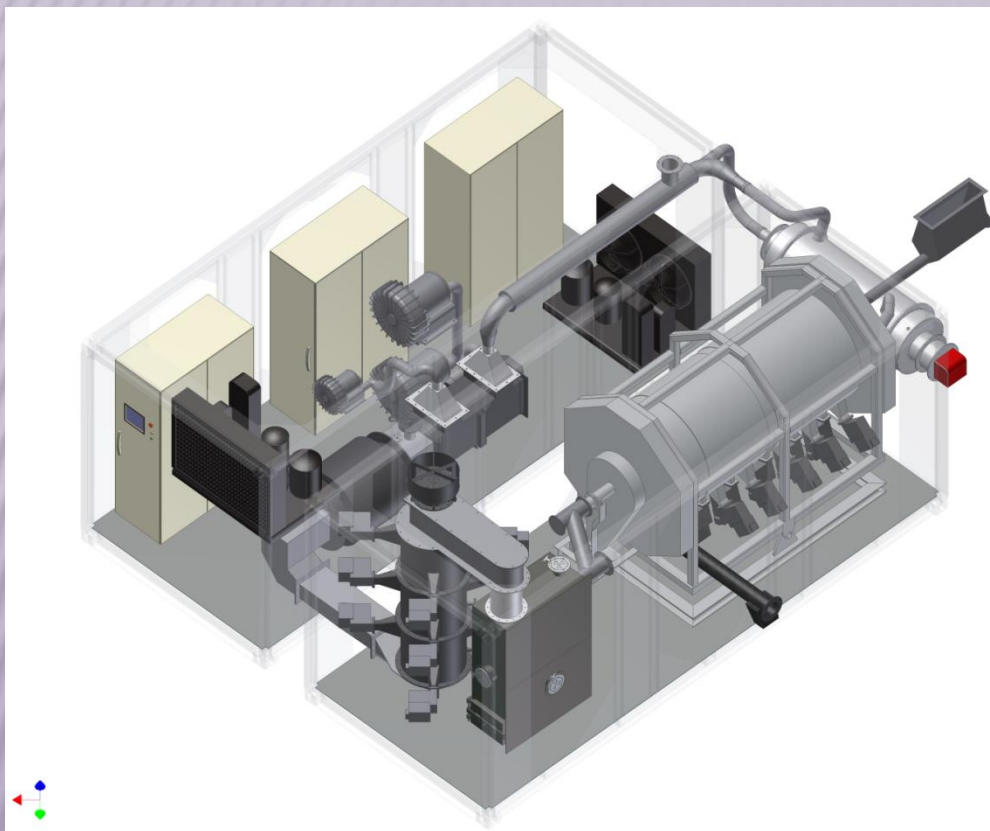


TERMICZNE PRZETWARZANIE ODPADÓW Z ODZYSKIEM ENERGII ZAWARTEJ W ODPADACH I PRZETWORZENIEM JEJ NA ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

*Materiały własne materiały badawcze i materiały badawczo – wdrożeniowe
udostępnione przez w celach badawczych i promocyjnych przez firmę i
właściciela technologii ATON HT S.A., opracowane przez
Stanisława Linert*

Prezentacja to schematycznie przedstawiony opis koncepcji techniczno – technologicznej oraz osiąganych efektów energetycznych w oparciu o reaktory mikrofalowe ATON –HR służące do termiczno – mikrofalowego przetwarzania odpadów z grupy:



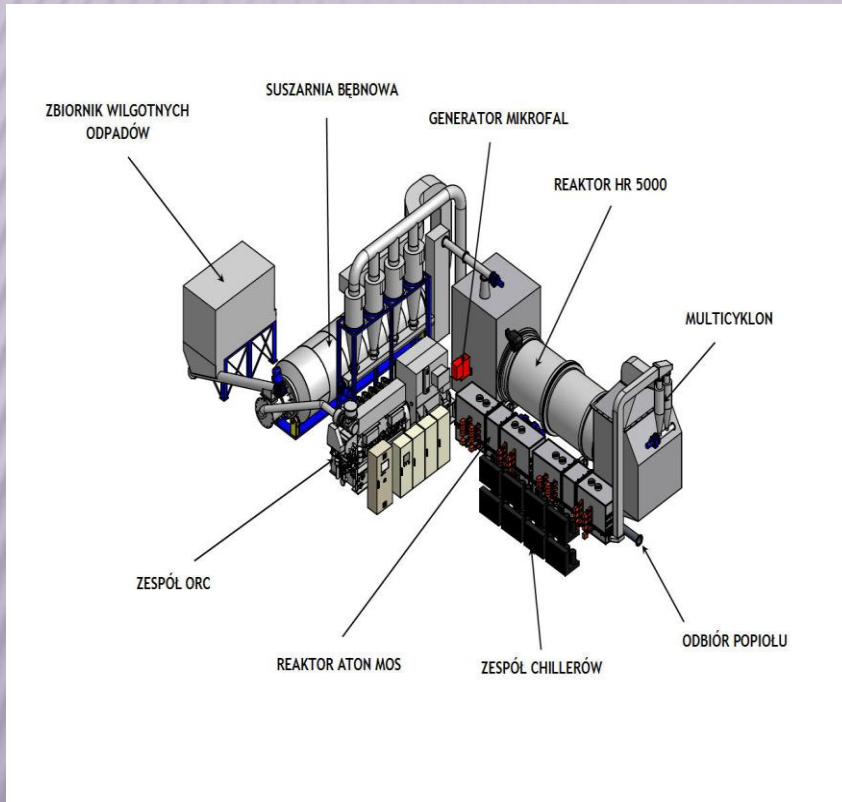
linia do technologicznego przetwarzania odpadów zbudowana na bazie reaktorów mikrofalowych ATON-HR200 i MOS

- *odpadów komunalnych,*
- *opon,*
- *tetrakartonów*
- *eternitu.*

Opis stanowi podstawę wyjściową przyjęcia i opracowania założeń techniczno – ekonomicznych projektu:

Badawczego i wdrożeniowego obejmującego założenia procesy termiczno – mikrofalowego przetwarzania odpadów komunalnych i przemysłowych z odzyskiem energii zawartej w odpadach i przetworzenia jej na energię elektryczną oraz cieplną.

Dla celów prezentacji opisy urządzeń i instalacji pokazano w sposób przykładowy i ogólny, pozostawiając optymalny wybór rozwiązań technologicznych w oparciu o uzyskane wyniki z procesu badawczego. Rozwiązania technologiczne powinny być oparte o najnowsze zdobycze technologiczne jakimi są reaktory mikrofalowe serii HR 200 i HR 5000 opracowane i skonstruowane przez firmę ATON-HT SA.



Projekt dotyczy procesów termicznego przetworzenia oraz zmieszanych odpadów komunalnych w ilości około 20 - 30 tyś. ton rocznie.

W zależności od przyjętych rozwiązań celu uzyskania najkorzystniejszych efektów ekonomicznych i energetycznych odpady komunalne powinny i muszą być wzbogacane odpadami przemysłowymi jak :

- a. oponami,***
- b. tetrakartonami,***
- c. eternitem zawierającym azbest***

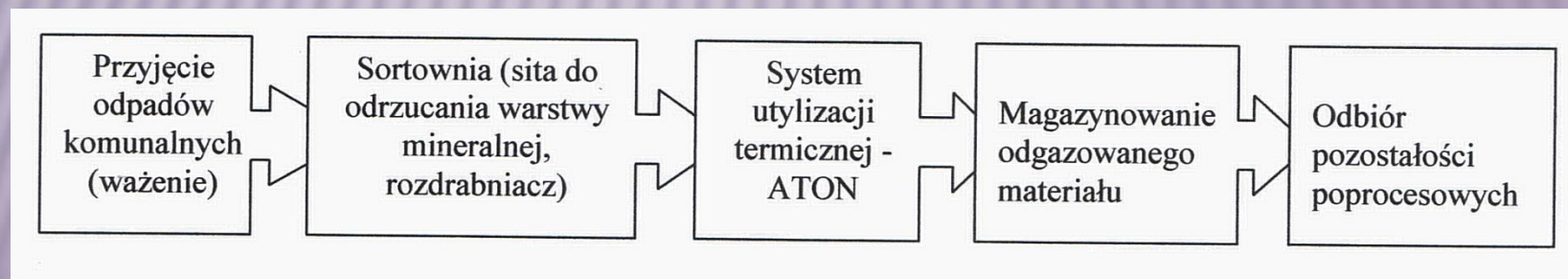
linia technologiczna przetwarzania odpadów zbudowana na bazie reaktorów HR5000 + MOS + ORC z suszarką odpadów

Odpady komunalne dostarczane do zakładu przetwarzania odpadów i składowiska w Machnacu w ilości do 20 - 30 tyś. ton rocznie, zawierają warstwę mineralną stanowiącą około 30% dostarczanych odpadów. Po jej usunięciu pozostaje do przetworzenia 15 – 21 tyś. ton. Ilość ta w okresie letnim ulega zwiększeniu o około 10 tyś ton oraz praktycznie jest pozbawiona warstwy mineralnej.

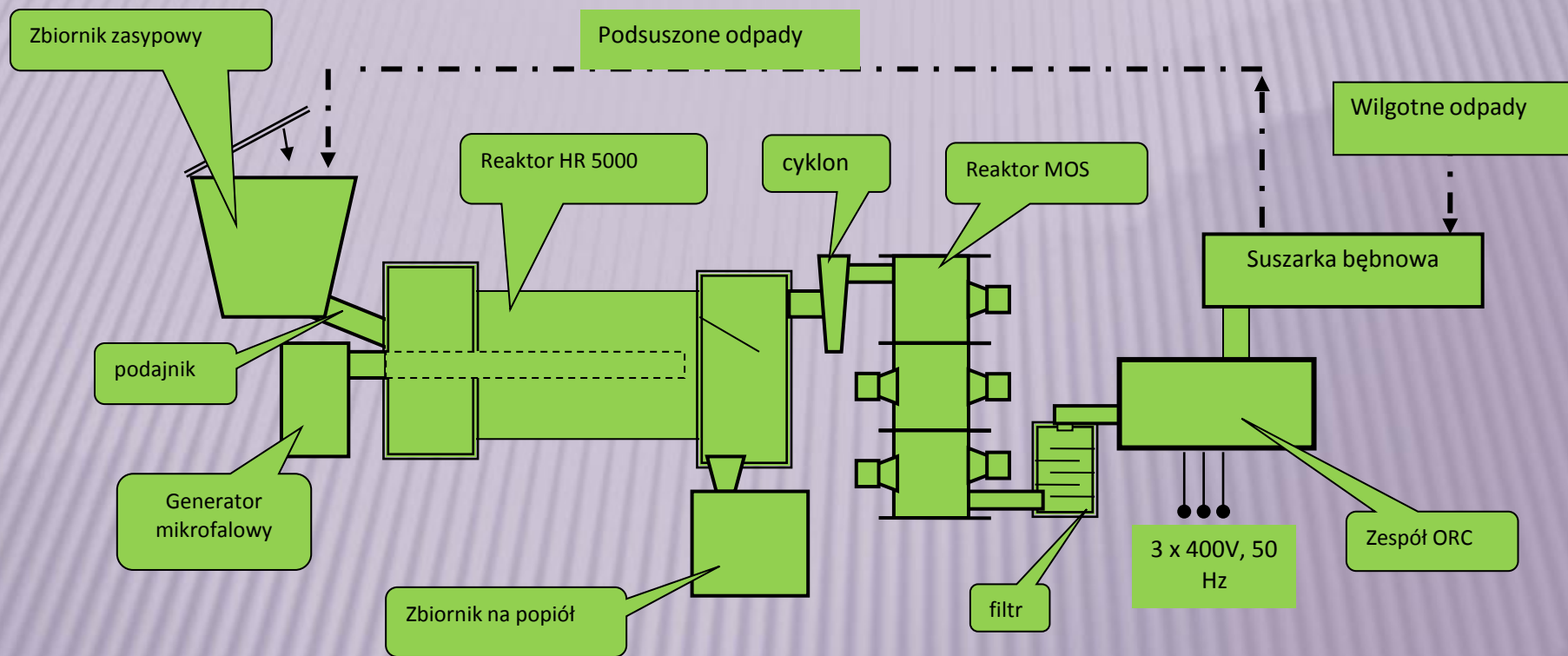
Odpady zmieszane to odpady o różnym poziomie i wartości kalorycznej. Do prezentacji już znanych i opracowanych efektów przyjęto wartości średniej kaloryczności wynoszącej 10 - 16 MJ/kg przy wilgotności 30 - 40%.

Schematycznie przedstawiona linia przetwarzania odpadów składająca się z :

- ***sita do odrzucania warstwy mineralnej,***
- ***rozdrabniacza,***
- ***systemu utylizacji termicznej,***
- ***wytwarzania energii elektrycznej i ciepła.***



Schemat linii technologicznej do unieszkodliwiania odpadów komunalnych



Charakterystyka utylizowanych odpadów:

Instalacja dokonuje obróbki termicznej strumienia odpadów komunalnych o przyjętych kodach:

- *19-12-12 posortownicza frakcja nadsitowa BALAST > 70mm,*
- *19-12-10 frakcje – paliwa alternatywne,*
- *20-01-08 odpady ulegające biodegradacji,*
- *20-01-08 odpady kuchenne ulegające biodegradacji.*

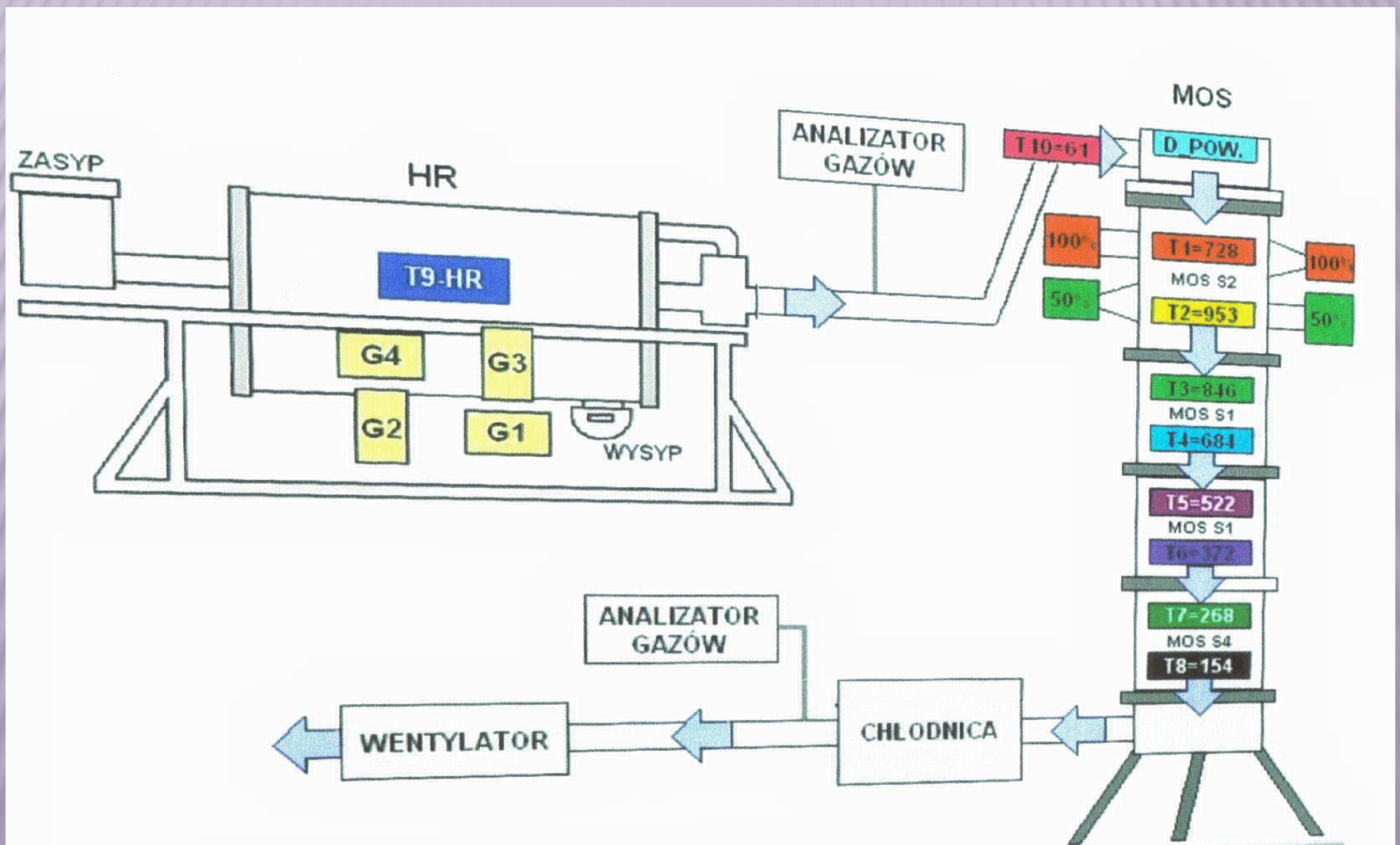
Dla określenia kaloryczności surowca oraz zawartości wody wykonane zostały badania laboratoryjne pobranych próbek w Zakładzie Badawczo-Rozwojowym ATON-HT SA.

Wyniki przykładowe testów podano w tabelach:

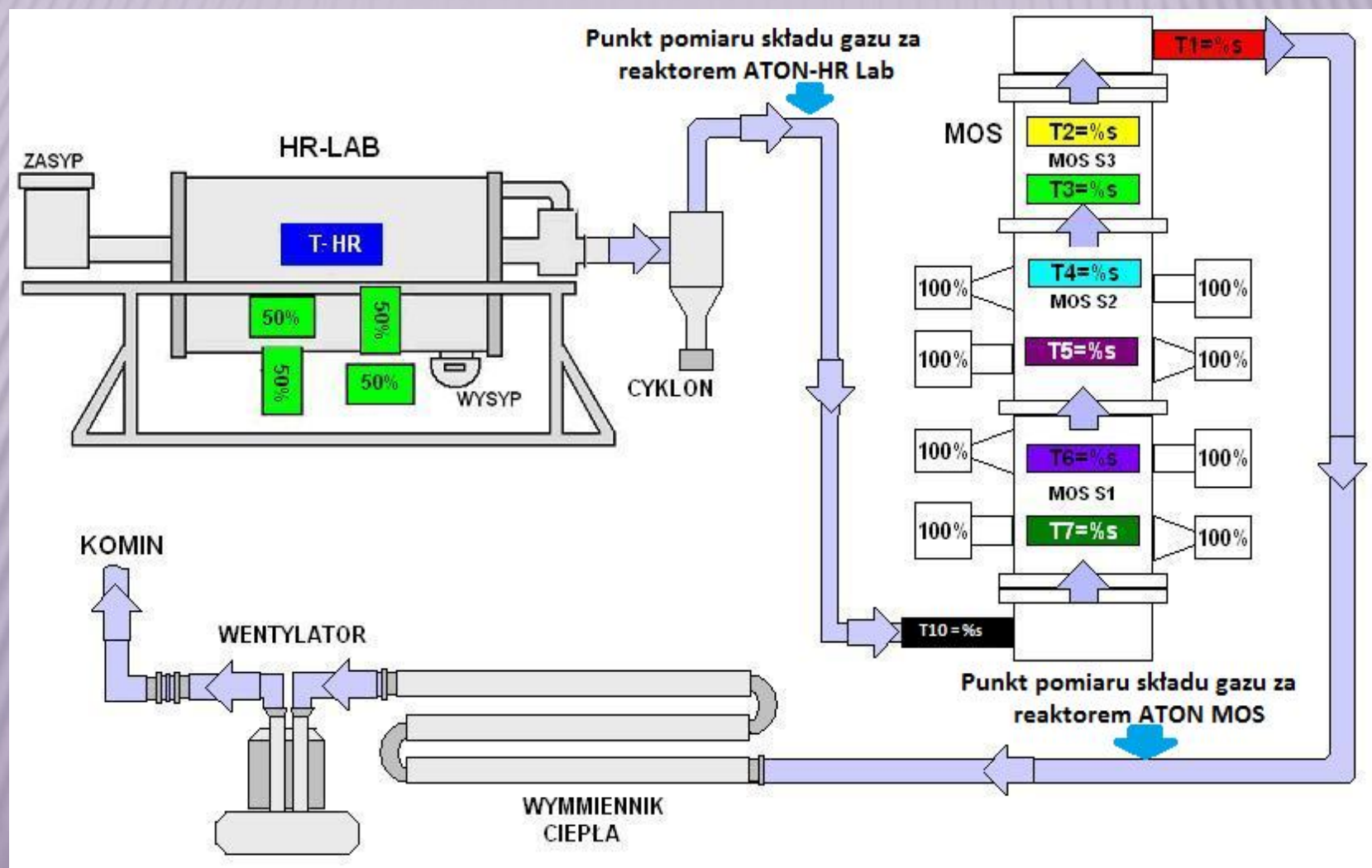
Data analizy: 30.03 – 01.04. 2012

Wyniki:

Schemat półprzemysłowej linii technologicznej zastosowanej do atonizacji odpadów komunalnych – ATON HR-lab. oraz oksydacji gazów odlotowych. Analiza gazów odlotowych była prowadzona przed i za reaktorem ATO MOS-lab.



Schemat instalacji i przebiegu procesu monitorowany na ekranie monitora – z wynikami pomiarów oraz parametrów pomocniczych podczas prowadzenia procesu technologicznego w różnych sekcjach i konfiguracji mocy mikrofalowej



Nazwa próbki	Kaloryczność (ciepło spalania)		Przedział ufności	Wilgotność [%]
	[MJ/Kg]			
	Suchej masy	średnia		
CBR_37(2012) A (PODSITOWA)	12,2558	11,1602	± 1,4566	41,4130
	11,5538			41,1470
	12,3751			51,1320
	10,7077			32,2830
	9,7738			41,5460
	9,9720			31,9570
	11,4831			45,0320
CBR_37(2012) B (BALAST)	19,7263	20,3955	± 2,1892	29,0340
	19,7797			29,1780
	20,5799			28,3900
	18,4306			29,6360
	22,4963			21,6110
	22,4627			35,1130
	19,2928			38,2590

Analiza składu elementarnego odpadów

Nazwa próbki	Oznaczenia	Stan	Wrex	Wtr	W	A	V	FC	FR
			%	%	%	%	%	%	-
CBR_37/20 12/B	<i>B1</i>	<i>Roboczy</i>	<i>29,84</i>	<i>31,29</i>	<i>1,45</i>	<i>36,02</i>	<i>25,47</i>	<i>7,23</i>	<i>0,28</i>
		Analityczny			2,06	51,33	36,30	10,31	0,28
		Suchy				52,41	37,06	10,52	0,28
		Suchy bezpopiolo wy					77,88	22,12	0,28
CBR_37/20 12/B	<i>B2</i>	<i>Roboczy</i>	<i>30,08</i>	<i>31,55</i>	<i>1,46</i>	<i>35,24</i>	<i>26,12</i>	<i>7,09</i>	<i>0,27</i>
		Analityczny			2,09	50,41	37,36	10,14	0,27
		Suchy				51,49	38,16	10,36	0,27
		Suchy bezpopiolo wy					78,65	21,35	0,27
CDR_37/20 12/A	<i>A1</i>	<i>Roboczy</i>	<i>39,42</i>	<i>40,84</i>	<i>1,41</i>	<i>19,77</i>	<i>34,61</i>	<i>4,79</i>	<i>0,14</i>
		Analityczny			2,33	32,63	57,14	7,90	0,14
		Suchy				33,41	58,50	8,09	0,14
		Suchy bezpopiolo wy					87,85	12,15	0,14
CBR_37/20 12/A	<i>A2</i>	<i>Roboczy</i>	<i>40,24</i>	<i>41,36</i>	<i>1,12</i>	<i>16,19</i>	<i>36,75</i>	<i>5,71</i>	<i>0,16</i>
		Analityczny			1,87	27,09	61,50	9,55	0,16
		Suchy				27,60	62,67	9,73	0,16
		Suchy bezpopiolo wy					86,56	13,44	0,16

Nazwa próbki	Oznaczenia	Stan	C	H	N	S	O
			%	%	%	%	%
CBR_37/2 012/B	B1	Roboczy	26,98	3,43	0,45	0,22	31,46
		Analityczny	38,45	4,89	0,65	0,32	2,31
		Suchy	39,26	4,99	0,66	0,32	2,35
		Suchy bezpopioły	82,50	10,48	1,38	0,68	4,95
CBR_37/2 012/B	B2	Roboczy	27,74	3,55	0,48	0,25	31,28
		Analityczny	39,67	5,07	0,69	0,35	1,71
		Suchy	40,52	5,18	0,70	0,36	1,75
		Suchy bezpopioły	83,52	10,67	1,45	0,75	3,61
CDR_37/2 012/A	A1	Roboczy	16,60	1,85	0,45	0,41	59,51
		Analityczny	27,40	3,06	0,74	0,68	33,16
		Suchy	28,05	3,13	0,76	0,69	33,95
		Suchy bezpopioły	42,13	4,71	1,14	1,04	50,98
CBR_37/2 012/A	A2	Roboczy	13,73	1,64	0,42	0,33	66,59
		Analityczny	22,98	2,74	0,70	0,55	44,08
		Suchy	23,41	2,79	0,71	0,56	44,92
		Suchy bezpopioły	32,34	3,86	0,98	0,77	62,05

Spis oznaczeń:

Wrex - wilgoć przemijająca w stanie roboczym

Wtr - zawartość wilgoci całkowitej w paliwie w stanie roboczym

W - wilgoć

A - popiół

V - części lotne

FC - zawartość stałych części palnych (Fixed Carbon) :

FR - wskaźnik paliwowy (Fuel Ratio):

Produkty gazowe procesu:

W trakcie termicznego przekształcania odpadów w reaktorze ATON HR uwalniane są gazy, które następnie oczyszczane są w reaktorze ATON MOS. Dodatkowo po wychłodzeniu gazów są dodatkowo oczyszczane w węglowym filtrze końcowym.

Skład gazów na wyjściu instalacji był wielokrotnie badany dla różnych odpadów poddawanych termicznemu procesowi.

We wszystkich testowanych przypadkach skład gazów na wyjściu z instalacji spełniał obowiązujące w Polsce i w UE przepisy oraz normy. Standardy zestawiono w kolejnym załączniku tabelarycznym.

Układ HR + MOS + podzespoły (media wyjścia):

- strumień spalin około 14400 m³N/h*
- ilość pary wodnej około 350 m³N/h*

Zestawienie wyników emisji z urządzenia typu ATON HR + ATON MOS z ustawą Dz.U. 2005 nr 260, poz. 2181.

Lp.	Nazwa substancji	Standardy emisyjne w mg/m ³ (dla dioksyn i furanów w ng/m ³), przy zawartości 11% tlenu w gazach odlotowych	Urządzenie ATON HR + MOS w warunkach pomiaru	Przeliczenie na wymagane 11% tlenu w gazach odlotowych
		Średnie dobowe	Średnie dobowe	
1.	pył ogółem	10	1,05	1,16
2.	chlorowodór	10	<0,03	<0,033
3.	fluorowodór	1	<0,03	<0,033
4.	dwutlenek siarki	50	<0,01	<0,011
5.	tlenek węgla	50	29,47	32,74
6.	tlenek azotu i dwutlenek azotu w przeliczeniu na dwutlenek azotu z istniejących instalacji o zdolności przerobowej większej niż 6Mg odpadów spalanych lub z nowych instalacji	200	115,53	128,36
	tlenek azotu i dwutlenek azotu w przeliczeniu na dwutlenek azotu z istniejących instalacji o zdolności przerobowej do 6Mg odpadów spalanych	400	115,53	128,36
7.	metale ciężkie i ich związki wyrażone jako metal	Średnie z próby o czasie trwania od 30 minut do 8 godzin		
	kadm + tal	0,05	0,00002	0,000022
	rtęć	0,05	0,00016	0,00017
	antymon + arsen + ołów + chrom + kobalt + miedź + mangan + nikiel + wanad	0,5	0,013	0,014
8.	dioksyny i furany	Średnia z próby o czasie trwania od 6 do 8 godzin 0,1	0,016	0,017

Emisja dioxyn i furanów.

Wyniki badań obecności substancji niebezpiecznych w gazach wylotowych wskazują, że na wyjściu z instalacji, stężenia tych substancji i związków chemicznych są ponad 5- krotnie niższe od stężeń dopuszczalnych ujętych w normach UE.

Przykładowe wyniki zestawiono w tabeli.

Pełne zestawienie wyników badań prowadzonych przez certyfikowane laboratorium znajduje się w dokumentach badawczych prowadzonego procesu.

	<i>ATON 200</i>	<i>Normy UE</i>
<i>Odpady niebezpieczne z chlorem (ok. 4%)</i>	<i>0,016 ng TEQ/m³</i>	<i>< 0,1 ng TEQ/m³</i>
<i>Odpady niebezpieczne różne, w tym pestycydy</i>	<i>0,019 ng TEQ/m³</i>	<i>< 0,1 ng TEQ/m³</i>

Emisja hałasów w instalacji:

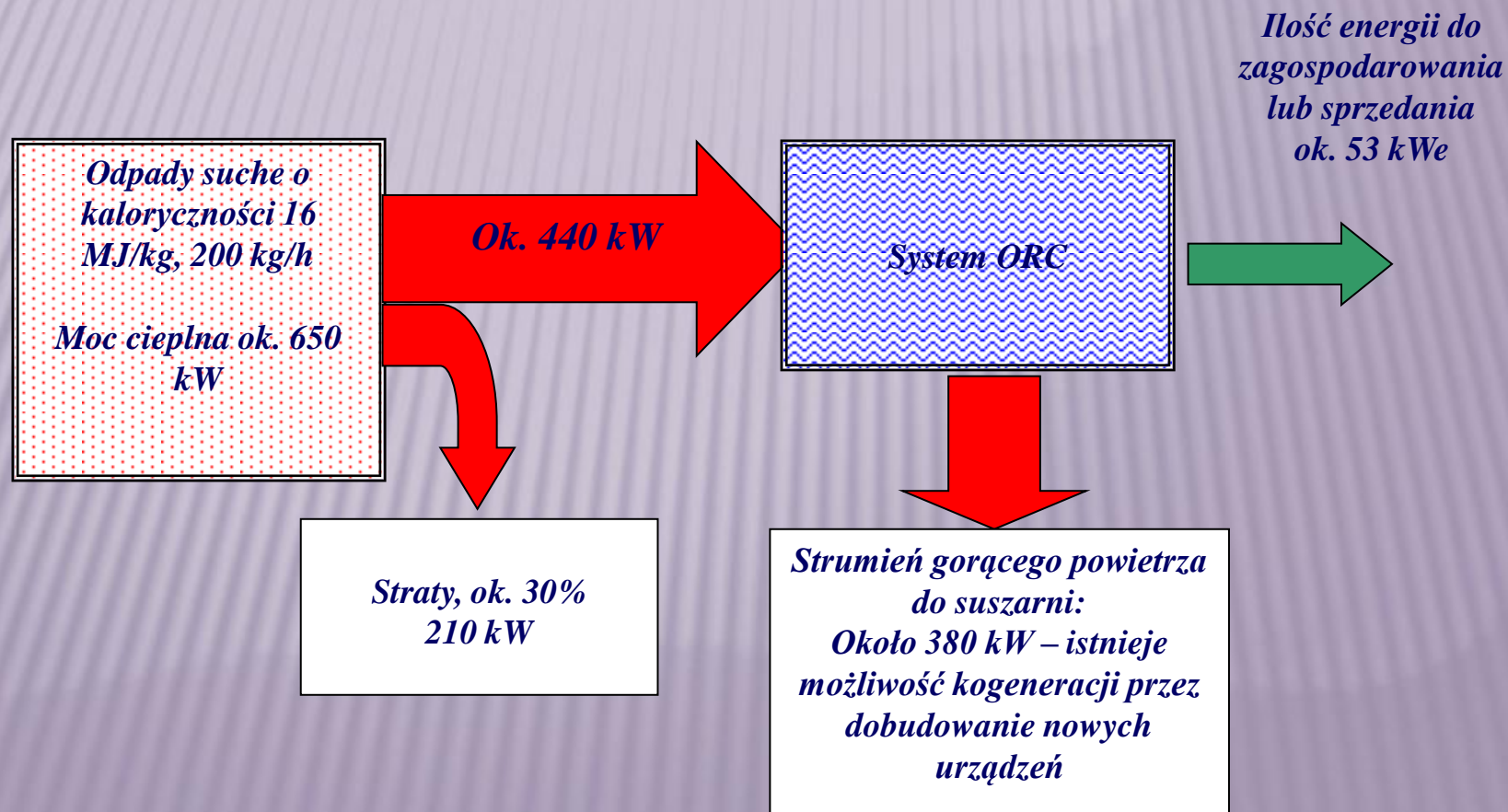
Na podstawie przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników w zakresie poziomu emisji hałasu, należy stwierdzić, że obowiązujące w Polsce normy natężenia i poziomu hałasu nie zostały przekroczone w podczas pracy przemysłowej linii technologicznej. Między innymi na tej podstawie jest wystawiany certyfikat producenta CE.

W tabeli poniżej zestawiono wyniki końcowe natężenia poziomu hałasu dla urządzeń typu ATON HR i ATON MOS.

<i>Nazwa urządzenia</i>	<i>Średni poziom emisji</i>	<i>Normalizowany limit</i>
<i>ATON HR</i>	<i>77,3dB</i>	<i>85dB</i>
<i>ATON MOS</i>	<i>71,9dB</i>	<i>85dB</i>

Bilans mocy odpadów (masa sucha) o kaloryczności ok. 16 MJ/kg

Odpady komunalne z zawartością celulozy (papier, tektura), elementów drewna z fragmentami i elementami tworzyw sztucznych. Frakcja schodząca z linii segregacyjnej.



Zużyte, wyeksploatowane opony samochodowe stają się coraz większym problemem w naszym kraju.

w 2000r ich liczba zużytych osiągnęła wartość - 115 tys. ton,

w 2005r na składowiskach zdeponowano - 131tys. ton, .

Gumowy stos rośnie. Pozbycie się starych opon z czystym sumieniem poprzez umieszczenie ich na legalnych składowiskach śmieci, kosztuje 50-60zł za tonę. O ile właściciel składowiska zechce je przyjąć. Na ogół czyni to niechętnie ze względu na rosnące zagrożenie pożarowe, jakie stwarzają odpady gumowe. Przedsiębiorstwa zajmujące się ich unieszkodliwianiem w spalarniach pobierają za usługę do 300 do 3tys. zł za tonę.

Opony są bardzo wydajnym energetycznie paliwem. Ich wartość energetyczna wynosi 30MJ/kg dla porównania wartości energetyczne:

- *węgla - 25 MJ/kg,*
- *ropy naftowej - 38 MJ/kg,*
- *tetrakartonów - 23 MJ/kg,*

Spalanie opon w cementowniach stosowane było w Stanach Zjednoczonych, Kanadzie, Japonii, Niemczech i w Belgii. W Anglii i w Niemczech powstały pierwsze elektrownie, w których paliwem były opony.

Dotychczas przeprowadzony proces badawczy obejmujący procesy karbonizacji opon obejmował procesy badawcze mające ustalić i określić:

- dopracowanie procedur obejmujących metody utylizacji zużytych opon,*
- prowadzenie badań i analiz laboratoryjnych otrzymanego karbonizatu,*
- określenie kinetyki, sprawności i wydajności procesu,*
- prowadzenie analiz składu gazów odlotowych opuszczających reaktor.*

Badania wykonywano przez własną jednostkę CBR oraz zewnętrzne laboratoria dysponujące odpowiednim potencjałem i certyfikatami.

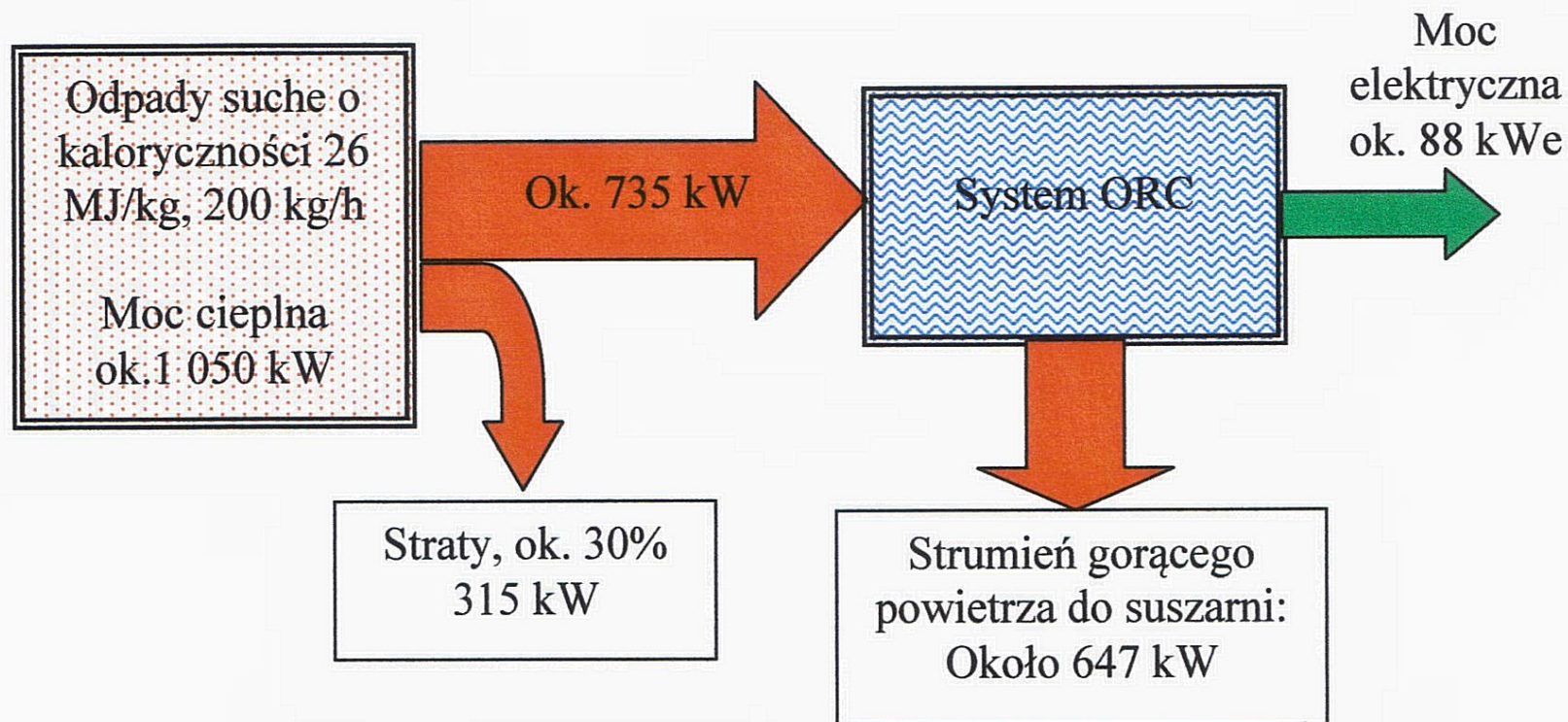
Celem prowadzonych badań było i jest opracowanie przemysłowego procesu skutecznego odzyskiwania energii z procesu karbonizacji zużytych opon w aspekcie technologicznym i ekonomicznym.

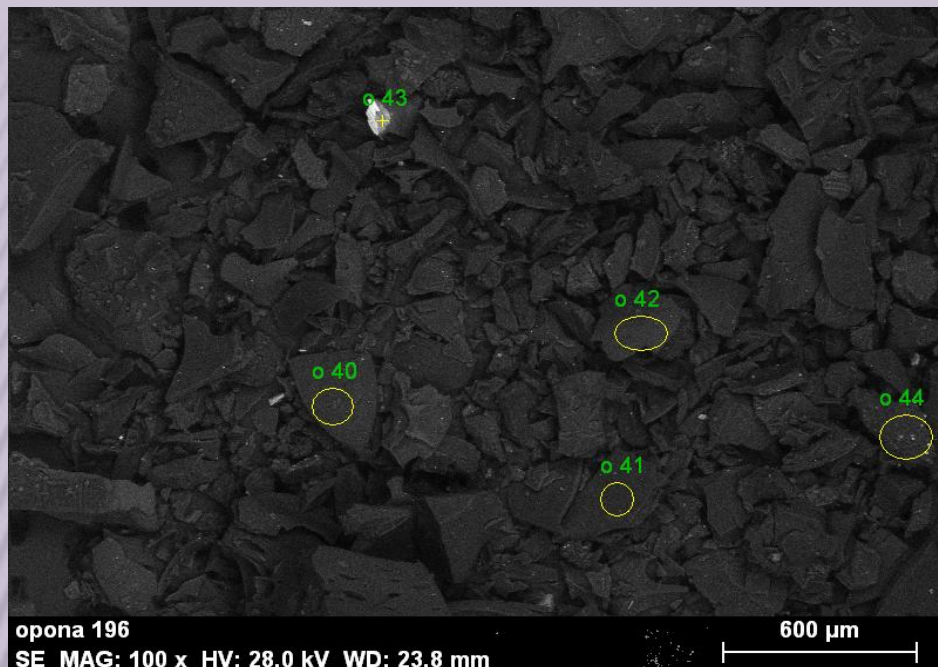
Całościowym założeniem metody jest osiągnięcie celów:

- a. utylizacji opon poprzez ich atonizację/zgazowanie,*
- b. zagospodarowywanie strumienia wysokoenergetycznych gazów w silnikach spalinowych z jednoczesną produkcją energii elektrycznej,*
- c. oczyszczanie gazów w układzie MOS, w celu zapobiegania wtórnego zanieczyszczenia środowiska naturalnego*

Bilans mocy odpadów (masa sucha) o kaloryczności 26 - 30 MJ/kg

Bilans mocy dla mieszaniny odpadów komunalnych i przemysłowych w stosunku objętościowym 2 : 1 prowadzony w reaktorze ATON HT 200





Mass percent (%)

Spectrum C O Al S Fe Cu Zn

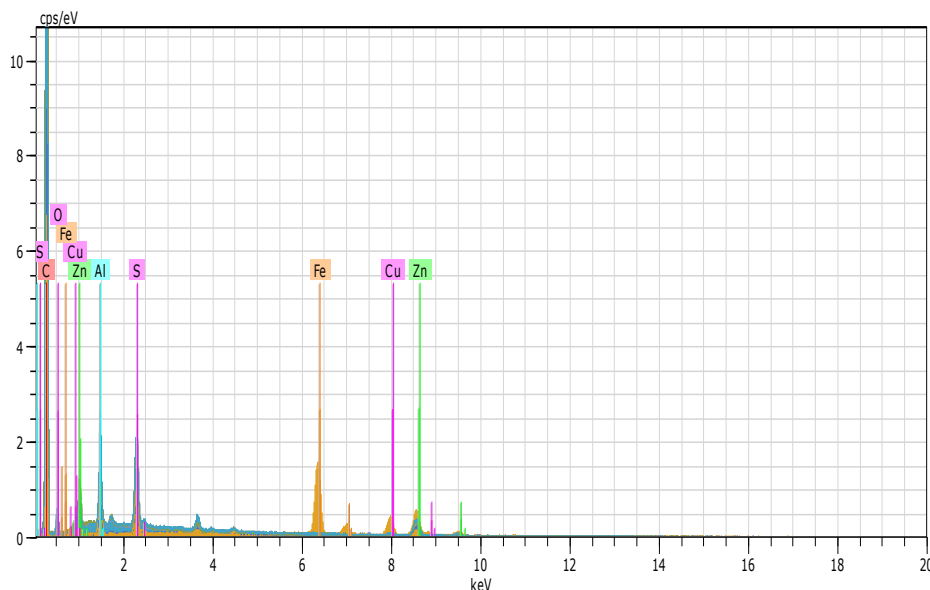
	C	O	Al	S	Fe	Cu	Zn
<i>o 40</i>	95.28	- 1.52	1.39	-	-	- 1.81	
<i>o 41</i>	94.75	- 1.01	1.77	-	-	- 1.76	
<i>o 42</i>	95.99	- 0.74	1.41	-	-	- 1.86	
<i>o 43</i>	40.58	- 3.70	1.50	9.88	5.26	8.60	
<i>o 44</i>	39.48	57.06	0.84	0.59	-	-	2.03

<i>Elementarna</i>	<i>Popiół</i>	<i>Suma CHN i popiół</i>
<i>N = 0.46 %</i>	<i>3,92 %</i>	<i>95,86 %</i>
<i>C = 85.97 %</i>		

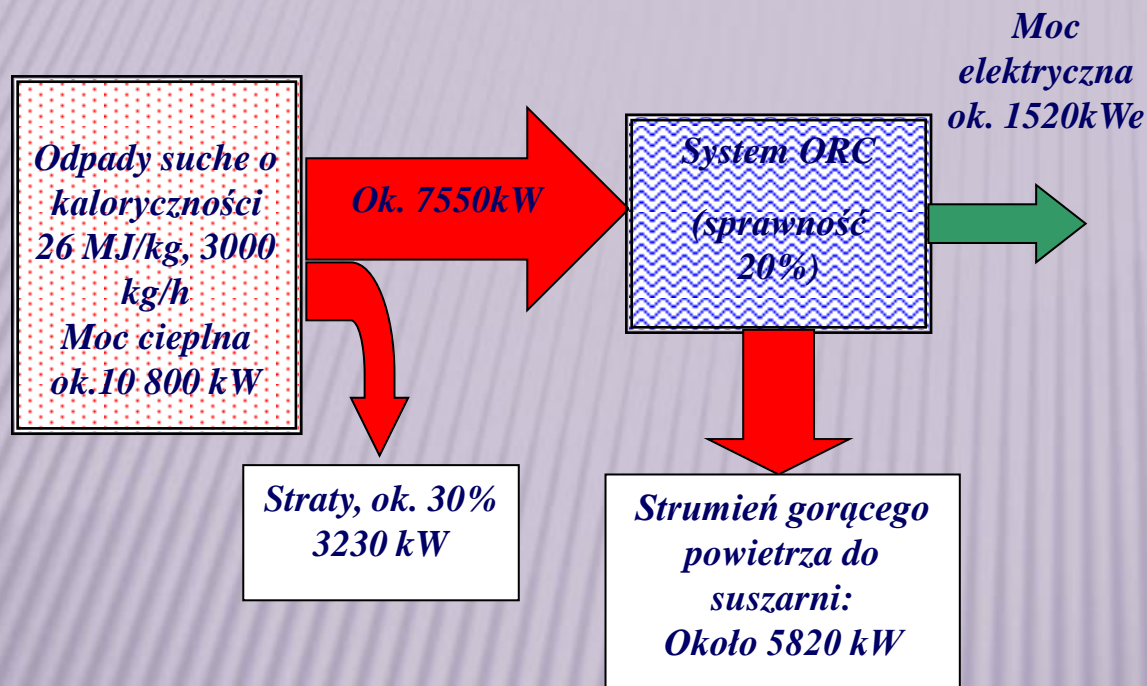
Obrazowanie SEM wykonano skaningowym mikroskopem elektronowym LEO 1430VP, produkcji LEO Electron Microscopy Ltd, Cambridge, England, rok produkcji 2001.

Analizę EDS wykonano energodispersyjnym spektrometrem rentgenowskim Quantax 200, produkcji Bruker-AXS Microanalysis GmbH, Berlin, Germany, z detektorem EDX XFlash 4010, rok produkcji 2008.

Badań karbonizatu otrzymanego z opon mikroskopem skaningowym dokonano po raz pierwszy w 2008 w PAI UMK



Bilans mocy dla przetwarzania mieszanki odpadów komunalnych i przemysłowych o kaloryczności 26 MJ/h reaktor ATON-HR 5000

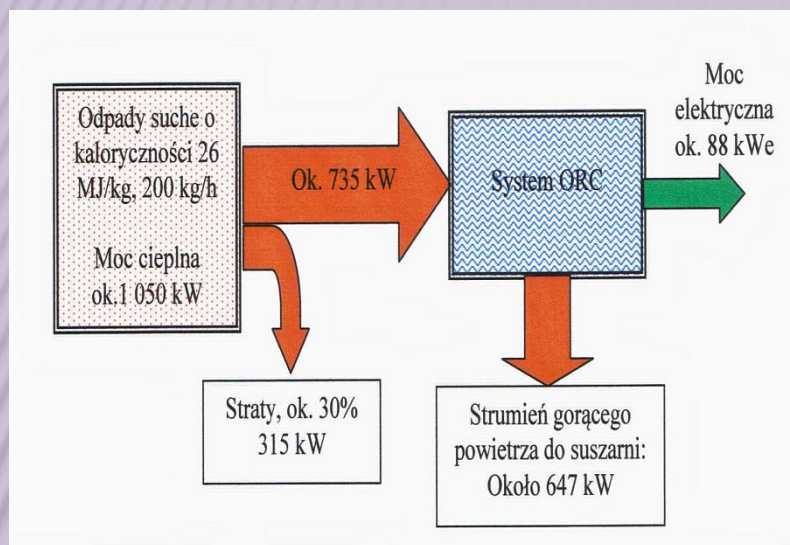


wydajność: - 3 tony/h,
sprawność ORC 20%

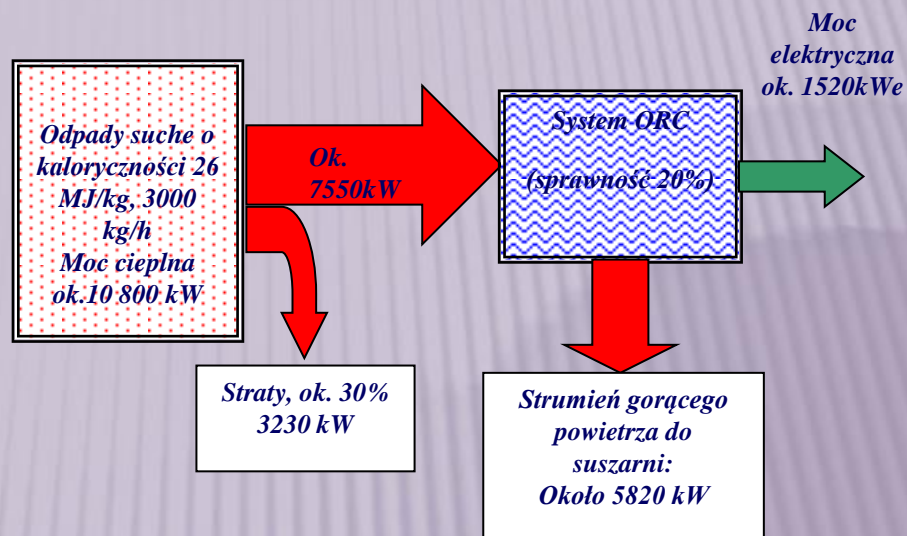
skład mieszanki ;

- **odpady komunalne - 2,2 t**
- **opony - 0,8t**

Porównanie bilansu mocy z odpadów o kaloryczności 26 - 30 MJ/kg



reaktor ATON HT 200



reaktor ATON-HR 5000

Z bilansów wynika, że utylizacja odpadów z reaktora ATON-HR 200 wytwarza energię elektryczną pokrywającą zapotrzebowanie - z niewielką nadwyżką.

Trzeba podnieść kaloryczności odpadów do 30 MJ/kg poprzez dodawanie opon i tetrakartonów. W celu uzyskania efektu ekonomicznego i ekologicznego doskonałym dodatkiem jest eternit oraz stosowanie reaktorów ATON HT 200 i ATON HT 5000.

Wówczas zapewnimy efekt ekonomiczny i energetyczny w połączeniu z ekologicznym. Założenia potwierdzić może projekt badawczo – wdrożeniowy.

Na zakończenie postłużę się cytatem jednego z największych myślicieli starożytnej kultury - Seneki Młodszego;

... „ Kto żyje w zgodzie ze środowiskiem, ten nigdy nie będzie biedny”...

słowa wypowiedziane wiele set leci wcześniej, w naszych czasach nabierają szczególnego znaczenia.

- 1. Wytwarzamy tysiące ton odpadów i śmieci.*
- 2. Miejsc do składowania „ nikomu nie potrzebnych produktów ” jest coraz mniej. znaczna część nawet na składowiskach stwarza zagrożenie dla ekosfery.*
- 3. Ci co zajmują się i ich przetworzeniem stają się niejednokrotnie potentatami finansowymi.*

W obecnych czasach trzeba sięgać do najnowszych zdobyczy nauki i techniki aby unicestwić zbędne produkty i wyroby działalności człowieka

W niniejszej prezentacji wykorzystano wyniki badań, testów i procesów technologicznych przeprowadzonych w:

- *Ośrodka Badawczo – Rozwojowym ATON-HT SA.,*
- *Pracowni Analiz Instrumentalnych przy UMK w Toruniu,*
- *Uniwersytecie Techniczno Przyrodniczym we Wrocławiu.*

Dziękuję za Uwagę