

Současné toky a zpracování spalitelných odpadů v ČR

Radovan Šomplák, Lenka Szásziová, Veronika Smejkalová, Vlastimír Nevrlý,
Martin Málek, Martin Pavlas, Ústav procesního inženýrství, VUT v Brně. Technická 2,
616 69, Brno Radovan.Somplak@vutbr.cz

Souhrn

Předložený příspěvek představuje výpočtový nástroj, který odhaduje toky vybraných odpadů mezi jednotlivými územními celky (ORP). Výpočty jsou založeny na veřejně dostupných datech, které nástroj analyzuje a doplňuje odhady chybějících nebo nekonzistentních údajů. Z dat VISOH, pokud jsou analyzovány na nižších územních celcích, vyplývá, že podstatná část odpadů se nezpracovává v ORP, ale je pro následné nakládání přepravována do okolních ORP. To současně znemožňuje určit podíl konkrétního typu nakládání (materiálové využití, energetické využití, skládkování, apod.). Aplikace nástroje je prezentována pro spalitelné odpady.

Klíčová slova: spalitelný odpad, energetické využití odpadu, nakládání s odpady, ZEVO, ISOH

1. Úvod

Ministerstvo životního prostředí (MŽP) v roce 2016 předložilo do meziresortního připomínkového řízení návrh změn zákona o odpadech [1]. Ty jsou motivovány zejména implementací nových trendů, které jsou vyžadovány EU. Jedná se o přesměrování toku z nižších stupňů hierarchie nakládání s odpady do preferovanějších způsobů nakládání. Z tohoto důvodu ČR již implementovala do legislativy zákaz skládkování nevyužitelných odpadů od roku 2024. Snahou je maximalizovat materiálové využití vzniklých odpadů. V případě, že odpad nebude možné z technických nebo ekonomických důvodů využít materiálově, měla by být snaha o energetické využití odpadu (EVO).

Změna způsobu nakládání s odpady bude vyžadovat adekvátní přizpůsobení zpracovatelské infrastruktury. POH ČR se zaměřuje výhradně na komunální odpad a jeho složek. Z prognózy materiálově nevyužitelných odpadů (zejména SKO 200301) je odvozována potřebná kapacita zařízení EVO. Vedle komunálních budou zákazem skládkování dotčeny také živnostenské a průmyslové odpady. I pro ně musí existovat dostatečná zpracovatelská kapacita. Pro efektivní plánování dílčích změn odpadového hospodářství (OH) je nezbytné disponovat kvalitními informacemi o současném stavu. Základní informací je množství produkováných odpadů a jejich způsobu nakládání v co možná největším detailu územního členění. Za předpokladu správného vykazování, lze konstatovat, že jsou k dispozici poměrně kvalitní data o produkci a zpracování odpadu v jednotlivých územních celcích. Na druhou stranu, problémem současných databází OH a veřejně dostupných dat je velmi omezená znalost odpadových toků mezi jednotlivými územními celky. Informace o tom, kde je zpracován a jakým způsobem je zpracován odpad vyprodukovaný v dané územní jednotce chybí (nebo má omezenou vypovídající hodnotu).

Cílem předloženého článku je představit výpočtový nástroj, který odhaduje toky mezi jednotlivými územními celky (ORP). Výpočty jsou založeny na veřejně dostupných datech. Jestliže existuje kvalitní odhad přepravovaného množství odpadu, je možné identifikovat i způsob zpracování tohoto toku. To dále umožňuje přibližně identifikovat svozové oblasti jednotlivých zařízení. Další informací, kterou lze získat, je potenciál odpadu z pohledu efektivnějšího nakládání vzhledem k hierarchii nakládání s odpady. Jedna z motivací byl projekt MZP [2], kde se problém objevil. Zde je prezentováno systematické řešení. Cílem je dát ucelenou představu o produkci a způsobu nakládání v jednotlivých ORP, což je klíčová

informace například z pohledu plánování kapacit ZEVO. Z tohoto důvodu bude v tomto příspěvku analyzován spalitelný odpad (SO), jako potenciál pro ZEVO.

2. Produkce a nakládání se spalitelnými odpady

SO byly pro účely tohoto příspěvku definovány jako průnik přijímaných katalogových čísel odpadů do existujících zařízení EVO v roce 2015 v ČR (ZEVO Malešice, SAKO Brno, TERMIZO Liberec). Dále byly SO doplněny o katalogová čísla vhodná pro výrobu paliv, dle metodiky popsané v [2]. Přehled katalogových čísel, která jsou uvažována v tomto příspěvku jako SO, je uveden v tab. 1.

Tab. 1: Seznam uvažovaných SO (zdroj: [4], [5], [6],[2])

Katalogová čísla SO
020103, 020107, 020104, 020304, 020601, 030101, 030105, 030301, 030307, 030308, 040101, 040108, 040209, 040221, 040222, 070213, 090108, 120105, 150101, 150102, 150103, 150105, 150106, 150109, 150203, 160119, 160199, 170201, 170203, 170302, 170604, 180104, 191201, 191204, 191207, 191208, 191210, 191212, 200101, 200110, 200111, 200138, 200139, 200301, 200302, 200303, 200307

Pozn.: Zvýrazněná kat. čísla představují odpady, které jsou potenciálně vhodné pro výrobu paliv z odpadů (zdroj: [2]). Kat. číslo 191210 pak reprezentuje vzniklé palivo z odpadů.

Vyprodukovaný odpad v konkrétním územním celku, se kterým je nutné následně nějakým způsobem naložit, je definovaný následujícími kódy nakládání:

- A00 – produkce, BN30 – zpětný odběr, XN60 – staré zátěže
- XN6 – dovoz odpadu ze státu, který je členským státem EU, XN16 – dovoz odpadu ze státu, který není členským státem EU
- XN50 – vyrovnání inventurního nedostatku

V souladu se způsobem vykazování v ISOH je za písmeno X uvažováno A – vlastní odpad a B – odpad jiného původce. Odpad vzniklý v minulém roce (označeno C) nebyl v analýze uvažován. Takto definovaná produkce je dále v textu souhrnně označena jako P.

Způsoby nakládání s těmito odpady byly rozděleny do šesti skupin, které v zásadě kopírovali rozdělení dle [2], viz tab. 2.

Tab. 2: Zvolené skupiny způsobu nakládání s odpady (zdroj: [3])

Způsob nakládání (T)	Kódy nakládání
Materiálové využití	XR2, XR3, XR4, XR5, XR6, XR7, XR8, XR9, XR10, XR11, XR12, XN1, XN2, XN8, XN10, XN11, XN12, XN13, XN15
Energetické využití	XR1
Odstranění	XD1, XD3, XD4, XD5, XD10, XD12
Export	XN7, XN17
Ostatní	XN5, XN53, XN63, XN9, XN18, úpravy: (XD8, XD9, XD13, XD14, XN14) - BN40

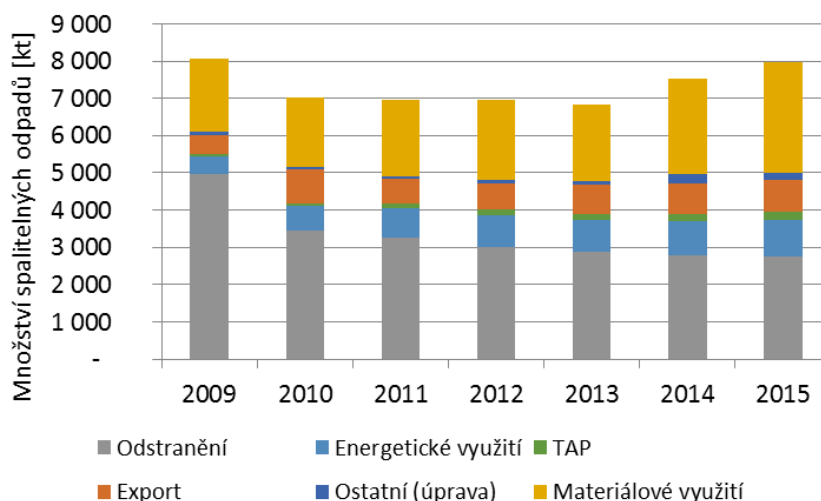
Rozdíl oproti [2] byl následující:

- Kód nakládání XR12 (předúprava odpadů k aplikaci některého z postupů uvedených pod označením XR1 až XR11) je dle dokumentu [3] považován za materiálové využití. Proto není uvažován mezi kódy popisující úpravu (skupina nakládání Ostatní, viz tab. 2).

- V případě kódů nakládání popisujících úpravy odpadů (viz skupina Ostatní v tab. 2), se úpravou změní charakter a označení odpadu. Tato část je vykázána s novým kat. číslem pod kódem nakládání A00. Zbylá část původního odpadu zůstává pod stejným kat. číslem a je vykázán pod kódem BN40. Tato část je odečtena od kódu nakládání popisující úpravy, viz skupina Ostatní v tab. 2.
- Pět skupin v tab. 2 bylo doplněno o využití odpadu pro výrobu tuhého alternativního paliva (TAP). To je dáno produkci kat. čísla 191210 v jednotlivých územních celcích.

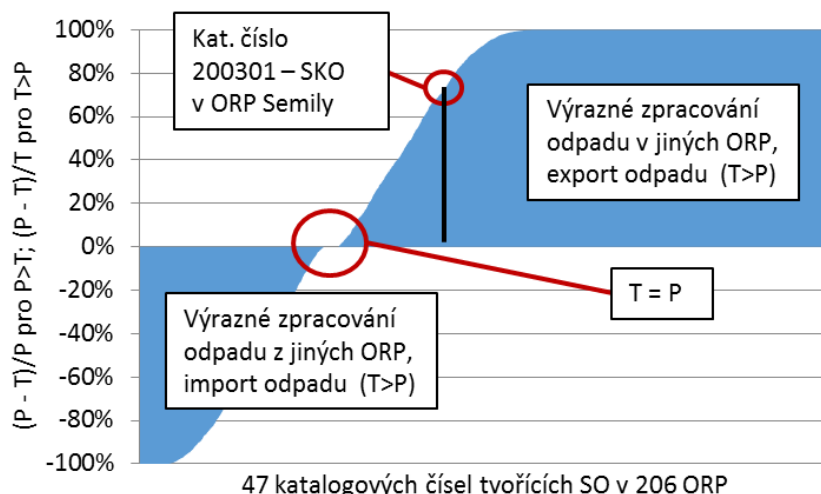
3. Současný stav nakládání se spalitelnými odpady v ČR

Vývoj nakládání se SO v ČR v letech 2009 až 2015, tak jak jej uvádí VISOH, je uveden na obr. 1. Z dat je vidět pozitivní trend snižování množství SO, které se jsou odstraňovány, avšak v posledních letech je již vidět stagnace tohoto množství. Naopak v poslední době roste množství materiálův využívaných SO, což lze považovat za pozitivní trend, a od roku 2013 je zde vidět dokonce prudký nárůst, který koreluje s navýšením celkové produkce SO. To je patrně dáno celkovým zlepšením ekonomické situace, nárůstem průmyslové výroby a doprovodným nárůstem produkce SO, které jsou snadno materiálův využitelné. Naopak SO, které se v současnosti odstraňují, tvoří potenciál pro energetické využití.



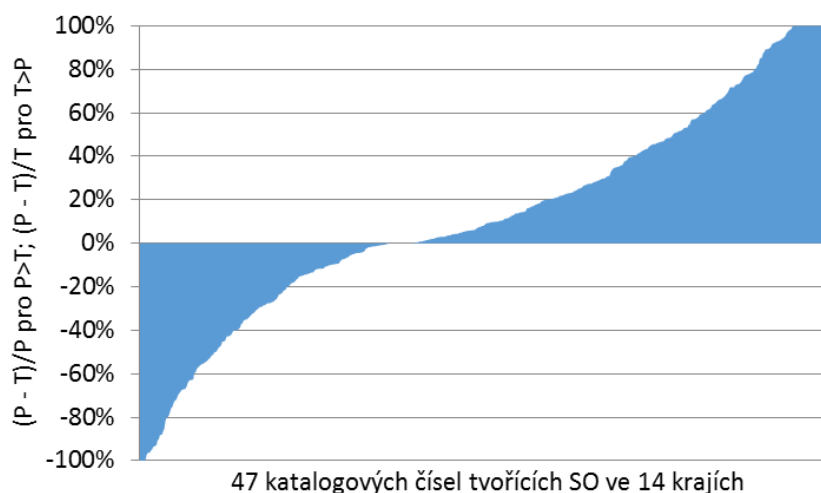
Obr. 1: Nakládání se SO v ČR v letech 2009 až 2015, zdroj: VISOH

Z dat VISOH, pokud jsou dále analyzovány na nižších územních celcích, vyplývá, že většina katalogových čísel tvořících SO se nezpracovává v místě vzniku (v ORP), ale je pro následné nakládání přepravována do okolních ORP. To je dáno existujícím průmyslem nebo technologií, která je schopna daný typ odpadu zpracovat. Bilance pro rok 2015 mezi produkcí (P) a zpracováním (součet všech uvažovaných druhů nakládání - T) pro všechny katalogová čísla ve všech ORP (řádově 6300 hodnot) je uvedena v obr. 2. Jako konkrétní příklad je uvedeno jedno katalogové číslo 200301 (SKO) v ORP Semily. Data jsou seřazena vzestupně. Záporné hodnoty v obr. 2 znamenají, že je odpad v ORP zpracováván ve větším množství, než je produkce. Naopak kladné hodnoty v pravé části grafu znamená, že je odpad přepraven k zpracování mimo ORP. Z výsledků (obr. 2) je zřejmé, že pouze nepatrná část odpadů je ve stejném množství v jednom ORP produkována a zároveň zpracována. Limitní hodnoty jsou plus a minus sto procent. Plus 100 % znamená, že byl všechen odpad zpracován mimo ORP producenta a minus 100 % znamená, že vykazovaný typ odpadu, který je zpracováván, není vůbec v ORP produkována (vše je dovezeno z jiných ORP).



Obr. 2: Poměr produkce a zpracování katalogových čísel odpadu v ORP, zdroj: VUT na základě zpracování dat VISOH

Obdobný výsledek je patrný i pro agregovaná data na úrovni kraje, viz obr. 3. Na krajských datech je vidět výrazně vyšší územní samostatnost, tj. rozdíl mezi produkcí a zpracováním konkrétního kat. čísla v kraji je mnohem menší, než tomu bylo u ORP (obr. 2). To je dáno snahou nepřevážet odpad na dlouhé a tím minimalizovat náklady na dopravu. Ze stejného důvodu je vyhledávaná možnost odpad zpracovat v okolních ORP, není-li to možné v místě produkce. Rozdíl mezi produkcí a zpracováním v jednotlivých krajích je tedy dán převážně ORP na hranicích krajů.



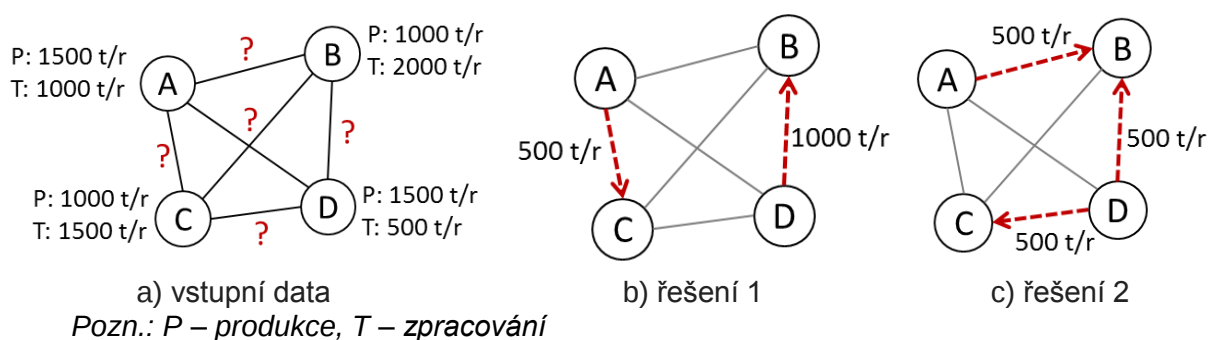
Obr. 3: Poměr produkce a zpracování katalogových čísel odpadu v krajích, zdroj: VUT na základě zpracování dat VISOH

4. Přeprava spalitelných odpadů

V případě bilance nakládání se SO pro menší územní celky vzniká nesoulad mezi produkcí (P) a zpracováním (T), viz obr. 1 a schematicky v obr. 4 a). Z tohoto důvodu je zřejmé, že je SO přepravován mezi jednotlivými ORP. V případě přepravy SO je analýza

výrazně komplikovanější, než pro produkci a nakládání. Kódy popisující předání a převzetí odpadu nejsou podrobeny úpravám při zpracovávání pracovní databáze ISOH (viz kap. 1). Z toho důvodu byl autory příspěvku vyvinut přístup pro rekonstrukci toku odpadů na území ČR, popř. jednotlivých krajů založený na optimalizační srovnávací úloze. Předpokládá se, že odpad je zpracováván v blízkosti své produkce. Předpoklad současně reflektuje princip minimalizace dopravních nákladů na dopravu odpadů. Výjimka může nastat v případě diametrálních rozdílů v ceně za zpracování odpadu na trhu. Lze ale očekávat, že takové situace ale v ČR nastávají spíše v omezené míře, především pro katalogová čísla a producenty s nízkým vyprodukovaným množstvím odpadu.

Předpokladem uvedeného přístupu je minimalizace přepravních vzdáleností SO při současném zachování produkovaného a zpracovaného množství odpadu v jednotlivých ORP. Motivační ukázka je uvedena na obr. 4. Na obr. 4 a) je zmíněn počáteční stav, je známa produkce a zpracování v každém uzlu. Situace tedy odpovídá dostupným informacím z VISOH, ale také ISOH. Vpravo na obr. 4 b) a c) jsou uvedeny dvě z mnoha možných variant přepravy odpadů tak, aby byla splněna požadovaná bilance produkce (P) a zpracování (T). Jednotlivá řešení se budou lišit dopravovaným množstvím a pokud model doplníme o konkrétní informace o vzdálenostech mezi uzly, lze určit jednu variantu přepravy odpadů, kdy bude dosažena minimální přepravní vzdálenost a tedy i minimální cena (viz obr. 4 c)).



Obr. 4: Motivační příklad různých řešení splňujících bilanci v uzlu lišících se přepravou odpadů

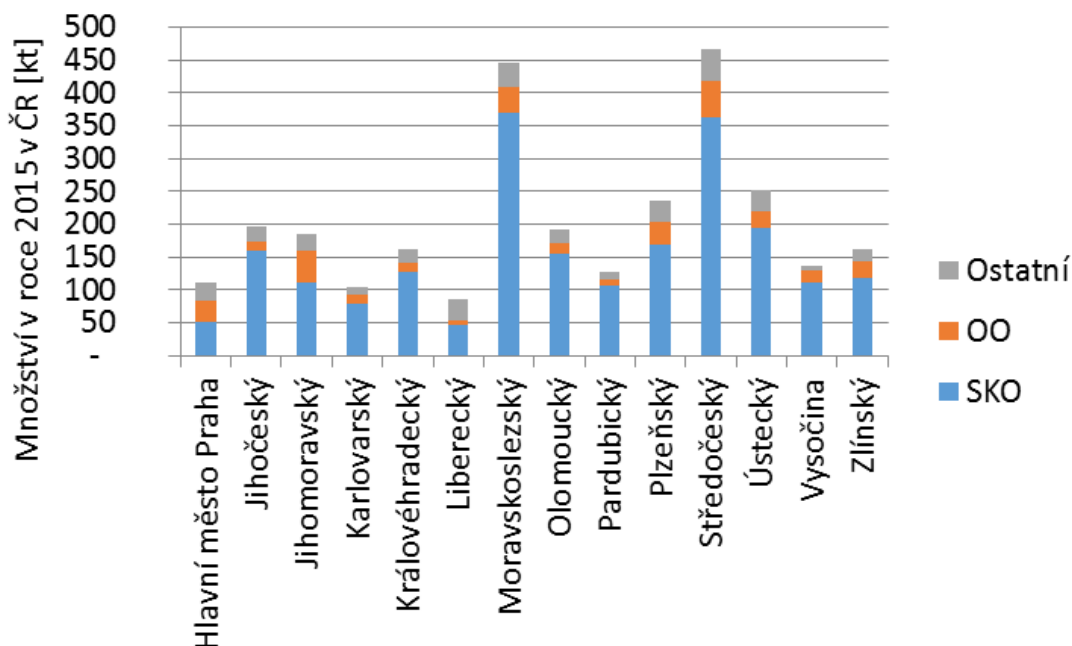
5. Potenciál spalitelných odpadů pro EVO na úrovni krajů na základě dat 2015

Potenciál SO pro EVO lze definovat jako část produkce v územním celku, která se dnes materiálově nevyužívá. Vzhledem k značným rozdílům mezi P a T na úrovni krajů a zejména ORP, je stanovení takového potenciálu možné až na základě znalosti přepravované množství mezi jednotlivými ORP. V případě SO pro EVO byla primární pozornost zaměřena na odpady, které byly odstraněny. Výsledky výpočtu musely splnit hmotnostní bilanci pro všechny uvažované způsoby nakládání, viz kap. 2. Výsledkem byl odhad podílu způsobu nakládání pro produkce ve všech uzlech, včetně dopravních toků, tj. určení místa zpracování.

Dle očekávání je pro zařízení EVO nejvýznamnějším typem odpadu směsný komunální odpad (SKO - kat. č. 200301), který tvoří v současnosti přibližně 90 % všech odpadů přijímaných v existujících zařízeních EVO v ČR. Dalším podstatným typem SO je z pohledu potenciálu pro zařízení EVO odpad objemný (OO - kat. č. 200307). Ostatní kat. čísla reprezentují v tomto ohledu zanedbatelná množství.

Současný poměr návozu jednotlivých druhů odpadů je však ovlivněn nedostatkem zpracovatelských kapacit v zařízeních EVO a možností skládkovat průmyslový SO s relativně vysokou energetickou hodnotou. V případě zákazu skládkování využitelných odpadů v roce 2024 budou tvořit průmyslové odpady nezanedbatelný hmotnostní tok, který bude hledat novou koncovku svého využití. Preferováno by mělo být jejich energetické využití. Z pohledu nakládání tvořilo v ČR v roce 2015 potenciál pro navýšení EVO asi o 350 tis. tun průmyslových odpadů, což představuje přibližně 13 % z celkového množství SO v hodných pro EVO, které jsou v současnosti odstraňovány (celkem 2767 tis. tun).

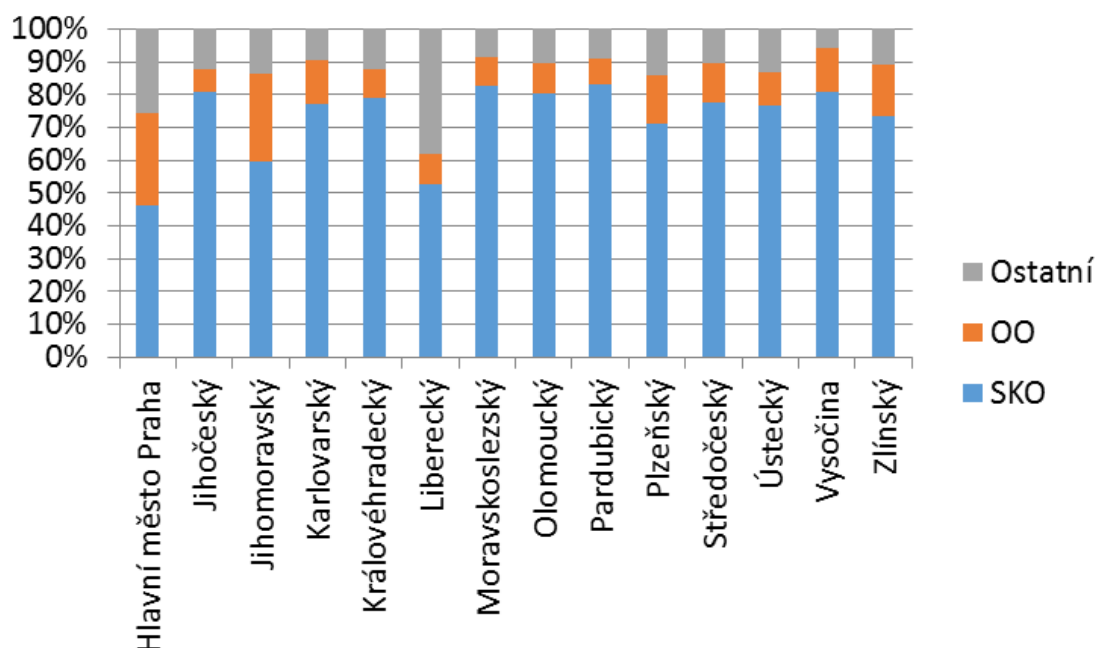
Výsledné potenciály pro navýšení EVO (nad rámec současných kapacit EVO) agregovaných na úrovni krajů v roce 2015 jsou uvedeny na obr. 5.



Obr. 5: Potenciál SO pro navýšení energetické využití v roce 2015 v ČR (množství preferována pro EVO nad rámec současných kapacit EVO, bez ZEVO Chotíkov), zdroj: VUT na základě komplexního výpočtu

Procentuální vyjádření hlavních typů SO je zobrazeno na obr. 6. Z výsledků je patrný nízký poměr SKO v krajích, kde existuje zařízení EVO. Nicméně z obr. 5 je také vidět potenciál v Jihomoravském kraji přes 100 tis. tun SKO pro EVO. To podporuje úvahy o možném navýšení kapacity o jeden kotel v SAKO Brno. Do výsledků není zohledněna výstavba ZEVO Chotíkov, nové zařízení EVO se promítne až v datech za rok 2016. Dále není zohledněn pokles potenciálu v důsledku předpokládaného nárůstu separace komunálních odpadů. Dle provedené prognózy, by tento pokles na úrovni ČR mohl činit cca 250 tis tun¹.

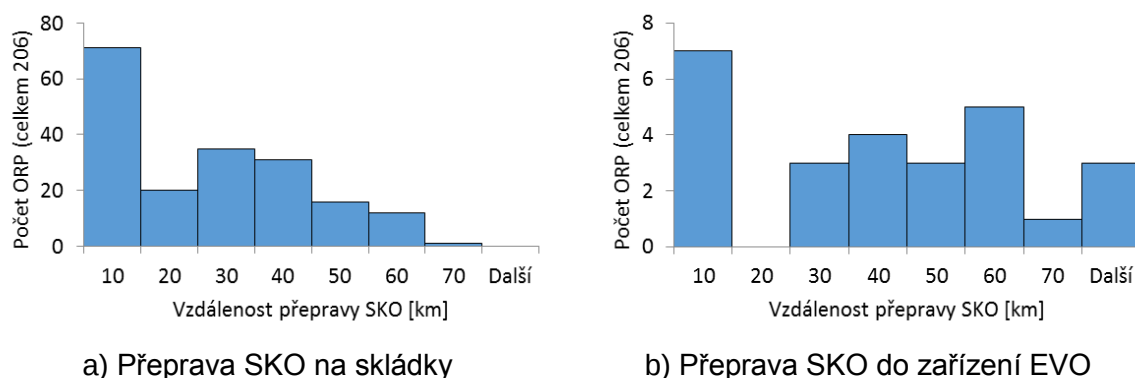
¹ Výzkumný projekt č. TE02000236 "Waste-to-Energy (WTE) Competence Centre", hlavní řešitel VUT v Brně, Ústav procesního inženýrství, období řešení 2014 až 2018



Obr. 6: Procentuální vyjádření potenciálu hlavních složek SO pro navýšení energetické využití v roce 2015 v ČR, zdroj: VUT na základě komplexního výpočtu

6. Odhad dopravních vzdáleností přepravovaných SO

Provedené analýzy dále umožňují hodnotit dopravu a náklady s tím spojené. V této části příspěvku jsou proto prezentovány výsledky přepravních vzdáleností. Z důvodu značného rozsahu budou prezentovány pouze výstupy za nakládání typu odstranění a energetické využití. Z pohledu SKO jde o převládající způsob nakládání (v roce 2015 se jednalo o 93 % z celkové produkce). Na základě výpočtů lze konstatovat, že přibližně třetina všech ORP svázela všechny SKO na skládku v rámci ORP, případně do zařízení EVO v ORP (viz první sloupce se vzdáleností do 10 km v obr. 7 a) a b)). Na obr. 7 b) jsou uvedeny i ORP, které vykazují energetické využití mimo zařízení EVO, jedná se však o minoritní množství z celkově vykazovaného nakládání pod kódem XR1. V některých případech byl tok SKO z jednoho ORP rozdělen do více míst konečného zpracování. V takovém případě byla přepravní vzdálenost stanovena na základě váženého průměru. Ukázka histogramu pro přepravní vzdálenosti pro jednotlivé ORP je uvedena na obr. 7.

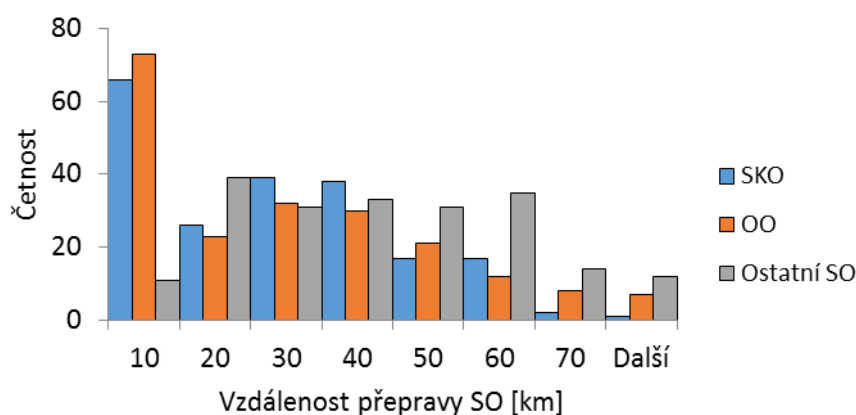


Obr. 7: Vzdálenost přepravy SKO pro ORP, zdroj: VUT na základě komplexního výpočtu

Z obr. 7 je patrný významný rozdíl v dopravních vzdálenostech mezi SKO, které končí na skládkách a množstvím, které je energeticky využito. V průměru jsou do zařízení EVO dopravní vzdálenosti přibližně o 15 km delší, než na skládky. Rozdíl je poměrně nízký z důvodu existence zařízení EVO ve velkých městech, kde je produkováána podstatná část odpadu zpracovaného v těchto zařízeních.

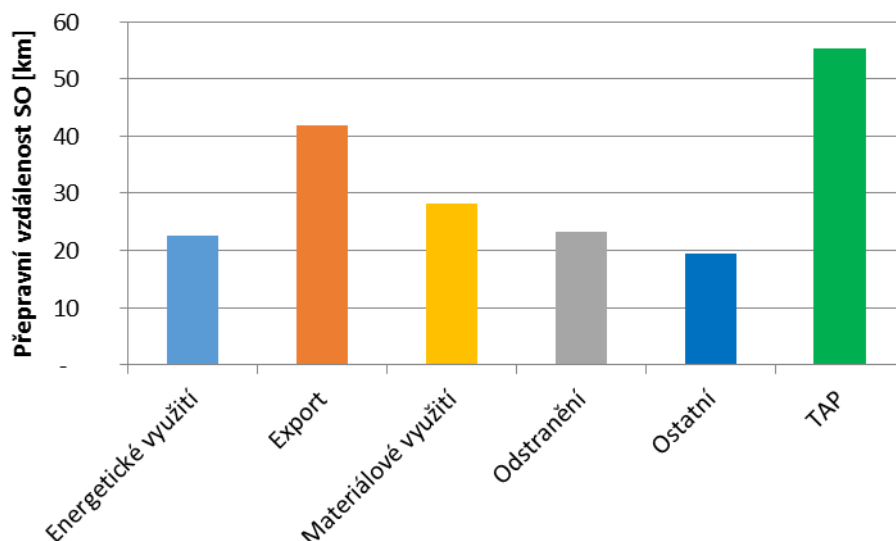
Celkově přes 80 % ORP přepravuje SKO do 40 km. Přitom více než polovina ORP již dnes přepravuje odpad na vzdálenost delší než 20 km. To je dáno především dopravou v rámci daného ORP, kdy skládky jsou převážně situovány mimo městskou zástavbu (tj. mimo místa produkce většiny hodnocených odpadů). Pouze minoritní část ORP přepravuje SKO na delší vzdálenosti.

Obdobně byly analyzovány i OO a ostatní kat. čísla SO, viz obr. 8. I zde se jedná pouze o kódy nakládání spojené s odstraněním a energetickým využitím. Výsledky pro OO vykazují přibližně stejné vlastnosti jako SKO. U ostatních SO, tzn. u SO produkováných zejména průmyslovým sektorem jsou dopravní vzdálenosti významně vyšší (viz obr. 8 – Ostatní SO).



Obr. 8: Vzdálenost přepravy SO pro ORP, zdroj: VUT na základě komplexního výpočtu

Analýza přepravní vzdálenosti byla provedena i pro jednotlivé způsoby nakládání se SO. Dílčí výsledky jsou zobrazeny v obr. 9. Opět se jedná o vážený průměr vzdáleností. Celkově lze konstatovat, že mezi energetickým využitím, odstraněním a ostatní (zohledňují především úpravy odpadů) není z pohledu přepravních vzdáleností významný rozdíl. U materiálového využití jsou již vzdálenosti viditelně vyšší (přes 20% navýšení). Výraznější dopravní vzdálenosti byly identifikovány u SO, který byly následně exportovány, v průměru přes 40 km. Zde jsou cílovým regionem ORP, které vykazaly kódy nakládání související s exportem z ČR. Tzn., že jde pouze o přepravu do místa (ORP), kde byla pravděpodobně provedena nějaká úprava spojená s vlastnostmi odpadu nebo s efektivitou následného transportu (slisování) a následně byl odpad odvezen na velké vzdálenosti mimo ČR, v některých případech dokonce i mimo EU. Nejvýraznější dopravní vzdálenosti, v provedené analýze, vykazoval SO, který byl přepravován za účelem výroby TAP.



Obr. 9: Průměrné přepravní vzdálenosti pro uvažované typy nakládání s SO v ČR, zdroj: VUT na základě komplexního výpočtu

7. Závěr

Příspěvek představil výpočtový nástroj pro odhad toku odpadů mezi producenty a zpracovateli založený na dopravní úloze, ve které se předpokládá přeprava na co možná minimální vzdálenosti. Zároveň musí výsledek splňovat základní bilanci produkce a nakládání, které jsou vykazovány v databázi VISOH. Výpočet byl proveden na agregovaných datech pro územní jednotky ORP.

Praktický přínos použití nástroje byl demonstrován na odpadovém toku označeném „spalitelný odpad“. Jedná se o materiálově nevyužitelný odpad vhodný pro energetické využití. Čísla dle katalogu odpadů byla zařazena na základě chemicko-fyzikálních vlastností a zejména dle seznamů přijímaných odpadů v existujících zařízeních pro energetické využití v ČR. Jedním z cílů příspěvku byl odhad potenciálu spalitelných odpadů pro potencionální nová zařízení EVO. Zde byl identifikován potenciál přibližně 2,86 mil. tun spalitelných odpadů v roce 2015 nad rámec současného množství energeticky využívaných odpadů. Z toho představoval hlavní tok směsný komunální odpad SKO, asi 2,15 mil. tun. Potenciál byl určen i pro nižší územní celky kraje a ORP, přičemž se zohlednila současná úroveň materiálového využití a transport mezi ORP. To bylo podstatné zejména pro spalitelné odpady z průmyslové sféry, proto se druhá část analýzy týkala přepravy odpadů. Byly identifikovány možné toky odpadu mezi jednotlivými ORP, konkrétně se jedná o agregovaná data mezi původci a zpracovateli z předmětných ORP. Převážná část směsných komunálních a objemných odpadů je dnes přepravována do 50 km, přičemž průměr byl okolo 25 km. Jedná se o vzdálenost k místu, kde je vykázána operace jejich nakládání. Skutečná vzdálenost přepravy odpadů může být tvořena součtem více dopravních cest (způsobů nakládání). Z celkového množství těchto odpadů byla velká část (přibližně třetina) zpracována v ORP vzniku. V případě průmyslových odpadů byly dopravní vzdálenosti o poznání vyšší, v průměru okolo 40 km.

Pro všechny spalitelné odpady, které byly uloženy na skládku nebo odvezeny pro energetické využití, byly průměrné dopravní vzdálenosti mírně přes 20 km. Pro ostatní formy

nakládání (kde je nejvýznamnější materiálové využití) byly odpady v průměru přepravovány na vyšší vzdálenosti i přes 50 km jako v případě výroby TAP.

V budoucnu bude tendence omezovat skládkování SO (zákaz skládkování využitelných odpadů od roku 2024). SO budou muset být využity jiným způsobem. Preferováno je EVO a bude nutná výstavba několika projektů EVO. V kontextu výše uvedeného je nutné očekávat výrazné zvýšení průměrných dopravních vzdáleností. Představený nástroj umožňuje sledovat změny v dopravních tocích odpadu a porovnávat je s budoucím stavem, který je vynucen omezováním skládkování.

Budoucí výhled je možné simulovat pomocí výpočtového nástroje NERUDA, viz [7]. Současné aktivity rozvoje nástroje NERUDA směřují k rozšíření výpočtů o environmentální aspekty tak, aby mohly být zohledněny i výše zmíněné negativní dopady dopravy na delší vzdálenosti. Dílčí výsledky ukazují, že nárůst dopravní vzdálenosti je akceptovatelný vzhledem k zřejmým environmentálním přínosům energetického využití ve srovnání s pouhým odstraněním.

Poděkování

Příspěvek vznikl za podpory poskytnuté MŠMT v rámci Národního programu udržitelnosti I (Projekt LO1202) a za podpory Technologické agentury České republiky v rámci výzkumného projektu TAČR č. TE02000236 "Waste-to-Energy (WTE) Competence Centre".

Literatura

- [1] Zákon č. 185/2001 Sb. Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů. Sbírka zákonů České republiky, část šestá, § 39 a 40. Dostupný také z <http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf>, [12. 2. 2017].
- [2] Stieber Michal, Hybler Martina, Vakrman Tomáš. Návrh optimální sítě zařízení k nakládání s odpady v rámci celé ČR včetně stanovení potřebných kapacit těchto zařízení ve všech krajích. Dokument 1.1.1 Analýza stávající sítě v krajích a v ČR. Dostupné z http://www.mzp.cz/cz/projekty_po8_opzp_2007_2013, [12. 2. 2017].
- [3] Vejnar Pavel, Gabriela Buda Šepeřová, Eva Horáková, Tomáš Čejchan, Petr Grusman. Matematické vyjádření „Soustavy indikátorů OH“ v souladu s vyhláškou č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. Praha, 2015. Dostupné z http://www.mzp.cz/cz/matematicke_vyjadreni_indikatoru_2015, [12. 2. 2017].
- [4] ZEVO Malešice. Ceník energetického využití odpadu od 1.1.2016, Dostupné z http://www.psas.cz/psas/assets/File/cenik_zevo_ofi_2016_1.pdf, [12. 2. 2017].
- [5] TERMIZO Liberec. Seznam přijímaných odpadů. Dostupné z http://tmz.mvv.cz/wp-content/uploads/2014/09/Seznam_odpadu.pdf, [12. 2. 2017].
- [6] SAKO Brno. Seznam přijímaných odpadů. Dostupné z <http://www.sako.cz/stranka/cz/259/seznam-prijimanych-odpadu>, [12. 2. 2017].
- [7] Martin Pavlas, Radovan Šomplák. Predikování budoucích nákladů za zpracování odpadů s využitím nástroje NERUDA. In *Sborník konference*. Praha: CEMC, 2015. s. 1-11.