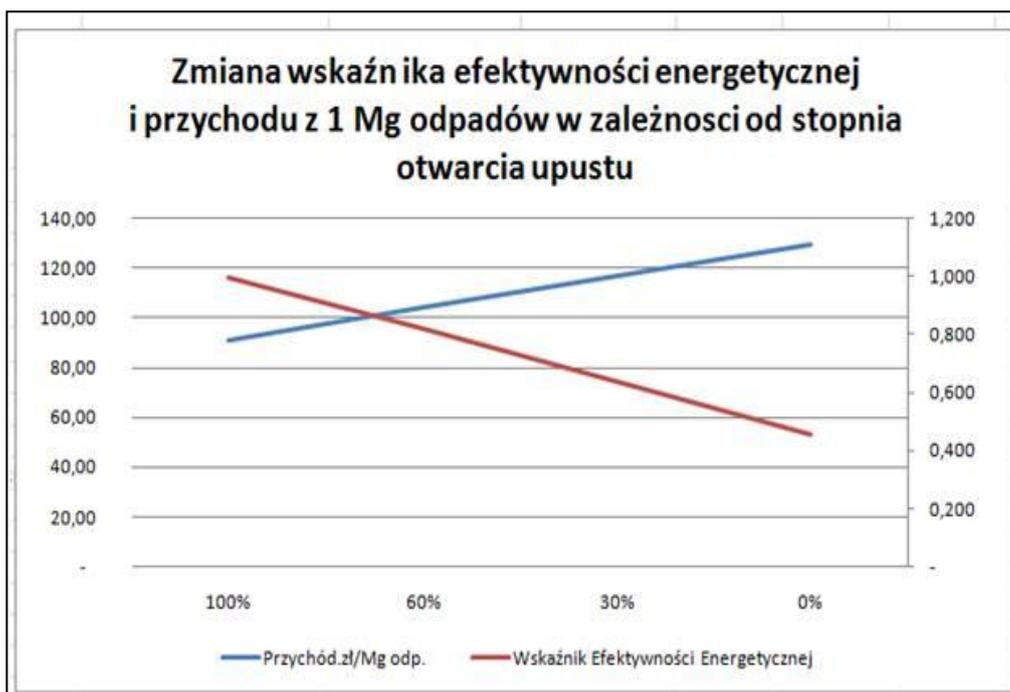
Uwzględniając jedynie spalarnie o wydajności w przedziale 100.000-250.000 Mg/rok, wartość średnia tego współczynnika wynosi **0,77**.

Biorąc natomiast pod uwagę kryterium geograficzne – wartość współczynnika dla spalarni zlokalizowanych w Europie Środkowej wynosi średnio **0,74**.

Podsumowując należy podkreślić, że otrzymane wyniki mieszczą się w granicach uzyskiwanych w eksploatowanych instalacjach mimo niskiej wartości opałowej odpadów. Zgodnie z przewidywanym trendem efektywność energetyczna instalacji powinna wzrastać wraz z obserwowanym wzrostem wartości opałowej odpadów, oraz ze wzrostem ich strumienia. Również przyjęte ostrożnie założenie, że poza sezonem grzewczym nie będzie odbioru ciepła w rzeczywistych warunkach (przy częściowej produkcji ciepła z upustu) powinno skutkować wzrostem efektywności energetycznej.

Operator instalacji powinien dążyć do maksymalizacji efektywności ekonomicznej oraz minimalizacji kosztów eksploatacyjnych instalacji. Równocześnie powinien dążyć do uzyskania jak największej efektywności energetycznej. Nie zawsze oba dążenia są możliwe do spełnienia jednocześnie, stąd prowadzenie ZTUO wymaga dbałości i reagowania na zmiany wartości opałowej odpadów.

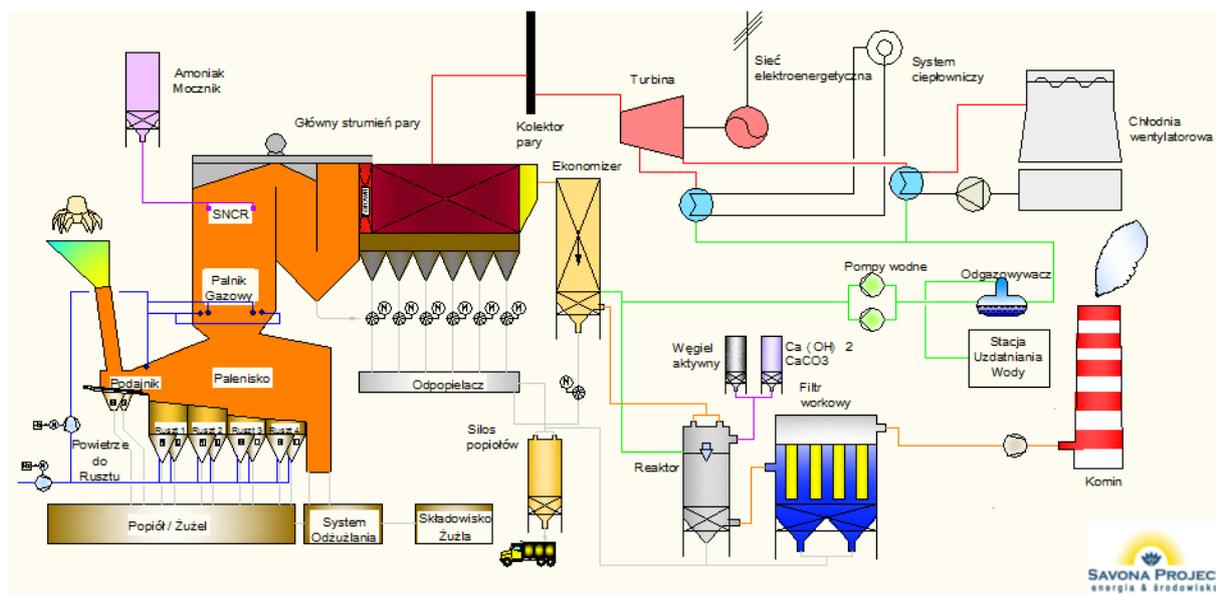
Na poniższym wykresie przedstawiono orientacyjną zależność efektywności energetycznej oraz spodziewanego przychodu ze sprzedaży energii elektrycznej (sumy przychodów z tytułu sprzedaży energii oraz świadectw pochodzenia) i ciepła dla ZTUO pracującej z nominalnym obciążeniem przy wartości opałowej odpadów 8,5 GJ/Mg.



Rysunek 28. Wykres obrazujący zależności parametrów ekonomicznych i efektywności energetycznej w zależności od stopnia poboru pary z upustu.

Źródło: opracowanie własne

Jak widać z wykresu ekonomicznie bardziej korzystna jest praca w kondensacji natomiast dla uzyskania efektywności energetycznej konieczne jest zachowanie odpowiedniego udziału pracy w kogeneracji.



Rysunek 29. Przykładowy schemat technologiczny instalacji spalania.

7.1.4. Węzeł przywozu i wyładunku odpadów

Przewiduje się, że dostawy odpadów realizowane będą transportem samochodowym. Instalacja wyposażona będzie w dwie automatyczne wagi pomostowe służące do ważenia pojazdów. Wszystkie samochody wjeżdżające z odpadami będą ważone dwukrotnie (przy wjeździe i wyjeździe) na wagach pomostowych wyposażonych w komputerowy system ważenia, celem określenia ilości wwożonych odpadów. Również w przypadku wywożenia odpadów technologicznych (np. żużle, popioły, pozostałości z oczyszczania spalin) oraz odzyskanych w trakcie procesu przetwarzania surowców wtórnych (np. złom), będzie prowadzona analogiczna procedura.

Przewidziano zastosowanie dwóch wag pomostowych (18,0 x 3,0 m), wjazdowej i wyjazdowej, wraz z oprzyrządowaniem komputerowym i specjalistycznym oprogramowaniem, które umożliwi spełnienie poniższych założeń logistycznych. Wagi odporne będą na oddziaływanie czynników atmosferycznych.

W proponowanym rozwiązaniu, ze względu na znaczną ilość samochodów, przy wjeździe kierowca otrzymywał będzie kartę z kodem paskowym oraz informację, gdzie powinien rozładować lub załadować samochód.

Wszystkie informacje o dostawie, wraz z informacjami z karty przekazania odpadu, będą wprowadzane, archiwizowane i przetwarzane w systemie, a wszelkie niezbędne i/lub wymagane prawem dokumenty będą generowane automatycznie, umożliwiając na bieżąco kontrolę jakości i ilości przywożonych odpadów. System będzie zapewniał:

- kontrolę ilościową, jakościową oraz kontrolę „pochodzenia” odpadów dostarczanych do Zakładu,
- detekcję pierwiastków promieniotwórczych, wwożonych do Zakładu.

Przewiduje się także zainstalowanie wyposażenia dodatkowego, tj. kamery sterowanej z portierni wraz z monitorem oraz detektorów promieniotwórczych. Dane o wadze pojazdów będą zbierane i przesyłane do centralnej dyspozytorni.

Samochody przywożące odpady będą je wyładowywać w hali wyładunkowej do bunkra z odpadami – fosy (znajdującego się w bezpośrednim sąsiedztwie linii termicznego unieszkodliwiania odpadów), gdzie przy pomocy suwnic i chwytaków (min. 2 sztuki, w tym jedna rezerwowa) dokonywane będzie wstępne przemieszanie odpadów. Ruch pojazdów będzie sterowany sygnalizacją świetlną.

Przewiduje się, że bunkier (fosa) odpadów wykonany będzie jako „szczelna wanna”.

W celu ujednorodnienia wsadu, niemal każda tona odpadów, rozładowana do bunkra, „przerzucona” będzie dwa, trzy razy w przestrzeni bunkra przed załadowaniem do leja załadowczego. Stworzy się tym samym warunki do tego, by wymagania jakościowe odnośnie produktów spalania (zawartość części organicznych w żużlach oceniana według strat na prażeniu lub TOC) mogły być łatwiej spełnione.

Budynek bunkra jest narażony na powstawanie odorów. Stąd też zabudowany jest on wewnątrz hali, w której znajdowały się również będą samochody w trakcie rozładunku. Aby uniknąć przedostawania się na zewnątrz niekontrolowanej emisji odorów i pyłów oraz zapobiec wzrostowi stężenia metanu wydzielającego się w procesie fermentacji, w hali i bunkrze zostanie zainstalowany system zasysania powietrza. Powietrze pobierane z bunkra, a jednocześnie z hali wyładunkowej, będzie wykorzystane w procesie spalania, co gwarantuje nie wydostawanie się odorów na zewnątrz Instalacji. Pozostałe pomieszczenia ciągu technologicznego Zakładu będą wyposażone w wentylację mechaniczną i grawitacyjną, zapewniającą wymianę powietrza, zgodnie z przepisami sanitarnymi i ochrony ppoż. (w tym wymagane kłapy dymowe na wypadek pożaru).

Opisany powyżej węzeł przyjmowania odpadów wyposażony będzie w:

- system kontroli i monitorowania poziomu odorów w przestrzeni bunkra i ewentualnie w stacji wstępnego przetwarzania (rozdrabniania) odpadów,
- system detekcji przeciwpożarowej i automatycznie sterowane urządzenia zabezpieczenia przeciwpożarowego,
- system odwodnienia i odprowadzenia odcieków z odpadów składowanych w bunkrze oraz z placu czasowego magazynowania żużli.

7.1.5. Węzeł magazynowania odpadów i surowców

Wyłączenie z eksploatacji linii technologicznej, w przypadku wymagać będzie awaryjnego „przechowania” strumienia dziennego odpadów. W przypadku planowego postoju, należy w pierwszej kolejności wykorzystać możliwości buforowe bunkra odpadów. Po zapełnieniu bunkra odpady powinny być magazynowane na wydzielonym placu – magazynowane odpady powinny być wcześniej foliowane celem ograniczenia emisji zapachowych i pyłowych do powietrza oraz ograniczenia negatywnego wpływu na odpady warunków atmosferycznych (opadów atmosferycznych).



Rysunek 30. Projektowany sposób magazynowania odpadów komunalnych.

Odpady, które nie będą mogły zostać spalone przy wykorzystaniu rezerw magazynowych powinny być wywożone na składowisko odpadów. Mogą one być tam okresowo składowane a następnie ponownie kierowane do projektowanego Zakładu.



Rysunek 31. Projektowany sposób magazynowania odpadów komunalnych – widok z lotu ptaka.

W ramach zagospodarowania terenu przewiduje się również wydzielone miejsce na czasowe przechowywanie odzyskanych surowców oraz pomieszczenia do przechowywania reagentów.

Ścieki opadowe „brudne” z placów sezonowania i manewrowych oraz dróg, będą traktowane jako ścieki przemysłowe i będą poddawane procesom podczyszczania na terenie Zakładu.

7.1.6. Węzeł przygotowania paliwa

Dostarczone do Zakładu odpady poddane zostaną wstępnemu rozdrobnieniu na rozdrabniarce do frakcji <250 mm. Następnie odpady kierowane będą do bunkra. Przewiduje się mieszanie odpadów dostarczonych do bunkra, co pozwala uzyskać uśrednioną i zrównoważoną wartość opałową, strukturę, skład itp.

Poza zmieszany odpadami komunalnymi do Zakładu trafiać może również stosunkowo niewielki strumień odpadowy z grupy 19 z sortowni odpadów z selektywnej zbiórki. Odpady te będą mieszane z odpadami zmieszany na początku linii a następnie poddawane przygotowaniu wraz z odpadami zmieszany.

7.1.7. Węzeł załadunku odpadów do procesu spalania

Bunkier magazynowy paliwa

Całkowita pojemność zagłębionego w terenie bunkra zapewni bufor pozwalający na gromadzenie odpadów przez pięć dni, a równocześnie – pozwalający przechowywać pięciodniowy zapas odpadów, przy maksymalnym obciążeniu linii. Bunkier (fosa) pozwoli dodatkowo, aby przed załadunkiem odpadów do lejów załadunkowych (zasypowych) operatorzy suwnic, znajdujący się w kabinach, usytuowanych ponad bunkrem, manipulując chwytakami, mogli przynajmniej częściowo homogenizować odpady pochodzące z różnych partii. W praktyce należy przyjąć, że niemal każda tona

odpadów, rozładowana do bunkra, jak to opisano wcześniej „przerzucona” będzie dwa, trzy razy w przestrzeni bunkra przed załadowaniem do leja załadowczego. Podczas tych czynności operator chwyta, obserwując przetrzucane odpady, będzie miał również możliwość wychwycenia odpadów o nadmiernych gabarytach, które mogłyby zablokować lej zasypowy lub szyb zasypowy. Będzie je wtedy przenosił do rozdrabniarki lub wręcz usuwał z bunkra. Ujednorodnienie wsadu odpadów jest jednym z istotnych czynników wpływających na równomierną pracę węzłów spalania i odzysku ciepła. Stworzy się tym samym warunki do tego, by wymagania jakościowe odnośnie produktów spalania (zawartość części organicznych w żużlach oceniana według strat na prażeniu lub TOC) mogły być łatwiej spełnione.

Ujednorodnienie wsadu, oprócz zwiększenia stabilności procesu spalania (i wynikających stąd bardzo niskich wartości TOC żużli – nawet do 1%_{s.m.} – oraz ograniczania chwilowych wzrostów emisji CO) oznacza również:

- poprawienie warunków pracy kotła odzyskowego i w rezultacie łatwiejsze sterowanie wydajnością kotła,
- zmniejszenie wahań zawartości zanieczyszczeń w spalinach surowych i uzyskanie dzięki temu lepszych warunków do optymalnego sterowania pracą zespołów instalacji oczyszczania spalin.

Przy dłuższym składowaniu odpadów (okresy po utworzeniu zapasów odpadów na czas przerw świątecznych, spadku wydajności spalania np. przy awarii linii technologicznej lub awarii suwnicy załadowczej i pozostawienie martwego, nieobsługiwanego pola) nie można wykluczyć wystąpienia warunków sprzyjających samozapłonowi składowanych odpadów. W dolnych warstwach składowanych odpadów lokalnie powstać mogą warunki do beztlenowej fermentacji i tworzenia się metanu. Ponadto same odpady mogą zawierać składniki łatwopalne, a w dolnych warstwach, po więcej niż trzech dniach składowania temperatura w masie składowanych odpadów może dochodzić nawet do ok. 100°C. W warstwie odpadów mogą się tworzyć ogniska zapalne i może się zdarzyć, że składowane odpady mogłyby się tlić dość długo zanim zostanie to zauważone. W przestrzeni bunkra powinny być zainstalowane cyfrowe kamery termowizyjne w stropie bunkra, które monitorować będą w określonym cyklu powierzchnię warstwy odpadów w bunkrze. System automatycznego gaszenia musi być tak zaprojektowany, by po jego uruchomieniu można było powierzchnię składowanych odpadów pokryć warstwą piany. Gaszenie wodą daje – jak pokazały doświadczenia – niedostateczne rezultaty a ponadto przy gaszeniu pianą unika się dodatkowego zwiększania wilgotności odpadów przed ich spaleniem.

Biorąc pod uwagę praktyczne doświadczenia z funkcjonujących instalacji spalania odpadów, przy projektowaniu systemu gaszenia w bunkrze odpadów zapewnione będzie:

- uruchomienie systemu gaszenia i obsługi systemu z bezpiecznego miejsca, przy czym trzeba zakładać, że oszklenie kabiny operatora może ulec zniszczeniu na skutek wysokiej temperatury w bunkrze i operator suwnicy nie będzie mógł obsługiwać (lub uruchamiać) systemu gaszenia,
- obsługa systemu gaszenia z poziomu bram wyładowczych,
- zapas środka gaszącego na co najmniej godzinę pracy systemu gaszenia,
- możliwość gaszenia zarodków ognia poprzez pokrywanie warstwą piany tylko części powierzchni składowanych odpadów,
- zastosowanie ognioodpornych materiałów na bramy wyładowcze, przy czym system sterowania zamykaniem bram musi być uruchamiany automatycznie – sygnałem z układu czujników temperatury rozmieszczonych w bunkrze,
- otwieranie/zamykanie świetlików na dachu zarówno z zewnątrz – np. z poziomu placu przed bramami wjazdowymi – jak i (przynajmniej w części) z kabiny operatora suwnic.

Zaleca się, aby w rozwiązaniu projektowym bunkra zastosować również przeciwpożarowe instalacje zraszania zamontowane bezpośrednio nad lejami załadowczymi odpadów. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny

odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm.) odporność pożarowa dla strefy bunkra winna być co najmniej klasy B.

Lej zasypowy i wyposażenie dodatkowe

Piec będzie wyposażony w lej zasypowy, do którego podawane będą odpady z chwytaka suwnicy. Pod własnym ciężarem będą opadać do rynny zasypowej.

Rynnę zasypową pieca stanowi kanał o przekroju prostokątnym, rozszerzający się ku dołowi, co pozwala na rozluźnienie zbitej masy odpadów oraz ich regularny przepływ. Przepustowość rynny będzie dostosowana do wydajności pieca. Rynna działa, jako tymczasowy magazyn zasilający piec w odpady.

Rynna zasypowa za lejem zasypowym jest wystarczająco wysoko położona, aby słup odpadów znajdujący się wewnątrz zapewnił szczelność pomiędzy komorą paleniskową i lejem zasypowym nie pozwalając na doływ tzw. „fałszywego powietrza” ani cofanie się płomienia.

Dolna część rynny zasypowej chroniona jest przed przegrzaniem (może je wywołać promieniowanie ciepłe pieca) płaszczem wodnym.

Ruchoma kłapa, usytuowana w górnej części rynny, uruchomiana jest siłownikiem hydraulicznym, co pozwala na jej zamknięcie w przypadku zatrzymania pieca i zaprzestanie podawania odpadów do pieca. Przewidziany jest mikrofalowy czujnik niskiego poziomu odpadów w rynnie. Czujnik ten musi być niewrażliwy na pył i zanieczyszczenia.

Instalacja będzie wyposażona w hydrauliczny wypychacz odpadów znajdujący się na końcu rynny, który zapewni właściwe dozowanie i rozłożenie odpadów na ruszcie.

Na skutek działania wypychacza kierunek odpadów ulega zmianie z pionowego na poziomy; zbite w rynnie pod wpływem własnego ciężaru odpady, będą rozluźnione oraz w sposób ciągły i równomierny wprowadzane na ruszt.

7.1.8. Węzeł spalania odpadów

Ruszt

Proponuje się zastosowanie ruchomego rusztu mechanicznego (posuwisto-zwrotny lub walcowy), pochylonego. Nowoczesna i wielokrotnie sprawdzona konstrukcja rusztu w spalarniach europejskich, będzie składała się z kilku sekcji ułożonych poprzecznie.

Proponowany ruszt będzie odpowiednio chłodzony (np. powietrzem) i przystosowany do spalania na nim odpadów o wartości opałowej w przedziale 6 - 11 MJ/kg. Będzie utworzony z wielu sekcji ułożonych poprzecznie. Odpady spalone na ruszcie będą spadać stopniowo w dół, obracając się. Dla nowoczesnych konstrukcji rusztu, jako czynnik chłodzący może być z powodzeniem wykorzystane powietrze.

Zgarniacz z napędem hydraulicznym będzie przesuwając żużel z końcowej strefy rusztu, z tzw. strefy wypalania, poprzez stożkową rynnę odżuźlacza.

W końcowym etapie spalania odpady, które w czasie procesu stały się żużlem, będą ulegać stopniowemu schładzaniu pod wpływem powietrza pierwotnego.

Ruszt będzie wyposażony w odżuźlacz z zamknięciem wodnym, omówiony w dalszej części niniejszego rozdziału.

Wybrane rozwiązanie będzie charakteryzowało się:

- modułową budową rusztu, o zunifikowanych szeregach wymiarowych (długość i szerokość),
- zasilaniem powietrzem pierwotnym, realizowanym stycznie lub prostopadle do warstwy odpadów na ruszcie, przy czym preferowane będzie zasilanie styczne,
- pochylonym ułożeniem pokładu rusztu,
- indywidualnym regulowaniem ilości powietrza doprowadzanego do poszczególnych sekcji rusztu, w zależności od chwilowych zmian przebiegu procesu spalania,
- indywidualną regulacją prędkości przemieszczania się warstwy spalanych odpadów w poszczególnych sekcjach, wzdłuż pokładu rusztu,
- regulacją położenia strefy maksymalnego palenia się na ruszcie, celem jej optymalnego „ułożenia” względem pierwszego ciągu kotła odzyskowego,
- rusztowiny będą wykonane ze stali z wysoką zawartością chromu i zaprojektowane tak, aby zachodziło ich wydajne chłodzenie,
- rozwiązanie konstrukcyjne rusztowin zapewni możliwość ich samooczyszczenia.

Proponowane rozwiązanie zapewni doprowadzenie powietrza pierwotnego do warstwy odpadów i kontrolę przepływu powietrza do spalania, niezależnie do każdej części rusztu.

Kształt rusztowin i dostarczanie powietrza pierwotnego ma zapewnić zredukowanie do minimum ilości drobnej frakcji przesiewanej pod ruszt, tzw. przesiewów i zapewnić nie tylko wymaganą prawnie jakość żużli i popiołów paleniskowych, ale także regularne rozprowadzanie powietrza pierwotnego na całej powierzchni rusztu.

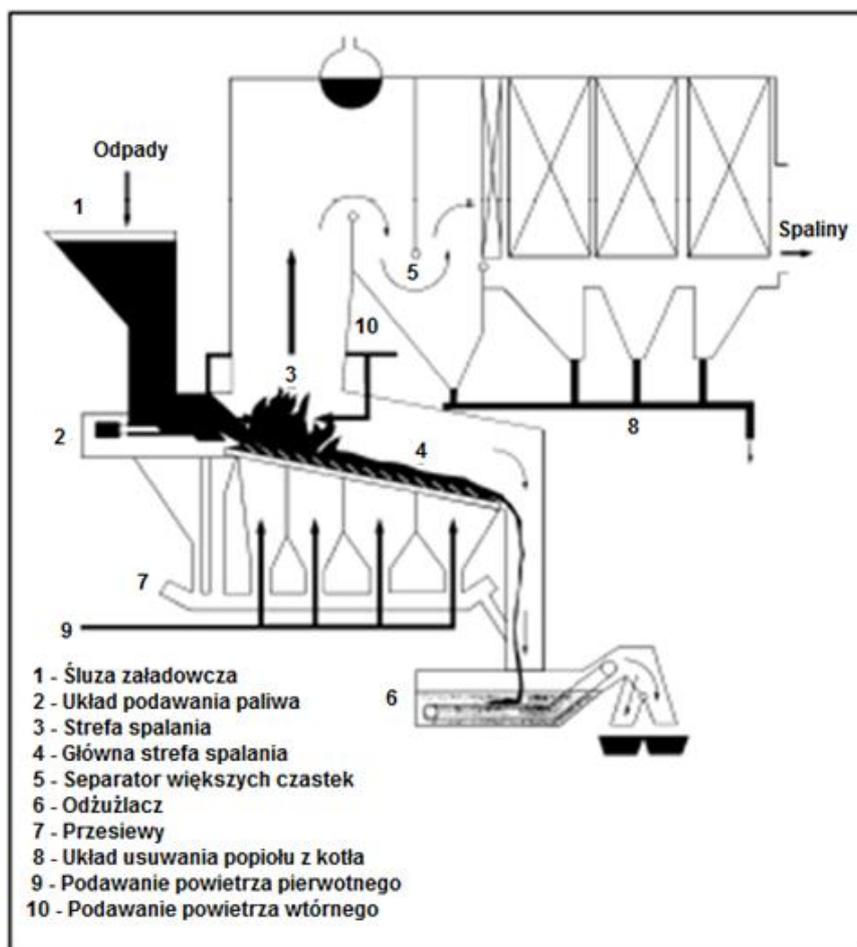
Przesiana frakcja drobna spod rusztu będzie zbierana w leju mieszczącym się poniżej każdej strefy rusztu i kierowana do zbiornika żużla z zamknięciem wodnym.

Proces spalania

Proces spalania można podzielić na kilka faz:

- **Suszenie:** w początkowej strefie rusztu odpady ogrzewane są w wyniku promieniowania lub konwekcji do temp. powyżej 100°C, co powoduje odparowanie wilgoci.
- **Odgazowanie:** w wyniku dalszego ogrzewania do temp. powyżej 250°C wydzielane są składniki lotne (wilgoć i gazy wytłewne).
- **Spalanie:** w trzeciej części rusztu osiągnię jest całkowite spalanie odpadów. Strata prażenia w tym węźle wynosi dla nowoczesnych technologii poniżej 0,5 % udziału masowego.
- **Zgazowanie:** w procesie zgazowania produkty lotne są utleniane przez tlen cząsteczkowy. Przeważająca część odpadów utleniana jest w temp. 1000°C w górnej strefie komory paleniskowej.
- **Dopalanie:** w celu zminimalizowania części niespalonych i CO w spalinach wprowadzona została strefa dopalania. W strefie tej podaje się powietrze lub recyrkulowane i odpylone spaliny w celu pełnego spalania. Czas przebywania spalin w tej strefie wynosi min. 2 sekundy w temp. min. 850°C.

Niezależnie od specyficznych rozwiązań technicznych, piec z paleniskiem rusztowym posiada elementy składowe, przedstawione na poniższym rysunku.



Rysunek 32. Ogólny schemat technologiczny paleniska i kotła.

Dostawca technologii gwarantując spełnienie wymogów emisyjnych, zostanie zobligowany również do dostawy urządzeń spełniających następujące wymogi technologiczne termicznego przekształcania odpadów:

- jakość produktów spalania (żużli), określana przy pomocy zawartości części organicznych w stałych produktach procesu spalania (żużel i popiół, pyły lotne), a mierzona przy pomocy zawartości całkowitego węgla organicznego (TOC – Total Organic Carbon) lub poprzez straty prażenia, nie będzie przekraczać odpowiednio 3% lub 5% masy tych produktów spalania w stanie suchym.
- instalacja termicznego przetwarzania odpadów będzie tak zaprojektowana, wykonana i eksploatowana, aby przy najbardziej niedogodnych termicznie warunkach pracy instalacji (np. w okresie częściowego wykorzystaniu mocy spalania), kontrolowana temperatura strumienia spalin, równomiernie wymieszanych z powietrzem, w strefie po ostatnim doprowadzeniu powietrza do komory spalania, wynosiła przynajmniej 850°C, a czas przebywania spalin w tej temperaturze wynosił przynajmniej 2 sekundy. Układ spalania winien być przy tym wyposażony w odpowiednie palniki wspomagające, które włączane będą automatycznie, kiedy system monitoringu warunków procesowych wykaże odchylenia od powyższego warunku.

System monitoringu procesowego i automatycznego sterowania procesem spalania będzie blokować możliwość dozowania odpadów w następujących sytuacjach:

- dopóki podczas rozruchu instalacji, temperatura w reprezentatywnych miejscach komory spalania nie osiągnie wymaganej temperatury minimalnej 850°C,

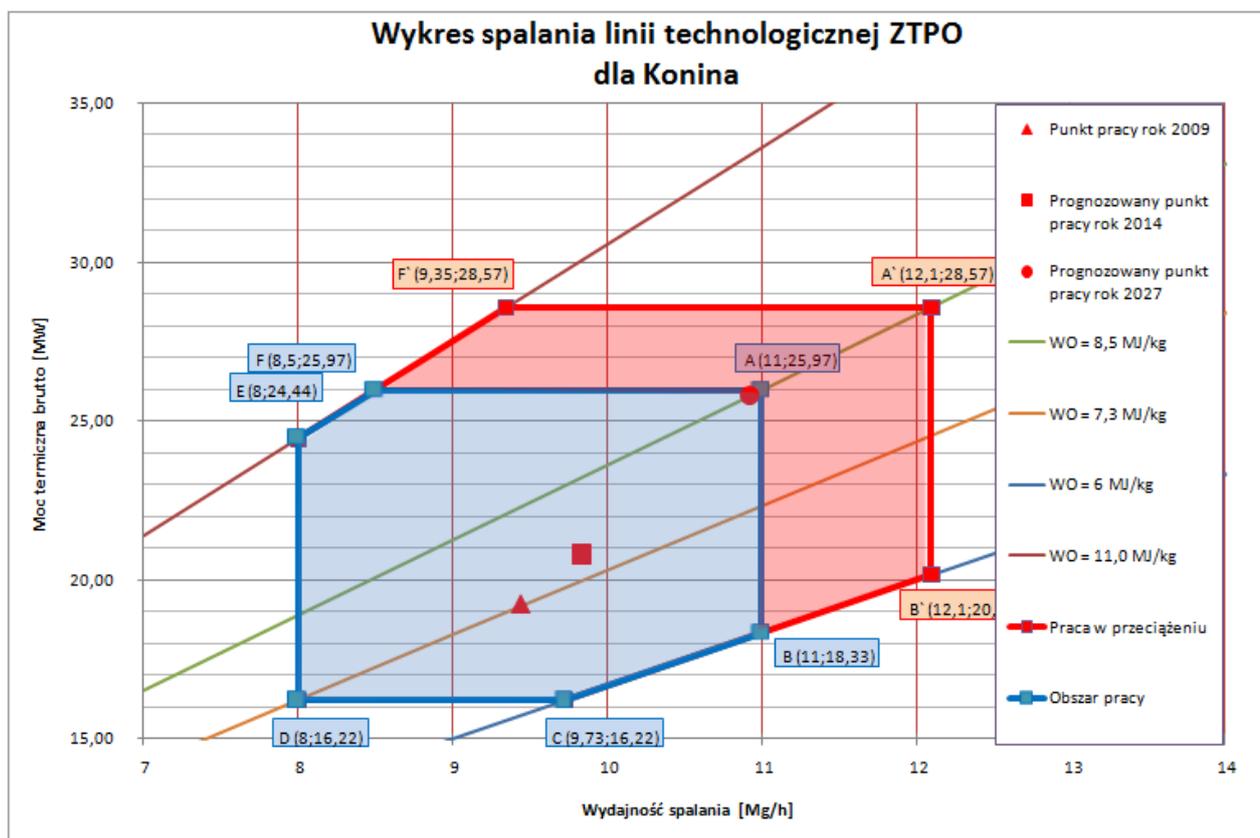
Opracowanie:

„Instalacja do termicznego unieszkodliwiania i energetycznego wykorzystania odpadów i osadów ściekowych”

- kiedy temperatura w reprezentatywnych miejscach komory spalania spadnie poniżej wymaganej temperatury minimalnej, tzn. 850°C,
- jeżeli w systemie monitorowania poziomów emisji zanieczyszczeń do powietrza stwierdzone zostanie przekroczenie dopuszczalnego poziomu emisji przynajmniej jednego z monitorowanych składników zanieczyszczeń.

Dodatkowo, dla zapewnienia możliwości spalania odpadów o niskiej wartości opałowej, konstrukcja pieca będzie umożliwiała wstępne podgrzanie powietrza pierwotnego i wtórnego, w sytuacjach, kiedy spalane będą odpady zawilgocone i o niskiej wartości opałowej. Podgrzanie powietrza będzie następować poprzez wymienniki ciepła para/powietrze. Para pobierana będzie przy tym z upustu turbiny lub - poprzez reduktor ciśnienia - bezpośrednio z kolektora pary świeżej.

Wykres spalania Zgodnie z założeniami, zastosowana zostanie jedna linia technologiczna spalania. Linia ta charakteryzować się będzie elastyczną pracą w zakresie wartości opałowych paliwa i wydajności instalacji, jak na poniższym wykresie.



Rysunek 33. Wykres spalania dla linii technologicznej Zakładu.

Ostona i izolacja

Obmurze pieca chronione będzie od zewnątrz izolacją termiczną oraz blaszanym płaszczem. Zespół obmurze - izolacja termiczna będzie przewidziany po to, aby temperatura płaszcza nie była wyższa od

temperatury otoczenia średnio nie więcej niż o 20°C. W blaszanym płaszczu będą znajdowały się wizjery i włazy inspekcyjne, pozwalające na nadzorowanie poprawności procesu spalania. Włazy i wizjery będą wyposażone w urządzenia ryglujące oraz kamery obserwujące przebieg procesu spalania na ruszcie. Szczegóły rozwiązania technicznego zespołu pieca będą zaproponowane przez dostawcę instalacji.

Obieg powietrza do spalania

Powietrze pierwotne, niezbędne do procesu spalania odpadów, spełniające także rolę czynnika chłodzącego ruszt, pobierane będzie częściowo lub całkowicie z nad bunkra paliwa. Pozwoli to na utrzymywanie w zbiorniku stałej wartości podciśnienia, dzięki czemu nastąpi zasysanie powietrza do wnętrza bunkra, blokując w ten sposób przedostawanie się na zewnątrz odorów i pyłów, które wraz z zassanym powietrzem pierwotnym będą kierowane pod ruszt, a tym samym do pieca.

Wentylatory powietrza będą zasilane następujące obiegi procesowe:

- **Obieg powietrza pierwotnego:** powietrze pierwotne zasysane z objętości z nad zbiornika odpadów, często następnie podgrzane do odpowiedniej temperatury, poprzez przepustnice regulowane hydraulicznie, jest wdmuchiwane pod ruszt. Jest ono ogrzewane do optymalnej temperatury wynikającej z charakterystyki i właściwości paliwowych odpadów, a głównie zawartości wilgoci.
- **Obieg powietrza wtórnego:** powietrze wtórne, w niektórych przypadkach także tzw. powietrze tercjalne, będzie wprowadzane do komory paleniskowej za pośrednictwem dysz, które zostaną rozmieszczone w ścianach komory paleniskowej w taki sposób, aby zapewnić prawidłowe mieszanie spalin i całkowite ich dopalenie, jak również stabilność płomienia.

Powietrze wtórne może być zasysane z górnej części pomieszczenia kotła, co pozwoli na chłodzenie tego obszaru. Wentylator powietrza pierwotnego będzie zasilane obieg powietrza pierwotnego pod rusztem. Nie będzie konieczności ogrzewania powietrza wtórnego.

Powietrze pierwotne będzie dostawało się do różnych stref wejściowych pod rusztem za pomocą regulatora umożliwiającego dostosowanie przepływu w każdej strefie.

Dla linii spalania wentylator powietrza wtórnego będzie obsługiwał rzędy dysz usytuowane na ścianie przedniej i tylnej komory paleniskowej.

W celu poprawy bilansu energetycznego pieca niezbędne będzie odpowiednie podgrzewanie powietrza pierwotnego, co realizowane może być poprzez:

- podgrzewanie powietrza poprzez wymienniki ciepła dostarczanego w parze pobieranej z upustu turbiny,
- dla niskich wartości opałowych odpadów lub w przypadku pracy ze zmniejszoną wydajnością, wymagającą wyższych temperatur powietrza, ilość ciepła uzupełniana będzie parą pobieraną z upustu z walczaka.

Palniki rozruchowo-wspomagające

Komora paleniskowa wyposażona zostanie w zasilane olejem opałowym (mazutem) palniki rozruchowo-wspomagające. Będą one spełniały podwójną rolę:

- umożliwienie dokonania rozruchu instalacji i doprowadzenia temperatury spalin w komorze paleniskowej do min. 850°C, co jest warunkiem prawnym rozpoczęcia podawania odpadów na ruszt,

- pełnienie roli wspomagającej, co może mieć miejsce, gdy np. obniży się na skutek wahań wartości opałowej odpadów temperatura procesu; palniki wspomagające muszą wówczas zapewnić odpowiednio wysoką temperaturę w komorze paleniskowej, by w najbardziej niekorzystnych warunkach spaliny przebywały przez minimum 2 sekundy w temp. powyżej 850°C.

W normalnych warunkach nie ma konieczności używania palników wspomagających. Ich obecność zwiększa niezawodność prowadzonego procesu termicznego przekształcania odpadów. Kiedy temperatura spalin osiąga minimalną dopuszczalną wartość lub spada poniżej system alarmowy, uruchamia palniki wspomagające. Zarówno temperatura załączenia palników jak i włączenie systemu alarmowego będzie częścią centralnego komputerowego systemu sterowania i dozoru Zakładu.

Palniki rozruchowo-wspomagające będą używane podczas fazy wygaszania procesu spalania odpadów, która, podobnie jak faza procesu rozruchu musi zostać zakończona przy ściśle określonej temperaturze spalin, przy której można dopiero wstrzymać podawanie ostatniej partii odpadów.

7.1.9. Węzeł odzysku i konwersji energii

Kocioł odzysknicowy (odzyskowy)

Odzysk energii z odpadów odbywa się najpierw w kotle odzysknicowym poziomym, zintegrowanym z paleniskiem, gdzie energia gorących spalin ulega przekształceniu w energię pary (o parametrach 400°C i 40 bar). W kolejnej fazie odzysku, energia pary zostaje wykorzystana do produkcji energii elektrycznej i ciepła w skojarzeniu.

Cechą charakterystyczną w sektorze spalania odpadów jest duże obciążenie spalin pyłem, stąd też konstrukcja kotła będzie zapewniać grawitacyjne oddzielenie popiołów lotnych poprzez:

- niskie prędkości przepływu spalin, oraz
- zmiany kierunków w ciągu spalinowym.

Duża zawartość popiołów w spalinach powoduje ryzyko znacznego zabrudzenia powierzchni wymiany ciepła. Może prowadzić to do zmniejszenia wymiany ciepła, a przez to do utraty sprawności. Dlatego też istotną rolę w konstrukcji kotła odgrywają systemy automatycznego czyszczenia powierzchni wymiany ciepła. Czyszczenie to może odbywać się np. przy pomocy lanc (wtrysk sprężonego powietrza lub wody), „strzepywaczy”, zdmuchiwanie sadzy przy użyciu pary, przy pomocy fal uderzeniowych i/lub dźwiękowych.

Zważywszy na powyższe, koncepcja kotła i przegrzewaczy powinna zwiększać:

- a) odporność powierzchni ogrzewalnych na korozję,
- b) odporność na gromadzenie zanieczyszczeń,
- c) stabilność cieplną: przegrzewacze gwarantują stałą temperaturę pary i pozwalają na zmniejszenie wydajności schładzania,
- d) niską prędkość spalin, a przez to optymalną wymianę ciepła,
- e) czas przebywania spalin w wymaganej prawnie temperaturze,
- f) odstęp pomiędzy rurkami w wymiennikach rurowych.

Konstrukcja kotła odzysknicowego będzie modułowa, co pozwoli na montaż kotła w miejscu jego posadowienia.

Opracowanie:

„Instalacja do termicznego unieszkodliwiania i energetycznego wykorzystania odpadów i osadów ściekowych”

Dobre projektowo parametry pary przegrzanej, o ciśnieniu i temperaturze, odpowiednio 40 bar i 400°C, powinny optymalizować sprawność energetyczną i zagwarantować utrzymanie niskiego poziomu zagrożenia powierzchni ogrzewalnych kotła ze strony korozji chlorowej. Takie zaprojektowanie kotła jak i optymalne rozplanowanie jego powierzchni wymiany ciepła powodują w nieznacznym stopniu zanieczyszczenie jego powierzchni ogrzewalnych.

Instalacja odzysku energii zostanie zaprojektowana, jako kogeneracyjny układ kolektorowy, z turbiną parową pracującą w układzie upustowo-kondensacyjnym.

Wyprowadzenie energii elektrycznej nastąpi do sieci energetycznej poprzez układ transformatora blokowego i rozdzielni o napięciu 110 kV.

Generalnie, zgodnie z wytycznymi BREF, w przedmiotowej instalacji, system odzysku energii będzie spełniał następujące wymagania:

- zastosowana konfiguracja kotłów odzysknicowych i rozwiązania powierzchni wymiany ciepła w kotłach, winny zapewnić osiągnięcie sprawności termicznej procesu odzyskiwania ciepła na poziomie min. 80 % (techniczne osiągalna 83-84 %),
- zastosowane rozwiązania procesowe i konstrukcyjne, będą gwarantowały że straty energii cieplnej w odprowadzanych spalinach nie będą przewyższały 16% całkowitej energii wprowadzonej do układu (energii zawartej w odpadach i energii dodatkowego paliwa),
- zastosowane rozwiązania techniczne będą dążyć do maksymalnego wykorzystania i przekazania do wykorzystania na zewnątrz energii odzyskanej ze spalania odpadów .

Instalacja pary oraz turbina

Wyprodukowana para świeża przez kocioł będzie zasilala turbinę upustowo-kondensacyjną posiadającą upusty pary służące do:

- a) podgrzania wody z miejskiej sieci centralnego ogrzewania (upust regulowany),
- b) wspomagania procesów odgazowywania kondensatu w odgazowywaczu,
- c) wstępnego podgrzania powietrza pierwotnego (upusty regulowane lub nie),
- d) podgrzania kondensatu (upust nieregulowany).

Na wyjściu z turbiny para będzie skraplana w skraplaczu powietrznym. W przypadku zatrzymania turbiny, para za pomocą obejsca będzie kierowana do skraplacza.

Energia elektryczna produkowana będzie z nadmiarem w stosunku do własnych potrzeb. Nadmiar produkowanej energii powinien być odprowadzany do sieci energetycznej poprzez transformator podwyższający napięcie. W przypadku odstawienia turbiny, para świeża może być skierowana poprzez zawór redukcyjny bezpośrednio do skraplacza. Pozwala to, w sytuacji przerwy w pracy turbiny, na kontynuowanie termicznego unieszkodliwiania odpadów komunalnych. Przewidywany całkowity czas przestoju turbiny w ciągu roku nie może być większy niż 5% ogólnej liczby godzin pracy turbiny.

Proponowana turbina upustowo-kondensacyjna powinna zapewnić:

- dużą elastyczność przy produkcji ciepła oraz energii elektrycznej w trybie kondensacyjnym lub skojarzonym;
- zaspokojenie potrzeb własnych zakładu.

Instalacja wody technologicznej i skroplin

Woda do celów technologicznych (uzupełnianie zasilania kotła oraz wody sieciowej) będzie uzyskiwana w procesie uzdatniania wody pobieranej z sieci miejskiej.

Ubytki wody minimalizowane będą poprzez:

- Kondensację pary wodnej po przejściu przez turbinę w skraplaczu, oraz jej zawrót celem jej ponownego odgazowywania w odgazowywaczu i powtórnego wykorzystania.
- Zmniejszenia ubytków z tytułu odmulin i odsolin poprzez zastosowanie wody DEMI i minimalizacji zmiękczenia chemicznego.

Uzdatnianie wody kotłowej

Stacja wody DEMI bazować będzie na zmiękczacach regenerowanych NaCl (rezygnacja z kwasu i ługu sodowego), mikro-filtrach oraz technologii odwróconej osmozy.

Stacja uzdatniania wody będzie obejmować:

- punkt zmiękczenia
- punkt demineralizacji (działający na zasadzie odwróconej osmozy),
- punkt termicznego odgazowywania,
- stację dozowania preparatów,
- zbiornik wody uzdatnionej wraz ze stacją pomp.

Przewidywane jest stanowisko dozowania obejmujące:

- stanowisko dozowania fosforanu sodu (Na_3PO_4) za pośrednictwem pompy dozującej, wtryskującej preparat do zbiornika pary w celu regulacji wskaźnika pH wody kotłowej,
- stanowisko dozowania reduktorów tlenu (hydrazyny lub równoważnego) z pompą dozującą, wtryskującą preparat do rur zasysających pomp wody zasilającej.

Instalacja będzie składała się z trzech elektro-pomp wody zasilającej, zapewniając pełną redundancję (nadmiarowość) systemu (2 w ruchu, 1 w rezerwie). Parametry rurociągów doprowadzających wodę muszą być zgodne z obowiązującymi w tym zakresie normami projektowymi i wykonawczymi.

7.1.10. Węzeł oczyszczania spalin

W wyniku spalania odpadów powstają gazy odlotowe, składające się głównie z dwutlenku węgla, pary wodnej, tlenu węgla, dwutlenku siarki, tlenków azotu oraz niespalonych lub częściowo spalonych węglowodorów. Zanieczyszczenia występują zarówno w formie gazowej, jak i pyłowej.

Gazy ze spalania będą przechodzić kolejno przez:

- kocioł odzysknicowy,
- instalację oczyszczania spalin,
- wentylator ciągu,
- komin odprowadzający spaliny do atmosfery.

Temperatura spalin „na wylocie” będzie się kształtowała na poziomie 140-160°C.

Urządzenia na drodze oczyszczania spalin zapewniają dotrzymanie standardów emisji wymaganych od instalacji spalania odpadów (vide: załącznik nr 5 *Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2005 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji* (Dz. U. Nr 260, poz. 2181)). W związku ze znacznie wyższymi w stosunku do obiektów energetycznych wymaganiami ekologicznymi, jakie są stawiane obiektom termicznego przekształcania odpadów, wymagane jest zastosowanie procesowo rozbudowanych instalacji oczyszczania spalin. W praktyce, pracujące instalacje osiągają wartości stężeń znacznie poniżej standardów emisyjnych.

Spaliny kierowane będą do kominia o wysokości gwarantującej nie przekraczanie norm emisyjnych. Przewidywany jest komin stalowy, ocieplony z zabezpieczeniami antykorozyjnymi.

Zgodnie z wymogami prawnymi, instalacja wyposażona będzie w ciągły monitoring spalin oparty o metody referencyjne, połączony z automatyką ZTPO, jak również umożliwiający wgląd do zarchiwizowanych danych procesu przez uprawnione instytucje.

Niezależnie od rozbudowanych procesów instalacji oczyszczania spalin, właściwie zrealizowana instalacja termicznego przekształcania odpadów, zgodnie z zasadami BAT, już na etapie procesu spalania, winna uwzględniać rozwiązania minimalizujące ilość generowanych i unoszonych zanieczyszczeń (w drodze tzw. metod pierwotnych).

Pierwotne metody redukcji emisji zanieczyszczeń

Aby spełnić standardy emisji przy możliwie niskich kosztach inwestycyjnych i eksploatacyjnych, zastosowane będą najpierw tzw. metody pierwotne redukcji emisji do powietrza, czyli rozwiązania konstrukcyjne Zakładu, obniżające ilość powstających zanieczyszczeń już na etapie procesu spalania odpadów, zapewniając tym samym możliwie korzystny skład spalin surowych (przed oczyszczeniem).

Zgodnie z wytycznymi BREF/BAT takimi rozwiązaniami procesowymi mogą być np.:

- Wprowadzanie do komory dopalania, nad rusztem, odpylonych, recykulowanych spalin. Wprowadzenie recyrkulacji spalin spełnia podwójną rolę:
 - wpływa na obniżenie emisji NO_x, a pośrednio także PCDD i PCDF (blokowanie syntezy *de novo*),
 - pozwala w energetycznie korzystny sposób uzyskać dobre zawirowanie strumienia spalin w komorze dopalania, a tym samym utrzymać wartości współczynnika nadmiaru powietrza na optymalnym poziomie.Pozytywnym „efektem ubocznym” zastosowania recyrkulacji spalin w takim przypadku będzie też częściowe zmniejszenie ilości spalin, które muszą być oczyszczane. Decyzja o zastosowaniu recyrkulacji spalin uzależniona jest również od wartości opałowej odpadów podlegających procesowi termicznego unieszkodliwiania. Przy niskich wartościach opałowych stosowanie recyrkulacji spalin może nie być energetycznie zasadne (a nawet technicznie możliwe), pomimo wyżej wymienionych korzyści.
- Zastosowanie komory dopalania, w której spaliny będą przebywać w temperaturze 850°C, przez minimum 2 sek., wyposażonej w odpowiednie palniki wspomagające, które włączane będą automatycznie, kiedy system monitoringu warunków procesowych wykaże spadek poniżej wymaganej temperatury minimalnej (destrukcja furanów i dioksyn, dopalanie CO).
- Zastosowanie strefowej regulacji powietrza podawanego na ruszt, pozwalającej na optymalizację procesu spalania w poszczególnych strefach (zmniejszenie ilości powstających NO_x i CO).
- Podgrzewanie powietrza do spalania (pierwotnego i/lub wtórnego), umożliwiający uzyskanie właściwej temperatury spalania, również w przypadku mniejszej wartości opałowej paliwa.
- Podawanie powietrza wtórnego w odpowiednie strefy spalania przed komorą dopalającą.

- Konstrukcja rusztu umożliwiająca mieszanie i przemieszczanie odpadów (spalanie całkowite).
- Konstrukcja komory paleniskowej – kształt, kierunki przepływu spalin i przesuwu odpadów, stosowane materiały.
- System blokad i zabezpieczeń, uniemożliwiających podawanie odpadów, gdy nie dotrzymywane są właściwe parametry procesu, przy jednoczesnym utrzymywaniu właściwej temperatury komory dopalania przy pomocy paliwa pomocniczego (np. olej opałowy).

Ogólna koncepcja systemu oczyszczania spalin

System oczyszczania spalin winien zapewnić efektywną realizację następujących procesów oczyszczania strumienia surowych spalin poprzez:

- Wstępne usuwanie zanieczyszczeń pyłowych, czyli odpylanie I stopnia (wstępne) – przy zastosowaniu mokrych metod oczyszczania jest ono konieczne. Przy zastosowaniu metod suchych i półsuchych – nie jest bezwzględnie wymagane, aczkolwiek pozwala na rozdzielanie pyłów lotnych od produktów reakcji, co może być istotne przy problemach ze stabilizacją odpadów niebezpiecznych. Ponadto usunięcie pyłów lotnych w fazie odpylania wstępnego może poprawić skuteczność oczyszczania z zanieczyszczeń kwaśnych.
- Usuwanie kwaśnych, nieorganicznych składników zanieczyszczeń.
- Redukcja związków metali ciężkich w postaci gazowej i pyłów.
- Redukcja emisji związków organicznych, spośród których limitowana jest zawartość dioksyn i furanów.
- Końcowe usuwanie zanieczyszczeń pyłowych, (odpylanie końcowe).
- Redukcja emisji tlenków azotu (SNCR lub SCR).

Instalacje oczyszczania spalin mogą występować w różnych konfiguracjach, gwarantując spełnienie standardów emisyjnych z instalacji. Wybór optymalnego wariantu i zastosowanie konkretnej konfiguracji uwarunkowane winno być zawsze specyfiką danego projektu.

W niniejszym przypadku zaprojektowano następującą konfigurację systemu oczyszczania spalin:

- Oczyszczanie spalin metodą półsuchą w celu redukcji kwaśnych związków SO_2 , HF, HCl, połączone z metodą strumieniowo-pyłową, z wykorzystaniem węgla aktywnego w celu redukcji metali ciężkich, dioksyn i furanów.
- Odpylanie spalin z wykorzystaniem filtra tkaninowego.
- Odazotowanie spalin metodami pierwotnymi oraz wtórną selektywną niekatalityczną metodą redukcji (SNCR).

Na schemacie poniżej pokazano propozycję procesowego rozwiązania segmentu oczyszczania spalin z wykorzystaniem półsuchej technologii. Konfiguracja powyższa pozwala na osiągnięcie poziomów emisji zanieczyszczeń poniżej standardów emisji zdefiniowanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2005 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji (Dz. U. Nr 260, poz. 2181).

Oczyszczanie spalin metodą półsucha

Proces oczyszczania spalin metodą półsuchą, wspomagany będzie filtrem workowym i dzięki bardzo wydajnej redukcji ilości kwaśnych składników spalin (HCl, HF, SO_2), metali ciężkich, pyłów, dioksyn i furanów zawartych w spalinach powstających w trakcie procesu spalania odpadów komunalnych, zapewni dotrzymanie standardów emisyjnych.

W metodzie póltsuchej spaliny wchodzi w kontakt w komorze reakcyjnej z odczynnikiem redukującym kwaśne składniki spalin (HCl, HF, SO₂) oraz odczynnikiem redukującym metale ciężkie, dioksyny i furany. Proponowanymi odczynnikami są:

- reagent na bazie wapna: wapno palone (CaO), wodorotlenek wapienny (Ca(OH)₂) lub mleczko wapienne,
- węgiel aktywny.

Kwaśne zanieczyszczenia będą neutralizowane poprzez kontakt i reakcję z drobnymi cząstkami zasadowymi.

Proces można podzielić na następujące części:

- Spaliny schładzane będą w wieży reakcyjnej do optymalnej temperatury poprzez wtrysk wody; reagent na bazie wapna wprowadzany będzie do komory reakcyjnej z wodą chłodzącą, gdzie będzie mieszany ze spalinami, w wyniku czego dochodzić będzie do reakcji neutralizacji kwaśnych gazów, węgiel aktywny wtryskiwany będzie do spalin, aby umożliwić adsorpcję gazowych zanieczyszczeń na jego powierzchni.
- Mieszanka spalin, reagentów i produktów powstałych w wyniku reakcji wprowadzana będzie do filtra workowego, co pozwoli na zakończenie neutralizacji kwaśnych gazów i adsorpcję gazowych zanieczyszczeń, odpylenie spalin z separacją stałych cząstek z oczyszczonych spalin.
- Obieg oczyszczania spalin utrzymywany będzie w podciśnieniu poprzez wentylator wyciągowy kierujący spaliny do komina.

Redukcja tlenków azotu

W celu redukcji stężeń tlenków azotu NO_x, proponowany jest proces selektywnej niekatalitycznej ich redukcji (SNCR – Selective Non Catalytic Reduction), pozwalający na bezproblemowe osiągnięcie wymaganego przepisami standardu emisyjnego dla NO_x przeliczonych na NO₂, równego 200 mg/m³. Z uwagi jednak na planowane zaostrenie przepisów dla Zakładu wymagana będzie gwarancja obniżenia emisji do połowy tego limitu czyli 100 mg/m³.

Cel ten osiągnięty zostanie metodami pierwotnymi oraz metodą wtórną, polegającą na chemicznej redukcji tlenków azotu na skutek poddania ich działaniu amoniaku lub mocznika CO(NH₂)₂. Produktami reakcji redukującej będą: gazowy, neutralny dla środowiska azot, para wodna, a także dwutlenek węgla.

Dopuszczane jest rozwiązanie z wtryskiem mocznika lub amoniaku (uzyskiwanego z wody amoniakalnej) do komory paleniskowej. Selektywna, niekatalityczna redukcja, umożliwi właściwą kontrolę wtryskiwania odczynnika oraz dobre wymieszanie go ze spalinami, dzięki czemu uzyskuje się zmniejszenie jego zużycia.

7.1.11. Węzeł odprowadzania gazów wylotowych

Przewidziane jest zaprojektowanie dwóch systemów kominowych dla planowanych linii. Oczyszczone spaliny będą kierowane przez wentylator ciągu do komina i dalej do atmosfery. Przewiduje się budowę dwóch stalowych, ocieplonych kominów, które powinny być wkomponowane w architekturę głównej hali Zakładu.

7.1.12. Węzeł monitoringu i kontroli emisji

Zakład zostanie wyposażony w urządzenia do analizy spalin on-line. Mierzone będą wszystkie normowane substancje gazowe w spalinach jak również warunki odniesienia (temperatura, ciśnienie, zawartość wilgoci) oraz pył.

Wszystkie dane pomiarowe będą udostępnione on-line upoważnionej do tego instytucji jak również wyświetlane na tablicy informacyjnej na zewnątrz Zakładu oraz wykorzystywane do sterowania procesem. Wszelkie przekroczenia emisji skutkować będą zaprzestaniem podawania odpadów i uruchomieniem palnika dopalającego.

7.1.13. Węzeł przetwarzania żużli i popiołów dennych

Odprowadzenie żużli i popiołów dennych

W wyniku spalania odpadów powstaje żużel. Składa się on głównie z substancji niepalnych, czyli nierozpuszczalnych w wodzie krzemianów, tlenków glinu i żelaza. Przewiduje się, że Zakład będzie generował 0,25-0,30 Mg żużli na 1 tonę spalonych odpadów. Żużel surowy będzie zawierał:

- do 3 % składników palnych,
- 7 -10 % żelaza i metali nieżelaznych
- 5- 7 % frakcji gruboziarnistej
- 80 -83 % frakcji drobnoziarnistej.

Żużel zrzucający na końcu rusztu do odżuźlacza należy odtransportować. Wraz z żużlem odtransportowywane będą popioły denne. Podstawowym problemem przy odprowadzaniu pozostałości z rusztu jest wysoka temperatura żużla, która może wynosić od 600°C do 900°C. Ruszt, a konkretnie jego ostatnia strefa wypalania, połączona będzie z umieszczonym na jej końcu zgarniaczem z napędem hydraulicznym, który kieruje żużel do zbiornika z zamknięciem wodnym. Woda w odżuźlaczu będzie uzupełniana i utrzymywana na stałym poziomie. Działa ona, jako przesłona (syfon), uniemożliwiająca przepływ tzw. „fałszywego powietrza” do komory paleniskowej, jak także wypływ spalin i pyłów z komory paleniskowej na zewnątrz instalacji.

Odżuźlacz z zamknięciem wodnym:

- gwarantuje schładzanie żużla do temperatury rzędu 80°C do 90°C,
- nawilża żużel zapobiegając zanieczyszczeniom poprzez ulatnianie się pyłów,
- zapobiega przedostawaniu się niekontrolowanego powietrza do komory spalania.

Zgarniacz z napędem hydraulicznym będzie przesuwający żużel z końcowej strefy rusztu, z tzw. strefy wypalania, poprzez stożkową rynną odżuźlacza.

Schłodzony żużel będzie transportowany na taśmie przenośnika na plac przyjęcia żużla. Następnie będzie przetransportowany ładowarką do budynku waloryzacji żużla i dalej do miejsca sezonowania żużli, po czym będzie zbywany jako produkt dla celów przemysłowych (np. wykorzystanie jako kruszywo do podbudowy dróg).

Zaleca się, by na wejściu do odżuźlacza, zapewnić możliwość ręcznego wydzielenia dużych, ponadgabarytowych elementów złomu żelaznego.

Waloryzacja żużli i popiołów dennych

Węzeł waloryzacji żużli i popiołów dennych (paleniskowych) będzie zlokalizowany w odrębnym budynku.

Żużel usuwany z odżuźlacza z zamknięciem wodnym będzie transportowany za pośrednictwem przenośników taśmowych do instalacji waloryzacji żużla. Dalej będzie podlegał on przetwarzaniu z odzyskiem metali żelaznych i nieżelaznych. W budynku znajdować się będą:

- kruszarki,
- przenośniki taśmowe,
- sита,
- urządzenia do odzysku metali żelaznych i nieżelaznych.

W instalacji do waloryzacji kruszyw emisja pyłu do powietrza może potencjalnie występować na następujących etapach procesu waloryzacji żużla:

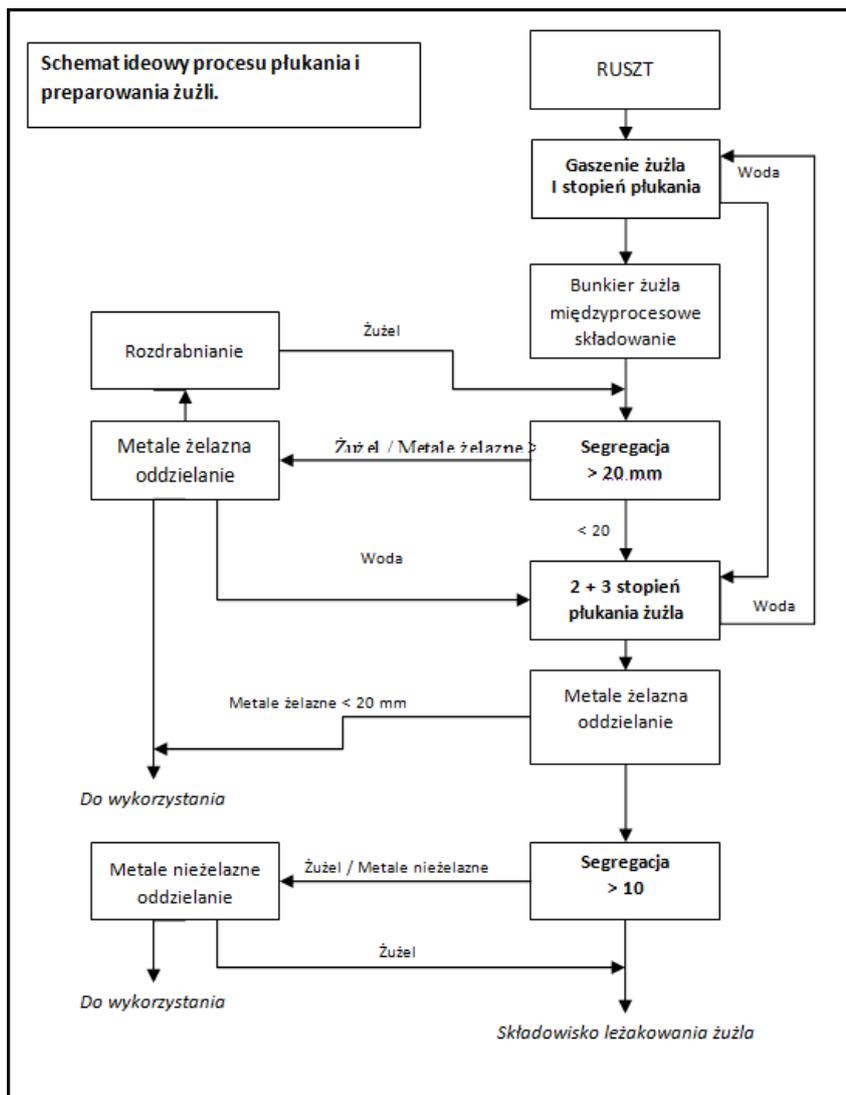
- kruszenie,
- odzysk metali.

Jednak emisja ta będzie zminimalizowana poprzez przetwarzanie mokrego żużla, a ponadto wyeliminowana poprzez zastosowanie miejscowych odciągów, skąd powietrze będzie kierowane do komory spalania. Zatem będzie zachowana zasada hermetyzacji procesu.

Rozprzestrzenianie hałasu ograniczone zostanie do wnętrza samego budynku poprzez zastosowanie odpowiedniej konstrukcji ścian, okien, drzwi i elementów budynku.

Sezonowanie żużla na placu zewnętrznym (poza budynkami ZTPO na „wolnym powietrzu”) ma za zadanie ustabilizowanie żużla tak, by przy jego dalszym wykorzystaniu nie następowało pęcznienie. Nie przewiduje się niezorganizowanej emisji pyłowej z placu sezonowania żużla, gdyż będzie się to odbywało w wydzielonych kwaterach, przedzielonych odpowiednio wysokimi ścianami i przykrytych zadaszeniem.

Poniżej przedstawiono schemat ideowy węzła przetwarzania żużla i popiołów dennych.



Rysunek 34. Schemat węzła przetwarzania żużla i popiołów dennych.

7.1.14. Węzeł unieszkodliwiania popiołów lotnych i stałych produktów oczyszczania spalin

Popioły lotne pochodzące z lejów pod kotłem i ekonomizerem (wymywnikiem) oraz z instalacji do oczyszczania spalin będą grupowane i transportowane do systemu stabilizacji i zestalania. Transport prowadzony będzie przy pomocy przenośników. Będą one podlegać procesowi stabilizacji chemicznej i zestalania, mającemu na celu możliwość ich deponowania na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne.

Opis procesu przedstawiono poniżej.



Rysunek 35. Deponowanie zestalonych pozostałości z oczyszczania spalin

Popioły kotłowe, pyły lotne oraz pozostałości z systemu oczyszczania spalin podlegać będą procesowi unieszkodliwiania w drodze zestalania i chemicznej stabilizacji, w przeznaczony do tego celu instalacji przy wykorzystaniu środków wiążących.

Na rynku dostępne jest wiele technologii zestalania i stabilizacji odpadów klasyfikowanych jako niebezpieczne. Oferują one różne sposoby zestalania odpadów, jak również w różnym stopniu gwarantują zabezpieczenie przed wtórnym wymywaniem metali ciężkich.

Mogą to być między innymi:

- Technologie podobne do produkcji betonu, polegające na mieszaniu w mieszarce odpadów ze stosunkowo dużą ilością cementu i dodawanie, jako komponentu mieszanki chemikaliów o zastrzeżonym składzie chemicznym.
- Technologie wykorzystujące reakcje hydratacji materiałów pucolanowych, w których podstawowymi reagentami są popioły lotne i wapno.
- Technologie wykorzystuje krzemiany w celu zestalania i stabilizacji zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych odpadów niebezpiecznych w postaci ciał stałych i szlamów oraz w ściekach. Proces wiązania/zestalania związków organicznych polega na wiązaniu zanieczyszczeń organicznych wewnątrz związków glinokrzemianowych, natomiast w przypadku zanieczyszczeń nieorganicznych na tworzeniu nierozpuszczalnych związków chemicznych.
- Technologie oparte na mechanizmie unieruchamiania zanieczyszczeń w ciałach stałych i szlamach poprzez wiązania ich w podobnych betonach masach odpornych na wymywanie. Odpady są wstępnie przesiewane w celu usunięcia materiałów gruboziarnistych, a następnie mieszane z wodą, dodatkami o zastrzeżonym składzie chemicznym oraz materiałem pucolanowym (popiół lotny, wapno, pył, cement).
- Technologie w których procesy prowadzone są przy zmiennym pH. Technologie te wykorzystują reaktor, do którego w części kwasowej wprowadza się ciekłe kwasy – do odpadu jest dodawany kwas krzemowy w postaci monomeru, a następnie mieszanina jest przemieszczana do części alkalicznej reaktora, gdzie ma miejsce polimeryzacja i formują się krzemiany przy użyciu roztworu alkalicznego i wapna.

- Technologie polegające na wiązaniu zanieczyszczeń siarką lub polimerami siarkowymi. Szczególnie korzystne przy wiązaniu metali ciężkich zawartych w suchych pyłach, poprzez wytworzenie nierozpuszczalnych siarczków.
- Technologie III generacji będące kombinacją stechiometrycznie obliczonego przekształcenia chemicznego (inertyzacji) i przetwarzania fizycznego odpadów połączonego z poprawą właściwości fizycznych produktu immobilizacji (zestalania). Skuteczność zapobiegania wypłukiwaniu zanieczyszczeń w tych metodach nie zależy od odczynu środowiska, w którym składowany lub zagospodarowany jest odpad.

Zestalony produkt zostaje uformowany w bloki (np. 1 m^3) lub bezpośrednio zdeponowany na składowisku odpadów. Po skutecznym procesie stabilizacji (procesy fizykochemiczne powodujące „blokade” rozpuszczalnych form niebezpiecznych związków chemicznych) – pozostałości te można przekwalifikować na odpad inny niż niebezpieczny i deponować na odpowiednich składowiskach.

Węzeł zestalania i stabilizacji popiołów lotnych i stałych pozostałości z oczyszczania spalin zostanie zrealizowany w oparciu o jedną z nowoczesnych technologii gwarantujących pewny i trwały efekt wiązania szkodliwych substancji w produkcie oraz stabilność parametrów niezależnie od odczynu środowiska, w którym będzie zabudowany lub deponowany.

Zastosowana metoda stabilizacji i zestalania będzie wolna od wad zestalania samym cementem (dodawaniem dużych ilości cementu, duży przyrost objętości i masy oraz ograniczony czas trwałości zestalania, porowatość i degradację pod wpływem kwaśnego deszczu).

Jakość receptur mieszanek zależy od energii wprowadzonej do mieszanki w jednostce czasu i stopnia homogenizacji różnych składników mieszanek. W pierwszej fazie procesu mieszania (dzięki stosownie dobranym reagentom, kontrolowanemu pH i temperaturze) dochodzi do przekształcenia związków chemicznych. W drugiej fazie dochodzi do zmiany fizycznej struktury mieszanki poprzez dodawanie odpowiednich spoiw. W wyniku procesu uzyskuje się znaczne zmniejszenie migracji substancji szkodliwych do środowiska oraz zmniejszenie ich toksyczności.

Celem procesu jest aktywacja następujących mechanizmów:

- **Zmiany wartości pH:** Poprzez dodatek spoiw pucolanowych (np. popiołów lotnych lub wapna) zmienia się pH odpadu (pH 9-11) i dochodzi do wytrącenia metali ciężkich w postaci wodorotlenków.
- **Zmiany wartościowości:** Dodatki nieorganiczne np. FeSO_4 redukują wartościowość zanieczyszczeń a poprzez to ich rozpuszczalność (np. Cr^{+6} na Cr^{+3}).
- **Tworzenia związków kompleksowych:** Rtęć, ołów i cynk mogą być (poprzez związki merkaptanowe) przeprowadzone w nierozpuszczalne związki kompleksowe.
- **Związanie w struktury krystaliczne:** Organofilne bentonity wbudowują zanieczyszczenia w siatkę krystaliczną. Aniony takie jak chlorki i siarczany wiążą się z glinami w związki wapniowe. Dodatki chemikaliów są dla każdego pojedynczego przypadku obliczane stechiometrycznie przy wykorzystaniu specjalistycznego oprogramowania komputerowego.

Tworzenie kryształów podczas dodawania cementu jest wynikiem reakcji czterech istotnych składników cementu. Za hydratyzację odpowiedzialne są krzemian trójwapniowy (20-60%), krzemian dwuwapniowy (20-30%), glinian trójwapniowy (5-10%) i żelazoglinian czterowapniowy (8-15%). Po dodaniu wody powstaje wodorotlenek wapnia $\text{Ca}(\text{OH})_2$ i w rezultacie kryształy.

W czasie immobilizacji (zestalania) odpadów z zastosowaniem komponentów uszlachetniających dochodzi do opisaną powyżej kombinacji chemicznego przekształcenia materiału („bariery wewnętrzne”) i fizycznego zasklepienia („bariery zewnętrzne”), zapewniających dobrą wytrzymałość na ścislenie i małą wodoprzepuszczalność. Dodatki uszlachetniające będą powodować dodatkowo, że

niezależnie od wartości pH Środowiska, w którym zestalony odpad będzie składowany lub zagospodarowany dochodzi do trwałej immobilizacji zanieczyszczeń.

Typowy skład mieszczanki zestalająco-stabilizującej (% wagowy w zależności od składu odpadu):

- Odpady	55-75%
- Cement	11-16%
- Opatentowane dodatki	zależnie od aplikacji
- Wapno palone	2-8%
- Woda	0-25%
- Chemikalia (Na_2S , Na_2SiO_3 , NaHSO_3 , FeSO_4)	0,2-0,9%.

7.1.15. Węzeł zasilania i wyprowadzenia mocy

Produkcja i wyprowadzenie energii elektrycznej

Para przegrzana, produkowana przez kocioł, będzie zasilala turbinę upustowo-kondensacyjną połączoną z generatorem, usytuowaną w maszynowni. Dla obiegu skojarzonego przyjęto, że proponowana turbina upustowo-kondensacyjna posiadać będzie upusty pary:

- pierwszy, regulowany upust z turbiny zasilający miejską sieć cieplną i wysokotemperaturowy stopień podgrzewacza powietrza pierwotnego,
- pozostałe upusty, nieregulowane, zasilające odgazowywacz, niskotemperaturowy stopień podgrzewacza powietrza, podgrzewacz kondensatu i obiegi potrzeb własnych,
- dla zapewnienia możliwości pracy bez odbioru ciepła przewidziano budowę chłodni wentylatorowej, dostarczającej wodę chłodzącą stopień kondensacyjny turbiny.
- W sytuacjach awaryjnych możliwy będzie zrzut pary.

Energia elektryczna produkowana będzie z nadmiarem w stosunku do własnych potrzeb. Z uwagi na wykorzystanie w znacznym stopniu mocy linii przesyłowych planuje się wyprowadzenie nadmiaru mocy do znajdującej się w sąsiedztwie Huty Aluminium, gwarantującej odbiór całej nadwyżki mocy na napięciu 6kV.

Zakład połączony będzie dodatkowo z siecią elektroenergetyczną (zasilanie rezerwowe) poprzez spalarnię odpadów niebezpiecznych. Podczas normalnej pracy, turbogenerator będzie pracował równolegle do sieci. Zapewni się w ten sposób zasilanie Zakładu w energię elektryczną oraz odsprzedaż nadmiaru energii. W przypadku utraty połączenia z siecią lokalną, turbogenerator powinien gwarantować samodzielną pracę Zakładu (praca na wyspę). Zliczanie zużycia/sprzedazy dokonywane jest na poziomie napięcia 6 kV.

Niezależne zasilanie awaryjne

Rezerwowy agregat niskiego napięcia umożliwi zasilanie instalacji, stanowiąc jej zabezpieczenie w przypadku jednoczesnej utraty zasilania z lokalnej sieci i turbogeneratorsa. Rozruch agregatu będzie automatyczny przy braku napięcia. Przewidziane są niezbędne blokady uniemożliwiające równoległą pracę agregatu i zasilania z sieci.

W przypadku utraty dwóch głównych źródeł (turbogeneratorsa i sieci lokalnej), agregat rezerwowy pozwala na w pełni bezpieczne zatrzymanie instalacji.

Rozdział niskiego napięcia

Główny rozdział niskiego napięcia w Zakładzie będzie realizowany poprzez rozdzielnię główną niskiego napięcia (RGnN), zasilaną z rozdzielni średniego napięcia (RSN) za pośrednictwem transformatorów 6 kV/0,4 kV.

Instalacja zawierać będzie wszystkie urządzenia elektryczne związane z rozdziałem głównym: transformatory SN/nN, rozdzielnię główną niskiego napięcia, baterie kondensatorów, falownik, prostownik do ładowania akumulatorów.

Zawierać będzie również wyposażenie elektryczne konieczne do zasilania oraz kontroli i sterowania całości urządzeń procesu: urządzenia rozruchowe, nastawniki, szafy, skrzynki rozdzielcze i szafy automatyki.

7.1.16. Węzeł automatyki i pomiarów

Zakład będzie wyposażony we wszystkie urządzenia kontroli i sterowania konieczne do prowadzenia i nadzoru procesu oraz wyposażenie pomocnicze. Będzie zawierał również wszelkie oprzyrządowanie konieczne do kontroli i sterowania całości zaproponowanych urządzeń: wskaźników lokalnych, czujników pomiarowych, analizatorów, detektorów, siłowników, zaworów regulacyjnych, elektrozaworów itp.

System kontroli i sterowania będzie systemem rozproszonym (podział zadań), zhierarchizowanym, zorganizowanym na różnych poziomach i kierowanym centralnie.

Wszystkie urządzenia biorące udział w procesie zasadniczym będą zarządzane przez nadrzędny system sterowania i kontroli.

Jeśli niektóre zespoły posiadają własne sterowniki, mogą wówczas wymieniać z systemem nadrzędnym wszystkie informacje logiczne i analogowe niezbędne do kierowania instalacją (urządzenia zadające, alarm, itp.). W ten sposób operator może nadzorować całą instalację z nastawni centralnej, za pośrednictwem animowanej, interaktywnej synoptyki.

8. ROZWIĄZANIA ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANE

8.1. OPIS OBIEKTÓW PODSTAWOWYCH

8.1.1. Hala wyładunkowa

Wymiary:

- Długość: 32m
- Szerokość: 25m
- Wysokość: 13 m

Powierzchnia zabudowy: 800 m²

Kubatura: 10 400 m³

Rodzaj konstrukcji: stalowa

Hala wyładunkowa będzie budynkiem o konstrukcji stalowej osadzonej na fundamencie. Powierzchnia hali wykonana zostanie jako żelbetowa płyta, pokryta warstwą antypoślizgową. Płyta wyposażona zostanie w system kanałów odpływowych, zapewniający spływ z całej powierzchni hali do systemu kanalizacyjnego Zakładu. Dopływ odcieków do kanałów odpływowych zapewniony zostanie poprzez zastosowanie odpowiednich spadków powierzchni. Ściany wewnętrzne budynku wykonane zostaną w taki sposób, aby zapewnić łatwe ich zmywanie (np. pokryte płytkami ceramicznymi). Oświetlenie hali zapewnią będą umieszczone w jej konstrukcji świetliki oraz oświetlenie sztuczne. Oświetlenie wykonane zostanie w sposób spełniający wymogi prawne w tym zakresie. Transport odpadów do wnętrza hali odbywał się będzie poprzez bramy wjazdowe o wysokości w świetle wynoszącej 4,5m.

W zakresie hali wyładunkowej wykonany zostanie żelbetowy bunkier zasypowy. Bunkier będzie monolityczną konstrukcją w postaci „szczelnej wanny”. Ściana bunkra stanowiąca granicę pomiędzy halą wyładunkową a częścią termiczną instalacji wykonana zostanie w sposób zapewniający bezpieczeństwo w przypadku wystąpienia pożaru w bunkrze. Powierzchnia wewnętrzna bunkra zabezpieczona zostanie specjalnymi powłokami wykazującymi odporność biologiczną i chemiczną. Bunkier zostanie wyposażony w urządzenia przeciwdziałające przedostawaniu się odorów do środowiska zewnętrznego oraz automatyczny system gaszenia odcinający dostęp powietrza do odpadów poprzez szczelne pokrycie ich powierzchni pianą gaśniczą.

8.1.2. Hala termicznego przekształcania odpadów

Wymiary:

- Długość: 80m
- Szerokość: 25m
- Wysokość: 34 m

Powierzchnia zabudowy: 2 000 m²

Kubatura: 68 000 m³

Rodzaj konstrukcji: stalowa

Hala termicznego przekształcania odpadów wykonana zostanie w konstrukcji stalowej posadowionej na żelbetowym fundamencie. Konstrukcja hali będzie posiadać klasę odporności ogniowej B, przy założeniu zastosowania automatycznego systemu gaszenia. Hala wyposażona zostanie w odpowiednie oświetlenie w postaci świetlików umieszczonych w konstrukcji oraz oświetlenie sztuczne, zgodne z normami i spełniające wszystkie wymagania prawne. Budynek wyposażony zostanie ponadto w wentylację oraz klapy dymowe.

8.1.3. Stacja uzdatniania wody

Wymiary:

- Długość: 8m
- Szerokość: 10m
- Wysokość: 8 m

Powierzchnia zabudowy: 80 m²

Kubatura: 640 m³

Rodzaj konstrukcji: stalowa

Stacja uzdatniania wody wykonana zostanie w konstrukcji stalowej posadowionej na żelbetowym fundamencie. Podłoga wodo i chemoodporna. Powierzchnia wydzielona zostanie w budynku stabilizacji i zestalania.

8.1.4. Budynek waloryzacji żużli

Wymiary:

- Długość: 35m
- Szerokość: 30m (wymiar maksymalny)
- Wysokość: 10 m

Powierzchnia zabudowy: 1050 m²

Kubatura: 10 500 m³

Rodzaj konstrukcji: stalowa

8.1.5. Budynek stabilizacji i zestalania

Wymiary:

- Długość: 30m
- Szerokość: 20m
- Wysokość: 8 m

Powierzchnia zabudowy: 600 m²

Kubatura: 4800 m³

Opracowanie:

„Instalacja do termicznego unieszkodliwiania i energetycznego wykorzystania odpadów i osadów ściekowych”

Rodzaj konstrukcji: stalowa

8.1.6. Stacja transformatorowa

Wymiary:

- Długość: 10 m
- Szerokość: 8 m
- Wysokość: 6 m

Powierzchnia zabudowy: 80 m²

Kubatura: 480 m³

Rodzaj konstrukcji: betonowa, celem uniknięcia możliwości wycieku oleju proponuje się zastosowanie transformatorów suchych.

8.1.7. Zbiornik na olej

Pojemność: 100 m³ proponowany zbiornik podziemny. Dokładna pojemność zostanie określona na etapie projektowania tak by nie przekroczyć wielkości która mogłaby zaklasyfikować obiekt do zakładu o zwiększonym ryzyku, lub zakładu o dużym ryzyku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej.

8.1.8. Wagi samochodowe

Wymiary:

- Długość: 18 m
- Szerokość: 6 m

Powierzchnia zabudowy: 108 m²

8.1.9. Portiernia

Wymiary:

- Długość: 6 m
- Szerokość: 6 m
- Wysokość: 4 m

Powierzchnia zabudowy: 36 m²

Kubatura: 144 m³

Rodzaj konstrukcji: murowana

8.1.10. Budynek administracyjno-socjalny

Wymiary:

- Długość: 40 m
- Szerokość: 15 m
- Wysokość: 10 m

Powierzchnia zabudowy: 600 m²

Kubatura: 6 000 m³

Rodzaj konstrukcji: murowana

W skład budynku administracyjno – socjalnego wchodzić będą biura oraz zaplecze socjalne, których powierzchnia uzależniona będzie od poziomu zatrudnienia. W poniższej tabeli przedstawiono wymagane powierzchnie pomieszczeń wchodzących w skład budynku.

Tabela 35. Pomieszczenia wchodzące w skład budynku administracyjnego wraz wymaganą powierzchnią.

Pomieszczenie	Minimalna powierzchnia (m ²)
Recepcja główna	12
Sekretariat	6
Pomieszczenia administracyjne dla kadry kierowniczej i inżynierskiej	60
Pomieszczenia administracyjne dla kadry eksploatującej obiekt	60
Szatnia „czysta”	32
Szatnia „brudna”	32
Natryski	32
Pomieszczenia sanitarne, osobne dla kobiet i mężczyzn, w części administracyjnej oraz eksploatacyjnej Zakładu	15
Stołówki z niezbędną infrastrukturą kuchenną	20

Posadzki we wszystkich pomieszczeniach wykonane zostaną z płytek ceramicznych. W pomieszczeniach kadry kierowniczej zastosowana zostanie wykładzina dywanowa. W celu umożliwienia łatwego zmywania, ściany pomieszczeń sanitarnych, natrysków, szatni, pomieszczeń spożywania posiłków wyłożone zostaną płytkami ceramicznymi. Pomieszczenia administracyjne wyposażone zostaną w klimatyzację.

8.1.11. Plac przyjęcia żużla

Orientacyjne wymiary:

- Długość: 76m
- Szerokość: 8m

Powierzchnia zabudowy: 608 m²

Plac przyjęcia żużła będzie wykonany jako betonowy lub asfaltowy o odpowiedniej nośności, wyposażony w odpowiednie kanały umożliwiające odprowadzenie wód opadowych do systemu kanalizacyjnego obiektu. Nawierzchnia będzie odporna na działanie olejów i innych chemikaliów o podobnych właściwościach.

8.1.12. Plac dojrzewania i składowania żużla

Orientacyjne wymiary:

- Długość: 76m
- Szerokość: 38m (wymiar maksymalny)

Powierzchnia zabudowy: 2 888m²

Technologia wykonania placu dojrzewania i składowania żużla będzie taka jak w przypadku placu przyjęcia żużla.

8.1.13. Plac czasowego magazynowania odpadów

Orientacyjne wymiary:

- Długość: 20m
- Szerokość: 40m

Powierzchnia zabudowy: 800 m²

W związku z przewidywalnością okresów, w których konieczne będzie wykorzystanie placu nie przewiduje się odrębnego miejsca na czasowe magazynowanie odpadów. Przewiduje się, że na czas przechowywania odpadów zwolniona będzie wymagana przestrzeń na Placu dojrzewania i składowania żużla. Przechowywane odpady, będą balowane i szczelnie zawijane w folię PE w sposób podobny jak przy przygotowywaniu kiszzonek w rolnictwie. Zabezpieczy to w sposób skuteczny przed odorami.

8.2. OPIS PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW ZAGOSPODAROWANIA TERENU

8.2.1. Drogi, place manewrowe, parkingi

W celu prawidłowego funkcjonowania Instalacji zostaną zaprojektowane drogi dojazdowe (w tym p.poż) do wszystkich obiektów technologicznych. Drogi zostaną wykończone nawierzchnią asfaltową zabezpieczającą przed infiltracją ewentualnych odcieków do wód gruntowych.

Nośność dróg dojazdowych i parkingów min. 80 kN/m². Drogi dojazdowe powinny być oznakowane zgodnie z przepisami o ruchu na drogach publicznych. Przejścia dla pieszych powinny być wyznaczone w miejscach bezpiecznych. Szerokość drogi przeznaczonej dla ruchu pieszego jednokierunkowego powinna wynosić co najmniej 0,75 m, a dwukierunkowego - 1,2 m.

Wjazd na teren instalacji będzie się odbywał poprzez stanowisko wagowe. W rejonie hali rozładunkowej przewidziany jest plac manewrowy z miejscem postoju dla samochodów oczekujących na rozładunek. Wokół hali głównej przewiduje się ruch jednokierunkowy.

Dodatkowo do budynku socjalno-administracyjnego zostanie doprowadzony ciąg pieszy wykonany w technologii kostki brukowej. Do budynku socjalno-administracyjnego zostanie wykonany oddzielny dojazd oraz co najmniej 8 miejsc parkingowych dla samochodów osobowych.

8.2.2. Ogrodzenie

Teren Zakładu zostanie ogrodzony ogrodzeniem z siatki powlekanej rozpiętej na słupkach stalowych osadzonych w betonowym cokole. W ogrodzeniu zlokalizowane zostaną bramy stalowe, rozwierane. Konstrukcja ogrodzenia (poza siatką powlekaną) zabezpieczona zostanie antykorozyjnie, powierzchnia wykończona poprzez pomalowanie jednoskładnikową farbą do zabezpieczania powierzchni metalowych, w kolorze ciemnozielonym (np. farbą winylową). Bramy sterowane pilotem z centralnej dyspozytorni (sterowni).

8.2.3. Zieleń

Na terenie Zakładu należy przewidziano obsadzenie zieleni na powierzchni terenu nie objętego zabudową. Zieleń ma spełnić funkcję ochrony środowiska oraz funkcję estetyczną. Powierzchnia terenu biologicznie czynnego powinna odpowiadać wymaganiom obowiązującego Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego.

SPIS TABEL

TABELA 1. RODZAJE ODPADÓW PRZYJMOWANYCH DO ZTUO	30
TABELA 2. OBLICZENIOWA CHARAKTERYSTYKA MORFOLOGICZNA ZMIESZANYCH ODPADÓW KOMUNALNYCH (WG BADAŃ WYKONANYCH 2009/2010):.....	31
TABELA 3. OBLICZENIOWA CHARAKTERYSTYKA FRAKCYJNA ZMIESZANYCH ODPADÓW KOMUNALNYCH.	31
TABELA 4. PROGNOZOWANE STRUMIENŃ ODPADÓW NA TERENIE SUBREGIONU KONIŃSKIEGO	34
TABELA 5. MOC ZAINSTALOWANA ELEKTROWNI W POLSCE NA KONIEC ROKU [MW].	35
TABELA 6. CENY ENERGII POSZCZEGÓLNYCH SPÓŁEK OBROTU W POLSCE W 2008R.	36
TABELA 7. ŚREDNIOWAŻONE CENY CIEPŁA ORAZ ŚREDNIOWAŻONE STAWKI OPŁAT ZA USŁUGI PRZESYŁOWE DLA PIERWSZEGO ROKU STOSOWANIA TARYF ZATWIERDZONYCH W 2004 R. W POLSCE.	37
TABELA 8. ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ FINALNĄ W PODZIALE NA SEKTORY GOSPODARKI [MTOE].	38
TABELA 9. ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ FINALNĄ W PODZIALE NA NOŚNIKI [MTOE].	38
TABELA 10. PROGNOZA KRAJOWEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ WG PROJEKTU POLITYKI ENERGETYCZNEJ POLSKI DO 2030 ROKU [TWH].	39
TABELA 11. NIEZBĘDNA MOC BRUTTO ELEKTROWNI I ELEKTROCIĘPŁOWNI (SPOZA OZE-E).	39
TABELA 12. ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ FINALNĄ BRUTTO Z OZE W PODZIALE NA RODZAJE ENERGII [KTOE].	39
TABELA 13. BILANS ZAPOTRZEBOWANIA NA MOC CIEPLNĄ PRZEZ ODBIORCÓW MPEC W LATACH 2010 - 2012.	43
TABELA 14. PLANOWANY PRZEZ MPEC KONIN ZAKUP I SPRZEDAŻ ENERGII CIEPLNEJ.	43
TABELA 15. CZAS TRWANIA SEZONU GRZEWCZEGO W LATACH 2007 – 2010.	43
TABELA 16. DANE TECHNICZNE UKŁADU ODZYSKU CIEPŁA DLA LINII TECHNOLOGICZNEJ W WARIANCIE I.	92
TABELA 17. DANE TECHNICZNE TURBINY W WARIANCIE I PRACA Z MAKSYMALNĄ PRODUKCJĄ ENERGII CIEPLNEJ Z UPUSTU.	92
TABELA 18. DANE TECHNICZNE TURBINY W WARIANCIE I PRACA W KONDENSACJI.	93
TABELA 19. DANE TECHNICZNE UKŁADU ODZYSKU CIEPŁA W WARIANCIE II.	99
TABELA 20. DANE TECHNICZNE TURBINY W WARIANCIE II PRACA W KOGENERACJI.	99
TABELA 21. DANE TECHNICZNE TURBINY W WARIANCIE II PRACA W KONDENSACJI.	99
TABELA 22. ANALIZA DGC DLA WARIANTU I.	108
TABELA 23. ANALIZA DGC DLA WARIANTU II.	109
TABELA 24. ANALIZA DGC DLA WARIANTU III.	110
TABELA 25. PORÓWNANIE PODSTAWOWYCH KRYTERIÓW WYBORU ROZWAŻANYCH OPCJI.	113
TABELA 26. PORÓWNANIE PODSTAWOWYCH KRYTERIÓW WYBORU ROZWAŻANYCH OPCJI.	114
TABELA 27. PORÓWNANIE PODSTAWOWYCH KRYTERIÓW WYBORU ROZWAŻANYCH OPCJI.	115
TABELA 28. PORÓWNANIE PODSTAWOWYCH KRYTERIÓW WYBORU ROZWAŻANYCH OPCJI.	116
TABELA 29. ŁĄCZNE ZESTAWIENIE KRYTERIÓW	117
TABELA 30. ZESTAWIENIE POZYCJI POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW Z UWZGLĘDNIENIEM WAG.	118
TABELA 31. RANKING WARIANTÓW Z UWZGLĘDNIENIEM WAG.	119
TABELA 32. ZAKŁADANE PARAMETRY TECHNICZNE INSTALACJI.	120
TABELA 33. ODZYSK ENERGII W ZTUO W ODNIESIENIU DO DANYCH CEWEP, BREF I OD DOSTAWCÓW TECHNOLOGICZNYCH.	121
TABELA 34. WSPÓŁCZYNNIK EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ	124
TABELA 35. POMIESZCZENIA WCHODZĄCE W SKŁAD BUDYNKU ADMINISTRACYJNEGO WRAZ WYMAGANĄ POWIERZCHNIĄ.	152

SPIS ILUSTRACJI

RYSUNEK 1. ROZPATRYWANA LOKALIZACJA ZAKŁADU PRZY UL. BRUNATNEJ, DZ. 37/5 OBR. MALINIEC, SKALA OK. 1 : 10 000.	20
RYSUNEK 2. ROZPATRYWANA LOKALIZACJA ZAKŁADU PRZY UL. SULAŃSKIEJ, DZ. 338 OBR. MALINIEC, SKALA OK. 1 : 10 000.	21
RYSUNEK 3. ROZPATRYWANA LOKALIZACJA ZAKŁADU PRZY UL. SULAŃSKIEJ, DZ. 137/3, 138/1 OBR. MALINIEC, SKALA OK. 1 : 10 000.	22
RYSUNEK 4. ROZPATRYWANA LOKALIZACJA ZAKŁADU PRZY UL. SULAŃSKIEJ, DZ. 1436/5 OBR. GOŚLAWICE, SKALA OK. 1 : 10 000.	23
RYSUNEK 5. WIDOK Z LOTU PTAKA NA TEREN PRZEZNACZONY POD BUDOWĘ ZAKŁADU ORAZ JEGO OTOCZENIE.	24
RYSUNEK 6. FRAGMENT MAPY ADMINISTRACYJNEJ WOJEWÓDZTWA WIELKOPOLSKIEGO.	29
RYSUNEK 7. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA ODPADÓW.	33
RYSUNEK 8. SCHEMAT SYSTEMU GRZEWCZEGO MIASTA KONIN.	41
RYSUNEK 9. STRUKTURA ZAPOTRZEBOWANIA MOCY ZAMÓWIONEJ PRZEZ POSZCZEGÓLNYCH KLIENTÓW MPEC - KONIN W 2009R. ..	42
RYSUNEK 10. LOKALIZACJA INSTALACJI W SYSTEMIE ENERGETYCZNYM.	46
RYSUNEK 11. ZŁOŻE FLUIDALNE STACJONARNE (PĘCHERZOWE).	55
RYSUNEK 12. ZŁOŻE FLUIDALNE CYRKULACYJNE.	56
RYSUNEK 13. PRZYKŁADOWY ZAKRES STOSOWANIA TECHNOLOGII RUSZTOWYCH.	60
RYSUNEK 14. UKŁADY KOMORY PALENISKOWEJ.	61
RYSUNEK 15. PIEC OBROTOWY.	63
RYSUNEK 16. ZAKRES PRACY POJEDYNCZEJ LINII PRZYKŁADOWEJ INSTALACJI DLA WARIANTU I.	88
RYSUNEK 17. SCHEMAT TECHNOLOGICZNY INSTALACJI TERMICZNEGO PRZEKSZTAŁCANIA ODPADÓW – WARIANT I.	90
RYSUNEK 18. ZAKRES PRACY PRZYKŁADOWEJ INSTALACJI O WYDAJNOŚCI PODOBNEJ DO WYMAGANEJ W WARIANCIE II I III.	95
RYSUNEK 19. SCHEMAT TECHNOLOGICZNY INSTALACJI TERMICZNEGO PRZEKSZTAŁCANIA ODPADÓW – WARIANT II.	96
RYSUNEK 20. SCHEMAT PRZYKŁADOWEJ INSTALACJI SPALANIA ODPADÓW – WARIANT II.	98
RYSUNEK 21. ZASADA DZIAŁANIA WYMIENNIKA OBROTOWEGO.	102
RYSUNEK 22. SCHEMAT UKŁADU ODZYSKU CIEPŁA UTAJONEGO ZE SPALIN.	103
RYSUNEK 23. NAKŁADY NA REALIZACJĘ POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW.	106
RYSUNEK 24. KOSZTY EKSPLOATACJI W POSZCZEGÓLNYCH WARIANTACH.	107
RYSUNEK 25. PORÓWNANIE WSKAŹNIKÓW DGC DLA ANALIZOWANYCH WARIANTÓW (zł/Mg).	111
RYSUNEK 26. ŁĄCZNE NAKŁADY ORAZ KOSZTY EKSPLOATACJI I UTRZYMANIA NETTO DLA ANALIZOWANYCH WARIANTÓW.	112
RYSUNEK 27. ILOŚCI WYTWARZANEJ ENERGII DLA ANALIZOWANYCH WARIANTÓW.	112
RYSUNEK 28. WYKRES OBRAZUJĄCY ZALEŻNOŚCI PARAMETRÓW EKONOMICZNYCH I EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ W ZALEŻNOŚCI OD STOPNIA POBORU PARY Z UPUSTU.	126
RYSUNEK 29. PRZYKŁADOWY SCHEMAT TECHNOLOGICZNY INSTALACJI SPALANIA.	126
RYSUNEK 30. PROJEKTOWANY SPOSÓB MAGAZYNOWANIA ODPADÓW KOMUNALNYCH.	128
RYSUNEK 31. PROJEKTOWANY SPOSÓB MAGAZYNOWANIA ODPADÓW KOMUNALNYCH – WIDOK Z LOTU PTAKA.	129
RYSUNEK 32. OGÓLNY SCHEMAT TECHNOLOGICZNY PALENISKA I KOTŁA.	133
RYSUNEK 33. WYKRES SPALANIA DLA LINII TECHNOLOGICZNEJ ZAKŁADU.	134
RYSUNEK 34. SCHEMAT WĘŻŁA PRZETWARZANIA ŻUŻLA I POPIOŁÓW DENNYCH.	144
RYSUNEK 35. DEPONOWANIE ZESTALONYCH POZOSTAŁOŚCI Z OCZYSZCZANIA SPALIN.	145