

Posouzení technologie termochemického rozkladu směsných odpadních plastů a technologie Polybet pomocí metody LCA

**Ing. et Ing. Tatiana Trecáková, Ph.D., Ústav udržitelnosti a produktové ekologie VŠCHT
Praha, trecakot@vscht.cz**

**prof. Ing. Vladimír Kočí, Ph.D., MBA, Ústav udržitelnosti a produktové ekologie VŠCHT
Praha**

Ing. Milan Ipolt, IPOLT CZ, s.r.o.

Souhrn

V rámci VaV projektu „WASTen, z.s. – Kolektivní výzkum“, kterého cílem je určit hodnotový řetězec termického rozkladu vybraných skupin odpadů a jejich následného materiálového a energetického využití, jsou předmětem posouzení metodou posuzování životního cyklu (LCA) technologie termochemického rozkladu směsných odpadních plastů a technologie výroby plastbetonu zpracováním odpadních termoplastů a odpadních inertních materiálů (Polybet). V příspěvku jsou prezentovány výsledky předběžného posouzení environmentálních dopadů těchto technologií na základě projektových dat.

Summary

As part of the R&D project "WASTen, z.s. - Collective research", the aim of which is to determine the value chain of the thermal decomposition of selected groups of waste and their subsequent material and energy use, are the subject of assessment by the life cycle assessment method (LCA) of the technology of thermochemical decomposition of mixed waste plastics and the technology of production of plastic concrete by processing thermoplastic waste and inert waste (Polybet). The paper presents the results of a preliminary assessment of the environmental impacts of these technologies based on project data.

Úvod

Situace řešení problematiky odpadních plastů je nejenom v ČR ale i celé Evropské unie (EU) problematická. I navzdory přijatým opatřením směřujících k minimalizaci používání plastů, množství odpadních plastů v posledních letech stále stoupá. Česká republika ani EU nemá dostatečné kapacity na zpracování odpadních plastů a tyto odpady se vyvážejí do třetích zemí. Problém recyklace odpadních plastů je v ČR i EU prohlubován problematickým přístupem k uplatňování recyklovaných výrobků na trzích.

V letech 2021 až 2023 řeší Klastř WASTen, z.s. projekt výzkumu a vývoje s názvem WASTen, z.s. – Kolektivní výzkum, kterého hlavním cílem je určit hodnotový řetězec termického rozkladu vybraných skupin odpadů a jejich následného materiálového a energetického využití a provést LCA vyhodnocení technologií na přípravu druhotných surovin. Posuzovanými technologiemi jsou termochemický rozklad směsných odpadních plastů a technologie výroby plastbetonu zpracováním odpadních termoplastů a odpadních inertních materiálů (Polybet). V tomto příspěvku jsou prezentovány výsledky předběžného posouzení těchto technologií s využitím metody posuzování životního cyklu (LCA) z pohledu uhlíkové stopy a celkových environmentálních dopadů. Výsledky posouzení prezentovány v tomto příspěvku jsou založeny na projektových datech.

Metoda posuzování životního cyklu

Metoda LCA je analytická metoda hodnocení environmentálních dopadů (tj. dopadů na životní prostředí) výrobků, služeb a technologií, obecně lidských produktů. Metoda LCA přistupuje k hodnocení

environmentálních dopadů produktů s ohledem na jejich celý životní cyklus, zahrnuje tedy environmentální dopady produktů již od stadia získávání a výroby výchozích materiálů přes stadium výroby samotného produktu, stadium jeho užívání až po stadium jeho odstranění, opětovného užití či recyklaci v něm použitých materiálů. Environmentální dopady produktů jsou hodnoceny na základě posouzení vlivu environmentálních aspektů (materiálových a energetických toků), jež sledovaný systém vyměňuje se svým okolím, tedy s životním prostředím. Významným přínosem metody LCA je vyjadřování environmentálních dopadů pomocí takzvaných kategorií dopadu. Kategorie dopadu je specifický problém životního prostředí, na jehož rozvoji se lidská činnost v důsledku výměny látek či energií s okolním prostředím podílí.

Studie LCA se skládá ze čtyř fází: stanovení cíle a rozsahu studie, inventarizační analýzy, posuzování dopadů a interpretace a je ukotvena dvěma normami IČSN EN SO 14040 a 14044.

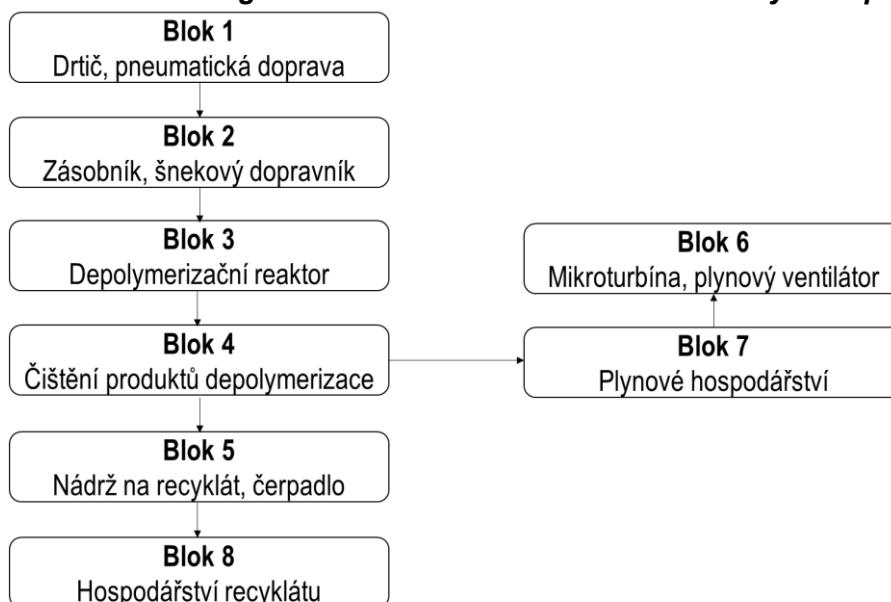
Metoda LCA může být v oblasti odpadového hospodářství použita za účelem porovnání environmentálních dopadů alternativních systémů nakládání s odpady nebo za účelem identifikace hlavní oblasti potencionálního zlepšení v daném systému nakládání s odpady či v dané konkrétní technologii.

Termochemický rozklad směsných odpadních plastů

Termochemický rozklad směsných odpadních plastů probíhá bez přístupu vzduchu při teplotách 350 – 450°C. Výstupy z této technologie jsou procesní plyn, pevný zbytek a kapalný recyklát. Procesní plyn je využíván jako zdroj pro pohon mikroturbíny, který následně kryje část energetické potřeby vlastního provozu technologie. Kapalný recyklát a pevný zbytek jsou druhotné suroviny využitelné jako náhrada primárních surovin, např. v petrochemickém nebo chemickém průmyslu.

Základní schéma technologie termochemického rozkladu odpadních plastů je uvedeno na obrázku 1.

Obrázek 1. Schéma technologie termochemického rozkladu směsných odpadních plastů

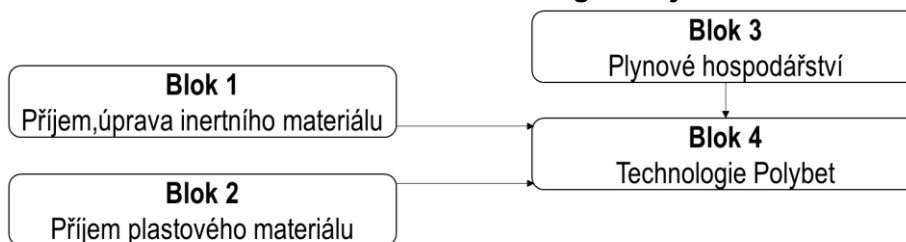


Technologie Polybet

Odpadní plasty (hrubě tříděný odpadní plast – celé nevymývané netříděné PET lahve, celé plastové obaly a další druhy plastového odpadu) se po nadrcení na frakci cca 0-12 mm míchají s plnivem (písek, kamenivo, drcené sklo apod.), které je vysušeno a zahříváno na teplotu cca 300°C. Homogenní tekutá směs je následně hydraulicky lisována v lisovacích formách a ochlazena. Výstupem technologie je stavební recyklát (kompozit), který lze bez omezení probarvovat pomocí anorganických pigmentů.

Základní schéma technologie Polybet, je uvedeno na obrázku 2.

Obrázek 2. Schéma technologie Polybet



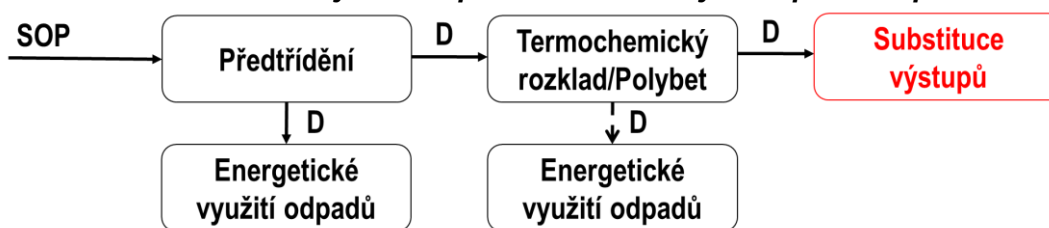
Zaměření studie

Cílem předběžné studie bylo posoudit environmentální dopady navržené technologie termochemického rozkladu směsných odpadních plastů a technologie Polybet pomocí metody LCA. Vzájemné porovnání technologií je z pohledu různých vstupů do technologií problematické. Za účelem názorného srovnání obou technologií byla v rámci tohoto příspěvku zvolena funkční jednotka zpracování 1 tuny směsných odpadních plastů. Funkční jednotka je kvantifikovaným vyjádřením velikosti posuzovaného systému. Výsledky prezentují kvantifikaci uhlíkové stopy a celkových environmentálních dopadů vztažené na zpracování stejného množství směsných odpadních plastů. Je nutné zmínit, že technologie Polybet zpracovává kromě směsných plastů také inertní odpad. Detailní posouzení a analýza environmentálních dopadů této technologie bude předmětem dalšího výzkumu.

V rámci studie je využit princip tzv. substituce, tzn., že je v rámci posouzení využitelným výstupům (kapalný recyklát a pevný zbytek v případě termochemického rozkladu a stavební recyklát v případě technologie Polybet) přičten pozitivní příspěvek, tedy „úspora“ environmentálních dopadů, které by vznikly při výrobě primárních surovin a materiálů (nafta/kapalný recyklát, lignit/pevný zbytek, plastbeton/betonové cihly) a které jsou těmito výstupy v rámci studie nahrazovány. Tento princip je při posuzování metodou LCA standardně využíván a umožňuje porovnat alternativní technologie nakládání s odpady, které produkují různé výstupy. V rámci této předběžné studie bylo provedeno srovnání se zařízením na energetické využití odpadů, kterého využitelnými výstupy jsou elektřina a teplo. Volba primárních surovin materiálů, které v rámci studie nahrazují výstupy (kapalný recyklát, pevný zbytek, plastbeton) byly zvoleny na základě technických vlastností produktů a jsou také v souladu se zahraničními studiemi.¹

Hranice systému posuzovaného produktového systému jsou znázorněny na obrázku 3.

Obrázek 3. Hranice systému zpracování směsných odpadních plastů



SOP – směsné odpadní plasty, D - doprava

Výsledky předběžného posouzení technologií zpracování směsných odpadních plastů

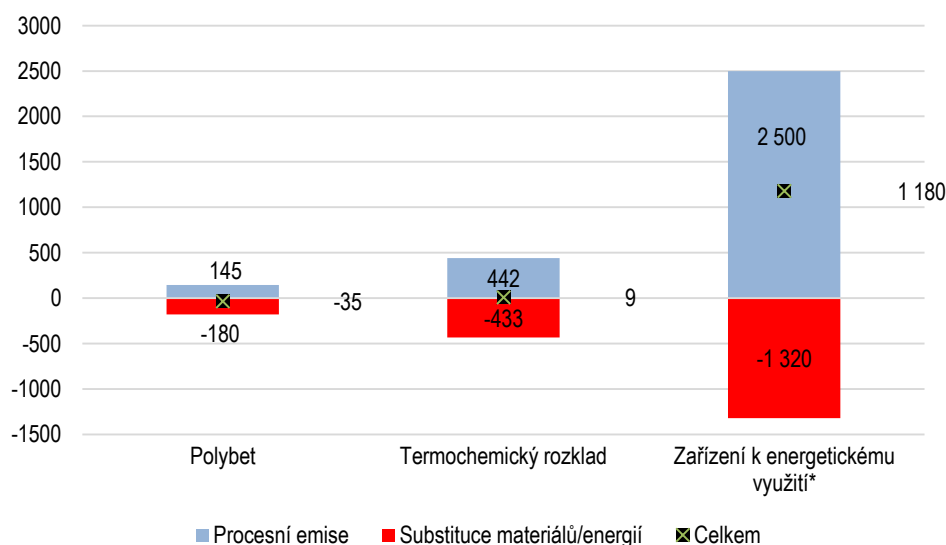
Modely životního cyklu posuzovaných technologií byly vypracovány s použitím specializovaného LCA software GaBi a s použitím aktuálních verzí databází a inventarizačních datových sad Gabi Professional, Ecoinvent 3.8. a na základě projektových dat získaných od společností ENRESS a VIAALTA. Pro

¹ Sphera Solutions GmbH, BASF. Evaluation of pyrolysis with LCA – 3 case studies. 2020.

vyčíslení potenciálních environmentálních dopadů byla použita metodika EF 3.0 doporučenou Evropskou komisí. Ve studii byl použitý energetický mix ČR 2018 z databáze GaBi Professional.

Na obrázku 4 jsou znázorněny výsledky uhlíkové stopy posuzovaných technologií zpracování směsných odpadních plastů, které jsou porovnány s alternativním scénářem nakládání s těmito odpady, a to jejich energetickým využitím. Z porovnání vyplývá, že technologie Polybet má z porovnávaných možností zpracování směsných odpadních plastů nejnižší uhlíkovou stopu. Obě posuzované technologie mají nižší uhlíkovou stopu v porovnání se zpracováním směsných odpadních plastů v zařízení k energetickému využití, jak z pohledu samotného provozu, tak i z pohledu celkového zpracování směsných odpadních plastů, tedy se započtením příspěvků spojených s výrobou využitelných výstupů.

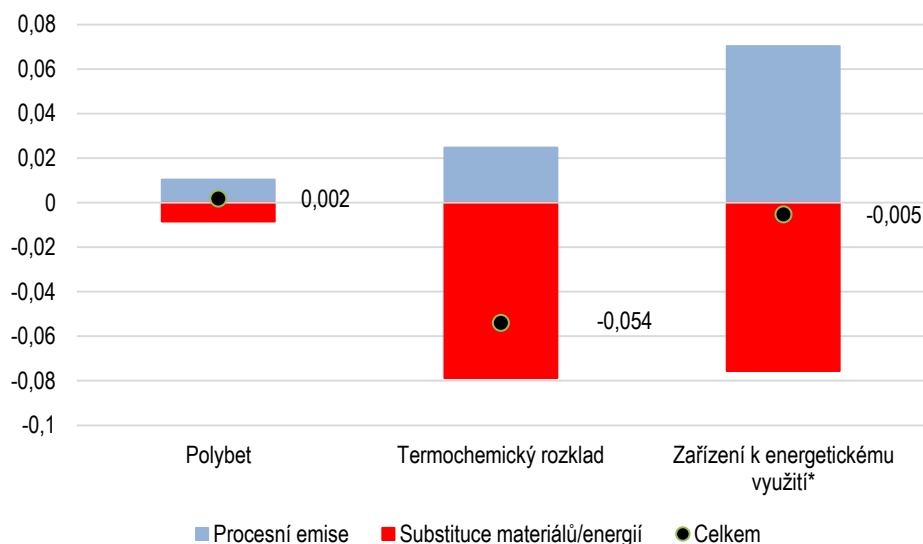
Obrázek 4. Uhlíková stopa posuzovaných technologií v kg CO₂ ekv. na 1 t směsných odpadních plastů



*Data k energetickému využití směsných odpadních plastů z databáze GaBi Professional

Na obrázku 5 jsou znázorněny výsledky celkových environmentálních dopadů. Výsledky jsou prezentovány po normalizaci a vážení jako bezrozměrné číslo. Z porovnání vyplývá, že nejnižší celkové environmentální dopady spojené s provozem technologie má technologie Polybet a poté technologie termochemického rozkladu směsných chemických plastů. Při započtení úspory z náhrady primárních surovin a materiálů má nejnižší celkové environmentální dopady technologie termochemického rozkladu směsných odpadních plastů a naopak technologie Polybet má dopady nejvyšší. Toto je způsobeno tím, že úspora environmentálních dopadů, které vznikají při výrobě betonových cihel, je nejnižší v porovnání s úsporami, která vzniká při výrobě ropy a lignitu v případě termochemického rozkladu nebo při výrobě tepla a elektřiny v případě energetického využití směsných odpadních plastů.

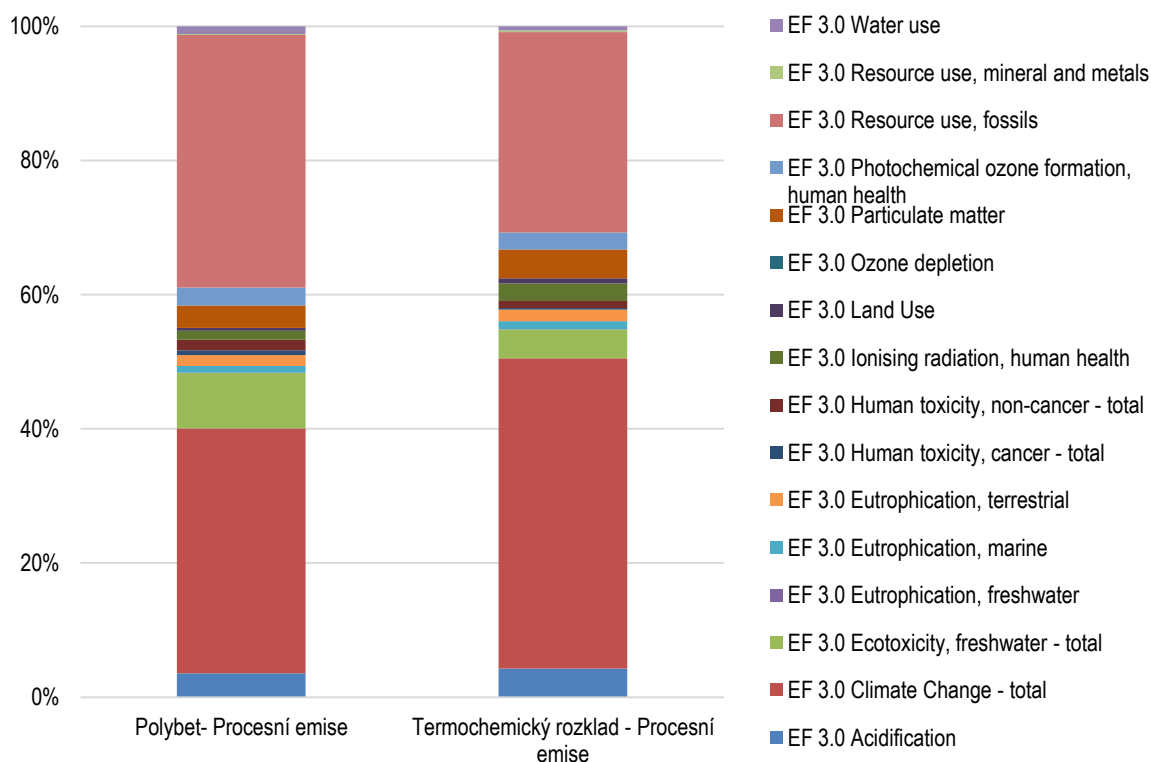
Obrázek 5. Celkové vážené a normalizované environmentální dopady na 1 t směsných odpadních plastů



*Data k energetickému využití směsných odpadních plastů z databáze GaBi Professional

Na obrázku 6 jsou znázorněny příspěvky jednotlivých kategorií dopadu na celkových vážených a normalizovaných environmentálních dopadech provozu posuzovaných technologií. Největší příspěvek k celkovým dopadům mají kategorie Změna klimatu, Využití fosilních zdrojů a Sladkovodní ekotoxicita. Největší příspěvek k těmto kategoriím dopadu má spotřeba elektrické energie na provoz technologií a v případě technologie Polybet také spotřeba propan-butanu, který slouží pro ohřev provozní vody v kotli.

Obrázek 6. Podíl kategorií dopadu na celkových vážených a normalizovaných environmentálních dopadech dle metodiky EF 3.0



Závěr

Z předběžné LCA studie vyplývá, že technologie termochemického rozkladu může být vhodnou technologií pro zpracování směsných odpadních plastů a technologie Polybet vhodnou technologií pro zpracování směsných odpadních plastů a inertního odpadu, jak z pohledu posouzení uhlíkové stopy tak celkových environmentálních dopadů. Obě technologie přispívají k materiálovému využití odpadů, což jsou základní cíle strategie odpadové politiky Evropské unie.

Výsledky této předběžné studie založené na projektových datech jsou v souladu se zahraničními studiemi². Z výsledků těchto studií vyplývá, že technologie termochemického rozkladu/pyrolýzy směsných odpadních plastů má nižší uhlíkovou stopu v porovnání se zpracováním těchto odpadů v zařízení k energetickému využití. Emise skleníkových plynů z provozu termochemického rozkladu a mechanického zpracování směsných odpadních plynů mohou být téměř zcela kompenzovány vyrobenými využitelnými výstupy, což neplatí v případě energetického využití směsných odpadních plastů. Obě technologie také vykazují nižší environmentální dopady z provozu ve srovnání s energetickým využitím.

Jelikož hlavním přispěvatelem k uhlíkové stopě a celkovým environmentálním dopadům je spotřeba elektřiny na zajištění provozu obou technologií, významnou roli bude hrát energetický mix dodavatele elektřiny. Z provedeného předběžného posouzení metodou LCA vyplývá, že až 20% spotřeby elektrické energie zařízení pro termochemický rozklad směsných odpadních plastů může být pokryto vlastní produkcí procesního plynu a jeho spalováním v mikroturbíně.

Výsledky LCA mohou být užitečnými podněty pro proces rozhodování o investicích do výstavby nových technologií na zpracování směsných odpadních plastů. Výsledky této studie budou aktualizovány na základě reálných dat z provozu předmětných technologií.

Práce na projektu je financována z programu Spolupráce – Klastry, OP PIK. Název projektu: „WASTen, z.s. – Kolektivní výzkum“.

² CE Delft. Exploration chemical recycling – Extended summary. 2020.

Sphera Solutions GmbH, BASF. Evaluation of pyrolysis with LCA – 3 case studies. 2020.

KHOO, H. H.: LCA of plastic waste recovery into recycled materials, energy and fuels in Singapore. In Resources, Conservation & Recycling 2019.

Quantis. Life cycle assessment of plastic energy technology for the chemical recycling of mixed plastic waste. 2020.