



Splynovanie komunálneho odpadu a verifikácia popolčeka vznikajúceho v procese spaľovania komunálneho odpadu.

Marián Lázár, Jaroslav Silvestri



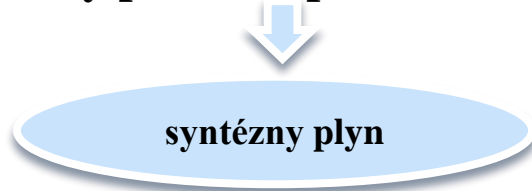
**PROGRAM
CEZHraničnej
SPOLUPRÁCE**
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA



**EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA**
SPOLOČNE BEZ HRANÍC

Splynovanie a tavenie odpadov plazmovou technológiou

- Organický podiel odpadu (textília, zelený odpad, plasty a pod.)



- Anorganický podiel odpadu (sklo, keramika, pôda, stavebný odpad a pod.)



- Kovy s vysokým bodom tavenia (*Fe, Cu, Al, etc.*)

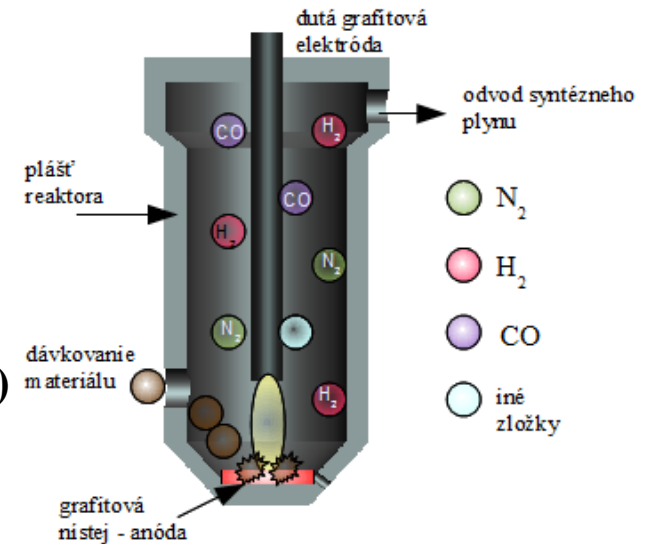


kovová zliatina

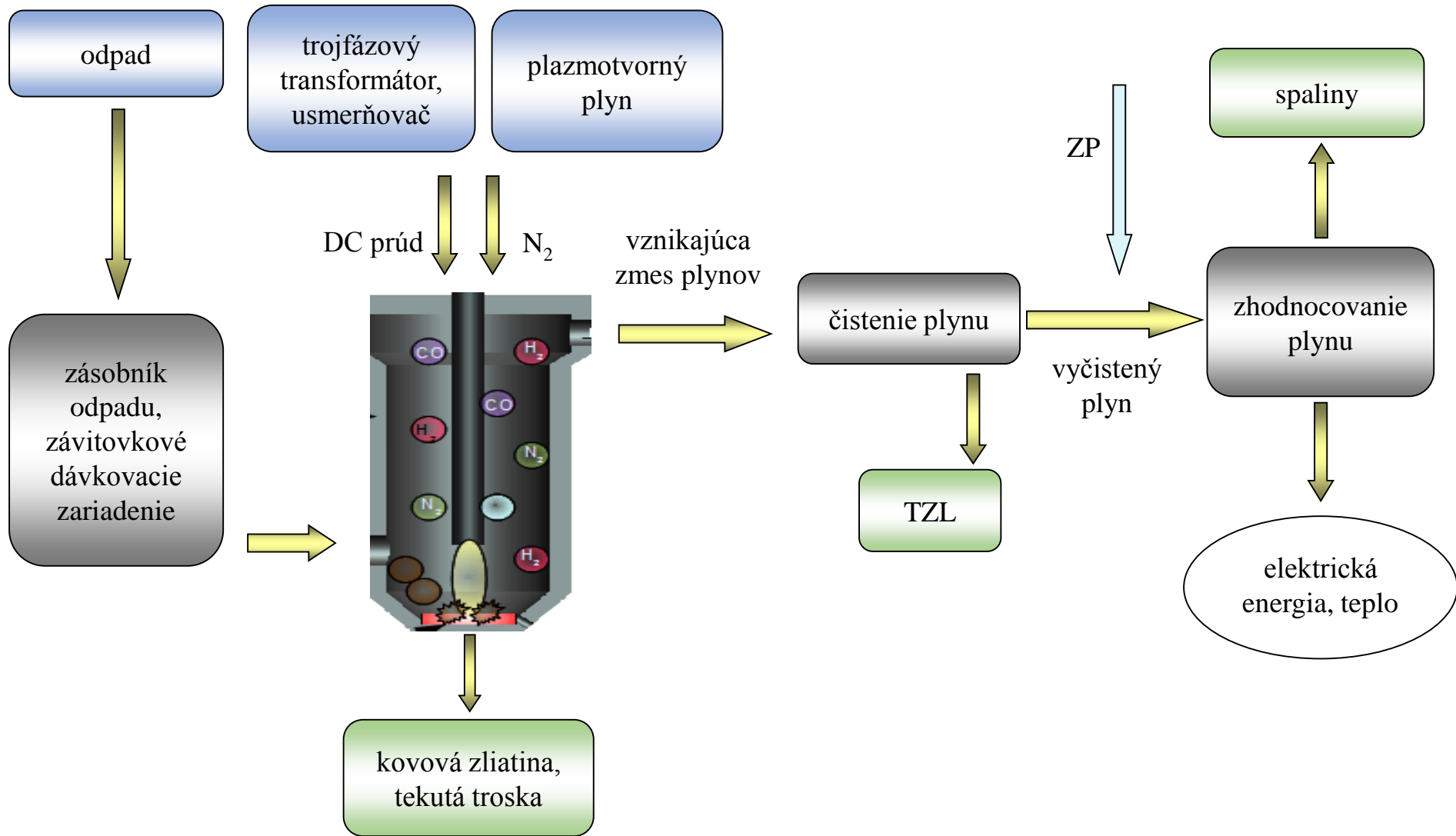
- Kovy s nízkym bodom tavenia (*Hg, Cd, Zn, Pb, etc.*)



úlety



Procesný diagram zapojenia plazmovej technológie



Plazmový reaktor – 10 kVA



Košice 17. 09. 2014

Plazmový reaktor – 30 kVA



Košice 17. 09. 2014

Test splynovania RDF odpadu

Charakteristika vsádzky:

- ✓ sekundárne palivo: zloženie: plasty, papier, textílie, kúsky drevnej hmoty, malý podiel anorganického odpadu a pod.
- ✓ vlhkosť: **24,90 %**
- ✓ popol: **26,34 %** (zlož: 17,1 % SiO_2 ; 48,63 % CaO ; 25,71 % Al_2O_3 ; 2,48 % MgO )

Zloženie vsádzky

Zloženie vsádzky	Hodnota (%)
C	37,93
H	4,63
O	5,72
Cl	0,33
S	0,10
N	0,05
Popol	26,34
Vlhkosť	24,90



Vsádzka – RDF odpad

RDF odpad – teoretické úvahy

Predvolená teplota splynovania:

Tavidlo:

Pomer miešania RDF a tavidla:

Atmosféra:

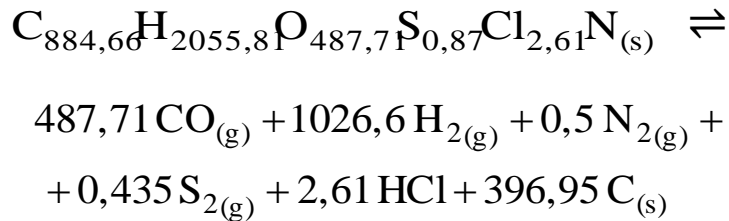
cca 1400 °C

kremičitý piesok (96,00 % SiO₂)

10:1,1

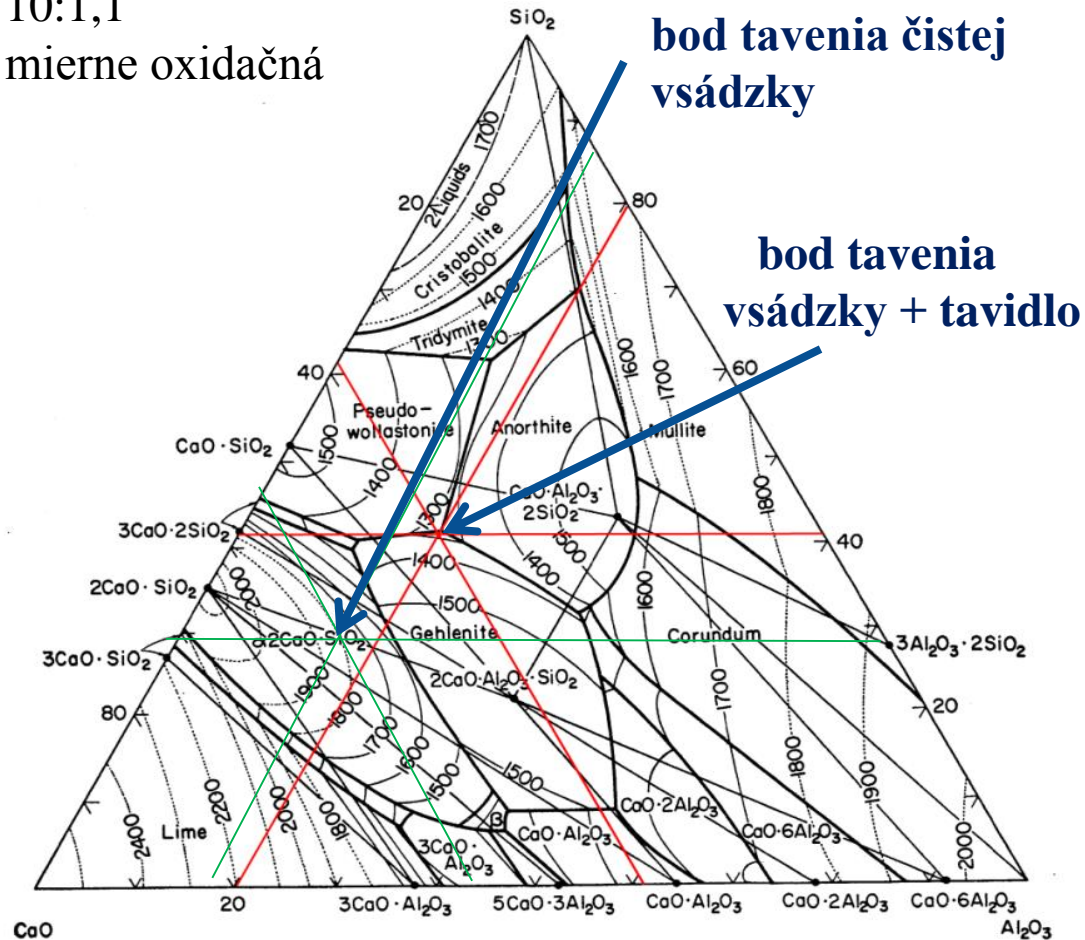
mierne oxidačná

Všeobecný chemický vzorec horľaviny



Objem dávkaného kyslíka:

0,008 m³·min⁻¹



RDF odpad – experiment v 30 kVA plazmovom reaktore

Prevádzkové parametre	Jednotka	Hodnota (2. etapa)	Hodnota (3 etapa)
Teplota v reakčnej komore	°C	1 450 – 1 500	1 450 – 1 500
Doba realizácie experimentu	min	30	20
Hmotnosť vsádzky	kg	2,4	2,4
Rýchlosť vsádzania	kg·min ⁻¹	0,08	0,12
Prietok plazmotvorného plynu (dusík)	m ³ ·min ⁻¹	0,0188	0,0092
Prietok kyslíka	m ³ ·min ⁻¹	0,008	0,008
Celková spotreba elektrickej energie	kWh	---	6,09
Spotreba energie	kWh·kg ⁻¹	---	2,54
Produkcia syntézneho plynu	m ³ ·kg ⁻¹	1,350	1,803

Produkty vznikajúce v procese:

- syntézný plyn,
- troska,
- úlet.



troska

Zložka	Chromatografická analýza		
	vzorka 1 (obj. %)	vzorka 2 (obj. %)	vzorka 3 (obj. %)
Metán (CH ₄)	0,82	0,38	0,26
Vodík (H ₂)	39,2	20,0	50,9
Kyslík (O ₂)	0,04	7,37	0,03
Dusík (N ₂)	17,4	46,7	4,25
Oxid uhličitý (CO ₂)	3,3	2,9	1,1
Oxid uhoľnatý (CO)	39,1	22,6	43,5
Etén (C ₂ H ₄)	0,068	0,029	0,006
Etán (C ₂ H ₆)	0,003	0,001	0,001
Etín (C ₂ H ₂)	0,010	0,004	0,003
suma C ₃ uhľovodíkov	0,007	0,005	0,005
suma C ₄ uhľovodíkov	0,001	0,001	0,001
suma C ₅₋₈ uhľovodíkov	0,001	0,001	0,001
Výhrevnosť	9,52 MJ·m ⁻³	5,18 MJ·m ⁻³	11,10 MJ·m ⁻³

Zloženie odobratých vzoriek syntézneho plynu

Zložka	Zloženie odobratých vzoriek syntézneho plynu						
	RDF Poľsko (obj. %)	RDF Poľsko (obj. %)	KO (obj. %)	KO (obj. %)	KO (obj. %)	RDF Ostrava (obj. %)	RDF Ostrava (obj. %)
Metán	0,82	0,26	8,59	4,77	2,54	1,84	0,72
Vodík	39,2	50,9	44,5	48,9	30,3	45,6	36,74
Kyslík	0,04	0,03	0,16	0,11	0,74	0,65	0,00
Dusík	17,4	4,25	6,03	6,61	15,9	17,2	18,26
Oxid uhličitý	3,3	1,1	6,60	1,66	2,42	1,46	1,56
Oxid uhoľnatý	39,1	43,5	32,5	37,1	47,3	32,9	42,62
Etén (C ₂ H ₄)	0,068	0,006	0,97	0,49	0,52	0,27	0,08
Etán (C ₂ H ₆)	0,003	0,001	0,055	0,031	0,023	0,013	0,002
Etín (C ₂ H ₂)	0,010	0,003	0,42	0,24	0,15	0,044	0,017
suma C ₃ uhľovodíkov	0,007	0,005	0,011	0,004	0,004	0,000	0,000
suma C ₄ uhľovodíkov	0,001	0,001	0,0099	0,004	0,005	0,000	0,000
suma C ₅₋₈ uhľovodíkov	0,001	0,001	0,17	0,12	0,09	0,0026	0,006
Výhrevnosť (MJ·m ⁻³)	9,52	11,10	13,12	12,31	10,71	9,930	--
Predpokl. obj. produkcia (m ³ ·kg ⁻¹)	1,125	1,843	1,069	0,973	0,404	1,403	1,324

Test vitifikácie popolčeka v 30 kVA plazmovom reaktore

Predmet výskumu: *popolček z komunálneho odpadu*

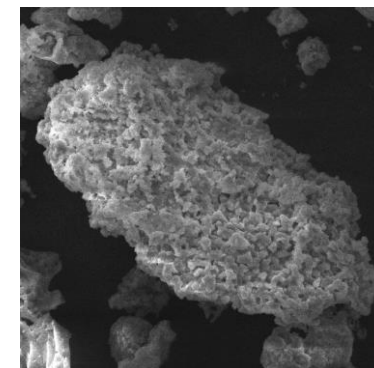
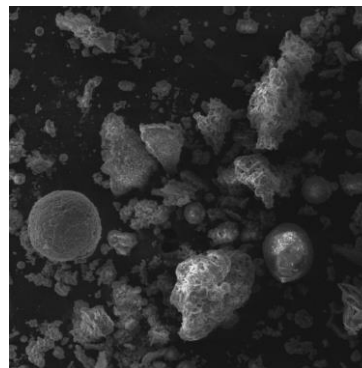
Pôvod: Kosit a.s., cyklónový odlučovač

Druh odpadu: *nebezpečný*

Zloženie popolčeka

Zložka	Chemické zloženie (hm. %)
SiO ₂	24,70
Al ₂ O ₃	11,90
Fe ₂ O ₃	4,11
CaO	32,50
MgO	2,98
TiO ₂	1,75
MnO	0,18
K ₂ O	2,31
Na ₂ O	2,31
P ₂ O ₅	1,35
SO ₃	4,88
Strata žihaním	10,9
C	1,29
H	<0,02
N	0,01
S celk.	2,30

Prvok	Obsah kovov v popolčeku – RTG analýza (mg·kg ⁻¹)
V	42
Cr	329
Ni	82
Cu	427
Zn	6800
As	18
Sr	406
Y	13
Zr	131
Mo	<10
Ag	<1
Cd	37
Sb	189
Ba	1910
Hg	1.40
Pb	459



↑
← Mikrofotografia vsádzky

Základné parametre charakterizujúce tavbu

Teplota tavenia popolčeka: cca 1400 °C
Tavidlo: kremičitý piesok (99,3 % SiO₂)
Pomer miešania popolčeka a tavidla: 10:1
Atmosféra: dusíková

Produkty tavby:

- syntézny plyn,
- vitrifikovaná sklovitá troska,
- úlet.

Prevádzkové parametre	Jednotka	Hodnota
Priemerná teplota	°C	1400
Celková doba vsádzania	min.	35
Vsadené množstvo	kg	7,5
Prietok dusíka	m ³ ·min ⁻¹	0,01244
Celková spotreba energie	kWh	24
Špecifická spotreba energie	kWh·kg ⁻¹	3,2
Produkcia syntézneho plynu	m ³ ·kg ⁻¹	0,12 0– 0,145



Zloženie trosky

Prvok	Obsah kovov v popolčeku – RTG analýza (mg·kg ⁻¹)
V	42
Cr	516
Ni	22
Cu	1336
Zn	163
As	<0.3
Sr	337
Y	16
Zr	136
Mo	7.3
Ag	2.6
Cd	<0.3
Sb	0.56
Ba	1570
Hg	0.002
Pb	84
Bromidy	<10
Chloridy	<20

Zloženie syntézneho plynu:

Zložka	Zloženie syntézneho plynu (obj.%)		
	vzorka 1	vzorka 2	vzorka 3
CH ₄	<0.01	<0.01	<0.01
H ₂	12.6	12.6	12.5
O ₂	0.29	0.57	0.23
N ₂	44.1	41.5	36.5
CO ₂	7.02	7.85	10.3
CO	36.1	37.6	40.6
C ₂ H ₄	<0.01	<0.01	<0.01
C ₂ H ₆	<0.01	<0.01	<0.01
C ₂ H ₂	<0.01	<0.01	<0.01
Suma C ₃ uhl'ovodíkov	<0.01	<0.01	<0.01
Suma C ₄ uhl'ovodíkov	<0.01	<0.01	<0.01
Suma C ₅₋₈ uhl'ovodíkov	<0.01	<0.01	<0.01

Zložka	Chemické zloženie (hm. %)	Zložka	Chemické zloženie (hm. %)
SiO ₂	39,93	TiO ₂	1,83
Al ₂ O ₃	17,54	MnO	0,034
Fe ₂ O ₃	2,79	K ₂ O	0,16
CaO	32,93	Na ₂ O	0,65
MgO	2,80	P ₂ O ₅	0,84

Výsledky luhovacej skúšky vitrifikovanej trosky

Meraná veličina	Koncentrácia vo výluhu (čistý popolček) (mg l ⁻¹)	Koncentrácia vo výluhu (vitřifikovaná troska) (mg l ⁻¹)	Trieda skládky odpadov		
			SKIO*	SKNNO*	SKNO*
			Trieda vylúhovateľnosti		
			I.	II.	III.
pH (-)	12.8	6.5	6 – 12	5.5 – 13	4 – 13.5
As (mg l ⁻¹)	<0.001	<0.001	0.05	0.2	2.5
Ba (mg l ⁻¹)	0.345	0.012	2	10	30
Cd (mg l ⁻¹)	<0.0003	<0.002	0.004	0.1	0.5
Cr (mg l ⁻¹)	0.318	0.002	0.05	1	7
Cu (mg l ⁻¹)	0.006	0.012	0.2	5	10
Hg (mg l ⁻¹)	0.0002	<0.0001	0.001	0.02	0.2
Mo (mg l ⁻¹)	0.234	<0.005	0.05	1	3
Ni (mg l ⁻¹)	<0.002	<0.01	0.04	1	4
Pb (mg l ⁻¹)	0.600	<0.01	0.05	1	5
Sb (mg l ⁻¹)	<0.001	<0.001	0.006	0.07	0.5
Se (mg l ⁻¹)	<0.001	<0.001	0.01	0.05	0.7
Zn (mg l ⁻¹)	3.14	0.022	0.4	5	20
Al (mg l ⁻¹)	<0.02	0.04	2	50	–
V (mg l ⁻¹)	<0.003	<0.005	0.05	2	10
Sn (mg l ⁻¹)	<0.03	<0.01	0.2	5	20
Co (mg l ⁻¹)	<0.002	<0.002	0.1	1	5
chloridy (mg l ⁻¹)	3404	<2	80	1 500	2 500
fluoridy (mg l ⁻¹)	3.80	0.03	1	15	50
sírany (mg l ⁻¹)	1255	<5	100	2000	5000
fenolový index, (mg l ⁻¹)	<0.01	<0.002	0.1	50	100
CRL (mg l ⁻¹)*	9852	38	400	6 000	10 000
DOC (mg l ⁻¹)*	10.2	5.30	50	80	100
kyanidy – ľah. uvoľ., (mg l ⁻¹)	<0.005	<0.005	0.02	1	2
ekotoxicita (ml l ⁻¹)	nestanovená	negatívna	negatívna	10	–

Závery

- ✓ transformácia tuhého nebezpečného odpadu do stavu sklovitej vitrifikovanej trosky, ktorá disponuje vlastnosťami využiteľnými pre stavebný priemysel (ponúknutá možnosť recyklácie daného druhu odpadu),
- ✓ možnosť využitia nespáleného organického podielu obsiahnutého v odpade,
- ✓ výrazná objemová redukcia spracovaného odpadu (podľa doteraz realizovaných experimentov 51 – 65 obj. %),
- ✓ možnosť zhodnocovania zachytených úletov kovov s nízkym bodom varu a vysokým tlakom pár,
- ✓ ochrana životného prostredia.

Ďakujem za pozornosť

Kontakt:

Marián Lázár

marian.lazar@tuke.sk



Silvergas s.r.o.

Jaroslav Silvestri

plazgaz@gmail.com

Košice 17. 09. 2014