

Návrh optimální sítě zařízení pro nakládání se spalitelnými nebezpečnými odpady

Radovan Šomplák¹, Jiří Kropáč¹, Martin Pavlas¹, Michal Stieber², Martina Hýbler²

¹Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav procesního inženýrství, Technická 2, 602 00 Brno;

²EY Česká Republika, Na Florenci 2116/15, 110 00 Praha 1 – Nové Město;

e-mail: somplak@upei.fme.vutbr.cz;

Souhrn

Pro bezpečné a ekologicky šetrné nakládání s nebezpečnými odpady (NO) je nutné zajištění potřebné infrastruktury. Byla vytvořena prognóza produkce cca 300 katalogových čísel NO. Na základě současného stavu v ČR je výpočtově zpracován návrh optimální sítě zaměřený na způsoby nakládání s NO, které dnes nejsou dostatečně využívány (materiálově nebo energeticky). Preferovaným způsobem nakládání je odstranění termickým zpracováním, dále je uvažováno se stabilizací a skládkou NO.

Klíčová slova: Nebezpečný odpad, termické zpracování, stabilizace odpadu, NERUDA

1. Úvod

Kolektiv autorů tohoto příspěvku se v roce 2015 podílel na řešení rozsáhlého projektu pro MŽP „Příprava podkladů pro oblast podpory odpadového hospodářství 2014-2020“. Jedním z dílčích výstupů projektu je provedení návrhu optimální sítě zařízení k nakládání s vybranými odpady (sub-toky) v rámci ČR včetně stanovení potřebných kapacit těchto zařízení ve všech krajích. Přístup použitý řešiteli plně respektoval principy hierarchie nakládání s odpadem a sledoval všechny významné skupiny odpadů vznikající na území ČR, např. materiálově využitelné odpady, biologicky rozložitelné odpady, separované složky komunálních odpadů nebo i odpady vystupující z jednotek pro zpracování odpadu (kaly, struska, popílek, ...).

V poslední době je velká pozornost širší odborné veřejnosti věnována zbytkovým odpadům (směsný komunální odpad – SKO), ale velký význam má v odpadovém hospodářství i nakládání s nebezpečným odpadem (NO), např. environmentální rizika jsou v případě NO velmi výrazná. Proto i NO byla věnována značná pozornost v rámci celého projektu.

Celkem bylo do analýzy zahrnuto 300 katalogových čísel NO evidovaných v ČR, které byly sdruženy do skupin. Vzhledem k fyzikální povaze lze v zásadě definovat tři typy NO:

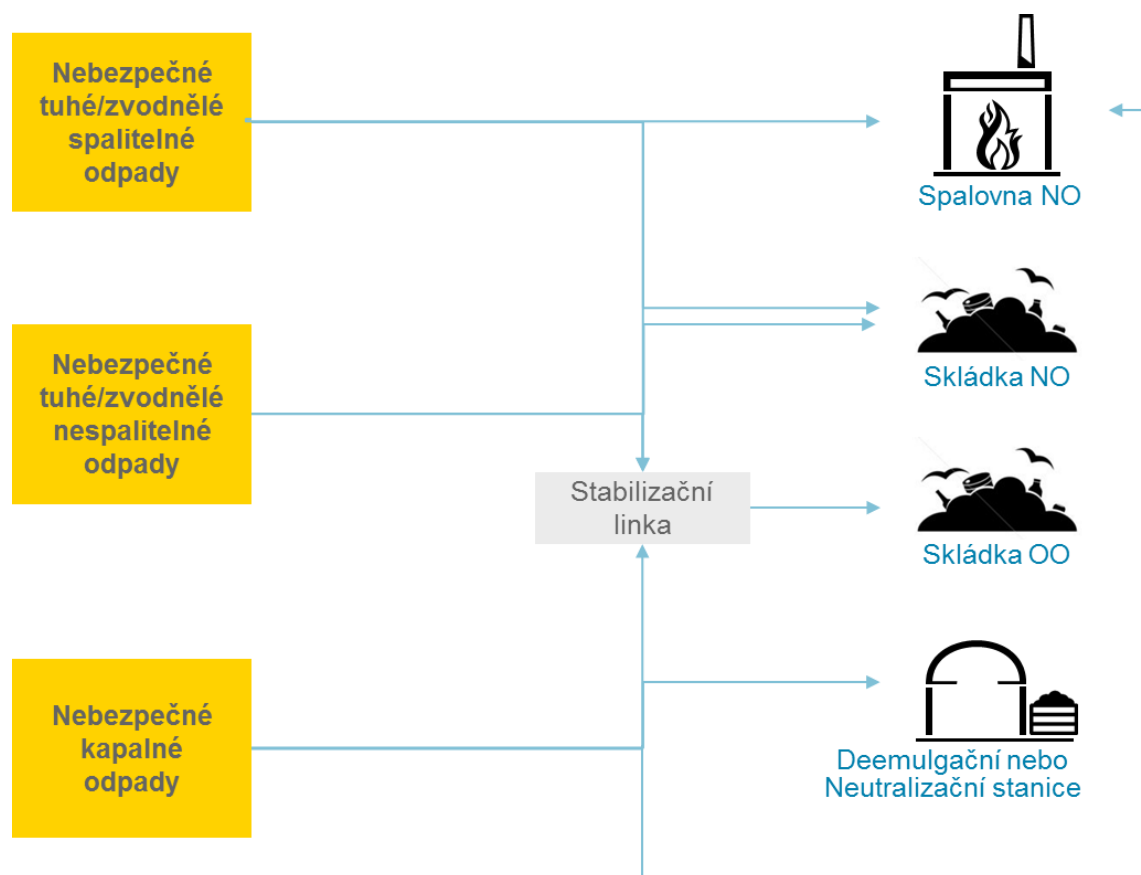
- Tuhé nebo zvodnělé spalitelné.
- Tuhé nebo zvodnělé nespalitelné.
- Kapalně odpady.

Ve vazbě na reálný tok odpadů do a ze zařízení určených k zpracování NO pak bylo definováno 6 skupin (sub-toků). Uvažované sub-toky jsou charakterizovány možným způsobem zpracování (typem zařízení) a jejich rozdělení vypadá následovně (pořadí ve výpisu skupin je v souladu s preferencí zohledňující dopad na životní prostředí):

- Spalovna nebo skládka NO (158 katalogových čísel).
- Stabilizační linka nebo skládka NO (121 katalogových čísel).
- Spalovna NO, stabilizační linka nebo skládka NO (21 katalogových čísel).
- Neutralizační stanice nebo stabilizační linka (32 katalogových čísel).
- Deemulgační stanice (9 katalogových čísel).
- Deemulgační stanice nebo stabilizační linka (2 katalogová čísla).

V tomto článku je předveden návrh optimální sítě zpracovatelských kapacit NO, který vychází a navazuje na prognózy a analýzy provedené v rámci komplexní optimalizační úlohy projektu pro MŽP (blíže viz souběžně vznikající příspěvek Šomplák et al., 2016 [1]).

V případě nebezpečných odpadů (NO) se návrh optimální sítě zaměřuje na způsoby nakládání, které všechny spadají do stupně „odstranění“ (viz Obr. 1). Z environmentálního hlediska je nejvhodnějším postupem termické zpracování na spalovně NO, dalšími možnostmi jsou stabilizace s následným uložením stabilizátu na skládce OO (ostatní odpad, nikoliv nebezpečný) a přímé skládkování NO.



Obr. 1 Základní schéma možných způsobů zpracování jednotlivých typů NO

Preferovaným způsobem pro zpracování spalitelných NO je termické zpracování s následným využitím uvolněného tepla. V případě NO se vzhledem k použité technologii bude jednat dominantně o odstranění odpadů, získat status „energetické využití odpadu“ je z technologického hlediska problematické. Důvodem je značná spotřeba přídavného paliva. Pouze ve výjimečných případech v důsledku specifických provozních režimů se termické zpracování NO může přiblížit parametrům energetického využití, jak popisuje např. příspěvek [2], který se detailně věnoval problematice kategorizace spaloven NO.

U kapalných NO, které by měly být zpracovány v deemulgačních a neutralizačních stanicích, byla identifikována dostatečná kapacita. Do těchto technologií jsou mimo kapalně odpady přijímány i tzv. „odpadní vody“ s kterými je nakládáno v režimu zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), čímž tento hmotnostní tok nevstupuje do evidence a hlášení o odpadech. Z tohoto důvodu tedy nevstupuje ani do výpočtu nakládání s NO a není předmětem článku.

Další speciální skupinou odpadů, které nejsou blíže prezentovány v tomto článku, je nemocniční odpad, pro který v současné době existuje fungující infrastruktura zpracování ve spalovnách.

Vzhledem k omezenému rozsahu příspěvku, jsou v tomto článku prezentovány pouze dílčí výsledky projektu, které se týkají spalitelných NO. S ohledem na výše uvedené rozdělení se jedná o sub-toky, které lze souhrnně označit jako odpady vhodné pro zpracování ve spalovně nebezpečných odpadů, a dále odpady vhodné pro stabilizaci, protože část spalitelných NO může být zpracována i stabilizací. Sub-toky představující spalitelné nebo stabilizovatelné nebezpečné odpady tedy jsou:

- Spalovna nebo skládka NO (158 katalogových čísel).
- Spalovna NO, stabilizační linka nebo skládka NO (21 katalogových čísel).
- Stabilizační linka nebo skládka NO (121 katalogových čísel).

Výpočtový systém NERUDA

Systém NERUDA je označení pro logistickou transportní svozovou úlohu pro simulaci toku odpadu na vymezeném území. Vzhledem k obecně složitým vazbám v oblasti odpadového hospodářství se pak jedná o komplexní úlohu – intuicí obtížně řešitelnou. Oddělené posuzování jednotlivých projektů vytržených z kontextu okolí bez respektování vzájemných interakcí mezi projekty může vést k chybným závěrům a nerealistickým výstupům z úlohy. V takové situaci je nutné disponovat sofistikovaným výpočtovým nástrojem, který umožňuje simulovat toky odpadu při zahrnutí konkurenčních podmínek trhu. Úlohy pro území ČR jsou zpracovány na bázi obcí s rozšířenou působností (ORP) – území ČR je tedy rozděleno do 206 uzlů. Hrany grafu představují reálnou dopravní síť mezi jednotlivými ORP. Tvorba nástroje NERUDA a možnosti jeho využití jsou blíže popsány např. v publikacích [3] až [5].

Výpočtové jádro nástroje je sestaveno v software GAMS (software pro výpočet optimalizačních úloh) a čerpá z datových souborů, např.:

- Model silniční infrastruktury.
- Model železniční infrastruktury.
- Model produkce odpadu v jednotlivých ORP.
- Model parametrů (vlastností) odpadu v jednotlivých ORP.
- Výstupy z výpočtových technicko-ekonomických modelů zpracovatelských jednotek (Zpracovatelské, produkční a ekonomické možnosti uvažovaných technologických jednotek, např. termického zpracování, překládací stanice, dopravy odpadu, skládky. Souhrnným výsledkem je automatizovaný výpočet ceny na bráně zařízení pro různé vstupní parametry.).

Analýza vedoucí k návrhu optimální sítě zařízení pro nakládání s NO zahrnovala:

- Prognózu produkce vybraných skupin NO na úrovni ORP.
- Prognózu využití zpracovatelských kapacit.
- Výpočet dopravní logistické úlohy.

Technologie termického zpracování NO

Zařízení bývají navržena pro spalování pevného i kapalného odpadu a obvykle jsou určena k odstranění celé řady katalogových čísel odpadů. Jednotky jsou označovány jako spalovny nebezpečného, průmyslového anebo nemocničního odpadu. Výhřevnost spalovaných odpadů se pohybuje v rozmezí cca 15 až 20 MJ/kg. Přesto je vedení procesu termické likvidace NO prakticky vždy spojeno s nezanedbatelnou spotřebou přídatného paliva pro dosažení legislativou předepsaných teplotních podmínek. Primárním účelem termického zpracování NO, tedy spaloven nebezpečného, průmyslového a nemocničního odpadu, proto zůstává odstranění problematických odpadů. Vlastní produkce energie může pouze snižovat provozní náklady a externí spotřebu energie [2].

Základní technologické řešení spaloven odpadů sestává jednak z dvoustupňového spalování za legislativně stanovených podmínek (použitelné jsou i pyrolýzní postupy), ze systému využití tepelného obsahu vzniklých spalin a z bloku čištění spalin. Konkrétní technologické řešení spalovny může mít řadu modifikací dle požadavků provozovatele. Různá bývají např. provedení předeřhřevu spalovacích vzduchů a napájecí vody, typ turbíny, nebo provozní teploty v různých částech spalinového vedení. Řada spaloven, zejména nižších zpracovatelských výkonů, využívá tepelný obsah spalin k ohřevu cirkulující

vody pro krytí potřeb technologie nebo lokální otopy budov. Energetický obsah spalin lze s výhodou využít k produkci tepelné a elektrické energie prostřednictvím výroby syté nebo přehřáté páry. Vzhledem k faktu, že existující spalovny průmyslových a nebezpečných odpadů v podmínkách ČR jsou ve velké míře provozovány v rámci průmyslových podniků, existují podmínky pro značnou propojenost mezi energetikou spalovny a závodní energetikou [2].

Stabilizační (solidifikační) linka

Stabilizace odpadů je úprava založená na změně fyzikálních a/nebo chemických vlastností odpadů doprovázená změnou zařazení do kategorie odpadu. Při stabilizaci dochází k homogenizaci odpadů s vhodnými pojivy, dalšími přísadami a vodou a následnou změnou fyzikálních a chemických vlastností odpadu vstupujícího do procesu. Obdobnou technologií, při níž ale nedochází ke změně kategorie odpadu, je solidifikace.

Úprava je u některých druhů odpadů vyžadována právním předpisem. U některých odpadů je jejím cílem splnění požadavků pro přijetí odpadu na skládku příslušné skupiny. Hlavním cílem stabilizace (solidifikace) je trvalé snížení mobility škodlivých látek obsažených v upravovaných odpadech před jejich odstraněním na skládce.

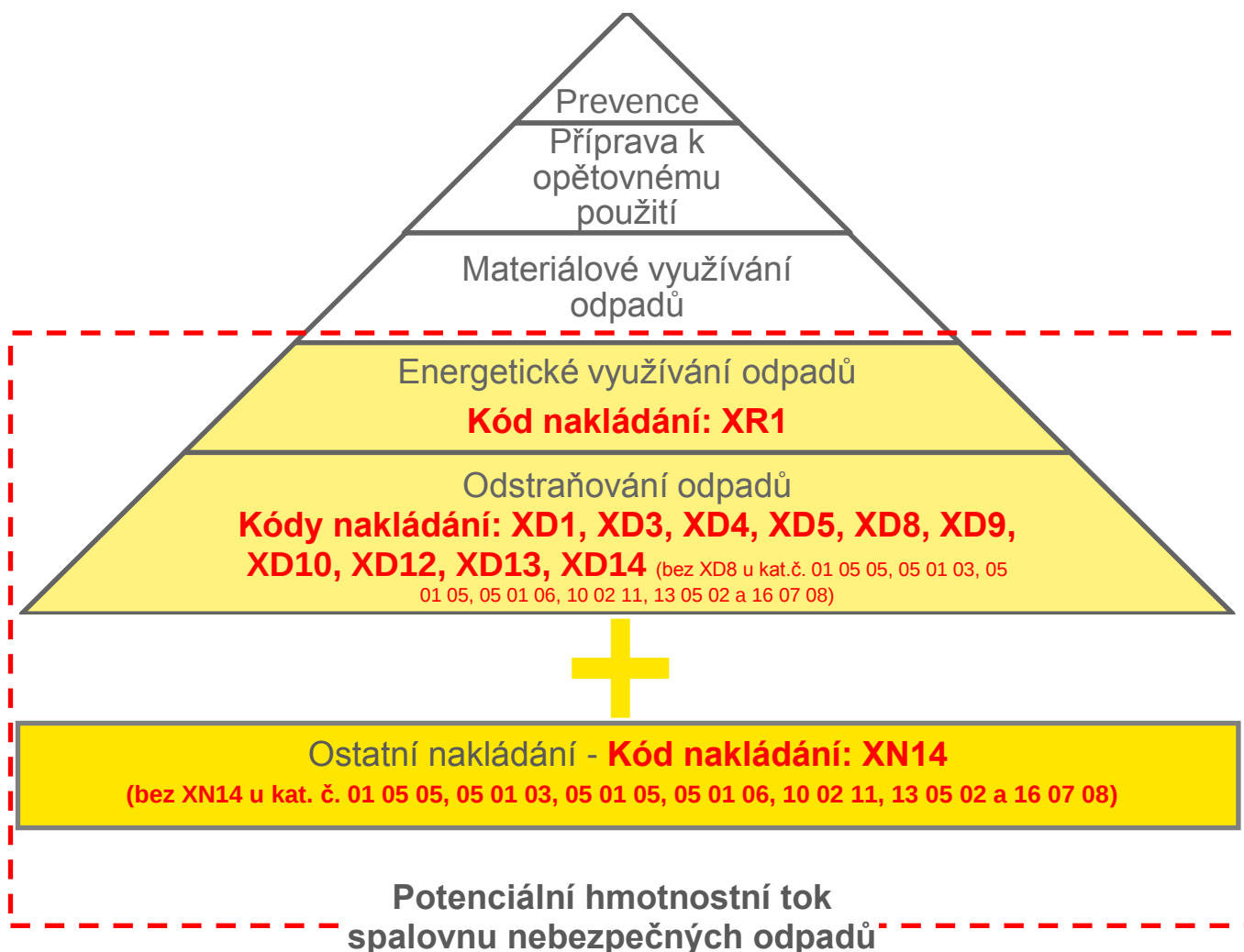
Skládka NO

Skládky jsou koncovým zařízením pro odstranění nebezpečných odpadů, pokud odpady splňují kvalitativní ukazatele pro přijetí odpadu na skupinu skládek označovaných jako S-NO (skládky nebezpečných odpadů). Technické požadavky na skládky a podmínky jejich provozu jsou stanoveny ve vyhlášce č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů. Postup při přijetí odpadu na skládku je stanoven v Příloze č. 1 k vyhlášce č. 294/2005 Sb.

2. Prognóza vybraných skupin NO

V této části příspěvek sumarizuje dílčí výsledky prognózy zpracované v rámci výše zmíněného projektu MŽP. Při prognózování vývoje produkce spalitelných NO, které vstupují do výpočtu dle obr. 1., je potřeba zohlednit, že významná část produkce se dnes materiálově využívá, tzn. je zpracována hierarchicky lepším způsobem. V případě sledovaných sub-toků NO (viz níže) je předmětem návrh kapacitního řešení infrastruktury, která spadá pouze do kategorie „odstranění“. Podíl vznikajících využívaných NO je pro vstup do výpočtů odečten. Níže je definovaný potenciál produkce NO vhodný pro zpracování na sledovaných jednotkách, který odpovídá množství vstupující do optimalizace, viz Obr. 2. Jako příklad postupu, kdy dochází k využití NO, je v Tab. 1 uveden přehled množství NO zpracovaného na cementárnách.

Celkový potenciální historický hmotnostní tok v letech 2009-2013 pro zařízení spalovna nebezpečných odpadů je u sledovaných katalogových čísel NO definován v databázi VISOH především kódy způsobu nakládání XD1, XD3, XD4, XD5, XD8, XD9, XD10, XD12, XD13, XD14, XN14 a XR1. Výjimkou jsou kat. č. 01 05 05, 05 01 03, 05 01 05, 05 01 06, 10 02 11, 13 05 02 a 16 07 08, u kterých nejsou zahrnuty kódy způsobu nakládání XD8 a XN14.



Obr. 2 Definice potenciálního hmotnostního toku vstupujících katalogových čísel do spalovny nebezpečných odpadů v kontextu platné hierarchie

Název kraje	Počet zařízení	Roční kapacita cementářenských provozů [t]	Množství NO evidovaných kódem XR1 2011 až 2013 [t]
Hlavní město Praha	1	88 000	-
Ústecký kraj	1	100 000	26 442
Pardubický kraj	1	85 000	132
Jihomoravský kraj	1	115 000	51
Olomoucký kraj	1	50 000	-
Celkem	5	438 000	26 625

Tab. 1 Kapacity cementářenských provozů a množství NO zpracovaných pod kódem XR1 na cementárnách, zdroj: VISOH

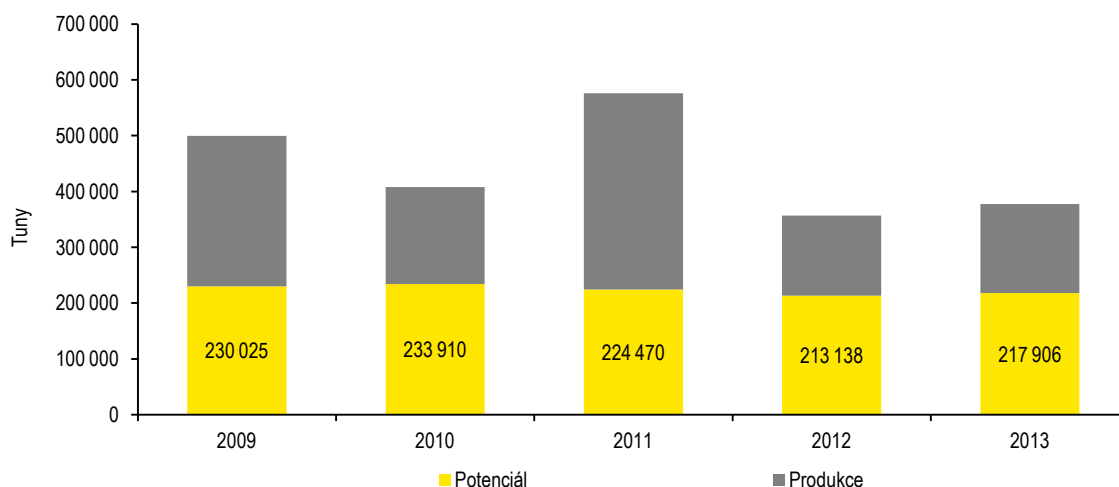
Vývoj produkce spalitelných NO

NO, které budou zpracovávány lepším způsobem v rámci hierarchie, nejsou zahrnuty do výpočtu optimální sítě nakládání s NO. Množství vstupující do optimalizace („Optimalizace“ v odrážkách níže) je tedy určeno jako produkce odpadu v regionu („Produkce“ v odrážkách níže), která je snížena o tzv. nakládání hierarchicky lepším způsobem („Mimo výpočet“ v odrážkách níže). Produkce odpadů, které by měly být svým charakterem primárně odstraněny ve spalovnách NO, bude v roce 2020 asi 145 kt/rok (výstup z prognózy produkce NO). Další potenciál přibližně 75 kt/rok tvoří skupina odpadů vhodných ke zpracování ve spalovnách NO nebo stabilizačních linkách.

Do prognózy vstupovaly pro jednotlivá katalogová čísla, resp. sub-toky, tyto časové řady z let 2009 až 2013:

- Produkce = dostupné množství dle prognózy produkce NO (odpovídá metodice prognózy prezentované v souběžně vznikajícím příspěvku Šomplák et al., 2016 [1]).
- Mimo výpočet = množství, které bylo zpracováno vyšším stupněm v rámci hierarchie nakládání s odpady (většinou materiálové využití).
- Optimalizace = potenciální množství zpracované předmětným způsobem nakládání s odpady.

V současnosti je dostupná celková kapacita v existujících spalovnách NO přibližně 90 kt/r. Nejlépe řešitelnou možností je podpora rozšiřování kapacit u existujících spaloven NO. Další možností je obnova již uzavřených provozů.



Obr. 3 Historický vývoj produkce a potenciální hmotnostní tok spalitelných nebezpečných odpadů, zdroj: VISOH

Katalogové skupiny NO zahrnuté do výpočtu – sub-toky

Pro každou skupinu (sub-tok) byl vytvořen výhled produkce pro rok 2020. Detailní popis způsobu prognózování produkce odpadů je uveden v souběžně vznikajícím příspěvku [1]. Každá časová řada byla prognózována na základě analýzy trendu pro různé územní celky (ORP, kraj, ČR) a následně vybilancována pro zajištění konzistence prognóz pro různé územní celky (více viz [1]). Dále bylo zajištěno, aby se celková produkce rovnala součtu všech způsobů nakládání. Výsledné hodnoty dostupné produkce a možného zpracování NO v ČR pro rok 2020 jsou uvedeny v Tab. 2. Výsledné

hodnoty NO vstupující do optimalizace a možného zpracování NO v krajích ČR pro rok 2020 jsou uvedeny v Tab. 3.

	Produkce [t/r]		Mimo výpočet [t/r] (hierarchicky lepší způsob nakládání (viz Obr. 2))		Vstup do optimalizace [t/r]	
	2013	2020	2013	2020	2013	2020
Spalovna nebo skládka NO	365 725	396 583	215 788	249 703	149 937	146 880
Stabilizace nebo skládka NO	951 886	888 926	774 952	744 943	176 934	143 983
Spalovna, stabilizace nebo skládka NO	187 231	220 875	119 262	145 917	67 968	74 958
Deemulgace	116 504	125 717	7 472	7 500	109 032	118 217
Stabilizace nebo deemulgace	31 106	34 563	781	753	30 325	33 810
Stabilizace nebo neutralizace	34 465	21 668	4 460	4 260	30 004	17 408
Celkem	1 686 917	1 688 332	1 122 715	1 153 076	564 200	535 256

Tab. 2 Sub-toky NO - produkce a množství odpadu pro optimalizaci

NO pro optimalizaci v roce 2020 [t/r]	Spalovna nebo skládka NO [t/r]	Stabilizace nebo skládka NO [t/r]	Spalovna, stabilizace nebo skládka NO [t/r]	Deemulgace [t/r]	Stabilizace nebo deemulgace [t/r]	Stabilizace nebo neutralizace [t/r]
Jihočeský	7 026	1 928	2 542	8 308	6 743	452
Jihomoravský	11 334	11 302	5 213	7 121	2 068	736
Karlovarský	4 701	0	853	864	0	0
Královéhradecký	9 588	2 194	2 621	5 921	888	211
Liberecký	5 811	7 643	3 897	16 896	3 597	3 458
Moravskoslezský	18 189	49 112	3 610	13 276	2 837	857
Olomoucký	8 039	806	2 334	8 355	363	84
Pardubický	12 167	8 462	1 838	6 181	2 329	1 868
Plzeňský	6 177	5 144	2 262	5 803	1 229	680
Středočeský	21 251	16 211	9 667	9 472	8 161	2 994
Ústecký	15 776	18 309	33 771	10 953	1 700	4 167
Vysočina	5 895	10 851	1 827	13 551	2 758	445
Zlínský	8 154	7 123	1 600	5 205	760	1 456
Hlavní město Praha	12 773	4 898	2 925	6 310	377	0
Celkem	146 880	143 977	74 950	118 210	33 810	17 404

Tab. 3 Sub-toky NO – množství odpadu pro optimalizaci v jednotlivých krajích

3. Struktura a okrajové podmínky výpočtu

Analýza a následný návrh sítě, která je předmětem článku, vychází z těchto předpokladů:

- Pořadí vhodnosti jednotlivých zpracovatelských postupů vychází z očekávaných environmentálních dopadů. Zařízení budou vzájemně zvýhodněna v tomto pořadí:
 - I. Spalovna NO.
 - II. Stabilizační linka.
 - III. Skládka NO.
- Mezi zařízeními stejného typu budou rozhodovat ekonomická kritéria (dopravní náklady).
- Pořadí zařízení na základě environmentálních dopadů bude platit pouze v případě svozové vzdálenosti do 100 km. Cílem je zpracovávat NO v regionu, kde byl vyprodukován. Vzdálenost 100 km je dostatečná pro zpracování v daném, případně sousedním, kraji. Vzdálenost 100 km přibližně odpovídá průměrné vzdálenosti krajských měst.

V České republice bylo celkem identifikováno 25 spaloven NO (včetně spaloven přijímajících primárně odpad ze zdravotnictví). Přehled spaloven NO dle krajů a kapacit je uveden v přehledu v Tab. 4, jejich rozložení v rámci ČR ukazuje Obr. 4, a to včetně rozlišení na spalovny zdravotnického a spalovny nebezpečného odpadu. Ve výpočtu bylo uvažováno s výstupem reziduí (popílku) ze spalovny NO. To bylo stanoveno na 5 % vstupního toku odpadu (popílek plus přídavná aditiva). Tento výstup bylo nutné odvést na stabilizační linku před konečným odstraněním.

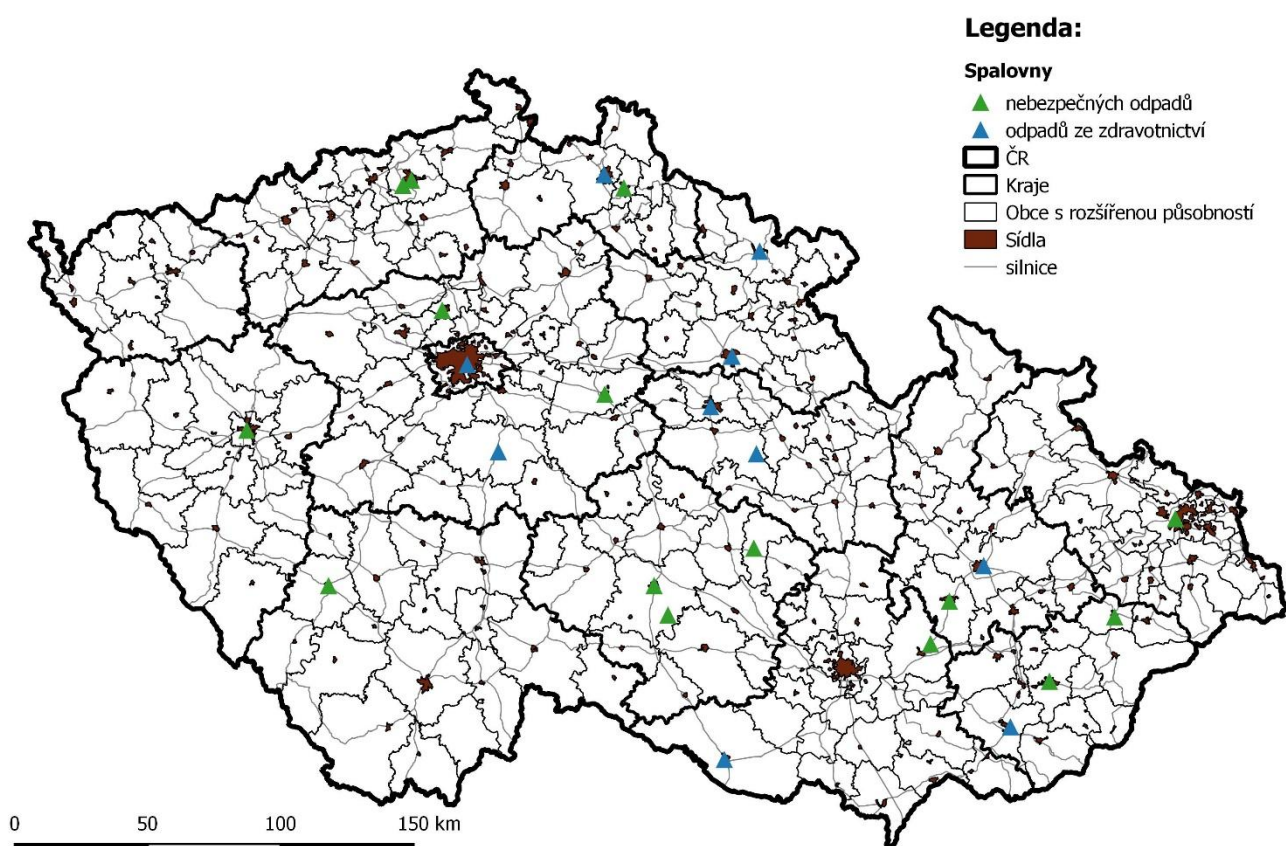
V České republice bylo identifikováno 23 stabilizačních a solidifikačních linek s celkovou kapacitou 193 kt přijatých odpadů za rok. V některých případech nebyla kapacita zařízení k dispozici, nebyla pro zařízení stanovena nebo byla uvedena v jiných jednotkách, např. t/hod, m³/hod.

Skládky NO nebyly uvažovány ve výpočtu z důvodu dostatečných kapacit u zařízení s vyšším stupněm v hierarchii nakládání s odpady, respektive vyšší environmentální vhodností (pro tyto toky lze využít spalovnu NO nebo stabilizaci a následně skládku OO).

Náklady na zpracování odpadů nehrály do svozové vzdálenosti 100 km žádnou roli. Výpočetní nástroj hledal varianty, které jsou nejvíce v souladu s preferencí jednotlivých způsobů nakládání (viz základní struktura výpočtu uvedená výše). Náklady na zpracování hrály roli až při svozové vzdálenosti nad 100 km. U všech zařízení byly nastaveny průměrné náklady na zpracování odpadu podle jejich typu.

Název kraje	Spalovny NO Roční kapacita [t]	Stabilizační linky Roční kapacita [t]
Hlavní město Praha		
Středočeský kraj	14 500	60 000
Jihočeský kraj	1 500	1 000
Plzeňský kraj	2 500	7 000
Ústecký kraj	21 000	159 300
Liberecký kraj	2 600	38 000
Královéhradecký kraj	2 000	58 600
Pardubický kraj	1 500	
Kraj Vysočina	3 194	3 650
Jihomoravský kraj	4 020	
Olomoucký kraj	4 950	
Zlínský kraj	14 720	
Moravskoslezský kraj	21 200	21 800
Celkem	93 684	349 350

Tab. 4 Celková kapacita zpracovatelských jednotek NO pro jednotlivé kraje v ČR, zdroj: Krajské Úřady (KÚ), databáze IPPC, ČHMÚ, vlastní šetření autorů



Obr. 4 Spalovny nebezpečných a zdravotnických odpadů v ČR, zdroj: Krajské Úřady (KÚ), databáze IPPC, ČHMÚ, vlastní šetření autorů

4. Výsledky analýzy

Protože předběžná analýza dostatečnosti sítě nakládání s NO (porovnání současných kapacit zařízení z Tab. 4 a potenciálů z Tab. 3) ukázala, že pro některé sub-toky je síť nedostatečná, bylo cílem výpočtů určit lokalizaci a rozsah potřebných kapacit. Vzhledem k obtížím, které doprovázejí povolování nových projektů, je ve výpočtech preferováno rozšíření kapacit současných lokalit. Výstavba nových projektů je s ohledem na legislativu a nevoli ze strany občanů velmi obtížná. Povolené kapacity jsou pro účely prognózy navyšovány v různých scénářích. Navýšené kapacity jsou značeny jako výpočtové. Uvažované scénáře ve výpočtu byly následující:

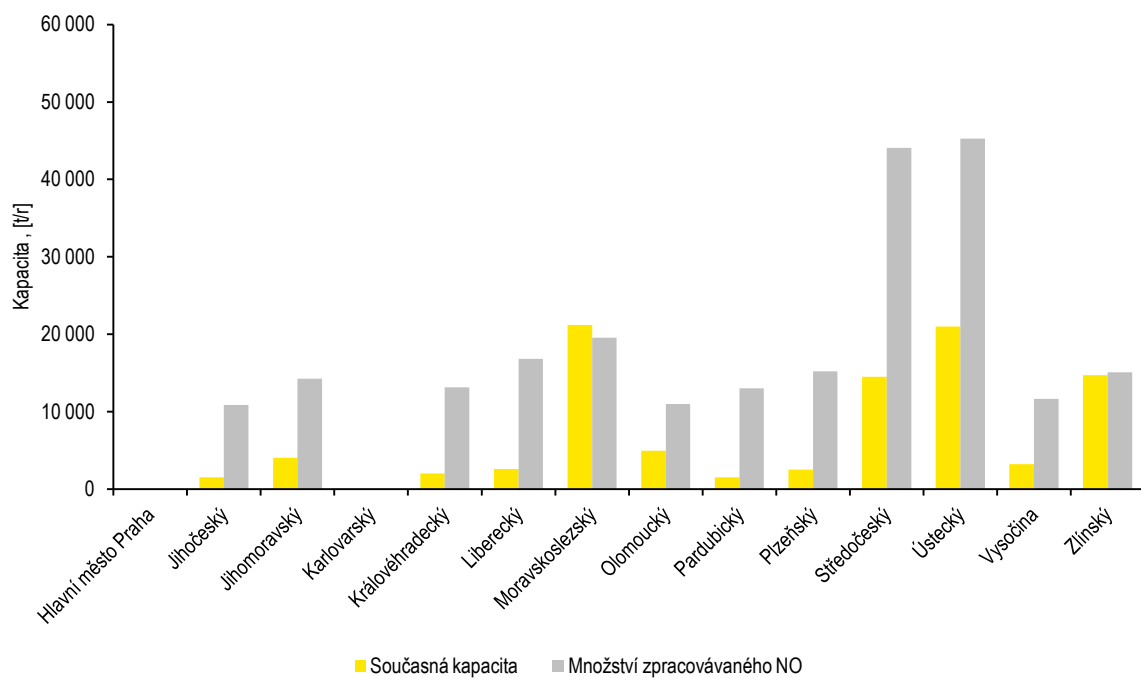
- Scénář preferující termické zpracování NO – stonásobné zvýšení kapacit všech zařízení oproti hodnotám dle KÚ (v podstatě se jedná o neomezené kapacity spaloven a stabilizace a hledání optimální varianty).
- Scénář odpovídající nedostatečným kapacitám spaloven NO – dvojnásobné zvýšení kapacit spaloven NO oproti hodnotám dle KÚ, kapacity ostatních zařízení na původních hodnotách dle KÚ.

V souladu s vymezením prognózy jsou posouzeny výsledné hmotnostní toky určené pro zpracování na spalovně nebo stabilizační lince, a to pro scénáře popsané v předchozí části textu. Nejprve jsou porovnány současné kapacity, tedy hodnoty dle Krajských úřadů, výpočtové kapacity, tedy současné kapacity navýšené pro účely optimalizace v jednotlivých scénářích, a množství zpracovávaného NO, tedy doporučená kapacita zařízení dle výsledků optimalizace. Následně graficky znázorněny regiony s dopravní vzdáleností vyšší 100 km a graficky je znázorněno i rozložení dopravních vzdáleností z místa produkce (jednotlivé ORP).

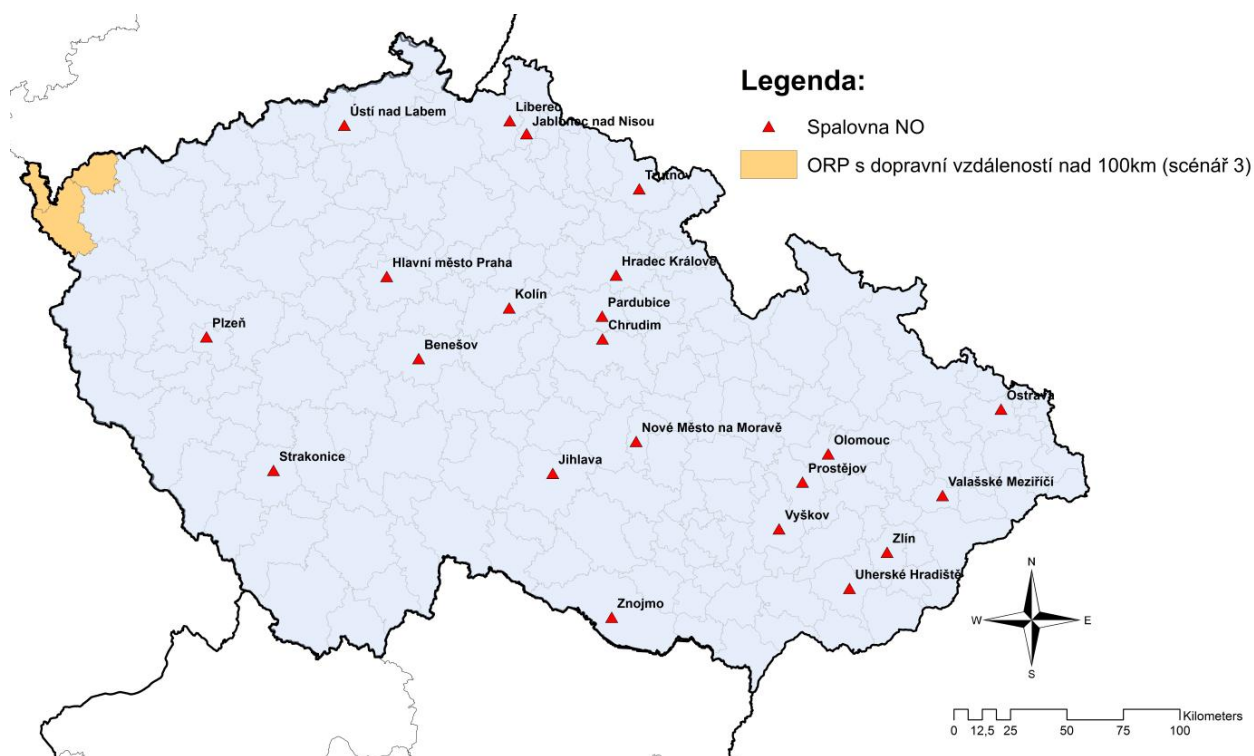
Scénář preferující termické zpracování

Níže jsou uvedeny výsledky scénáře, kdy byla dostupná kapacita neomezená. V tomto případě o místě zpracování vyprodukovaného množství rozhodovala především dopravní vzdálenost. Nejprve jsou předvedeny výstupy pro spalovny NO, následují výsledky pro stabilizační linky.

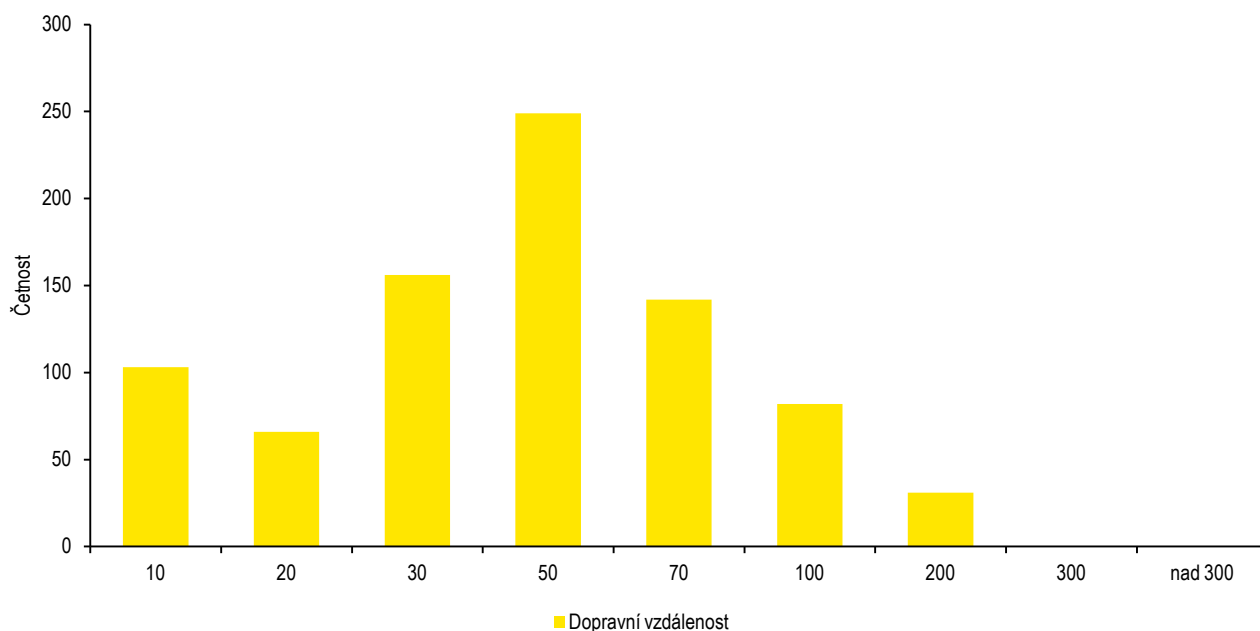
Výsledky scénáře identifikovaly kraje, kde je současná zpracovatelská kapacita spaloven NO téměř optimálně nastavena. Jedná se o kraj Moravskoslezský a Zlínský kraj. Ve všech ostatních krajích se zdá kapacita nedostatečná a bylo by vhodné jí zvýšit. Ve většině případů několikanásobně (viz Obr. 5). Mapa na Obr. 6 ukazuje, že v případě scénáře neomezených kapacit existuje dopravní vzdálenost vyšší než 100 km pouze v západní části Karlovarského kraje, který nedisponuje žádnou spalovnou NO. Celkové rozložení dopravních vzdáleností z míst produkce (jednotlivé ORP) ukazuje průměrnou dopravní vzdálenost cca 50 km (viz Obr. 7).



Obr. 5 Výsledné návozy odpadu do spaloven NO (scénář preferující termické zpracování – 100x navýšení všech současných kapacit)

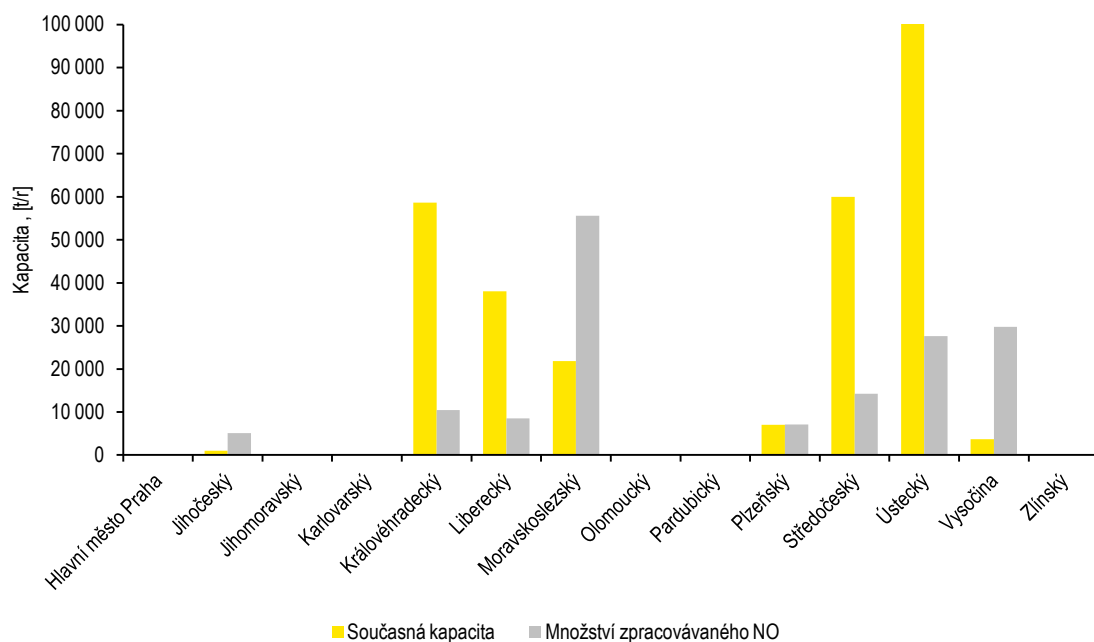


Obr. 6 Oblasti s dopravní vzdáleností NO do spaloven NO větší než 100 km (scénář preferující termické zpracování – 100x navýšení všech současných kapacit)



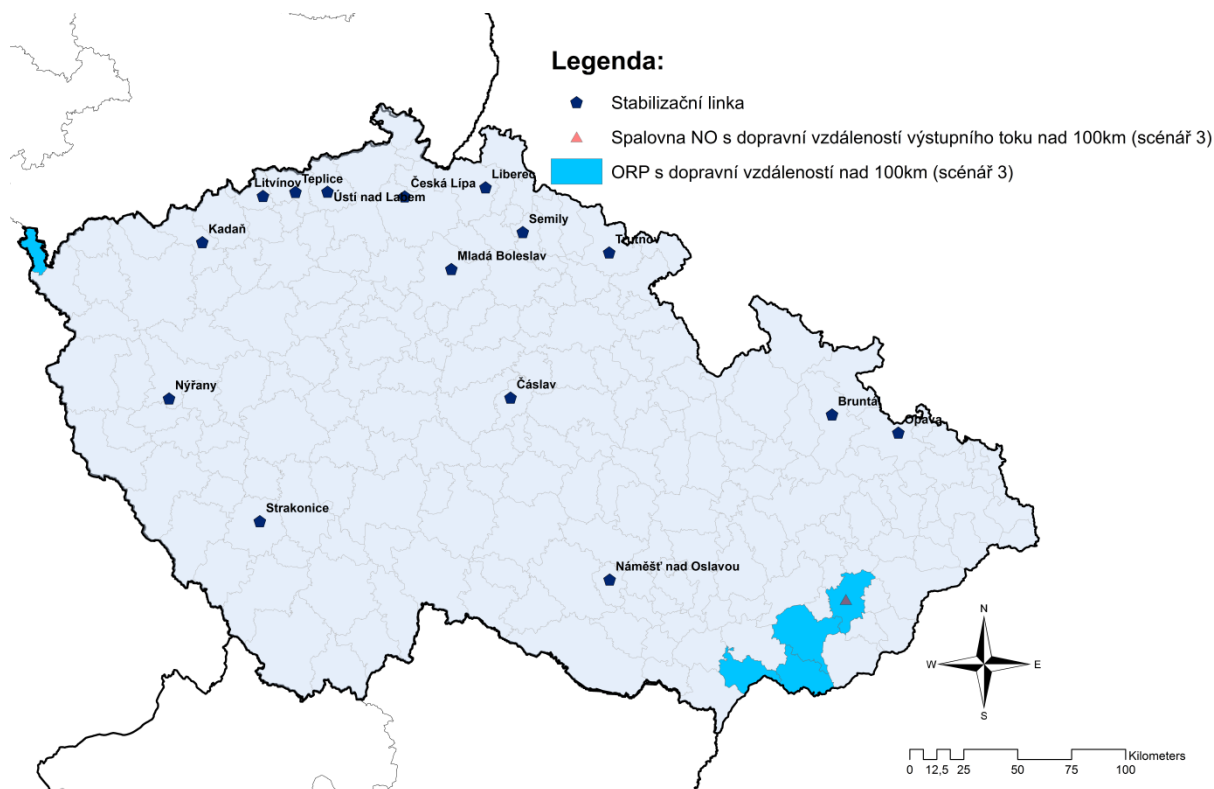
Obr. 7 Histogram vzdáleností dopravy odpadů do zařízení pro nakládání s NO (scénář preferující termické zpracování – 100x navýšení všech současných kapacit)

Vytížení stabilizačních linek ukazují následující ilustrace, ve kterých jsou výsledné hodnoty ovlivněny preferencí environmentálně vhodnějšího spalování. Při scénáři s uvolněním kapacit se bude spalitelný a současně stabilizovatelný NO spalovat. Současná kapacita stabilizačních linek by v takovém případě byla v podstatě dostatečná, v některých případech až „předimenzovaná“ (viz graf na Obr. 8). Největší problém v případě stabilizačních linek je identifikován v Moravskoslezském kraji a kraji Vysočina. Obr. 9 ukazuje, že v tomto případě existují velké dopravní vzdálenosti nad 100 km pouze na území ORP Aš a v části Jihomoravského a Zlínského kraje.



Pozn.: Osa y je z důvodu přehlednosti grafu omezena na 100 000 t/r. Existující kapacita stabilizačních linek v Ústeckém kraji činí 159 kt/r.

Obr. 8 Výsledné návozy odpadu do stabilizačních linek (scénář 3 – 100x navýšení současných kapacit)



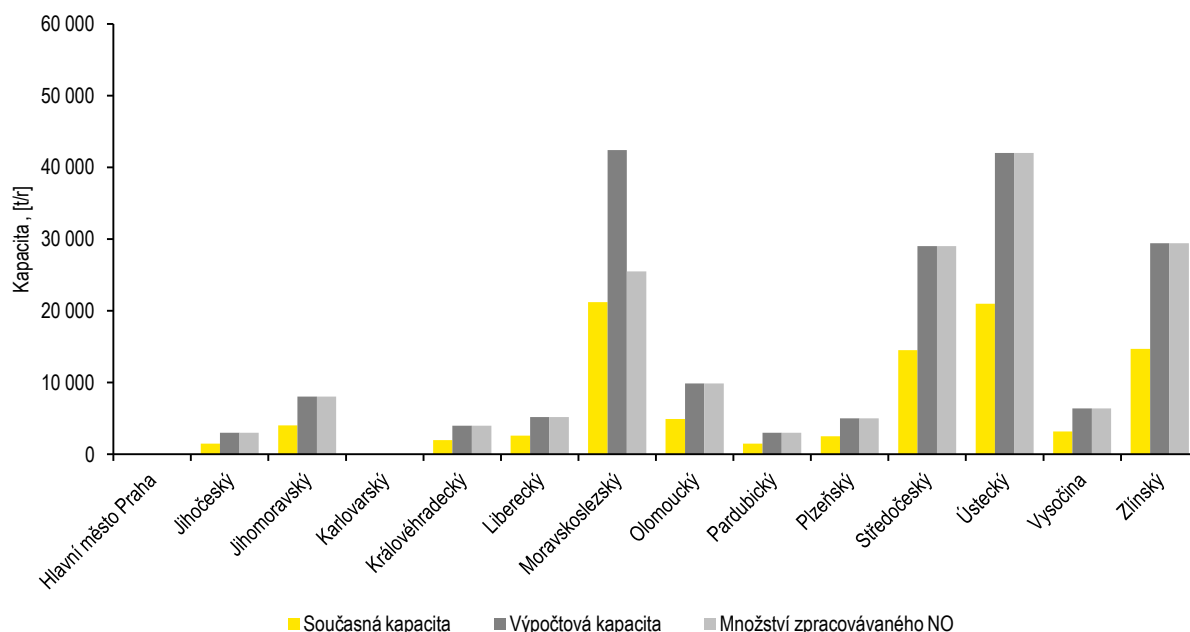
Obr. 9 Oblasti s dopravní vzdáleností NO do stabilizačních linek větší než 100 km (scénář 3 – 100x navýšení současných kapacit)

Scénář částečného zvýšení kapacit spaloven a zvýšeného významu stabilizace

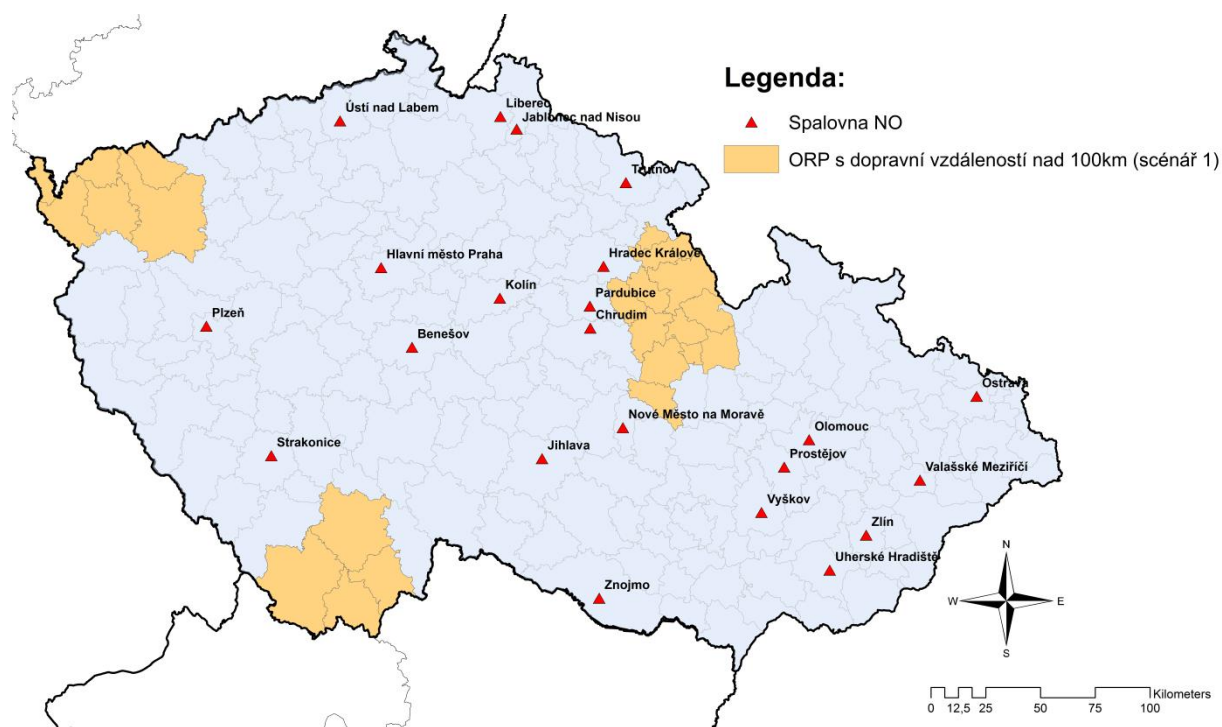
Výsledky předchozího scénáře předpokládají několikanásobné navyšování současných kapacit spaloven NO. Ve skutečnosti je výstavba nebo rozšíření spalovny NO náročný úkol, v některých případech i problém. Proto jsou níže předvedeny další výsledky reprezentující omezenou, i když oproti současnosti dvojnásobnou, výpočtovou kapacitu spaloven NO v lokalitách současných provozů. Nejprve jsou předvedeny výstupy pro spalovny NO, následují výsledky pro stabilizační linky.

Přestože byly kapacity u spaloven NO i pro tento scénář výpočtově navýšeny (na dvojnásobek), lze z výsledků vyčíst kapacitní deficit. Pro téměř všechny kraje došlo k maximálnímu možnému využití výpočtových kapacit. Pouze v případě Moravskoslezského kraje nebyla výpočtová kapacita zcela využita. Celkový návoz do spaloven v Moravskoslezském kraji činil asi 25,5 kt/r. Současná kapacita je deklarována na 21,2 kt/r. Tato skutečnost je pravděpodobně dána nedostatečnými kapacitami v ostatních krajích, což má za následek dovoz NO do Moravskoslezského kraje. Výsledné návozy NO do spaloven NO v jednotlivých krajích ukazuje graf na Obr. 10.

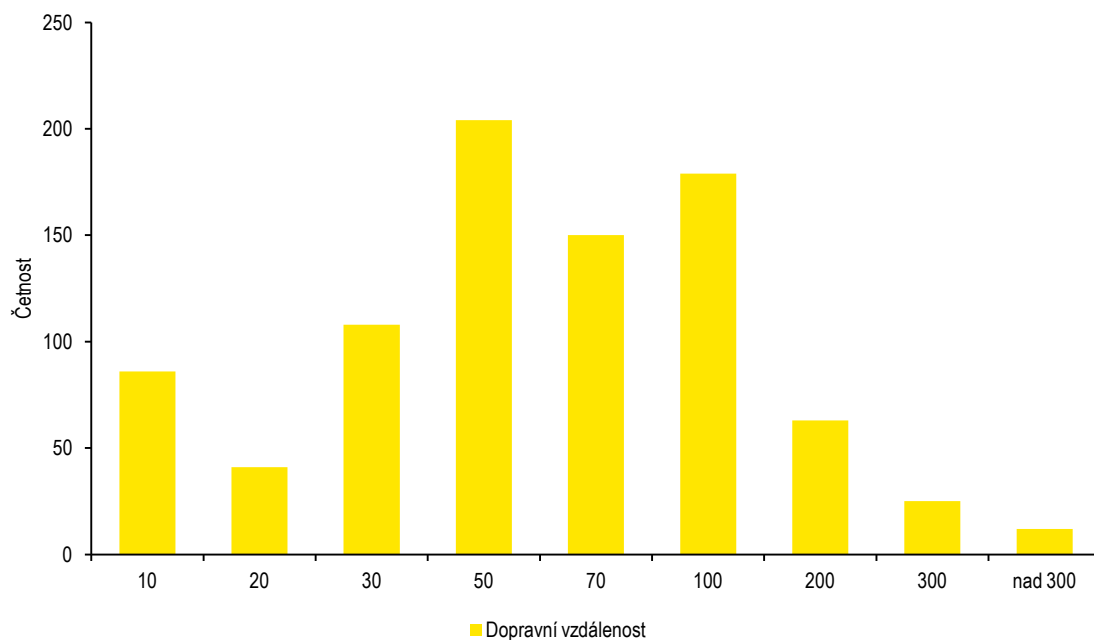
Mapa (viz Obr. 11) ukazuje oblasti s velkou dopravní vzdáleností do spaloven NO (nad 100 km). Jedná se zejména o Karlovarský kraj a část kraje Jihočeského a Pardubického. Celkové rozložení dopravních vzdáleností z míst produkce (jednotlivé ORP) ukazuje vysokou průměrnou dopravní vzdálenost běžně i nad 100 km.



Obr. 10 Sub-tok SPAL NO - Výsledné návozy odpadu do spaloven NO (scénář odpovídající nedostatečným kapacitám spaloven NO – dvojnásobné zvýšení kapacit spaloven a větší význam stabilizace)



Obr. 11 Oblasti s dopravní vzdáleností NO do spaloven NO větší než 100 km (scénář odpovídající nedostatečným kapacitám spaloven NO – dvojnásobné zvýšení kapacit spaloven a větší význam stabilizace)

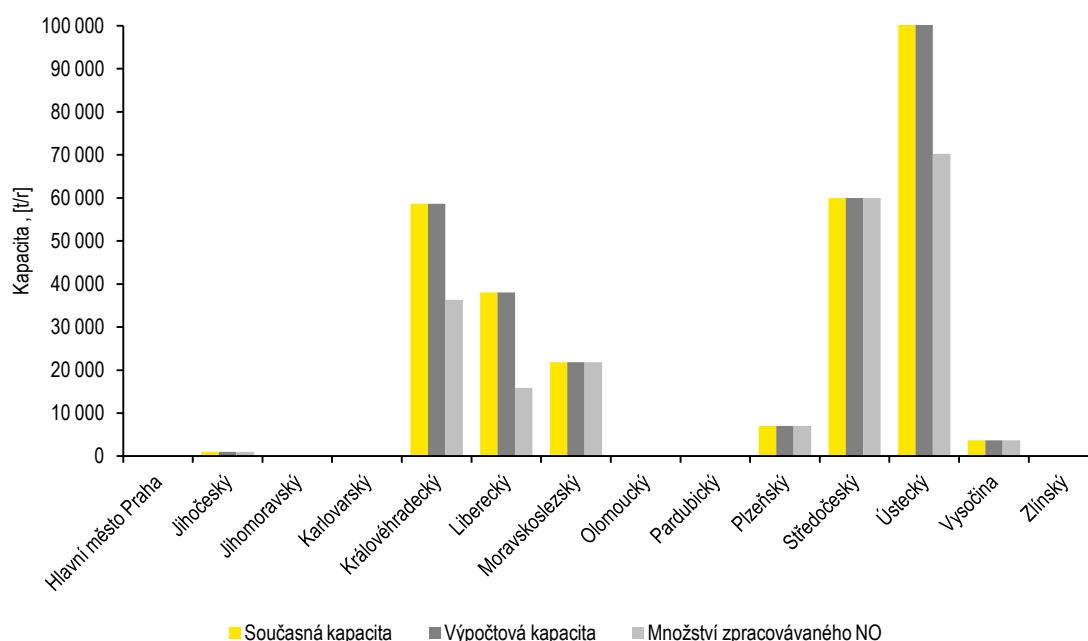


Obr. 12 Histogram vzdáleností dopravy odpadů do zařízení pro nakládání s NO (scénář odpovídající nedostatečným kapacitám spaloven NO – dvojnásobné zvýšení kapacit spaloven a větší význam stabilizace)

Stabilizační linka, představuje zařízení, které je alternativou přímého ukládání NO na skládky (nejméně preferované řešení) a současně také alternativou nejvíce preferovaného způsobu nakládání (spalovna NO). Proto je potřebná kapacita stabilizačních linek závislá na budoucím navýšení kapacit spaloven NO. Kapacitou pro stabilizaci NO disponuje pouze asi polovina krajů. Nejvyšší současná kapacita je v Ústeckém kraji.

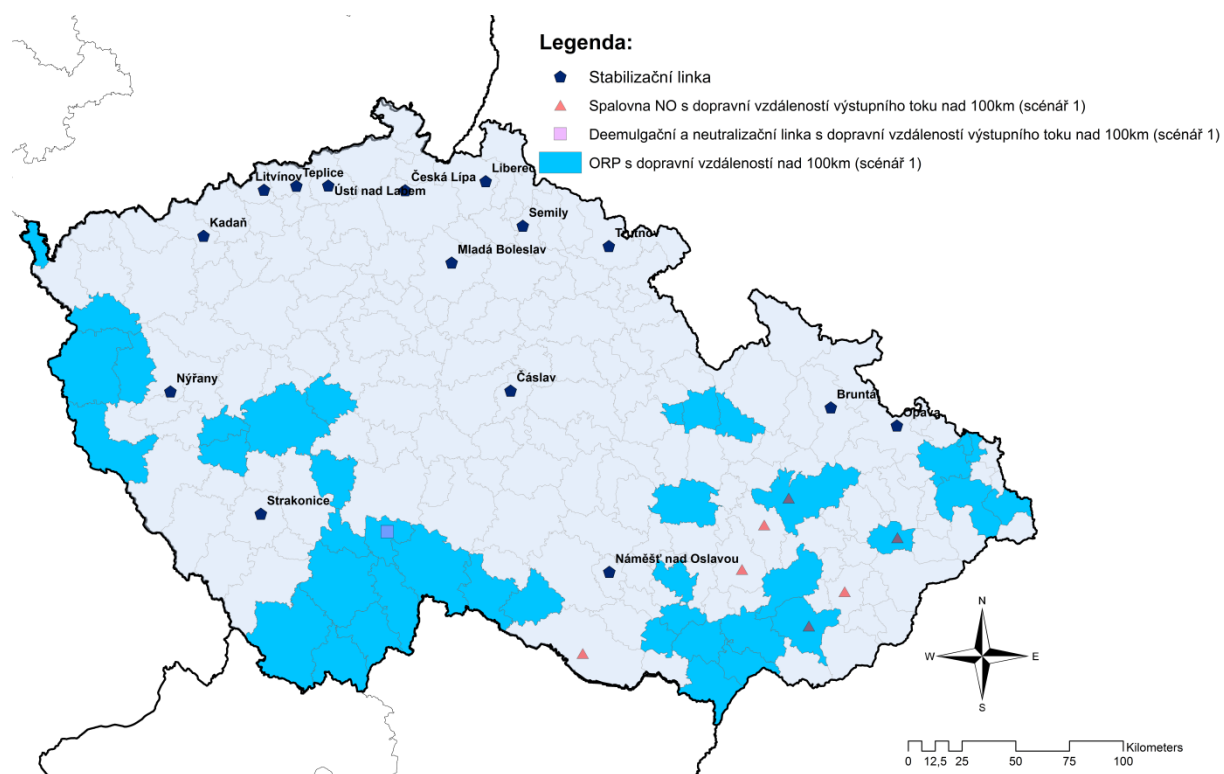
Ve výpočtu pro scénář s omezenou kapacitou spaloven NO se dostupná kapacita stabilizace využije maximálně v případě Moravskoslezského, Plzeňského, Středočeského kraje a v kraji Vysočina. U tří ostatních krajů, ve kterých se v současnosti nachází stabilizační linka, existuje určitá kapacitní rezerva. Neexistence kapacit pro stabilizaci NO v ostatních krajích má za následek přepravu NO na dlouhé vzdálenosti. Výsledky využití kapacit pro stabilizační linky v tomto scénáři jsou zobrazeny v grafu na Obr. 13.

Mapa na Obr. 14 opět ukazuje oblasti s velkou dopravní vzdáleností NO. Tyto oblasti se nacházejí zejména v jihozápadních Čechách a na střední a východní Moravě. Vysoké dopravní vzdálenosti identifikují potřebu výstavby nových stabilizačních linek v těchto lokalitách.



Pozn.: Osa y je z důvodu lepší čitelnosti grafu omezena na 100 000 t/r. To má důsledky pouze na Ústecký kraj (výpočtová kapacita 159 300 t/r).

Obr. 13 Výsledné návozy odpadu do stabilizačních linek (scénář odpovídající nedostatečným kapacitám spaloven NO – dvojnásobné zvýšení kapacit spaloven a větší význam stabilizace)



Obr. 14 Oblasti s dopravní vzdáleností NO do stabilizačních linek větší než 100 km (scénář odpovídající nedostatečným kapacitám spaloven NO – dvojnásobné zvýšení kapacit spaloven a větší význam stabilizace)

Shrnutí a závěr

Nakládání s NO v ČR představuje problém, který se svým významem blíží problematice zbytkových spalitelných odpadů převážně z komunální sféry (SKO) a ukazuje na dlouhodobě zanedbaný přístup k rozvoji infrastruktury, která by umožňovala bezpečně a ekologicky šetrné nakládání s těmito odpady v souladu s hierarchií. Provedená analýza upřednostňuje zpracování NO v regionu, ve kterém byl vyprodukován, zohledňuje environmentální dopady zpracovatelských zařízení a popisuje potřebu vyšších zpracovatelských kapacit NO téměř ve všech krajích.

V případě spaloven NO byla identifikována nedostatečná kapacita v téměř všech krajích. Výjimkou je Moravskoslezský a Zlínský kraj. Zde byla kapacita v souladu s návozem NO v rámci výsledků optimální sítě. V případě Zlínského kraje byla tato skutečnost podmíněna rozšířením kapacit v okolních krajích.

Dále byly identifikovány lokality, kde byly výsledné dopravní vzdálenosti z pohledu skupin NO vhodných pro zpracování ve spalovnách NO velké (nad 100 km). Jedná se o Karlovarský kraj, část Jihočeského kraje a oblast východních Čech. Z pohledu dopravních vzdáleností (nad 100 km) byly problémové oblasti identifikovány v Jihomoravském a Olomouckém kraji.

U stabilizačních linek jsou zpracovatelské kapacity rozloženy nerovnoměrně v rámci ČR. V některých krajích kapacita pro zpracování odpadů určených pro stabilizaci zcela chybí. Dostatečná kapacita pro stabilizaci NO byla identifikována v Královéhradeckém a Ústeckém kraji. U odpadů vhodných ke stabilizaci byl vyhodnocen velký počet ORP, pro které byla dopravní vzdálenost nad 100 km. Bez problémů se z tohoto pohledu prokázal Středočeský a Ústecký kraj a dále oblast východních Čech. Potřebná kapacita stabilizačních linek je závislá na kapacitě spaloven NO. Přestože se jedná o environmentálně méně výhodné řešení, je pro určité typy odpadů alternativou k preferovanému termickému spalování.

Hlavní výstupy analýzy jsou:

- Odklon od skládkování logicky způsobil nedostatečnou kapacitu spaloven NO.
- Stabilizační linky jsou téměř zaplněny, rezerva jen v Ústí nad Labem - lze regionálně optimalizovat.

Poděkování

Příspěvek vznikl na základě projektu „Příprava podkladů pro oblast podpory odpadového hospodářství 2014 až 2020“, který byl spolufinancován z Fondu soudržnosti z Prioritní osy 8 - Technická pomoc. Vývoj použitých nástrojů a metodiky byl financován z finanční podpory poskytnuté Technologickou agenturou České republiky v rámci výzkumného projektu TAČR č. TE02000236 "Waste-to-Energy (WTE) Competence Centre".

Seznam použité literatury

[1] ŠOMPLÁK, R., PAVLAS, M., SMEJKALOVÁ, V. Pokrok ve vývoji nástroje pro predikci produkce a složení komunálních odpadů 2016. Týden výzkumu a inovací pro praxi 2016 - symposium Odpadové fórum. V tisku, 2016.

[2] KROPÁČ, J., BÉBAR, L., STEHLÍK, P. Spalování průmyslových a nebezpečných odpadů a výroba energie. In Sborník Chisa 2011. Praha, Česká společnost chemického inženýrství. 2011. p. 86 - 110. ISBN 978-80-905035-0-2.

[3] ŠOMPLÁK, R., ZAVÍRALOVÁ, L. Síťové úlohy v oblasti nakládání s odpadem. In 62. konference chemického a procesního inženýrství CHISA 2015. Praha: Česká společnost chemického inženýrství, 2015.

[4] PAVLAS, M. Waste Availability, Successful Regional Strategies and New WtE Projects Shaping – The Benefits and Application of The Optimization Tool NERUDA. In Thomé-Kozmiensky K.J, Thiel S. (Eds): Waste Management, Volume 4. Neuruppin, Deutschland, TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky. 2014. p. 139 - 149. ISBN 978-3-944310-15-2.

[5] PAVLAS, M., ŠOMPLÁK, R. Predikování budoucích nákladů za zpracování odpadů s využitím nástroje NERUDA. Týden výzkumu a inovací pro praxi 2015 - symposium Odpadové fórum. In elektronicka verze (online). 2015. s. 1-12. ISBN: 978-80-85990-26- 3. Dostupné na [www: www.odpadoveforum.cz/TVIP2015/prispevky/016.pdf](http://www.odpadoveforum.cz/TVIP2015/prispevky/016.pdf)