

RNDr. Jindřich Petrlík, Dělnická 13, 170 00 Praha 7, Česká republika

Ing. Ladislav Hegyi, Grosslingova 51, 811 06 Bratislava, Slovensko

Pre: Priatelia Zeme – CEPA o. z.
Moyzesova 26
902 01 Pezinok

Bratislava, 10. 2. 2021

**Posudok
k zámeru výstavby zariadenia
na zhodnocovanie odpadových pneumatík
termálnou depolymerizáciou
v meste Handlová**

Občianske združenie „Priatelia Zeme – CEPA“ nás požiadalo o vypracovanie posudku k zámeru výstavby a prevádzky zariadenia na zhodnocovanie odpadového materiálu – odpadových pneumatík tepelnými postupmi termálnou depolymerizáciou v k. ú. Handlová – lokalita Východná šachta. K predmetnej veci nám zo strany zadávateľa boli doručené nasledovné dokumenty:

- Správa o hodnotení „Zhodnocovanie odpadového materiálu tepelnými postupmi“ v k. ú. Handlová – lokalita Východná šachta s prílohami, spracovateľ INECO, s.r.o. Banská Bystrica, október 2015. Navrhovateľ činnosti – spoločnosť HUTIRA Slovakia, s.r.o., so sídlom Ul. 29. augusta 92, 972 51 Handlová. (INECO 2015)
- Záverečné stanovisko Ministerstva životného prostredia SR číslo 2234/2016-3.4/vt zo dňa 11. 2. 2016 vydané k navrhovanej činnosti „Zhodnocovanie odpadového materiálu tepelnými postupmi“ v k. ú. Handlová – lokalita Východná šachta. (Enviroportal 2015)
- Rozsah hodnotenia určený Ministerstvom životného prostredia SR podľa § 30 zákona č. 24/2006 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie pre hodnotenie navrhovanej činnosti „Zhodnocovanie odpadového materiálu tepelnými postupmi“ v k. ú. Handlová – lokalita Východná šachta. (Enviroportal 2015)
- Zámer činnosti „Zhodnocovanie odpadového materiálu tepelnými postupmi“ v k. ú. Handlová – lokalita Východná šachta podľa zákona č. 24/2006 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie. Spracovateľ INECO, s.r.o. Banská Bystrica, júl 2015. Navrhovateľ činnosti – spoločnosť HUTIRA Slovakia, s.r.o., so sídlom Ul. 29. augusta 92, 972 51 Handlová. (Enviroportal 2015)
- Akčný plán „Transformácia uhoľného regiónu horná Nitra“, pripravený spoločnosťou PwC Slovensko s.r.o. pre Úrad podpredsedu vlády SR pre investície a informatizáciu a Trenčiansky samosprávny kraj, z dňa 28. júna 2019. (PricewaterhouseCoopers Slovensko 2019)
- „Aktualizácia Akčného plánu transformácie uhoľného regiónu horná Nitra“, pripravený spoločnosťou PwC Slovensko s.r.o. pre Úrad podpredsedu vlády SR pre investície a informatizáciu a Trenčiansky samosprávny kraj, november 2020. (PricewaterhouseCoopers Slovensko 2020)
- Zároveň sme využili ďalšie verejne dostupné informácie o predmetnom zámere z médií a internetových stránok, hlavné z nich uvádzame v zozname zdrojov.

Doterajší proces a kontext

Spoločnosť Hutira Slovakia s.r.o. predložila 5. augusta 2015 zámer činnosti s názvom „Zhodnocovanie odpadového materiálu tepelnými postupmi“ v katastrálnom území Handlová, lokalita Východná šachta na posudzovanie vplyvov na životné prostredie. Pre navrhovateľa vypracovala zámer činnosti v júli 2015 spoločnosť INECO s.r.o. z Banskej Bystrice. Navrhovateľ, v zastúpení spoločnosti INECO taktiež požiadal listom ešte 13.7.2015 Ministerstvo životného prostredia SR o upustenie od požiadavky variantného riešenia navrhovanej činnosti. K uvedenej žiadosti vydalo MŽP SR súhlasné stanovisko. Dňa 18. septembra 2015 bol zverejnený rozsah hodnotenia a 16. októbra Správa o hodnotení. Záverečné (súhlasné) stanovisko k navrhovanej činnosti vydalo Ministerstvo životného prostredia SR 24. februára 2016. (INECO 2015)

Podľa posledných dostupných informácií je zámer v súčasnosti v štádiu územného konania. Spoločnosť HUTIRA Slovakia podala 3. 8. 2016 návrh na vydanie rozhodnutia o umiestnení zmeny stavby s predmetnou činnosťou termochemického spracovania odpadových pneumatík. Dňa 26. 8. 2016 sa konalo ústne rokovanie v rámci územného konania a stavebný úrad predmetné územné konanie prerušil.

Spoločnosť HUTIRA Slovakia zorganizovala v júli 2020 prezentáciu predmetného projektu miestnym poslancom. (Jurtinus S. 2020)

V roku 2019 bol zámer projektu s názvom „Zhodnocovanie odpadového materiálu tepelnými postupmi“ v Handlovej zaradený do zoznamu indikatívnych projektov Akčného plánu „Transformácia uhoľného regiónu horná Nitra“. Súčasťou predmetného akčného plánu je aj zber potenciálnych projektov, ktoré by mohli byť realizované v rámci transformácie tohto uhoľného regiónu a analýza ako tieto jednotlivé projekty pomáhajú naplňovať ciele jeho pilierov, priorít a opatrení. Tento Akčný plán musí byť podľa uznesenia vlády SR každoročne aktualizovaný vrátane indikatívneho zoznamu projektových zámerov. (PricewaterhouseCoopers Slovensko 2019) Projekt spoločnosti HUTIRA Slovakia sa objavil aj v „Aktualizácia Akčného plánu transformácie uhoľného regiónu horná Nitra“ v novembri 2020. Predpokladaná výška investície tejto projektu je v predmetnom Akčnom pláne aj jeho aktualizácii uvedená v hodnote 12 mil. eur. (PricewaterhouseCoopers Slovensko 2020)

V auguste 2020 uviedli niektoré médiá v SR, že zamýšľaný projekt termálnej depolymerizácie odpadových pneumatík spol. Hutira bol zaradený medzi prvých 7 investičných zámerov resp. medzi sedem projektov, ktoré sa dostali do prvého kola v rámci pripravovanej podpory dekarbonizačnej transformácie tohto regiónu zo strany EÚ. Odhadované náklady na predmetný projekt termálnej depolymerizácie boli 12 mil. eur. Európska únia vytvorila na pomoc uhoľným a priemyselným regiónom, ktoré budú najviac zasiahnuté dekarbonizáciou okrem iných nástrojov aj Fond spravodlivej transformácie. Ten bude zohrávať v prechode regiónu k bezuhlíkovému hospodárstvu dôležitú úlohu. Taktiež, pre pandémiu nového koronavírusu a s ním súvisiacu hospodársku krízu sa EÚ dohodla na pláne Next Generation EU. Rozhodovanie o investovaní podporných prostriedkov EÚ je stále v začiatkoch. V prvej fáze investori poslali vláde informácie o svojich projektoch. Tá ich zhrnula v Akčnom pláne transformácie hornej Nitry. Z nich sa v lete 2020 vybralo sedem projektov, ktoré posudzoval konzultačný orgán Európskej komisie JASPERS. JASPERS projekty vyhodnotil v máji 2020, pričom ku každému projektovému zámeru bolo vypracované samostatné stanovisko. Následne boli všetci siedmi žiadatelia dožiadaní, aby zaslali svoje stanovisko k hodnoteniu JASPERS. To odpovede žiadateľov spracovalo a zaslalo v júni zástupcom JASPERS. (Kováč 2020)

Stručný popis navrhovanej technológie

Účelom navrhovanej činnosti je zhodnocovanie odpadu (opotrebované pneumatiky k. č. 16 01 03) v množstve do 15 000 ton ročne termálnou depolymerizáciou, čo je v podstate obdoba pyrolýznej technológie. Pre tento zámer plánuje navrhovateľ rekonštruovať svoje existujúce haly na vlastných pozemkoch. Výstupom technológie má byť olej a uhlík, ktoré by sa mali podľa navrhovateľa ďalej materiálovo využívať, a plynná zložka, ktorú plánuje použiť na vlastnú spotrebu technologického ohrevu v reaktorovej časti prevádzky. Správa o hodnotení vplyvov na životné prostredie (Ineco 2015) uvádza, že zariadenie na termálnu depolymerizáciu má meniť organický materiál, ktorý vstupuje do tohto zariadenia v tuhom stave na olej a uhlík. Za pôsobenia vysokej teploty v rozsahu 450°C až 1 200°C a bez prístupu vzduchu je prekročená medza chemickej stability vstupných materiálov, čím dochádza k deleniu a štiepeniu makromolekulárnych organických látok na stabilné nízko molekulárne produkty ako olej, plyn a tuhý zvyšok – uhlík. Látky vznikajúce horením majú byť následne odvedené spalínovodom mimo reaktorovú zónu. Vstupné suroviny budú prijímané vo vreciach a skladované v maximálnom množstve do 100 ton na vonkajšej spevnenej ploche. Odtiaľ budú prevážané vysokozdvížným vozíkom do násypky z ktorej bude odpad s veľkosťou frakcie do 30 x 30 mm premiestnený dopravníkom do prevádzkovej násypky. Pre zabezpečenie max. veľkosti má byť zaradený do sústavy dvojstupňový drvič, cez ktorý musí vsádzka prejsť. Prvú časť reaktora tvorí reakčná komora s dvoj-retortovým systémom. V retortách sa nachádzajú dopravníky pohybujúce sa v protismere, ktoré sú na konci reakčného priestoru prepojené. Celková vsádzka (2 000 kg) prejde fázovou premenou približne za 1 hodinu. Ohrev reakčnej komory je zabezpečený regulovateľným horákom. Predmetná fáza procesu má za účel

rýchly rozklad vsádzky, keď vplyvom teploty dochádza k štiepeniu dlhých molekulárnych reťazcov na kratšie reťazce. Makromolekulárne pary následne vychádzajú z reaktorovej časti pri teplote cca 350 – 400°C vstupujú do kondenzačnej úžitkovej časti. Nesplynená časť vsádzky (pevné zvyšky – uhlík) je vyprázdňovaná zo systému dvoch hermetických uzáverov na spodnom konci spodnej retorty, ktoré bránia vniknutiu kyslíku do spodnej časti reakčnej komory. Uhlík opúšťa reakčnú komoru pri teplote do 80°C. Nízko molekulárne pary vystupujúce z reakčnej komory vstupujú najskôr do kondenzačného výmenníka, kde sú ochladené z teploty okolo 400°C na 50 – 60°C. Pri znížení teploty sa začína tvoriť tekutý kondenzát – olej, ktorý je smerovaný do prevádzkového zásobníka a následne sa prečerpáva do skladovacej nádrže. Z neskondenzovanej časti nízko molekulárnych pár vznikol plyn, ktorý sa dočisťuje v tzv. Venturiho práčke. Ako pracie médium sa využíva nafta, resp. vyrobený olej. Takto vyčistený plyn je pripravený na energetické využitie. Chladenie kondenzačnej veže sa má zabezpečovať prostredníctvom vody ako chladiacej kvapaliny cirkulujúcej v uzavretom okruhu. Termický rozklad vstupujúcich odpadov produkuje štyri základné výstupné produkty v podobe oleja, plynu, tuhých zvyškov (ocelových, uhlík). Výťažnosť jednotlivých produktov nie je presne špecifikovaná vzhľadom na jej závislosť od kvality spracovávaných pneumatík (predovšetkým opotrebenie) a pracovných podmienok v reaktore, najmä teploty. Predpokladané ročné výstupy zahŕňajú cca 46 % oleja – 6 889 t, 40 % tuhého zvyšku, uhlíka – 5 990 t, 8 % plynu – 1 198 t a 6 % ocelového zvyšku – kordov, čo predstavuje 899 ton. (Ineco 2015)

V článku zverejnenom na oficiálnej stránke mesta Handlová dňa 26. októbra 2020 sa majiteľ spoločnosti HUTIRA Slovakia p. Hutira vo veci vstupných druhotných surovín vyjadril, že zatiaľ čo projekt v štádiu posudovania vplyvov uvažoval aj so spracovaním celých pneumatík, vrátane ocelových kordov, od roku 2015 sa jeho projekt posunul, cit. „*neriešime celé pneumatiky, surovinou pre technológiu sú iba drvené lupienky pneumatík zbavených ocelového kordu*“. (Jurtinus 2020)

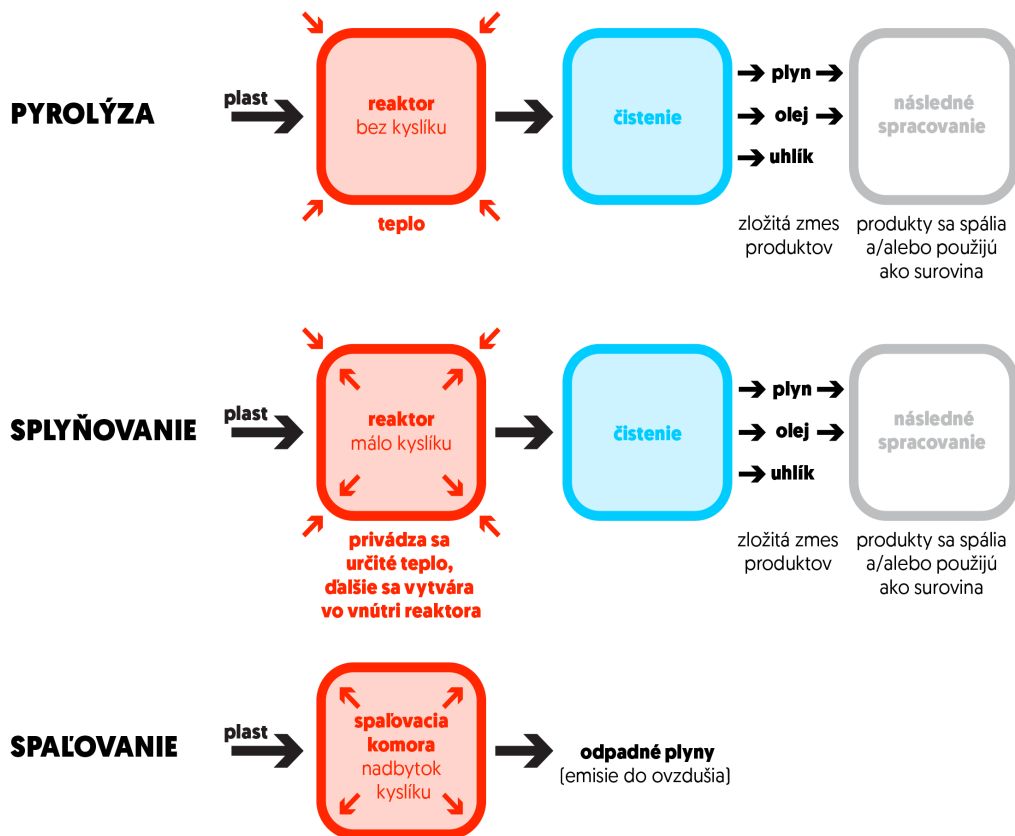
Tab. 1 Vybrané základné technické údaje plánovaného zariadenia (Ineco 2015)

Parameter	Hodnota
Celková kapacita zariadenia	2 000 kh/hod.
Palivo horáku	fosílny zemný plyn, propán, štiepný plyn
Spotreba plynu	Cca 1 270 ton / rok
Tepelný príkon horáku	880 kW
Príkon vrátane príslušenstva	466 kWe
Sypká hmotnosť vstupného materiálu	min. 300 kg/m ³
Počet prevádzkových hodín za rok	7 488

Všeobecne tento druh technológie spadá do oblasti označovanej v poslednej dobe ako „chemická recyklácia“, aj keď o recykláciu z hľadiska niektorých definícií a pôvodného účelu nejde. Tieto technológie popísala štúdia od Rollinson a Oladejo publikovaná v roku 2020 sieťou Gaia. (Rollinson and Oladejo 2020)

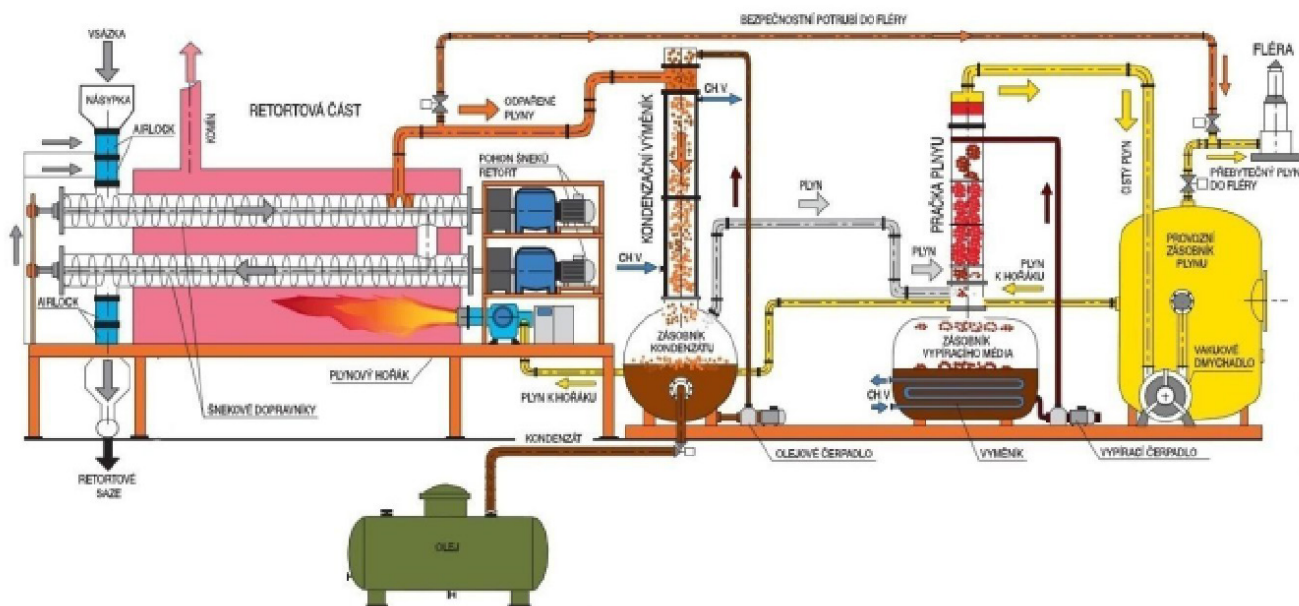
Nasledujúca pasáž je prevzatá práve z tejto štúdie a pomôže nám porozumieť rozdielu medzi jednotlivými technológiami.

„*Splyňovanie a pyrolýza sú na prvý pohľad jednoduchými procesmi. Boli vynájdené pred viac ako sto rokmi ako technológie pre premenu drevnej biomasy a uhlia na plynné a kvapalné chemikálie, pričom sú pri nich súčasne produkované pevné materiály bohaté na uhlík. Názvy týchto procesov sú odvodené od ich využívania v minulosti*“. (Rollinson and Oladejo 2020)



Obrázok 1: Zjednodušené porovnanie termolytických postupov. Pri pyrolýze (vyššie) sa plastový odpad zahrieva bez prístupu kyslíka. Vzniká pri tom v prvom rade kvapalný produkt (pyrolýzny olej) a ako ďalší produkt plyn, ktorý sa zvyčajne spaľuje. Pyrolýzny olej možno spaľovať, alebo zvyšovať jeho kvalitu pre opätovnú polymerizáciu. Pri splyňovaní (uprostred) sa plastový odpad zohrieva za (typicky) obmedzeného prístupu kyslíka, čím sa vyrába plyn, ktorý sa musí pred použitím ďalej spracovávať. Pri spaľovaní (dole) sa plastový odpad spaľuje, bez toho by sa museli používať ďalšie palivá, z výstupov však nie je možné znovu vyrobiť plasty. Existuje mnoho rôznych variantov týchto procesov. (Rollinson and Oladejo 2020)

„Veľmi zjednodušene povedané, technológie splyňovania a pyrolýzy sa od spaľovania líšia nízkym množstvom prítomného kyslíku. Ako pri pyrolýze, tak pri splyňovaní sa využíva skutočnosť, že vo všetkých situáciách, keď sa uhľovodíkové polyméry najprv zohrejú (pomocou externého zdroja tepla), uvoľní sa veľká časť hmoty vo forme plynu. Bez kyslíku tento plyn nezhorí. Kľúčové je tu nastaviť podmienky tak, aby zabránili horeniu. Privádza sa teda teplo, ale obmedzuje sa prístup kyslíku.“ (Rollinson and Oladejo 2020)



Obrázok 2: Schéma technológie v Handlovej, ako je prezentovaná v Správe o hodnotení (Ineco 2015)

Štúdia Rollinson a Oladejo 2020 tiež odkazuje na podrobné vysvetlenie splyňovania a pyrolýzy, ktoré je možné nájsť v niekoľkých vedeckých publikáciách (Kaupp 1984, Reed and Das 1988, Rollinson 2018, Rollinson and Oladejo 2019) a pokračuje: „Výsledným produktom splyňovania a pyrolýzy je zmes nespálených a novo syntetizovaných molekúl uhlíkovdík, ktoré sú v plynnom, kvapalnom a pevnom skupenstve. Kvalita produktu a prevádzková stabilita je riadená zložitými vzájomnými vzťahmi chemických, fyzikálnych a tepelných faktorov. V dôsledku toho sú splyňovanie a pyrolýza podobnejšie zariadeniam chemického priemyslu než bežným spaľovniam.

Pyrolýza

Pôvodný význam slova pyrolýza je „uvolnenie alebo zmena teplom alebo ohňom“. Obvykle sa ním však označuje zahrievanie bez prístupu kyslíku v dávkových reaktoroch ... Jedná sa o proces, pri ktorom sa spotrebováva energia (endotermický), ktorý je oveľa primitívnejší ako splynovanie. Vyrába sa tak plyn oveľa horšej kvality, ktorý je bohatý na zložitú zmes uhlíkovdík a kvapalina tvorená zložitou zmesou látok s vyššou molekulovou hmotnosťou (olej/decht).“ (Rollinson and Oladejo 2020)

Pokiaľ je palivo získané z pyrolýzy plastov určené pre neskoršie použitie, nespája sa okamžite, ale uskladní sa a transportuje mimo výrobný areál. **U týchto palív je ale potrebné ďalšie spracovanie, aby spĺňali omnoho vyššie kvalitatívne normy**, napríklad ak sa majú používať v spaľovacích motoroch (Wong, Ngadi et al. 2015, Kalargaris, Tian et al. 2017). A tak tomu pravdepodobne bude aj v prípade prevádzky v Handlovej, **aj keď bude olej smerovať do elektrární a priemyselných pecí, ktoré majú svoje špecifické parametre a požiadavky na kvalitu použitého paliva**. V Správe o hodnotení (Ineco 2015) **chýba doloženie, alebo aspoň náčrt dopytu po produktoch depolymerizácie tejto prevádzky, či už ako materiálov, alebo paliva**.

Ďalší autori spochybňujú kvalitu uhlíkového zvyšku v miere, ktorá by bola opätovne využiteľná miesto pôvodného plniva (Gleis 2012). Je to celkom pochopiteľné, keď vezmeme do úvahy, že uhlíkový zvyšok pyrolýzy obsahuje rad nečistôt v dôsledku spracovania pneumatík s radom aditív (viď časť venovanú toxickým látkam).

Toxické látky

S ohľadom na počet už prevádzkovaných technológií vo svete spoločnosťou ARTI je **dokumentácia skúpa na informácie o zložení výstupných produktov**. Je relevantné, aké druhy odpadov resp. druhotných surovín spomínané zariadenia v zahraničí spracúvajú. Od toho, akú druhotnú surovinu, odpad technológia spracováva, sa do istej miery odvíja aj to, aké a nakoľko toxické látky možno očakávať na výstupoch. Podľa informácií na webových stránkach ARTI, len 5 prevádzok spracováva pneumatiky, z toho len 4 výlučne pneumatiky.

Každopádne z uvedených prevádzok ARTI by mali byť k dispozícii analýzy látok obsiahnutých vo výstupnom plyne, oleji a uhlíkovom zbytku, ale predmetná dokumentácia EIA žiadne výsledky ich analýz neuvádza okrem predpokladaného zloženia na str. 13 – 15. Analýzy nie je možné nájsť ani v prílohách k dokumentácii. V nasledovnej analýze sme preto boli nútení vychádzať aj z analýz produktov podobných technológií, väčšinou však v laboratórnom, alebo poloprevádzkovom meradle.

Keďže pyrolýza je stará technológia, bolo publikovaných mnoho jej hodnotení (aj keď nie konkrétne pri použití plastov ako vstupného materiálu) a je známe, že sa pri nej tvoria toxické organické produkty (Idowu, Semple et al. 2019).

Pri pyrolýznom rozklade pneumatík budú vznikať napríklad aj polyaromatické uhľovodíky (PAU), čo potvrdzuje aj dokumentácia navrhovateľa na strane 58. Predpokladá však, že sa ich podarí koncentrovať vo výstupnom oleji. To môže byť z veľkej časti pravda, ako potvrdzujú analýzy z českej technológie ERVO, ale **to neznamená že ich koncentrácia v pyrolýznom oleji nepredstavuje vážny problém**. Analýzy pyrolýzneho oleja z ERVO zistili **polyaromatické uhľovodíky** napríklad **v koncentráciách: 1620 – 7220 ppm** (vyjadrené ako suma naftalénu, acenaftylénu, acenafténu, fluorénu, fenantrénu, antracénu, fluoranténu a pyrénu). Najvyššiu koncentráciu – až 4020 ppm – dosiahol naftalén, nasledovaný fenantrénom s koncentráciou až 1000 ppm.

Dioxíny

Na technologickej linke ERVO (s katalytickou depolymerizáciou odpadov), prevádzkovej zatiaľ pilotne v Komořanoch pri Moste v Českej republike, boli vykonané analýzy oleja na prítomnosť širokej škály organických látok pri skúšobnom spracovaní drte z pneumatík. **V nezanedbateľných koncentráciách boli preukázané aj fenoly**, a to konkrétne množstvo **8400 – 1590 ppm** (DEZA lab 2019).

Fenoly sú prekurzormi vzniku dioxínov (US EPA 2003) a **vo výstupnom oleji je prítomný chlór** vid' strana 13 Správy o hodnotení: „*Chlór sa v oleji nachádza v množstve 10 – 18 ppm*“ (INECO 2015). **Budú tak splnené predpoklady pre vznik dioxínov** (Stockholm Convention on POPs 2008), hoci sa v technológii pracuje s obmedzeným prístupom kyslíka.

Je prekvapivé, že ako pre prevádzku v Handlovej, tak pre technológiu ERVO v Českej republike sa neudáva, že by v oleji a ďalších produktoch boli prítomné dioxíny. V prevádzke ERVO v Českej republike to má jediný dôvod a síce, že **dioxíny neboli v oleji ani iných výstupoch zo zariadenia analyzované**. Podobne **nebola vykonaná ani analýza na prítomnosť polychlórovaných bifenylov, hoci bifenyl ako taký bol vo výstupnom oleji preukázaný** (DEZA lab 2019).

Analýzy produktov pyrolýzneho spracovania paliva pripraveného z pneumatík na prítomnosť dioxínov však vykonal výskumný tím v Turecku (Banar, Çokaygil et al. 2013). Merania prebehli v laboratórnych podmienkach v pyrolýznom reaktore, avšak so vstupným materiálom zbaveným kovovej výstuže pneumatík. Výsledky meraní **preukázali prítomnosť dioxínov, aj keď v nie príliš vysokých koncentráciách tisícín až stotín pg TEQ/g**, a to **vo všetkých výstupoch z pyrolýzneho procesu**. Je samozrejme otázkou, či je možné tieto výsledky prenášať na technológiu, v ktorej nie je vstupný

materiál zbavený kovovej výstuže pneumatík, pretože kovy vrátane železa fungujú ako katalyzátory pre vznik dioxínov (Stockholm Convention on POPs 2008). Zo spracovania pneumatík nezbavených kovovej výstuže možno teda očakávať aj vyššie koncentrácie dioxínov vo všetkých výstupoch. Ďalšie kovy môžu vstupovať do procesu pri kondenzácii plynu Fischer – Tropschovov syntézou. **Na výstupe pyrolýzy spracovávajúcej odpad z automobilov či chladničiek sa nameralo mnohonásobne viac dioxínov v pyrolýznom oleji (až 2,1 ng TEQ/g) aj uhlíkovom zvyšku (0,74 ng TEQ/g), a to aj za obmedzeného prístupu kyslíka** (Weber and Sakurai 2001). **Dôležitým faktorom bola prítomnosť kovov ako katalyzátora.** Pre spaľovanie v niektorých zariadeniach, napríklad v spaľovacích motoroch, môže predstavovať problém už samotná prítomnosť dioxínov.

Do pneumatík sa rovnako ako do iných plastov pridáva celý rad prísad. Strana 58 Správy o hodnotení predmetného projektu uvádza: „Do kaučkových zmesí na výrobu pneumatík sa popri prírodných a syntetických kaučkoch a vystužovacích materiáloch (ocelových kordoch a textilných vložkách z polyamidov a polyesterov), sadziach, bielych plnivách (kaolín, SiO_2 – silika, vápenec), pridávajú aj zmäkčovadlá a vosky, živice a adhezíva, antidegradanty, urýchľovače a síra (na priestorové sietovanie a tým dosiahnutie väčšej elasticity resp. pružnosti), retardéry horenia a aktivátory a ďalšie spracovateľské prísady.“ (Ineco 2015)

Brómované látky pri pyrolýze pneumatík síce sledované neboli, ale prítomnosť organických zlúčenín brómu napríklad v podobe spomaľovačov (retardérov) horenia v tepelne spracovávanom odpade vedie k vzniku brómovanej obdoby chlórovaných dioxínov (PCDD/F), čiže **brómovaným dioxínom (PBDD/F)**. Brómované dioxíny majú podobnú toxicitu a vlastnosti ako chlórované dioxíny. Jedna štúdia publikovaná v roku 2020 sa priamo zamerala na vznik brómovaných dioxínov **počas pyrolýzy odpadu obsahujúcich polybrómované difenylétery (PBDE)**, teda **jednu zo skupín brómovaných spomaľovačov horenia a preukázala vznik brómovaných dioxínov (PBDD/F) počas pyrolýzy** (Liang, Lu et al. 2020). **Brómované dioxíny boli zistené aj v produktoch pyrolýzy odpadu z autovrakoviška v jednej z ďalších štúdií** (Rey, Conesa et al. 2016).

Nie je dôvod domnievať sa, že by pyrolýzou pneumatík obsahujúcich brómované spomaľovače horenia nevznikli brómované dioxíny (PBDD/F) a nemuseli sa merať vo výstupoch z nej.

Toxicita dioxínov

Polychlórované dibenzo-p-dioxíny (PCDD) a dibenzofurány (PCDF) sú vysoko toxické. Dlhodobo sa nerozkladajú, pretrvávajú v prostredí a živých organizmoch a sú bioakumulatívne, hromadia sa v tkanivách živých organizmov.

Početné epidemiologické štúdie odhalili rad negatívnych účinkov chlórovaných dioxínov na ľudské zdravie, vrátane kardiovaskulárnych ochorení, cukrovky, rakoviny, endometriózy, skorej menopauzy, alterácie testosterónu a hormónov štítnej žľazy a zmenené reakcie imunitného systému (White and Birnbaum 2009, Schechter 2012). Chlórované dioxíny sa dostali do povedomia verejnosti v sedemdesiatych rokoch 20. storočia v dôsledku ich kontaminácie v Agent Orange, ktorou USA používali počas vojny vo Vietname. Výroba 2,4,5 T pesticídu ako základnej prísady pre Agent Orange zanechala jedno z najzávažnejšie znečistených miest v Európe (Zemek and Kocan 1991, Kubal, Fairweather et al. 2004, Weber, Gaus et al. 2008) a chorých pracovníkov s mnohými príznakmi expozície najtoxickjším z príbuzných dioxínov 2,3,7, 8-TCDD (Pelclová, Urban et al. 2006, Bencko and Foong 2013). Bolo zistené, že PBDD/F vykazujú podobnú toxicitu a zdravotné účinky ako ich chlórované analógy PCDD/F (Mason, Denomme et al. 1987, Behnisch, Hoso et al. 2003, Birnbaum, Staskal et al. 2003, Kannan, Liao et al. 2012, Piskorski-Pliszczynska and Maszewski 2014). Môžu napríklad ovplyvniť vývoj mozgu, poškodiť imunitný systém a plod alebo vyvolať karcinogézu (Kannan, Liao et al. 2012).

Polychlorované aromatické zlúčeniny síry

Tvorbu dioxínov pri pyrolýznom spracovaní odpadových pneumatík môžu do značnej miery brzdiť relatívne vyššia koncentrácia síry vo vstupnej surovine. Taký efekt síry bol zistený v rôznych spaľovacích procesoch (Raghunathan and Gullett 1996, Gullett, Dunn et al. 1998, Štokholm Convention on POPs 2008).

Nižšie koncentrácie polychlórovaných dioxínov však ešte neznamenaajú, že vo výstupoch pyrolýzy nebudú vo vyšších koncentráciách prítomné im podobné látky. K takýmto zlúčeninám patria polychlórované aromatické zlúčeniny síry (Sinkkonen and Koistinen 1990, Buser, Dolezal et al. 1991, Benz, Hagenmaier et al. 1992, Buser 1992, Sinkkonen 2000).

Pre zlepšenie podmienok vulkanizačného procesu sa používa ako prísada okrem iného aj pentachlorothiofenol. Jeho prítomnosť v zhodnocovanom odpade môže viesť k vzniku dioxínom podobných zlúčenín síry, napríklad PCTAs a polychlórovaných dibenzotioférov PCDTs (Sinkkonen 2000). Samotné pneumatiky už obsahujú octachloranthren (OCTA) ako vedľajší produkt vulkanizácie (Benz, Hagenmaier et al. 1992). PCDTs boli bežne zistené ako v plynných emisiách, tak v popolčekoch zo spaľovní odpadov (Buser, Dolezal et al. 1991, Sinkkonen, Paasivirta et al. 1991, Sinkkonen 2000).

Z hľadiska vplyvov na ľudské zdravie a živé organizmy sa polychlórované dibenzotiofény správajú podobne ako dioxíny. Patria medzi endokrinné disruptory (Nakai, Kishita et al. 2007).

Chemické analýzy pyrolýzneho oleja z technológie ERVO v Českej republike v ňom preukázali aj prítomnosť dibenzotioférov (DEZA lab 2019), ale neskúmali prítomnosť polychlórovaných dibenzotioférov (PCDTs). Nejde zatiaľ o bežne sledované látky, ale samotná **prítomnosť dibenzotioférov a ďalších organických zlúčenín síry v pyrolýznom oleji naznačuje, že môže obsahovať aj príbuzné polychlórované látky.**

Vplyv na ovzdušie

V prípade plynných emisií do ovzdušia znovu zaráža absencia uvedenia výsledkov meraní z konkrétnych prevádzok spoločnosti American Renewable Technologies v zahraničí. Podľa informácií z jej stránky prevádzkuje 4 zariadenia spracúvajúce odpad z pneumatík a z nich musia existovať merania emisií vypúšťaných do ovzdušia. Správa o hodnotení naproti tomu konštatuje na strane 64: „Z výdychu V1 bude potrebné v rámci skúšobnej prevádzky (zábehu technológie) zistiť emisné hodnoty za účelom preukázania dodržiavania určených emisných limitov (§ 15 ods. 1 písm. b/ zákona č. 137/2010 Z.z. o ovzduší) – v rozsahu uvedenom vyššie – oprávneným diskontinuálnym meraním – podmienka P3“ (INECO 2015). To isté sa opakuje na str. 151. (Ineco 2015)

Je prekvapujúce, že pre výpočet záťaže ovzdušia boli použité len limity pre spaľovanie odpadov ako ich stanovuje slovenská a európska legislatíva a neboli využité skúsenosti s technológiou zo zahraničia. Je samozrejme otázkou, či v daných prevádzkach došlo k meraniu emisií a či sú údaje z nich dostupné.

Čo sa týka zákonom stanovených limitov, pre emisie zo spaľovania pyrolýzneho plynu do ovzdušia platí to isté ako pre spaľovanie odpadov. V tejto súvislosti je potrebné upozorniť, že v roku 2019 bol schválený nový dokument o najlepších dostupných technológiách pre spaľovanie odpadov (Neuwahl 2019), takže dokumentácia z roku 2015 uvádza už zastarané dáta a nerešpektuje novo stanovené limity pre emisie do ovzdušia pre spaľovanie odpadu. Po novom bude musieť predmetná technológia v Handlovej vyhovieť aj sprísneným požiadavkám pre sledovanie dioxínov (PCDD / Fs), ortuti a brómovaných dioxínov. V prípade emisií dioxínov sa má ich monitoring realizovať semikontinuálne, s analýzou vykonávanou raz mesačne. Kontinuálne má byť meranie emisií ortuti. Pretože pneumatiky

obsahujú aj brómované spomaľovače horenia, technológia v Handlovej by mala vykonávať aj sledovanie brómovaných dioxínov. Všetko tieto opatrenia sú nové ustanovenia BREF dokumentu z roku 2019.

PBDD/Fs sú uvádzané v spalinách a pevných zvyškoch zo spaľovania, alebo pyrolýzy odpadov obsahujúcich BFRs (Dumler, Thoma et al. 1989, Dumler, Lenoir et al. 1990, Sedlak, Dumler-Gradl et al. 1998, Ebert and Bahadir 2003).

Zarážajúca je tiež absencia akéhokoľvek zariadenia na čistenie dymových plynov odchádzajúcich z komína po spaľovaní štiepneho plynu použitého pre zahrievanie retort, vid' schéma technológie na obr. 2. Autori dokumentácie podľa všetkého počítajú s tým, že bude spaľovaný veľmi čistý plyn. Nemožno však očakávať, že nebude dochádzať k vzniku napríklad tuhých znečisťujúcich látok alebo že tento plyn nebude znečistený ako ťažkými kovmi, tak organickými látkami vzniknutých aj v dôsledku procesu depolymerizácie, ako to bolo doložené u iných podobných technológií. Dokumentácia sa s týmto problémom v žiadnom prípade nevysporiadala, hoci jej autori mohli využiť skúsenosti s podobnou technológiou zo zahraničia. Zdá sa zvláštne že by neexistovalo žiadne meranie emisií z týchto zariadení. Absencia týchto údajov je však doposiaľ pre technológie zo skupiny takzvanej „chemickej recyklácie“ typická. (Rollinson and Oladejo 2020)

Štúdia Rolinson a Oladejo (2020) o toxicite emisií uviedla: „ ..., napríklad pri následnom spaľovaní pri vysokých teplotách sa ťažké kovy budú uvoľňovať ako častice alebo pary do ovzdušia alebo sa budú koncentrovať v pevných zvyškoch. Aj keď v prípade organických toxických látok je možné, že dôjde k ich depolymerizácii a teda zničeniu, môžu procesom takisto prechádzať bez zmeny. Co je ešte horšie, je vysoká pravdepodobnosť, že sa počas procesu premenia na ešte toxickéjšie molekuly. Hodnotenie tokov toxických látok v životnom prostredí (a s tým súvisiacich nákladov) musí zahŕňať aj použité materiály z práčok plynov a lapačov zo zariadení na čistenie plynu a odpadových vôd.“ (Rollinson and Oladejo 2020)

Toxické látky – zhrnutie

Výstupný plyn, olej aj uhlíkový zvyšok môžu nakoniec obsahovať širokú škálu toxických látok ako výsledok pyrolýzneho procesu čo vyplýva jednak z prítomnosti rôznych prísad do pneumatík a tiež môže byť dôsledkom prítomnosti železa a ďalších kovových prvkov (vid' tabuľku na str. 14 Správy o hodnotení) pôsobiacich ako katalyzátory napríklad pri formovaní dioxínov, alebo im príbuzných dibenzotiofénov a PCTAs. Ďalšími problémami sú absencia merania všetkých relevantných toxických látok a prítomnosť niektorých z nich v produktoch, teda výstupných olejoch, plynoch a uhlíkových zvyškoch, odovzdávaných z väčšej časti do iných prevádzok. Pôsobenie toxických látok tak môže poškodzovať životné prostredie tam, kde bude napríklad pyrolýzny olej použitý ako palivo.

Dostupnosť vstupnej suroviny a alternatívy

Pre navrhovanú činnosť boli za účelom získavania odpadových pneumatík navrhovateľom identifikované nasledovné oblasti: Žilinský kraj, Trenčiansky kraj, Banskobystrický kraj, Nitriansky kraj a západné oblasti Košického a Prešovského kraja. Navrhovateľ v správe o hodnotení uviedol na základe informácií Čiastkového monitorovacieho systému nasledovné priemerné množstvá produkovaných odpadových pneumatík v období rokov 2005 – 2013 z predmetných oblastí SR, z ktorých plánuje získavať predmetnú druhotnú surovinu:

- Priemerná produkcia odpadu z opotrebovaných pneumatík v Žilinskom kraji bola v priebehu rokov 2005 – 2013 približne **1 600 t ročne**.

- Na základe údajov obsiahnutých v Tab. 25 dosahuje priemerná produkcia odpadu k. č. 16 01 03 v Trenčianskom kraji približne **8 900 t/rok**.
- V Nitrianskom kraji dochádza na základe údajov ČMS Odpady uvedených v Tab. 26 v ročnom priemere k produkcii približne **1 000 t/rok** opotrebovaných pneumatík.
- Na území Banskobystrického kraja dochádza v priemere ročne k produkcii asi **1 300 t** opotrebovaných pneumatík.
- Ako západné časti Košického kraja identifikoval navrhovateľ okresy Košice, Košice okolie, Rožňava, Spišská Nová Ves a Gelnica. Priemernú produkciu odpadu z opotrebovaných pneumatík v týchto západných regiónoch Košického kraja uviedol v množstve približne **950 t/rok**.
- Ako západné časti Prešovského kraja identifikoval navrhovateľ okresy Prešov, Poprad, Kežmarok, Levoča, Stará Ľubovňa, Sabinov a Bardejov. Priemernú produkciu opotrebovaných pneumatík v týchto okresoch Prešovského kraja uviedol v množstve približne **450 t/rok**.

Spolu ide o produkciu 14 200 ton odpadových pneumatík ročne z predmetných okresov. V časti sumarizujúcej dostupnosť vstupných druhotných surovín **uviedol navrhovateľ nepravdivé tvrdenie**, podľa ktorého je z uvedených čísiel údajne zrejmé, že plánovanú kapacitu navrhovaného zariadenia bude možné takmer v plnej miere zabezpečiť zo zvolených zdrojov na území Slovenskej republiky. V tomto tvrdení **navrhovateľ úplne ignoroval jestvujúce, aktuálne prevádzkované zariadenia na materiálové zhodnotenie odpadových pneumatík v SR, ktoré už dnes materiálovo zhodnocujú takmer 90% z ich celkového množstva a ktoré aktuálne postačujú pre celú produkciu odpadových pneumatík v SR.**

V nakladaní s odpadovými pneumatikami na Slovensku prevláda dlhodobá recyklácia – materiálové zhodnocovanie. (Správa o stave životného prostredia SR 2018) V programe odpadového hospodárstva SR pre roky 2016 – 2020 je stanovený cieľ dosiahnuť do roku 2020 mieru recyklácie odpadových pneumatík 80 % a 15 % mieru ich energetického zhodnocovania, iného nakladania na úrovni 4 % a skládkovania 1 %. (POH SR 2016 – 2020)

Tento cieľ recyklácie sa darí plniť, **v roku 2018 dosiahla úroveň recyklácie odpadových pneumatík na Slovensku 89,8 %**. Energeticky ich bolo zhodnotených 9,15 %. Spolu **miera zberu a materiálového a energetického zhodnocovania** v roku 2018 predstavovala **98,95 %, na trhu ostávalo mimo tohto zberu a zhodnocovania len 1,05 % odpadov z opotrebovaných pneumatík**, teda **221 ton**. (Správa o stave životného prostredia SR 2018)

V roku 2019 dosiahla úroveň materiálového zhodnotenia odpadových pneumatík 87,4 %, energeticky ich bolo zhodnotených 5,5 %. **Spolu sa v roku 2019 v SR vyzbieralo a materiálovo resp. energeticky zhodnotilo** (inak povedané, obsadenosť predmetnej vstupnej suroviny na trhu predstavovala) **92,9 % odpadových pneumatík**. Ostávalo 2 057 ton odpadových pneumatík, ak by sme odpočítali najvzdialenejšie okresy z ktorých navrhovateľ nepočítal dovážať predmetnú druhotnú surovinu, bolo by to ešte menej. Skládkovanie odpadových pneumatík je podľa zákona o odpadoch zakázané, okrem pneumatík, ktoré sú použité ako konštrukčný materiál pri budovaní skládky, pneumatík z bicyklov a pneumatík s väčším vonkajším priemerom ako 1400 mm. (Enviroportal 2020)

Vznik opotrebovaných pneumatík v SR v posledných rokoch

Rok	Vznik opotrebovaných pneumatík [t]
2015	18 088,730
2016	15 287,550
2017	17 355,220
2018	21 062,340
2019	28 971,587

Zdroj: MŽP SR

V súčasnosti je vybudovaný celoslovenský systém zberu, zvozu a materiálového zhodnotenia opotrebovaných pneumatík a niektoré oficiálne zdroje uvádzajú **ročnú kapacitu 48 000 ton**. (Enviroportal 2020) To je však starý údaj uvádzaný už pred viac než 10 rokmi, pričom odvtedy vzniklo, alebo rozšírilo svoju kapacitu viacero prevádzok recyklácie odpadových pneumatík v SR a aktuálna kapacity je podľa dostupných údajov väčšia. Čo sa týka zhodnocovania opotrebovaných pneumatík, je **na Slovensku už dnes vybudovaná ročná kapacita schopná zabezpečiť materiálové zhodnotenie všetkých odpadových pneumatík**. Isté rezervy má už len zber opotrebovaných pneumatík a ich preprava do zariadení na zhodnotenie. (Enviroportal 2020)

Väčšina odpadov z opotrebovaných pneumatík sa v SR mechanicky recykluje v závode spoločnosti AVE SK v priemyselnom parku Kechnec pri Košiciach a to už od roku 2005. Prevádzka je zameraná na výrobu gumeného granulátu z odpadových pneumatík, ktorý následne zapracováva do gumených výrobkov. Zariadenie na mechanickú recykláciu odpadových pneumatík AVE SK v Kechneci podľa vyjadrení jeho predstaviteľov recykluje ročne v priemere 12 000 – 15 000 ton. (Majdák 2018) Informácie z predošlých rokov hovorili o celkovej kapacite tohto zariadenia na mechanickú recykláciu 46 000 ton/tok. Menšia časť opotrebovaných pneumatík sa zhodnocuje v štyroch cementárňach ako zariadeniach na spoluspaľovanie odpadov, ktoré využívajú energetický potenciál pneumatík, ako aj kovové súčasti pneumatík, ktoré vylepšujú kvalitu vyrábaného cementu. (Enviroportal 2020)

Aj **predpoklad navrhovateľa o očakávanom náraste produkcie tohto prúdu odpadu** cit. „do konca roku 2015 sa očakáva nárast množstva odpadových pneumatík na 30 000 ton ročne“ sa ukázal ako značne **nadhodnotený**. V roku 2015 predstavovala produkcia odpadových pneumatík 18 089 ton ton. Aritmetický priemer ročnej produkcie odpadov z opotrebovaných pneumatík za posledných 5 rokov, od navrhovateľom uvádzaného roku 2015 do roku 2019 bol 20 153 ton. (Enviroportal 2020)

Uvedené dáta preukazujú **takmer 90% pokrytie trhu v oblasti zberu a materiálového zhodnocovania odpadových pneumatík a vybudované ročné kapacity pre materiálové zhodnocovanie všetkých odpadových pneumatík vznikajúcich v SR**. Neexistuje žiadna potreba vybudovania tohto zariadenia, nie je v súlade s regionálnymi, ani celoštátnymi potrebami a cieľmi. V prostredí SR by predmetná prevádzka dokázala získať v priemere len niekoľko stoviek, max. do 2000 ton odpadov z opotrebovaných pneumatík, čo by zďaleka nestačilo pre ekonomickú rentabilitu prevádzky o plánovanej kapacite 15 000 ton. **Jediná reálna možnosť pre naplnenie kapacity zamýšľaného zariadenia na termickú depolymerizáciu v plnej miere, alebo aspoň z cca 90 % by spočívala v dovoze odpadových pneumatík z iných krajín. To však predstavuje okrem spoločenského problému (veľmi pravdepodobne zásadný nesúhlas väčšiny miestnych obyvateľov) aj zvýšenú produkciu skleníkových plynov a zvýšenú záťaž životného prostredia z dopravy. Túto možnosť naznačil v Správe o hodnotení aj navrhovateľ.** Žiaľ, bližšie sa už vplyvy tohto dovozu na klímu a prostredie

neanalyzoval. Celková bilancia vplyvov na životné prostredie by však bola v takom prípade väčšia, než posudzované dáta v Správe o hodnotení.

Alternatívy

Vo všeobecnosti je **mechanická recyklácia v súčasnosti environmentálne šetrnejšia** než chemická recyklácia, do ktorej množiny patrí aj **termálna depolymerizácia**. Mechanická recyklácia má oproti chemickej recyklácii **nižšiu energetickú náročnosť, menšiu uhlíkovú stopu a produkuje menej toxických vedľajších produktov**. (Rollinson and Oladejo 2020)

Štandardný proces dnes aplikovaných procesov mechanickej recyklácie odpadových pneumatík môžeme zjednodušene popísať ako proces ich niekoľkostupňového rezania na požadovanú veľkosť a drvenia granulátu pri vyseparovaní kovových a textilných frakcií. Z gumového granulátu odpadových pneumatík sa následne vyrábajú napríklad dlaždice na detské ihriská, bežecké dráhy, tenisové kurty, podlahy do fitness centier, podrážky na topánky, podklady a výplne pre umelé trávniky, parkoviská, podkladové vrstvy vozoviek, výplne betónov, modifikované asfalty, protihlukové steny, priecestia, strešné šindle a ďalšie produkty.

Kroky procesu mechanickej recyklácie sú energeticky menej náročné ako v prípade chemickej recyklácie, tiež však vyžadujú pomerne značný energetický vstup v porovnaní s hodnotou recyklovaného plastu (Levidow a Raman, 2019). Zatiaľ čo cieľom depolymerizačných technológií je štiepenie pôvodných molekúl na menšie molekuly, cieľom mechanickej recyklácie je uchovanie polymérov. V praxi sa dĺžka polyméru nezriedka skraca, čo vedie k menej kvalitnému plastu oproti pôvodnému (Baytekin et al., 2013). Toto sa nazýva tzv. „downcycling“ kedy sa vyrába produkt s menšou hodnotou, ktorý má obmedzený rozsah, v akom dokáže nahradiť primárne suroviny. V porovnaní s mechanicou recykláciou však trpí chemická recyklácia špecifickými problémami vzhľadom na zložitosť procesov a na to, že je stále relatívne nová, čo sa premieta napríklad do problémov s ekonomickou rentabilnosťou, problémov s kvalitou výstupov, pričom tiež zápasí s prekážkami ohľadne kontaminácie nečistotami. (Rollinson and Oladejo 2020)

Pri porovnaní vplyvov na prostredie termálnej depolymerizácie a mechanickej recyklácie hrá významnú úlohu kvality výstupov týchto procesov. Štúdia BASF (BASF 2020) použila vzorec Circular Footprint Formula (CFF) vyvinutý Spoločným výskumným centrom Európskej komisie a predpokladala, že mechanicke recyklované polyméry zo zmesového plastového odpadu majú ekonomickú hodnotu 50% oproti pôvodným polymérom. PE z pyrolýzneho oleja bola prisúdená pôvodná úroveň kvality. Napriek tomu bola **mechanická recyklácia z hľadiska zmeny klímy stále o 10% šetrnejšia** kvôli vyššej spotrebe energie a nižším výťažkom porovnávaného pyrolýzneho procesu. Analýza citlivosti ukázala, že ak by sa hodnota zmiešaného prúdu plastového odpadu mohla zvýšiť na 75%, zvýšila by sa jej šetrnosť ku klíme oproti termálnej depolymerizácii na približne 20%. To dokazuje dôležitosť zvyšovania kvality výstupov recyklačných technológií. Čím bližšie sa mechanická recyklácia dokáže rozvojom dostať ku kvalite plastov z primárnych surovín, spravidla tým bude k životnému prostrediu šetrnejšia. Tu je potrebné poznamenať, že zlepšenia a inovácie tu v žiadnom prípade nie sú statické. Preto sa v tomto štádiu javí pyrolýza prijateľná len pre prúdy plastového odpadu, ktoré nie je možné mechanicke recyklovať a aj to za predpokladu riešenia svojich ekonomických a environmentálnych výziev. (Eunomia 2020, BASF 2020)

Viaceré štúdie **porovnávajúce termálnu depolymerizáciu so zariadeniami na energetické zhodnocovanie odpadov preukázali, že pyrolýzne technológie sú mierne šetrnejšie k prostrediu**. A s pokračujúcou dekarbonizáciou energetického mixu do roku 2030 sa tento rozdiel ďalej zvýši v prospech pyrolýzy. Dôvodom je, že každé spaľovanie fosílnych zdrojov sa prejaví výrazne negatívne z hľadiska zmeny klímy v porovnaní s očakávaným vysokým podielom obnoviteľných zdrojov v energetickom mixe

(do roku 2030). To môže do istej miery zmeniť rozvoj bio materiálov z obnoviteľných zdrojov. (Eunomia 2020) Úspešnosť jeho rozvoja je však stále otázná a stojí pred náročnými environmentálnymi (napr. splniť udržateľné kritériá) a ekonomickými výzvami.

Ako ukazuje kapitola o dostupnosti vstupnej suroviny, v súčasnosti je zberom a recykláciou pokrytá väčšina odpadových pneumatík vznikajúcich na území SR. Aj keď recyklovanie odpadových pneumatík do nových výrobkov stále zápasí s istými problémami, v súčasnosti a najbližšej budúcnosti nejde o vážnu výzvu vzhľadom na dobrú etablovanosť zariadení na materiálové zhodnocovanie, hlavne mechanickú recykláciu. Z dlhodobého hľadiska je potrebné zlepšovať legislatívne a ekonomické prostredie pre kvalitatívny rozvoj recyklačných procesov a pre lepšie uplatnenie recyklátu z procesov materiálového zhodnotenia tak, aby dochádzalo k reálnemu uzatváraniu obehového cyklu s minimálnymi vplyvmi na prostredie.

Emisie skleníkových plynov a energetická náročnosť

Aj keď materiál na automobilových pneumatikách je vnímaný vo všeobecnosti ako guma, v skutočnosti sú vyrobené z komplexnej zmesi mnohých, prevažne syntetických materiálov a chemikálií vrátane rôznych druhov plastov. Moderné pneumatiky obsahujú rôzne syntetické polyméry a kordové polyesterové vlákna na posilnenie vnútornej štruktúry.

Technológie chemickej recyklácie sú energeticky náročné, potrebujú veľké množstvo externého tepla resp. tlaku. **Okrem energie potrebnej pre predspracovanie plastového odpadu a dekontamináciu, zlepšenie kvality produktov je u splyňovania a pyrolýzy potrebné dodávať externé teplo pre rozštiepenie plastov na plyny, kvapaliny a pevné látky.** Žiadna z technológií chemickej recyklácie nevyrába dostatok energie pre svoju prevádzku a je nepravdepodobné, že by sa to v dohľadnej budúcnosti zmenilo. **Ešte viac energie je potrebnej ak sa týmito procesmi snažíme vyrobiť nové plasty. Pre výrobu plastov z 1 tony fosílnych palív je ako zdroj energie potrebná ďalšia tona fosílnych palív.** Zariadenia chemickej recyklácie produkujú emisie CO₂ jednak samotnou chemickou premenou a tiež súvislosti s externými vstupmi energie. Takmer všetky plasty sa vyrábajú z fosílnych palív (a značná časť pneumatík tiež pozostáva z plastov) **a spaľovanie produktov chemickej recyklácie vedie v ekvivalentným emisiám CO₂ ako pri spaľovaní plastového odpadu, resp. pneumatík. Životný cyklus v podobe ich výroby, spracovania prostredníctvom vysokých teplôt, chemických reakcií a spaľovania výstupných produktov vedie k veľkej uhlíkovej stope chemickej recyklácie.** (Rollinson and Oladejo 2020)

Rovnako ako mnoho iných, podobných projektov depolymerizácie, resp. chemickej recyklácie aj tento v Handlovej sa tvári ako viac menej energeticky sebestačný – vid' str. 61 – 62 Správy o hodnotení: „Realizovaný postup v Handlovej si prioritne kladie za cieľ materiálové zhodnotenie na cennú organickú hmotu, menší podiel okolo 8 až 12 % sa využije na výrobu tepla pre vlastný termický proces, ostatné produkty budú odovzdávané externým subjektom. Takýmto riešením sa stáva celý proces energeticky sebestačný s minimálnym nárokmi na externé dodávky tepla a elektriny a v podstate bezodpadový“ (INECO 2015).

Štúdiá sumarizujúca poznatky o procesoch chemickej recyklácie, vrátane depolymerizácii k tomu uvádza: „Pre depolymerizáciu plastov sú potrebné veľké vstupy energie, takže u žiadnej z technológií chemickej recyklácie nie je možné dosiahnuť celkovú pozitívnu energetickú bilanciu, aj keď sa ktorýkoľvek z jej produktov spaľuje za účelom získania energie (Baytekin et al. 2013). Propagačné tvrdenie o udržateľnosti teda nie je v súlade s týmto zásadným faktom. Dôvodom pre tieto kontroverzné tvrdenia môže byť čiastočne to, že dodávatelia technológií často opomínajú veľké množstvo ďalšej energie, ktoré je nutné pre predspracovanie (triedenie, čistenie a drvenie plastov) a následné spracovanie a čistenie produktov – tieto stupne takmer nikdy nie sú brané do úvahy pri hodnotení energetickej náročnosti a nákladov (Vehlow 2016). Taktiež, teoreticky je dolná výhrevnosť plastov relatívne vysoká a na základe tohto povrchného pohľadu niektorí naznačujú, že

systemy získavajúce z plastov palivo môžu byť udržateľné (Joshi and Seay 2019). Niektorí títo autori evidentne podhodnocujú vysoké energetické náklady pyrolýzy a ignorujú druhý termodynamický zákon, čím prezentujú myšlienku, ktorá nie je fyzikálne možná (viď diskusiu Rollinson a Oladejo, 2019).“ A ďalej k téme autori štúdie dodávajú cit.: „V rozsiahlom prehľade literatúry sa nenašli nijaké dôkazy o sebestačnom podniku na chemickú recykláciu. Tieto skresľovania možno čiastočne pripísať nepochopeniu skutočných nákladov na energiu pri pyrolýze (Reed a Gaur, 1997) ... Na pyrolýzu je potrebný kontinuálny prísun tepla. V prípade dávkových procesov sa energetické požiadavky zvyšujú o potrebu udržiavať teplotnú stabilitu počas nabládky a vykládky, čo má vplyv na krakovanie a odparovanie počas týchto prevádzkových období. Prejavuje sa to aj na kvalite depolymerizovaných produktov, čo ovplyvňuje rozsah následného spracovania, potrebného pre vytvorenie využiteľného recyklátu, čo si vyžaduje ďalšie energetické vstupy.“ (Rollinson and Oladejo 2020)

Hoci je citovaná štúdia zameraná na „chemickú recykláciu“ plastov a depolymerizácia pneumatík je jej osobitným prípadom, pomerne dobre vystihuje aj viaceré nedostatky hodnotenia obsiahnuté v dokumentácii posudzovania vplyvov projektu v Handlovej. Napríklad v nej chýba dôsledná energetická bilancia úpravy resp. čistenia oleja.

Aj tak nevychádza depolymerizácia v Handlovej ako energeticky sebestačná, pretože bude potrebovať trvalé dodávky elektrickej energie, ktorú nevyrobí. „Prevádzka navrhovanej činnosti si vyžiada odber elektrickej energie pre prevádzku strojného zariadenia. Celková spotreba elektrickej energie pri plnej prevádzke technologickej linky je predbežne stanovená na 86 kWe a spotreba linky na drvenie a prípravu vstupného materiálu na 379,7 kWe.“ (INECO 2015).

Vyššie citovaná štúdia zameraná na chemickú recykláciu k predmetnej téme dopĺňa: „Čo je ešte horšie, niektorí ľudia sa mylne domnievajú, že zariadenie na pyrolýzu plastov by mohlo byť energeticky sebestačné a súčasne produkovať surovinu pre nové plasty. To ľahko vyvráti logická úvaha: 1. Ak by sa všetky výstupy pyrolýzneho zariadenia spaľovali, aby sa postup čo najviac priblížil energetickej sebestačnosti, neprispievalo by to k obehovému hospodárstvu, pretože by sa nenahradili relevantné produkty z primárnych surovín. 2. Ak by sa maximalizovala materiálová recyklácia a pyrolýzny olej a/alebo plyn sa použili na výrobu nových plastových produktov, v odpadových produktoch by zostávalo menej energie pre zahrievanie pyrolýzneho reaktora, takže by musel využívať externý zdroj energie, ktorý by proces poháňal.“ (Rollinson and Oladejo 2020).

Energetické požiadavky procesu po depolymerizácii a bilanciu uhlíka priblížili nedávno dve štúdie, ilustrujúce náročnosť ďalšieho spracovania po „primárnej“ depolymerizácii. Za použitia komponentov, ktoré sú v priemysle štandardom, by sa pri zlepšovaní kvality oleja stratilo viac ako 53% uhlíka prítomného vo vstupnom materiáli a pri zlepšovaní kvality plynu 48% (Mamani Soliz, Seidl et al. 2020, Seidl., Lee et al. 2020). Aj keď sa toto hodnotenie vzťahuje hlavne na procesy pracujúce so širšou škálou plastov, boli v ňom zahrnuté aj odpady z pneumatík. Štúdia Rollinson a Oladejo dodáva: „A to sme ešte nevzali do úvahy, že keď sa produkty depolymerizácie spaľujú (ako v prípade premeny na palivo), uvoľňuje sa ekvivalentné množstvo CO₂, ako keby sa plast spaľoval priamo. To znamená, že uhlík pochádzajúci z fosílnych palív proste len strávil krátku časť svojej existencie vo forme plastového výrobku.“ (Rollinson and Oladejo 2020)

Významným faktorom vplyvu predmetnej termálnej depolymerizácie na klímu je podiel materiálového a energetického zhodnocovania resp. energetického využívania výstupných produktov. Žiaľ, z dokumentov posudzovania vplyvov tohto zámeru vôbec nie je zrejмый ani približný podiel výstupov, ktoré budú zhodnoteného materiálovo a ktoré energeticky, ani ich množstvá. Bez týchto informácií nie je možné presnejšie vyhodnotiť vplyv predmetnej činnosti na klímu. O tom, že samotný navrhovateľ nemá konkrétny, realistický plán ako zabezpečiť prednostne materiálové zhodnotenie produktov oleja a uhlíka a ich uplatnenie na trhu svedčia jednak všeobecné zjednodušené teoretické deklarácie o tom, v akých technologických proces je možné využiť predmetné výstupy materiálovo a energeticky, ako aj mnohé protirečivé tvrdenia uvádzajúce spaľovanie, energetické zhodnocovanie predmetných výstupov.

Vzhľadom na množstvo informácií potrebných pre posúdenie vplyvu navrhovanej činnosti na klímu, ktoré chýbajú v dokumentácii navrhovateľa o posudzovaní vplyvov, uvádzame vyššie všeobecné informácie o energetických a klimatických aspektoch predmetnej technológie. Tieto doplníme modelovými prepočtami emisií CO₂ ekv. pre niektoré procesy navrhovanej termálnej depolymerizácie, u ktorých boli k dispozícii základné informácie. Tieto prepočty nám pre absenciu komplexných informácií zo strany navrhovateľa nedávajú celý obraz o vplyve plánovanej prevádzky na klímu, poskytujú však aspoň prvé čiastkové informácie. Okrem absencie dostatočných informácií zo strany navrhovateľa, napríklad o úprave a čistení výstupných produktov, chýbajú aj informácie o pomere spotreby jednotlivých plynov zariadením. Výhrevnosť zemného plynu je vyššia ako štiepneho, takže by sa ho v zásade spotrebovalo menej, a následne aj rozdiel CO₂ ekv. by bol iný. Preto je potrebné chápať tieto prepočty len ako modelové s cieľom prvého neúplného priblíženia predstavy o vplyve zariadenia na klímu.

V kapitole o technickom popise zariadenia v Správe o hodnotení uvádza navrhovateľ ako palivo horáku zemný plyn, propán, štiepny plyn a spotreba plynu sa uvádza v hodnote 1270 ton/rok. Navrhovateľ v Správe o hodnotení uvádza, že so zemným plynom technológia počítá primárne pri spúšťaní a taktiež, že spaľovanie štiepneho plynu nebude realizované po celý čas prevádzky, aj keď má byť dominantné.

- Emisie skleníkových plynov v prípade spaľovania výlučne štiepneho plynu:
 - Spálenie 1270 t štiepneho plynu by vyprodukovalo 2 882,36 ton CO₂ ekv. (IPCC 2014, Bradbury 2015, IPCC 1996, Marčík 2021)
- Emisie skleníkových plynov v prípade spaľovania výlučne fosílného zemného plynu:
 - Spálenie 1270 t zemného plynu by vyprodukovalo 3 429,76 ton CO₂ ekv. (IPCC 2014, Bradbury 2015, IPCC 1996, Marčík 2021)
- Z dôvodu, že navrhovateľ ani nenačrtol podiel materiálového a energetického zhodnocovania výstupného oleja, resp. plán či analýzu v tejto veci, uvádzame prepočet emisií v rámci rôznych podielov. Emisie skleníkových plynov zo spaľovania výstupného oleja:
 - spálenie 1 % výstupného oleja vygeneruje 214,7 ton CO₂
 - spálenie 8-12 % výstupného oleja vygeneruje 1 718 – 2 576 ton CO₂
 - spálenie 50 % výstupného oleja vygeneruje 10 735 ton CO₂
 - spálenie 100 % výstupného oleja vygeneruje 21 470 ton CO₂. (IPCC 2014, Bradbury 2015, IPCC 1996, Marčík 2021)

Pre korektné stanovenie vplyvu navrhovanej termálnej depolymerizácie na klímu by boli potrebné doplnenia a upresnenia zo strany navrhovateľa. Ďalšie emisie skleníkových plynov by napríklad bolo potrebné zohľadniť z ostatných procesov, z úpravy a čistenia výstupných produktov. V prípade, že by bol navrhovateľ nutený dovážať väčšinu druhej suroviny z iných krajín, čo indikujú doposiaľ predložené informácie, je potrebné zahrnúť do uhlíkovej stopy aj prepočty v tejto veci.

Príklady problémov chemickej recyklácie vo svete a na Slovensku

Cieľom tejto časti nie je vyčerpávajúce zmapovanie skúseností s prevádzkami chemickej recyklácie a podobných technológií v okolitých krajinách a na Slovensku, ale identifikácia problémov v praxi pre realističnejšie, dôslednejšie posudzovanie výziev, potenciálnych rizík a vplyvov spojených s nimi spojených, vrátane termálnej depolymerizácie.

Slovensko

Podobne ako v Českej republike, aj mnoho zámerov chemickej recyklácie a podobných technológií skončilo v SR skôr ako začalo, ešte v etape oznámenia dotknutým obciam a obyvateľom, alebo počas posudzovania vplyvov na životné prostredie resp. územného a stavebného konania. Niektoré sa často aj za pomoci dotácií zo zdrojov štátu resp. európskych štrukturálnych a investičných fondov vybudovali, začali s prevádzkou a zápasia s rôznymi problémami a výzvami.

Charakteristickým príkladom zámerov s podobnými technológiami je kauza zámeru výstavby a prevádzky predimenzovaného (projektovaná kapacita 240 000 t/r, neskôr navrhovateľ deklaroval do 90 000 t/r) zariadenia na vysokoteplotné splyňovanie komunálneho odpadu plazmovou technológiou pri Liptovskom Hrádku (Žadovica k.ú. Podtureň) spoločnosťou Ekoplazma. Mala byť umiestnená len 400 m od najbližšieho osídlenia v Liptovskom Hrádku a 1 km od NAPANTu. Tá začala vyvíjať aktivity pre realizáciu v rokoch 2011 – 2017 a to napriek tomu, že v oblasti odpadového hospodárstva nemala žiadne profesné skúsenosti ani expertízu. Dovtedy sa venovala projektom nákupných centier a mala základné imanie 5 000 eur. Dokumentácia posudzovania vplyvov obsahovala rad chýb a prezentácia zástupcov navrhovateľa bola opakovane odborné nekvalitná. Mnohí miestni občania v období od decembra 2014 do roku približne 2017 vyvíjali aktivity proti tomuto zámeru. Počas roku 2015 aj na základe chýb v dokumentácii a vystupovaní navrhovateľa a tlaku miestnych občanov nadobudla právoplatnosť zmena územného plánu ktorou bol projekt zastavený. (.týždeň 2015)

Dron Industries – termická depolymerizácia odpadových pneumatík

Aktuálna kapacita: 15 000 ton/rok.

Na Slovensku sa zhodnocovaniu odpadových pneumatík termickým štiepením – termickou depolymerizáciou venuje spoločnosť Dron Industries v Dunajskej strede. Recyklačný fond poskytol spol. Dron Industries viacero dotácií, prvú v roku 2012 keď ešte pôsobila spoločnosť pod názvom Dron – Sklady vo výške 2,75 milióna eur a druhú v roku 2015 vo výške 575 000 eur. (Odpadyportal 2015) V priebehu aplikácie novej linky sa vyskytli technické problémy ústiace do pozastavenia výrobného procesu za účelom odstránenia nedostatkov. (Dron Industries 2019)

Obyvatelia v okolitej zástavbe sa dlhodobo sťažujú na prenikavý zápach a čierny prach pochádzajúci podľa nich z prevádzky Dron Industries. Slovenská inšpekcia životného prostredia v nej vykonávala pravidelné aj mimoriadne kontroly v súvislosti so sťažnosťami občanov.

Dňa 30. septembra 2015 došlo k požiaru skladu. Podľa vyjadrení príslušníkov hasičského zboru horela zmes koksu a pneumatík v objeme 250 metrov kubických. Požiar vznikol samovznietením v jednom zo štyroch skladových priestorov v areáli firmy. (TASR 2015)

V roku 2016 Dron Industries rozširoval prevádzku a požiadal o kolaudáciu ďalších reaktorov. Povolenie dostali na skúšobnú prevádzku. V roku 2017 nespĺnil podmienku na kvalitu paliva ani emisné limity. Občania z najbližšej mestskej časti Mliečany spustili v tom istom roku petičnú akciu proti prevádzke tomuto závodu na termickú depolymerizáciu pneumatík. Vzhľadom na dlhodobé sťažnosti miestnych

občanov na zápach, poprašok na strechách a zdravotné problémy objednal v roku 2019 Okresný úrad Dunajská streda meranie kvality ovzdušia Kontrolným chemickým laboratóriom CO Nitra. Predmetné merania preukázali prítomnosť toluénu, xylénu, limit pre koncentráciu fenolu bol prekročený 50 násobne a laboratórium CO potvrdilo opodstatnenosť obáv o zdravotný stav. Občania podali trestné oznámenie na neznámeho páchatela. (Dobrovicsová 2019)

Proti prevádzke tohto závodu na termickú depolymerizáciu odpadových pneumatík sa uskutočnilo aj viacero protestných akcií. V auguste 2019 sa zúčastnilo protestné pochodu približne 300 miestnych obyvateľov, poukazujúc na výsledky spomínaného merania kvality ovzdušia, osobné skúsenosti so zápachom a žiadali kompetentné orgány o riešenia. (Paraméter 2019)

Spoločnosť Dron Industries oponuje sťažnostiam miestnych obyvateľov poukazujúc na disponovanie potrebnými rozhodnutiami a stanoviskami príslušných orgánov.

V novembri 2019 predložil Okresný úrad Dunajská streda súhlas na prevádzkovanie tohto zariadenia na termickú depolymerizáciu na ďalších 5 rokov. (Dron Industries 2021) Dňa 3. 9. 2020 došlo k požiaru pyrolýzneho oleja v spol. Dron Industries. (DPOSR 2020)

Milenium trading: Zariadenie na katalytickú pyrolýzu odpadových plastov v Lučenci

Spoločnosť Milenium Trading vybudovala v Lučenci zariadenie na zhodnocovanie plastového odpadu katalytickou pyrolýzou s olejom ako výstupným produktom. Pre tento zámer získala podporu z prostriedkov európskych štrukturálnych a investičných fondov v hodnote 13,9 mil. eur v roku 2009, čo bola naprieč všetkými operačnými programami najvyššia podpora poskytnutá súkromnej firme v období 2007 až 2013. Spoločnosť Milenium trading sa stala známou v kauze emisných povoleniek na ktorom prišlo Slovensko o značné prostriedky. Práve z tohto nekalého emisného obchodu získala ďalších 6 mil. eur na vybudovanie zariadenia na katalytickú pyrolýzu odpadových plastov v Lučenci od schránkovej firmy na Belize. Tej predtým poslala takmer 25 miliónov eur spoločnosť Interblue Group ktorá bola hlavným aktérom emisnej kauzy, v ktorej jej štát nevýhodne predal nadbytočné emisné povolenky a Slovensko na tom prerobilo v roku 2008 minimálne 47 miliónov eur. Neskôr sa spoločnosť premenovala na Plastic Waste Recycling. Po celý čas nedosahovala výkony ku ktorým sa zaviazala v rámci finančnej podpory zo strany štátu v rámci európskych fondov pre životné prostredie, roky jej to však prechádzalo a termín na plnenie sa posúval. Začiatkom roka 2017 spoločnosť bankrotovala, v pondelok 27. februára 2017 vyšlo v Obchodnom vestníku rozhodnutie, ktorým súd firme povolil reštrukturalizáciu. (Kováč 2017) Z predmetnej mnoho miliónovej štátnej finančnej podpory dokázala v rokoch predtým produkovať tržby len okolo 126 tis. eur – 367 tis. eur a vykazovať každoročne stratu okolo 2 mil. eur.

Dňa **17. mája 2016 vznikol** v prevádzke na katalytickú pyrolýzu plastového odpadu v Lučenci **rozsiahly požiar vnútri haly** s odpadovými plastami s výškou škody 1 200 000 €. Podľa vyjadrení v tlači začal v tomto zariadení horieť jeden z lisov a následne **hala. Požiar zasahoval aj uskladnené plasty začal sa rozširovať aj na strešnú konštrukciu**. V tesnej blízkosti horiacej haly boli uskladnené výstupné oleje, ktoré začali byť tiež ohrozené požiarom. K ešte väčšiemu požiaru nedošlo vďaka rýchlemu zásahu požiarneho zboru. (Hutková 2016, Ministerstvo vnútra SR 2016, Rimava.sk 2016)



Požiar v zariadení na katalytickú pyrolýzu odpadových plastov v máji 2016 v Lučenci so škodami v hodnote 1 200 000 €. foto: noviny.sk, 2016

V septembri 2017 došlo v tejto prevádzke znovu k požiaru. Horelo technologické zariadenie spracovávajúce odpadové plasty, od ktorého sa požiar rozšíril na ďalšie plasty pripravené na lisovanie a následne strecha budovy. Príčina vzniku požiaru bola podľa požiarnikov stanovená v rámci technologického zariadenia. (Rimava.sk 2017)

Česká republika

V Českej republike sme za posledných 10 rokov zaznamenali pokusy vybudovať zariadenia na pyrolýzu, resp. depolymerizáciu plastových odpadov, pneumatík a komunálnych odpadov celkovo v 27 lokalitách. Väčšina týchto zámerov skončila už vo fáze ich oznámenia obciam a obyvateľom, alebo na začiatku procesu posudzovania vplyvov na životné prostredie. Väčšinou totiž neboli ich navrhovatelia schopní doložiť dôveryhodné informácie o vplyvoch takýchto zariadení na životné prostredie. V Českej republike stoja len také prevádzky predmetných technológií, ktoré slúžia ako skúšobné, alebo pilotné výskumné projekty, s malou kapacitou. Konkrétne ide o nasledujúce výskumné a skúšobné zariadenia: niekoľko jednotiek postavených v Technickej univerzite v Ostrave, zariadenie plazmového splyňovania vo vedecko výskumnom parku v Dubé, technológia ERVO v Komořanoch pri Moste a dve skúšobné linky pre termolýzu separovaných spáliteľných odpadov štandardizovaných do podoby TAP a tuhých biopalív v Poděbradoch. Zoznam v Prílohe 1 vymenováva všetky lokality, kde sme zaznamenali pokus o výstavbu zariadení na depolymerizáciu resp. pyrolýzu odpadov. Z ôsmich zámerov na pyrolýzu či depolymerizáciu odpadových pneumatík v Českej republike nepostúpil do fázy realizácie ani jeden, s výnimkou výskumných či pilotných zariadení v Technickej univerzite v Ostrave a technológii ERVO v Komořanoch pri Moste.

Ďalšie krajiny

Vzhľadom k tomu, že máloktorý zámer depolymerizácie či pyrolýzy sa dostal do plnej komerčnej prevádzky, tieto zariadenia nie sú na zozname havárií. Nasledujúce príklady však opisujú, k čomu môže v procese využívajúcom pyrolýzu (alebo podobné technológie, napríklad splyňovanie) v extrémnych prípadoch dôjsť.

Pyrolýzno-splyňovacie zariadenie komunálnych odpadov spoločnosti Scotgen v meste Dumfries, Škótsko

V júli 2013 bolo vážne poškodené požiarom pilotné zariadenie pre pyrolýzno – splyňovacie zhodnocovanie komunálneho odpadu spoločnosti Scotgen v meste Dumfries v Škótsku, po štyroch rokoch prevádzky. Tridsať požiarnikov hasilo rozsiahly požiar, ktorý zariadenie takmer kompletne zničil, dva a pol dňa. Majiteľ musel zabezpečiť náhradné odstránenie navezeného odpadu.

Neskôr úrady životného prostredia tomuto pyrolýzno – splyňovaciemu zariadeniu pre zhodnocovanie odpadov odobrali povolenie na prevádzku. V rozhodnutí uviedli ako dôvody okrem iného aj pretrvávajúce nedodržovanie požiadaviek povolenia, či nedosahovanie potrebnej efektívnosti zhodnocovania energie. Zariadenie malo viacero problémov už počas prevádzky. Dodávka energie nezačala ani po dvoch rokoch prevádzky a musela byť vymenená časť technológie. Dochádzalo tiež k mnohým krátkodobým prekročením emisných limitov. V tej istej spaľovni už došlo k explózii aj predtým, 6. augusta 2012. Len počas prvého prevádzkového obdobia spaľovne (december 2009 – apríl 2011) Agentúra ochrany prostredia Škótska evidovala 45 sťažností na hluk, mnohé prekročenia emisných limitov vrátane 2 prekročení emisných limitov pre vysokotoxické karcinogéne dioxíny. Po obnovení prevádzky v roku 2013 došlo k ďalším 19 sťažnostiam na hluk, 6 prekročeniam emisných limitov pre dioxíny, 2 prekročeniam denného limitu pre HCl a 2 prekročeniam limitov pre ťažké kovy. (Zero Waste Europe 2015)

Pyrolýzne zariadenie, Hamm, Nemecko

Prevádzkovateľ uhoľnej elektrárne v Hamm – Uentroppe v Nemecku si v auguste 1998 najal spoločnosti VEW Energie z Dortmundu a Mannesmann Demag Energie und Umwelttechnik na vybudovanie pyrolýzneho závodu ako súčasť elektrárne. Od začiatku leta 2000 až do jej havárie na konci roka 2009 pyrolýzou spracoval 100 000 ton vysoko kalorických zvyškov. Výsledné produkty, plyn a koks, boli použité v elektrárni na výrobu elektriny a nahradili 10% uhlia. V praktickej prevádzke sa však objavilo mnoho technických problémov, ktoré vyvrcholili veľkým incidentom koncom roka 2009, ktorého hlavnou príčinou bola korózia materiálu. Zrútil sa 60 m vysoký oceľový komín a zničená bola aj strecha zariadenia na pyrolýzu odpadu. Podľa prevádzkovateľa elektrárne nebola po incidente už možná žiadna komerčná prevádzka. (Gleis 2012)



Fotografia z incidentu v Hamme. (TZ 2009)

Havária v zariadení na pyrolýzu pneumatík, Chennai, India

Uhľovodíky vyňaté z pyrolýznej reakcie sú vysoko horľavé a pri dostatočnom teple a prístupe kyslíka môže dôjsť k výbuchu. K havárii pyrolýzneho zariadenia došlo aj v indickej chemickej spoločnosti v Chennai, počas ktorej bol kotol odhodnený do vzdialenosti 30 metrov. Počas havárie zomrel jeden človek a ďalší dvaja sa zranili. (IPEC: Disasters at pyrolysis plants)

Nepravdivé, nedostatočne podložené a protirečiacie si tvrdenia navrhovateľa

Na str. 8 Správy o hodnotení navrhovateľ uvádza tvrdenie cit. „celkovým výstupom technológie sú médiá (olej a uhlík) určené k ďalšiemu materiálovému využitiu“ ktoré ďalej dopĺňa „Hlavným účelom technológie termálnej depolymerizácie je transformácia ... na zaujímavejšie a lepšie obchodovateľné komodity. Inak by sa tieto organické materiály neekologicky spálili v elektrárňach, teplárňach alebo cementárňach, či v iných zariadeniach na spaľovanie tuhých palív“.

V ďalších častiach dokumentácie však často deklaruje spálenie, energetické zhodnotenie týchto výstupov, čo protirečí jeho predmetnému tvrdeniu o tom, že výhodou predmetnej termálnej depolymerizácie bude vyhnutie sa „neekologickému spáleniu“ v rôznych zariadeniach. V tom istom odseku uvádza cit. „Technológia na termálnu depolymerizáciu teda umožňuje transformáciu na ... komodity, ktoré sa dajú využiť, napr. pri výrobe pohonných hmôt, aktívneho uhlia, ako lacnejšie palivo pre domácnosti a podobne“, teda priamo uvádza spaľovanie ako spôsob zhodnotenia.

Taktiež na strane 13 kapitoly „A.II.8.4 Produkty Olej“ navrhovateľ uvádza cit. „Tento olej sa môže použiť ako kvapalné palivo do priemyselných pecí a elektrární ... Okrem využitia oleja ako paliva, je možné tento produkt rozdestilovať na rôzne frakcie, ktoré majú svoje špecifické využitie. Po rozdestilovaní oleja je možné získať cca 75 % ľahkej frakcie a 25 hm. % ťažkej frakcie. Ľahká frakcia (tzv. naftová frakcia) je v oleji zastúpená 75 %, a má podobné vlastnosti ako motorová nafta, je teda využiteľná ako prísada do motorovej nafty.“

Aj na strane 55 Správy o hodnotení sa uvádza navrhovateľ cit. „V prípade technológie termického rozkladu bude v danom prípade realizované kombinované materiálové a čiastočne energetické využitie ... energeticky bude u odberateľov využitý aj vyprodukovaný olej“.

Navrhovateľ síce ďalej deklaruje, že cit. „Realizovaný postup v Handlovej si prioritne kladie za cieľ materiálové zhodnotenie...“ avšak vyššie uvedené deklarácie navrhovateľa poukazujú na predpoklad energetického zhodnocovania veľkej časti výstupov.

V tabuľke č. 5 Správy o hodnotení „Materiálová bilancia zariadenia“ je chybné vynechaný údaj o množstve ocelového kordu.

Odborne nekorektné a nepravdivé tvrdenia navrhovateľa:

Str. 117 Správy o hodnotení „Materiálové zhodnocovanie opotrebovaných pneumatík na výsledné produkty – pyrolýzny olej, pyrolýzny uhlík, pyrolýzny plyn a vyseparovaný ocelový drôt“ – produkcia pyrolýzneho plynu nie je materiálovým zhodnocovaním.

Str. 165 Správy o hodnotení: „Nerealizácia navrhovanej činnosti bude mať za následok možné skládkovanie významného množstva opotrebovaných pneumatík“ – to nie je pravda, skládkovanie odpadových pneumatík je legislatívne zakázané a bolo zakázané aj v čase písania predmetnej Správy. Nerealizácia

navrhovanej činnosti nemohla a nemôže mať za následok skládkovanie „významného“ množstva opotrebovaných pneumatík už len zo zákonných dôvodov.

Nepodložené tvrdenie navrhovateľa:

Taktiež, navrhovateľ v Správe o hodnotení uvádza v prospech navrhovanej činnosti všeobecné tvrdenia o separovanom zbere recyklácii bez reálneho naviazania na navrhovanú technológiu termálnej depolymerizácie, jej procesy a výstupy, ktoré sú nepodložené a vyznievajú manipulatívne. Napríklad v kapitole „Správa o hodnotení Vplyvy na klimatické pomery“ navrhovateľ uvádza cit. „V širšom kontexte navrhovanej činnosti je potrebné spomenúť, že separovaný zber odpadov a ich následná recyklácia (materiálové zhodnotenie) významným spôsobom šetrí prírodné zdroje týchto surovín a taktiež predstavuje úsporu energie v porovnaní s ich získavaním z prírodných zdrojov.“ V skutočnosti navrhovateľ nikde nekonkretizuje podiel výstupných produktov, ktoré majú byť materiálovo zhodnotené, naopak na mnohých miestach viac spomína ich energetické zhodnotenie a z hľadiska nedostatočného riešenia napríklad čistenia a úpravy oleja možno predpokladať väčší podiel spaľovania, energetického zhodnocovania. Citované tvrdenie navrhovateľa nie je naviazané na jeho projekt, ani nie je doložené potrebnými informáciami v dokumentácii o posudzovaní vplyvov na životné prostredie.

Záver

Dokumentácia navrhovateľa je skúpa na informácie o zložení výstupných produktov z hľadiska toxických látok. Z predložených informácií však vyplýva, že pri pyrolýznom rozklade pneumatík budú vznikať napríklad aj polyaromatické uhľovodíky. Analýzy výstupných produktov pri spracovaní drte z pneumatík v prípade tejto a podobných technológií preukázali **v nezanedbateľných koncentráciách prítomnosť látok, ktoré sú prekurzormi vysokotoxických dioxínov (fenoly)**. Podľa dokumentácie navrhovateľa bude vo výstupnom oleji prítomný aj chlór v množstve 10 – 18 ppm čím **budú splnené predpoklady pre vznik dioxínov**, aj keď sa v technológii bude obmedzovať prístup kyslíka. Napriek tomu navrhovateľ neuvádza žiadne informácie o ich prítomnosti v oleji a ďalších výstupných produktoch.

Analýzy produktov pyrolýzneho spracovania odpadov na prítomnosť dioxínov poukazujú na riziko vstupu kovov (ktoré fungujú ako katalyzátory pre vznik dioxínov) do procesu. **Na výstupe pyrolýzy spracovávajúcej odpad z automobilov a chladničiek sa nameralo mnohonásobne viac dioxínov** (oproti meraniam spracovania odpadových pneumatík zbavených kovovej výstuže) **v pyrolýznom oleji (2,1 ng TEQ/g) aj uhlíkovom zvyšku (0,74 ng TEQ/g)** a to aj za obmedzeného prístupu kyslíka. **Dôležitým faktorom bola prítomnosť kovov ako katalyzátora.**

Riziká vzniku a pôsobenia toxických látok sú spojené aj s prísadami v pneumatikách, napríklad spomaľovačmi horenia. Prítomnosť organických zlúčenín brómu v tepelne spracovávanom odpade vedie k vzniku brómovanej obdoby chlórovaných dioxínov (PCDD/F), čiže brómovaným dioxínom (PBDD/F), ktoré majú podobnú toxicitu ako chlórované dioxíny. **Vznik brómovaných dioxínov počas pyrolýzy odpadu, ktorý obsahoval jednu zo skupín brómovaných spomaľovačov horenia** (polybrómované difenylétery, PBDE) **bol preukázaný** odbornou štúdiou. **Ďalšou štúdiou boli identifikované brómované dioxíny aj v produktoch pyrolýzy odpadov z autovrakoviska.** Nie je podložené domnievať sa, že by pyrolýzou pneumatík obsahujúcich brómované spomaľovače horenia nevznikali brómované dioxíny a nemuseli sa merať vo výstupoch z nej. Zámer monitoringu a riešenia týchto toxických látok však v dokumentácii navrhovateľa chýba.

Vo vulkanizačnom procese sa používajú aj prísady ktorých prítomnosť v zhodnocovanom odpade **môže viesť k vzniku dioxínom podobných zlúčenín síry. Z hľadiska vplyvov na ľudské zdravie a živé organizmy sa niektoré z nich (PCDTs) správajú podobne ako dioxíny a patria medzi endokrinné disruptory.**

Posudzovaná dokumentácia navrhovateľa z roku 2015 uvádza už z časti zastarané dáta a nereflektuje nové emisné požiadavky. V roku 2019 bol schválený nový dokument o najlepších dostupných technológiách pre spaľovanie odpadov. Sprísňuje napríklad požiadavky pre monitoring dioxínov, ortuti, brómovaných dioxínov.

Projekt navrhovateľa je z hľadiska potreby environmentálne šetrnej recyklácie odpadových pneumatík v SR zbytočný a kontraproduktívny a bude odkázaný buď na dovoz väčšiny odpadových pneumatík z iných krajín, alebo na ekonomický neúspech. Dovoz väčšiny odpadových pneumatík z iných krajín by okrem spoločenského problému **predstavoval aj zvýšenú produkciu skleníkových plynov a záťaž životného prostredia z dopravy.** Navrhovateľ nepravdivo tvrdí, plánovanú kapacitu zariadenia takmer v plnej miere naplní z okresov SR. Úplne **ignoruje reálnu situáciu na trhu, keď jestvujúce prevádzkované zariadenia v SR už dnes materiálovo zhodnocujú takmer 90% odpadových pneumatík** (87,4 % v roku 2019, 89,8% v roku 2018) a ktoré **aktuálne postačujú pre celú produkciu odpadových pneumatík v SR.** Z hľadiska obsadenosti trhu v oblasti odpadových pneumatík možno konštatovať, že v roku 2019 sa vyzbieralo v SR a materiálovo a energeticky zhodnotilo 92,9 % odpadových pneumatík. Ostávalo len 2 057 ton, pričom v niektorých uplynulých rokoch bol zostatok nevyzbieraných a nezhodnotených pneumatík v SR ešte nižší, len niekoľko stoviek ton. Z hľadiska kapacity a praxe v SR prevažuje environmentálne a klimaticky priaznivejšia mechanická recyklácia.

Mechanická recyklácia je environmentálne šetrnejšia než chemická recyklácia, vrátane **termálnej depolymerizácie.** Mechanická recyklácia má oproti chemickej recyklácii **nižšiu energetickú náročnosť, menšiu uhlíkovú stopu a produkuje menej toxických vedľajších produktov.** Spaľovanie produktov chemickej recyklácie vedie v ekvivalentným emisiám CO₂ ako pri spaľovaní plastového odpadu, resp. pneumatík. Životný cyklus ich výroby, spracovania prostredníctvom vysokých teplôt, chemických reakcií a spaľovania výstupných produktov vedie k veľkej uhlíkovej stope chemickej recyklácie.

Pre absenciu komplexných informácií zo strany navrhovateľa nevieme komplexne a presne posúdiť vplyv plánovanej termálnej depolymerizácie na klímu. Na základe informácií predložených navrhovateľom sme spravili pre prvé čiastkové a orientačné priblíženie spravili modelové prepočty emisií CO₂ ekv. z niektorých procesov u ktorých boli dostupné informácie.

- Emisie skleníkových plynov v prípade spaľovania výlučne štiepneho plynu:
 - Spálenie 1270 t štiepneho plynu by vyprodukovalo 2 882, 36 ton CO₂ ekv.
- Emisie skleníkových plynov v prípade spaľovania výlučne fosílného zemného plynu:
 - Spálenie 1270 t zemného plynu by vyprodukovalo 3 429,76 ton CO₂ ekv.
- Z dôvodu, že navrhovateľ ani nenačrtoval podiel materiálového a energetického zhodnocovania výstupného oleja, resp. plán či analýzu v tejto veci, uvádzame prepočet emisií v rámci rôznych podielov. Emisie skleníkových plynov zo spaľovania výstupného oleja:
 - spálenie 1 % výstupného oleja vygeneruje 214,7 ton CO₂
 - spálenie 8–12 % výstupného oleja vygeneruje 1 718 – 2 576 ton CO₂
 - spálenie 50 % výstupného oleja vygeneruje 10 735 ton CO₂
 - spálenie 100 % výstupného oleja vygeneruje 21 470 ton CO₂.

Pre korektné stanovenie vplyvu navrhovanej termálnej depolymerizácie na klímu by boli potrebné doplnenia a upresnenia zo strany navrhovateľa. Ďalšie emisie skleníkových plynov by bolo potrebné zohľadniť z ostatných procesov, z úpravy a čistenia výstupných produktov atď.

Väčšina zámerov chemickej recyklácie v SR a Českej republike sa skončila skôr ako začala, ešte v etape oznámenia dotknutým obciam a obyvateľom, alebo počas posudzovania vplyvov na životné prostredie resp. územného a stavebného konania. Tie ktoré sa uviedli do prevádzky často zápasia s ekonomickými

ťažkosťami, problémami s kvalitou a odbytom výstupných produktov a nezriedka aj haváriami ako aj sťažnosťami okolitých obyvateľov na zaťažovanie ich prostredia zápachom, čiernym prachom a emisiami.

V dokumentácii posudzovania vplyvov **navrhovateľ uviedol rad nepravdivých, nedostatočne podložených a protirečiacich si tvrdení**. Tvrdí napríklad, že v prípade nerealizácie jeho zámeru bude mať za následok *možné skládkovanie významného množstva opotrebovaných pneumatík* – čo nie je pravda, keďže skládkovanie odpadových pneumatík je legislatívne zakázané a bolo zakázané aj v čase písania predmetnej dokumentácie.

Navrhovateľ na jednej strane deklaruje ako hlavný účel realizácie tejto termálnej depolymerizácie odpadových pneumatík produkciu *výstupov pre materiálové využitie* inak by sa cit. „*tieto organické materiály neekologicky spálili v elektrárňach, teplárňach alebo cementárňach, či v iných zariadeniach na spaľovanie tuhých palív*“. V tom istom však odstavci si však protirečí cit. „*Technológia na termálnu depolymerizáciu teda umožňuje transformáciu na ... komodity, ktoré sa dajú využiť, napr. pri výrobe pohonných hmôt, aktívneho uhlia, ako lacnejšie palivo pre domácnosti a podobne*“. Aj v ďalších častiach dokumentácie často deklaruje spálenie, energetické zhodnotenie týchto výstupov. Napríklad v kapitole o výstupnom oleji uvádza cit. „*Tento olej sa môže použiť ako kvapalné palivo do priemyselných pecí a elektrární*“.

RNDr. Jindřich Petrlík

riaditeľ programu
Toxické látky a odpady, o. z. Arnika,

odborný poradca siete International
Pollutants Elimination Network
(IPEN) pre dioxíny a odpady

Ing. Ladislav Hegyi

environmentalista,

odborný poradca poslanca
Európskeho parlamentu M. Hojsíka
pre životné prostredie

Občianske združenie Priatelia Zeme–CEPA ďakuje za finančnú podporu od Európskej únie, European Climate Initiative – EUKI a European Climate Foundation. Za obsah tohto dokumentu zodpovedajú Priatelia Zeme–CEPA. V žiadnom prípade nereprezentujú oficiálne stanovisko donorov.

Supported by:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety



European
Climate Initiative
EUKI

based on a decision of the German Bundestag



European
Climate
Foundation

Príloha 1:

Zoznam lokalít v Českej republike, kde boli zaznamenané pokusy postaviť technológie depolymerizácie, pyrolýzy, alebo splyňovania plastových odpadov či pneumatík

1. Bohostice (2015) – <https://arnika.org/planovane-zplynovani-odpadu-bohostice#o-kauze>
2. Černošín (2012) – zariadenie, ktoré plánovala vystavať firma Solena, skončilo po protestoch miestnych ľudí
3. Česká Kamenice (2013) – vákuová pyrolýza komunálneho odpadu – len zámer
4. Český Krumlov
5. Dolní Podluží (2012) – vákuová pyrolýza komunálneho odpadu – len zámer
6. Dubá – vedeckovýskumný park, zariadenie plazmového splyňovania
7. Hodonín (2013) – len zámer <http://www.denik.cz/jihomoravsky-kraj/lidi-na-panove-strasi-spalovna-nikdo-z-nich-s-jeji-stavbou-nesouhlas-20130515-u.html>
8. Hrbovice – splyňovanie pneumatík s kapacitou 20 000 ton ročne, Rosetina Green Energy Group; zámer skončil po procese EIA v roku 2015
<https://arnika.org/planovane-zplynovani-pneumatik-hrbovice>
9. Jindřichov – depolymerizácia <http://zpravodajstvi.sumpersko.net/V-jindrichove-proti-sobe-ostre-stoji-koalice-a-opozice-8746/clanek/Zpravodajstvi>
10. Klášterec nad Ohří (2012) – len zámer
11. Komořany u Mostu – zariadenia firmy LOGEco, nazýva sa tiež ERVO, je v prevádzke ako pilotné zariadenie. Skúšobne spracovávalo aj drvinu z odpadových pneumatík.
12. Litvínov (Unipetrol – PYREKOL) – pyrolýza plastového odpadu https://www.idnes.cz/usti/zpravy/unipetrol-zaluzi-litvinov-chemicka-odpadni-plasty-recyklace.A200311_538548_usti-zpravy_pakr
13. Loděnice u Berouna (2013) – depolymerizácia – zámer skončil vo fáze procesu EIA
14. Mrsklesy (Olomoucko), (2019) – zámer firmy Flenexa Plus – https://www.idnes.cz/olomouc/zpravy/mrsklesy-pneumatiky-gumy-spalovna-praslavice-flenexa-plus-olej-technicky-uhlik-zpracovani-pneumatik.A190717_489660_olomouc-zpravy_mip?recommendationId=00000000020-0000-0000-000000000000
15. Němčice nad Hanou (2014) – pyrolýza pneumatík a ďalších plastov – zámer skončil vo fáze procesu EIA, proti sa postavili miestni občania aj predstavitelia obce
16. Planá u Mariánských Lázní – je vo fáze spracovania dokumentácie EIA
<https://arnika.org/depolymerizace-plana>
17. Pohodlí u Litomyšle – <https://arnika.org/planovana-pyrolyza-pneumatik-v-pohodli-u-litomysle>

18. Ostrava – pyrolýzna jednotka pre výskumné účely
19. Poděbrady – Polycomp, s.r.o., 2010 – 2011 realizované 2 skúšobné linky pre termolýzu separovaného horľavého odpadu štandardizovaného do podoby TAP. Výkonnosť do 2 kg/h“
20. Stráž pod Ralskem – katalytická depolymerizácia olejov a plastov, v r. 2019 bola prevádzka vyňatá z režimu IPPC aj preto, že nedochádzalo k nakladaniu s odpadmi <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24pid/mzppcha5dz9e>
21. Stříbro (2012) – skončilo vo fáze zámeru http://tachovsky.denik.cz/zpravy_region/diskutujici-obcane-ve-stibre-vetsinou-odmitli-plazmovou-spalovnu-20120426.html
22. Šternberk (2017) – zámer nízкотеплотnej depolymerizácie odpadových plastov , skončil po zisťovacom konaní v procese EIA https://portal.cenia.cz/eiasea/detail/EIA_OV8240?lang=cs
23. Velká Dobrá (2011) – pyrolýza na spracovanie pneumatík a ďalších plastov; nezískal súhlasné stanovisko v procese EIA
24. Velké Pavlovice
25. Vratimov – pyrolýza pneumatík,
26. Vrbička – zámer skončil vo fázy EIA – <https://arnika.org/planovane-depolymerizacni-zarizeni-u-vrbicky-muze-v-budoucnu-vypoustet-vysoce-toxicke-dioxiny>.
27. Tušimice – pyrolýza pneumatík – zámer skončil vo fáze procesu EIA <https://arnika.org/planovana-pyrolyza-pneumatik-tusimice>

Literatúra

Banar, M., Z. Çokaygil, A. Özkan and V. Akyıldız (2013). „Formation of PCDDs and PCDFs in pyrolysis products of Tire Derived Fuel.“ Journal of Selcuk University Natural and Applied Science(1): 241-250.

Baytekin, B., H. T. Baytekin and B. A. Grzybowski (2013). „Retrieving and converting energy from polymers: deployable technologies and emerging concepts.“ Energy & Environmental Science 6(12).

Behnisch, P. A., K. Hosoe and S.-i. Sakai (2003). „Brominated dioxin-like compounds: in vitro assessment in comparison to classical dioxin-like compounds and other polyaromatic compounds.“ Environment International 29(6): 861-877.

Bencko, V. and F. Y. L. Foong (2013). The History, Toxicity and Adverse Human Health and Environmental Effects Related to the Use of Agent Orange, Dordrecht, Springer Netherlands.

Benz, T., H. Hagenmaier, C. Lindig and J. She (1992). „Occurrence of the sulphur analogue of octachlorodibenzo-p-dioxin in the environment and investigations on its potential source.“ Fresenius' Journal of Analytical Chemistry 344(6): 286-291.

Birnbaum, L., D. Staskal and J. Diliberto (2003). „Health effects of polybrominated dibenzo-p-dioxins (PBDDs) and dibenzofurans (PBDFs).“ Environ Int 29(6): 855-860.

Bradbury, J., Clement, Z., Down, A. (2015): Greenhouse Gas Emissions and Fuel Use within the Natural Gas Supply Chain – Sankey Diagram Methodology. Office of Energy Policy and Systems Analysis U.S. Department of Energy July, 2015. https://www.energy.gov/sites/prod/files/2015/07/f24/QR%20Analysis%20-%20Fuel%20Use%20and%20GHG%20Emissions%20from%20the%20Natural%20Gas%20System%2C%20Sankey%20Diagram%20Methodology_0.pdf

Buser, H. R. (1992). „Identification and sources of dioxin-like compounds: I. Polychlorodibenzothiophenes and polychlorothianthrenes, the sulfur-analogues of the polychlorodibenzofurans and polychlorodibenzodioxins.“ *Chemosphere* 25(1): 45-48.

Buser, H. R., I. S. Dolezal, M. Wolfensberger and C. Rappe (1991). „Polychlorodibenzothiophenes, the sulfur analogs of the polychlorodibenzofurans identified in incineration samples.“ *Environmental Science & Technology* 25(9): 1637-1643.

DEZA lab (2019). Determination of the composition of the pyrolysis liquid using GC/MS (Analýza tekutého produktu ze zpracování pneumatik – příloha znaleckého posudku S. Štýse), DEZA a. s., Valašské Meziříčí – service analytical laboratory.

Dobrovicsová, D. (2019): Do ovzdušia v Dunajskej Strede sa dostala toxická látka, ktorá ničí orgány. Fabrika, na ktorú sa obyvatelia sťažujú, má ale iné výsledky, 23.8.2019. [cit. 2021-02-04] URL: <https://www.noviny.sk/slovensko/464924-do-ovzdušia-v-dunajskej-strede-sa-dostala-toxicka-latka-ktora-nici-organy-fabrika-na-ktoru-sa-obyvatelia-stazuju-ma-ale-ine-vysledky>.

Dobrovoľná požiarna ochrana SR (2020): Požiar pyrolýzneho oleja vo firme Dron Industries s.r.o. 3.9.2020 [cit. 2021-02-04] URL: <https://www.dposr.sk/index.php/dpo-sr/ohz-zasahovali/2255-poziar-pyrolyzneho-oleja-vo-firme-dron-industries-s-r-o>.

Dron Industries: Profil spoločnosti. [cit. 2021-02-04] URL: <https://www.dron.sk/sk/profil-spolocnosti>.

Dron Industries (2019): DRON Industries s.r.o. splnila cieľ určený Environmentálnym fondom. Január 2019. [cit. 2021-02-12] URL: <https://www.dron.sk/sk/clanky/splneny-ciel-urceny-environmentalnym-fondom>.

Dumler, R., D. Lenoir, H. Thoma and O. Hutzinger (1990). „Thermal formation of polybrominated dibenzofurans and dioxins from decabromodiphenyl ether flame retardant: Influence of antimony(III) oxide and the polymer matrix.“ *Chemosphere* 20(10-12): 1867-1873.

Dumler, R., H. Thoma, D. Lenoir and O. Hutzinger (1989). „PBDF and PBDD from the combustion of bromine containing flame retarded polymers: A survey.“ *Chemosphere* 19(12): 2023-2031.

Ebert, J. and M. Bahadir (2003). „Formation of PBDD/F from flame-retarded plastic materials under thermal stress.“ *Environ Int* 29(6): 711-716.

Enviroportal (2015): „Zhodnocovanie odpadového materiálu tepelnými postupmi“, Handlová; Informačný portál rezortu MŽP SR „Enviroportál“, Informačný systém EIA/SEA [cit. 2021-02-02]. URL: <https://www.enviroportal.sk/sk/eia/detail/zhodnocovanie-odpadoveho-materialu-tepelnymi-postupmi-handlova>.

Enviroportál (2020): Prúdy odpadov. Dátum poslednej aktualizácie: 24.11.2020. [cit. 2021-02-10] URL: <https://www.enviroportal.sk/indicator/detail?id=561&print=yes>.

ERVO (2019). ERVO 5 – zařízení pro energetické zpracování organických látek. Chemická recyklace odpadů na užitečné suroviny. Most, ERVO EnviTech s.r.o.,: 25.

Gleis, M. (2012). „Gasification and Pyrolysis? Reliable options for waste treatment.“ *Waste Management* 3: 403-410.

Gullett, B., J. Dunn, S. Bae and K. Raghunathan (1998). „Effects of combustion parameters on polychlorinated dibenzodioxin and dibenzofuran homologue profiles from municipal waste and coal co-combustion.“ *Waste Management* 18(6-8): 473-483.

Hann, S., Connock, T (2020).: „Chemical recycling – state of play“, *Eunomia*, [online] 8. december 2020 [cit. 2021-02-11] URL: <https://www.eunomia.co.uk/reports-tools/final-report-chemical-recycling-state-of-play/>.

Hutková, E. (2016): V Lučenci horela hala na spracovanie plastov, škody sa šplhajú na státisíce.

Idowu, O., K. T. Semple, K. Ramadass, W. O'Connor, P. Hansbro and P. Thavamani (2019). „Beyond the obvious: Environmental health implications of polar polycyclic aromatic hydrocarbons.“ *Environ Int* 123: 543-557.

INECO (2015). Zhodnocovanie odpadového materiálu tepelnými postupmi: Handlová – lokalita Východná šachta. Správa o hodnotení podľa zákona NR SR č. 24/2006 Z.z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie. Banská Bystrica: 190 + prílohy.

International Energy Agency (2021): CO₂ Emissions from fuel combustion. Database documentation, 2020 edition. [cit. 2021-02-11] URL: http://wds.iea.org/wds/pdf/Worldco2_Documentation.pdf.

IPCC (1996): Module 1 Energy. 1996 <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/guidelin/ch1wb1.pdf>

IPCC (2003): CO₂ emissions from stationary combustion of fossil fuels https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/bgp/2_1_CO2_Stationary_Combustion.pdf

IPCC (2014): Annex II. Metrics and Methodology. 2014 https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-ii.pdf

International Power Ecology Company (2014): Disasters at pyrolysis plants. [cit. 2021-02-07] URL: <https://tdplant.com/news/disasters-at-pyrolysis-plants>.

Jevič, P., Z. Šedivá, J. Malaťák and J. Křížek (2012). Termolýzní zpracování zbytkové biomasy, separovaných plastových a celulózových podílů tuhého komunálního odpadu pro energetické a surovinové využití. Certifikovaná metodika, Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. (VÚZT, v.v.i.), Praha; Poly-Comp, a.s., Poděbrady 53.

Joshi, C. A. and J. R. Seay (2019). „Total generation and combustion emissions of plastic derived fuels: A trash to tank approach.“ *Environmental Progress & Sustainable Energy* 39(5).

Jurtinus S. (2020): „Z použitých pneumatík chcú získať plyn, olej a uhlík“, oficiálna stránka mesta Handlová, [online] 26.10.2020 [cit. 2021-02-02] URL: <https://www.handlova.sk/sprava/14678/z-pouzi-tych-pneumatik-chcu-ziskavat-plyn-olej-a-uhlik.html>.

Kalargaris, I., G. Tian and S. Gu (2017). „Combustion, performance and emission analysis of a DI diesel engine using plastic pyrolysis oil.“ *Fuel Processing Technology* 157: 108-115.

Kannan, K., C. Liao and H.-B. Moon (2012). Polybrominated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans. Dioxins and health Including Other Persistent Organic Pollutants and Endocrine Disruptors. Third Edition. A. Schecter. USA, Wiley: 255-302.

Kaupp, A. (1984). State of the art for small-scale gas producer-engine systems. First published by the German Appropriate Technology Exchange (GATE), Reissued by the Biomass Energy Foundation Press: Golden.

Kováč, J. (2017): Fabrika z emisnej kauzy melie z posledného. 7.3. 2017. [cit. 2021-02-07] URL: <https://www.trend.sk/trend-archiv/fabrika-emisnej-kauzy-melie-posledneho>.

Kováč, J. (2020): „Uhlie má nahradiť teplo zo zeme aj metán. Pozrite si projekty pre hornú Nitru“, dennikN, [online] 25. 8. 2020 [cit. 2021-02-02] URL: <https://e.dennikn.sk/2013887/uhlie-ma-nahradiť-teplo-zo-zeme-aj-metan-pozrite-si-projekty-pre-hornu-nitru/>.

Krajský úrad Libereckého kraje, o. ž. p. a. z. (2013). Závěr zjišťovacího řízení „Rozšíření stávající technologie zpracování odpadních olejů o depolymerizaci olejů a plastů AR oil, s.r.o.“ Stráž pod Ralskem. Liberec.

Krajský úrad Stredočeského kraje, o. ž. p. a. z. (2011). Nesouhlasné stanovisko k záměru „Pilotní a demonstrační linka na likvidaci odpadů vakuovou pyrolýzou“ vk.ú. Velká Dobrá. Praha: 35.

Kubal, M., J. Fairweather, P. Crain and M. Kuraš (2004). Treatment of solid waste polluted by polychlorinated contaminants (pilot-scale demonstration). International Conference on Waste Management and the Environment No2. S. WIT Press, ROYAUME-UNI (2004) (Monographie). Rhodes, WIT Press: 13-23.

Liang, J., G. Lu, R. Wang, T. Tang, K. Huang, F. Jiang, W. Yu, X. Tao, H. Yin and Z. Dang (2020). „The formation pathways of polybrominated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans (PBDD/Fs) from pyrolysis of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs): Effects of bromination arrangement and level.“ Journal of Hazardous Materials 399: 123004.

Majdák, M. (2018): Z ojazdených pneumatík môže vzniknúť podklad pre ihrisko, recyklácia sa na východe využíva. Košice online, 26.09.2018. [cit. 2021-02-10] URL: <https://www.kosiceonline.sk/z-ojazdenych-pneumatik-moze-vzniknut-podklad-pre-ihrisko-recyklacia-sa-na-vychode-vyuziva>.

Mamani Soliz, P., L. Seidl, F. Keller, R. Lee and B. meyer (2020). Chemisches Recycling – Aktueller Stand und neue Entwicklungen. Recycling und Sekundärrohstoffe, Band 13. T.-K. Holm O., E., Goldmann, D., & Friedrich, B., Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH: 268-284.

Marčík F. (2021), konzultácia, február 2021

Mason, G., M. Denomme, L. Safe and S. Safe (1987). „Polybrominated and chlorinated dibenzo-p-dioxins: synthesis biologic and toxic effects and structure-activity relationships.“ Chemosphere 16(8-9): 1729-1731.

Medek, J. (2018). Pyrolýza v praxi, České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní.

Ministerstvo vnútra SR: Prehľad požiarovosti v mesiaci máj 2016. 14.6.2016 [cit. 2021-02-07] URL: <https://www.minv.sk/?tlacove-spravy-3&sprava=prehlad-poziarovosti-v-mesiaci-maj-2016>.

Ministerstvo životného prostredia SR: Správa o stave životného prostredia SR v roku 2018. [cit. 2021-02-10] URL: <https://www.enviroportal.sk/uploads/report/10261.pdf>.

Ministerstvo životného prostredia SR: Program odpadového hospodárstva SR na roky 2016 – 2020. [cit. 2021-02-10] URL: https://www.minzp.sk/files/sekcia-enviromentalneho-hodnotenia-riadenia/odpady-a-obaly/registre-a-zoznamy/poh-sr-2016-2020_vestnik.pdf

Nakai, S., S. Kishita, Y. Nomura and M. Hosomi (2007). „Polychlorinated dibenzothiophenes in Japanese environmental samples and their photodegradability and dioxin-like endocrine-disruption potential.“ *Chemosphere* 67(9): 1852-1857.

Neuwahl, F., Cusano, G., Gómez Benavides, J., Holbrook, S. and Roudier, S. (2019). Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration: Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control), EUR 29971 EN. Luxembourg, Publications Office of the European Union, .

Noviny.sk (2016): 18.5.2016 [cit. 2021-02-08] URL: <https://www.noviny.sk/krimi/161864-horela-vyrobn-hala-na-spracovanie-plastov-skody-sa-splhaju-na-statisice>.

Odpadyportal (2015): Dron Industries dostala druhú dotáciu z Recyklačného fondu. Február 2015. [cit. 2021-02-12] URL: <https://www.odpady-portal.sk/Dokument/102332/dron-industries-dostala-druhu-dotaciu-z-recyklačneho-fondu.aspx>.

Paraméter (2019): Lincshangulatban vonultak az ollétejediek a gumifeldolgozóhoz, Farkasék a kapuban várták őket. 29.8.2019. [cit. 2021-02-04] URL: <https://parameter.sk/lincshangulatban-vonultak-az-olletejediek-gumifeldolgozohoz-farkasek-kapuban-vartak-oket>

Pavlík, P. (2015, 2015). „Pyrolýzní technologie pro možnosti energetického a materiálového využití odpadů „ Retrieved 15/12/2020, 2020, from <http://zeleninj.cz/wp-content/uploads/sites/4/2015/11/Pyrol%C3%BDzn%C3%AD-technologie-Ing.-Petr-Pavl%C3%ADk.pdf>.

Pelclová, D., P. Urban, J. Preiss, E. Lukáš, Z. Fenclová, T. Navrátil, Z. Dubská and Z. Senholdová (2006). „Adverse health effects in humans exposed to 2, 3, 7, 8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD).“ *Reviews on environmental health* 21(2): 119-138.

Piskorska-Pliszczyńska, J. and S. Maszewski (2014). „Brominated dioxins: little-known new health hazards-a review.“ *Bull Vet Inst Pulawy* 58: 327-335.

PricewaterhouseCoopers Slovensko (2019): Transformácia uhoľného regiónu horná Nitra Akčný plán, PwC Slovensko s.r.o. pre Úrad podpredsedu vlády SR pre investície a informatizáciu a Trenčiansky samosprávny kraj, [online] 28. júna 2019, [cit. 2021-02-02]. URL: https://www.tsk.sk/buxus/docs/dokumenty/materialy_zastupitelstva_tsk/materialy_na_xvii._zasadnutie_zastupitelstva_tsk/04_navr_h_na_schvalenie_akcneho_planu_transformacie_uholneho_regionu_horna_nitra/04_Transformacia_Hornej_Nitry_Akcny_plan.pdf.

PricewaterhouseCoopers Slovensko (2020): „Aktualizácia Akčného plánu transformácie uhoľného regiónu horná Nitra“, pripravený spoločnosťou PwC Slovensko s.r.o. pre Úrad podpredsedu vlády SR pre investície a informatizáciu a Trenčiansky samosprávny kraj, [online] november 2020, [cit. 2021-02-02]. URL: <http://www.prievidza.sk/upload/wsw/files/file/news/akcnyplan/akcny-plan-aktualizacia2021.pdf>.

Raghunathan, K. and B. K. Gullett (1996). „Role of sulfur in reducing PCDD and PCDF formation.“ *Environmental Science & Technology* 30(6): 1827-1834.

Reed, T. B. and A. Das (1988). *Handbook of biomass downdraft gasifier engine systems*, Biomass Energy Foundation.

Rey, L., J. A. Conesa, I. Aracil-Sáez, M. Garrido and N. Ortuño (2016). „Pollutant formation in the pyrolysis and combustion of Automotive Shredder Residue.“ *Waste Management* 56.

Rimava.sk (2016): Počas požiaru haly na spracovanie plastov monitorovali aj ovzdušie. 18. 5. 2016 [cit. 2021-02-07] URL: <http://www.rimava.sk/spravy-z-regionu/pocas-poziaru-haly-na-spracovanie-plastov-monitorovali-aj-ovzdušie/>

Rimava.sk (2017): V priemyselnom parku v Lučenci opäť horelo. 29.9.2017 [cit. 2021-02-07] URL: <https://www.rimava.sk/spravy-z-regionu/v-priemyselnom-parku-v-lucenci-opat-horelo/>.

Rollinson, A. N. (2018). „Fire, explosion and chemical toxicity hazards of gasification energy from waste.“ *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 54: 273-280.

Rollinson, A. N. and J. M. Oladejo (2019). „‘Patented blunderings’, efficiency awareness, and self-sustainability claims in the pyrolysis energy from waste sector.“ *Resources, Conservation and Recycling* 141: 233-242.

Rollinson, A., Oladejo, J. (2020). *Chemical Recycling: Status, Sustainability, and Environmental Impacts*. Global Alliance for Incinerator Alternatives. doi:10.46556/ONLS4535. [cit. 2021-02-02] URL: https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/CR-Technical-Assessment_June-2020.pdf. Česká verzia: Arnika: Chemická recyklace – ovdvedení pozornosti, ne řešení, 2020, Praha. [cit. 2021-02-11] URL: <https://arnika.org/chemicka-recyklace-odvedeni-pozornosti-ne-reseni/download/chemicka-recyklace-studie-gaia-pdf>

Sedlak, D., R. Dumler-Gradl, H. Thoma and O. Vierle (1998). „Polyhalogenated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in the exhaust air during textile processings.“ *Chemosphere* 37(9-12): 2071-2076.

Seidl, L. G., R. P. Lee, R. P. Keller and B. Meyer (2020). Beitrag des chemischen Recyclings zur Defossilierung von Rohstoffketten – Konzeptstudie für die nachhaltige Olefinerzeugung in Deutschland. *Energie aus Abfall*, Band 17. S. Thiel, Thomé-Kozmiensky, E., Quicker, P., Gosten, A.,

Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH: 115-137.

Schechter, A. (2012). *Dioxins and health Including Other Persistent Organic Pollutants and Endocrine Disruptors*. Third Edition. USA, Wiley.

Sinkkonen, S. (2000). Polychlorinated Dibenzothiophenes (PCDTs), Thianthrenes (PCTAs) and Their Alkylated Derivatives. Volume 3 Anthropogenic Compounds Part K. O. Hutzinger and J. Paasivirta. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg: 289-314.

Sinkkonen, S. and J. Koistinen (1990). „Chlorinated and methylated dibenzothiophenes: Preparation of the model compounds and their analysis from some environmental samples.“ *Chemosphere* 21(10): 1161-1171.

Sinkkonen, S., J. Paasivirta, J. Koistinen and J. Tarhanen (1991). „Tetra – and pentachlorodibenzothiophenes are formed in waste combustion.“ *Chemosphere* 23(5): 583-587.

Sphera Solutions (2020): *Evaluation of pyrolysis with LCA – 3 case studies*, Report for BASF SE, July 2020. [cit. 2021-02-11] URL: https://www.basf.com/global/documents/en/sustainability/we-drive-sustainable-solutions/circular-economy/selected-down_load/BASF_ChemCycling_LCA_Study.pdf

Stockholm Convention on POPs (2008). *Guidelines on Best Available Techniques and Provisional Guidance on Best Environmental Practices Relevant to Article 5 and Annex C of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants*. Geneva, Secretariat of the Stockholm Convention on POPs.

TASR, 24hod.sk (2015): Požiar v sklade v Mliečanoch hasili profesionálni aj dobrovoľní hasiči. 30.9.2015. [cit. 2021-02-12] URL: <https://www.24hod.sk/poziar-v-sklade-v-mliecanoch-hasili-profesionalni-aj-dobrovolni-hasici-cl389161.html>

Týždeň (2015): Plazma pod Tatrami. Apríl 2015 [cit. 2021-02-12] URL: <https://www.tyzden.sk/casopis/17380/plazma-pod-tatrami/>.

TZ (2009): Unfall im RWE-Kraftwerk: Schornstein stürzt ein. 11.12. 2009. [cit. 2021-02-07] URL: <https://www.tz.de/welt/unfall-rwe-kraftwerk-schornstein-stuerzt-555621.html>.

US EPA (2003). Exposure and Human Health Reassessment of 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-Dioxin (TCDD) and Related Compounds National Academy Sciences (NAS) Review Draft

Vehlow, J. (2016). „Overview of the pyrolysis and gasification processes for thermal disposal of waste.“ Waste Management 6: 431-444.

Weber, R., C. Gaus, M. Tysklind, P. Johnston, M. Forter, H. Hollert, E. Heinisch, I. Holoubek, M. Lloyd-Smith, S. Masunaga, P. Moccarelli, D. Santillo, N. Seike, R. Symons, J. P. M. Torres, M. Verta, G. Varbelow, J. Vijgen, A. Watson, P. Costner, J. Woelz, P. a. Wycisk and M. Zennegg (2008). „Dioxin – and POP-contaminated sites—contemporary and future relevance and challenges. Overview on background, aims and scope of the series.“ Environ Sci Pollut Res 15: 363-393.

Weber, R. and T. Sakurai (2001). „Formation characteristics of PCDD and PCDF during pyrolysis processes.“ Chemosphere 45(8): 1111-1117.

White, S. S. and L. S. Birnbaum (2009). „An Overview of the Effects of Dioxins and Dioxin-Like Compounds on Vertebrates, as Documented in Human and Ecological Epidemiology.“ Journal of Environmental Science and Health, Part C 27(4): 197-211.

Wong, S. L., N. Ngadi, T. A. T. Abdullah and I. M. Inuwa (2015). „Current state and future prospects of plastic waste as source of fuel: A review.“ Renewable and Sustainable Energy Reviews 50: 1167-1180.

Zemek, A. and A. Kocan (1991). „2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin in soil samples from a trichlorophenol-producing plant.“ Chemosphere 23(11-12): 1769-1776. Zero Waste Europe (2015): Air Pollution from Waste Disposal: Not for Public Breath. November 2015. 2017 [cit. 2021-02-07] URL: <https://zerowasteurope.eu/downloads/air-pollution-from-waste-disposal-not-for-public-breath/>