

EUREX OIL, s.r.o.  
Ing. Vladimír Daniška  
konateľ spoločnosti  
Niklová 4346  
926 01 Sereď

Vec: Odborný posudok

**Odborný posudok Spôsobu termickej depolymerizácie plastového materiálu a zariadenia na jeho realizáciu**

Zariadenie EUREX EKO 1 a technológia spracovania zmesových plastových materiálov z komunálneho a priemyslového odpadu, ktorá je predmetom posudku predstavuje termickú depolymerizáciu odpadu z polymérov bez prístupu vzduchu prebiehajúcu kontinuálne, pričom hlavným produktom je nepretržite odoberaná zmes štiepných produktov v plynnom skupenstve, ktoré následne kondenzujú a v destilačných zariadeniach sa z nich získavajú kvapalné uhľovodíky, ktoré je možno použiť ako dieselové a /alebo benzínové frakcie. Jedná sa teda o pyrolýzu odpadu z plastov, ktorej výstupom je získanie kvapalnej zmesi uhľovodíkov, ktoré môžu byť využité ako surovina pre petrochemický priemysel alebo ako náhrada kvapalných palív získavaných spracovaním ropy. Nejedná sa teda o proces spaľovania odpadov z plastov s cieľom získať energiu.

V súčasnosti je väčšina zariadení na pyrolýzu odpadu z plastov konštruovaná tak, že je v nich problematické dosiahnutie stability teploty a homogenity prehriatia spracovávaného plastového odpadu v celom objeme reaktora, keďže kontinuálny proces si vyžaduje pravidelné pridávanie plastového materiálu a odoberanie produktov rozkladu (ťažkej frakcie) bez odstavenia a vychladnutia reaktora. Známe zariadenia a postupy nedokážu v dôsledku nízkej tepelnej vodivosti plastov vytvoriť tepelne

homogénne prostredie v pyrolýznom reaktore a z toho dôvodu prebiehajú termochemické procesy rôznou rýchlosťou v objeme reaktora. Výsledné produkty preto nie sú homogénne ani pri homogénnych vstupoch, čo si vyžaduje ich ďalšiu úpravu a dodatočné náklady.

Uvedené nedostatky v podstatnej miere odstraňuje spôsob termickej depolymerizácie plastového materiálu v posudzovanom zariadení, pri ktorom sa plastový materiál najskôr podrví a v závitovkovom vytlačovacom zariadení (extrúdiri) sa prehreje, zbaví vlhkosti a čiastočne plastifikuje. Následne sa plastový materiál v nádobe reaktora pôsobením zvýšenej teploty depolymerizuje bez prístupu vzduchu a bez prídavku katalyzátora za čiastočného miešania pri teplote 250 °C až 430 °C. Podľa navrhnutého technického riešenia, ktorého podstata spočíva v tom, že plastový materiál sa do nádoby reaktora privádza v predohriatom a stlačennom stave s teplotou aspoň 150°C, pričom materiál sa počas depolymerizácie privádza do nádoby reaktora priebežne s objemovým alebo hmotnostným prietokom, ktorý je regulovaný tak, aby sa dosiahla stabilná hladina alebo stále hmotnostné množstvo materiálu v nádobe reaktora.

Spracovanie zmesových odpadových plastov v tomto zariadení je trojstupňové. Privádzanie plastového materiálu do reaktora podľa posudzovaného technického riešenia predstavuje prvý stupeň spracovania plastového materiálu, pričom sa nejedná len o mechanické spracovanie a posúvanie plastového materiálu, ale plastový materiál sa už plastifikuje pri zvýšenej teplote 150 až 200°C. Stláčanie plastového materiálu je súčasne sprevádzané vytlačením vzduchu z podrvenej masy plastového materiálu a zvýšením hustoty spracovávaného materiálu až na hodnotu, ktorá sa blíži k materiálovej hustote tuhého materiálu. Takéto stlačenie znamená, že pôvodne prevzdušnená zmes dezintegrovaných častíc plastového materiálu predstavuje pri vstupe do reaktora čiastočne plastifikovanú hmotu vytekajúcu pod tlakom z extrúdra. Stlačený plastový materiál v tekutej alebo polotekutej forme (v závislosti od zloženia zmesového odpadu z plastov) má vyššiu tepelnú vodivosť ako nespracovaný alebo len podrvený plastový materiál, čo umožňuje ľahšiu reguláciu teploty v reaktore. *Jedná sa o inovátnve riešenie v porovnaní s inými podobnými technológiami.*

Druhý stupeň predstavuje samotný reaktor, v ktorom sa tavenina prichádzajúca z extrúdera bez prístupu vzduchu termicky rozloží na plynné produkty pri teplotách v rozmedzí 300-430°C a atmosférickom tlaku. Keďže v zariadení nie je prítomný vzduch, tak nemôžu vznikať oxidy dusíka a je tiež obmedzená tvorba polychlórovaných bifenylov (PCDD a PCDF).

Zariadenie dokáže spracovať zmesový plastový odpad hlavne na báze PE a PP aj s miernym (do 10 %) znečistením a povoleným obsahom iných odpadových plastov, ktoré sú vstupnou surovinou a získať z neho späťne kvapalnú zmes uhlíkov a časť plynnej frakcie, ktorá sa využíva ako palivo na ohrev samotného reaktora.

Výstupnými produktmi sú hlavne kvapalné látky využiteľné v petrochemickom priemysle, čím sa napĺňa Európska stratégia pre plasty v obehovom hospodárstve, ktorá bola prijatá 16. januára 2018.

Z chemického hľadiska sa teda zmesové odpadové plasty inou technológiou obťažne recyklovateľné, využijú ako druhotná surovina metódou šetrnou voči životnému prostrediu na opätovné získanie kvapalných a plyných látok. Tým sa nielen dosiahne priaznivý environmentálny vplyv – zníženie ukladania ťažko rozložiteľných a problematcky recyklovateľných plastových odpadov na skládkach s nekontrolovaným uvoľňovaním škodlivých látok do ovzdušia a spodných vôd, ale sa získajú aj veľmi cenné surovinové zdroje získavané bežne z fosílnych zdrojov.

Technologické zariadenie pre spracovanie kvapalného podielu a oddeľovanie jednotlivých frakcií využíva proces atmosférickej destilácie. Výstupné produkty zo zhodnocovania odpadových plastov môžu byť využité v petrochemickom priemysle ako chemické látky, alebo môžu byť použité ako druhotné paliva, ak budú spĺňať požiadavky stanovené Vyhláškou Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 228/2014 Z. z., ktorou sa ustanovujú požiadavky na kvalitu palív.

Technologické zariadenie je nízko energeticky náročné. Na samotný proces spracovania odpadov využíva aj vlastný plyný produkt (časť plyných zložiek, ktoré

nie sú skvapalniteľné) a dodatkovú vonkajšiu energiu potrebuje len na pohon elektromotorov a na ochladzovanie komponentov finálneho produktu.

Výhrevnosť technologického plynu získaného spracovaním odpadu z plastov v zariadení EUREX EKO 01 je  $41,40 \text{ Mj/m}^3 = 11,5 \text{ kWh/m}^3$ . Uvedená výhrevnosť je vyššia než výhrevnosť zemného plynu, ktorá je na úrovni  $34,92 \text{ Mj/m}^3 = 9,7 \text{ kWh/m}^3$ . Zariadenie EUREX EKO 01 ako médium pre vytvorenie potrebného procesného tepla využíva pri štarte zemný plyn a po nábehu na prevádzkovú teplotu vlastný upravený a vyčistený technologický plyn. Technologický plyn má nielen vyššiu výhrevnosť, ale aj vyššiu hustotu, preto je možné uvažovať s produkciou emisii pri spaľovaní technologického plynu na úrovni emisii pri spaľovaní zemného plynu. Porovnanie emisii rôznych druhov palív je sumarizované v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 1 Základné údaje o znečisťujúcich zložkách pre rôzne druhy palív

Druh paliva	S <sub>0</sub> <sub>2</sub> (mg/kWh)	TZL (mg/kWh)	NO <sub>x</sub> (mg/kWh)	CO (mg/kWh)	CO <sub>2</sub> (g/kWh)
Drevo	108	270	389	2160	382
Čierne uhlie	3 420	1296	1080	6 660	349
Hnedé uhlie	5 400	2 232	756	11520	342
Zemný plyn	0,14	31,7	400	108	202

Z hľadiska spotreby energie je pre zariadenie EUREX EKO 01 projektovaná maximálna spotreba energie zo všetkých procesov 75 kW/h, čo je iba päťnásobok spotreby na vykurovanie pre rodinný dom o rozlohe 120 m<sup>2</sup>, kde sa uvažuje s maximálnou spotrebou energie 15 kW/h. Po nábehu reaktora na prevádzkovú teplotu u zariadenia EUREX EKO 01 postačuje na udržiavanie teplotného režimu v požadovanej tolerancii 30-50%-ný výkon zdroja tepla. Z hľadiska zaťaženie životného prostredia emisiami je v tabuľke 2 uvedené porovnanie spotreby energie za hodinu prevádzky pri použití rôznych druhov palív na kúrenie v rodinnom dome

a rôznej účinnosti spaľovacích zariadení a zariadenia EUREX EKO 01, ktoré využíva čiastočne zemný plyn a technologický plyn ako produkt pyrolýzy odpadov z plastov .

Tab. 2 Spotreba energie za hodinu

Rodinný dom - rozloha 120 m <sup>2</sup>	spotreba energie v kW/h	Účinnosť zariadenia určeného na spaľovanie	spotreba energie v kW/h
Drevo	15	85%	17,65
Čierne uhlie	15	75%	20,00
Hnedé uhlie	15	70%	21,43
Zemný plyn	15	93%	16,13
<b>EUREX EKO 01</b>			
Zemný plyn, technologický plyn	75	93%	80,65

Prepočet spotreby energie na produkciu znečisťujúcich látok za hodinu je uvedený v tab.3. Z porovnania uvedeného v tab.3 je zrejmé, že technologické zariadenie EUREX EKO 01 v rámci všetkých spaľovacích procesov za 1 hodinu prevádzky pri maximálnej spotrebe energie vyprodukuje menej znečisťujúcich látok ako rodinný dom pri maximálnej spotrebe energie za hodinu pri vykurovaní drevom, 6 krát menej znečisťujúcich látok v porovnaní s rodinným domom vykurovaným čiernym uhlím, resp. takmer 10 krát menej znečisťujúcich látok ako pri rodinnom dome vykurovanom hnedým uhlím. V porovnaní s rodinným domom vykurovaným zemným plynom produkuje zariadenie EUREX EKO 01 necelý 5 násobok znečisťujúcich látok rodinného domu. Je však potrebné zohľadniť, že rodinné domy okrem kúrenia produkujú emisie aj z iných aktivít.

Z hľadiska porovnania produkcie skleníkového plynu CO<sub>2</sub> zariadenie EUREX EKO 01 vyprodukuje za hodinu maximálnej prevádzky približne toľko emisii, ako 2,5 rodinných domov spaľujúcich tuhé paliva a ako 5 rodinných domov spaľujúcich zemný plyn.

Tab. 3 Produkcia znečisťujúcich látok a skleníkových plynov za hodinu

	<b>SO<sub>2</sub></b> (mg/kWh)	<b>TZL</b> (mg/kWh)	<b>NO<sub>x</sub></b> (mg/kWh)	<b>CO</b> (mg/kWh)	<b>ZL</b> spolu	<b>CO<sub>2</sub></b> (g/kWh)
<b>Rodinný dom</b>						
Drevo	1906,2	4765,5	6865,9	38124,0	<b>51661,6</b>	6742,3
Čierne uhlie	68400,0	25920,0	21600,0	133200,0	<b>249120,0</b>	6980,0
Hnedé uhlie	115722,0	47831,8	16201,1	246873,6	<b>426628,5</b>	7329,1
Zemný plyn	2,26	511,32	6452,0	1742,0	<b>8707,58</b>	3258,3
<b>EUREX EKO 01</b>						
Zemný plyn, technologický plyn	11,3	2556,6	32260,0	8710,2	<b>43538,1</b>	16291,3

## Záver

Zariadenie EUREX EKO 1 predstavuje technologický celok spracovania zmesových odpadov z plastov termickou depolymerizáciou bez prístupu vzduchu prebiehajúcou kontinuálne, pričom hlavným produktom je nepretržite odoberaná zmes kvapalných látok a časť plynných produktov, ktoré môžu byť využité na ohrev vlastného reaktora.

Získaná zmes kvapalných uhľovodíkov môže byť použitá ako surovina pre petrochemický priemysel na výrobu nových produktov organického charakteru alebo ako náhrada kvapalných palív získavaných spracovaním ropy. Týmto spôsobom sa šetria fosílné zdroje a súčasne sa z odpadu získava cenná surovina, prípadne ľahko skladovateľné a využiteľné kvapalné palivo.

Zariadenie nezaťažuje životné prostredie veľkým množstvom exhalátov a skleníkových plynov a výraznou mierou môže prispieť k spracovaniu obťažne recyklovateľných odpadov z plastov.



prof. Ing. Ivan Hudec, PhD.

V Bratislave 20.11.2020

riaditeľ Ústavu prírodných a syntetických polymérov