

Vysoké učení technické v Brně
Fakulta strojního inženýrství
Ústav procesního inženýrství

Studie možností využití a zpracování odpadů v regionu Tábořsko (aktualizovaná verze 5/2019)

Autorský kolektiv:

Ing. Ondřej Putna
Ing. Radovan Šomplák, Ph.D.
Ing. Jiří Kropáč Ph.D.
Ing. Jiří Gregor
Ing. Vlastimír Nevrlý
Ing. Martin Pavlas, Ph.D.

Schválil:

Prof. Ing. Petr Stehlík, CSc. dr.h.c., ředitel ústavu

V Brně, srpen 2017, aktualizace květen 2019

Shrnutí obsahu

Kapitola 1 – Úvod

- Jedním z klíčových úloh plánů odpadového hospodářství (POH) zpracovaných pro ČR a jednotlivé kraje je reflektování legislativní změny, která s sebou nese zákaz skládkování využitelných odpadů od roku 2024 dle legislativy platné v okamžiku dokončení této zprávy (5/2019) nebo 2030 v případě přijetí nového zákona o odpadech dle současného znění návrhu v mezirezortním připomínkovém řízení. Dle záměrů Jihočeského kraje, uvedených ve směrné části krajského POH, je předpokladem realizace tří až pěti „menších“ zařízení pro energetické využití v rámci kraje. Jeden ze záměrů uvedených v krajském POH je rozšíření provozu teplárny v Plané nad Lužnicí o technologii energetického využití odpadů (EVO), tedy produkci elektřiny a tepla zpracováním materiálově nevyužitelného zbytkového komunálního odpadu (SKO).
- Studie vychází z údajů o současné produkci různých skupin komunálních odpadů (KO) v regionu Tábořsko a Soběslav. Zpracován je odhad vývoje produkce KO, kdy lze očekávat zvýšení míry separace materiálově využitelných složek KO, což může vést ke změně produkce a výhřevnosti SKO. Pro ekonomickou udržitelnost a smysluplnost hodnoceného provozu EVO je také nutné zajistit co nejvyšší míru celoročního využití produkovaného tepla nejlépe s využitím principu kogenerace. Předpokladem provozu EVO je tedy efektivní a ekonomicky výhodná součinnost se stávajícím provozem teplárny.
- Cílem studie je vyhodnocení a porovnání možných technologických koncepcí zařízení EVO v kontextu regionu ORP Tábor a ORP Soběslav. Vyhodnocena je dostupnost paliva v rámci regionu a výhodnost součinnosti se stávajícím provozem teplárny v Plané nad Lužnicí. Součástí studie je i vyhodnocení variant zpracování zbytkových odpadů v rámci ORP Tábor a mimo ORP Tábor. Ve výpočtu jsou uvažovány záměry uvedené v POH Jihočeského kraje i možný záměr regionální koncovky v Českých Budějovicích.

Kapitola 2 – Současná produkce a nakládání se spalitelnými odpady v regionu

- V roce 2015 činila produkce odpadů vhodných pro energetické využití (SKO*) v ORP Tábor přibližně 25,6 kt. Z toho převážnou většinu, cca 20,5 kt, tvořil SKO. Zbytek tvoří ostatní spalitelné odpady (zejména z průmyslové výroby), které se nepodařilo v roce 2015 využít materiálově. V ORP Soběslav je celkový potenciál pro EVO asi 9,5 kt. Z toho přibližně 6,6 kt tvoří SKO. Celkově předmětný region (tj. ORP Tábor a Soběslav) v roce 2015 vyprodukoval asi 35 kt zbytkových materiálově nevyužitelných odpadů, tj. odpadů, které jsou preferovány pro energetické využití.
- Na snížení produkce SKO bude mít v budoucnu pozitivní vliv zvýšení účinnosti separace materiálově využitelných složek jako je papír, plast, sklo. Účinnost separace konkrétní frakce (vyjádřeno v procentech) představuje podíl vytríděného množství složky vůči celkové produkci složky. Je však nutné rozlišovat míru separace a skutečnou míru recyklace, kdy pouze část vytríděných frakcí najde uplatnění na trhu.

- Odhad účinnosti separace v ORP Tábor pro rok 2017 činí 68 % pro papír, 33 % pro plast a 69 % pro separaci skla. ORP Soběslav separuje papír s účinností 51 %, plast s účinností 32 % a sklo s účinností 72 % účinnost pro separaci skla. V obou ORP je separace papíru kolem průměru nebo nad průměrem ČR. Separace plastu v ORP Tábor i Soběslav vykazuje mírně podprůměrné hodnoty v rámci ČR. V případě separace skla jsou ORP Tábor i Soběslav mírně nad průměrem. Tyto hodnoty představují odhady založené na analýzách složení SKO dříve provedených na území ČR a Jihočeského kraje.

Kapitola 3 – Výhled produkce vybraných KO v regionu

- Prognóza produkce odpadů vhodných pro EVO byla provedena pro rok 2024, pro který je plánován zákaz skládkování nevyužitelných KO dle v současnosti platné legislativy. Byly sledovány čtyři scénáře, které reprezentovaly různou míru zvýšení účinnosti separace papíru, plastu a skla oproti dnešnímu stavu. Pro následné výpočty byl zvolen realistický scénář předpokládající 10% navýšení účinnosti separace oproti současnému trendu. Tento scénář by měl napomoci ke splnění závazku zvýšení míry separace KO, který pro ČR vytyčila EU. K roku 2025 EU stanovuje cíl recyklace 60 % všech KO (nejen vytříditelných složek) a k roku 2030 cíl recyklace 65 % všech KO. Pro splnění cíle bude nutné výrazně navýšit i třídění jiných složek KO, především bio odpadu.
- Na základě prognózy produkce je celkové množství SKO* vhodných pro EVO v ORP Tábor stanoveno na cca 27 kt v roce 2024. V ORP Soběslav byla tato hodnota stanovena na cca 12,5 kt. Přestože je uvažován nárůst separace materiálově využitelných složek KO o cca 10%, celkový potenciál produkce KO vhodných pro EVO neklesá a činí v ORP Tábor a ORP Soběslav asi 40 kt, z toho SKO a objemný odpad (OO) představují přibližně 35 kt.
- Budoucí výhřevnost spalitelných odpadů vhodných pro EVO (SKO*) v regionu ORP Tábor a ORP Soběslav je na základě prognózy složení odhadnuta na přibližně 9,6 GJ/t (vážený průměr po zohlednění průmyslových spalitelných odpadů). Pro ORP Tábor činí odhad asi 9,3 GJ/t a pro ORP Soběslav 10,2 GJ/t. U ORP Soběslav je hodnota vyšší z důvodu dostupnosti značného množství průmyslových odpadů. V uvedených hodnotách je uvažován i pravděpodobný pokles výhřevnosti zbytkového odpadu v důsledku zvýšení třídění separovaných složek.
- Výběr referenčního scénáře prognózy pro zpracování studie reflektuje vznik tzv. sekundárních odpadů, kdy vysoká míra separace neznamena vysokou míru třídění – nevyužitelné odpady se vracejí zpět do energetické koncovky ve formě tzv. sekundárních odpadů. Výraznější nárůst míry separace v období po roce 2024, ale i 2030 by neměl vliv na množství materiálově nevyužitelných odpadů. Množství SKO by klesalo, ale adekvátním způsobem by narůstalo množství tzv. ostatních spalitelných odpadů, do kterých byly sekundární odpady z třídění zahrnuty.

Kapitola 4 – Možné směry nakládání se zbytkovými odpady se zaměřením na energetické využití odpadů

- Z analýzy provozní ekonomiky procesu EVO je zřetelný význam výnosů za zpracování odpadu a výnosů z prodeje tepla a také rozvržení provozních nákladů. Předvedeny jsou očekávané provozní a investiční náklady jednotky EVO s malou (10 až 50 kt/rok) a velkou (60 až 250 kt/rok) zpracovatelskou kapacitou.
- Provedena je analýza základních informací o systému centrálního zásobení teplem v předmětném území i v celém Jihočeském kraji a jejich vhodnosti pro využití produkce tepla z potenciální jednotky EVO.
- Jako alternativa k přímému energetickému využití jsou vyhodnoceny často diskutované koncepce s (před)úpravou odpadu na jednotce mechanicko-biologické úpravy (MBÚ) s následným energetickým využitím výhřevné části odpadu – paliva z odpadu. Studie vyhodnotila regionální potenciál produkce paliva z odpadu z SKO s předpokládanou výhřevností okolo 18 MJ/kg na cca 35 % hmotnostní produkce SKO v roce 2014 a na cca 30 % hmotnostní produkce SKO v roce 2024 (pokles z důvodu vyšší separace materiálově využitelných složek z SKO).
- Z pohledu fungování procesu MBÚ je klíčové uzavření řetězce ve smyslu nalezení spotřebitele vyrobeného paliva. Možné, avšak provozně náročné, je spoluspalování paliv z odpadu ve fluidních kotlích. Uvedeny jsou zahraniční zkušenosti a očekávané problémy spojené se spoluspalováním. Další možností je výstavba spalovací jednotky přímo určené pro paliva z odpadu (tzv. monoblok), její provoz ovšem svými provozními a investičními nároky víceméně odpovídá přímému energetickému využití odpadu standardním procesem EVO.
- Studie současně zohledňuje možnost zpracovat odpad v německých anebo rakouských spalovnách, případně v zahraničních monoblocích pro využití paliv z odpadu. Byla stanovena možná kapacita spaloven pro potenciální využití odpadu z ČR. Popsána byla proměnlivá situace v možnostech exportu přes hranice, např. bavorské spalovny v roce 2013 neměly volnou kapacitu. Současně se jedná o politicky citlivé téma. Klíčovou úlohu pro naplnění těchto kapacit představuje dovoz paliva z jiných evropských zemí, zmíněn je např. proměnlivý vývoj ve Velké Británii.
- V zahraničí je trend nahradit současné nepravidelné dodávky průmyslového odpadu za stálé dodávky z ČR. Pro dlouhodobé exportní smlouvy by se cena za zpracování mohla pohybovat od 50 do 100 EUR/t odpadu v příhraničí v závislosti na konkrétní lokalitě. Ceny se budou odvíjet dle konkurenčního prostředí, tj. při zachování současných českých zpracovatelských kapacit a nedostatečné výstavby dalších lze očekávat vyšší ceny. Nutné je připočítat dopravní náklady, které mohou činit cca 300 Kč/t (včetně zohlednění nezbytné infrastruktury).

Kapitola 5 – Analýza nakládání se zbytkovým odpadem pro ORP Tábor

- Byla provedena analýza optimálního zpracování SKO* ve dvou variantách – „závislý“ a „nezávislý“ region. V případě závislého regionu bylo uvažováno se zpracováním mimo zájmové

ORP a v případě nezávislého regionu byla posuzována možnost výstavby zařízení EVO a zpracování odpadu přímo v lokalitě.

- Na úrovni detailu ORP (celkem 206 uzlů) proběhl optimalizační výpočet, jehož předpokladem bylo, že každý producent ČR se rozhodne zpracovat odpad v místě s nejnižšími náklady. Náklady v tomto případě představují součet ceny za zpracování (ceny na bráně) a ceny za dopravu. Celkem bylo provedeno 1000 simulačních výpočtů, přičemž se cena za zpracování měnila v určitém intervalu, který zohledňuje neurčitost některých podstatných vstupních parametrů.
- Do výpočtu byly zahrnuty stávající zařízení EVO v ČR i blízkém příhraničí. Dále byly uvažovány potenciální záměry koncovek v jednotlivých krajích, tj. v současné době neexistující zařízení EVO, zařízení MBÚ, monobloky ke zpracování energeticky bohaté části SKO, tzv. lehké frakce (LF) jako výstupu MBÚ, fluidní kotle pro spoluspalování LF a překládací stanice.

Kapitola 5.2 – Výsledky výpočtu pro variantu V1 – závislý region – zpracování zbytkových odpadů mimo ORP Tábor

- V této variantě bylo uvažováno se zpracováním spalitelných odpadů mimo území ORP Tábor a Soběslav. V rámci této varianty byla vždy doporučena výstavba překládací stanice o kapacitě asi 30 kt/rok v ORP Tábor. Náklady na přeložení v tomto případě odpovídaly asi 60 Kč/t.
- V tuto chvíli v blízkosti neexistuje koncovka pro zpracování SKO mimo existujících skládek. Většinou byla využívána kapacita potenciálních zařízení EVO v ORP Písek nebo ORP Strakonice (podmínkou je jejich realizace v dostatečné kapacitě umožňují zpracování odpadů i z jiných regionů). Náklady na přepravu se v tomto případě pohybovaly okolo 140 Kč/t. Celkové náklady na zpracování (včetně přeložení a přepravy) byly v rámci závislého regionu asi 2260 Kč/t. Tyto výsledky byly v podstatě totožné pro odpad z území ORP Tábor i Soběslav.
- Výstavba zařízení MBÚ nebyla doporučena z důvodu celkové ekonomické neefektivnosti a nízké produkce jednodruhového odpadu z průmyslu v okolí, což je nutná podmínka pro využití LF. Byl by tedy nutný import těchto odpadů do ORP Tábor nebo naopak lehké frakce na velké vzdálenosti, což spolu s vysokými provozními náklady řetězce MBÚ-zpracování lehké frakce není ekonomicky udržitelné.
- Aby zařízení MBÚ bylo schopné nabídnout srovnatelnou cenu na bráně za zpracování odpadu (cca 2250 Kč/t), pak musí být přijat velmi optimistický předpoklad schopnosti „udat“ lehkou frakci (LF) za minimálně neutrální cenu 0 Kč/t. To je ovšem prakticky nereálný předpoklad z toho důvodu, že lehká frakce z SKO je fyzikálně, chemicky i legislativně stále odpadem. Pro ilustraci lze uvést, že v zahraničí se platí za zpracování lehké frakce (stejně jako za odpad) cca 50 EUR/t.

Kapitola 5.3 – Výsledky výpočtu pro variantu V2 – nezávislý region – zpracování zbytkových odpadů v rámci ORP Tábor

- Byly posuzovány možnosti energetického využití spalitelných odpadů přímo na území zájmových ORP. Protože uplatnění vyrobeného tepla je nutnou podmínkou pro udržitelnost projektu EVO, byla provedena analýza sítě CZT v regionu. Absorpční schopnost CZT byla porovnána s možností dodávky tepla ze zařízení EVO o různých kapacitách. Existenci rozsáhlých sítí CZT na území zájmových ORP lze označit za silnou stránku regionu. Z hlediska ekonomiky, logistiky, vlivu na životní prostředí a obyvatele byl potvrzen původní záměr POH, tzn. výstavba zařízení EVO s kapacitou do 50 kt/r v areálu teplárny C-Energy Planá s.r.o. (CEP) v Plané nad Lužnicí. V případě kapacity okolo 50 kt /r je třeba cca 13 kt dovézt z regionu mimo ORP Tábor a Soběslav. Vyšší kapacita a částečný import odpadů je však výhodný, protože umožňuje zajistit akceptovatelnou cenu na bráně na úrovni cca 2000 Kč/t při současně nízké ceně tepla (cca 90 Kč/GJ) na patě zdroje. Vzhledem k velikosti sítě CZT je i při této kapacitě možné uplatnit přes 90 % vyrobeného tepla.
- Při volbě finální kapacity musí být realizátorem projektu zváženo, jestli upřednostní ekonomiku (nižší náklady na zpracování odpadů nebo nižší cena tepla) za předpokladu dopravy odpadu z okolních ORP (50 kt/r) nebo bude projekt koncipován primárně jako zařízení ke zpracování odpadů vyprodukovaných na území zájmových ORP. V tomto případě by se jednalo o jednotku s kapacitou cca 26 kt/r, pokud by měla zajistit zpracování odpadu pouze z ORP Tábor nebo jednotku s kapacitou 35 kt/r, za předpokladu zpracování odpadu zároveň z ORP Soběslav. Tato kapacita je tedy dále v závěrečné shrnující části studie srovnána s alternativními způsoby zpracování odpadu z těchto ORP.
- Z důvodu aspektů provozu teplárny CEP a předpokládané konverze části dodávky ve formě páry na horkou vodu v síti CZT Tábor bylo doporučeno propojení sítě CZT v Plané nad Lužnicí a Táboře horkovodem a dodávka tepla z jednotky EVO primárně ve formě horké vody s potenciální možností dodávky páry prostřednictvím parovodu VÝCHOD v letním období.
- Obr. 47 ukazuje, že pro jednotku EVO s kapacitou do 50 kt/r je nutné dosáhnout maximální ceny na bráně do asi 2250 Kč/t. V takovém případě bude projekt konkurenceschopný vůči potenciálním alternativám zpracování odpadu mimo zájmové ORP. Jinými slovy, v této cenové úrovni bude pro obce na území ORP Tábor, Soběslav a sousedních ORP zpracování v jednotce EVO realizované v Plané nad Lužnicí nejlevnější variantou. Obrázek dále znázorňuje vliv ceny tepla ze zařízení EVO na jeho kapacitě. Při dodávce tepla do sítě CZT Tábor za 100 Kč/GJ, je nutné počítat se zařízením o kapacitě alespoň 35 kt/rok.
- Při kapacitě 35 kt/r a ceně tepla 200 Kč/GJ by bylo možné dosáhnout ceny na bráně okolo 1400 Kč/GJ, což představuje vysokou rezervu vůči výše uvedené ceně nad 2000 Kč/t. Tato kapacitní varianta je ekonomicky nejvýhodnější, pokud není uvažováno s dopravou odpadu z okolních ORP.
- Detailněji byly posouzeny dvě kapacitní varianty jednotky EVO, a to 20 a 50 kt/rok, které byly stanoveny jako limitní z pohledu ekonomiky projektu. Výhodou varianty s nižší kapacitou je využití většiny odpadu vyprodukovaného pouze na území ORP Tábor. Nevýhodou pak výrazně vyšší cena tepla.

- Byla rovněž řešena problematika dopravy odpadů do zařízení EVO a odvoz reziduí. Dle provedených analýz bylo zjištěno, že intenzivnější nárůst dopravy, z pohledu těžkých vozů, není očekáván. Nejvíce vytížená komunikace bude komunikace č. 409. Komunikace je hlavní příjezdovou tepnou na ulici Průmyslová (komunikace č. 00356), která by vedla do areálu potenciálního zařízení EVO. Zvýšená intenzita se dá očekávat také na komunikaci č. 00356, č. 1372 a č. 1376. Na ostatních komunikacích je míra navýšení intenzity dopravy do 1 %. V případě, že bychom posuzovali navýšení intenzity dopravy z pohledu všech automobilů, které dnes komunikace využívají, jednalo by se o maximální navýšení max. do 0,9 %, pouze v případě komunikace č. 00356 je odhadované maximum přibližně 1,6 %. Případné snížení roční kapacity zařízení EVO bude mít na intenzitu dopravy téměř zanedbatelný vliv. Dovoz odpadů z jiných ORP bude vzhledem k nájezdovým vzdálenostem realizován pomocí souprav s vyšší kapacitou (jedná se o ekonomicky výhodnější variantu). Jejich počet je cca čtvrtinový vůči počtu svozových vozů dovážejících odpad z ORP Tábor.
- Do budoucna je očekáváno vybudování přímého přivaděče do areálu budoucího zařízení EVO z komunikace č. 409. Lze očekávat, že nebude nadále využívána místní komunikace č. 00356, ale bude vytvořen částečný obchvat průmyslového parku s možností přímého vjezdu do areálu teplárny, resp. budoucího zařízení EVO z komunikace č. 409. Záměr je patrný z obr. 52.

Kapitola 6 – Porovnání alternativ monospalovny TAP s projekty zařízení EVO

- Kromě zařízení k přímému energetickému využití byla posouzena i možnost výstavby řetězce MBÚ a monoblok ke zpracování vzniklé LF. Tato varianta však nebyla detailněji rozpracována vzhledem k tomu, že lze v tomto případě očekávat vysoké náklady na zpracování odpadu. Pro zařízení MBÚ o kapacitě 30 kt/rok, a ceně tepla z monobloku 150 Kč/GJ by musela být cena na bráně MBÚ alespoň 3000 Kč/t, což je výrazně více než náklady na zpracování v jiných zařízeních a vznikl by zde tedy problém s naplněním kapacity. Je nutné poznamenat, že jakékoli energetické využití odpadu či LF z MBÚ (monoblok) musí být řešeno v souladu teplárnou Tábor nebo teplárnou C-Energy Planá, s.r.o. To je dáno nezbytným zásahem do provozu po technické i ekonomické stránce (snížení množství tepla množství prodáváného přímo teplárnou).

Obsah

Shrnutí obsahu	2
Obsah	8
Seznam zkratk	10
Seznam obrázků	12
Seznam tabulek	15
1 Úvod	17
1.1 Záměr studie	17
1.2 Výchozí situace a podklady	18
2 Současná produkce a nakládání se spalitelnými odpady v regionu	22
2.1 Současná produkce vybraných typů odpadů v regionu	22
2.2 Současná míra separace materiálově využitelných KO ORP	23
2.3 Současná produkce materiálově nevyužitelných odpadů a jejich potenciál pro energetické využití	25
2.4 Současné kapacity skládek a odhad jejich životnosti	27
3 Výhled produkce vybraných KO v regionu	28
3.1 Prognózy produkce jednotlivých skupin KO	28
3.2 Výhled míry separace (třídění) v ORP	31
3.3 Vliv připravované legislativy na budoucí množství materiálově nevyužitelných odpadů vhodných pro energetické využití	37
4 Možné směry nakládání se zbytkovými odpady se zaměřením na energetické využití odpadů	39
4.1 Základní aspekty udržitelnosti EVO s kapacitou 50 kt/rok a menší	39
4.1.1 Provozní náklady	40
4.1.2 Investiční náklady	42
4.2 Limity materiálového využití produktů z MBU	43
4.3 Možnosti produkce paliv z odpadů	45
4.3.1 Vyhodnocení potenciálu regionální produkce paliv z odpadů ve sledovaných ORP	46
4.3.2 Základní aspekty udržitelnosti provozu „monobloku“ pro spalování paliv z odpadů	47
4.3.3 Základní aspekty a problémy udržitelnosti spalování paliv z odpadů	48
4.4 Přehled CZT v kraji	50
4.4.1 Záměry dle POH	52
4.5 Situace v Německu a v Rakousku	53

5	Analýza nakládání se zbytkovým odpadem pro ORP Tábor	57
5.1	Náklady spojené s přepravou odpadu	61
5.2	Výsledky výpočtu pro variantu V1 – závislý region – zpracování zbytkových odpadů mimo ORP Tábor 65	
5.3	Výsledky výpočtu pro variantu V2 – nezávislý region – zpracování zbytkových odpadů v rámci ORP Tábor	70
5.3.1	Existující CZT jako silná stránka regionu (nezávislý region)	70
5.3.2	Dodávka tepla z jednotky EVO	73
5.3.3	Stanovení ceny za zpracování odpadu na bráně zařízení EVO	76
5.3.4	Dostupnost odpadu v porovnání s ekonomikou zařízení EVO	77
5.3.5	Doporučená kapacita, popis a parametry výsledného řešení	80
5.3.6	Intenzita dopravy	84
	Poznámka: Kapitola je zpracována na základě původních dat o produkci dle stavu zprávy v 8/2017. Do výpočtů nejsou promítnuty změny z aktualizace zprávy. Vzhledem k zásadně minimálním rozdílům v produkci jsou níže prezentované závěry platné.	84
6	Porovnání alternativ monospalovny TAP s projekty zařízení EVO 35 a 50 kt/r	106
6.1	Technologie MBÚ	106
6.1.1	Mechanická část	107
6.1.2	Biologická část	109
6.2	Technologie energetického využití lehké frakce (LF)	111
6.3	Přímé navázání MBÚ s monospalovnou LF	112
6.3.1	Srovnání ZEVO 50kt, MBÚ 50 kt + monoblok 15 kt spalující LF	114
6.3.2	Srovnání ZEVO 35kt, MBÚ 20 kt + monoblok 11 kt spalující LF	115
7	Shrnutí a závěry	116
8	Přílohy	119
8.1	Příloha 1 – představení výpočtového nástroje NERUDA	120
8.2	Příloha 2 – představení výpočtového nástroje JUSTINE	122

Seznam zkratek

AT4	Parametr stability zbytkového odpadu
BAT	Best Available Techniques – Nejlepší dostupné technologie
BREF	BAT Reference Document – Referenční dokument BAT
BRKO	Biologicky rozložitelný komunální odpad
CZT	Systém centrálního zásobování teplem
CEP	Teplárna C-Energy Planá
CZT	Centrální zásobení teplem
EIA	Posuzování vlivu na životní prostředí
EVO	Energetické využití odpadů
HRSG	Heat Recovery Steam Generator – Kotel na odpadní teplo
IPPC	Evropská směrnice 2008/1/ES o integrované prevenci a kontrole znečištění
IRR	Internal Rate of Return – Vnitřní výnosové procento
ISOH	Informační systém odpadového hospodářství
JČK	Jihočeský kraj
KO	Komunální odpad
LDS	Lokální distribuční síť
LF	Lehká frakce z úpravy KO, tj. palivo z odpadu
LHV	Výhřevnost
MBÚ	Mechanicko-biologická úprava
MS	Míra separace (účinnost materiálové separace jako podíl vytříděné složky vůči celkové produkci v KO)
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OO	Objemný odpad
ORP	Obec s rozšířenou působností
POH	Plán odpadového hospodářství
SNCR	Selektivní nekatolická redukce (čištění spalín)
SKO	Směsný komunální odpad (katalogové číslo 20 03 01)
SKO*	Odpady vhodné pro energetické využití, kde dominantní složkou je SKO – kat. číslo 20 03 01. V potenciálu jsou započítány také ostatní spalitelné odpady a sekundární odpady z dotřídění
SV	Součet všech vozidel
TAP	Tuhé alternativní palivo, v tomto textu uvažováno jako 50% LF a 50% jednodruhový průmyslový odpad

TTA	Teplárna Tábor
TV	Součet těžkých vozidel
T-E	Technicko-ekonomický (model)
VISOH	Veřejný část informačního systémů odpadového hospodářství
WtECC	Projekt „Waste to energy competence centre“
ZEVO	Zařízení na energetické využití odpadů

Seznam obrázků

Obr. 1: Cíle EU pro minimální využívání KO do roku 2035 a vývoj ukazatele v posledních letech v ČR (Zdroj: VISOH)	21
Obr. 2 Současný stav separace papíru v roce 2017 ve 206 českých ORP, histogram účinností separace s vyznačením hodnot pro ORP Tábor a ORP Soběslav	24
Obr. 3 Současný stav separace plastů v roce 2017 ve 206 českých ORP, histogram účinností separace s vyznačením hodnot pro ORP Tábor a ORP Soběslav	24
Obr. 4 Současný stav separace skla v roce 2017 ve 206 českých ORP, histogram účinností separace s vyznačením hodnot pro ORP Tábor a ORP Soběslav	25
Obr. 5 Množství vytríděného plastu a zbytkového plastu v SKO pro ORP Tábor	29
Obr. 6 Množství vytríděného papíru a zbytkového papíru v SKO pro ORP Tábor	29
Obr. 7 Množství vytríděného skla a zbytkového skla v SKO pro ORP Tábor	30
Obr. 8 Výhled produkce SKO z obecního systému pro ORP Tábor	30
Obr. 9: Prognóza celkové produkce SKO a OO pro ORP Tábor	31
Obr. 10 Predikce separace papíru v roce 2024 ve 206 českých ORP, histogram účinností separace s vyznačením hodnot pro ORP Tábor a ORP Soběslav	32
Obr. 11 Predikce separace plastů v roce 2024 ve 206 českých ORP, histogram účinností separace s vyznačením hodnot pro ORP Tábor a ORP Soběslav	33
Obr. 12 Predikce separace skla v roce 2024 ve 206 českých ORP, histogram účinností separace s vyznačením hodnot pro ORP Tábor a ORP Soběslav	33
Obr. 13 Současné složení KO na území ORP Tábor (2015), zpracováno na základě dat z VISOH	34
Obr. 14 Současné složení KO na území ORP Soběslav (2015), zpracováno na základě dat z VISOH	34
Obr. 15: Současné složení KO na území ORP Tábor a ORP Soběslav (2017) Výhřevnost spalitelných odpadů	35
Obr. 16: Schéma nakládání s plastovým odpadem včetně znázornění zpětného proudu, který zvyšuje celkové množství spalitelných materiálově nevyužitelných odpadů.	38
Obr. 17 Příklad – schéma možných materiálových toků a energetických produktů vystupujících z provozu EVO	39
Obr. 18 Příklad výnosového koláče pro malé EVO (předpoklady: kapacita EVO 20 kt/rok, cena tepla 200 Kč/GJ, cena SKO na bráně 2 300 Kč/t, uplatněno 70 % vyrobeného tepla)	41
Obr. 19 Příklad nákladového koláče pro malé EVO (předpoklady: kapacita EVO 20 kt/rok, cena tepla 200 Kč/GJ, cena SKO na bráně 2 300 Kč/t, uplatněno 70 % vyrobeného tepla)	41
Obr. 20 Příklad výnosového koláče pro velké EVO (předpoklady: kapacita EVO 200 kt/rok, cena tepla 200 Kč/GJ, cena SKO na bráně 2 300 Kč/t, uplatněno 70 % vyrobeného tepla)	42

Obr. 21 Příklad nákladového koláče pro velké EVO (předpoklady: kapacita EVO 200 kt/rok, cena tepla 200 Kč/GJ, cena SKO na bráně 2 300 Kč/t, uplatněno 70 % vyrobeného tepla)	42
Obr. 22 Příklad – schéma možných materiálových toků vystupujících z MBÚ včetně navazujících procesů – koncovky pro využití paliva z odpadu a odstranění zbytkové frakce	44
Obr. 23 Příklad – schéma možných materiálových toků při produkci paliva z odpadů v MBÚ a jeho spalování ve specializovaném monobloku	47
Obr. 24 Výhled produkce odpadů a zpracovatelských kapacit v regionu Německo východ	48
Obr. 25 Sítě CZT v Jihočeském kraji s roční dodávkou nad 100 TJ	51
Obr. 26 Uvažované volné kapacity v příhraničí	54
Obr. 27 Orientační srovnání nákladů na zpracování tuny odpadu (bez dopravy a bez zohlednění dalších aspektů, které jsou detailně řešeny v kap. 5)	59
Obr. 28 Uvažované lokality pro provoz stávajících nebo nových zařízení EVO	59
Obr. 29 Uvažované lokality pro výstavbu nových zařízení MBÚ	60
Obr. 30 Uvažované lokality pro uplatnění LF	60
Obr. 31 Vyčíslení dopravních nákladů pro sběrné trasy a pro odvozový systém, množství transportovaného odpadu 30 kt/r	62
Obr. 32 Vyčíslení nákladů na přeložení na překládací stanici	63
Obr. 33 Vyčíslení dopravních nákladů pro odvozový systém pomocí jízdní soupravy, přepravované množství odpadu 30 kt/r	64
Obr. 34 Histogram nákladů na dopravu SKO* pro ORP Tábor (bez nákladů na překládací stanici, závislý region)	65
Obr. 35 Histogram budoucích nákladů na zpracování SKO* pro ORP Tábor (bez dopravy, závislý region)	66
Obr. 36 Histogram celkových nákladů (zpracování a doprava) SKO* pro ORP Tábor, závislý region	66
Obr. 37 Výsledná místa zpracování zbytkového odpadu z ORP Tábor v zařízení EVO, závislý region	67
Obr. 38 Výsledná místa zpracování zbytkového odpadu z ORP Tábor v MBÚ, závislý region	68
Obr. 39 Dovoz průmyslového odpadu pro výrobu TAP do MBÚ v ORP Tábor (závislý region)	70
Obr. 40 Uvažovaný průběh dodávky tepla na patě teplárny Tábor během roku, Zdroj: TTA, upraveno na základě zkušeností VUT v Brně	71
Obr. 41 Schéma technologie TTA1 (zdroj Teplárna Tábor, a.s.)	72
Obr. 42 Dodávka tepla do sítě CZT Tábor u zařízení EVO s kapacitou 20 kt/rok	75
Obr. 43 Dodávka tepla do sítě CZT Tábor u zařízení EVO s kapacitou 50 kt/rok	75
Obr. 44 Ceny na bráně pro různé kapacity a ceny za prodej tepla	76

Obr. 45 Ceny na bráně pro různé kapacity a ceny za prodej tepla	77
Obr. 46 Závislost dostupnosti odpadu na ceně za zpracování.....	78
Obr. 47 Závislost dostupnosti odpadu na ceně za zpracování do 50 kt/r	79
Obr. 48 Závislost minimální ceny tepla z jednotky EVO na kapacitě při naplnění kapacity, cena na bráně 2200 Kč/t.	80
Obr. 49 Investiční náklady technologie EVO	81
Obr. 50 Minimální uplatnění tepla pro dosažení požadované hodnoty R1	81
Obr. 51 Aparátová skladba souboru čištění spalin	83
Obr. 52 Územní plán okolí areálu teplárny Planá nad Lužnicí	86
Obr. 53 Letecká mapa skládky Želeč u Tábora, propojení na komunikaci č. 1359	89
Obr. 54 Nejkratší dopravní trasy na skládku Želeč u Tábora, NERUDA Street	91
Obr. 55 Histogram počtu denních průjezdů přes úseky ORP Tábor, doprava na skládku Želeč u Tábora	92
Obr. 56 Intenzita dopravy - Scénář č. 1 - nejkratší svozové trasy do zařízení EVO, NERUDA Street	95
Obr. 57 Histogram počtu denních průjezdů přes úseky ORP Tábor, zařízení EVO - nejkratší vzdálenosti.....	96
Obr. 58 Intenzita dopravy - Scénář č. 2, využití obchvatu města	98
Obr. 59 Intenzita dopravy - Scénář č. 2, využití obchvatu města – detailní pohled na komunikaci č. 00356 s maximální hodnotou denních průjezdů 41,8	99
Obr. 60 Histogram počtu denních průjezdů přes úseky ORP Tábor, zařízení EVO – obchvat města	99
Obr. 61 Bariéry na obslužném území	101
Obr. 62 Reálné prostorové upořádání mechanické linky na výrobu alternativního paliva	108
Obr. 63 Obecné schéma aerobní fermentace	109
Obr. 64 Fluidní spalovací zařízení	111
Obr. 65 Hlavní myšlenka nového výpočtového nástroje pro podporu plánování zařízení v oblasti odpadového hospodářství	120
Obr. 66 Grafické a matematické znázornění vztahu mezi agregovanými údaji z vyššího územního celku a údaji z dílčích územních celků ve vyšším celku zahrnutých	123
Obr. 67 Schéma možných způsobů prognózování	124

Seznam tabulek

Tab. 1 Datová základna, produkce vybraných skupin KO [t] (zdroj: Městské úřady pro ORP Tábor a Soběslav).....	23
Tab. 2 Produkce materiálově nevyužitelných spalitelných odpadů, 2015, zdroj: VISOH	27
Tab. 3 Odhad životnosti skládek v JČK, zdroj VUT Brno z dat VISOH	27
Tab. 4 Souhrn prognózy vybraných typů odpadů pro rok 2024, [t] (pro SC3).....	31
Tab. 5 Předpokládaná výhřevnost SKO ze systému obce v zájmových ORP pro rok 2017 a 2024 (SC3).....	35
Tab. 6 Vstupní hodnoty LHV složek odpadu uvažované pro analýzu výhřevnosti SKO, Pozn.: hodnoty zvoleny na základě výsledků projektu SP/2f1/132/08	36
Tab. 7 Předpokládaná výhřevnost odpadů z ORP Tábor a Soběslav vhodných pro energetické využití po roce 2024.....	36
Tab. 8 Příklad rozdělení investičních nákladů podle jednotlivých provozních souborů pro malé a velké EVO	43
Tab. 9 Předpokládaná výtěžnost potenciálního paliva vyrobeného z SKO v zájmových ORP, předpokladem je výhřevnost paliva cca 18 MJ/kg	47
Tab. 10 Základní parametry sítě CZT v Jihočeském kraji.....	52
Tab. 11 Lokality jednotek pro energetické využití odpadu a paliv z odpadu v německém a rakouském příhraničí	55
Tab. 12 Přehled možných variant řešení koncovky pro ORP Tábor (závislý region)	68
Tab. 13 Předpokládaná roční dodávka tepla do sítě CZT Planá (na patě teplárny) Zdroj: teplárna CEP.....	71
Tab. 14 Investiční náklady uvažované varianty (odhad ceny v roce 2025 pro EVO s kapacitou 50 kt/rok)	82
Tab. 15 Materiálová a energetická bilance navržené varianty (srovnání 20 a 50 kt/rok).....	84
Tab. 16 Produkce odpadu na vybraném území a její přepočet na kratší časové úseky pro kapacitní řešení do 50 kt/r.....	85
Tab. 17 Seznam využitých komunikací při dopravě z přílehlých ORP do EVO	86
Tab. 18 Dopravní zatížení na vybraných komunikacích, zpracovaná data ze zdroje ŘSD 2016...87	
Tab. 19 Vyčíslení počtu průjezdů pro analýzu č. 1 – doprava na skládku Želeč u Tábora.....	90
Tab. 20 Podíl intenzity dopravy odpadů na skládku Želeč u Tábora na celkové dopravě dle datové sady ŘSD 2016 s koncovým zařízením skládka	92
Tab. 21 Vyčíslení vozového parku pro svozové a dopravní trasy	93
Tab. 22 Vyčíslení vozového parku pro roční kapacity 27 kt, 35 kt a 50 kt.	93

Tab. 23 Odvoz reziduí pro tří kapacitní varianty zařízení EVO	94
Tab. 24 Vyčíslení průměrného počtu automobilů pro analýzu č. 2, scénář č. 1 – doprava do zařízení EVO, nejkratší vzdálenost.	94
Tab. 25 Procentuální vyčíslení intenzity dopravy na základě datové sady ŘSD 2016 s koncovým zařízením EVO Planá nad Lužnicí, nejkratší vzdálenost	96
Tab. 26 Vyčíslení průměrného počtu automobilů pro analýzu č. 2, scénář č. 2 – doprava do zařízení EVO, obchvat města Tábor	97
Tab. 27 Procentuální vyčíslení intenzity dopravy na základě datové sady ŘSD 2016 s koncovým zařízením EVO Planá nad Lužnicí, obchvat města	100
Tab. 28 Seznam bariér a jejich specifikace na vybraném území	102
Tab. 29 Odhad nárůstu intenzity dopravy do zařízení EVO, Planá nad Lužnicí, využití nejkratších vzdáleností se zahrnutým úbytkem dopravy	103
Tab. 30 Odhad nárůstu intenzity dopravy do zařízení EVO, Planá nad Lužnicí, využití obchvatu města se zahrnutým úbytkem dopravy	104
Tab. 31 Obsah chlóru ve složkách SKO na základě analýzy provedené dvěma geograficky odlišně situovanými institucemi	112
Tab. 32 SWOT analýza řešení	118

1 Úvod

V rámci aktivit projektu TAČR Centra kompetence – Waste-to-Energy Competence Centre, (dále jen WtECC¹) byla v roce 2016 a 2017 řešena problematika vyhodnocení možností energetického využití odpadů (EVO) v regionu ORP Tábor. Pro vyhodnocení byl brán v úvahu současný stav a očekávané produkce a skladba odpadů v regionu. Studie vychází z regionálních možností EVO, které ke svému udržitelnému provozu potřebuje využití produkovaného tepla v síti CZT (Centrální zásobení teplem) nebo v průmyslu. Vyhodnoceny jsou možnosti sítě CZT v regionu v souvislosti se zpracovatelskou kapacitou EVO, výslednou cenou tepla, výslednou odpadu na bráně EVO a dostupností odpadu – paliva. Pro výslednou variantu je provedena optimalizace kapacity, navrženo doporučené technologické a dispoziční řešení včetně odhadu investičních a provozních nákladů.

Vyhodnoceny jsou možné kapacity a vhodné technologické řešení uvažované jednotky EVO a to na základě analýzy integrace jednotky a stávající technologie teplárny (odhad ceny za zpracování odpadu a ceny tepla z EVO), zmíněny jsou možné další směry nakládání se zbytkovým odpadem (odpad, který se z technických nebo ekonomických důvodů nedá materiálově využít) a provedeno je porovnání provozu EVO s alternativním provozem monospalovny na tuhé alternativní palivo (TAP).

Při zpracování studie byly mimo jiné využity výsledky z řešení projektu WtECC. Dále byly využity ojedinělé výpočtové nástroje NERUDA a Justine pro modelování budoucího stavu vybraných aspektů v následujících letech (detailnější popis viz Přílohy 1 a 2).

V roce 2019 se řešitelský kolektiv rozhodl prověřit platnost uvedených závěrů aktualizací stěžejních částí dokumentu. Tím vznikla „Aktualizovaná verze 5/2019“. Klíčovou otázkou bylo, jak se za poslední roky změnila produkce KO v zájmovém území. Aktualizace se týká zejména kap. 2 a kap. 3, ve kterých je analyzována současná produkce spalitelných materiálově nevyužitelných odpadů a je provedena jejich prognóza do budoucna. Vzhledem k pouze minimálním změnám v trendech lze konstatovat, že hlavní závěry původní verze studie z 8/2017 jsou platné.

Klíčové výpočty jsou provedeny k roku 2024, tj. roku, ve kterém má dle v současnosti platné legislativy dojít k zákazu skládkování využitelných a recyklovatelných odpadů. Připravovaná změna legislativy (novela zákona o odpadech) a dopad případného posunu zákazu do roku 2030 jsou u hlavních závěrů rovněž komentovány.

1.1 Záměr studie

Studie se zabývá možnostmi energetického využití zbytkového odpadu (zejména směsného komunálního odpadu SKO) z regionu a součinností provozu EVO a stávajícího teplárenského provozu. Uvažováno je řešení s produkcí tepelné energie ve formě páry, což umožňuje synergii s již provozovanou výrobou páry v teplárně. Výhodami tohoto řešení je rozšíření palivové základny a snížení závislosti teplárny na dodávkách fosilních paliv a současně odklon zbytkového odpadu z regionu od skládkování.

V důsledku očekávaného zákazu skládkování nevyužitelných odpadů v roce 2024 je kladen důraz především na omezování skládkování biodegradabilních odpadů, což vychází ze závazků ČR definovaných směnicí 1999/31/ES o skládkách odpadů (viz níže). Jako nejvýznamnější skládkovaný materiálový tok se ukazuje zbytkový komunální odpad – SKO. Ten se skládá v průměru z cca 50 %

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

z biodegradabilních materiálů (BRKO). Poměr je závislý na konkrétní lokalitě (typ zástavby, míra separace (MS) atd.). I přes postupně zaváděné snahy jeho separace přímo u občanů, je problém ukládání bioodpadu na skládky stále aktuální, protože tato separace má své limity. Energetické využití SKO uvažované ve studii je plnohodnotným způsobem zpracování odpadu včetně biodegradabilního podílu a má své důležité místo v hierarchii metod nakládání s odpadem, především s SKO. Cílem studie je vyhodnotit možnosti energetického využití SKO s ohledem na ekonomický dopad na producenty.

1.2 Výchozí situace a podklady

V rámci vypracování studie bylo využito součinnosti městských úřadů Tábor a Soběslav. Zpracovatelům studie byly poskytnuty informace o produkci odpadů v ORP Soběslav a ORP Tábor (viz tab. 1 níže).

Legislativní rámec související s realizací projektu popisuje postavení projektu v rámci současného legislativního prostředí. V rámci studie byly brány v úvahu především tyto dokumenty:

- Plán odpadového hospodářství (POH) ČR na období 2015 až 2024.
- POH Jihočeského kraje (JČK) 2016 až 2024.
- Evropská směrnice č. 2006/12/ES o odpadech a navazující směrnice 2008/98/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic.
- Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů.
- Evropská směrnice 1999/31/ES o skládkách odpadů a z ní vyplývajících požadavků
- Evropské směrnice č. 2000/76/ES o spalování odpadů.
- Vyhláška č. 415/2012 Sb. o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší.
- Zákon č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivu na životní prostředí (EIA) a jeho novela č. 39/2015 Sb.
- Evropská směrnice 2008/1/ES o integrované prevenci a kontrole znečištění (IPPC).
- Legislativa tzv. balíčku oběhového hospodářství (Circular Economy Package) reprezentovaného zejména následujícími dokumenty
 - Směrnice, která mění směrnici o skládkách odpadů – 2018/850/EU,
 - Směrnice, která mění směrnici o odpadech – 2018/851/EU,
 - Směrnice, která mění směrnici o obalech – 2018/852/EU.
- Návrh zákona o odpadech a Návrh zákona o obalech, které se v okamžiku dokončení studie (5/2019) nacházely v mezirezortním připomínkovém řízení.

Kraj ve své samostatné působnosti připravil a schválil POH pro jím spravované území. POH kraje musí být v souladu se závaznou částí řešení POH ČR. Závazná část POH JČK vychází ze strategických cílů a zásad závazné části POH ČR. Ve svých cílech na období 2016 – 2025 pak tyto zásady rozvíjí a konkretizuje s ohledem na specifické podmínky odpadového hospodářství na území JČK. Jako klíčový typ odpadu, který bude zcela zásadním způsobem dotčen platností legislativy po roce 2024 (zákaz skládkování využitelných odpadů, 2030 při přijetí současného návrhu nového zákona o odpadech), je SKO. V současné době (data za rok 2017) je SKO dominantně skládkován (75 %), přičemž výsledky vylepšují regiony, kde jsou provozovány současné zařízení EVO (Praha, Brno, Liberec). V ostatních krajích je procento využití v zásadě nulové. Co se týká SKO je cílem: „Směsný komunální odpad (po vytrídění materiálově využitelných složek, nebezpečných složek a biologicky

rozložitelných komunálních odpadů) zejména energeticky využívat v zařízeních k tomu určených v souladu s platnou legislativou.“ Navržená opatření vedoucí k tomuto cíli jsou například následující:

- Průběžně upravovat poplatek za skládkování využitelných komunálních odpadu (KO) tak, aby jeho výše znevýhodňovala skládkování těch druhů odpadů, které bude od roku 2024 zakázáno skládkovat, v souladu s hierarchií nakládání s odpady, včetně SKO.
- SKO zařadit mezi odpady, u nichž se předpokládá zákaz skládkování od roku 2024 (2030).
- V adekvátní míře energeticky využívat SKO v zařízení EVO bez jeho předchozí úpravy.
- Podporovat budování odpovídající efektivní infrastruktury nutné k zajištění a zvýšení energetického využívání odpadu (zejména SKO).

Co se týká budování EVO je v POH JČK uveden předběžný záměr zřízení několika menších zařízení v některých ORP kraje. Výstavba centrálního celokrajského zařízení v POH JČK není předpokládána. Součástí projektů budou systémy čištění a měření spalín, systémy skladování, logistiky a dávkování odpadu do kotle. Pro dotčená ORP Soběslav a Tábor je v POH JČK uveden záměr malého zařízení EVO v lokalitě teplárny v Plané n. L. s kapacitou kolem asi 20 kt/r. Seznam záměrů dle POH je uveden v kapitole Přehled CZT v kraji. A právě rozpracování konceptu malého EVO v kontextu ostatních potenciálních variant (níže tyto varianty souhrnně označeny jako závislý region) je předmětem této studie. Přestože zařízení pro energetické využití odpadů celokrajského významu (kapacita 100 kt/r a výše) není v POH JČK předpokládána, je tato varianta ve výpočtech zohledněna.

Evropské směrnice 2006/12/ES o odpadech a navazující 2008/98/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic jsou zásadním předpisem, který upravuje nakládání s odpady v celé evropské unii. Tyto směrnice definují tzv. hierarchii nakládání s odpady, kdy na prvním místě je prevence vzniku odpadu, poté jeho opětovné používání a dále recyklace následovaná energetickým využitím. Teprve odpady, které není možné již nijak využít, by měly být odstraňovány – spalováním bez energetického využití nebo skládkováním. Tato pravidla jsou nebo budou promítnuta do legislativy jednotlivých států EU a tedy i ČR.

V podmínkách ČR implementuje směrnici 2006/12/ES zákon č. 185/2001 Sb. O odpadech. V současnosti je v připomínkovém řízení nový zákon o odpadech. Tento zákon a jeho prováděcí předpisy mimo jiné stanoví, jaký odpad nebude možné ukládat na skládky od roku 2030. V poslední verzi bylo uvedeno, že nebude možné skládkovat odpad s výhřevností v sušině vyšší než 6,5 MJ/kg a dále bude pravděpodobně výhřevnost doplněna o parametr stability AT4. Výhřevnost spalitelných odpadů v zájmovém území v současnosti převyšuje tuto hodnotu a změna se neočekává ani kolem roku 2024, viz kapitola Výhřevnost spalitelných odpadů.

Evropská směrnice 1999/31/ES o skládkách odpadů je předpisem, který pro členské státy udává povinnost omezit skládkování biologicky rozložitelného odpadu (BRKO) ve srovnání se skládkováním množstvím v roce 1995 a to:

- na 75 % do 5 let ode dne účinnosti příslušného právního předpisu zajišťujícího dosažení souladu s touto směrnicí,
- na 50 % do 8 let ode dne účinnosti příslušného právního předpisu zajišťujícího dosažení souladu s touto směrnicí,
- na 35 % do 15 let ode dne účinnosti příslušného právního předpisu zajišťujícího dosažení souladu s touto směrnicí.

Na celkovém množství skládkovaného BRKO má významný podíl SKO, který obsahuje přibližně polovinu biologické složky. Členské státy, které v roce 1995 nebo v nejbližším roce předcházejícím roku 1995, a pro který jsou k dispozici normalizovaná data Eurostat, ukládaly více než 80 % svého

komunálního odpadu (KO) na skládky, mohou splnění cílů odložit na ne více než čtyři roky. Případ je ČR. POH ČR stanovuje ještě přísnější cíl, a to pokles pouze na 24 % hmotnosti BRKO ukládané v roce 1995 do roku 2020. Dle Ministerstva životního prostředí (MŽP) bylo v roce 1995 uloženo na skládky 1 530 kt BRKO. Dle POH to pak znamená povinnost skládkovat v roce 2020 maximálně 360 kt BRKO. Dokument² uvádí, že v případě rychlé realizace by v ČR v roce 2020 mohla existovat zpracovatelská kapacita EVO 1100 kt. Provedená analýza v tomto dokumentu, která zohledňuje obsah biologicky rozložitelné složky v jednotlivých KO ukazuje, že ani při této kapacitě nebudou cíle odklonu BRKO od skládkování splněny.

V případě nesplnění cílů směrnice EU hrozí jednorázová penalizace 1 750 000 EUR + denní cca 10 000 EUR³, které mohou být kaskádovitě přeneseny až na úroveň obcí a hrozí tedy zatížení jejich rozpočtů.

Směrnice 2000/76/ES o spalování odpadů stanovuje důležité podmínky, které je nezbytné splnit pro spalování a spoluspalování odpadu. Tato směrnice také stanovuje emisní limity pro spalování a spoluspalování odpadu. Vyhláška č. 415/2012 Sb. o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší tuto evropskou směrnicí implementuje do právního řádu ČR.

Zákon č. 100/2001 Sb., novelizován zákonem č. 39/2015, mimo jiné určuje záměry podléhající zvláštními posuzovacímu řízení na základě tohoto zákona. V rámci tohoto řízení, též známé jako EIA (Environmental Impact Assessment), dochází k odbornému posouzení vlivů na veškeré složky životního prostředí.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady vydané v rámci tzv. balíčku oběhového hospodářství by měly zajistit přechod od současného lineárního toku materiálu k oběhového hospodářství. Cílem je respektovat preferované způsoby nakládání s odpady ukotvené v hierarchii nakládání s odpady⁴. Nejsledovanějším odpadovým proudem je KO, je v zájmu tří ze čtyř směrnic balíčku oběhového hospodářství:

- Směrnice EU 2018/850/EU⁵ stanovuje maximální množství skládkovaného KO na 10 % do roku 2035.
- Směrnice EU 2018/851/EU⁶ udává cíle pro minimální materiálové využití KO a to nejméně 50 % do roku 2025 a další nárůst o 5 % každých 5 let až do roku 2035, viz Obr. 2obr. 1.
- Směrnice EU 2018/852/EU⁷ udává cíle pro obalové odpady.

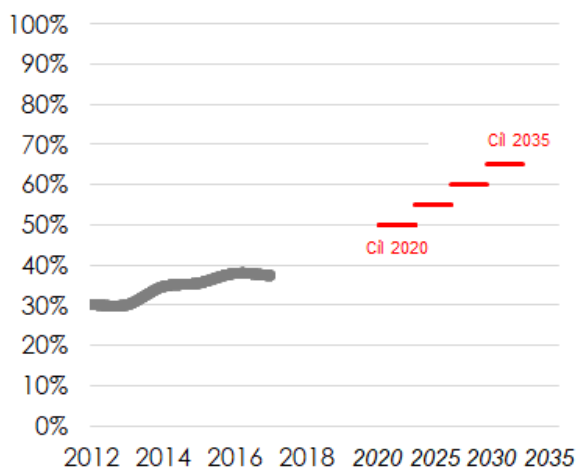
² MANHART, Jaromír, Strategie odpadového hospodářství ČR Ministerstva životního prostředí. Waste2Energy, AF POWER, Praha, 2015

⁴ Directive (EU) 2008/98/EC of The European Parliament and of The Council on Waste and Repealing Certain Directives. Official Journal of the European Union, L312, pp. 3–30.

⁵ Directive (EU) 2018/850 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 1999/31/EC on the landfill of waste (Text with EEA relevance), 100–108.

⁶ Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste, 109–140.

⁷ Directive (EU) 2018/852 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 94/62/EC on packaging and packaging waste, 141–154.



Obr. 1: Cíle EU pro minimální využívání KO do roku 2035 a vývoj ukazatele v posledních letech v ČR
(Zdroj: VISOH)

2 Současná produkce a nakládání se spalitelnými odpady v regionu

V rámci studie byla analyzována dostupnost spalitelných odpadů pro energetické využití. Jedná se o odpady, které není možné vzhledem ke své povaze materiálově využít, a tudíž dle hierarchie nakládání s odpady je preferováno jejich energetické využití před odstraněním. Jak bude ukázáno níže, hlavním proudem materiálově nevyužitelných spalitelných odpadů je směsný komunální odpad (kat. číslo 20 03 01 SKO). Dalším podstatným typem odpadu je objemný odpad (kat. číslo 20 03 07 OO).

2.1 Současná produkce vybraných typů odpadů v regionu

Pro analýzu současného stavu a vytvoření prognózy (viz kapitola 3) budoucího potenciálu spalitelných odpadů vhodných pro energetické využití byla nejdříve shromážděna dostupná data o produkci vybraných typů odpadů. Řešitelský kolektiv pracoval s následujícími datovými zdroji:

- VISOH – Veřejná část informačního systému odpadového hospodářství, který spravuje Cenia, data dostupná z <https://isoh.mzp.cz/VISOH>. Produkce je uvedena bez rozlišení původce, tzn. produkce je dána součtem odpadu ze systému obce a odpad produkovaný firmami. Byla využita data od roku 2009 (vzhledem ke změně metodiky vykazování v roce 2009), data byla veřejnosti přístupná pouze do roku 2015.
- ISOH – VUT disponuje daty z neveřejné části informačního systému odpadového hospodářství z období 2009–2017. V rámci řešených projektů spolupracuje řešitel studie s MŽP, data jsou neveřejná, je možné publikovat pouze se souhlasem MŽP.
- Data poskytnutá městskými úřady Tábora a Soběslavi 2009 – 2015 (nahrazují neveřejná data ISOH).

Byla využita časová řada od roku 2009 (z důvodu jednotné metodiky zpracování dat). V případě dat čerpaných z VISOH byl posledním rokem časové řady 2015., K dispozici bohužel nejsou aktuální data z databáze VISOH a není tedy možné všechny výpočty uvedené níže provést se stejnou dlouhou časovou řadou do roku 2017. Prognóza SKO a hlavních tříděných složek KO (papír, plast, sklo) byla provedena s využitím neveřejných dat ISOH a v tomto textu tedy budou znázorněny výhradně výstupy aplikace s využitím interních nástrojů vyvíjených na Ústavu procesního inženýrství – JUSTINE⁸. U těchto vybraných KO bylo nutné rozlišit produkci v rámci systémů obce a produkci ostatních původců (zejména podnikatelské subjekty nezapojené do systému obce). Na množství a charakter KO vyprodukovaného ze systému obce má vliv typ zástavby, případně některé socio-ekonomické aspekty. V případě odpadu pocházejícího z firem se tento regionální charakter nedá předpokládat. Proto byla pro vybrané složky SKO využita databáze ISOH. Zde se jednalo o data do roku 2017 (poslední dostupné data v době provádění analýz). Pro verifikaci dat byly zpracovány také informace poskytnuté městskými úřady pro ORP Tábor a Soběslav, viz tab. 1. Separované složky KO byly uvažovány následujícím způsobem:

- papír – katalogová čísla: 15 01 01 a 20 01 01,
- plast – katalogová čísla: 15 01 02 a 20 01 39,

⁸ Justine – tool applied for forecasting in waste management | Ústav procesního inženýrství, FSI VUT v Brně, <http://upi.fme.vutbr.cz/veda-vyzkum/justine>

- sklo – katalogová čísla: 15 01 07, 20 01 02.

ORP Tábor							
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Papír [t]	4 122	3 538	3 945	3 698	4 046	4 293	4 628
Plast [t]	1 776	1 226	2 460	1 967	2 375	2 275	2 337
Sklo [t]	896	1 013	1 146	1 250	1 137	1 258	1 244
SKO [t]	19 002	19 086	19 236	20 126	18 802	19 615	19 418
OO [t]	3 816	4 532	4 344	4 953	4 719	4 850	3 658
ORP Soběslav							
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Papír [t]	279	298	296	281	265	125	193
Plast [t]	142	140	129	132	119	91	104
Sklo [t]	220	243	223	237	197	207	198
SKO [t]	3 535	6 047	4 843	5 417	5 406	5 008	5 154
OO [t]	824	896	821	486	657	616	684

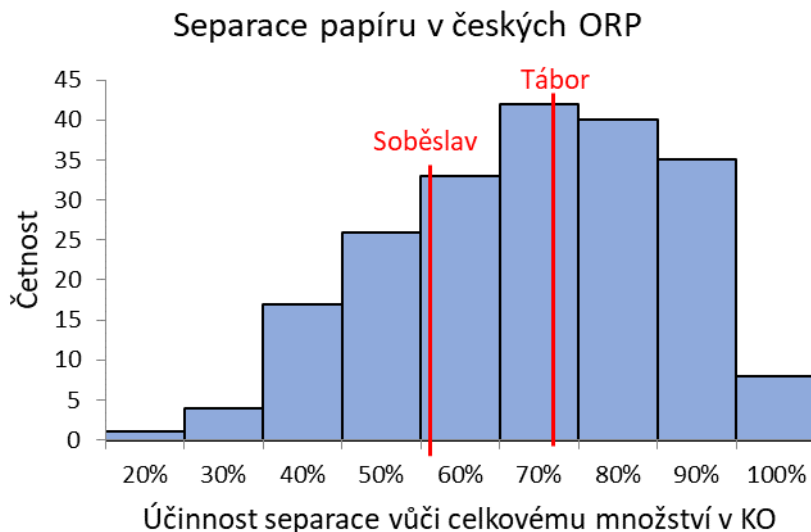
Tab. 1 Datová základna, produkce vybraných skupin KO [t] (zdroj: Městské úřady pro ORP Tábor a Soběslav)

Data poskytnutá městskými úřady se mohou lišit od databáze ISOH. To je dáno například dopočítáváním produkce podlimitních producentů, kteří nemusí vyplňovat roční hlášení o produkci a nakládání s odpady. Pro zveřejnění dat o produkci z databáze ISOH pro účely této studie nebyl doposud udělen souhlas ze strany MŽP.

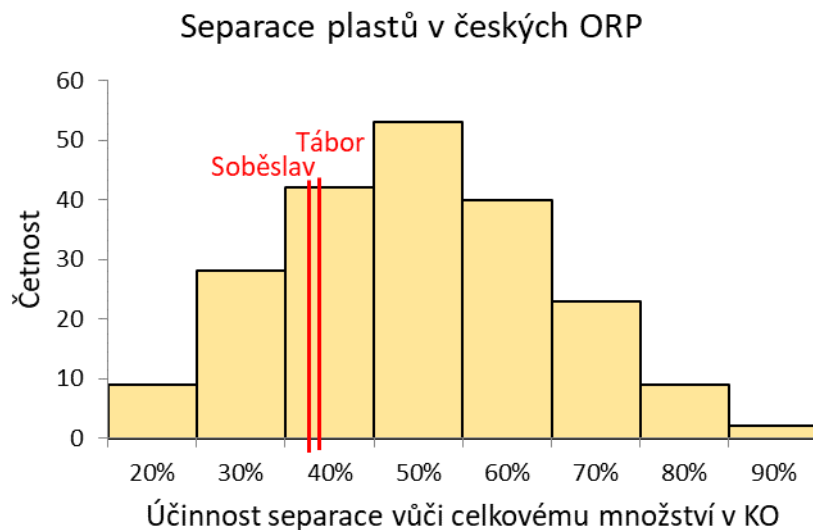
2.2 Současná míra separace materiálově využitelných KO ORP

Mírou separace se rozumí prvotní třídění u producentů. Strojní separace tříditelných složek z již vyprodukovaného SKO je v současnosti v ČR prováděno minoritně. Vývoj produkci KO pod jednotlivými katalogovými čísly ukazuje pro sledované ORP tab. 1, uvedená výše. V případě ORP Tábor vykazuje výtěžnost separovaného sběru mírný růst. Produkce SKO stagnuje. Pro ORP Soběslav výtěžnost separovaných složek mírně klesá, což může mít za následek mírné navýšení SKO. Vedle výtěžnosti [t/ř] je nutné sledovat také účinnost separace jednotlivých složek. Účinnost separace [%] určité frakce KO představuje podíl vytríděného množství vůči celkovému množství v KO, tedy jak separovanému KO, tak i zbytkovému množství v SKO. Vychází se z předpokladu, že čím více je složka separována, tím menší je její podíl v SKO. Porovnání současné míry separace KO oproti stavu ve všech 206 českých ORP ukazují histogramy níže. V histogramech jsou znázorněny počty českých ORP roztríděné dle současné účinnosti separace papíru (obr. 2), plastů (Obr. 3) a skla (Obr. 4).

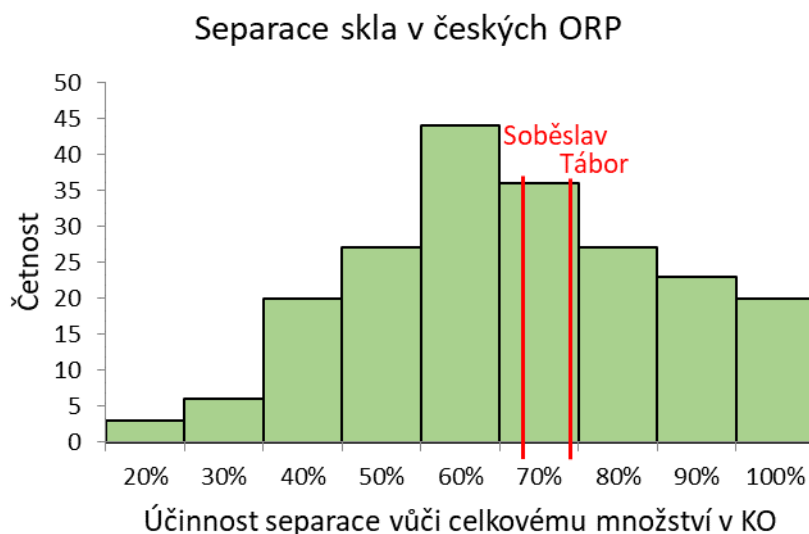
V histogramech na obrázcích níže jsou znázorněny i konkrétní hodnoty odhadované účinnosti separací ze sledovaných ORP, které jsou v ORP Tábor 68 % pro papír, 33 % pro plasty a 69 % pro separaci skla. ORP Soběslav separuje s účinností 51 % pro papír, hodnotou 32 % pro plasty a 72 % pro účinnosti separace skla. V porovnání s průměrnou mírou separace všech ORP ČR se ORP Tábor v separaci papíru a skla pohybuje lehce nad průměrem. Plast je separován v tomto ORP podprůměrně (míra separace je asi o 11 % nižší, než je průměrná hodnota ČR). ORP Soběslav vykazuje podprůměrnou separaci papíru a plastu (v obou případech okolo 12 % nižší míra separace, než je průměrná hodnota). Nadprůměrnou separaci v ORP Soběslav lze pozorovat v případě poslední sledované frakce – skla. Výsledky jsou pouze odhady založené na predikci složení SKO pomocí nástroje Justine, které vychází z omezeného množství rozborů odpadu.



Obr. 2 Současný stav separace papíru v roce 2017 ve 206 českých ORP, histogram účinností separace s vyznačením hodnot pro ORP Tábor a ORP Soběslav



Obr. 3 Současný stav separace plastů v roce 2017 ve 206 českých ORP, histogram účinností separace s vyznačením hodnot pro ORP Tábor a ORP Soběslav



Obr. 4 Současný stav separace skla v roce 2017 ve 206 českých ORP, histogram účinností separace s vyznačením hodnot pro ORP Tábor a ORP Soběslav

2.3 Současná produkce materiálů nevyužitelných odpadů a jejich potenciál pro energetické využití

Pro účely této studie se za spalitelné odpady materiálů nevyužitelné považují odpady zařazené pod níže uvedenými katalogovými čísly, které jsou vhodné pro energetické využití a k jinému „hodnotnějšímu“ způsobu nakládání ve smyslu hierarchie nakládání s odpady u nich nedochází. S těmito odpady je tedy nakládáno jedním z následujících způsobů⁹ (metodika vychází z¹⁰):

- D1 – Ukládání v úrovni nebo pod úrovní terénu (skládání).
- D3 – Hlubinná injektáž (např. injektáž čerpatelných kapalných odpadů do vrtů, solných komor nebo prostor přírodního původu, apod.).
- D4 – Ukládání do povrchových nádrží (např. vypouštění kapalných odpadů nebo kalů do prohlubní, vodních nádrží, lagun, apod.).
- D5 – Ukládání do speciálně technicky provedených skládek (např. ukládání do oddělených, utěsněných, uzavřených prostor izolovaných navzájem i od okolního prostředí, apod.).
- D10 – spalování na pevnině.
- D12 – Konečné či trvalé uložení (např. ukládání v kontejnerech do dolů).
- R1 – Využití odpadu způsobem obdobným jako paliva nebo jiným způsobem k výrobě energie.

Ve studii byla využita datová sada veřejně dostupné databáze VISOH Cenía (data od roku 2009 do roku 2015, bez rozlišení původce). Novější data pro tuto analýzu nejsou k dispozici vzhledem ke

⁹ Příloha č. 3 a příloha č. 4 k zákonu č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů. Sbírka zákonů ČR. Částka 71/2001.

¹⁰ Stieber M., Hybler M. Projekt MŽP s názvem Návrh optimální sítě zařízení k nakládání s odpady v rámci celé ČR včetně stanovení potřebných kapacit těchto zařízení ve všech krajích, EY Česká republika, 2015.

změně struktury a detailů dat ve veřejné části systému ISOH. Produkce odpadů byla z databáze VISOH vyhledána pomocí dotazů:

- A00 – Produkce odpadu.
- AN60 – Staré zátěže, živelní pohromy, černé skládky apod.
- BN30 – Převzetí zpětně odebraných některých výrobků nebo zpětně odebraných elektrozařízení od právnické osoby nebo fyzické osoby oprávněné k podnikání, která zajišťuje zpětný odběr podle § 37k nebo § 38 zákona nebo převzetí odpadů od nepodnikajících fyzických osob – občanů.

Pro účely této studie a dalších výpočtů byla skupina materiálově nevyužitelných odpadů rozdělena na 3 základní části:

- Směsný komunální odpad (SKO) – kat. č. 20 01 03
- Objemný odpad (OO) – kat. č. 20 03 07
- Ostatní spalitelný odpad, kat. č.:
02 01 03, 02 01 04, 03 01 01, 03 01 05, 03 03 01, 03 03 07, 03 03 08, 04 01 01, 04 01 08,
04 02 09, 04 02 21, 04 02 22, 07 02 13, 09 01 08, 12 01 05, 15 01 01, 15 01 02, 15 01 03,
15 01 05, 15 01 09, 15 02 03, 16 01 19, 17 02 03, 17 03 02, 17 06 04, 19 12 01, 19 12 04,
19 12 07, 19 12 08, 20 01 01, 20 01 10, 20 01 11, 20 01 39, 19 12 10, 19 12 12.

Pro výpočet celkového množství materiálově nevyužitelných odpadů pak uvažujeme s těmito předpoklady. SKO je ze své podstaty do celkového množství materiálově nevyužitelných odpadů počítán jako 100 % jeho produkce. U objemného odpadu uvažujeme pouze 81 % z produkce. Tento poměr je dán podílem způsobů odstranění (D1, D3, D4, D5, D10, D12, R1 viz výše) a celkové produkce z průměrných dat za celou ČR. Poměr určuje, kolik OO se zpracovává „hodnotnějšími“ způsoby. U ostatních spalitelných odpadů byl využit stejný princip. Navíc v ostatních spalitelných odpadech převládají průmyslové odpady, které jsou produkovány nerovnoměrně v rámci ČR, byla brána v úvahu i preference využívání a odstraňování těchto odpadů v blízkých regionech. Tzn. pro odhad podílu ostatních spalitelných odpadů vhodných pro EVO z celkové produkce byl rekonstruován tok odpadu, při kterém byla zohledněna dopravní vzdálenost. Konkrétní odpadové toky mezi jednotlivými ORP bohužel není možné přímo vyčíst z dostupných dat VISOH. Pro vyčíslení výsledného potenciálu byl využit optimalizační nástroj vyvinutý na VUT Brno¹¹.

Výsledné hodnoty potenciálu spalitelných odpadů (materiálově nevyužitelných) v zájmovém regionu, tj. ORP Tábor a ORP Soběslav je uvedena v tab. 2. V dalším textu bude pro tento proud odpadů použito označení SKO* (odpady vhodné pro energetické využití, kde dominantní složkou je SKO – kat. číslo 20 03 01).

¹¹ V rámci činností na Ústavu procesního inženýrství, Fakulta strojního inženýrství, VUT Brno jsou vyvíjeny výpočtové nástroje, které jsou založeny na pokročilých matematických metodách.

Produkce materiálově nevyužitelných odpadů, 2015, [t/rok]	ČR	Jihočeský kraj	ORP Tábor	ORP Soběslav
Součet všechny spalitelné (SKO*)	3 650 819	210 799	25 591	9 423
z toho SKO (kat. č. 20 03 01)	2 836 835	165 572	20 490	6 676
z toho OO (kat. č. 20 03 07)	378 979	15 963	3 251	686
z toho ostatní	435 005	29 264	1 850	2 061

Tab. 2 Produkce materiálově nevyužitelných spalitelných odpadů, 2015, zdroj: VISOH

2.4 Současné kapacity skládek a odhad jejich životnosti

K ukládání odpadu na skládky slouží v Jihočeském kraji 18 zařízení. V dotčeném regionu, tj. ORP Tábor a ORP Soběslav, se nachází 3 skládky (S-OO) odpadů:

- ORP Tábor
 - Skládka Jistebnice – provozovatel město Jistebnice, volná kapacita 3 744 m³
 - Skládka Želeč – provozovatel RUMPOLD s.r.o., volná kapacita 530 053 m³
- ORP Soběslav
 - Skládka Klenovice – provozovatel Technické služby tábor., volná kapacita 28 598 m³.

Na základě dat VISOH a dat obdržených od dotčených úřadů na základě dotazu v roce 2017 byla životnost skládek v ORP Soběslav odhadnuta do roku 2023 a v ORP Tábor do roku 2038¹². Ve výpočtu byl uvažován hutnicí koeficient 1,3, tzn. 1,3 t odpovídá 1 m³. V následující tab. 3 jsou zobrazeny odhady životnosti skládek agregovány za jednotlivá ORP a celý Jihočeský kraj.

	Volná kapacita, [t]	Rok (poslední informace)	Návoz rok 2015, [t]	Odhadovaný rok naplnění
Soběslav	37 177	2015	4 382	2023
Tábor	693 936	2015	30 751	2038
Jihočeský kraj	1 873 576	2014	229 218	2022

Tab. 3 Odhad životnosti skládek v JČK, zdroj: VUT Brno z dat VISOH

¹² Metodika vychází z dříve řešeného projektu MŽP s názvem „Návrh optimální sítě zařízení k nakládání s odpady v rámci celé ČR včetně stanovení potřebných kapacit těchto zařízení ve všech krajích“, 2015, Hlavní řešitel EY s.r.o. Přesně určit zbývající kapacitu je problém z důvodu vývoje separace odpadu a tím pádem návozu odpadů na jednotlivé skládky. Výsledky jsou odhadem vycházejícím se současné míry skládkování.

3 Výhled produkce vybraných KO v regionu

Pro vypracování prognózy produkce vybraných spalitelných odpadů byl využit nástroj JUSTINE¹³. Prognóza byla provedena pro rok 2024, tj. v souladu s datem ukončení skládkování využitelných odpadů dle platné legislativy v okamžiku provádění výpočtů (4/2019). Komentář k dopadu případného posunu termínu dle připravovaného zákona o odpadech je uveden v kap. 3.3.

Výpočet proběhl v celkově čtyřech scénářích lišících se v rozdílném nárůstu míry separace vybraných tříditelných frakcí KO. Jednalo se o papír (kat. čísla 15 01 01 a 20 01 01), plast (15 01 02 a 20 01 39) a sklo (15 01 07 a 20 01 02). Uvažované scénáře míry separace jsou následující:

- **Základní scénář (SC1)** vycházel z analýzy trendu historických dat.
- **Scénář 2 (SC2)** představuje 5% navýšení plošné produkce vytříděných složek, tj. navýšení na úrovni ČR. Základní trend v ORP (dle SC1) byl pozměněn ve všech územních celcích tak, aby byl splněn republikový cíl (5% navýšení).
- **Scénář 3 (SC3)** představuje 10% navýšení plošné produkce vytříděných složek.
- **Scénář 4 (SC4)** představuje maximální množství vytřídění uvažovaných složek KO. Limitní hodnota je stanovena pro každý územní celek na základě typu zástavby. Bylo vycházeno ze zkušeností ze zahraničí.

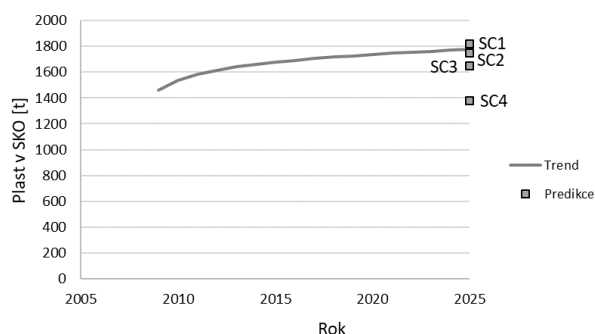
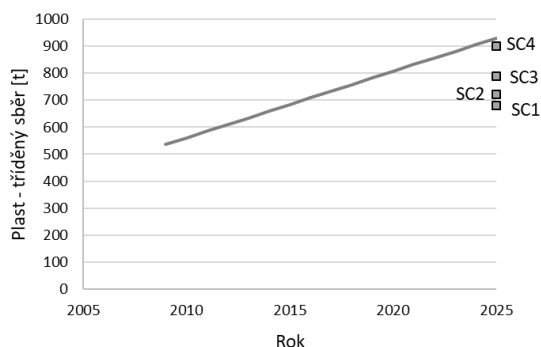
V prognóze se uvažovaly pouze frakce, které mají dopad na produkci SKO. V případě biologicky rozložitelných odpadů (BRKO). Se v dosavadních datech nepotvrdila tato závislost. Nově tříděný BRKO tvoří nový odpadový proud, který do této doby nebyl vykazovaný. Nicméně se v některých materiálech předpokládá scénář limitního odklonu BRKO z SKO v rozmezí 60 – 80 kg/obyv. a rok. Tyto hodnoty se však v historických datech prozatím nepotvrdily a jedná se tedy spíše o teoretický potenciál. V případě, že by se tento stav naplnil, je v kap. 5.3 rozpracována analýza dostupnosti odpadu.

Prognóza byla provedena na datech z ISOH – poskytnuto MŽP. Jedná se o neveřejná data, nejsou tedy uvedeny konkrétní hodnoty produkci, ale pouze trendy v datech.

3.1 Prognózy produkce jednotlivých skupin KO

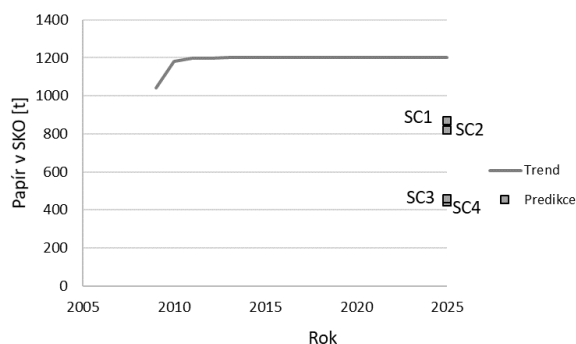
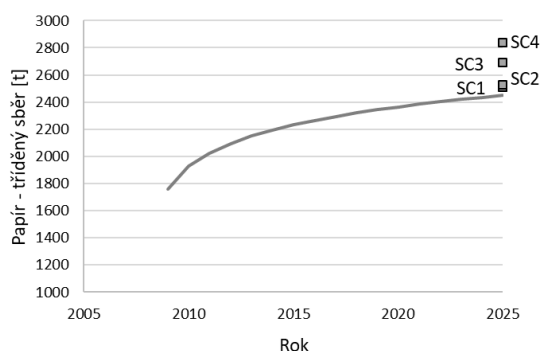
Pro všechny scénáře se uvažované hodnoty produkci upraví bilancováním pomocí nástroje JUSTINE (viz Predikce na Obr. 5 až Obr. 8). Díky tomu jsou zachovány územní omezení, kdy součet produkci na nižších územních celcích (ORP) je roven produkci ve vyšším územním celku (kraj). SC2 a SC3 reprezentují zrychlující trend zvyšování míry separace. Výsledky prognózy pro plast jsou uvedeny v Obr. 5. Lze pozorovat, že s rostoucí produkcí separovaného plastu (scénáře SC1–SC4) ubývá plastů v SKO.

¹³ Justine – tool applied for forecasting in waste management | Ústav procesního inženýrství, FSI VUT v Brně, <http://upi.fme.vutbr.cz/veda-vyzkum/justine>



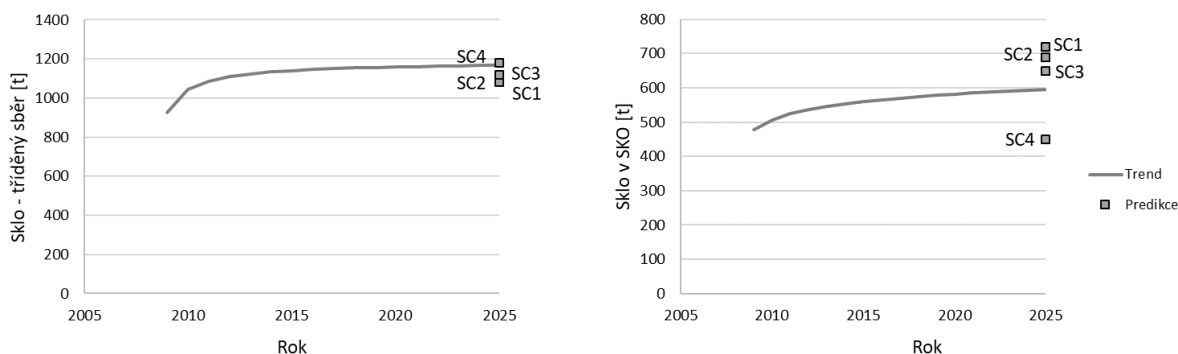
Obr. 5 Množství vytříděného plastu a zbytkového plastu v SKO pro ORP Tábor

Výsledky pro vytříděný papír a zbylou frakci papíru v SKO z systému obecního sběru v ORP Tábor jsou zobrazeny na Obr. 6.



Obr. 6 Množství vytříděného papíru a zbytkového papíru v SKO pro ORP Tábor

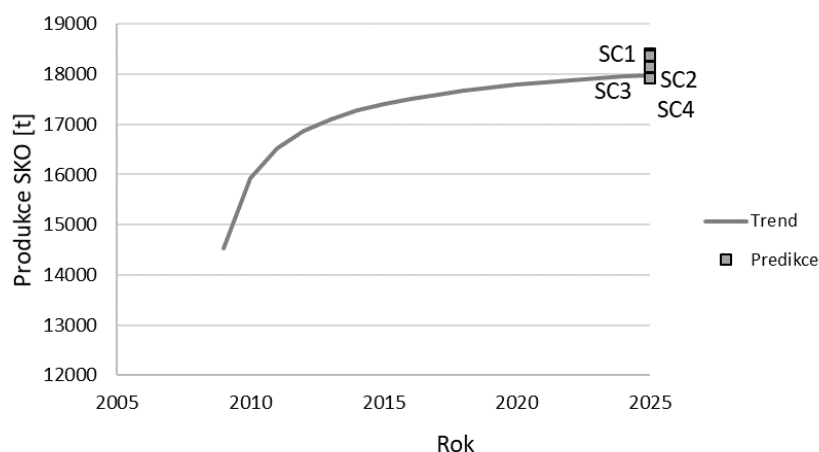
Z Obr. 6 je vidět drobný odklon produkce tříděného papíru ve scénáři SC1 oproti trendu v datech (trend vs. predikce). Úprava proběhla v důsledku bilancování jiných územních celků v souladu s územní hierarchií (trend dat pro celou ČR je výše, než součet trendů jednotlivých krajů a ORP, proto se pro dosažení jednoznačných výsledků musely prognózy pro ČR s jednotlivé ORP výpočtově upravit a sjednotit). Lze očekávat, že výsledná sjednocená data lépe popisují pravděpodobný vývoj než pouze prosté trendy jednotlivých územních celků. V důsledku navýšení vytříděného papíru (Obr. 6 vlevo) došlo ke snížení zbytkové frakce papíru v SKO, viz Obr. 6 vpravo). Hodnota predikce tříděného papíru pro základní scénář (SC1) je cca 2510 tun v roce 2024. S dalšími scénáři produkce papíru roste až na maximální hodnotu 2843 tun v roce 2024 pro SC4. Výsledky pro sklo jsou zobrazeny v Obr. 7.



Obr. 7 Množství vyříděného skla a zbytkového skla v SKO pro ORP Tábor

Míra separace vyplývající z grafů na Obr. 5 až Obr. 7 pro ORP Tábor byla ve scénáři SC1 68 % v případě papíru, 33 % pro plast a 69 % pro sklo. U separace papíru je hodnota 86 % identifikována jako maximální, které lze v ORP Tábor dosáhnout. K této míře separace papíru směřoval scénář SC3, pro další scénář SC4 již tedy nedošlo k růstu míry separace v tomto ORP.

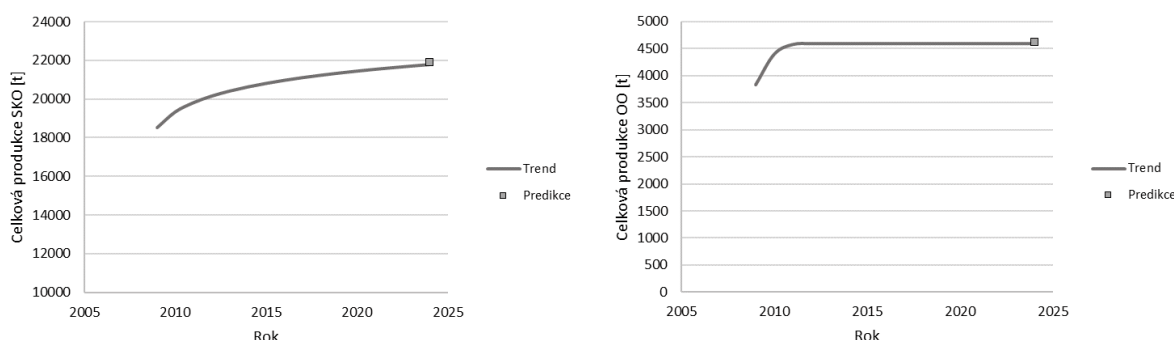
Scénář SC3 byl zvolen pro následující výpočty v kap. 5. Tento scénář byl vybrán z důvodu dopadů na míry separace množství zbytkového odpadu. V případě vysoké míry separace se bude produkce SKO snižovat a tím bude zhoršovat dostupnost odpadů pro potenciální nové zařízení na jeho zpracování. Jedná se tedy o scénář reflektující riziko snižování produkce SKO. Dopady jednotlivých scénářů míry separace na množství SKO v ORP Tábor jsou znázorněny na Obr. 8.



Obr. 8 Výhled produkce SKO z obecního systému pro ORP Tábor

Z obr. 8 je patrné snížení produkce SKO v ORP Tábor pro SC3 o asi 260 tun, oproti základnímu scénáři SC1. To odpovídá přibližně 1,3% poklesu od základního scénáře z důvodu navýšení míry separace papíru, plastu a skla o 10 %. Celkově se tedy jedná o zanedbatelný vliv zvýšení míry separace na produkci SKO – pozitivní efekt nárůstu separace je negativně kompenzován celkově vzrůstající produkcí SKO.

Další typy odpadů, které jsou vhodné pro energetické využití je SKO produkované firmami a OO. Prognóza pro ORP Tábor věnovaná celkové produkci SKO a OO – tedy z obcí i firem – je uvedena na obr. 9.



Obr. 9: Prognóza celkové produkce SKO a OO pro ORP Tábor

Stejná analýza byla provedena pro všechny ORP a vyšší územní celky v podobě krajů a celé ČR. Z pohledu plánování výstavby nového zpracovatelského zařízení v ORP Tábor jsou stěžejní produkce spalitelných odpadů v okolních ORP. **Celkové výsledky prognózy produkce vybraných KO pro SC3, firemního SKO a OO pro ORP Tábor a Soběslav shrnuje tab. 4.**

	ČR	Jihočeský kraj	ORP Tábor	ORP Soběslav
SKO – obecní systém	2 002 532	129 172	18 140	5 903
SKO – firemní	640 327	29 946	3 733	1 611
SKO – celkem	2 642 859	159 118	21 873	7 514
Papír	380 354	25 431	2 690	548
Plast	168 682	11 558	790	243
Sklo	153 109	13 624	1 120	336
MS papíru	79 %	87 %	86 %	93 %
MS plastu	53 %	55 %	33 %	34 %
MS skla	67 %	79 %	63 %	72 %
OO – celkem	528 291	21 108	4 609	894

Tab. 4 Souhrn prognózy vybraných typů odpadů pro rok 2024, [t] (pro SC3)

3.2 Výhled míry separace (třídění) v ORP

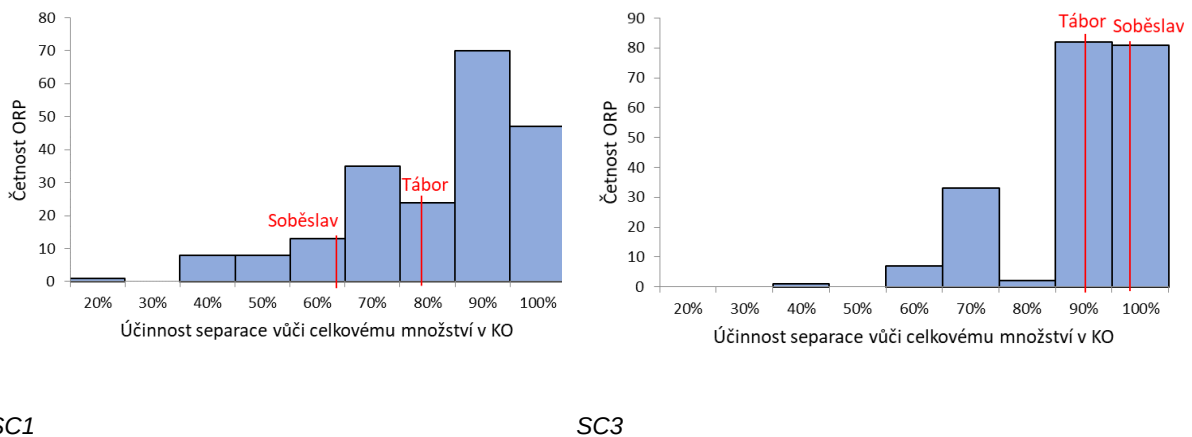
Uvedené výsledky jsou platné pro SC1 a SC3. Tedy SC1 zachovává trend v historických datech a u SC3 došlo k 10% navýšení měř separace pro všechny sledované frakce odpadu, jak je uvedeno v úvodu kap. 3. SC3 byl vybrán z důvodu sledování potenciálních dopadů vyšší míry separace na množství a parametry zbytkového odpadu. Výběr scénáře SC3 jako referenčního pro zpracování studie současně ospravedlňuje vznik tzv. sekundárních odpadů, kdy vysoká míra separace neznamena vysokou míru třídění – nevyužitelné odpady se vracejí zpět do energetické koncovky ve formě tzv. sekundárních odpadů (více viz kap. 3.3).

Počty ORP roztríděné dle dosahované účinnosti separace jsou zobrazeny na histogramech níže, vyznačeny jsou i hodnoty predikované pro sledované ORP Tábor a ORP Soběslav. Konkrétně

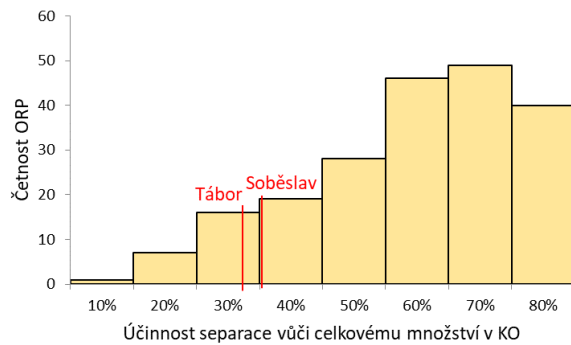
jsou předvedeny grafy separace papíru (Obr. 10), separace plastů (Obr. 11) a separace skla (Obr. 12) v českých ORP. Míra separace pro ORP Tábor, vyplývající z výpočtů výše v kapitole 3.1 pro SC1 (respektující aktuální trend) byla 74 % v případě papíru, 27 % pro plast a 61 % pro sklo. Separace papíru a plastu vykazuje pouze mírně rostoucí trend daný historickými daty. Dlouhodobý trend separace skla dokonce stagnuje. Z tohoto důvodu lze pozorovat nižší predikovanou míru separace plastu a skla v roce 2024 podle SC1 oproti současnému stavu v roce 2017. Tento jev je dán variabilitou konkrétních dat okolo trendu, kde míra separace právě v roce 2017 leží mírně nad modelem. Při navýšení míry separace sledovaných frakcí o 10 % pro celou ČR, tedy predikce podle SC3, dosahuje separace papíru v ORP Tábor maximální hodnoty, a to 86 %, separace plastu narůstá na 33 % a separace skla na 63 %.

Míra separace v ORP Soběslav pro SC1 je 59 % pro papír, 30 % pro plast a 72 % pro sklo. Separace papíru a plastu je v tomto ORP při zachování současného trendu podprůměrná v porovnání s ostatními ORP, separace skla na základě historického trendu leží lehce nad průměrem. Při navýšení míry separace podle SC3 dochází k významnému růstu míry separace papíru na 93 %, což odpovídá maximální míře separace pro toto ORP. Míra separace plastu pro SC3 mírně vzroste na 34 % a pro sklo se hodnota nemění.

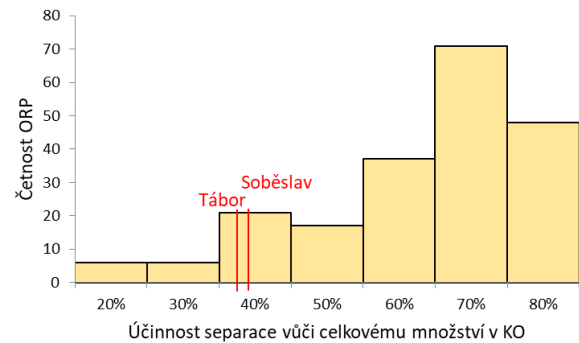
Na obr. 10 lze pozorovat, že ve scénáři SC1 ORP Tábor vykazuje větší míru separace papíru, než ORP Soběslav. Při navýšení míry separace na úrovni ČR o 10 % scénáře SC3 dosahuje vyšší míry separace ORP Soběslav. K tomuto jevu dochází z důvodu nastavení maximální možné míry separace v jednotlivých ORP, a to na základě typu zástavby. Ve scénáři SC3 obě zmiňovaná ORP dosáhla své limitní separace papíru, a to 86 % pro ORP Tábor (vyšší podíl bytových domů) a 93 % ORP Soběslav (větší podíl rozptýlené zástavby).



Obr. 10 Predikce separace papíru v roce 2024 ve 206 českých ORP, histogram účinností separace s vyznačením hodnot pro ORP Tábor a ORP Soběslav

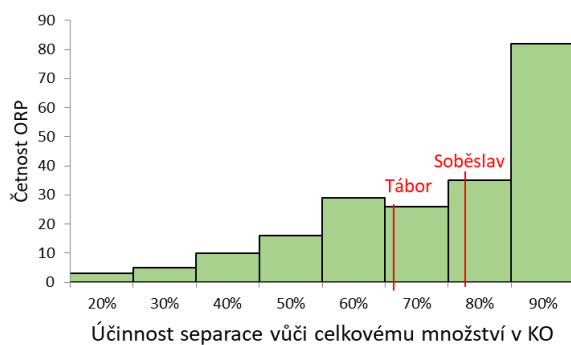


SC1

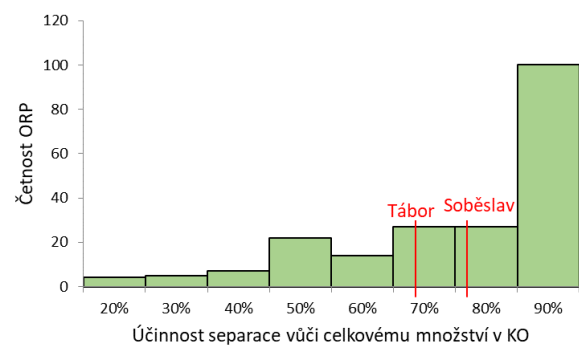


SC3

Obr. 11 Predikce separace plastů v roce 2024 ve 206 českých ORP, histogram účinností separace s vyznačením hodnot pro ORP Tábor a ORP Soběslav

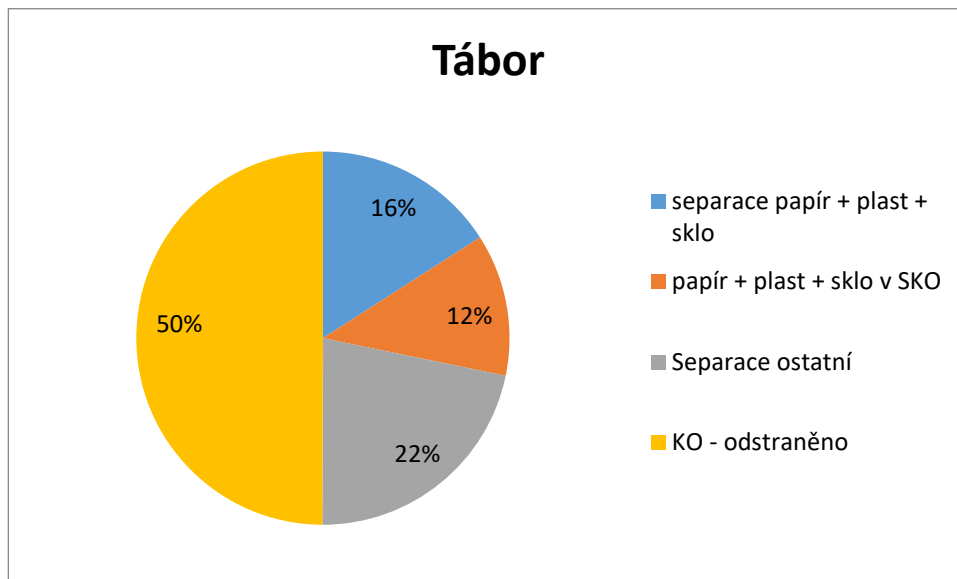


SC1

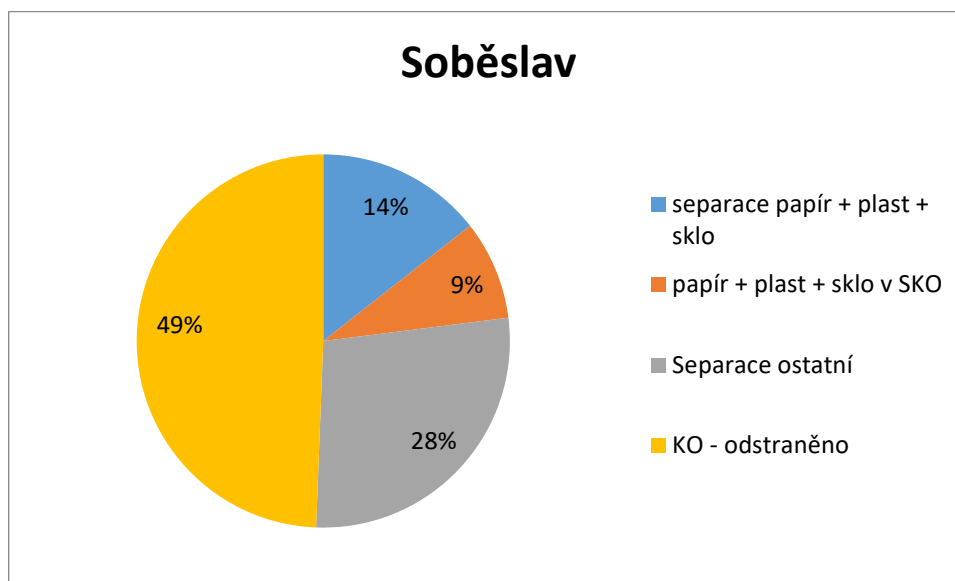


SC3

Obr. 12 Predikce separace skla v roce 2024 ve 206 českých ORP, histogram účinností separace s vyznačením hodnot pro ORP Tábor a ORP Soběslav

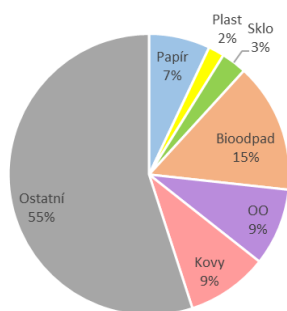


Obr. 13 Současné složení KO na území ORP Tábor (2015), zpracováno na základě dat z VISOH

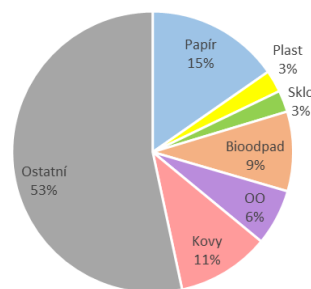


Obr. 14 Současné složení KO na území ORP Soběslav (2015), zpracováno na základě dat z VISOH

Směrnice EU balíčku oběhového hospodářství stanovuje povinnost materiálově využít nejméně 50 % KO do roku 2025 a dále vždy o 5 % více během následujících 5 let až do roku 2035 (viz obr. 1.) Mezi materiálově využitelné odpady jsou řazeny následující: papír, plast, sklo, bioodpad, OO, kovy. Obrázky níže (Obr. 15) znázorňují procentuální zastoupení těchto využitelných odpadů v produkci KO v roce 2017 ve sledovaných ORP.



a) ORP Tábor



b) ORP Soběslav

Obr. 15: Současné složení KO na území ORP Tábor a ORP Soběslav (2017) Výhřevnost spalitelných odpadů

Výhřevnost (dále v textu LHV) spalovaného odpadu představuje důležitý parametr plánování záměru EVO. Zařízení EVO jsou relativně flexibilní a jsou schopna zpracovat odpad v širokém rozmezí výhřevnosti. Operabilita je dána tzv. diagramem roštu. Výhřevnost je ale důležitá z pohledu plánování ekonomiky provozu, výroby a následného uplatnění tepla. S ekonomikou pak souvisí kalkulovaný poplatek za tunu zpracovaného odpadu na bráně zařízení EVO.

Součástí prognóz a analýz v nástroji JUSTINE jsou kromě stanovení produkci jednotlivých skupin odpadu také odhady složení SKO jako dominantní složky spalitelných odpadů. Odhad složení SKO nástrojem JUSTINE vychází nejen z údajů databáze ISOH, vychází se také z rozborů odpadu provedených v několika typech zástavby v blízkém regionu v roce 2008. Jejich výsledky jsou importovány do datové základny nástroje JUSTINE společně s výsledky z rozborů v jiných lokalitách ČR.

Na základě odhadu složení SKO pro roky 2017 a 2024, které byly vyhodnoceny nástrojem JUSTINE, byla v českých ORP odhadnuta výhřevnost tohoto typu odpadu a především vyhodnocen očekávaný posun ve výhřevnosti SKO v důsledku vyšší separace materiálově využitelných složek KO. Uvažováno je navýšení míry separace podle SC3. Výsledky pro sledované regiony jsou uvedeny v tab. 5, výhřevnosti složek SKO použité v analýze shrnuje tab. 6.

ORP	LHV v roce 2017 [MJ/kg]	LHV v roce 2024 [MJ/kg]
Soběslav	7,66	7,94
Tábor	8,20	7,45

Tab. 5 Předpokládaná výhřevnost SKO ze systému obce v zájmových ORP pro rok 2017 a 2024 (SC3)

Složky odpadu s kalorickým potenciálem	Použité LHV složky [MJ/kg]
Papír	11,34
Plasty	34,15
Bioodpad	2,22
Textil	16,98
Elektroodpad	20,00
Spalitelný zbytek SKO	10,84
Podsítná frakce < 40 mm	4,40

Tab. 6 Vstupní hodnoty LHV složek odpadu uvažované pro analýzu výhřevnosti SKO, Pozn.: hodnoty zvoleny na základě výsledků projektu SP/2f1/132/0814

V důsledku očekávaného nárůstu separace materiálově využitelných složek do roku 2024, je odhadován pokles výhřevnosti SKO. Poměr vytríděných výhřevných frakcí (papír, plast) v SKO se dle očekávání bude snižovat, čímž se LHV sníží. Naopak separace BRKO by měla pozitivní vliv na hodnotu výhřevnosti. V současnosti však většina tříděného BRKO pochází ze zahrad a není separováno ze SKO (kuchyňský odpad). V budoucnosti se nedá očekávat, že by se tato skutečnost měla významně měnit. Značně omezené možnosti jsou očekávány především v bytové zástavbě (více jak polovina obyvatel ve městě Tábor). Očekávaná výhřevnost se pohybuje v intervalu 7 až 8 MJ/kg. Pro přesnější odhad složení a výhřevnosti SKO by bylo třeba provést rozborů v předmětných lokalitách.

Kromě SKO z obecních systémů jsou ve skupině spalitelných odpadů zastoupeny SKO z firem a živností, objemné odpady a spalitelné průmyslové odpady mimo sk. 20. Přímé informace o jejich skladbě a tedy i výhřevnosti nejsou k dispozici. Byl proveden odhad, že výhřevnost SKO z firem a živností bude výrazně vyšší než SKO ze systému obce. Ve výpočtu bylo uvažováno s hodnotou 10 MJ/kg. V případě objemných odpadů a ostatních spalitelných odpadů ve sk. 20 i mimo sk. 20 se předpokládá výhřevnost na úrovni 13 kJ/kg. Váženým průměrem produkce jednotlivých subtoků (viz tab. 7) a výhřevností byl získán odhad výhřevnosti charakterizující dané území ve výši 9,6MJ/kg. S touto hodnotou bude pracováno dále ve výpočtech.

ORP	SKO obecní		SKO firemní		Objemný odpad			Ostatní spalitelný odpad		Spalitelný odpad celkem		LHV pro výpočet [GJ/t]
	produkce [t]	LHV [MJ/kg]	produkce [t]	LHV [MJ/kg]	produkce [t]	Potenciál [t]	LHV [MJ/kg]	produkce [t]	LHV [MJ/kg]	potenciál [t]	LHV [MJ/kg]	
Soběslav	5 903	7,94	1 811	10	894	391	13	4461	13	12 566	10,1	9,6
Tábor	18 140	7,545	4 191	10	4 609	3861	13	959	13	27 151	9,3	

Tab. 7 Předpokládaná výhřevnost odpadů z ORP Tábor a Soběslav vhodných pro energetické využití po roce 2024

Seriózní diskuse nad cílovými hodnotami budoucí míry separace, resp. složením spalitelných odpadů a výhřevnosti může být vedena pouze na základě aktualizovaných údajů o složení zbytkových

¹⁴ Komunální odpad – výsledky projektu VAV/720/16/03. Dostupné na [www: http://www.komunalniodpad.eu/](http://www.komunalniodpad.eu/)

spalitelných odpadů. V období přípravy záměru EVO je doporučeno provést rozbor složení v předpokládané svozové oblasti. Zpracovatele studie v dobu zpracování studie disponovali pouze rozbor složení z jednoho regionu v Jihočeském kraji z roku 2008 (měření v létě, na podzim a v zimě pro dva typy zástavby). Analýzy složení je třeba provádět opakovaně z důvodu značného heterogenního složení SKO. Jen tak je možné kvalitně odhadnout variabilitu v jednotlivých měření. Dále je vhodné provést dvě sady analýz pro topnou a letní sezonu. Složení SKO se vlivem popele v zimním období a sezónnosti bioodpadů značně liší. Celkově je nutné počítat s časovým rozsahem okolo 1 roku.

3.3 Vliv připravované legislativy na budoucí množství materiálově nevyužitelných odpadů vhodných pro energetické využití

V době dokončení zprávy (5/2019) byla v mezirezortním připomínkovém řízení novela zákona o odpadech. Novela je vnímána jako zásadní dokument pro budoucí směřování odpadového hospodářství ČR. Z pohledu zpracované studie jsou důležité následující body a principy obsažené v připravované novele:

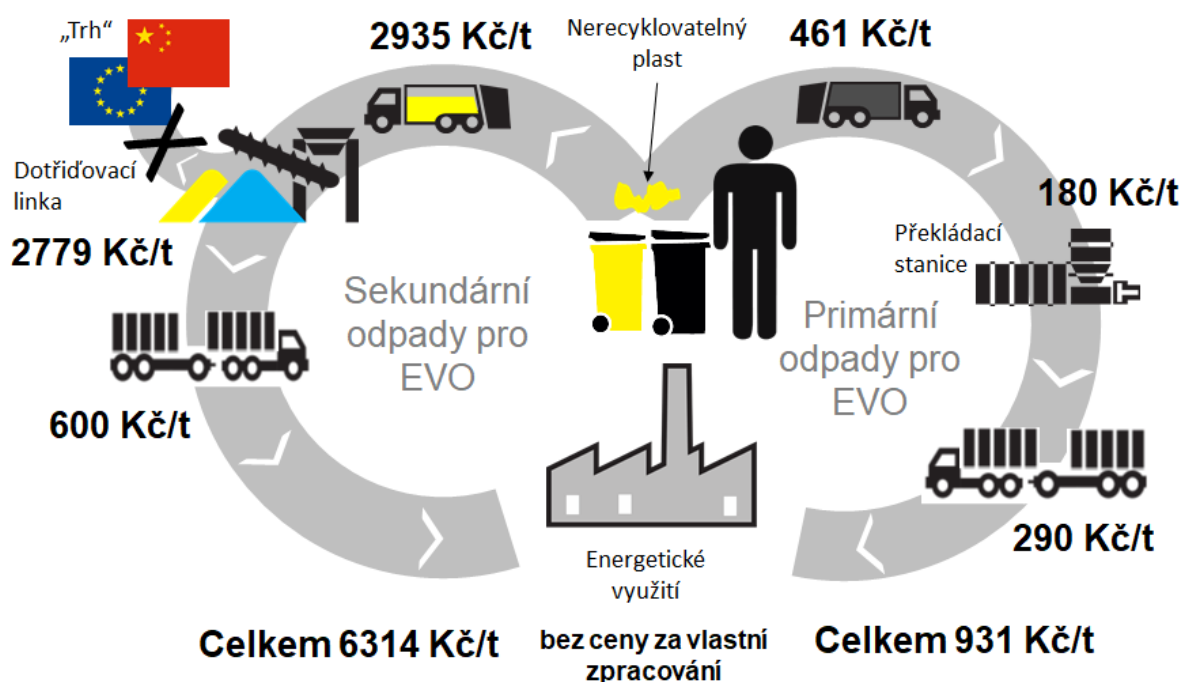
- Přebírá cíle z balíčku oběhového hospodářství, kdy do roku 2025 má úroveň přípravy k opětovnému použití a recyklaci KO dosáhnout nejméně 55% a v letech 2030 a 2035, 60 a 65%.
- Počítá se zákazem skládkování využitelných a recyklovatelných odpadů po roce 2030
 - seznam a parametry využitelných odpadů bude stanoven zákonem (výchřevnost v sušině je vyšší než 6.5 MJ/kg, odpady, které překračují limitní hodnotu parametru biologické stability AT4).
 - Recyklovatelné odpady budou stanoveny vyhláškou.

Na tomto místě je důležité zmínit rozdíl mezi tříděním a skutečnou recyklací. Výše uvedené cíle je nutné chápat jako cíle třídění (rovněž také cíle separace v souladu s předchozími kapitolami studie) a korespondují s výše uvedenou účinností separace. Pouze část vytříděných odpadů najde skutečné uplatnění na trhu a bude recyklována. Druhá část, kterou se nepovede recyklovat v důsledku technicko-technologických omezení recyklovatelnosti a tržních bariér, bude přispívat k tvorbě tzv. sekundárních odpadů. Část, kterou nelze na trhu uplatnit, bude nezbytně hledat uplatnění ve formě energetického využití, protože jednak energetické využití hierarchicky stojí nad skládkováním a hlavně její skládkování nebude vlivem požadavku na maximální výchřevnost vůbec možné.

V předchozích částech studie byly analyzovány dosažitelné míry separace. Pro výpočet potenciálu materiálově nevyužitelných odpadů byl vybrán scénář SC3. Uvedené hodnoty lze považovat za realistické i vzhledem k faktu, že vyšší míra separace současně znamená vyšší míru tzv. výmětů, které se v rámci studie řadí mezi ostatní spalitelné odpady (viz tab. 7) a představují nezanedbatelný hmotnostní tok pro budoucí EVO.

Obr. 16 tuto situaci znázorňuje a doplňuje příklad výpočtu nákladů na svoz plastů, které tvoří sekundární odpad, na základě toho, zda byl odpad separován nebo zůstal v SKO. Jak ilustruje schéma, na dotřídňovacích linkách je oddělen odpad, který je nevhodný k recyklaci a v podobě zpětného proudu (sekundárního odpadu) je zpracován stejným způsobem jako SKO. Komplexní přístup pro modelování nakládání s odpadem včetně zohlednění zpětných proudů byl představen v práci Šomplák et al. ¹⁵.

¹⁵ Šomplák R., Smejkalová V., Nevrlý V., Pluskal J., Pavlas M., 2019. Implementation of Circular economy through the mathematical programming for the complex system evaluation. Chemical Engineering Transaction. IN PRESS.



Obr. 16: Schéma nakládání s plastovým odpadem včetně znázornění zpětného proudu, který zvyšuje celkové množství spalitelných materiálově nevyužitelných odpadů.

Existence sekundárních odpadů je významným aspektem posuzování budoucí bilance toků materiálově nevyužitelných odpadů. Vysoké cíle třídění a ekonomické stimuly pro jejich naplnění povedou k následujícímu:

- Bude klesat množství SKO a poroste množství odděleně sbíraných složek
- S rostoucím množstvím odděleně sbíraných složek bude narůstat absolutní množství těchto složek, které bude nutné energeticky využít, protože absorpční schopnost trhu s produkty recyklace je víceméně konstatní.
- Celkový součet SKO a těchto ostatních spalitelných odpadů (sekundárních odpadů) bude přibližně konstatní.

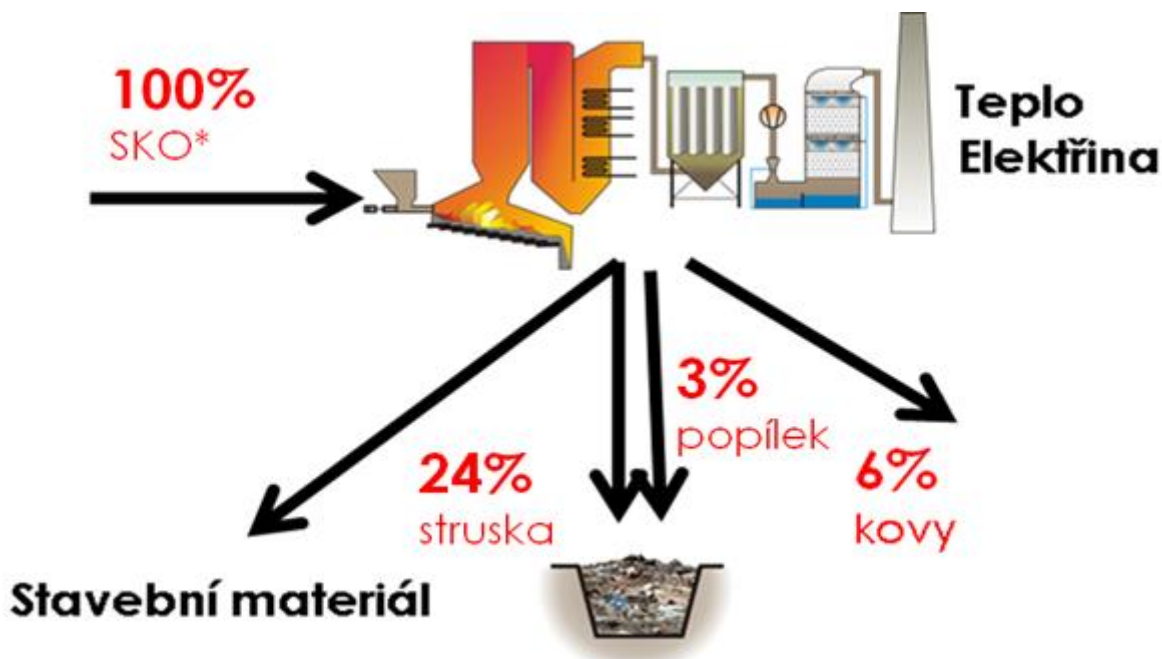
Z výše uvedeného vyplývá, že přestože prognóza uvedená v kap. 3.1 a 3.2 se soustředí na rok 2024, lze závěry týkající se množství spalitelných odpadů plně aplikovat i na období do roku 2030.

4 Možné směry nakládání se zbytkovými odpady se zaměřením na energetické využití odpadů

Tato kapitola stručně sumarizuje běžné technologie pro zpracování zbytkových odpadů. Text je zaměřen na zařízení EVO a MBÚ s případným termickým využitím lehké frakce v podobě TAP.

4.1 Základní aspekty udržitelnosti EVO s kapacitou 50 kt/rok a menší

V POH Jihočeského kraje je uvažováno s výstavbou nového zařízení EVO s malou zpracovatelskou kapacitou (20 kt/rok). Technologické provedení jednotek EVO víceméně odpovídá jiným spalovacím procesům. Vyšší nároky jsou kladeny na vedení spalovacího procesu v peci a na zajištění čistoty především plyných produktů procesu – spalin. Jednotlivé aparáty a technologie použité na EVO musí být v souladu s dokumentem o nejlepších dostupných technologiích pro spalování odpadu BREF/BAT¹⁶, který je součástí legislativy EU. Výstupy procesu ve vztahu ke vstupnímu toku SKO znázorňuje obr. 17.



Obr. 17 Příklad – schéma možných materiálových toků a energetických produktů vystupujících z provozu EVO

Celková zpracovatelská kapacita zařízení EVO vychází především z místních regionálních podmínek (dostupnost odpadu, uplatnění tepla, legislativa, atd.). V evropských podmínkách je obvyklá realizace a provoz EVO o velmi širokém rozpětí zpracovatelských kapacit. Velké zastoupení jednotek s instalovaným výkonem 60 až 250 kt/rok (velké zařízení EVO) je typické pro regiony s vysokou hustotou populace a velká města. Zařízení s kapacitou 10 až 50 kt/rok (dále malé zařízení EVO) jsou v relativně významném počtu provozována např. ve Francii nebo Itálii. Na rozdíl od velkého zařízení EVO

¹⁶ The European IPPC Bureau: Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration. 2006. Dostupné z <[www: http://eippcb.jrc.es/reference/wi.html](http://eippcb.jrc.es/reference/wi.html)>.

se obvykle orientuje na výrobu tepla na úkor elektřiny. Systém čištění spalin je koncipován obdobně jako u velkého zařízení EVO. Investičně výhodné je především řešení založené na tzv. suchém čištění spalin, spočívajícím v rozprašování sorbentů a adsorbentů do spalin a jejich následné filtraci. Potenciál malého zařízení EVO spočívá ve využití sériově vyráběných aparátů a celkově jednodušších (ale plně funkčních) řešení, čímž mohou měrné investiční náklady klesnout a v konečném důsledku je tedy v některých případech možné stanovit u těchto zařízení nižší cenu na bráně.

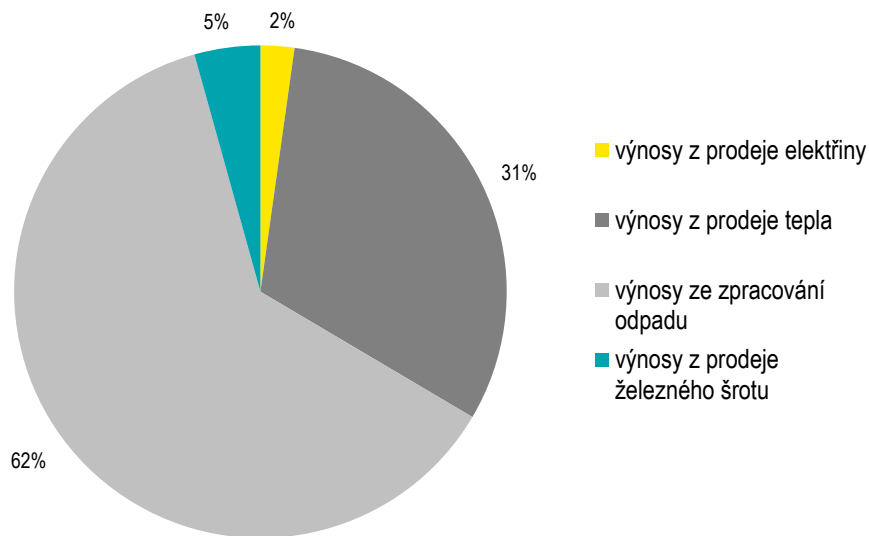
4.1.1 Provozní náklady

Na obr. 18 a obr. 19 je uveden příklad nákladů a výnosů zařízení EVO s kapacitou 50 kt/rok a méně. Je zřejmé, že nejdůležitější položkou výnosů u malého zařízení EVO je vedle poplatku za zpracování odpadů také zisk z prodaného tepla. Udržitelnost takového projektu je tedy silně závislá na schopnosti místní sítě CZT absorbovat teplo vyrobené v zařízení EVO a akceptovatelné ceně tepla na rozhraní dodávky jednotka EVO-teplárna. Co se týče nákladů, největší roli hrají mzdové náklady a zpracování reziduí. V případech, kdy je EVO realizováno v rámci existujícího teplárenského provozu, lze dosáhnout značných úspor provozních nákladů při sdílení zaměstnanců teplárny. To platí i o případném využití některých existujících technologií, což vede k úspoře investičních nákladů (tzv. synergický efekt).

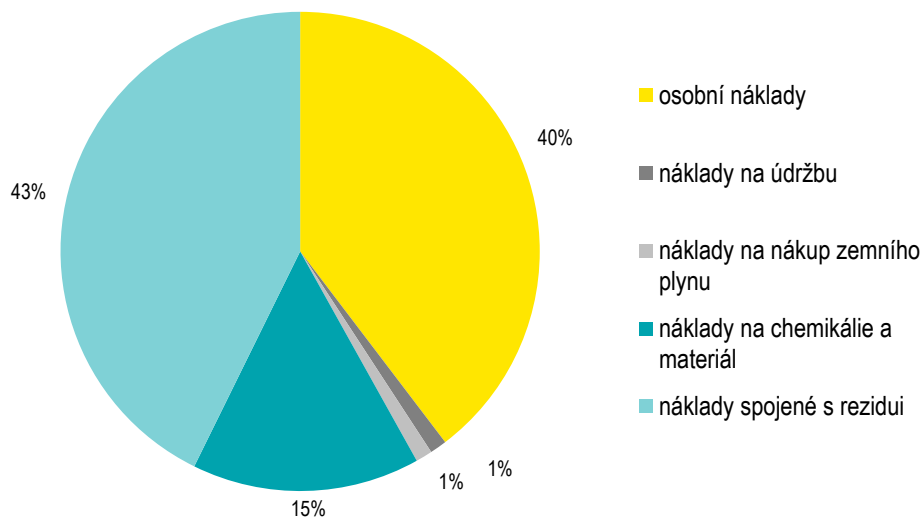
Pro potřeby výpočtu a rozvahy prezentované níže je na úrovni roku 2024 uvažováno s cenou skládkování reziduí ve výši 500 Kč/t pro nevyužitelné odpady (škvára) a 4000 Kč/t pro nebezpečné odpady (popílek). Odhady jsou založeny na aktuálních cenách v roce 2016. Při uvažované produkci 0,25 t škváry a 0,03 t popílku na tunu spáleného odpadu a při nulovém skládkovacím poplatku tedy činí náklady na zpracování reziduí asi 245 Kč/t vstupního odpadu. Za předpokladu, že zvýšení nákladů za zpracování reziduí je plně kompenzováno zvýšením ceny na bráně, navýšení skládkovacího poplatku za skládkování nevyužitelných odpadů o 500 Kč/t povede k nárůstu ceny na bráně o 125 Kč/t¹⁷.

Příjmy z prodeje elektřiny jsou minimální. Primárně je vyráběna elektřina pro účely krytí vlastní spotřeby. Přestože zařízení EVO s velkou kapacitou není předmětem této studie (viz kapitola 5.3.5) jsou pro srovnání uvedeny struktury nákladů a výnosů pro obě kapacitní varianty. U velkého EVO (viz obr. 20 a obr. 21) zaujímá prodej elektřiny o něco výraznější podíl. V případě porovnání nákladů malého a velkého EVO je značný rozdíl ve mzdových nákladech.

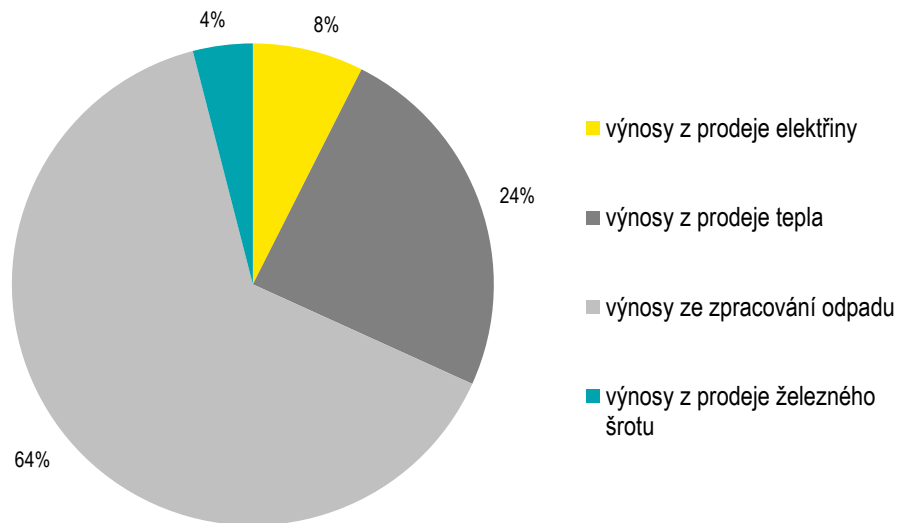
¹⁷ Dle návrhu novely zákona č. .../2017 o odpadech, poslední verze ze dne 21. 12. 2016. Zdroj: <https://apps.odok.cz/veklep-detail?pid=KORNA6MN9R00>



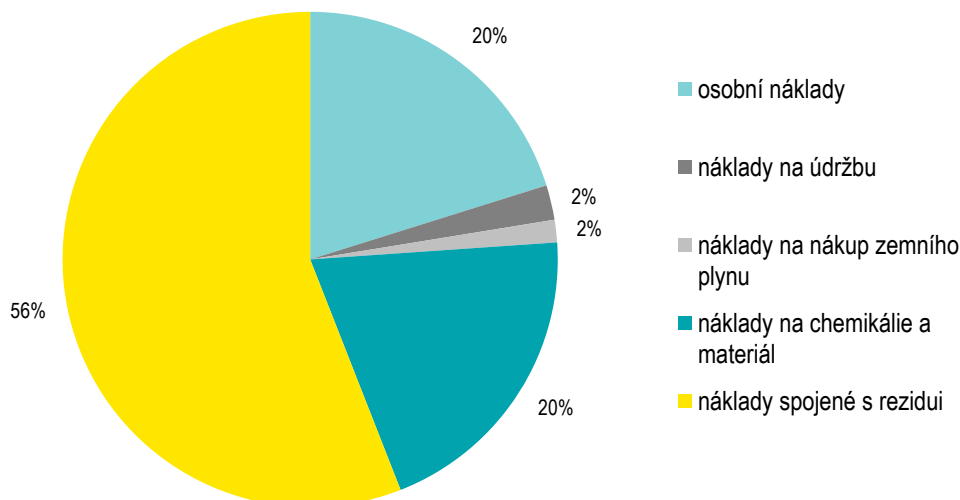
Obr. 18 Příklad výnosového koláče pro malé EVO (předpoklady: kapacita EVO 20 kt/rok, cena tepla 200 Kč/GJ, cena SKO na bráně 2 300 Kč/t, uplatněno 70 % vyrobeného tepla)



Obr. 19 Příklad nákladového koláče pro malé EVO (předpoklady: kapacita EVO 20 kt/rok, cena tepla 200 Kč/GJ, cena SKO na bráně 2 300 Kč/t, uplatněno 70 % vyrobeného tepla)



Obr. 20 Příklad výnosového koláče pro velké EVO (předpoklady: kapacita EVO 200 kt/rok, cena tepla 200 Kč/GJ, cena SKO na bráně 2 300 Kč/t, uplatněno 70 % vyrobeného tepla)



Obr. 21 Příklad nákladového koláče pro velké EVO (předpoklady: kapacita EVO 200 kt/rok, cena tepla 200 Kč/GJ, cena SKO na bráně 2 300 Kč/t, uplatněno 70 % vyrobeného tepla)

4.1.2 Investiční náklady

Při stanovení investičních nákladů technologie EVO bylo postupováno následujícím způsobem. Každý z technologických souborů jednotky EVO se skládá z několika dalších zařízení. Pro každé z těchto zařízení byl odhadnut koeficient změny investičních nákladů v souvislosti se změnou kapacity. Např. bunkr odpadu – v případě vyšší kapacity je uvažováno s exponentem mocninné řady 0,7; u výstavby samostatného bunkru pro každou linku je koeficient 1. Na stejném principu byly odhadnuty koeficienty pro všechny uvažované technologické a stavební celky. Pomocí těchto koeficientů byly

vypočítány investiční náklady pro různá kapacitní řešení. Výsledné absolutní a měrné investiční náklady pro danou zpracovatelskou kapacitu jsou blíže popsány v kap. Doporučená kapacita, popis a parametry výsledného řešení.

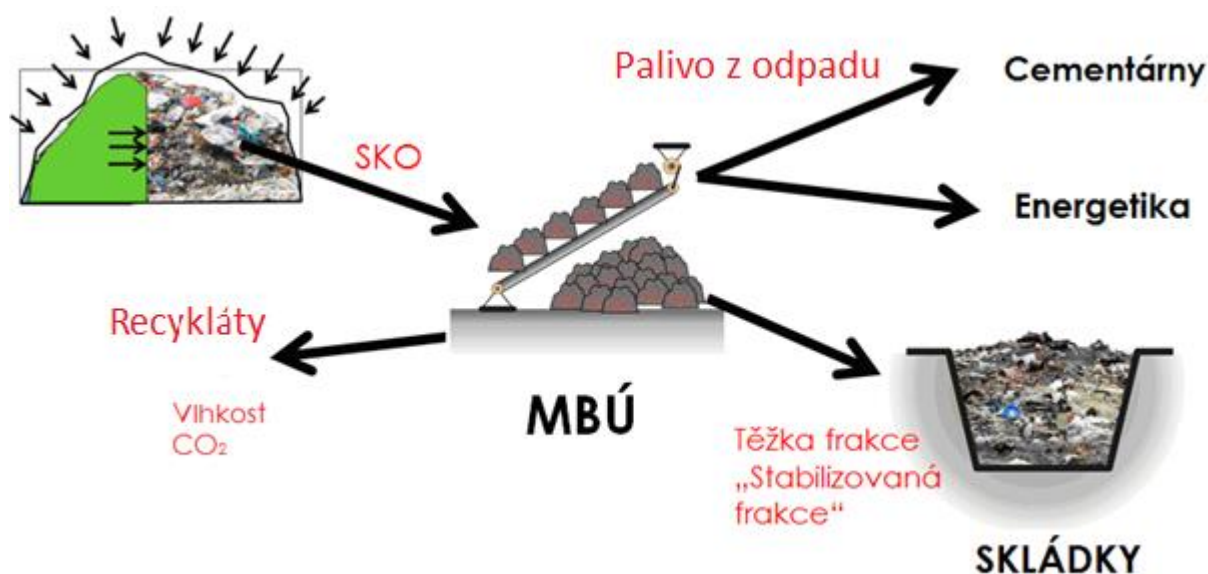
V tab. 8 je uveden příklad rozdělení investičních nákladů do jednotlivých provozních celků pro technologii nízké a vysoké kapacity. U zařízení nízkých kapacit zaujímá větší podíl nákladů zejména stavební část nebo například celek elektro a měření a regulace, protože cena těchto zařízení většinou není závislá na kapacitě. K úspoře nákladů naopak dochází u parní turbíny. Tento příklad platí pro výstavbu zařízení „na zelené louce“. V případě, že by bylo možné využít některé části stávajícího tepelného zdroje, sníží se odpovídajícím způsobem například podíl stavební části nebo pomocných provozů.

Provozní soubor	% z celkových investic	
	technologie malé EVO	technologie velké EVO
Stavba	32,8	26,3
Turbína a generátor	2,2	5,0
Energocentrum	2,1	1,8
Čištění spalin	7,5	6,4
Příjem, skladování a úprava odpadů	6,7	6,4
Spalovací zařízení a utilizace tepla	12,8	10,7
Pomocné provozy	2,2	2,0
Odvod spalin, spalinovody	5,5	4,9
Elektro, MaR	11,3	10,4
Ostatní	16,9	26,2

Tab. 8 Příklad rozdělení investičních nákladů podle jednotlivých provozních souborů pro malé a velké EVO

4.2 Limity materiálového využití produktů z MBÚ

Mechanicko-biologická úprava představuje technologický proces zpracování především KO pomocí mechanického roztřídění odpadů a biologické úpravy části odpadu. Technologii lze zaměřit na získání různých využitelných složek (frakcí) z odpadů (paliva, recykláty, kompost), případně pro redukci objemu skládkovaného zbytkového odpadu anebo jeho stabilizaci. Základní bilance toků na zařízení mechanicko-biologické úpravy (MBÚ) s produkcí paliva z odpadů je zobrazena na obr. 22, kde technologie MBÚ rozdělí vstupní proud na dvě hlavní frakce, kalorickou spalitelnou (lehkou – LF) a nevyužitelnou podsítnou (těžkou - TF), která je následně skládkována. LF se skládá zejména z kusů papíru a plastů, částečně z biologických materiálů. TF potom obsahuje ostatní, méně výhřevné složky, z velké části biologicky rozložitelné látky. Podrobnější popis technologie MBÚ lze nalézt v kap. 6.1.



Obr. 22 Příklad – schéma možných materiálových toků vystupujících z MBÚ včetně navazujících procesů – koncovky pro využití paliva z odpadu a odstranění zbytkové frakce

Na základě vyhodnocení údajů o provozu konkrétních jednotek v zahraničí byl vytvořen přehled hmotnostních toků, které popisují výstupy z úpravy SKO při použití technologie MBÚ. Celkem bylo popsáno:

- 14 zařízení z Rakouska¹⁸,
- 20 zařízení z Polska¹⁹,
- dalších 5 typických uspořádání z Německa²⁰ a Velké Británie²¹.

Výstupy z technologií se liší jednak dle přijímaných skupin odpadu a především dle použitého uspořádání jednotkových operací. Byly specifikovány tyto tři používaná zaměření provozů MBU a vyhodnoceno rozdělení vstupního toku SKO na jednotlivé výstupy:

- zaměření na produkci paliva z odpadů
 - především údaje z Rakouska a typologické údaje z Německa a Británie, v menší míře (cca 5 až 10 % původní hmotnosti SKO) produkuje palivo i několik provozů v Polsku,
 - k vytřídění pro materiálové využití dochází pouze u kovů, ostatní složky (plasty, sklo) jen výjimečně v malé míře.

¹⁸ Christian Neubauer, Andreas Öhlinger: Ist-Stand Der Mechanisch-Biologischen Abfallbehandlung (Mba) In Österreich. Umweltbundesamt (Zpráva rakouského ministerstva životního prostředí), Vídeň, 2006. Dostupné na [www: https://www.bmlfuw.gv.at/greentec/abfall-ressourcen/behandlung-verwertung/behandlung-mechanisch/MBA.html](https://www.bmlfuw.gv.at/greentec/abfall-ressourcen/behandlung-verwertung/behandlung-mechanisch/MBA.html)

¹⁹ Andrzej Jędrzak, Emilia den Boer: Raport końcowy III etapu ekspertyzy mającej na celu przeprowadzenie badań odpadów w 20 instalacjach do mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów. Uniwersytet Zielonogórski i Zakład Utylizacji Odpadów, Spółka z o.o., Zielona Góra, květen 2015

²⁰ S. Thiel a K. J. Thomé-Kozmiensky: Mechanical-Biological Waste Treatment – Process Concepts, Technology, Problems. Vydáno v: Thomé-Kozmiensky K. J., Pelloni L.: Waste Management, Volume 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, str. 407-430

²¹ C. Velis: Solid Recovered Fuel Production Through The Mechanical-Biological treatment Of Wastes. Dizertační práce, Cranfield University - SCHOOL OF APPLIED SCIENCES, Cranfield, únor 2010

- zaměření na úpravu odpadu (za účelem následného skládkování)
 - především údaje z Polských provozů, v průměru 40 % vstupní hmotnosti je vykazováno pod kódem D5 (ukládání na skládku), dalších v průměru 20 % vstupní hmotnosti vystupuje ze zařízení jako „kompost nevyhovující jakosti“,
 - k vytřídění pro materiálové využití dochází spíše okrajově, hodnoty se výrazně liší pro jednotlivé údaje. Vztaheno k původní hmotnosti SKO představuje průměrný tok pro recyklaci papíru 0,9 % (0 až 4,2 %), plastů 0,8 % (0 až 3,8 %), kovů 0,3 % (0 až 1,2 %) a skla 0,8 % (0 až 4,8 %).
- ostatní – zaměření na materiálové využití
 - tři údaje nespádaly do žádné z výše uvedených kategorií a další dvě zařízení zaměřená na úpravu odpadu vykazovala vysoké míry u všech výstupů pro následné materiálové využití,
 - vztaheno k původní hmotnosti SKO představuje průměrný tok pro recyklaci papíru 1,1 %, plastů 1,3 %, kovů 0,7 % a skla 0,9 %.

4.3 Možnosti produkce paliv z odpadů

Výroba paliv z odpadů prostřednictvím zařízení pro MBÚ je vnímána jako alternativa k přímému EVO. Současně platí, že bez změny výše poplatku za skládkování, se dnes ekonomicky nevyplatí investovat do linky na výrobu paliva ze SKO bez veřejné podpory nebo dlouhodobé smluvní garance odběru paliva. V ČR jsou produkovány především paliva z průmyslových a živnostenských odpadů (např. OZO Ostrava s.r.o., Marius Pedersen a.s., FCC Environment, s.r.o., Rumpold s.r.o., AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o., dále např. cementárna Prachovice disponuje výrobou vlastního TAP z průmyslových a přetříděných odpadů), jen okrajově z výmětů třídících linek a některých frakcí SKO. Pro udržitelné fungování procesu MBÚ s produkcí paliv z odpadů, je tedy nezbytná spolupráce se zařízením pro využití kalorické frakce. Omezený je však i počet zařízení, na kterých lze tato paliva (spolu)spalovat. Možnosti jsou následující:

- Spalování v cementárnách.
- Energetické využití v zařízeních přímo určených pro spalování paliva z odpadů (tzv. monospalovny).
- Spoluspalování s uhlím a jinými primárními palivy na klasických energetických zařízeních – vhodné jsou většinou jen technologie s fluidním spalováním.

Velmi výhodné je využití paliv z odpadů pro cementárenské procesy, kde dochází současně i k materiálovému využití. Kapacity cementáren v ČR jsou však omezené a už nyní jsou z velké části pokryty předtříděným a průmyslovým odpadem²². Nelze očekávat výrazné zvýšení podílu cementáren na celkovém využití odpadů. Navíc cementárny vyžadují paliva vysoké kvality a vysoké výhřevnosti více než 15 MJ/kg, spíše však okolo 20 MJ/kg. Cena takového prémiového paliva je mírně pozitivní (výrobce inkasuje). Na druhou stranu je jeho potenciální výtěžnost z KO nízká, další obtíží je nutnost vyjmout PVC materiály, charakteristické vysokým obsahem chloru²³. Výroba paliv z odpadů pro cementárny

²² Ing. Josef Hopjan, CSc.: Technická zpráva „Využití tuhých alternativních paliv pro výpal cementářského slinku a vápna v ČR“. Prostějov, srpen 2015. Vypracováno pro ÚPI VUT v Brně, objednávka č. 3551303210.

²³ Sarc, R., Lorber, K.E., Pomberger, R., Rogetzer, M., Sipple, E.M.: Design, quality, and quality assurance of solid recovered fuels for the substitution of fossil feedstock in the cement industry. Waste Management and Research, 32 (7), pp. 565-585. 2014. Dostupné na [www: http://wmr.sagepub.com/content/32/7/565.full.pdf+html](http://wmr.sagepub.com/content/32/7/565.full.pdf+html)

neřeší problém nakládání se zbytkovými odpady, což potvrzují i zkušenosti ze zahraničí, kde jsou ve větší míře využívána jiná odpadní paliva, především plasty (separované, z průmyslu), dále například staré pneumatiky, odpadní oleje nebo masokostní moučka²⁴. Tato paliva jsou pro cementářenský proces provozně anebo ekonomicky výhodnější.

Skutečnost, že využívání paliv produkovaných z KO není dnes u nás v energetické oblasti rozšířeno, znamená, že existuje objektivní tržní bariéra, která zabraňuje jejich masivnímu rozšíření. Vzhledem k překážkám uplatnění (nutné investice a složité smluvní zajištění) a v současnosti i v důsledku vývoje energetické legislativy provozovatelé nemají o paliva z KO zájem za předpokladu pozitivní ceny (platí, ten, kdo palivo využívá). Současně platí, že bez dotace nebo dlouhodobé smluvní garance odběru paliva se dnes ekonomicky nevyplatí investovat do linky na výrobu paliva z SKO a celý řetězec MBÚ tedy postrádá uplatnění.

4.3.1 Vyhodnocení potenciálu regionální produkce paliv z odpadů ve sledovaných ORP

Automatizovaný výpočet pro hodnocení úpravy KO představuje dílčí součást komplexního přístupu k analýzám v odpadovém hospodářství, který reprezentují především nástroje NERUDA a JUSTINE (viz přílohy). Výpočtový systém přímo využívá výstupy z nástroje JUSTINE a poskytuje představu jak o možnostech využití potenciálu KO, tak podklady pro hodnocení procesu úpravy odpadu.

Výpočet modeluje provoz technologie MBÚ, případně třídící linky, a vyhodnocuje parametry výstupů z těchto technologií. Vstupní data nástroje odpovídají výstupům z nástroje JUSTINE. Jedná se tedy o produkci a složení odpadu v jednotlivých ORP. Výpočet nástroje rozdělí složky vstupního proudu odpadu na jednotlivé možné výstupy (separovaný papír, plast, sklo, kovy; palivo z odpadů; kompost; stabilizát na skládku, procesní ztráty) a na základě jejich složení dopočítá také parametry jednotlivých výstupů, v tomto případě především výhřevnost. Výsledky pro 206 ORP jsou automaticky ukládány do souboru pro jejich další zpracování. Možná rozdělení vstupu na výstupy jsou uložena ve formě matic, které představují účinnosti uvažovaných jednotkových operací (tedy postupů a technologií pro úpravu odpadu)²⁵.

Výpočet je nastaven pro hodnotu výhřevnosti potenciálního paliva z SKO na úrovni 18 MJ/kg paliva, tato hodnota výhřevnosti odpovídá potenciální celorepublikové výtěžnosti paliva ve výši 30 % hmotnosti původního SKO v roce 2014. Výtěžnost přímo ve sledovaných ORP ukazuje tab. 9. Vyšší hodnoty potenciální výtěžnosti pro rok 2014 oproti celostátnímu průměru 30 % hmotnosti ukazují na možnost zvýšení separace materiálově využitelných složek KO. Lze očekávat, že do budoucna se produkce separovaného KO zvýší, jak ukazuje i očekávaná nižší výtěžnost potenciálního paliva z SKO v roce 2024. Uvažován je SC3, kdy se materiálová separace složek zvýší o 10 % oproti současnému trendu v datech na úrovni ČR.

²⁴ Gerd Mauschwitz: Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie.- Berichtsjahr 2014. Technische Universität Wien, květen 2015. Dostupné na [www: http://www.zement.at/downloads/downloads_2015/Emissionen_2014.pdf](http://www.zement.at/downloads/downloads_2015/Emissionen_2014.pdf)

²⁵ Výpočtový systém je vyvíjen v rámci aktivit projektu WtECC, popis výpočtu je uveden např. v článku Kropáč, J.; Gregor, J.; Pavlas, M. Material vs. Energy Recovery – An Assessment Using Computational Tools NERUDA and JUSTINE. In Pomberger, R., Trieb, T. (Eds.): Tagungsband zur 13. Recy & DepoTech- Konferenz. Leoben, Austria: Montanuniversität Leoben, 2016. p. 773-776. ISBN: 978-3-200-04777-8.

ORP	Výtěžnost paliva z SKO v roce 2014 [% hm.]	Výtěžnost paliva z SKO v roce 2024 [% hm.]
Soběslav	37,2	30,4
Tábor	34,6	29,7

Tab. 9 Předpokládaná výtěžnost potenciálního paliva vyrobeného z SKO v zájmových ORP, předpokladem je výhřevnost paliva cca 18 MJ/kg

4.3.2 Základní aspekty udržitelnosti provozu „monobloku“ pro spalování paliv z odpadů

V případě provozu spalovny zaměřené přímo na spalování paliv z odpadů – lehké frakce (LF) lze očekávat přinejmenším podobné provozní nároky jako v případě využití neupraveného SKO v procesu EVO. Technologie monobloku odpovídá jiným spalovacím provozům, od procesu EVO se odlišuje většinou jen jiným nastavením spalování v peci (vyšší výhřevnost paliva) (viz kap. 6.3). Další možná opatření spojená s případným provozem na spalování paliva z odpadů (protikorozní opatření, specifické systémy čištění spalin) lze upřesnit až na základě konkrétních případových studií. Investiční nároky lze také očekávat obdobné jako u provozu EVO a souvisejí hlavně se zpracovatelskou (odpad) a produkční (teplo a elektřina) kapacitou případného zařízení.

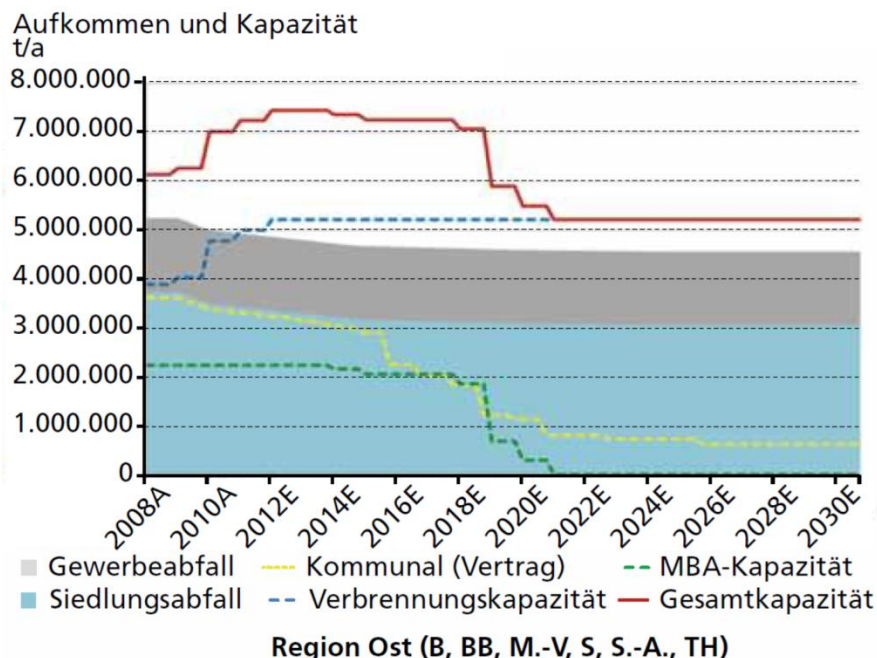


Obr. 23 Příklad – schéma možných materiálových toků při produkci paliva z odpadů v MBÚ a jeho spalování ve specializovaném monobloku

V souvislosti s problematikou monospaloven je třeba zmínit rozporuplné zahraniční zkušenosti a výhledově zahraniční nadkapacity, které mají vzniknout v důsledku dožívání a neobnovy technologií MBÚ v Německu, jak znázorňuje obr. 24. Tyto kapacity už nyní využívají paliv z jiných evropských zemí, např. kalorická frakce z Anglických MBÚ je ve většině exportována do kontinentální Evropy. Export paliv z odpadů z Británie stoupl v posledních letech z 11 tis. tun v roce 2010 na 22 mil. tun v roce 2014²⁶. Nadkapacity v příhraničí budou mít za následek zvýšenou poptávku po LF z ČR. Případná produkce paliv z odpadů na export by představovala vývoz hodnotného zdroje energie, avšak nevyužitelné složky

²⁶ Ed Cook, Stuart Wagland a Frédéric Coulon: Investigation into the non- biological outputs of mechanical-biological treatment facilities treatment facilities. Waste Management, Volume 46, December 2015, Pages 212-226, ISSN 0956-053X.

SKO budou skládkovány jako upravené odpady v ČR, a to včetně podílu biologicky rozložitelného odpadu.



Pozn: Aufkommen und Kapazität – výskyt a kapacita, Region Ost – východní region (Německo), Gewerbeabfall – komerční (živnostenský) odpad, Kommunal (Vertrag) – komunální (nasmlouvaný), MBA-Kapazität – kapacita MBÚ, Siedlungsabfall – komunální odpad, Verbrennungskapazität – kapacity pro spalování, Gesamtkapazität – celková kapacita.

Obr. 24 Výhled produkce odpadů a zpracovatelských kapacit v regionu Německo východ²⁷

4.3.3 Základní aspekty a problémy udržitelnosti spoluspalování paliv z odpadů

Další možností využití paliv z odpadů je jejich spoluspalování v existujících energetických provozech. Pro udržitelný provoz každého využití paliva z odpadů je nezbytné zajištění dodávek paliva se stabilním složením a jejich stabilní využití po celý rok. To se v případě českých energetických zařízení ukazuje jako možný problém, s ohledem na aktuální situaci na trhu s energiemi některé jednotky během léta utlumují provoz a proto je náročné uzavření dlouhodobých smluv o odběru paliva.

Na rozdíl od monobloku pro spoluspalování ve fluidních kotlích je relevantní požadavek na zajištění paliva o konstantním složení, daných a stálých parametrů. Splnění požadavků není reálné dosáhnout při výrobě TAP čistě z SKO. To znamená, že LF jakožto výstup ze zařízení MBÚ zpracovávající SKO může být pouze doplňkovou surovinou pro výrobu paliva z odpadů pro účely spoluspalování v klasických nebo upravených fluidních kotlech. Dominantním zdrojem budou homogenní průmyslové a jednodruhové živnostenské odpady. Podobný předpoklad potvrzuje i vyjádření výkonné rady Teplárenského sdružení ČR ze 7. září 2015, která schválila stanovisko k problematice spoluspalování tuhých alternativních paliv či paliv z odpadů. Při této technologii není možné mít na vstupu paliva pro spoluspalování 100 % LF. LF je třeba smíchat průmyslovým odpadem

²⁷ Thomé-Kozmiensky K.J. Strategie Planung Umweltrecht. Band 8, 2014.

o vyšší výhřevnosti a stabilnějším složením. Předpokládaný maximální podíl LF na této směsi je ve výpočtech prezentovaných níže uvažován 50 %.

Z technologického hlediska jsou využitelné prakticky jen fluidní kotle, resp. kotle modernizované o prvky fluidní techniky. V kontextu posuzovaného regionu se fluidní zařízení o tepelném příkonu cca 75 MWt nachází v Táboře, dva fluidní kotle o celkovém výkonu 65,8 MWt v teplárně C-Energy v Plané nad Lužnicí a dva menší fluidní kotle o příkonu 2 x 27,7 MWt jsou provozovány ve Strakonici. Dle aktuálního POH Jihočeského kraje má teplárna České Budějovice záměr provést rekonstrukci kotle K12 z práškového spalování na fluidní systém, který je vhodný na spoluspalování paliva vyrobeného z SKO.

Spoluspalování je obecně spojeno s nutnými úpravami technologie a následně s provozními obtížemi, např. zvýšený obsah chloru snižuje životnost zařízení a obvykle limituje podíl spoluspalovaného paliva z odpadu v poměru do 10 % náhrady energetického obsahu. Obdobné důvody snižují zájem provozovatelů o tento typ paliv. V literatuře²⁸ byly dle zkušeností z Německa popsány problémy při spoluspalování rozdělené na čtyři skupiny:

- problémy zvládnutelné sledováním kvality paliva z odpadů a/nebo úpravami některých částí spalovacího zařízení
 - problémy s dopravou, skladováním a dávkováním,
 - mechanické problémy související s kovovými kontaminanty,
 - chemické a tepelné problémy související s obsahem hliníku ve fluidních kotlích,
 - eroze kotlových ploch,
 - překračování kapacity systému pro odvod popelu,
- trvale omezující faktory
 - zanášení a nápeky na teplosměnných plochách kotle,
 - zvýšení chlorové zátěže systému čištění spalin (vliv na odsíření) a zvýšená produkce souvisejících odpadů,
- případné limity znemožňující provoz
 - kvůli výraznému narušení provozu jednotky,
 - nedokonalé spalování,
 - zhášení,
 - chlorová koroze,
- kvůli výrazným investicím
 - emise HCl a související přestavba systému čištění spalin.

Z provozního hlediska je náročný celý spoluspalovací proces, při kterém musí být dodrženy legislativní podmínky spalování odpadů. To se projevuje především požadavky na vysokoteplotní spalování a minimální produkci emisí na úrovni energetického využití neupraveného směsného komunálního odpadu. Legislativní podmínky provozu jsou stanoveny ve vyhlášce č. 415/2012 (části II, přílohy č. 4). Níže je uveden přehled hlavních nároků na vedení procesu. Tato opatření jsou nutná pro různé poměry náhrady primárního paliva při kontinuální spoluspalování.

- nutnost vybudování dodatečných skladovacích a manipulačních systémů,
- pro zajištění dopravitelnosti TAP do fluidního kotle je nutná investice do dopravních cest a zásobníků (elevátory, vzduchové ejektory),

²⁸ Stephanie Thiel: Coal-Fired Power Plants for Co-Incineration of SRF. Vydáno v: Thomé-Kozmiensky K. J., Pelloni L.: Waste Management, Volume 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, str. 483-502

- opatření v souvislosti s kontrolou plyných produktů spalování – investice do dopravních cest a zásobníků, kontinuálního měření pro další emise (oproti běžným tuhým palivům se hlídají i koncentrace HCl, HF a celkových organických sloučenin),
- investice do systémů měření, kontroly a řízení procesu a automatické bezpečnostní systémy,
- laboratorní a administrativní související činnosti.
- Investice do pravidelného povlakování přehříváků kotle proti korozi
- Investice do zásobníků a dávkovacích systémů na aktivní uhlí a vápno

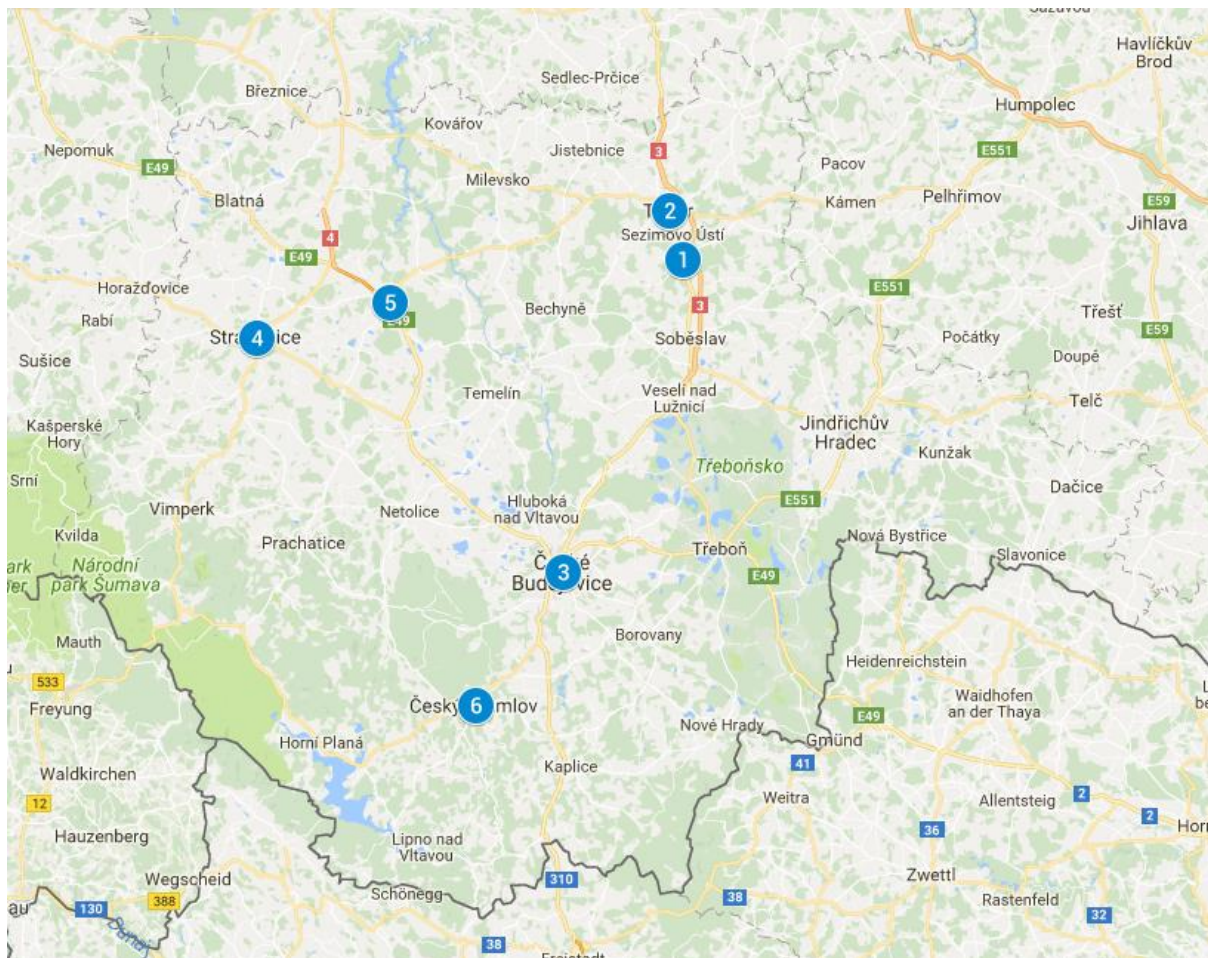
Stěžejní je pro ekonomickou udržitelnost spoluspalování ve fluidních kotlích také potenciální snížení možnosti uplatnění vedlejších energetických produktů přímo pro stavební účely a ke tvarování reliéfu krajiny dle stávajících certifikátů, což hrozí, pokud se jedná o TAP vyrobené z KO s nezanedbatelným podílem Al-folií. Tyto provozní problémy potvrdily také nedávné zkoušky v českých podmínkách. Vzhledem k nedostatku zkušeností se spoluspalováním TAP vyrobených z KO v podmínkách ČR se zároveň se jedná o velmi diskutabilní okolnost. Akceptovatelná cena TAP pro provozovatele fluidního kotle tak zůstává otázkou. Problematika rizika výskytu vysokoteplotní chlorové koroze při spoluspalování TAP je dále rozvedena v kap. 6.2).

4.4 Přehled CZT v kraji

EVO nízkých kapacit (10–50 kt/rok) jsou při maximálním tepelném výkonu schopna ročně dodat asi 7 TJ tepla na kt instalované kapacity. Vzhledem ke klimatickým podmínkám ČR je ovšem průběh dodávky tepla v průběhu roku výrazně nepravidelný a pro zajištění dostatečného odbytu tepla mimo zimní měsíce je nutné brát v úvahu síť CZT s vyšší kapacitou. Kromě ekonomické udržitelnosti je to důležité také pro dosažení minimální účinnosti R1, jejíž hodnota musí být minimálně 0,65 pro nová zařízení, aby mohlo být toto zařízení klasifikováno jako EVO²⁹. V opačném případě by byl proces zařazen pouze do kategorie odstranění odpadů, tedy do hierarchicky nižšího stupně nakládání. Přestože z pohledu vlastního zařízení ve vztahu k legislativě, schvalovacím procesů a ekonomice není rozdíl mezi oběma kategoriemi, z pohledu veřejného mínění, souladu s preferovanými trendy a cíli POH kraje i ČR není záměr spadající do kategorie odstranění prosaditelný. Dodávka tepla a návaznost na síť CZT tedy hraje stěžejní roli. Na základě zkušeností je zřejmé, že aby byly splněny tyto podmínky, je nutné uvažovat síť CZT s minimální roční dodávkou tepla alespoň 100 TJ. To platí za předpokladu běžného ročního profilu poptávky po teple.

Na území Jihočeského kraje existuje celkem šest lokalit s takovou roční dodávkou tepla (viz obr. 25). Kromě nich existují dvě další lokality, které jsou však z hlediska dodávky tepla specifické. Jedná se o Týn nad Vltavou, kam je dodáváno tepla z Elektrárny Temelín a Loučovice, kde se však jedná výhradně o dodávku tepla do průmyslového areálu. Tyto lokality tak nebyly uvažovány.

²⁹ Zdroje: Příloha č. 12 k zákonu č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů. Příloha č. 6 návrhu novely zákona o odpadech č. .../2017 (poslední verze ze dne 21. 12. 2016).



Obr. 25 Sítě CZT v Jihočeském kraji s roční dodávkou nad 100 TJ

V tab. 10 jsou dále shrnuty základní parametry sítí CZT v Jihočeském kraji s roční dodávkou tepla nad 100 TJ. Je zřejmé, že zdaleka nejvyšší potenciál je v Českých Budějovicích, kde však do budoucna existuje možnost nahrazení části dodávky tepla z Elektrárny Temelín (JETE) na úrovni 750 TJ/rok³⁰. Z hlediska potenciálu uplatnění tepla ze zařízení EVO kromě celkové dodávky tepla hraje roli i povaha koncových odběratelů – u průmyslového podniku je možné zpravidla počítat s rovnoměrnější dodávkou tepla, zatímco dodávka do domácností je mnohem výrazněji závislá na teplotě okolí a rozdíly mezi letními a zimními měsíci jsou tak značné, což může být pro jednotku EVO s téměř konstantním tepelným výkonem problém.

³⁰ Teplárna České Budějovice, a.s., Strategie 2040, Dluhodobá koncepce podnikatelské činnosti Teplárny České Budějovice, a.s. v letech 2018-2045, 2017

Lokalita	Uvažovaná roční dodávka tepla [TJ]	Převládající palivo	Využívané médium
1 – Planá nad Lužnicí	540	Uhlí	Pára/horká voda
2 – Tábor	610	Uhlí	Pára/horká voda
3 – České Budějovice	2000	Uhlí/JETE	Pára/horká voda
4 – Strakonice	800	Uhlí	Pára/horká voda
5 – Písek	400	Uhlí	Pára/horká voda
6 – Český Krumlov	150	Biomasa	Pára

Tab. 10 Základní parametry sítě CZT v Jihočeském kraji

U zařízení EVO, kde není možné kvůli chemickému složení SKO jako paliva možné dosáhnout příliš vysokých parametrů páry, je důležitá také forma dodávky tepla, tzn. že není možný export páry nad určitý tlak a teplotu, což platí zejména pro jednotky nižších kapacit. Běžné parametry páry u velkého zařízení EVO jsou 400 °C při tlaku 4 MPa. V případě zařízení EVO s malou kapacitou jsou preferovány nižší parametry – například 230 °C za tlaku 1,3 MPa (konkrétní hodnoty jsou voleny s ohledem na podmínky v dané lokalitě). Jednotlivé lokality je nutné posoudit podrobněji, aby bylo možné stanovit dostatečně přesně konečný potenciál dodávky tepla z jednotky EVO a odhadnout tak požadovanou cenu za zpracování odpadu pro dosažení požadované výnosnosti projektu, která je dána kritériem vnitřního výnosového procenta (IRR), případně zvolit vhodný typ turbíny apod. Tomu se dále věnuje kapitola 5.3.5. Síť CZT v posuzovaném regionu je popsána v kapitole 5.3.1, kde jsou také analyzovány možnosti integrace jednotky EVO.

4.4.1 Záměry dle POH

Tato kapitola shrnuje záměry na území Jihočeského kraje dle POH, které nějakým způsobem souvisí se zpracováním zbytkových materiálů nevyužitelných odpadů. Je nutné podotknout, že z POH není v některých případech příliš jasné, o jakou technologii se konkrétně jedná, tzn. jestli jde například o spalování TAP nebo přímé energetické využití.

Je uvažováno s jednotkou MÚ s kapacitou 50 kt/rok (z toho asi 35 kt/rok SKO) na území ORP České Budějovice s následným využitím LF v teplárně České Budějovice v rekonstruovaném kotli K12. V Dačicích je uvažováno s výstavbou recyklačního centra (tedy pravděpodobně MBÚ) o kapacitě 20 kt/rok.

Celkem je v kraji dle POH uvažováno s šesti lokalitami pro přímé energetické využití nebo spalováním SKO, případně TAP. Kromě teplárny České Budějovice se jedná o jednotku o zpracovatelské kapacitě 20–25 kt/rok v Písku a o spalování SKO s kapacitou 20 kt/rok ve Vimperku, kde se předpokládá i s výstavbou technologie MBÚ. Dále je uvažováno s určitou úpravou teplárny v Kaplici na spalování především SKO (15–20 kt/rok) a ve Strakonici (7 kt/rok). V Plané nad Lužnicí je dle POH uvažováno s jednotkou EVO o kapacitě 20 kt/rok.

V případě, že se nepostaví zařízení EVO přímo v ORP Tábor, existuje jen omezený počet dalších možností řešení energetické koncovky. Za předpokladu nutnosti existence dostatečné sítě CZT pro uplatnění tepla z EVO a zajištění ekonomiky přicházejí v úvahu tato řešení:

- zařízení integrované v rámci CZT měst Strakonice, Písek, Planá (s ohledem na předchozí analýzu a velikost sítě je reálně pouze zařízení malých zpracovatelských kapacit)
- větší projekt EVO krajského významu v Českých Budějovicích (s kapacitou nad 100 kt/r)
- využití některého z plánovaných zařízení EVO mimo JČK (dopravní náklady, preference takových zařízení zpracovat odpad z blízkého okolí)

- vývoz odpadu k energetickému využití mimo území ČR.

Všechny výše uvedené možnosti jsou zahrnuty jako alternativy ve výpočtech systému NERUDA (viz Příloha 1), jejichž cílem je vyhodnotit dostupnost odpadu pro záměr EVO na území ORP Tábor. Výsledky jsou prezentovány v kap. 5.3.4. Pokud by v následujících letech nedošlo k výstavbě dostatečných kapacit zařízení v kraji nebo dostupné (blízké) lokality v ČR, pak z důvodu neexistence zpracovatelských kapacit po roce 2024 zbývá pouze možnost vývozu SKO do zahraničí, tedy pravděpodobně do blízkého Rakouska. Transport odpadu v rámci EU je možný, pokud bude v cílové destinaci využit energeticky (splněna podmínka minimální energetické účinnosti – faktor R1) a současně v cílové zemi nedojde k poklesu energetického využívání vlastních odpadů (tj. fakticky musí existovat nadbytek zpracovatelských kapacit v cílové zemi). V případě SKO, vzhledem k jeho potenciálně problematickým vlastnostem, není možný jeho volný pohyb jako u odpadů na tzv. zeleném seznamu³¹, ale je vyžadováno souhlasné stanovisko orgánů zainteresovaných zemí (tzv. notifikace).

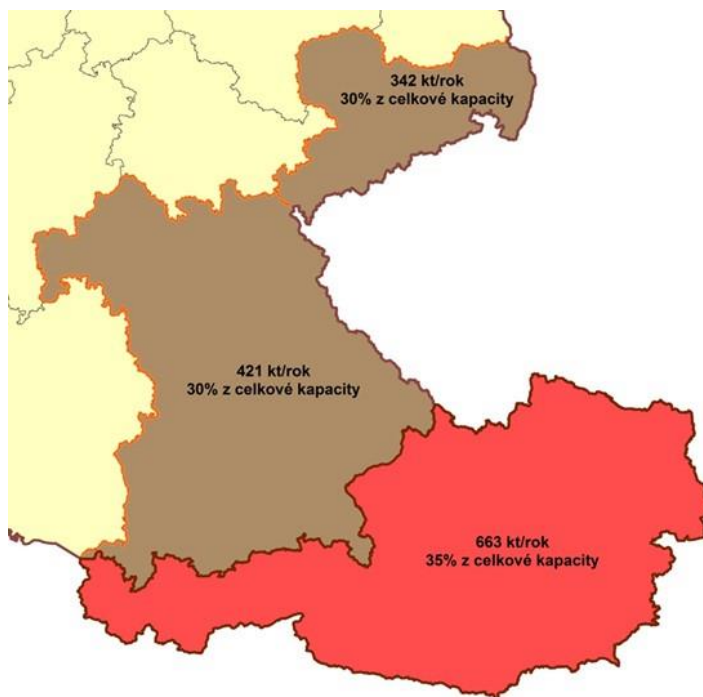
4.5 Situace v Německu a v Rakousku

Existence volných kapacit u zařízení EVO v Německu a Rakousku, které mají relativně malé dopravní vzdálenosti od obcí v ČR (obr. 26), je zřejmý důvod pro zahrnutí tohoto faktoru do analýz nástroje NERUDA. ČR sousedí se spolkovými zeměmi Sasko a Bavorsko, z pohledu Jihočeského kraje jsou sledovány hlavně kapacity v Bavorsku a Rakousku (tab. 11). Možnost spalovat odpad v německých spalovnách byla diskutována s tamními experty³². K problematice se vedle provozovatelů vyjádřili rovněž zástupci státní správy. Z těchto diskuzí vyplynulo, že konkrétně bavorské spalovny v roce 2013 neměly volnou kapacitu. Cca 30 % spalovaného odpadu tvoří odpad živnostenský, jehož obchodování probíhá krátkodobě a v současné době za velmi nízké spotové ceny (viz níže). Na druhou stranu, import odpadu představuje politicky citlivé téma, což je umocněno faktem, že všechna zařízení v Bavorsku jsou vlastněna municipalitami. Tzn., že odpovědnost za rozhodnutí k takovému obchodu nenesou provozovatelé spaloven, ale lokální a národní politici.

³¹ The European Parliament and the Council of the European Union: Regulation 1013/2006 on shipments of waste. Vydáno 2006, Brusel. Dostupné na [www](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:190:0001:0001:EN:PDF):

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:190:0001:0001:EN:PDF>

³² Bifa environmental institute, Survey on thermal waste treatment in Germany (On behalf of Brno University of Technology). Augsburg. 2013.



Obr. 26 Uvažované volné kapacity v příhraničí

Stát	Město
Zařízení EVO	
Německo, Bavorsko	Gersthofen/Augsburg
Německo, Bavorsko	Ingolstadt
Německo, Bavorsko	Schwandorf
Německo, Bavorsko	Nurnberg
Německo, Bavorsko	Bamberg
Německo, Bavorsko	Coburg
Německo, Bavorsko	Rosenheim
Německo, Bavorsko	Mnichov
Německo, Bavorsko	Geiselbullach
Německo, Bavorsko	Augsburg
Německo, Bavorsko	Kempten
Německo, Bavorsko	Gunzburg
Německo, Bavorsko	Steinhaule
Německo, Bavorsko	Wiessenhorn
Německo, Bavorsko	Ulm
Rakousko	Linz
Rakousko	Wels
Rakousko	Zwentendorf
Rakousko	Zistersdorf
Rakousko	Wien-Floetzersteig
Rakousko	Wien-Pfaffenu
Rakousko	Wien-Spittelau
Monoblok na zpracování paliv z odpadů	
Německo, Bavorsko	Gersthofen/Augsburg
Rakousko	Linz
Rakousko	Lenzing
Rakousko	Niklasdorf
Rakousko	Simmeringer Haide

Tab. 11 Lokality jednotek pro energetické využití odpadu a paliv z odpadu v německém a rakouském příhraničí

Na základě odhadů expertů a lokálních odpadových organizací byla stanovena možná kapacita spaloven pro potenciální využití odpadu z ČR na 30 % z celkové kapacity německých příhraničních spaloven. U Rakouska byl stanoven ještě trochu vyšší odhad, tedy 35 % z celkové kapacity. Konkrétní množství odpadu, které je možno vyvést do zahraničí je zobrazeno na Obr. 26.

Cena za zpracování tuny odpadu závisí na lokalitě a způsobu obchodování. Pro dlouhodobé smlouvy by se cena mohla pohybovat od 50 do 100 EUR v příhraničí v závislosti na konkrétní lokalitě. Vyšší cenu lze očekávat v případě Rakouska, kde je aplikován tzv. spalovací poplatek ve výši 8 EUR/t. Ceny za zpracování v tamních zařízeních lze odhadovat na 70 až 80 EUR/t. Klíčovou úlohu pro naplnění těchto kapacit (zejména v Německu) představuje dovoz paliva z jiných evropských zemí a podstatnou otázkou je např. vývoj v Británii. Tato země v současnosti vyváží paliva vyrobená z odpadu zejména do

Německa a Nizozemí a současně navyšuje domácí kapacity pro energetické využití, což znamená výrazné budoucí změny toků odpadů v rámci EU. Jak už bylo zmíněno výše, export paliv z odpadů z Británie stoupl v posledních letech z 11 tis. tun v roce 2010 na 22 mil. tun v roce 2014²⁶.

Způsob přepravy, a tedy cena, závisí na infrastruktuře v dané lokalitě. Přímé železniční spojení a zázemí pro vyložení odpadu dopraveného po železnici má pouze několik spaloven v Německu. Konkrétně pro Sasko a Bavorsko by musela být železniční doprava většinou kombinována se silniční dopravou, případně by se doprava zajišťovala pouze po silnici. Dle názoru provozovatelů spaloven je železniční doprava obvykle dražší než silniční, zejména pokud se na přepravě podílí více dopravních společností. Ovšem v případě, že existuje dobrá dopravní infrastruktura a potřebná překládací zařízení, tak by měla být železniční doprava levnější než silniční. Dále může být silniční doprava z ekologických důvodů problematická a tudíž nepopulární u veřejnosti. Výpočet v systému NERUDA uvažuje pouze se železniční dopravou s dobrou infrastrukturou – tedy levnější dopravní řešení a tudíž rizikovější z pohledu projektu EVO v ORP Tábor.

5 Analýza nakládání se zbytkovým odpadem pro ORP Tábor

Pro analýzu nakládání se zbytkovým odpadem byl využit výpočtový systém NERUDA. Popis jeho hlavních principů je uveden v příloze 1.

Výpočty proběhly ve dvou variantách:

- **V1 – závislý region**, NEBYLO uvažováno s energetickou koncovkou (přímé EVO nebo zpracování LF) na území ORP Tábor
- **V2 – nezávislý region**, BYLO uvažováno s energetickou koncovkou (přímé EVO nebo zpracování LF) na území ORP Tábor

Pro obě výpočetní varianty bylo provedeno 1000 simulačních výpočtů, ve kterých se náhodně měnila cena na bráně z intervalu odpovídající vnitřnímu výnosovému procentu 9 až 13 %.

Vstupní data a okrajové podmínky úlohy:

Výpočet proběhl na úrovni detailu obcí s rozšířenou působností (ORP). Těch je v rámci ČR 206. Ve výpočtu byla uvažována následující zpracovatelská infrastruktura:

- Zařízení na energetické zpracování odpadu (EVO) – ve výpočtu byly zohledněny všechny existující zařízení v ČR (ZEVO Malešice, SAKO Brno, TERMIZO Liberec, ZEVO Chotíkov). V případě ZEVO Malešice a SAKO Brno bylo uvažováno s možností navýšení kapacity o jeden kotel. Dále byly uvažovány potenciální lokality pro výstavbu nového zařízení. Lokality a potenciální zpracovatelské kapacity byly vytipovány s ohledem na možnost uplatnění vyrobeného tepla (viz obr. 28). Ve výpočtu se uvažovalo i s zařízeními EVO v blízkém příhraničí, celkem 7 zařízení v Rakousku, 6 v Bavorsku a 4 v Sasku.
 - V1 – není uvažováno zařízení EVO v ORP Tábor
 - V2 – je uvažováno zařízení EVO v ORP Tábor s dodávkou tepla do sítě CZT Tábor (viz níže kap. 5.3)
- Zařízení na mechanicko-biologickou úpravu (MBÚ) – výstavba těchto zařízení byla uvažována v místech současných skládek (viz obr. 29). Celkem se jednalo o asi 150 lokalit v ČR. Odstranění těžké frakce bylo uvažováno na stávající skládce. Zpracování lehké frakce (LF), kalorické částí SKO, bylo uvažováno v k tomu určených monoblocích nebo v podobě spalování v existujících fluidních kotlích v ČR.
 - V1 – Potenciální zařízení MBÚ v ORP Tábor včetně ukládání TF, využití LF mimo území ORP
 - V2 – Potenciální zařízení MBÚ v ORP Tábor včetně ukládání TF, možnost využití LF na území ORP Tábor ve fluidních kotlích teplárny Tábor nebo teplárny C-Energy nebo výstavba monobloku ke spalování LF
- Monobloky – realizace byla uvažována v lokalitách s vysokým uplatněním tepla v cca 10 lokalitách v ČR. Především se jednalo o krajská města.
 - V1 – není uvažována výstavba monobloku v ORP Tábor
 - V2 – je uvažována výstavba monobloku v ORP Tábor s dodávkou tepla do sítě CZT Tábor (viz níže kap. 5.3)
- Spoluspalování ve fluidních kotlích – bylo uvažováno spoluspalování s uhlím v poměru do 10 % náhrady primárního paliva. Celkově se uvažovalo asi s 30 lokalitami, viz obr. 30. V obou

hodnocených variantách bylo navíc uvažováno se spalováním LF v Teplárně České Budějovice:

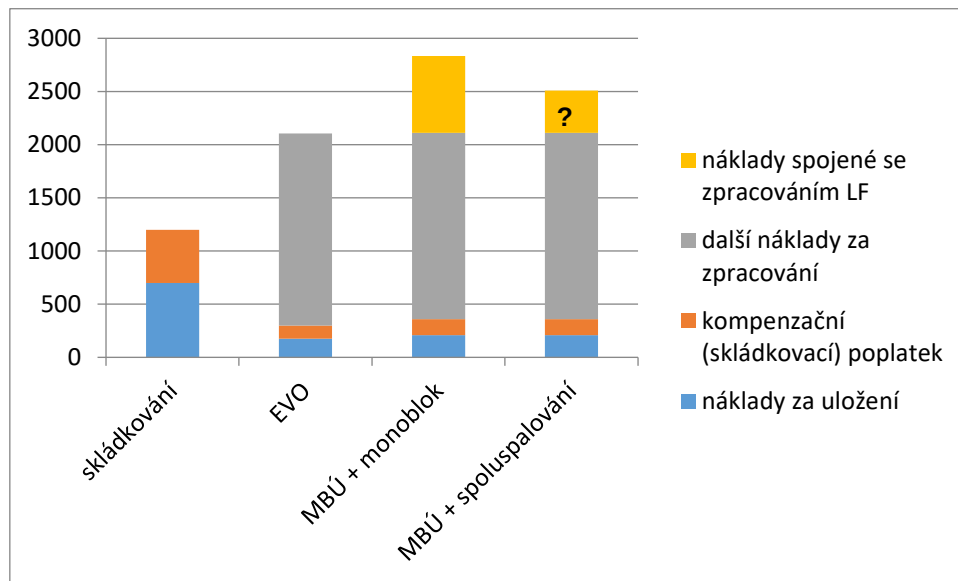
- V1 – nebylo uvažováno se spalováním na území ORP Tábor
- V2 – bylo uvažováno se spalováním na území ORP Tábor ve fluidních kotlích teplárny CEP nebo teplárny Tábor.
- Překládací stanice – z důvodu efektivní dopravy odpadů bylo uvažováno s možností výstavby překládací stanice v každém ORP.
 - V1, V2 – v obou variantách bylo uvažováno s možnou výstavbou překládací stanice na území ORP Tábor
- Skládkovací poplatek pro SKO* byl ve výpočtu uvažován na úrovni 1000 Kč/t.

Novela zákona o odpadech předpokládá pro rok 2024 až 2030 postupný nárůst skládkovacího poplatku na využitelný odpad z hodnoty 1250 na hodnotu 1850 Kč/t. Relativně konzervativní hodnota 1000 Kč/t v roce 2024 uvažovaná ve studii reflektuje aplikaci tzv. recyklační slevy, kdy obce splňující určitou minimální úroveň třídění nebudou muset zvýšený poplatek platit. Jejich využitelný odpad určený na skládky bude zpoplatněn jako zbytkový odpad poplatkem 500 Kč/t.

Hodnota 1000 Kč/t pak předpokládá, že podíl množství materiálově nevyužitelných odpadů pro zařízení EVO bude:

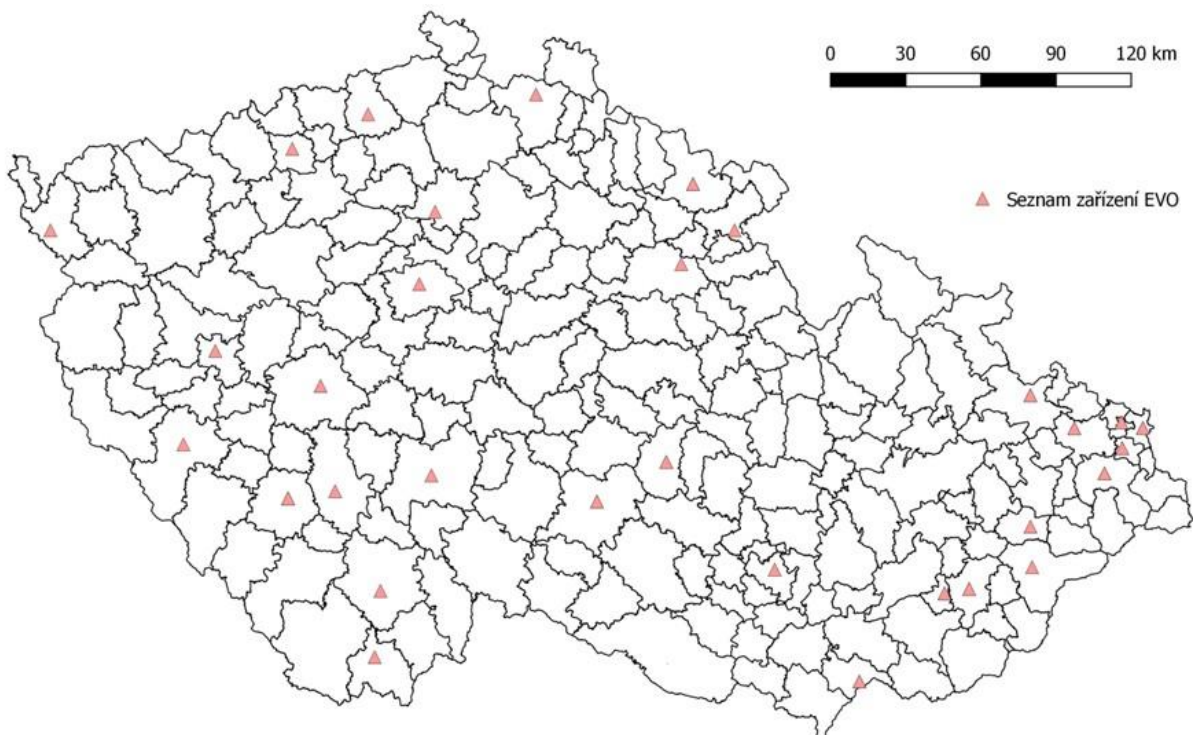
- v roce 2025 pocházet z 30% z obcí, které splňují podmínky pro uplatnění recyklační slevy
- v roce 2030 pocházet z 60% z obcí, které splňují podmínky pro uplatnění recyklační slevy.

Změna má vliv pro rezidua pro zařízení MBÚ, které činí asi 30 % ze vstupu (viz obr. 23). Dopad na cenu na bráně je tedy následovný: $(1000 - 500) \cdot 0,3 = 105$ Kč. Obr. 27 pro představu srovnává přibližné náklady za zpracování jedné tuny odpadu v zařízení EVO, MBÚ a skládkováním. Obrázek demonstruje současný stav, přičemž v roce 2024 (2030 v případě přijetí nového zákona dle současného návrhu) se situace změní tím způsobem, že skládkování využitelného odpadu nebude možné. Položka „další náklady za zpracování“ představují náklady technologie po odečtení výnosů z prodeje energií a zohlednění přiměřeného zisku. Jak dále vyplývá z kap. 5.3, z důvodu nedostupnosti dostatečného množství homogenního průmyslového odpadu je nutné uvažovat se zpracováním LF v monobloku, což oproti spalování výrazně navýší cenu na bráně v zařízení MBÚ. Je zřejmé, že ačkoliv snížení skládkovacího poplatku za nevyužitelný odpad oproti odhadu uvažovanému ve výpočtu (1050 Kč/t) mírně zvýhodní zpracování v zařízení MBÚ, z hlediska výsledků výpočtu nebude tato změna hrát významnou roli. Jak je popsáno v kap. 4.3.3, není možné přesně určit náklady na zpracování LF při spalování vzhledem k možným technologickým problémům a nutným úpravám technologie.

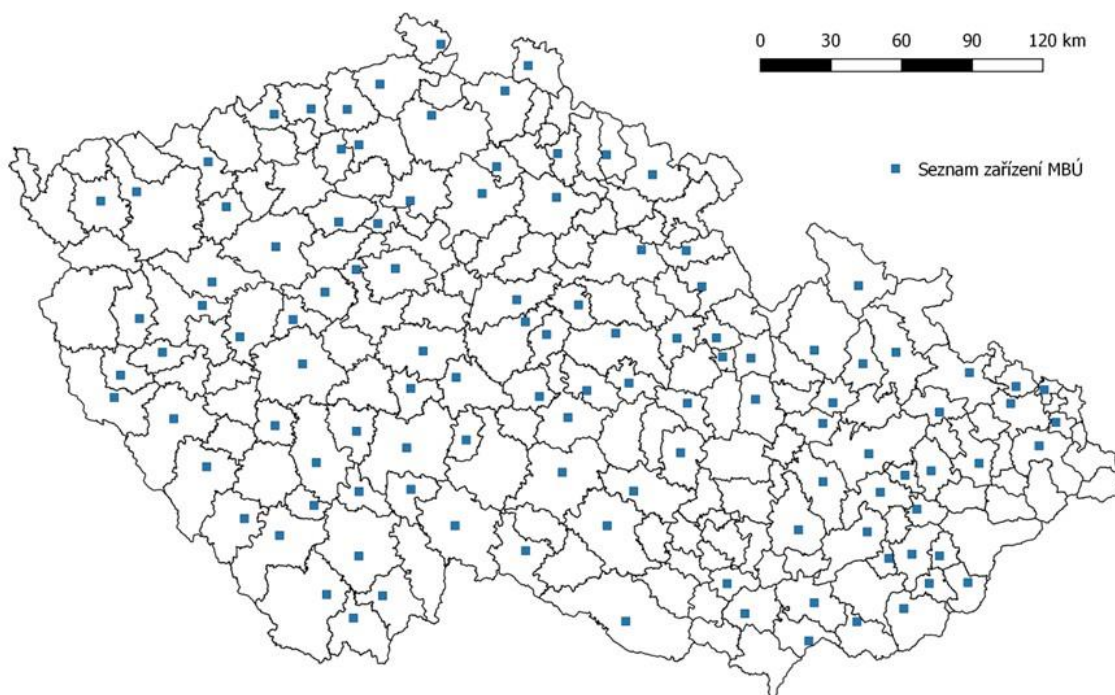


Obr. 27 Orientační srovnání nákladů na zpracování tuny odpadu (bez dopravy a bez zohlednění dalších aspektů, které jsou detailně řešeny v kap. 5)

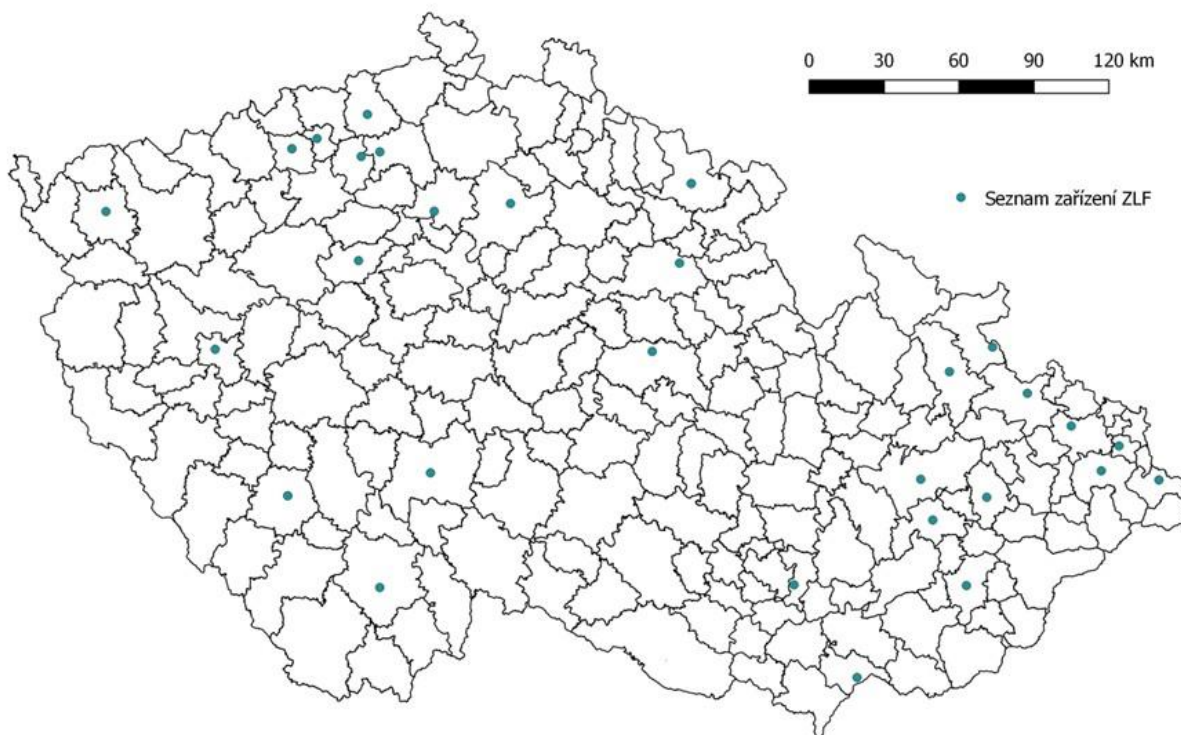
Ve výpočtu byl uvažován odpadový proud SKO*. Ten je tvořen z SKO z obecního systému a z produkce firem a dále z OO a ostatních spalitelných odpadů (viz kap. 2.3). V Příkladě uplatnění LF pro spalování s uhlím bylo uvažováno s výrobou TAP. Pro výrobu TAP byl stanoven poměr 50 % LF a 50 % průmyslového odpadu (ostatní spalitelný odpad). Ceny za zpracování pro všechny uvažované technologické celky byly stanoveny na základě technicko-ekonomických modelů, kde se braly v úvahu specifické vlastnosti jednotlivých lokalit (uplatnění tepla, odhad ceny tepla na patě zdroje atd.). V případě zahraničních zařízení EVO byla cena uvažována v intervalu 50 – 100 EUR/t.



Obr. 28 Uvažované lokality pro provoz stávajících nebo nových zařízení EVO



Obr. 29 Uvažované lokality pro výstavbu nových zařízení MBÚ



Obr. 30 Uvažované lokality pro uplatnění LF

5.1 Náklady spojené s přepravou odpadu

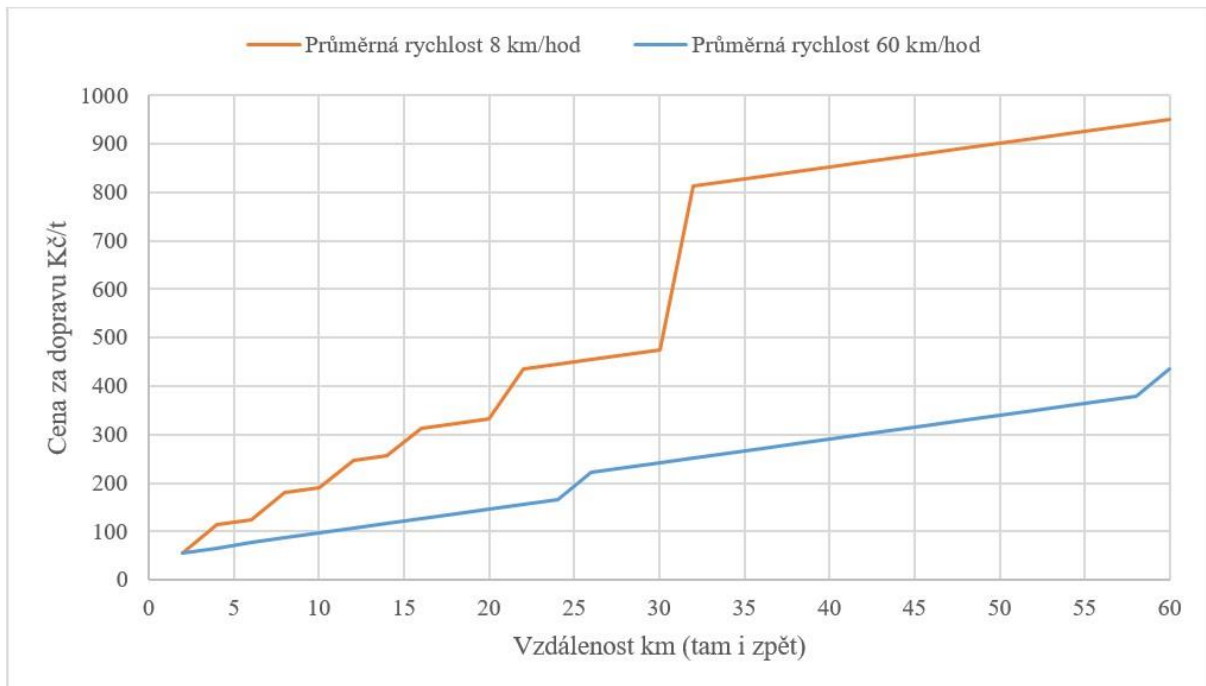
Dopravní problematika je v oblasti odpadového hospodářství stěžejní záležitostí. Cílem kapitoly je stanovení dopravních nákladů pro simulační výpočty prezentovaných níže v kapitolách 5.2 a 5.3. Vyčíslení cen bylo generováno bez zisku.

Dopravní úloha v předmětné studii byla řešena pro tři základní kategorie:

- **Popelářské vozy** – svozová část a odvozová část.
- **Překládací stanice** – vyčíslení nákladů na přeložení.
- **Jízdní souprava** – přeprava odpadů z překládací stanice do koncového zařízení.

Byla zvolena 8 hodinová pracovní doba a vytipován dopravní scénář pro roční kapacitu překládací stanice 30 kt. Tato kapacita byla obvykle doporučena v ORP Tábor. Popelářské vozy patří k velmi nákladným prvkům dopravních řetězců. Je to z důvodu poměrně malého přepravovaného množství odpadu. Standardní nástavby popelářských vozů mají velikost od 5 m³ do 20 m³ a s maximálním množstvím odpadu až 10 t (platí pro 20 m³ nástavbu). Limitním faktorem u popelářských vozů je maximální zatížení na jednu nápravu. Z pohledu standardně využívaných lisovacích nástaveb, které mohou dosahovat hmotnosti včetně slisovaného odpadu i přes 10 t (hmotnost nástavby cca 5 t) je tento parametr velmi důležitý především pro menší vozy. Pro prezentaci výstupů byl vybrán tříosý KUKA vůz značky MAN s nástavbou 19 m³, s lineárním lisovacím systémem typ HALLER X-2C M-19. Vyčíslení dopravních nákladů bude provedeno pro příklad sběru a pro příklad odvozu na překládací stanici či přímo do konečného zařízení, např. do zařízení EVO.

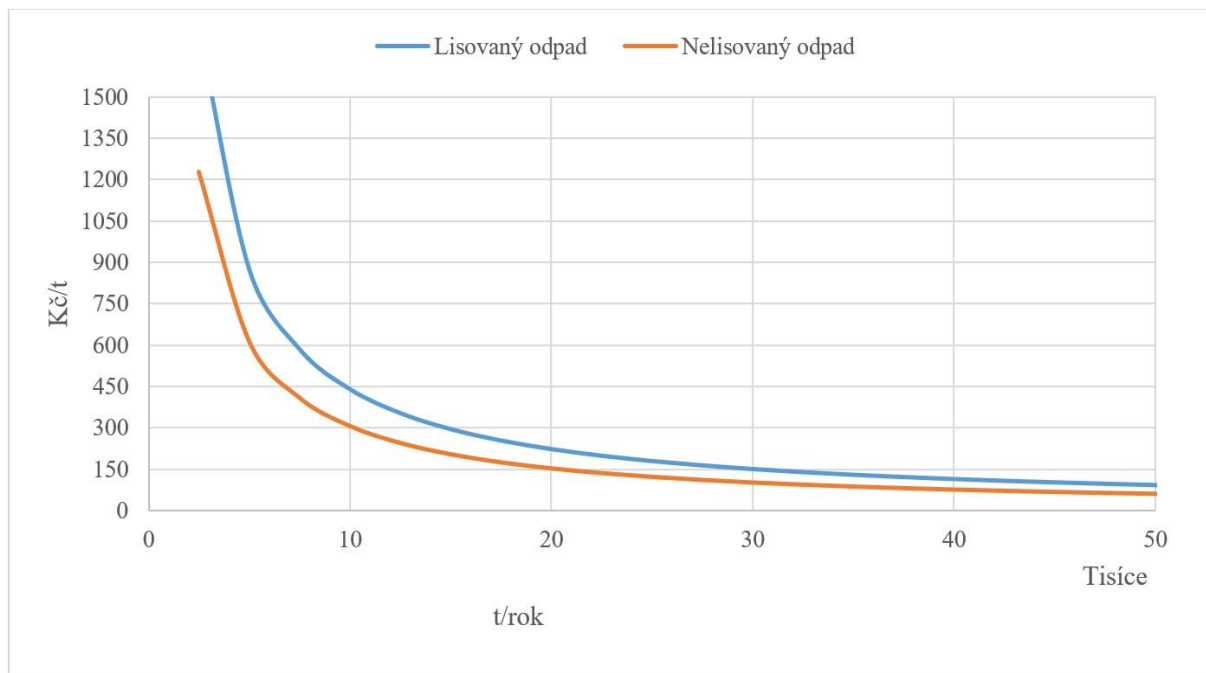
Fáze sběru je z pohledu dopravních cen velmi nákladná a to především z důvodu nízkého nájezdového počtu kilometrů (nízké průměrné rychlosti). Kromě nízkého nájezdu kilometrů KUKA vozy fungují v tzv. systému start-stop. Jejich provozní náklady jsou závislé na obslouženém území, tj. počtu výsypů za směnu. Vyčíslení dopravních nákladů je zobrazeno na obr. 31. Obr. 31 současně demonstruje náklady pro druhou fázi, tzn. pro vlastní odvoz. Sběrná (oranžová křivka) – průměrná rychlost nastavena na 8 km/hod a odvozová část (modrá křivka), kde průměrná rychlost byla nastavena na 60 km/hod. Průměrná rychlost sběrné části byla vytvořena s pohledem na městský provoz a dle očekávaného počtu výsypů za den (zdržení na jednom kontejneru přibližně 30 s). Zvolené dopravní rychlosti vycházejí z komunikace s provozovateli svozových společností. Dopravní vzdálenost je uvedena v rámci celého cyklu, tj. automobil odjíždí do určeného zařízení a následně se vrací zpět, tzn. vzdálenost 60 km reprezentuje do zařízení 30 km a 30 km se automobil vrací zpět na sběr, resp. na domovskou centrálu. Generování cen bylo provedeno při zohlednění celkové cyklu.



Obr. 31 Vyčíslení dopravních nákladů pro sběrné trasy a pro odvozový systém, množství transportovaného odpadu 30 kt/r

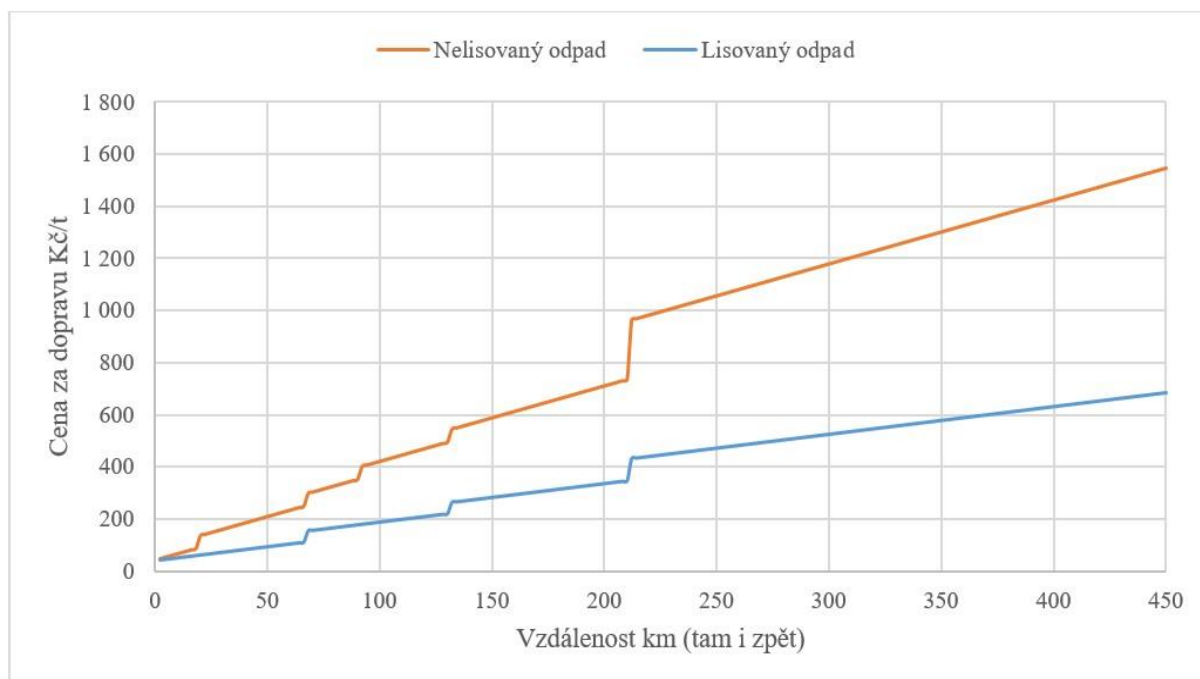
Další částí řešené problematiky před vlastním výpočtem byl odhad nákladů spojených s výstavbou a provozem překládací stanice. Překládací stanice byla uvažována jako nová výstavba. Odpisy technologie nejsou ve výpočtu zohledněny, investice je rozpočítána po celkovou dobu životnosti (uvažováno 20 let), tedy lze životnost chápat jako určitou formu odpisů. Technologie překládací stanice zahrnuje nájezdové rampy, násypky, dopravníkového systému a samotného lisu. Kontejnery se pohybují na kolejových podvozcích a jsou automaticky systémem plněny a měněny dle denního návozu odpadu na překládací stanici. Kontejnery byly vybrány o velikosti 30 m³ tak, aby legislativně plnily podmínku max. zatížení jízdní soupravy. Kontejnery byly lisovány přibližně na 410 kg/m³. Pro zvolenou roční kapacitu 30 kt/r jsou náklady na přeložení bez zisku vyčísleny na hodnotu 155 Kč/t viz obr. 32.

Alternativně byly vypočítány náklady na přeložení bez lisování. V tomto případě (doprava nelisovaného odpadu) se jedná o vybudování zázemí překládací stanice (rampy) a za pomoci manipulační techniky je realizována nakládka odpadu do systému tahač a návěs Walking Floor. Velikost kontejnerového návěsu Walking Flooru je 80 m³ a sypaná hmotnost je v tomto případě odhadnuta na 200 kg/m³.



Obr. 32 Vyčíslení nákladů na přeložení na překládací stanici.

Posledním systémem, který byl uvažován, je systém jízdní soupravy. Pro prezentaci výstupů byly vybrány dva scénáře – doprava lisovaného odpadu a nelisovaný odpad. Jízdní souprava pro lisovaný odpad je v následujícím složení – nákladní automobil s dvounápravovým přívěsem a natahovacím hákem. Jízdní souprava pro nelisovaný odpad je ve struktuře tahač a systém Walking Floor. Celkové vyčíslení dopravních nákladů je zobrazeno na obr. 33. V případě lisovaného odpadu byl vybraný dopravní prvek využit z pohledu maximálního zatížení jízdní soupravy, tj. úvaha o maximální váze 48 t (platné pro ČR). Ve výpočtu nebyl zohledněn akceptovatelný přesah (3 %) váhy jízdní soupravy – cca 1,5 t pro vybraný systém. Dvouosý přívěs byl vybrán standartní od společnosti Hüffermann bez odlehčení (3,8 t). V případě nelisovaného odpadu byla váha celého systému přibližně 35 t, tento údaj legislativně splňuje, možnost transportu odpadu do zahraničí (Německo – 44 t, Rakousko – 40 t).



Obr. 33 Vyčíslení dopravních nákladů pro odvozový systém pomocí jízdní soupravy, přepravované množství odpadu 30 kt/r

V prezentovaných výstupech byly vyčísleny dopravní náklady pro svozovou, odvozovou a překladištní část. Výstupy byly vytvořeny univerzálně, aby byla názornost dopravních cen pro větší rozsah dopravních vzdáleností a nebyly výstupy vytvořeny pouze pro jeden scénář (jednu dopravní trasu). Ceny jsou vyčísleny pro výše uvedené systémy, roční kapacitu 30 kt a bez generovaného zisku.

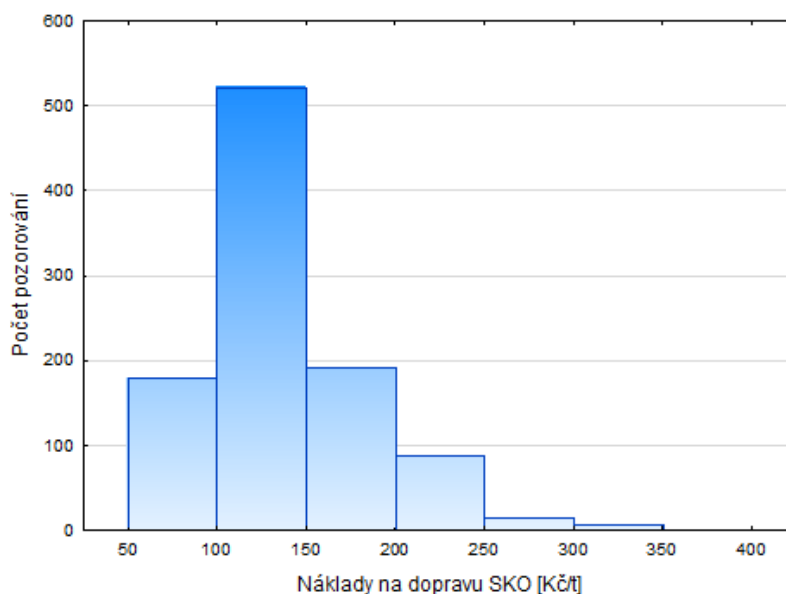
Prezentované dopravní ceny lze snížit např. za následujících podmínek:

- Dotační podpora na konkrétní systém.
- Využití odlehčených přívěsů či zohlednění váhového přesahu ve výši 3 %, kdy lze kalkulovat až s 2,5 t odpadu na víc na jedné trase. Přibližně 10 % odpadu v kontejnerech na víc – platí pro lisovaný odpad.
- Vhodná volba systému pro zhutnění odpadu v systému Walking Floor se sypnou hmotností 200 kg/m³.
- Rozšíření či zkrácení pracovní doby – závislost na dopravované vzdálenosti (při chybném posouzení může mít i negativní dopad na využitelnost vozového parku).
- Provést optimalizaci svozových tras pro konkrétní zadané území města Tábor či Planá nad Lužnicí.
- Využití vozové flotily i pro jiné účely než doprava SKO např. v oblasti technických služeb tak, aby vozidlo bylo co nejvíce využíváno.

Výše uvedené dílčí informace a výpočty v úvodu kapitoly 5 a v podkapitole 5.1 představují vstupy pro hlavní výpočet pomocí nástroje NERUDA.

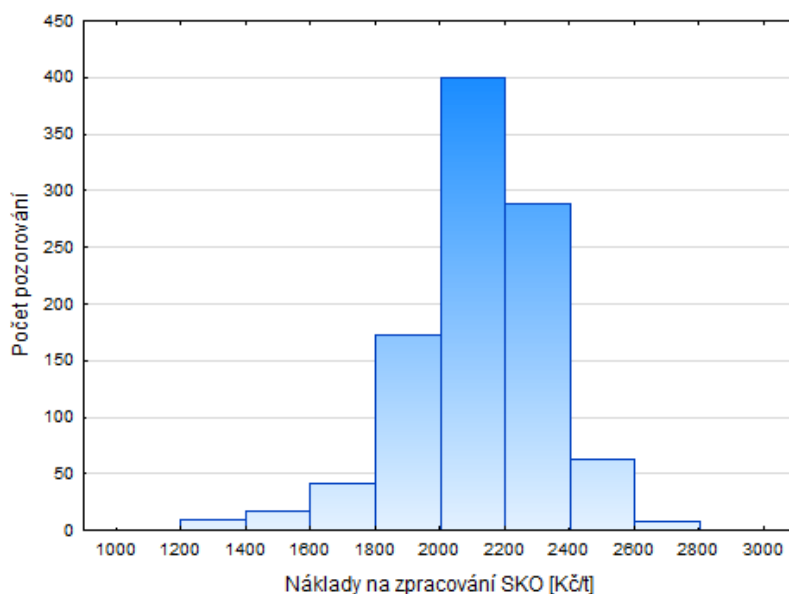
5.2 Výsledky výpočtu pro variantu V1 – závislý region – zpracování zbytkových odpadů mimo ORP Tábor

Ve variantě V1 (závislý region) bylo nutné zbytkový odpad zpracovat mimo region ORP Tábor. ORP Tábor se ve výpočtu rozhodovalo na základě nejnižších celkových nákladů (náklady na dopravu a zpracování) a na základě volné kapacity v konkrétních zařízeních. Cílem bylo určit vhodného zpracovatele pro odpad z ORP Tábor a vyčíslení nákladu na zpracování. Vzhledem k tomu, že výpočet probíhal v mnoha scénářích, které se lišily vstupními parametry (např. cena v zahraničí, cena na bráně potenciálních koncovek), je výsledkem histogram. Výsledný histogram pro náklady na dopravu zbytkového odpadu bez nákladů na překládací stanici pro ORP Tábor ve výpočtové variantě V1 je uveden na obr. 34.



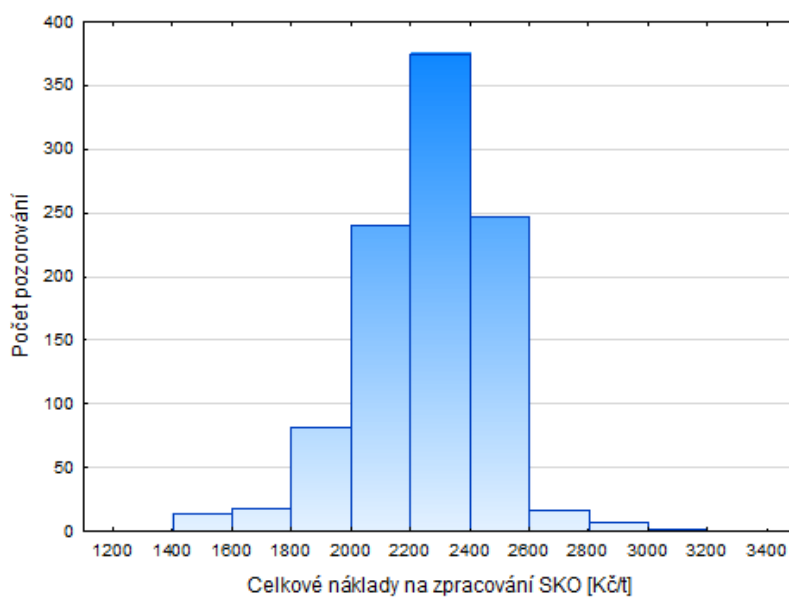
Obr. 34 Histogram nákladů na dopravu SKO* pro ORP Tábor (bez nákladů na překládací stanici, závislý region)

V průměru tvořily náklady na dopravu bez přeložení cca 140 Kč/t. Ve všech scénářích pro V1 bylo doporučeno realizovat překládací stanice v ORP Tábor s průměrnou kapacitou okolo 30 kt/r. Tato kapacita odpovídá nákladům na přeložení asi 60 Kč/t. Celkově náklady spojené s dopravou odpadu byly okolo 200 Kč/t (bez nákladů na sběr odpadu). Vzhledem k nedostatečné kapacitě v místech zpracování, bylo společným rysem všech výsledků, že se celková produkce ORP Tábor rozdělí do více proudů, které jsou odváženy do několika koncovek v rámci kraje, popřípadě na delší vzdálenost. Přitom se pro část produkce nově ve většině scénářů využívá potenciální zpracovatelská kapacita v ORP Písek a Strakonice. Odpad je v ORP Tábor slisován v překládací stanici a následně odvezen ke konečnému zpracování. Obdobně byl sestrojen histogram pro náklady spojené se zpracováním zbytkových odpadů, viz obr. 35.



Obr. 35 Histogram budoucích nákladů na zpracování SKO* pro ORP Tábor (bez dopravy, závislý region)

Průměrné náklady na zpracování z provedených simulací vyšly v průměru na 2120 Kč/t. Histogram celkových nákladů (po započítání dopravy) na zpracování zbytkových odpadů z ORP Tábor je uveden na obr. 36. V průměru činily celkové náklady asi 2260 Kč/t.



Obr. 36 Histogram celkových nákladů (zpracování a doprava) SKO* pro ORP Tábor, závislý region

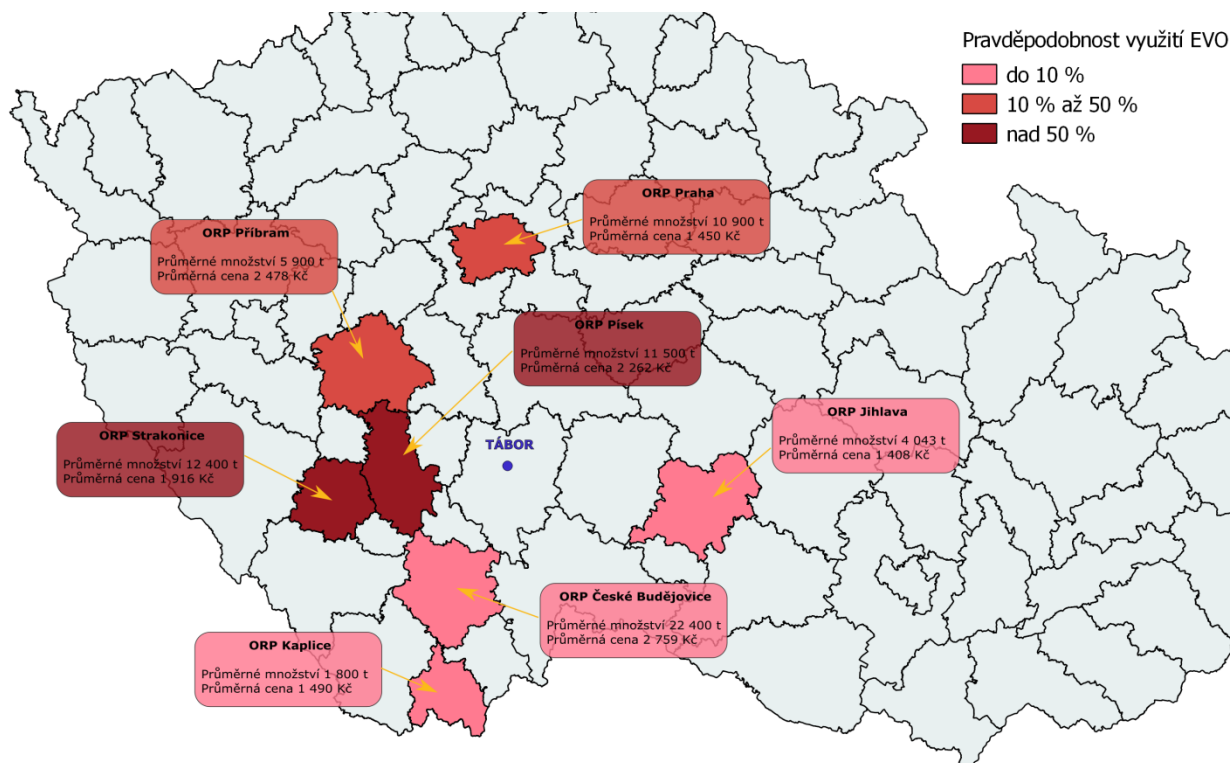
V detailnější analýze byla identifikována místa potenciálního konečného zpracování zbytkových odpadů z ORP Tábor. Sumarizace scénářů, kde bylo doporučeno konečné zpracování v zařízeních EVO, je zobrazena na obr. 37.

Zobrazeno je pouze zpracování v zařízeních EVO, ne spoluspalování TAP/LF. Z důvodu vzdálenosti bylo nejčastěji doporučeno zpracování na území ORP Písek a Strakonice. EVO v Českých Budějovicích bylo vyhodnoceno jako nákladnější. Ekonomiku EVO zásadně ovlivňuje množství

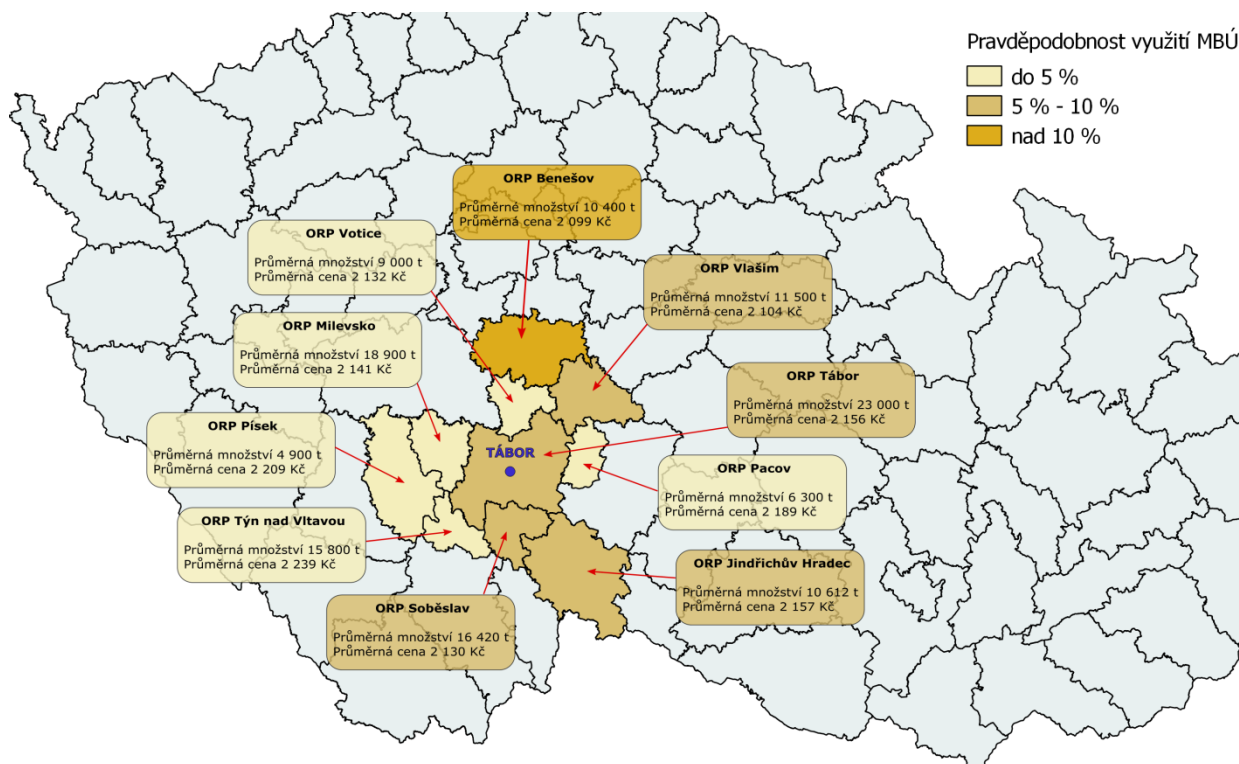
dodaného tepla z posuzovaného zařízení EVO. Pokud dojde k částečnému převzetí dodávky tepla z JETE, konkurenceschopnost zařízení v Českých Budějovicích se ještě výrazně sníží.

Pro scénáře, kde byla preferována zařízení MBÚ, jsou výsledky uvedeny v obr. 38. Náklady jsou uvedeny včetně dopravy.

Je patrné, že zpracování v zařízeních MBÚ bylo navrženo v podstatně nižším počtu případů než zpracování v zařízeních EVO. Důvodem je problematické zpracování LF, kde je nutné zajistit dostatečné množství homogenního průmyslového odpadu pro spoluspalování ve fluidních kotlích, což je v tomto regionu problematické. Kvůli vysokým nákladům na přepravu tohoto odpadu na velké vzdálenosti tak řetězec MBÚ + spoluspalování nedává z hlediska ekonomiky smysl.



Obr. 37 Výsledná místa zpracování zbytkového odpadu z ORP Tábor v zařízení EVO, závislý region



Obr. 38 Výsledná místa zpracování zbytkového odpadu z ORP Tábor v MBÚ, závislý region

V případě ORP Soběslav jsou zpracovatelské místa totožná jako pro ORP Tábor. Je to dáno výstavbou překládací stanice v ORP Tábor, kam je odpad z ORP Soběslav svážen. Vícenáklady pro ORP Soběslav spojené s dopravou do překládací stanice v ORP Tábor (bez sběru) činí asi 150 Kč/t. Následuje odvoz odpadu na místo zpracování. Přehled možných variant řešení koncovky pro ORP Tábor je uveden v tab. 12.

Místo zpracování	Typ zařízení	Odhadovaná cena na bráně (cenová úroveň roku 2024) [Kč/t]	Vzdálenost [km]	Náklady na dopravu [Kč/t]	Typ dopravy	Překládací stanice [Kč/t]	Výsledná cena [Kč/t]	Komentář
Písek	EVO	2 262	46	84	SLIS	61	2 407	1)
Strakonice	EVO	1 916	67	124	SLIS	56	2 096	1)
Praha	EVO	1 450	91	150	SLIS	57	1 657	2)
Příbram	EVO	2 478	71	129	SLIS	59	2 666	1)
Benešov	MBÚ	2 099	48	86	SLIS	63	2 248	3)

Pozn. V tabulce jsou uvedeny pouze zpracovatelské zařízení, které byly doporučeny ve více jak 10 % výpočtů. SLIS = doprava pomocí kontejnerových systémů, kdy je odpad nejprve zhutněn v lisovacím zařízení překládací stanice

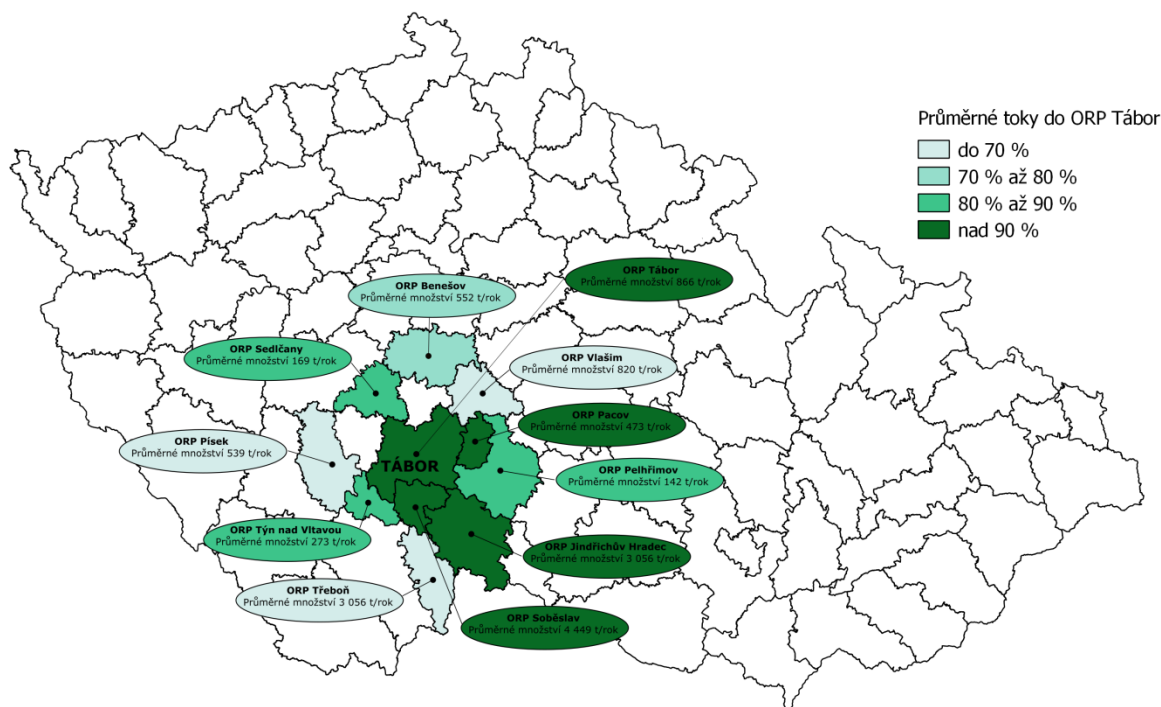
Tab. 12 Přehled možných variant řešení koncovky pro ORP Tábor (závislý region)

Komentáře k tabulce:

- 1) Podmíněno výstavbou zařízení EVO v daném ORP o dostatečné kapacitě, která umožní zpracovat i odpad z jiných ORP.

- 2) Podmíněno dostupnou kapacitou v případě výrazného navýšení kapacity (např. dostavba nové linky). Rozšíření existujících zařízení představují rozumnou variantu (viz také záměr SAKO Brno). Uvedená cena na bráně odpovídá současné úrovni. V případě existujících zařízení se dá v budoucnu očekávat úprava ceny za zpracování směrem vzhůru podle situaci na trhu, např. u ZEVO Malešice pravděpodobně pro svoji volnou kapacitu (jestli bude k dispozici) navýší ceny za zpracování v souladu s cenovou hladinou na trhu po roce 2024. Nově vzniklé potenciální kapacity v existujících zařízeních budou dostupné pouze omezení s preferencí pro producenty blízkého okolí.
- 3) Podmíněno dostupným množstvím ostatních spalitelných odpadů (především z průmyslu) pro výrobu TAP a dále dostupná zpracovatelská kapacita pro TAP. Lokality, kde bylo uvažováno se zpracováním TAP, jsou uvedeny v úvodu kap. 5. V případě MBÚ je uvažován výstup cca 30 % kalorické frakce – LF. Tu je nutné při energetickém využití ve fluidním kotli z důvodu značně heterogenního složení smíchat s jednodruhovým odpadem z průmyslu (ostatní spalitelný odpad). Poměr smísení byl stanoven na 1:1. Toto opatření je nutné, aby se zamezilo problémům s provozem technologie. V případě výstavby MBÚ bylo v některých scénářích nutné dovézt průmyslový odpad z okolních krajů. Konkrétně ze Středočeského kraje se v průměrném dovezlo přibližně 1500 tun. Dále z kraje Vysočina bylo průměrné množství asi 600 tun. V ORP Tábor je potenciál ostatních spalitelných odpadů přibližně 1000 tun (viz kap. 3), což představuje asi 10 % potřebného množství pro standardní kapacitu MBÚ cca 40 kt/r. Zbytek je nutné zajistit z ostatních ORP. Je zřejmé, že právě zajištění dostatečného množství průmyslového spalitelného odpadu patří mezi hlavní rizika zpracovatelského řetězce MBÚ+spoluspalování, který vykazuje vysokou citlivost právě na cenu tohoto odpadu. Z hlediska dosažení přijatelné ceny na bráně pro SKO* není při jeho nedostatku v blízkém okolí jeho doprava na velké vzdálenosti možná.

Grafické znázornění dovozu průmyslového odpadu v případě výstavby zařízení MBÚ v ORP Tábor je uvedeno v obr. 39. V případě ORP Soběslav je odhadovaná životnost skládky do roku 2022. Proto zde nebyla uvažována výstavba MBÚ.



Obr. 39 Dovoz průmyslového odpadu pro výrobu TAP do MBÚ v ORP Tábor (závislý region)

5.3 Výsledky výpočtu pro variantu V2 – nezávislý region – zpracování zbytkových odpadů v rámci ORP Tábor

Předchozí výsledky ukazují, že v případě, že ORP Tábor do budoucna zůstane závislé na nakládání s SKO* na projektech a vývoji v lokalitách mimo region, je nutné počítat s výrazným nárůstem ceny za zpracování těchto odpadů. Logickou otázkou pak v této situaci je, jestli může region svým aktivním přístupem přispět ke snížení této očekávané budoucí ceny. Proto se tato část zprávy zabývá výsledky výpočtů, kde je v ORP Tábor prověřována energetická koncovka. Tato varianta tedy navazuje na myšlenky prezentované v POH JČK (zařízení EVO malé kapacity v areálu CEP Planá nad Lužnicí) a dále je rozpracovává. Takový výhledový stav je souhrnně označen jako varianta „V2 – Nezávislý region“.

5.3.1 Existující CZT jako silná stránka regionu (nezávislý region)

Na území posuzovaného regionu, tedy ORP Tábor a Soběslav existují dvě sítě CZT, které jsou v současné době spojené parovodem. Jedná se o:

- síť s dodávkou tepla z teplárny Planá nad Lužnicí (CEP) společnosti C-Energy Planá, s.r.o. dále „CZT Planá“
- síť s dodávkou tepla z teplárny Tábor (TTA) společnosti Teplárna Tábor, a.s., dále „CZT Tábor“

Síť CZT Planá

Do sítě CZT Planá je dodáváno teplo na čtyřech úrovních dle tab. 13. Tabulka ukazuje současnou dodávku tepla. Protože není možné s dostatečnou přesností určit budoucí vývoj dodávky tepla, je s těmito hodnotami uvažováno i do budoucna, pouze s předpokladem konverze dodávky na úrovni 3 na horkou vodu. S tím souvisí mírné snížení dodávky tepla na patě v důsledku snížení tepelných ztrát.

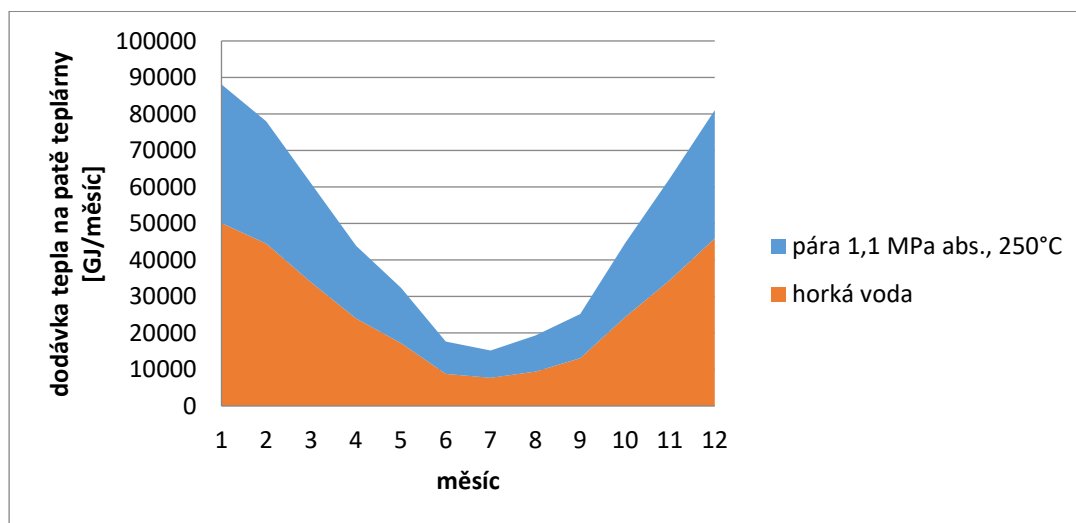
	Parametry média	Dodávka tepla [GJ/rok]
ÚROVEŇ 1	pára 2 MPa, 260°C	82 324
ÚROVEŇ 2	pára 1 MPa, 230°C	298 092
ÚROVEŇ 3	pára 0,2 Mpa, 270°C	75 808
ÚROVEŇ 4	horká voda	110 932
	Celkem	567 156

Tab. 13 Předpokládaná roční dodávka tepla do sítě CZT Planá (na patě teplárny) Zdroj: teplárna CEP

Síť CZT Tábor

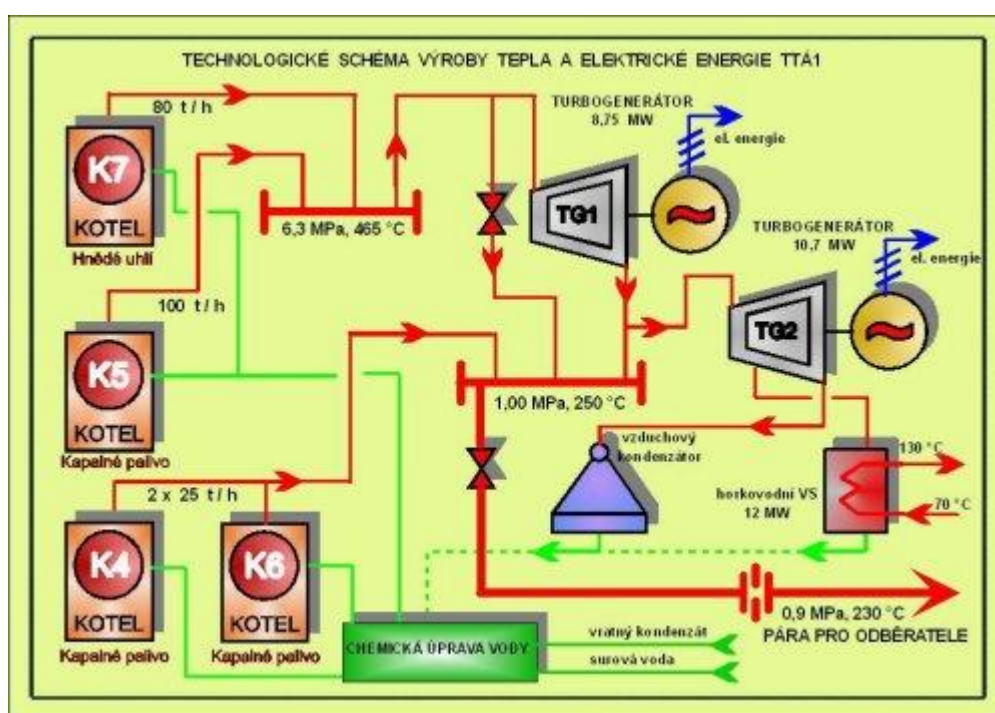
Po prvotním výpočtovém ověření uplatnění tepla ze zařízení EVO ve vazbě na specifika lokality (např. poskytování podpůrných služeb teplárnou CEP), bylo rozhodnuto o dodávce tepla ze zařízení EVO do sítě CZT Tábor, jak je dále popsáno v kap. 5.3.2, proto je tato lokalita popsána podrobněji.

Síť CZT Tábor je z hlediska celkové roční dodávky mírně větší než CZT Planá. V současné době se roční dodávka tepla pohybuje nad 600 TJ na patě teplárny (400–500 TJ v rámci užitečné dodávky). Teplo je dodáváno na dvou úrovních, a sice v páře o vstupním tlaku 0,9–1,0 MPa a teplotě 240–260 °C a horké vodě (130°C). V současné době dodávka tepla v horké vodě představuje přibližně 100 TJ/rok, avšak do budoucna je uvažováno s částečnou konverzí zbývajících parních rozvodů na horkovodní. Díky tomu bude možné dodávat teplo s menšími ztrátami. Pro výpočet bylo uvažováno s konverzí 50 % dodávky tepla v páře. Předpokládaná dodávka tepla na patě zdroje (tj. po započtení tepelných ztrát) je znázorněna v grafu na obr. 40. Celková roční dodávka by se tak mohla pohybovat na úrovni cca 250 TJ v páře a 310 TJ v horké vodě.



Obr. 40 Uvažovaný průběh dodávky tepla na patě teplárny Tábor během roku, Zdroj: TTA, upraveno na základě zkušeností VUT v Brně

Teplu je primárně vyráběno v hlavním závodě (TTA1), jehož schéma je na obr. 41. K doregulování tlakových poměrů soustavy potom slouží špičkový zdroj TTA2. Celkový tepelný výkon kotlů v TTA1 je 184 MWt. Teplu je primárně vyráběno v hnědouhelném fluidním kotli K7, který produkuje páru o parametrech 8,8 MPa a 482°C a má jmenovitý příkon 74 MWt. Dále TTA1 disponuje dvěma olejovými kotli K4 a K6, které vyrábí páru o parametrech 1,45 MPa a 220°C. Každý z nich má tepelný příkon 19,8 MWt. Olejový kotel K5 (6,3 MPa a 465°C) má jmenovitý tepelný příkon 85,5 MWt a je provozován v režimu studené zálohy. V TTA1 jsou dále instalovány dva oddělené turbogenerátory TG1 (protitlaký) a TG2 (kondenzační) o celkovém instalovaném výkonu 19,55 MWe. Na zdroji TTA1 je v současnosti spalováno zejména hnědé uhlí, které představuje hlavní palivo pro kotel K7 (jako najížděcí a stabilizační palivo využíván LTO). Informace týkající se technologie závodů TTA1 a TTA2 byly získány z veřejně dostupných zdrojů (web www.tta.cz/) a dřívější komunikace mezi řešiteli a Teplárnou Tábor.



Obr. 41 Schéma technologie TTA1 (zdroj Teplárna Tábor, a.s.)

Zdroj TTA2 slouží jako špičkový/záložní zdroj tepla pro město Tábor. TTA2 je tvořen třemi parními kotli o celkovém jmenovitém výkonu 24,2 MWt. Konkrétně kotlem K5 na topný olej nebo zemní plyn s jmenovitým výkonem 10,8 MWt a kotli K6 a K7 na zemní plyn, každý s výkonem 6,7 MWt. Vyráběna je zde pára o tlaku 1,4 MPa a teplotě 220°C.

Celkem se síť CZT Tábor skládá z asi 25 km primárního parovodního a kondenzátního potrubí, 5 km horkovodního potrubí a 27 km teplovodního. Primární parovodní soustava je rozdělena do větví SEVER, ZÁPAD a VÝCHOD. Primární horkovodní soustava je potom rozdělena do větví SEVER a JIH.

V současné době jsou v koncovém bodě Daliborka (větev VÝCHOD) síť CZT Tábor a Planá propojeny s možností oboustranné výměny páry. Obecně se otevírá možnost integrovat zařízení EVO do celkové optimalizace výroby a rozvodu tepla v celé aglomeraci. Distribuční síť tepla v Táboře zahrnuje cca 25 km primárního parovodního potrubí, což dává dostatečný prostor pro převedení velké části distribuce tepla z primárního parního potrubí na horkovody a tímto způsobem podstatně snížit ztráty v rozvodech tepla v oblasti Tábora.

Soustava CZT Tábor je vlastněna dvěma subjekty. Celá primární síť, část sekundární sítě a část výměníkůvých stanic je vlastněna TTA. Zbylá část sekundárních rozvodů a výměníkůvých stanic vlastní společnost BYTES Tábor s.r.o., která je majetkem města Tábor.

5.3.2 Dodávka tepla z jednotky EVO

POH JČK uvádí jako potenciální lokalitu pro výstavbu zařízení EVO areál teplárny CEP. Tato lokalita byla zvolena jako výchozí pro další rozpracování záměru uvedeného v POH Jihočeského kraje. Areál teplárny CEP v Plané nad Lužnicí se jeví jako vhodná lokalita pro výstavbu zařízení EVO jak z důvodu lepší logistiky, tak především kvůli dostatečné vzdálenosti od obytných zón. V případě zpracovatelské kapacity okolo 50 kt/r (ekonomicky příznivá varianta, viz dále) bude nutné do EVO dovážet odpad z okolních ORP (vhodné regiony: Týn n. V., Soběslav, Pacov, Votice a Milevsko). Z pohledu logistiky je v případě lokality teplárny v Plané n. L. možné využít vhodné polohy poblíž dálnice D3, ze které by bylo možné přes přivaděč realizovat přímé napojení areálu (5.3.6). Odpad by byl svážen z ORP Soběslav a Týn n. V. z jihu po D3, ORP Votice po D3 ze severní strany. Stejně tak odpad z ORP Milevsko, kdy by se svozová auta napojila na D3 ze silnice 19 severně nad městem Tábor. Odpad z ORP Pacov je možné dopravit přes obce Chýnov a Turovec přímo do Plané n. L. Odpad z města Tábor by bylo možné svážet mimo střed města silnicí 1372 a následně 1376 obdobně jako když je odpad dopravován na skládku Želeč. Lokalita Planá n. L. umožňuje svážet odpad z ORP Tábor a okolních ORP aniž by byla zvýšena intenzita dopravy na hlavních tazích z města Tábor přes Sezimovo Ústí do Plané n. L. Detaily jsou uvedeny v kap 5.3.6.

Umístění zařízení EVO v areálu teplárny v Plané nad Lužnicí dává příležitost technicky optimalizovat technické parametry tohoto zdroje energie v návaznosti na další výrobní zdroje Teplárny Planá nad Lužnicí, přičemž lze do této optimalizace zahrnout následující:

- Zvážení nasazení zdroje KVET (kombinované výroby elektřiny a tepla), neboť teplárna v Plané nad Lužnicí provozuje vlastní LDS (lokální distribuční soustavu) a dodávka elektřiny ze zařízení EVO má v celkové energetické bilanci další přidanou hodnotu.
- Možnost optimalizace parametrů páry ze zařízení EVO v návaznosti na instalované zařízení na teplárně, kdy je možné například využít stávající HVS (horkovodní stanici) pro konverzi páry do horké vody.

Jak bylo zmíněno výše, pro udržitelnost projektu EVO s kapacitou do 50 kt/rok je nutný dostatečný odbyt vyrobeného tepla. Byl vytvořen model dodávky tepla ze zařízení EVO do obou existujících sítí CZT. Model:

- analyzuje situaci na měsíční bázi
- předběžně posuzuje vliv integrace EVO na provoz existujících tepelných zdrojů.
- uvažuje zařízení EVO nízké kapacity (10 až 50 kt/r).

Cílem modelu je vyčíslení akceptovatelné ceny tepla na patě zařízení EVO s předpokladem, že výstavbou a dodávkou tepla z EVO nedojde ke zhoršení ekonomiky stávající teplárny

Závěry výpočtu:

- Absorpční schopnost sítě CZT Planá je pro zařízení EVO nízkých kapacit (o výkonu do 10 MWt) dostatečná pro splnění účinnosti R1 (viz kap. 5.3.5).
- Bohužel současný stav provozu CEP způsobí, že projekt EVO by byl při současných dodávkách tepla a (bez jejich navýšení) neatraktivní. Hlavním důvodem je poskytování podpůrných služeb. Teplárna CEP prošla z tohoto důvodu rekonstrukcí, v jejímž rámci došlo k navýšení elektrického výkonu a právě poskytování podpůrných služeb se v dnešní době významným způsobem podílí

na výnosech zařízení. Poskytování podpůrných sužeb v tomto případě de-facto znamená udržování fluidních kotlů v horké záloze, aby bylo možné v případě potřeby v krátkém časovém horizontu dodávat do sítě určitý elektrický výkon. Z toho vyplývá nemožnost odstavit tyto kotle v případě nulové poptávky po teple. Výroba tepla je tedy z velké části vynucená a teplárně CEP by v tomto případě nevznikla po převzetí části dodávky tepla EVO dostatečná úspora variabilních nákladů. Akceptovatelná cena tepla z jednotky EVO by tedy nebyla dostatečná.

- Protože výroba páry odpovídající admisním parametrům nového turbogenerátoru (4,5 MPa/486°C) v zařízení EVO nízké kapacity není reálná a modernizované fluidní kotle je nutné udržovat i v letním období v horké záloze, muselo by být zařízení EVO provozováno na úkor některého z kotlů.

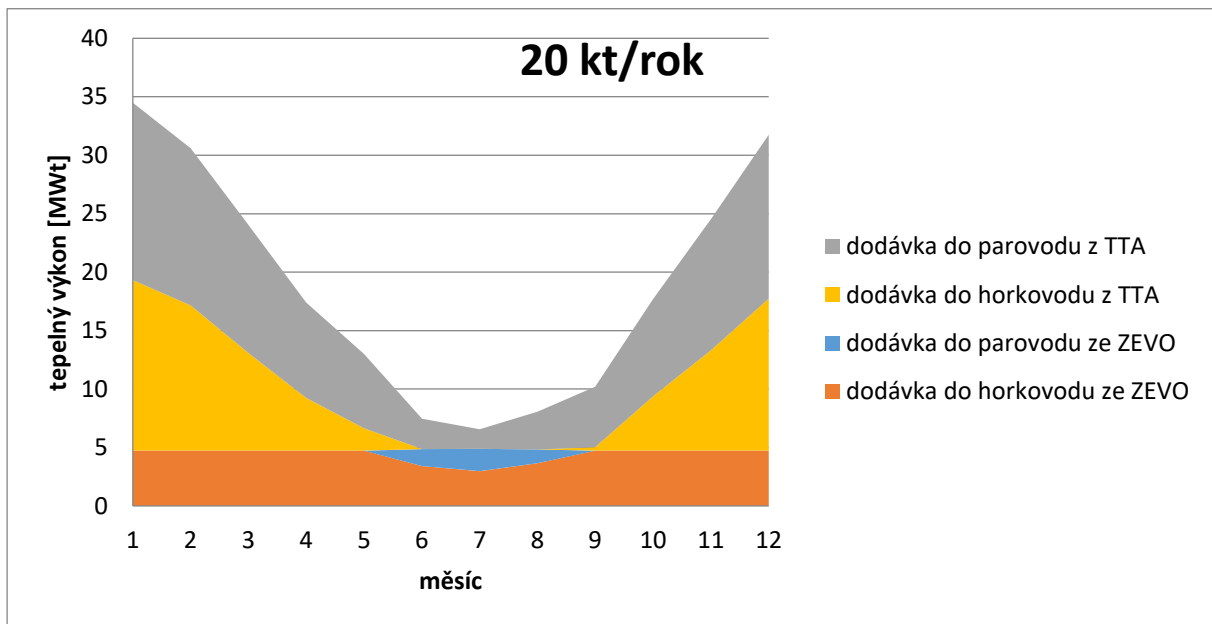
Podmínkou atraktivního záměru EVO v lokalitě CEP je výrazné navýšení dodávek tepla tak, aby tato zvýšená potřeba tepla byla kryta ze zařízení EVO a dopad na provoz CEP byl minimální. Navýšení dodávky tepla může být realizováno budoucím nárůstem spotřeby technologické páry (2,1 a 1,1 MPa) v rámci průmyslového areálu, což se ovšem jeví jako nepravděpodobné. Alternativní cestou může být pokrytí spotřeby tepla v síti CZT Tábor, tedy částečná náhrada TTA.

Vzhledem k tomu, že modelování celé soustavy do propojených CZT a dvou teplárenských provozů CEP a TTA přesahuje záměr této studie, bylo přistoupeno k posouzení varianty, která spočívá v dodávce tepla ze zařízení EVO do sítě CZT Tábor, čímž bude využito zvýšeného potenciálu dodávky tepla v horké vodě. K tomuto účelu je navrženo vybudování horkovodu s kapacitou v závislosti na kapacitě zvolené varianty. Eventuálně zde existuje i možnost využití existujícího parovodu, například v letním období, kdy bude ze zařízení EVO uspokojena veškerá poptávka po horké vodě a dodatečnou dodávkou ve formě páry dojde ke snížení množství mařeného tepla. Tím je umožněno i potenciální odstavení TTA v letním období.

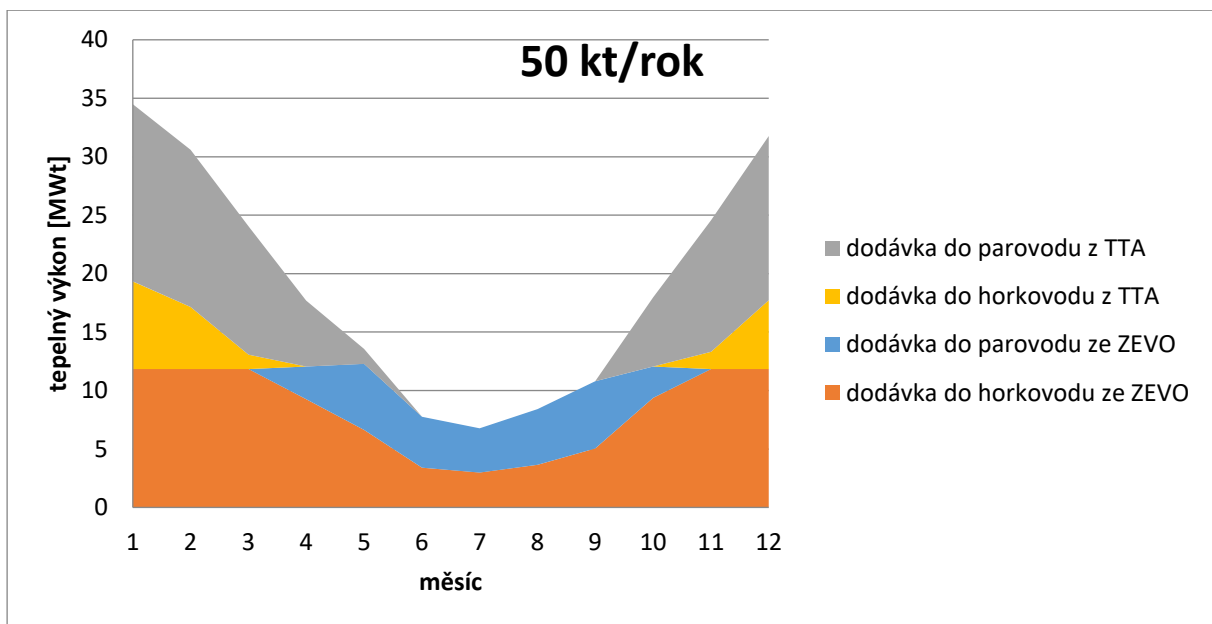
Byla řešena pouze ekonomika zařízení EVO s dodávkou tepla do části CZT Tábor a analyzován dopad ceny tepla ze zařízení EVO na cenu na bráně a tedy i životaschopnost záměru EVO. Dopad integrace na ekonomiku obou provozů, tj. teplárny CEP a TTA nebude v této fázi projektu řešen. Autorský kolektiv disponuje nástroji, které jsou schopny po technické i ekonomické stránce provoz několika tepelných zdrojů v rámci jedné sítě CZT a odhadnout tak přijatelnou cenu tepla ze zařízení EVO.

Je uvažována technologie EVO s výrobou páry o tlaku 1,3 MPa abs. a teplotě 260°C. Tato pára následně expanduje na parní protitlaké turbíně (točivé redukci). Za turbínou je nízkotlaká pára využívána k ohřevu horké vody, v případě nižší poptávky po horké vodě je buď mařena ve vzduchových kondenzátorech nebo je část páry odebírána ještě před turbínou pro parovod VÝCHOD. Před redukcí je realizován odběr páry pro technologické účely. Vzhledem k relativně nízké vnitřní termodynamické účinnosti (uvažováno 54 %) a nízkému tlakovému spádu slouží vyrobená elektřina především pro pokrytí vlastní spotřeby. Zbývající elektřina je dokupována z LDS. Podrobněji byly posouzeny dvě kapacitní varianty technologie EVO, a to 20 kt/rok a 50 kt/rok.

Grafy na obr. 42 ukazují možné pokrytí poptávky po teple u těchto kapacit v průběhu roku. U zařízení o zpracovatelské kapacitě 20 kt/rok a uvažované poptávce po horké vodě je možné využít téměř veškerý potenciál tepelného výkonu uvolněného spalováním odpadu. Přitom se teplo vyrábí v tzv. kogeneračním režimu. U jednotky s kapacitou 50 kt/rok je po většinu roku uvažováno i s dodávkou páry na úkor snížení elektrického výkonu (i za tohoto předpokladu by byla dosažena požadovaná hodnota účinnosti R1 (viz Tab. 15). U použité protitlaké turbíny je předpokládáno možné snížení hltnosti až na 40 % jmenovité hodnoty bez významného snížení její účinnosti.



Obr. 42 Dodávka tepla do sítě CZT Tábor u zařízení EVO s kapacitou 20 kt/rok



Obr. 43 Dodávka tepla do sítě CZT Tábor u zařízení EVO s kapacitou 50 kt/rok

U zjednodušeného příkladu na měsíční bázi bez uvažování výkonových špiček je zřejmé, že jednotka EVO s kapacitou 50 kt/rok je schopná převzít dodávku tepla do celé sítě CZT Tábor v období až čtyř měsíců. Podrobnější popis technologie a kapacity na základě dostupnosti odpadu je součástí kapitoly 5.3.5.

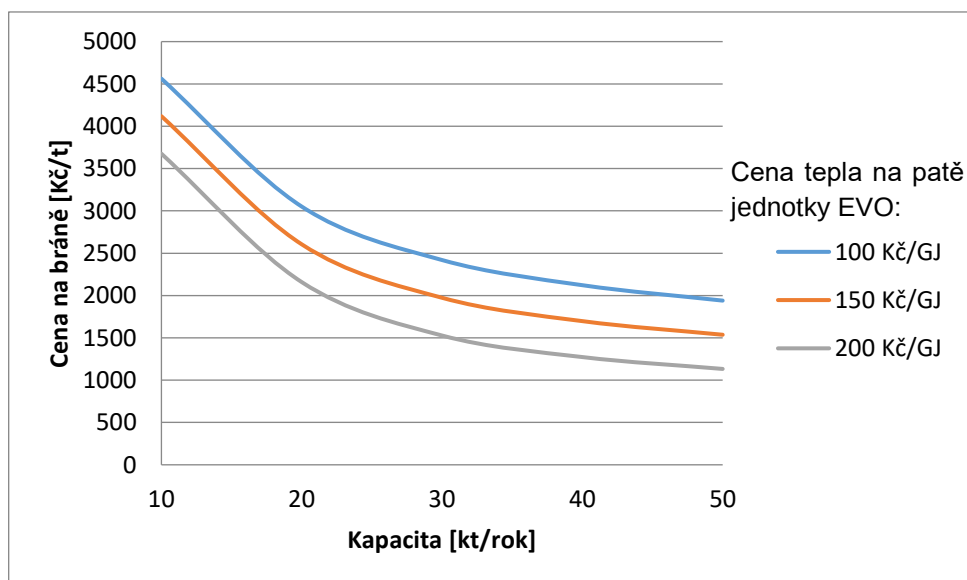
5.3.3 Stanovení ceny za zpracování odpadu na bráně zařízení EVO

Na základě stanovené dodávky tepla do sítě CZT Tábor ze zařízení EVO byl v T-E modelu proveden výpočet požadované ceny za zpracování odpadu na bráně zařízení. Výsledky výpočtu z T-E modelu jsou zobrazeny v grafu na obr. 44. V tomto grafu jsou znázorněny výsledné ceny na bráně pro různé kapacity zařízení a scénáře ceny tepla na patě zdroje. Základními předpoklady pro výpočet byly výstavba lokálního zařízení pro zpracování spalitelných odpadů z ORP Tábor a ORP Soběslav (produkce materiálově nevyužitelných spalitelných odpadů v roce 2024 je zhruba 35 kt/rok, viz Tab. 4) a využití stávající sítě CZT pro dodávku tepla. Všechny kapacitní varianty jsou v T-E modelu řešeny s podmínkou splnění energetické účinnosti R1. Další okrajovou podmínkou je neznámá cena za prodej tepla na patě zdroje. Z důvodu této neznámé bylo přistoupeno k řešení úlohy pomocí scénářů. Jednotlivé scénáře byly voleny z intervalu cen za teplo od 100 Kč/GJ do 200 Kč/GJ tepla.

T-E model zařízení EVO využívá k hodnocení ekonomické efektivity investic projektu IRR. T-E model tedy buď na základě ceny na bráně dopočítává IRR projektu anebo naopak. Ve většině případů je hledanou neznámou cena na bráně pro předem určené IRR například od investora. V hodnoceném případě bylo výchozí IRR pro výpočty stanoveno na hodnotu 11 %. Poměrně vysoké IRR na hodnotě 11 % je zvoleno záměrně tak, aby bylo robustní vůči zhoršení ekonomiky projektu vlivem například zvýšených investičních nákladů.

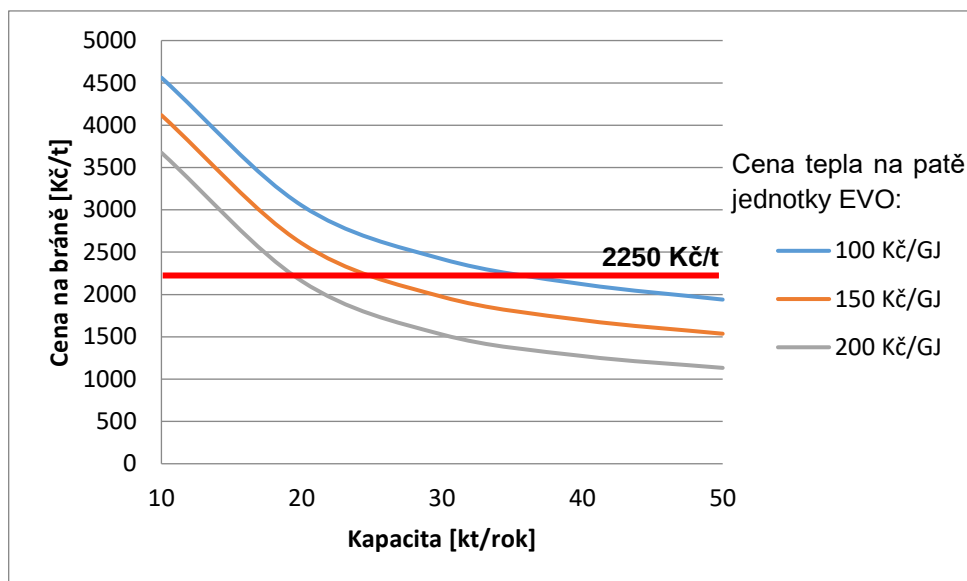
Jak vyplývá s výnosového koláče na obr. 18, pro ekonomiku zařízení je zásadní zejména příjem za zpracování odpadu a příjem z prodeje vyrobeného tepla, což platí zvláště v tomto případě, kdy je možné uplatnit přes 90 % vyrobeného tepla. Aby bylo dosaženo požadované výnosnosti projektu, při vyšší ceně tepla je možné požadovat nižší cenu na bráně a naopak při vyšší ceně na bráně je pak možné prodávat teplo při nižší ceně. Protože akceptovatelná cena tepla z pohledu odběratele (teplárny Tábor) není v tuto chvíli známá a její výpočet není předmětem této studie, byla uvažována ve třech variantách (100, 150 a 200 Kč/GJ).

Výpočet v T-E modelu tedy spočíval v určení potřebné ceny za zpracování odpadu pro jednotlivé kapacitní varianty při měnících se cenách za prodej tepla tak, aby bylo splněno navržené IRR. Výsledné ceny za zpracování odpadu na bráně zařízení jsou názorně zobrazeny na obr. 44.



Obr. 44 Ceny na bráně pro různé kapacity a ceny za prodej tepla

Tyto výsledky požadované hodnoty ceny na bráně je možné srovnat s variantou výpočtu V1 Závislý region, kde je výsledná cena za zpracování odpadu zhruba 2250 Kč/t. Pro množství odpadu vhodného pro zařízení EVO produkovaného v zájmových ORP kolem 35 kt/rok, viz kapitola 3.1, je tato částka za zpracování odpadu dosažitelná již od ceny tepla kolem 150 Kč/GJ, jak dále ukazuje graf na obr. 45 (pro IRR = 11 %). Vzhledem ke klesajícímu průběhu křivek ceny na bráně pro kapacity vyšší než 35 kt/rok je vhodné určit dostupnost odpadu pro zařízení v ORP Tábor v kontextu odpadového hospodářství celého regionu Jihočeského kraje popřípadě celé ČR, viz následující kapitola.



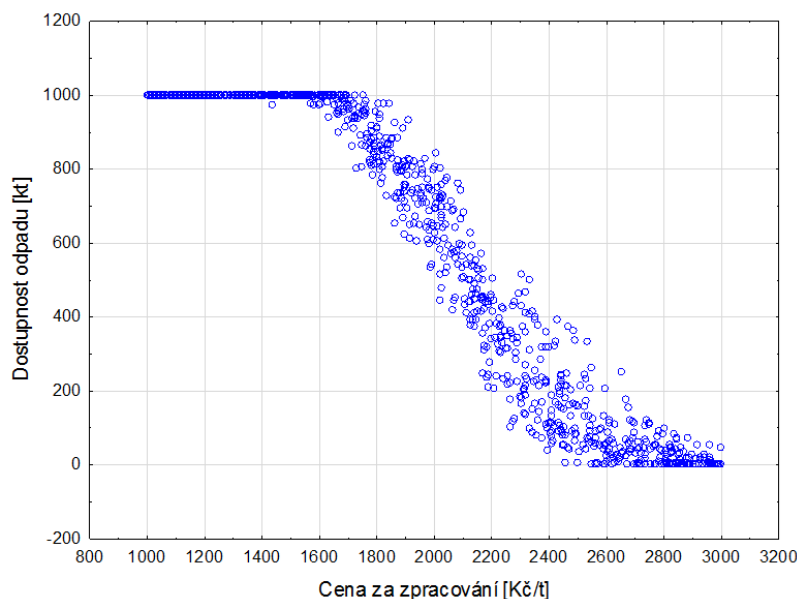
Obr. 45 Ceny na bráně pro různé kapacity a ceny za prodej tepla

Kromě zařízení EVO byla posouzena i možnost výstavby řetězce MBÚ o kapacitě odpovídající produkci odpadů na území ORP Tábor a Soběslav a monobloku s následným využitím lehké frakce. Jedná se tedy o zařízení MBÚ s kapacitou asi 30 kt/rok a při výtěžnosti LF na úrovni 30 % vstupního toku o monoblok s kapacitou 10 kt/rok. Jak už bylo zmíněno v kapitole 4.3.2, monoblok je investičně srovnatelný s konvenční jednotkou EVO. Navíc se zde vzhledem k dvěma úrovním zpracování významným způsobem zvyšují i provozní náklady. Při uvedených kapacitách, IRR 11 % u obou zařízení a předpokládané ceně tepla 150 Kč/GJ byla vypočtena cena na bráně jednotky MBÚ minimálně 3000 Kč/t.

5.3.4 Dostupnost odpadu v porovnání s ekonomikou zařízení EVO

Ekonomický rozbor z předchozí kapitoly jasně ukazuje na výhodnost zařízení se zvýšenou kapacitou 50 kt/r. Vzhledem k tomu, že region ORP Tábor a ORP Soběslav dle provedených analýz potřebuje zpracovat cca 36 kt/r, vyvstává logická otázka, zda v širším okolí existuje dostatečné množství odpadů a zda je do budoucna reálné tyto do zařízení za přijatelnou cenu dopravit. Dostupnost odpadu pro zařízení v ORP Tábor byla počítána s využitím nástroje NERUDA. Výpočet pro variantu „Nezávislý region“ byl označen jako V2. Ve výpočtu V2 byla uvolněna zpracovatelská kapacita zařízení EVO v ORP Tábor. Limitní hodnota kapacity byla nastavena na 1000 kt/rok (čistě pro výpočtové potřeby). Výpočet proběhl pro 1000 simulací, kde pro každý výpočet byla generována cena za zpracování v ORP Tábor z intervalu 1000 až 3000 Kč/t. Vznikla závislost dostupnosti odpadu na ceně za zpracování, viz obr. 46. Obrázek ukazuje, jaká je dostupnost odpadu při různých zpracovatelských kapacitách v ORP Tábor,

respektive říká, že aby došlo k naplnění určité kapacity, je nutné nabídnout nižší cenu na bráně než konkurenční zařízení, je tedy nutné se pohybovat vlevo od tohoto mraku.

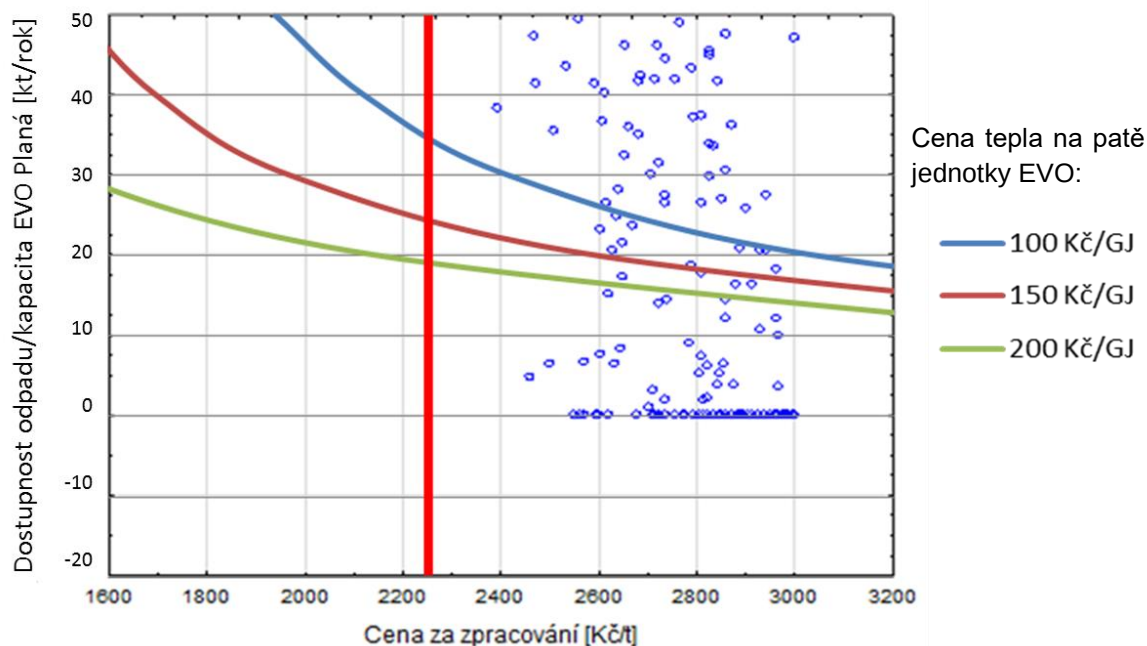


Obr. 46 Závislost dostupnosti odpadu na ceně za zpracování

Výsledky platí v případě odklonění SKO* ze skládek vlivem omezené výhřevnosti v sušině (6,5 GJ/t). V případě pokračování ve skládkování SKO* bude akceptovatelná cena pro zpracování v zařízení EVO okolo 1000 Kč/t. Z důvodu snížení ceny za skládkování nevyužitelných odpadů v posledním znění návrhu změn pro Zákon o odpadech na 500 Kč/t (ve výpočtu předpokládaný poplatek činil 1050 Kč/t) bude zvýhodněno zpracování těžké frakce ze zařízení MBÚ. Tato změna se bude znamenat snížení ceny na bráně o cca 100–150 Kč/t. O tuto hodnotu je třeba uvažovat posun hodnot grafu na obr. 46 doleva.

Z výsledků je patrné, že, stejným problémem jako ORP Tábor trpí i sousední ORP resp. ostatní ORP v JČK i některých sousedních krajích. Tím problémem je nedostatečná budoucí kapacita pro energetické využití případně drahý řetězec MBÚ – využití lehké frakce. Stejně jako pro ORP Tábor se i pro ostatní ORP předpokládaná cena za zpracování v budoucnu bude pohybovat na hranici 2000 Kč/t. To současně znamená, že pro cenu za zpracování nižší než 2000 Kč/t je potenciál odpadu pro zařízení EVO v ORP Tábor v podstatě neomezený (min 400 kt/r dostupnost vs. 50 kt zpracovatelská kapacita). To souvisí s chybějícími kapacitami zpracování SKO v okolí. Detailní náhled na dostupnost odpadu v souladu s kapacitou do 50 kt/r nabízí graf na Obr. 47.

V případě cen za zpracování přesahující 2400 Kč/t přestalo značné množství simulací využívat potencionální kapacitu v ORP Tábor (viz obr. 47). Z důvodu snížení skládkovacího poplatku (viz změna návrhu Zákona o odpadech) je třeba uvažovat snížení hraniční hodnoty na úroveň 2250 – 2300 Kč/t. Na obrázku jsou vyznačeny křivky pro hodnocenou technologii EVO v Plané nad Lužnicí pro tři varianty ceny tepla, které vycházejí z grafu na Obr. 44. Oblast nalevo od červené svislice lze považovat za bezpečnou z hlediska naplnění kapacity. Graf říká, že při ceně tepla 100 Kč/GJ je pro dosažení IRR projektu 11 % nutná jednotka o kapacitě alespoň 35 kt/rok, při ceně tepla 150 Kč/GJ alespoň 25 kt/rok a při ceně tepla 200 Kč/GJ minimálně 20 kt/rok. Jinými slovy je při vzrůstající kapacitě možné jednotku provozovat i při nižší ceně tepla na bráně, tedy s větší rezervou oproti hraniční ceně nebo dosáhnout vyšší výnosnosti projektu.

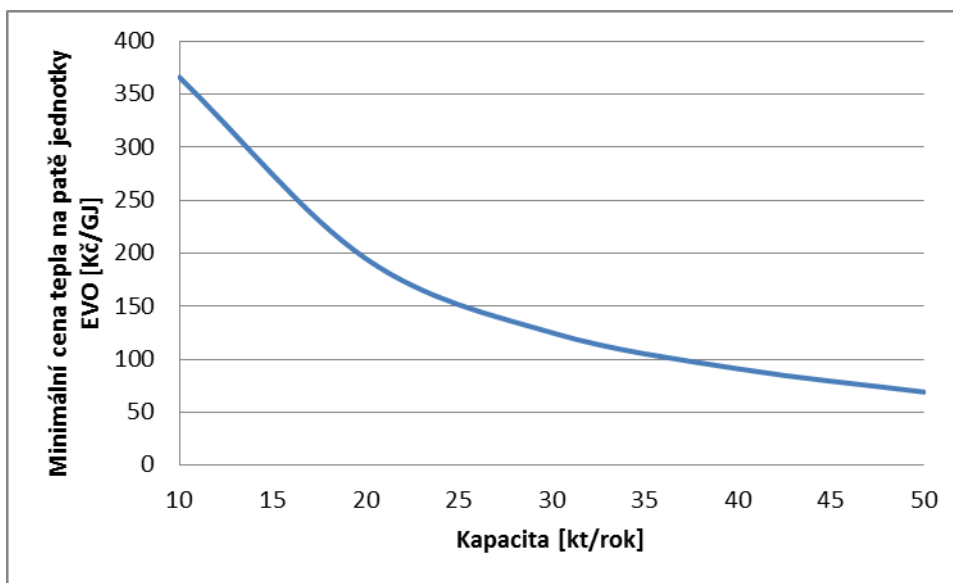


Pozn.: červená úsečka odděluje „bezpečnou“ oblast z hlediska naplnění kapacity

Obr. 47 Závislost dostupnosti odpadu na ceně za zpracování do 50 kt/r

Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, vzhledem k ceně na bráně u zařízení MBÚ od 3000 Kč/t je toto řešení vzhledem k jiným uvažovaným projektům zcela nekonkurenceschopné a s vysokou pravděpodobností by zde vznikl problém s naplněním kapacity. Z tohoto důvodu není ve studii varianta MBÚ a monoblok v ORP Tábor dále řešena v 6.

Z výsledků, viz obr. 44, je patrné, že pro splnění podmínky pro dostupnost odpadu tedy ceny na bráně maximálně 2200 Kč/t je zapotřebí uvažovat kapacity větší než 20 kt/rok. Pro menší kapacity by bylo zapotřebí uvažovat s cenou za prodej tepla vyšší než 300 Kč/GJ tepla, čímž je eliminován synergický efekt zpracování odpadů v rámci nezávislého regionu – stabilizace ceny tepla v CZT Tábor. Tento jev je zapříčiněn výší měrných investičních nákladů, které vzrůstají se snižující se kapacitou. Limitní hodnoty ceny za prodej tepla tak, aby výsledná hodnota požadované ceny na bráně nepřekročila hranici 2400 Kč/t pro jednotlivé kapacity, jsou zobrazeny v grafu na obr. 48.



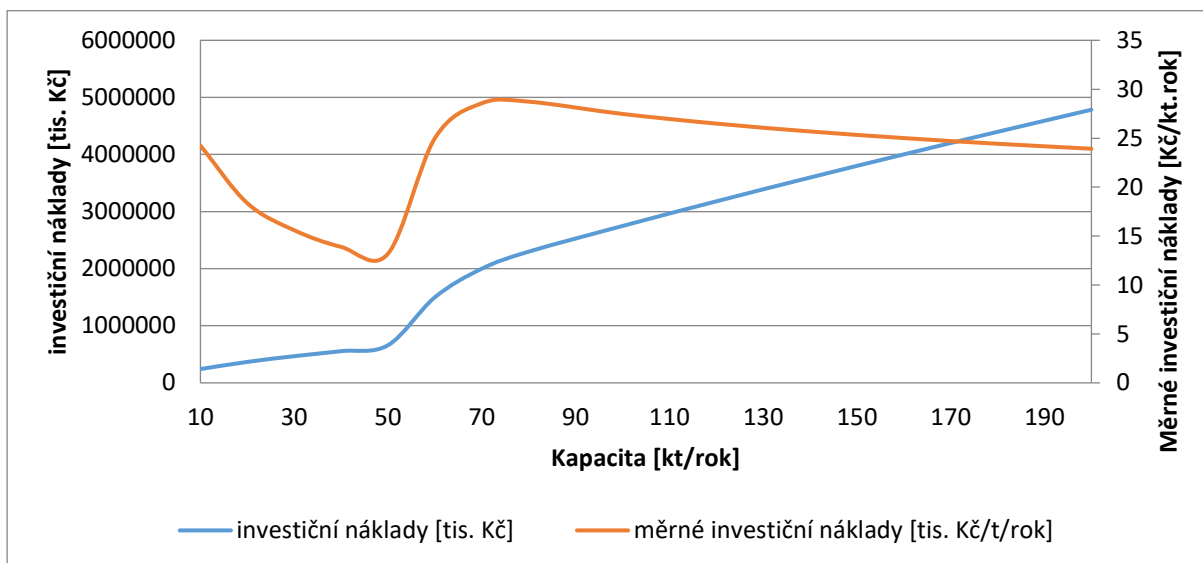
Obr. 48 Závislost minimální ceny tepla z jednotky EVO na kapacitě při naplnění kapacity, cena na bráně 2200 Kč/t.

Tyto výsledky zobrazené v obr. 44 odpovídají nastavení T-E modelu pro zařízení malých kapacit. Od kapacit větších než 50 kt/rok dochází k změně v použité technologii a ke skokové změně měrných nákladů, proto je graf na obr. 44 ohraničen hodnotou 50 kt/rok. Toto bude dále blíže vysvětleno v následujících kapitolách.

Z výsledků výpočtů nástrojů NERUDA a T-E modelu je tedy patrné, že kapacitní řešení v intervalu 40 až 50 kt/rok lze doporučit jako nejvhodnější. Tyto varianty vychází s nejnižším rizikem nenaplnění kapacity, kdy již od hodnoty 50 Kč/GJ je splněna podmínka pro cenu na bráně 2200 Kč/t a tedy jistota dostupnosti odpadu. Navíc mají tyto varianty nejvyšší potenciál ziskovosti projektu. Nevýhodou je nutnost dovézt cca 20 kt/r z regionů mimo ORP Tábor a Soběslav.

5.3.5 Doporučená kapacita, popis a parametry výsledného řešení

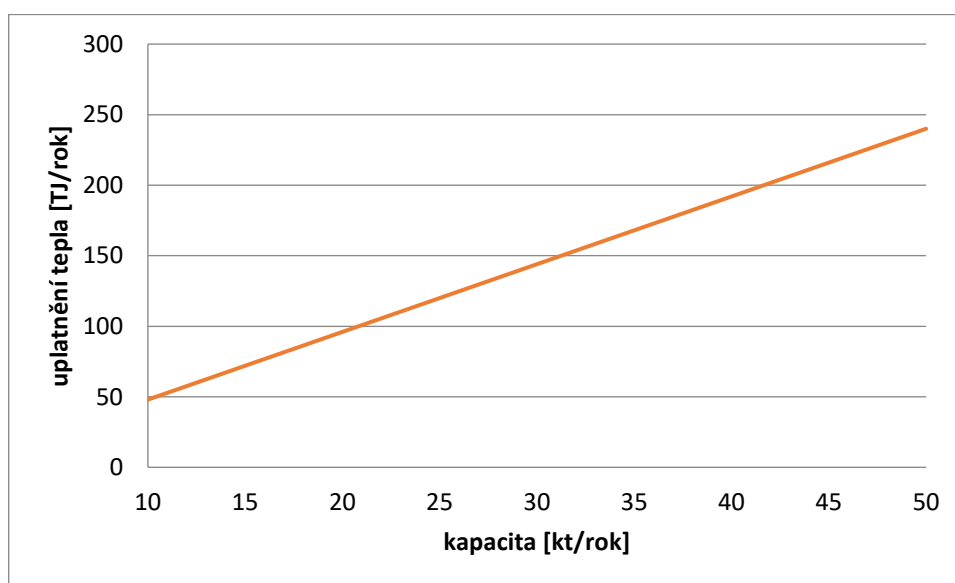
Jako optimální byla při uvažování všech uvedených předpokladů navržena technologie EVO s kapacitou 50 kt/rok s dodávkou tepla ve formě horké vody a výrobou elektřiny na parní protitlaké turbíně s možností dodávky páry v letních měsících. U této kapacity je možné dosáhnout největší rezervy mezi požadovanou cenou na bráně a cenou, za kterou je ještě dostupné dané množství odpadu. Na druhou stranu je nutný transport významného podílu zpracovaného odpadu z okolních ORP. Jak ukazuje graf na obr. 49, je předpokládán propad měrných investičních nákladů kolem zpracovatelské kapacity 40 až 50 kt/rok, který souvisí s možností využití sériově vyráběných aparátů a zařízení. Od této kapacity je již v některých případech nutné volit investičně náročnější aparáty (např. zásobníky apod.).



Obr. 49 Investiční náklady technologie EVO

V oblasti okolo 60 kt/rok potom dojde ke skokovému nárůstu investičních nákladů, které jsou způsobeny nutností významných změn v použité technologii. To potom souvisí i s výrazným nárůstem požadované ceny za zpracování odpadu. Jak vyplývá ze srovnání této ceny a dostupnosti odpadu, jeví se také jako nejvhodnější varianta 50 kt/rok.

Co se týče požadované účinnosti dané faktorem $R1$, díky kombinované výrobě elektřiny a tepla (a jeho dostatečnému odbytu) tuto podmínku bezpečně splňuje i jednotka s kapacitou 50 kt/rok. V grafu na obr. 50 je ilustrováno, jaké minimální množství tepla musí být za rok uplatněno ze zařízení EVO, aby byla splněna účinnost daná faktorem $R1 = 0,7$. Pro dodávku tepla do sítě CZT Tábor odpovídající příkladům uvedeným na Obr. 42 a Obr. 43 je pro posuzované kapacitní varianty 20 a 50 kt/rok dodáno 138, respektive 312 TJ tepla ročně. Poptávka po teple v této lokalitě tedy bez problémů umožňuje splnění této podmínky pro obě varianty. Alternativou pak může být navýšení dodávky tepla do průmyslového areálu v Plané nad Lužnicí.



Obr. 50 Minimální uplatnění tepla pro dosažení požadované hodnoty $R1$

I když jednotky nízkých kapacit nejsou v EU příliš rozšířeny, nejsou zcela neznámé – tato zařízení jsou například v relativně významném počtu provozována ve Francii nebo Itálii. U těchto technologií je kladen zvláštní důraz na snížení měrných investičních nákladů (viz obr. 49).

Celou technologii lze rozdělit do několika provozních celků. V tab. 14 jsou uvedeny jejich investiční náklady kapacitu 50 kt/rok.

Technologický celek	Investiční náklady [tis. Kč]
Stavba	125 000
Energocentrum	10 000
Čištění spalin	71 000
Příjem, skladování a úprava odpadů	43 000
Spalovací zařízení a utilizace tepla	207 000
Pomocné provozy	5 000
Odvod spalin, spalinovody	51 000
Elektro, MaR	75 000
Ostatní	49 000
Celkem	635 000

Tab. 14 Investiční náklady uvažované varianty (odhad ceny v roce 2025 pro EVO s kapacitou 50 kt/rok)

Popis technologie

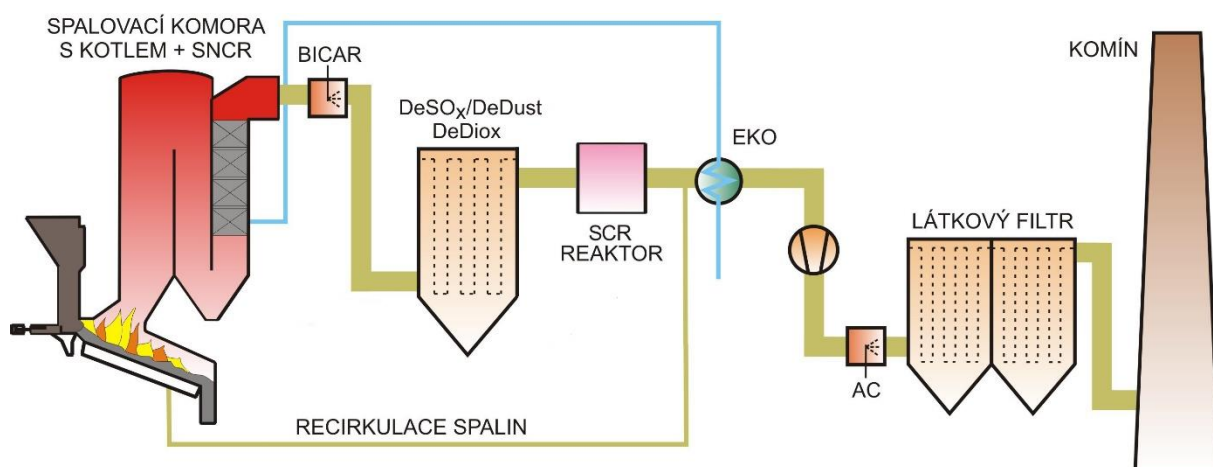
Z nákladních automobilů je odpad po zvážení vysypáván do zastřešeného bunkru, který je vybaven automatickými vraty a vytvořením mírného podtlaku je zabráněno úniku vzduchu z prostoru bunkru. Systém skladování SKO je navržen tak, aby splňoval všechny požadavky na bezpečnost, hygienu a ekologii. Pomocí jeřábu s drapákovým nakladačem je odpad přenášen do násypky drtiče, kde jsou větší kusy rozdraceny a vypadávají zpět do zásobníku, což zajišťuje požadovanou homogenizaci odpadu. Takto upravený odpad je opět jeřábem dopravován do plnicí násypky pístového podavače a následně je pístovým podavačem odpad vytlačován na rošt pece.

Ve spalovací komoře dochází nejprve k dosušení odpadu, následnému zapálení sálavým teplem a vyhoření. Ve spodní části spalovací komory padá škvára z roštu do odpopelňovacího kanálu, odkud je hrablovým vynašečem dopravována na pásový dopravník s magnetickým separátorem kovů. Pod spalovací rošt je v několika místech, vháněn primární spalovací vzduch předehřátý na teplotu 150°C. Nad rošt je pak přiváděn sekundární spalovací vzduch. Ve spalovací komoře je umístěn výkonový hořák na zemní plyn, který slouží k vyhřátí pece při jejím najíždění. Na spalovací komoru navazuje dohořivací komora, která je osazena dalším výkonovým hořákem, který zajišťuje minimální legislativou požadovanou, teplotu za posledním přívodem spalovacího vzduchu 850°C. Při uvažované LHV spalovaného odpadu není uvažováno s kontinuálním provozem výkonového hořáku. Ten je využíván pouze při přerušení dávkování SKO nebo při poklesu výhřevnosti.

Spalovací zařízení je také vybaveno systémem nástřiku močoviny, která zajišťuje selektivní nekatalytickou redukci (SNCR) oxidů dusíku (NO_x). Z dohořivací komory proudí spaliny do žárotrubného kotle, ve kterém se ochladí na 245°C. Za kotlem je realizován první stupeň čištění spalin, ve kterém se spaliny, zejména v důsledku tepelných ztrát a přisávání vzduchu, ochladí na asi 230°C. Za prvním stupněm čištění spalin je řazen ekonomizér, kde je odebírána část spalin k recirkulaci. Zbylé spaliny

pokračují do výměníku, kde předají zbývající využitelné teplo kondenzátu směřujícímu do napájecí nádrže a ochladí se na 130°C. Odtud proudí spaliny do druhého stupně čištění.

Je uvažováno s vícestupňovým čištěním spalin (viz schéma na Obr. 51). Jako 1. stupeň čištění je využívána suchá sorpce s využitím NaHCO_3 následovaná tzv. 4D filtrací. Do spalinovodu je ze zásobníku dávkován práškový NaHCO_3 . Aby bylo zaručeno dokonalé rozptýlení sorbentu a dostatečná zdržná doba pro průběh reakcí, je za místem dávkování řazen reaktor suché sorpce. Za ním je umístěn další aparát prvního stupně čištění spalin, ve kterém probíhá tzv. 4D filtrace. Jde o technologii s názvem Cerafil® TopKat vyvinutou firmou Clear-Edge. Odseparované prachové částice, které jsou zachycovány na filtračních elementech, tvoří na povrchu materiálu filtrační koláč. Ten je periodicky odstraňován při regeneraci filtru tlakovým vzduchem.



Obr. 51 Aparátová skladba souboru čištění spalin

Druhým stupněm je katalytický reaktor SCR, který zajistí splnění přísných emisních limitů oxidů dusíků dle současných dokumntů BREF/BAT. Do posledního stupně čištění vstupují spaliny ze spalinového ventilátoru. Do nich je injektován jemně namletý práškový sorbent v podobě směsi aktivního uhlí a zeolitu. Cílem je adsorpce těžkých kovů a perzistentních organických látek, polyaromatických sloučenin, dioxinů a furanů na povrch aktivního uhlí. Primárním účelem zeolitu je kromě adsorpce také ochrana rukávcového filtru před vykondenzovanou vlhkostí. Tento filtr slouží k odstranění částic sorbentu.

Co se týče výroby páry, je využíván vodotrubný parní kotel, ve kterém je vyráběna pára o tlaku 1,3 MPa a teplotě 260°C (po redukci odpovídající parametrům v parních rozvodech). Část vyrobené páry může být redukována na tlak 1,0 MPa a dodávána do parovodu VÝCHOD (viz kapitola Dodávka tepla z jednotky EVO). Zbývající pára expanduje na protitlaké turbíně na tlak 0,2 MPa. Vyráběná elektřina je využívána především pro vlastní spotřebu technologie, případné přebytky (v závislosti na odběru páry před turbínou) jsou dodávány do sítě. Pokud je spotřeba elektřiny vyšší než její výroba, je uvažováno s nákupem elektřiny z LDS. Po expanzi na turbíně slouží pára k ohřevu horké vody pro účely CZT. Základní materiálová a energetická bilance je sumarizována v tab. 15. Hodnoty R1 a roční dodávky tepla odpovídají situaci na Obr. 42 a Obr. 43.

Zpracování odpadu:	Zpracovatelská kapacita SKO	20	50	[kt/rok]
		2,5	6,25	[t/hod]
	Fond provozní doby	8000		h/rok
	Výhřevnost SKO	9,3		[MJ/kg]
	Produkce tuhých zbytků	5,2	13	[kt/rok]
Dohořivací část:	Teplota za dohořivací komorou	875		[°C]
	Kyslík ve spalínách do kotle	8,1		[%]
Výroba páry:	Teplota páry	260		[°C]
	Tlak páry	13		[bar (a)]
	Průtok páry za kotlem	65	163	[tis tun/rok]
	Výkon kotle	5,3	13,2	[MW]
Čištění spalín:	Průtok komínových spalín	120	300	[mil. m ³ /rok]
	NaOH	0,1		[kg/t]
	NaHCO ₃	25,3		[kg/t]
	Aktivní uhlí	0,5		[kg/t]
	Na ₃ PO ₄	0,018		[kg/t]
	hydrazin	0,011		[kg/t]
	aminy	0,01		[kg/t]
	Satamin	6		[kg/t]
Dodávka tepla	Maximální výstupní tepelný výkon	4,8	11,9	[MW]
	Uvažovaná roční dodávka tepla	138	312	[TJ]
	Faktor R1	0,98	0,93	[-]
Výroba elektřiny	Maximální elektrický výkon	0,4	1,0	[MWt]
	Export elektřiny	305	-271	[MWh/rok]

Tab. 15 Materiálová a energetická bilance navržené varianty (srovnání 20 a 50 kt/rok)

5.3.6 Intenzita dopravy

Poznámka: Kapitola je zpracována na základě původních dat o produkci dle stavu zprávy v 8/2017. Do výpočtů nejsou promítnuty změny z aktualizace zprávy. Vzhledem k zásadně minimálním rozdílům v produkci jsou níže prezentované závěry platné.

Cílem rozboru vlivu změny dopravního zatížení je posouzení budoucího stavu dopravy při plánované výstavbě EVO v lokalitě Planá nad Lužnicí. Lokalizace EVO je plánována v areálu teplárny a dle výše uvedených závěrů bude posouzena primárně doporučená varianta kapacity 50 kt. Vyšší kapacita s nezbytnou dopravou odpadů i z okolních ORP bude znamenat vyšší intenzitu dopravy na vybraných komunikacích ORP Tábora. V případě menší kapacity – 20 kt/r, bude i intenzita dopravy nižší z důvodu menšího návozu odpadu do plánovaného zařízení. Rozdíly budou okomentovány v závěru této část.

Princip výpočtu dopravního zatížení bude následující:

- Určení počtu nákladních automobilů pro zajištění svozu 50 kt/r a okomentování menších kapacit např. 27 kt/r, 35 kt/r do hodnoceného zařízení EVO Planá.

- Odhad intenzity dopravy v důsledku současného způsobu nakládání s odpadem, tj. skládkování.
- Porovnání intenzity dopravy v důsledku realizace zařízení EVO (50 kt/r) se současnou úrovní dopravy na vybraných komunikacích v blízkosti EVO.

ORP Tábor a blízká ORP využívají jako koncová zařízení prioritně skládky, viz Tab. 3. Největší skládkou na území ORP Tábor je skládka Želeč u Tábora, která disponuje předpokládanou volnou kapacitou 534 kt a každoročně je na skládce uloženo cca 30 kt odpadu. Ve spojení s analýzou intenzity dopravy bylo stanoveno, že ORP Tábor prioritně sváží odpad na skládku Želeč u Tábora a blízké ORP sváží odpad na vlastní skládky, tedy bez dopravní zátěže pro ORP Tábor.

Pro analýzu intenzity dopravy byl vybrán typický scénář, který zajišťuje návoz odpadu do zařízení EVO následovně – tab. 16.

-	ORP	Množství odpadu za rok	Průměrné množství odpadu za týden (52 týdnů)	Průměrné množství odpadu za den (5 pracovních dní)
		[t/rok]	[t/týden]	[t/den]
1	Milevsko	4 898	95	19
2	Soběslav	6 359	123	25
3	Votice	4 210	81	17
4	Pacov	2 868	56	12
5	Týn nad Vltavou	3 811	74	15
6	Tábor	26 523	511	103
Celková produkce		48 669	940	191

Tab. 16 Produkce odpadu na vybraném území a její přepočítání na kratší časové úseky pro kapacitní řešení do 50 kt/r

Z vybraného scénáře byl stanoven roční potenciální návoz do zařízení EVO, cca 49 kt, kde přibližně 55 % množství odpadu je přímý návoz z ORP Tábor. Zbylé množství je uvažováno z následujících ORP tj. Milevsko, Soběslav, Votice, Pacov a Týn nad Vltavou. Množství odpadu pro denní návoz je uvažováno pro kalendářní rok s 52 týdny a s pěti pracovními dny v týdnu.

Produkce odpadu na úrovni obcí v ORP Tábor

Vzhledem k nutnosti detailnějších analýz intenzity dopravy na území ORP Tábor s koncovkou v budoucím zařízení EVO, bylo území rozděleno na úroveň obcí (celkově 78 obcí) a město Tábor bylo rozděleno na 15 menších částí. V návaznosti na poskytnuté datové sady o produkci odpadů v jednotlivých obcích, byla vyčíslena roční produkce pro jednotlivé obce. Byl vytvořen detailní dopravní model území ORP Tábor a pro každý uzel reprezentující jednotlivé obce, byly nalezeny nejvhodnější svozové trasy do koncového zařízení. Celkově byly provedeny dvě analýzy:

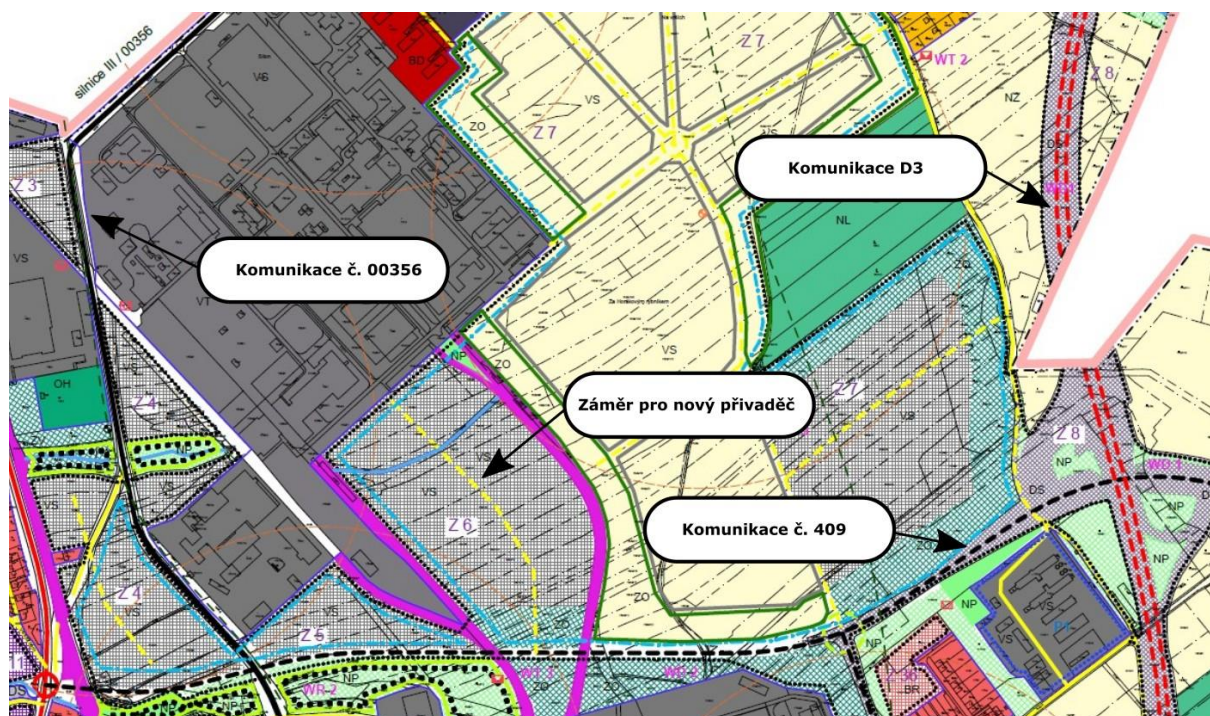
- **Analýza č. 1** – Současný stav – odhad dopravy odpadu na skládku Želeč u Tábora.
- **Analýza č. 2** – Budoucí stav – predikce dopravy do zařízení EVO, Planá nad Lužnicí s kapacitou 50 kt/r.

Metodika řešení intenzity dopravy

Výpočet byl proveden ve dvou scénářích:

- **Scénář č. 1** – dopravní obslužnost z pohledu nejkratší vzdálenosti.
- **Scénář č. 2** – dopravní obslužnost s přímým vyhnutím města Tábora.

Scénář č. 2 zohledňuje vybudovaný sjezd/nájezd dálnice D3 (exit 84), který slouží jako napojení místní komunikace č. 409. Do budoucna je očekáváno vybudování přímého přívaděče do areálu budoucího zařízení EVO z komunikace č. 409. Lze očekávat, že nebude nadále využívána místní komunikace č. 00356, ale bude vytvořen částečný obchvat průmyslového parku s možností přímého vjezdu do areálu teplárny, resp. budoucího zařízení EVO z komunikace č. 409. Záměr je patrný z obr. 52, intenzita dopravy bude stanovena pro existující komunikace. V případě realizace přívaděče nebude nutné využívat městskou komunikaci č. 00356, ale veškerá doprava bude přesměrovaná přes nový přívaděč (viz obr. 52, poznámka „Záměr pro nový přívaděč“).



Obr. 52 Územní plán okolí areálu teplárny Planá nad Lužnicí

Výpočet intenzity dopravy odpadu byl rozdělen na úlohu týkající se pouze ORP Tábor a následného vytipování a propojení blízkých ORP do koncového zařízení (dnes skládka Želeč u Tábora, v budoucnu zařízení EVO Planá nad Lužnicí). V případě blízkých ORP byly vybrány nevhodnější trasy a tyto trasy komplexně popsány na úrovni využitých komunikací - tab. 17.

-	ORP	Nejkratší vzdálenost		Využitá dálnice D3	
		km	Využitá komunikace	km	Využitá komunikace
1	Milevsko	33	105, 19, 123, 603, 00356	36	105, 19, D3, 409, 00356
2	Soběslav	14	135, 603, 409, 00356	16	135, D3, 409, 00356
3	Votice	36	121, 3, D3, 603, 173, 603, 00356	37	121, 3, D3, 409, 00356
4	Pacov	27	128, 129, 19, 409, 00356	31	128, 129, 19, D3, 409, 00356
5	Týn nad Vltavou	35	105, 159, 135, 1359, 603, 409, 00356	49	105, 159, D3, 409, 00356
6	Tábor	7	3, 00356	12	603, D3, 409, 00356

Tab. 17 Seznam využitých komunikací při dopravě z přilehlých ORP do EVO

Pro prezentaci výsledků byly na území ORP Tábor vybrány pouze nejfrekventovanější komunikace.

Vypočítaná intenzita dopravy v souvislosti se současným způsobem nakládání (skládkování) a budoucím energetickým využitím, byla porovnána se současnou intenzitou na základě rozsáhlé datové sady Ředitelství silnic a dálnic ČR (dále jen „ŘSD“), data z roku 2016.

Pro vytipované komunikace, dle tab. 17, byly z dat ŘSD dohledány informace o intenzitě. ŘSD uvádí údaje na denní bázi počtu automobilů jako průměrné hodnoty a maximální hodnoty na vybraných úsecích (viz tab. 18). Data jsou zpracována pro těžké automobily a pro všechna vozidla, tj. těžká, přepravní, osobní, jednostopá atd.

Komunikace č.	Průměrné denní hodnoty		Maximální denní hodnoty	
	Těžké automobily_2016	Všechna vozidla_2016	Těžké automobily_2016	Všechna vozidla_2016
3	2 457	13 235	6 144	40 697
19	980	4 591	2 187	11 289
105	849	5 916	1 851	13 400
121	460	2 806	574	3 862
123	1 033	7 789	2 159	15 595
124	121	832	195	1 296
128	280	2 036	508	3 184
129	326	1 824	372	2 312
135	351	2 604	559	4 549
137	601	4 973	1 301	15 071
159	470	2 276	763	4 391
341	1 396	7 914	2 056	12 479
00356	629	2 590	629	2 590
409	274	1 531	1 115	5 748
603	656	6 000	1 297	14 845
1359	427	2 716	1 011	6 032
1372	96	1 176	96	1 176
1376	429	2 005	465	2 215
D3	3 657	13 145	4 260	14 097

Pozn. Průměrná hodnota stanovuje celkový průměr vybraných vozidel na celkové délce vybrané části komunikace. Maximální hodnota stanovuje maximální počet vozidel na nejfrekventovanějším úseku komunikace (tj. v systému křižovatka-křižovatka, viz níže).

Tab. 18 Dopravní zatížení na vybraných komunikacích, zpracovaná data ze zdroje ŘSD 2016

Využití dopravních modelů

Při posouzení výše uvedeného scénáře byla metodika výpočtu stanovena následovně:

- ORP Tábor – využity KUKA vozy s přímým návozem odpadu do koncového zařízení.
- Ostatní ORP – využit systém jízdní soupravy s nelisovaným odpadem (např. tahač s návěsem typu Walking Floor či jednoduchá jízdní souprava).

Pro řešení svozové úlohy na území ORP Tábor, byl využit optimalizační nástroj *NERUDA Street*, který analyzuje a vyhledává nejvhodnější svozové trasy za definovaných vstupních kritérií.

Hlavním parametrem byla vzdálenost – nejkratší trasa a následně využití dálnice D3, resp. přímé vyhnutí se městu Tábor a Sezimovo Ústí.

V rámci návrhu dopravy z přílehlých ORP, byl vybrán systém jízdní soupravy s nelisovaným odpadem. Důvodem je poměrně malé roční množství produkované odpadu do cca 6,5 kt, viz Tab. 16. Pro taková množství není výhodné realizovat systém překladiště s lisovacím zařízením. Byla uvažována pouze manipulace s volně loženým odpadem. Překládku odpadu na jízdní soupravy, lze realizovat na sběrných dvorech bez nutných vysokých investic v podobě výstavby moderních překládacích stanic s lisovacím zařízením. K realizaci nakládky může být využit přední nakladač, resp. vyvýšená rampa s přímým násypem do kontejneru jízdní soupravy. V případě menších kontejnerů, lze využít pro zhutnění odpadu a tím využít efektivněji vybraný dopravní systém např. Rollpacker. Výhodou částečného zhutnění odpadu v kontejneru může sebou přinést bezproblémovou průjezdnost přes komunikace vyšších tříd, kde lze očekávat určité bariéry (průjezdnost na trase – výšky a nosnosti mostů) a následně efektivní dopravu do budoucího zařízení EVO v Plané nad Lužnicí. Trasy byly vygenerovány v závislosti na vzdálenosti (Scénář č. 1) a následně s přímým vyhnutím se městu Tábor (Scénář č. 2).

Metodika stanovení potřebného vozového parku

Na základě stanoveného množství odpadu, tj. 49 kt/r, byla ve všech výpočtových místech sledovaného území určena průměrná týdenní produkce. Pro ni byl následně navržen vozový park (počet odvozů konkrétním systémem) pro obslužné období jednoho týdne. Konkrétní plán svozu na úrovni jednotlivých dnů nebyl v této fázi přípravy projektu řešen. Denní intenzita v důsledku transportu odpadů byla stanovena jako pětina týdenního vozového parku bez zaokrouhlení (uvažováno 5 pracovních dní) Výsledky na denní bázi nebyly zaokrouhlovány na celá auta.

Analýza č. 1 – posouzení současné intenzity dopravy odpadů na skládku

Přístup ke svozové analýze na území ORP Tábor, jak již bylo uvedeno výše, je demonstrován na scénáři, kdy celková produkce odpadu z území ORP Tábor prioritně končí na skládce Želeč u Tábora - Obr. 53.



Obr. 53 Letecká mapa skládky Želeč u Tábora, propojení na komunikaci č. 1359

Vyčíslení průměrných hodnot dopravního zatížení je patrné z tab. 19, kde je odhadnut denní průměr a denní maxima počtu průjezdů svozových automobilů. Konkrétní komunikace byla pro potřeby výpočtu rozdělena na několik dílčích úseků. Úsek byl definován jako část komunikace mezi dvěma kříženími s jinými komunikacemi, tzv. systém křižovatka-křižovatka. Průměrná hodnota na vybrané komunikaci znamená průměr počtu průjezdů počítaný ze všech úseků. Ve většině případů znamená odvoz z určité lokality po konkrétní komunikaci dva průjezdy (tam a zpět). V případě maxima se jedná o maximální počet průjezdů na dané komunikaci určený počtem průjezdů, který byl dosažen na nejvytíženějším úseku. Mezi hlavní komunikace zatížené dopravou odpadů patří komunikace č. 137, č. 603, č. 1359, č. 1376 a samozřejmě místní komunikace v blízkosti skládky, která je v tab. 19 označena „skládka“, viz obr. 53.

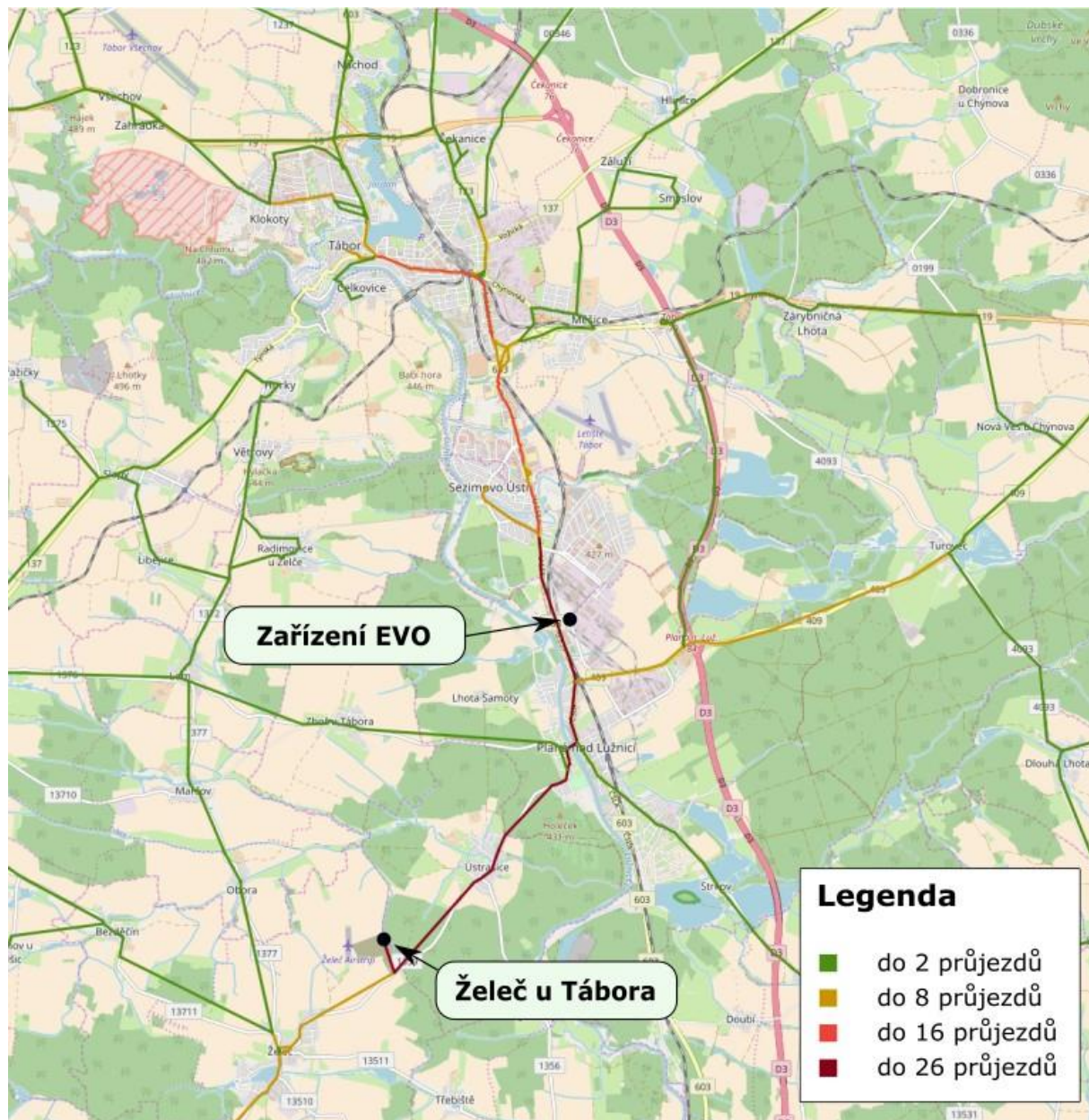
Pro prezentaci výsledků, lze uvést komunikaci v blízkosti skládky, která je definována pouze jedním úsekem. Nájezd na komunikaci je z komunikace č. 1359 a končí na skládce. Na tomto úseku je denní maximum i průměr totožný. Stejná hodnota průměru a maxima pro jiné komunikace může tedy charakterizovat buďto jeden úsek, nebo zcela identické využití více úseků (celé komunikace). Číslo 26 v tomto ohledu charakterizuje počet průjezdů přes daný úsek, tedy lze očekávat 13 příjezdů a 13 odjezdů KUKA vozů na skládku Želeč u Tábora za jeden den. Charakteristické dopravované množství odpadu na skládku, jedním KUKA vozem, bylo stanoveno na 8 t.

Komunikace č.	Maximum počtu průjezdů (na nejvytíženějším úseku komunikace)	Průměrný počet průjezdů (ze všech využitých úseků komunikace)
19	1,6	0,6
123	2,2	0,7
124	0,4	0,2
135	2,2	1,5
137	10,0	2,1
159	0,2	0,2
341	1,0	0,4
409	2,2	1,7
603	19,2	6,4
1359	21,4	13,0
1372	1,4	1,0
1376	21,4	1,2
D3	0,2	0,2
Skládka	26,0	26,0

Pozn. Maximum - maximální počet průjezdů na dané komunikaci daný počtem průjezdů, který byl dosažen na nejvytíženějším úseku. Průměr – Průměrná hodnota na vybrané komunikaci znamená celkový průměr počtu průjezdů automobilů na všech úsecích dané komunikace.

Tab. 19 Vyčíslení počtu průjezdů pro analýzu č. 1 – doprava na skládku Želeč u Tábora

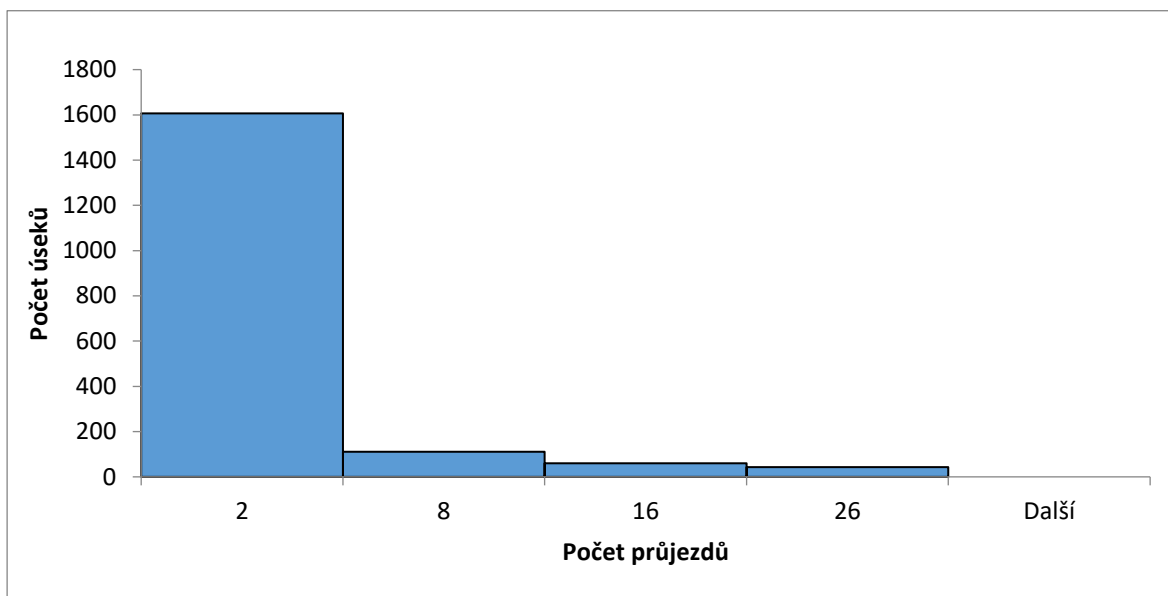
Současný stav představuje obr. 54, kde je patrné, že nejvíce využívané komunikace jsou především komunikace v okolí skládky (komunikace č. 1359) a komunikace s dopravní obsluhností ve městě Tábor, Sezimova Ústí a Plané nad Lužnicí (komunikace č. 603).



Obr. 54 Nejkratší dopravní trasy na skládku Želeč u Tábora, NERUDA Street

Výsledky ukazují, že nejvytíženější komunikace jsou komunikace č. 603 a 1359. V případě, že zohledníme nejbližší komunikaci, která se nachází v těsné blízkosti skládky, jedná se o 26 denních průjezdů (součet příjezdů i odjezdů).

Dále byl zpracován histogram vybraného zatížení a bylo zjištěno, že přibližně 88 % úseků na území ORP Tábor (křižovatka-křižovatka) čelí dopravní zátěži do 2 průjezdů za den – toto je možné interpretovat jako jeden průjezd tam a jeden zpět, celkově tedy 2 průjezdy. Dále se pak 6 % úseků nachází v intervalu do 8 průjezdů za den, 3,5% do 16 průjezdů a přibližně 2,5 % do 26 průjezdů. Celkem bylo zpracováno 1 820 úseků komunikací v systému křižovatka-křižovatka.



Obr. 55 Histogram počtu denních průjezdů přes úseky ORP Tábor, doprava na skládku Želeč u Tábora

Na základě vyčíslení dopravní zátěže, je vytvořena tab. 20, která stanovuje procentuální dopravní zatížení ve srovnání se zatížením dle datové sady ŘSD 2016. Bylo zjištěno, že dopravní zátěž KUKA vozy je maximálně do 5 % (maximum TV na komunikaci č. 1376), následně vyšší dopravní zátěž (1 – 3,1 %) KUKA vozů je vyhodnocena na komunikacích č. 603, č. 1359 a č. 1372. V případě ostatních komunikací je odhadován zcela minimální dopad KUKA vozů na intenzitu dopravy.

Komunikace č.	Maximum TV	Maximum SV	Průměr TV	Průměr SV
19	0,073%	0,014%	0,061%	0,013%
123	0,102%	0,014%	0,071%	0,009%
124	0,205%	0,031%	0,174%	0,025%
135	0,394%	0,048%	0,421%	0,057%
137	0,769%	0,066%	0,356%	0,043%
159	0,026%	0,005%	0,043%	0,009%
341	0,049%	0,008%	0,027%	0,005%
409	0,197%	0,038%	0,622%	0,111%
603	1,480%	0,129%	0,974%	0,107%
1359	2,117%	0,355%	3,038%	0,477%
1372	1,458%	0,119%	0,992%	0,081%
1376	4,602%	0,966%	0,274%	0,059%
D3	0,005%	0,001%	0,005%	0,002%

Pozn. TV – těžké vozidla, SV – součet všech vozidel

Tab. 20 Podíl intenzity dopravy odpadů na skládku Želeč u Tábora na celkové dopravě dle datové sady ŘSD 2016 s koncovým zařízením skládka

Analýza č. 2 - predikce intenzity dopravy do zařízení EVO

Potřebný počet automobilů pro obsluhu území ORP Tábor a okolních ORP stanovuje tab. 21. Vyčíslení počtu automobilů je analyzováno na denní bázi a jedná se o teoretický počet odjezdů automobilů, které následně přijíždějí do zařízení EVO. Tabulka nestanovuje počet automobilů, kterými je nutné pro obslužné území disponovat (jeden automobil je schopný absolvovat více cyklů).

-	ORP	Množství odpadu za rok	Počet KUKA vozů	Počet jízdních souprav
		[t/rok]	[vozů za den]	[vozů za den]
1	Milevsko	4 898	-	1
2	Soběslav	6 359	-	2
3	Votice	4 210	-	1
4	Pacov	2 868	-	1
5	Týn nad Vltavou	3 811	-	1
6	Tábor	26 523	13	-
Celkem		48 669	19	

Tab. 21 Vyčíslení vozového parku pro svozové a dopravní trasy

Tab. 22 dává do relace kapacitní řešení potenciálního zařízení EVO a počet automobilů. Z celkového posouzení je patrné, že za stanovených podmínek, tj. roční kapacita 27 kt, bude obsloužena na denní bázi za pomoci 13 svozů KUKA vozy. Kapacita 35 kt/r (ORP Tábor + ORP Soběslav) bude obsloužena 13 svozy KUKA vozy a dvěma soupravami za den. V případě největší kapacity, tj. 50 kt/r je očekávající 19 automobilů za den (13 KUKA vůz a 6 souprav). Zvýšená kapacita zařízení EVO má na intenzitu dopravy téměř zanedbatelný vliv.

-	ORP	Množství odpadu za rok	Počet vozů nezbytný pro zajištění určité kapacity zařízení EVO		
		[t/rok]	27 kt/r	35 kt/r	50 kt/r
1	Milevsko	4 898	X	X	0 KUKA 1 souprava
2	Soběslav	6 359	X	0 KUKA 2 soupravy	0 KUKA 2 soupravy
3	Votice	4 210	X	X	0 KUKA 1 souprava
4	Pacov	2 868	X	X	0 KUKA 1 souprava
5	Týn nad Vltavou	3 811	X	X	0 KUKA 1 souprava
6	Tábor	26 523	13 KUKA 0 souprav	13 KUKA 0 souprav	13 KUKA 0 souprav
Celkem		48 669	13 KUKA 0 souprav	13 KUKA 2 soupravy	13 KUKA 6 souprav

Tab. 22 Vyčíslení vozového parku pro roční kapacity 27 kt, 35 kt a 50 kt.

Kromě výše uvedené tab. 22 je nutné zohlednit i potenciální množství reziduí, které budou vyprodukovány v zařízení EVO. Výpočet potenciálního množství reziduí je vytvořen v souladu s tab. 22 pro tři kapacitní varianty – 27, 35 a 50 kt/r. Při úvaze nejvyšší kapacity, tj. 50 kt/r se jedná o roční množství reziduí cca 14 kt (12,5 kt škváry a 1,5 kt popílku), pro které je nutno řešit dopravu. Pro účely hodnocení se předpokládá, že škvára je odvážena na skládku Želeč u Tábora a v případě popílku se jedná o skládku nebezpečných odpadů ve Vodňanech (trasa přes Týn nad Vltavou). Pro odvoz reziduí byl vybrán hákový nakladač s kontejnerem o objemu 20 m³ s následujícími sypanými hmotnostmi reziduí:

- Škvára – 900 kg/m³.
- Popílek – 700 kg/m³.

Potřebný počet odjezdů automobilů ukazuje tab. 23

Kapacita ZEVO	27 000	35 000	50 000	[t/r]
Teoretické množství škváry	6 750	8 750	12 500	[t/r]
Počet odjezdů automobilů - škvára	1,4	1,9	2,7	[ks/den]
Teoretické množství popílku	810	1 050	1 500	[t/r]
Počet odjezdů automobilů - popílek	0,2	0,3	0,4	[ks/den]

Tab. 23 Odvoz reziduí pro tři kapacitní varianty zařízení EVO

Doprava reziduí na skládky je realizovaná přes komunikace č. 00356, 409, 603 a 1359 v případě Vodňan byla zahrnuta i komunikace č. 137.

Budoucí nárůst intenzity dopravy lze očekávat především pro hlavní tahy, tj. přes městské komunikace města Tábor, Sezimova Ústí a Plané nad Lužnicí. Teoretický odhad pro počet automobilů je stanoven v tab. 21, kde se jedná celkově o 19 denních příjezdů automobilů do zařízení EVO.

Scénář č. 1 – nejkratší vzdálenost – dopad na zatížení města Tábor, Sezimova Ústí a Plané nad Lužnicí

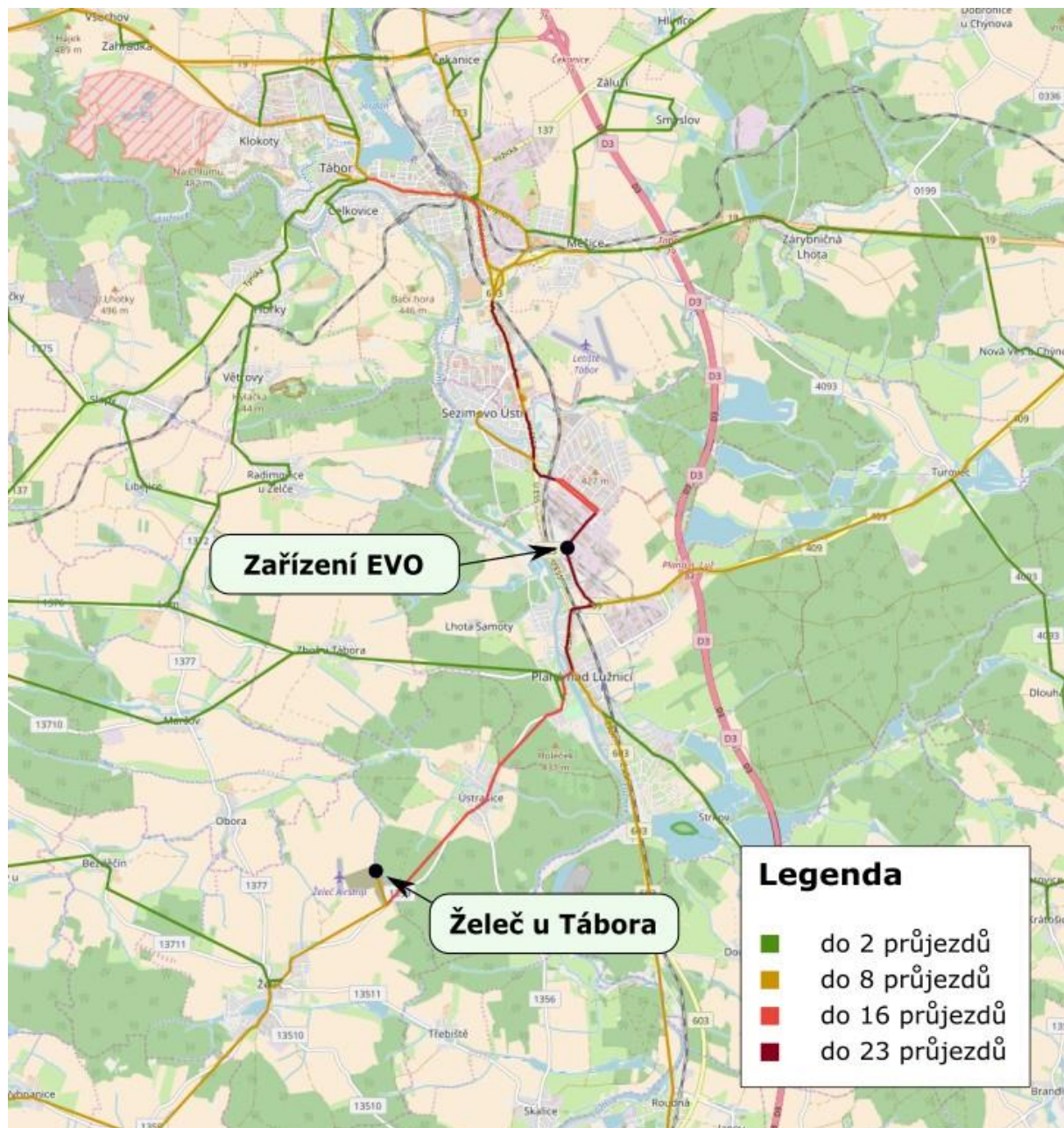
Vyčíslení odhadu intenzity dopravy na základě denních průměrů a denních maxim je prezentováno v tab. 24. Z výsledných analýz je patrný dopravní dopad na komunikace č. 137, č. 00356, č. 409, č. 603 a č. 1359.

Komunikace č.	Maximum počtu průjezdů (na nejvytíženějším úseku komunikace)	Průměrný počet průjezdů (ze všech využitých úseků komunikace)
3	2,0	2,0
19	4,4	2,2
105	2,8	1,0
121	2,0	2,0
123	6,2	2,1
129	2,0	2,0
135	4,8	2,3
137	11,4	2,3
159	2,8	1,1
00356	22,8	19,5
409	17,6	3,8
603	22,8	6,9
1359	12,0	8,2
D3	0,0	0,0

Pozn. Maximum - maximální počet průjezdů na dané komunikaci daný počtem průjezdů, který byl dosažen na nejvytíženějším úseku. Průměr – Průměrná hodnota na vybrané komunikaci znamená celkový průměr počtu průjezdů automobilů na všech úsecích dané komunikace

Tab. 24 Vyčíslení průměrného počtu automobilů pro analýzu č. 2, scénář č. 1 – doprava do zařízení EVO, nejkratší vzdálenost.

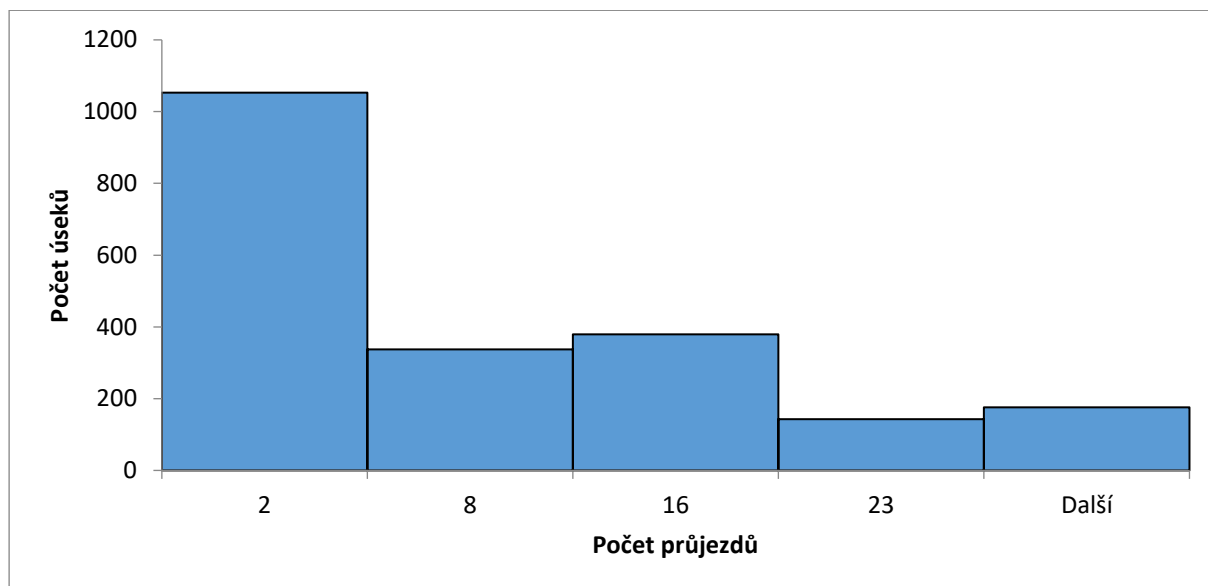
Obr. 56 zobrazuje nejkratší svozové a dopravní trasy na vybraném území. Z obr. 56 je patrné, že největší dopravní zátěž je především na komunikacích č. 00356, č. 409, č. 603 a č. 1359. Lze předpokládat, že v případě využití nejkratších dopravních cest, bude mít největší dopad zvýšení dopravy na území Sezimova Ústí. Po odečtení intenzity dopravy na skládku Želeč u Tábora, lze předpokládat s mírně zvýšenou intenzitou dopravy. V intenzitě dopravy je zahrnut i odvoz reziduí ze zařízení EVO s výše uvedenými koncovkami.



Obr. 56 Intenzita dopravy - Scénář č. 1 - nejkratší svozové trasy do zařízení EVO, NERUDA Street

Pro scénář č. 1 byl zpracován histogram, viz obr. 57, vybraného zatížení a bylo zjištěno, že přibližně 51 % úseků je s dopravní zátěží do 2 průjezdů za den. Dále pak 16 % v intervalu do 8 průjezdů za den, 18 % do 16 průjezdů, přibližně 7 % do 26 průjezdů a 8 % průjezdů přes komunikace, které jsou bez

označení (položka „další“ v prezentovaném histogramu). Celkem bylo zpracováno 2 088 úseků v systému křižovatka-křižovatka.



Obr. 57 Histogram počtu denních průjezdů přes úseky ORP Tábor, zařízení EVO - nejkratší vzdálenosti

Z pohledu očekávaného nárůstu dopravy, pro scénář č. 1, je očekávána zvýšená intenzita, v kontextu současné intenzity dle datové sady ŘSD 2016, na komunikacích č. 00356, č. 409 a č. 603, jedná se o komunikace, které se nacházejí v bezprostřední blízkosti budoucího zařízení EVO. Dále zvýšenou intenzitu lze očekávat na komunikaci č. 1359, která slouží jako příjezdová komunikace z východní části ORP a hlavní komunikace sloužící pro odvoz reziduí ze zařízení EVO.

Komunikace č.	Maximum (výpočet, tab. 24)	Max_T V (ŘSD)	Max_SV (ŘSD)	Maximum TV (výpočet)	Maximum SV (výpočet)	Průměr_ V (výpočet, tab. 24)	Průměr_T V (ŘSD)	Průměr_S V (ŘSD)	Průměr TV (výpočet)	Průměr SV (výpočet)
3	2,0	6 144	40 697	0,033%	0,005%	2,0	2457	13235	0,081%	0,015%
19	4,4	2 187	11 289	0,201%	0,039%	2,2	980	4591	0,220%	0,047%
105	2,8	1 851	13 400	0,151%	0,021%	1,0	849	5916	0,115%	0,017%
121	2,0	574	3 862	0,348%	0,052%	2,0	460	2806	0,434%	0,071%
123	6,2	2 159	15 595	0,287%	0,040%	2,1	1033	7789	0,204%	0,027%
129	2,0	372	2 312	0,538%	0,087%	2,0	326	1824	0,613%	0,110%
135	4,8	559	4 549	0,859%	0,106%	2,3	351	2604	0,642%	0,086%
137	11,4	1 301	15 071	0,876%	0,076%	2,3	601	4973	0,378%	0,046%
159	2,8	763	4 391	0,367%	0,064%	1,1	470	2276	0,244%	0,050%
00356	22,8	629	2 590	3,625%	0,880%	19,5	629	2590	3,102%	0,753%
409	17,6	1 115	5 748	1,578%	0,306%	3,8	274	1531	1,394%	0,250%
603	22,8	1 297	14 845	1,758%	0,154%	6,9	656	6000	1,056%	0,115%
1359	12,0	1 011	6 032	1,187%	0,199%	8,2	427	2716	1,919%	0,301%
D3	0,0	4 260	14 097	0,000%	0,000%	0,0	3657	13145	0,000%	0,000%

Pozn. TV – těžké vozidla, SV – součet všech vozidel

Tab. 25 Procentuální vyčíslení intenzity dopravy na základě datové sady ŘSD 2016 s koncovým zařízením EVO Planá nad Lužnicí, nejkratší vzdálenost

Scénář č. 2 – využití obchvatu města

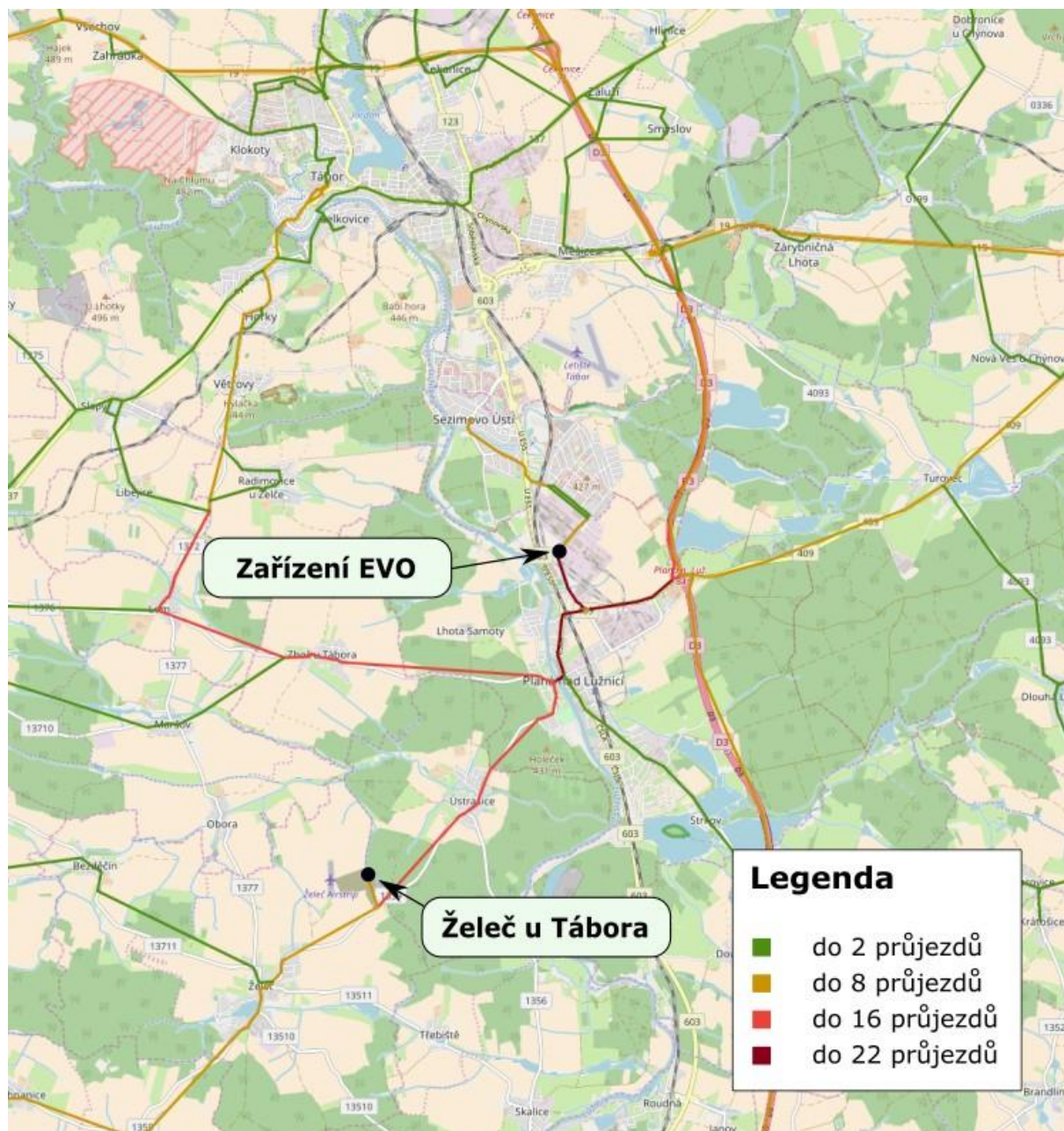
Přestože nárůst intenzity dopravy v důsledku výstavby zařízení EVO v areálu CEP je minimální, lze negativní aspekty dále minimalizovat regulací dopravy. V tomto ohledu byl požadavek kladen na vyhnutí se centru města Tábora a Sezimova Ústí. Trasy byly vygenerovány v západní oblasti řešeného území přes komunikaci D3 a ve východní oblasti přes komunikaci č. 1376 s nájezdem na komunikaci č. 603 v Plané nad Lužnicí. Z výsledných analýz je patrné, že doprava se rovnoměrně rozděluje na východní a západní směr, což pozitivně ovlivňuje snížení dopravy v Sezimově Ústí. Vyčíslení odhadu intenzity dopravy na základě denních průměrů a denních maxim je prezentováno v tab. 26

Komunikace č.	Maximum počtu průjezdů (na využitých úsecích)	Průměrný počet průjezdů (na využitých úsecích)
3	2,0	2,0
19	5,0	2,4
105	2,0	0,9
121	2,0	2,0
123	1,2	0,6
124	0,4	0,2
129	2,0	2,0
135	4,0	2,7
137	7,4	1,1
147	2,0	2,0
159	0,8	0,4
341	1,6	0,6
00356	41,8	12,4
409	21,8	6,0
603	20,4	2,1
1359	18,8	7,6
1372	8,2	7,8
1376	18,8	6,5
D3	9,8	4,1

Pozn. Maximum - maximální počet průjezdů na dané komunikaci daný počtem průjezdů, který byl dosažen na nejvytíženějším úseku. Průměr – Průměrná hodnota na vybrané komunikaci znamená celkový průměr počtu průjezdů automobilů na všech úsecích dané komunikace

Tab. 26 Vyčíslení průměrného počtu automobilů pro analýzu č. 2, scénář č. 2 – doprava do zařízení EVO, obchvat města Tábor

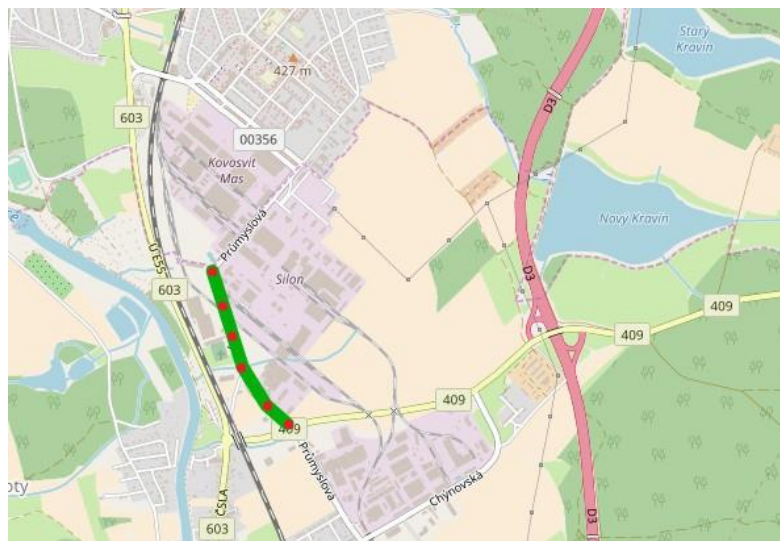
Odhad denního počtu automobilů navázejících odpad do zařízení EVO v Plané nad Lužnicí bude celkově 19 (kombinace KUKA vozů a jízdních souprav). Dle provedených analýz, zvýšenou dopravní zatíženost lze předpokládat prioritně na komunikacích č. 19, č. 135, č. 137, č. 00356, č. 409, č. 603, č. 1359, č. 1372, č. 1376 a D3 viz obr. 55.



Pozn. V případě komunikace č. 00356 dochází k maximální hodnotě průjezdů 41,8 – problémové úseky v systému křižovatka-křižovatka, jsou zobrazeny na obr. 59

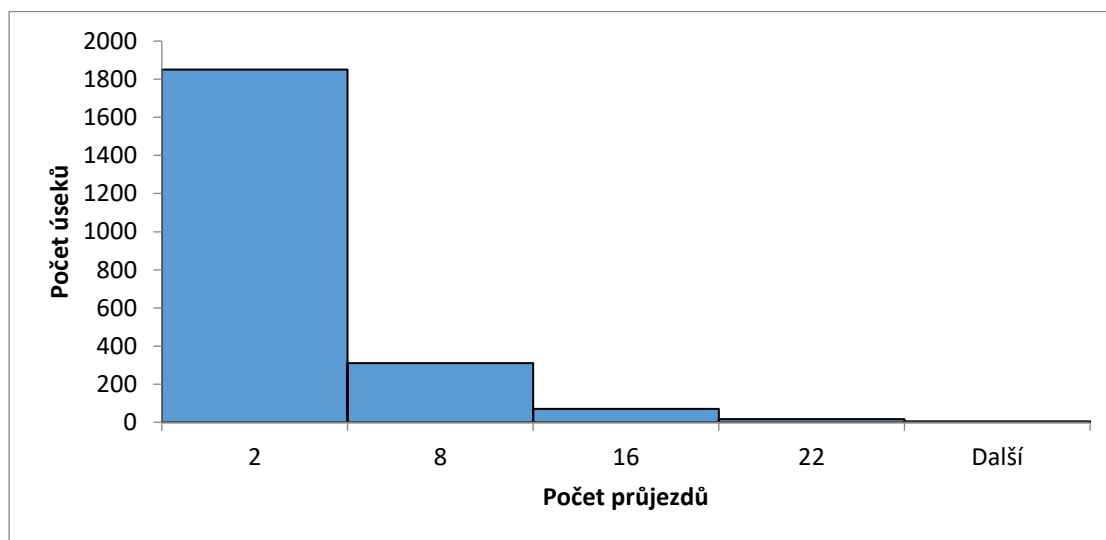
Obr. 58 Intenzita dopravy - Scénář č. 2, využití obchvatu města

Na základě obr. 55, aby nedocházelo ke zkreslení maximální hodnoty průjezdů v legendě, byl zohledněn samostatně úsek s maximálním počtem denních průjezdů 41,8, viz obr. 59. Jedná se o propojení komunikace č. 409 do areálu budoucího záměru zařízení EVO. Do budoucna je očekávající vybudování nového přivaděče (nahrazuje vytyčený úsek na obr. 59), který vznikne za účelem přeměrování dopravy právě z komunikace č. 00356 do budoucího zařízení EVO, záměr nového přivaděče je prezentován na obr. 52.



Obr. 59 Intenzita dopravy - Scénář č. 2, využití obchvatu města – detailní pohled na komunikaci č. 00356 s maximální hodnotou denních průjezdů 41,8

Pro scénář č. 2 (využití obchvatu města) byl zpracován histogram, viz obr. 60, z vybraného dopravního zatížení bylo zjištěno, že přibližně 82 % úseků je s dopravní zátěží do 2 průjezdů za den. Dále pak 14 % v intervalu do 8 průjezdů za den, 3 % do 16 průjezdů, přibližně 1 % do 26 průjezdů a necelé 1 % průjezdů přes komunikace, které jsou bez označení (položka „další“ v prezentovaném histogramu). Celkem bylo zpracováno 2 254 hran v systému křižovatka-křižovatka.



Obr. 60 Histogram počtu denních průjezdů přes úseky ORP Tábor, zařízení EVO – obchvat města

Výsledné navýšení dopravy je prezentováno v tab. 27, kde zvýšení intenzity více jak 1 % je očekávající na komunikacích č. 00356, č. 409 a na komunikacích východní části ORP Tábor, tj. č. 1359, č. 1372 a č. 1376.

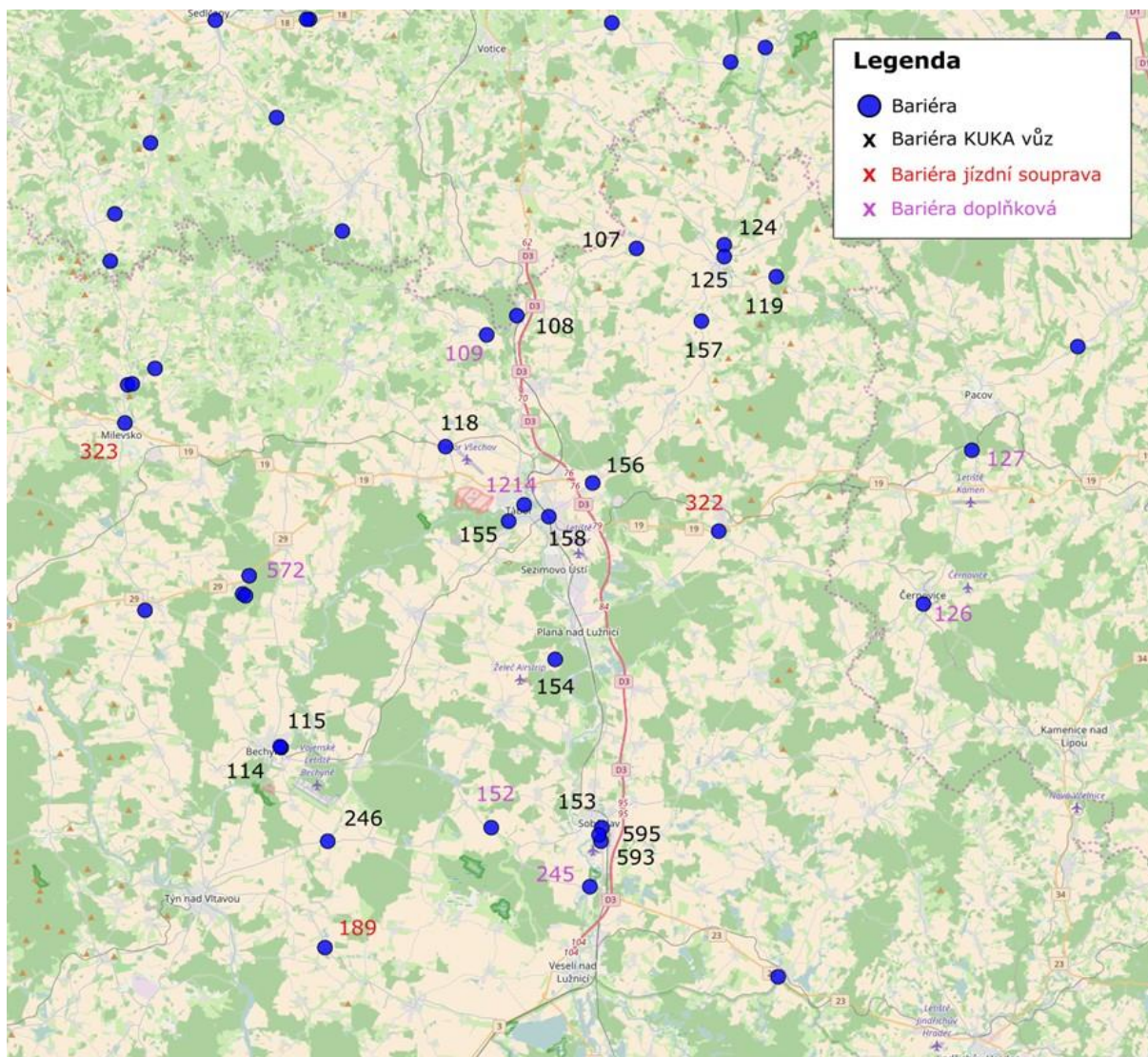
Komunikační č.	Maximum (výpočet, tab. 26)	Max_TV (ŘSD)	Max_SV (ŘSD)	Maximum TV (výpočet)	Maximum SV (výpočet)	Průměr_ (výpočet, tab. 26)	Průměr_TV (ŘSD)	Průměr_SV (ŘSD)	Průměr TV (výpočet)	Průměr SV (výpočet)
3	2,0	6 144	40 697	0,033 %	0,005 %	2,0	2 457	13 235	0,081%	0,015%
19	5,0	2 187	11 289	0,229 %	0,044 %	2,4	980	4 591	0,248%	0,053%
105	2,0	1 851	13 400	0,108 %	0,015 %	0,9	849	5 916	0,108%	0,015%
121	2,0	574	3 862	0,348 %	0,052 %	2,0	460	2 806	0,434%	0,071%
123	1,2	2 159	15 595	0,056 %	0,008 %	0,6	1 033	7 789	0,059%	0,008%
124	0,4	195	1 296	0,205 %	0,031 %	0,2	121	832	0,173%	0,025%
129	2,0	372	2 312	0,538 %	0,087 %	2,0	326	1 824	0,613%	0,110%
135	4,0	559	4 549	0,716 %	0,088 %	2,7	351	2 604	0,757%	0,102%
137	7,4	1 301	15 071	0,569 %	0,049 %	1,1	601	4 973	0,183%	0,022%
147	2,0	427	3 594	0,468 %	0,056 %	2,0	313	1 641	0,640%	0,122%
159	0,8	763	4 391	0,105 %	0,018 %	0,4	470	2 276	0,089%	0,018%
341	1,6	2 056	12 479	0,078 %	0,013 %	0,6	1 396	7 914	0,046%	0,008%
00356	41,8	629	2 590	6,645 %	1,614 %	12,4	629	2 590	1,965%	0,477%
409	21,8	1 115	5 748	1,955 %	0,379 %	6,0	274	1 531	2,196%	0,394%
603	20,4	1 297	14 845	1,573 %	0,137 %	2,1	656	6 000	0,314%	0,034%
1359	18,8	1 011	6 032	1,860 %	0,312 %	7,6	427	2 716	1,776%	0,279%
1372	8,2	96	1 176	8,542 %	0,697 %	7,8	96	1 176	8,125%	0,663%
1376	18,8	465	2 215	4,043 %	0,849 %	6,5	429	2 005	1,527%	0,326%
D3	9,8	4 260	14 097	0,230 %	0,070 %	4,1	3 657	13 145	0,113%	0,031%

Tab. 27 Procentuální vyčíslení intenzity dopravy na základě datové sady ŘSD 2016 s koncovým zařízením EVO Planá nad Lužnicí, obchvat města

Bariéry na obslužné trase

Kromě vytipování svozových a dopravních cest na prezentovaném území, bylo nutné vyhodnotit a zohlednit potenciální bariéry, které mohou ovlivnit vytipované dopravní trasy. Bariérami se rozumí především průjezdnost ovlivněnou deklarovanou výškou nebo maximální nosností mostů. Obr. 61 popisuje vybrané území z pohledu bariér. Byly uvažovány tři typy bariér dle kategorií:

- 1) Černý popis – bariéry pro KUKA vozy.
- 2) Červený popis – bariéry pro jízdní soupravy.
- 3) Fialový popis – doplňková bariéra na vytipovaném území, která může způsobit problém při změně dopravní trasy např. v případě nucené objížďky.



Pozn. Černý popis – bariéry pro KUKA vozy; Červený popis – bariéry pro jízdní soupravy; Fialový popis – doplňková bariéra na vytipovaném území, která může způsobit problém při změně dopravní trasy např. v případě nucené objíždky.

Obr. 61 Bariéry na obslužném území

V závislosti na provedených analýzách a stanoveném vozovém parku, lze předpokládat, že celkové navržené trasy jsou sjízdné pro vybrané svozové nebo dopravní automobily. Detailnější rozbor bariér je popsán v tab. 28. V případě, že není vypsán parametr nosnost, výška nebo šířka, je tento parametr bez omezení nebo není na dané bariéře stanoven.

ID	Komunikace č.	GPS		Nosnost	Průjezdná výška	Průjezdná šířka
		Y	X	[t]	[m]	[m]
Bariéry pro KUKA vozy						
107	120	49.5425922143	14.7468148927	29	-	6
108	120	49.5097974891	14.6574384641	22	-	5,3
114	122	49.2973361419	14.4797215799	32	-	6,6
115	122	49.2980370416	14.4791832641	-	-	-
118	123	49.4451932039	14.6034651516	-	4	6
119	124	49.5285797855	14.8523383824	32	-	6
124	125	49.5445253339	14.8133295794	24	-	5,7
125	125	49.5384018621	14.8128231386	20	-	5,9
153	13520	49.2579062198	14.720830683	40	4,5	5,2
154	1359	49.340633691	14.6860216857	32	-	6,25
155	137	49.408573314	14.6507814685	35	-	6
156	137	49.4275458937	14.7141295526	42	-	6,7
157	137	49.5068255848	14.7959645467	28	-	5,5
158	137	49.4108098171	14.6810544886	-	3,9	9,5
246	159	49.2511928695	14.5148708334	25	-	5,9
593	3	49.2513472372	14.7203052082	-	-	-
595	3	49.2544964876	14.7186123983	-	-	-
Bariéry pro jízdní soupravy						
189	147	49.1985731049	14.5126783807	35	-	6,8
322	19	49.4038531086	14.8085500031	-	-	6,7
323	19	49.4568590152	14.3626480431	-	3,9	-
Doplňková bariéra (bariéra, vyskytující se při potenciální změně dopravní trasy např. případ objížďky)						
109	120	49.5003893846	14.6345068614	42	-	5,2
126	128	49.3682010081	14.9627687823	20	-	6,4
127	128	49.4435191438	14.9989243323	-	-	5,9
152	135	49.2578787345	14.6376192545	19	-	6
245	159	49.2286942149	14.7118636492	28	-	4
572	29	49.3818279688	14.4561602439	-	-	5,9
1214	603	49.4168889945	14.6626429204	-	-	-

Tab. 28 Seznam bariér a jejich specifikace na vybraném území

Závěrečné vyhodnocení

Z výsledných analýz je patrný potenciální nárůst dopravy při zohlednění největší kapacity zařízení EVO tj. 50 kt (předpoklad příjezdu 13 KUKA vozů a 6 jízdních souprav). V případě menší kapacity tj. 27 kt (předpoklad příjezdu 13 KUKA vozů) nebo 35 kt (předpoklad 13 KUKA vozů a 2 jízdní soupravy), bližší specifikace je patrná z tab. 22.

Závěrečné vyhodnocení je provedeno včetně teoretického úbytku dopravy, která dnes směřuje na skládku Želeč u Tábora.

Tab. 29 prezentuje scénář č. 1, tedy nárůst dopravy v případě využití nejkratších vzdáleností v ORP Tábor včetně zahrnutí odhadovaného úbytku dopravy (koncové zařízení skládka Želeč u Tábora), pokles dopravy se objevuje na komunikaci č. 1359 a D3, ostatní komunikace mají predikovaný nárůst do 1 %, pouze v případě komunikací č. 409 a č. 00356 (jedná se o koncové komunikace budoucího záměru zařízení EVO), je průměrný nárůst z pohledu těžkých automobilů na hodnotě 3,1 % (komunikace č. 00356) a 0,8 % (komunikace č. 409).

Komunikace č.	Maximum (výpočet, tab. 24 minus tab. 19)	Max_TV (ŘSD)	Max_SV (ŘSD)	Maximum TV (výpočet)	Maximum SV (výpočet)	Průměr_ (výpočet, tab. 24 minus tab. 19)	Průměr_TV (ŘSD)	Průměr_SV (ŘSD)	Průměr TV (výpočet)	Průměr SV (výpočet)
3	2	6 144	40 697	0,033%	0,005%	2,0	2 457	13 235	0,081%	0,015%
19	2,8	2 187	11 289	0,128%	0,025%	1,6	980	4 591	0,159%	0,034%
105	2,8	1 851	13 400	0,151%	0,021%	1,0	849	5 916	0,115%	0,017%
121	2	574	3 862	0,348%	0,052%	2,0	460	2 806	0,434%	0,071%
123	4	2 159	15 595	0,185%	0,026%	1,4	1 033	7 789	0,133%	0,018%
129	2	372	2 312	0,538%	0,087%	2,0	326	1 824	0,613%	0,110%
135	2,6	559	4 549	0,465%	0,057%	0,8	351	2 604	0,220%	0,030%
137	1,4	1 301	15 071	0,108%	0,009%	0,1	601	4 973	0,023%	0,003%
159	2,6	763	4 391	0,341%	0,059%	0,9	470	2 276	0,201%	0,042%
356	22,8	629	2 590	3,625%	0,880%	19,5	629	2 590	3,102%	0,753%
409	15,4	1 115	5 748	1,381%	0,268%	2,1	274	1 531	0,772%	0,138%
603	3,6	1 297	14 845	0,278%	0,024%	0,5	656	6 000	0,082%	0,009%
1359	-9,4	1 011	6 032	-0,930%	0,156%	-4,8	427	2 716	-1,119%	-0,176%
D3	-0,2	4 260	14 097	-0,005%	0,001%	-0,2	3 657	13 145	-0,005%	-0,002%

Pozn. Záporná hodnota – predikce úbytku dopravy na vybraných komunikacích, kladná hodnota – predikce nárůstu dopravy na vybraných komunikacích

Tab. 29 Odhad nárůstu intenzity dopravy do zařízení EVO, Planá nad Lužnicí, využití nejkratších vzdáleností se zahrnutým úbytkem dopravy

V druhém případě, scénář č. 2, se jedná o pokles dopravy na komunikacích č. 123, č. 137, č. 1359 a částečný pokles na komunikacích č. 603 a č. 1376. Tento pokles je z důvodu využití obvodu města Tábor ve scénáři č. 2, tj. dopravy odpadu přes západní část a využití komunikace D3, nebo přes východní část s využitím místních komunikací. Z pohledu průměrných hodnot, bylo zjištěno, že navýšení dopravy více jak 1 % je očekávající v případě komunikací č. 1372 (7,1 %), č. 409 (1,5 %) a č. 00356 (1,9 %).

Komuni- kace č.	Maximum (výpočet, tab. 26 minus tab. 19)	Max_T V (ŘSD)	Max_S V (ŘSD)	Maxim- um TV (výpoč- et)	Maxim- um SV (výpoč- et)	Průměr_ (výpočet, tab. 26 minus tab. 19)	Průměr_ TV (ŘSD)	Průměr_ SV (ŘSD)	Průměr TV (výpočet)	Průměr SV (výpočet)
3	2	6 144	40 697	0,033 %	0,005 %	2,0	2 457	13 235	0,081%	0,015%
19	3,4	2 187	11 289	0,155 %	0,030 %	1,8	980	4 591	0,187%	0,040%
105	2	1 851	13 400	0,108 %	0,015 %	0,9	849	5 916	0,108%	0,015%
121	2	574	3 862	0,348 %	0,052 %	2,0	460	2 806	0,434%	0,071%
123	-1	2 159	15 595	0,046 %	0,006 %	-0,1	1 033	7 789	-0,012%	-0,002%
124	0	195	1 296	0,000 %	0,000 %	0,0	121	832	-0,001%	0,000%
129	2	372	2 312	0,538 %	0,087 %	2,0	326	1 824	0,613%	0,110%
135	1,8	559	4 549	0,322 %	0,040 %	1,2	351	2 604	0,335%	0,045%
137	-2,6	1 301	15 071	0,200 %	0,017 %	-1,0	601	4 973	-0,172%	-0,021%
147	2	427	3 594	0,468 %	0,056 %	2,0	313	1 641	0,640%	0,122%
159	0,6	763	4 391	0,079 %	0,014 %	0,2	470	2 276	0,046%	0,010%
341	0,6	2 056	12 479	0,029 %	0,005 %	0,3	1 396	7 914	0,019%	0,003%
00356	41,8	629	2 590	6,645 %	1,614 %	12,4	629	2 590	1,965%	0,477%
409	19,6	1 115	5 748	1,758 %	0,341 %	4,3	274	1 531	1,574%	0,282%
603	1,2	1 297	14 845	0,093 %	0,008 %	-4,3	656	6 000	-0,660%	-0,072%
1359	-2,6	1 011	6 032	0,257 %	0,043 %	-5,4	427	2 716	-1,262%	-0,198%
1372	6,8	96	1 176	7,083 %	0,578 %	6,8	96	1 176	7,133%	0,582%
1376	-2,6	465	2 215	0,559 %	0,117 %	5,4	429	2 005	1,253%	0,268%
D3	9,6	4 260	14 097	0,225 %	0,068 %	3,9	3 657	13 145	0,108%	0,030%

Pozn. Záporná hodnota – predikce úbytku dopravy na vybraných komunikacích, kladná hodnota – predikce nárůstu dopravy na vybraných komunikacích

Tab. 30 Odhad nárůstu intenzity dopravy do zařízení EVO, Planá nad Lužnicí, využití obchvatu města se zahrnutým úbytkem dopravy

Na základě datové sady ŘSD 2016, bylo zjištěno, že lze očekávat pouze minimální zvýšení intenzity dopravy na území ORP Tábor v kontextu realizace nového záměru zařízení EVO. Ve většině případů je vyhodnoceno navýšení nejvýše do 1 % současné intenzity dopravy na sledovaných komunikacích, pouze u nejbližších komunikací k areálu plánovaného zařízení EVO, tj. komunikace č.

409 a č. 00356, lze očekávat průměrné navýšení v rozmezí 1 až 2 % v kontextu těžkých vozů. Za problémovou komunikaci lze považovat komunikaci č. 1372, kde bylo zjištěno ve scénáři č. 2 (obchvat města) nárůst intenzity dopravy až 7 %. Toto navýšení je z důvodu charakteru komunikace č. 1372 jako hlavní tepny ve východní části obchvatu města Tábor viz obr. 58. Na základě zpracovaných a porovnaných datových sad ŘSD (ŘSD 2010 s daty ŘSD 2016), došlo na této komunikaci ke znatelnému úbytku těžkých vozů o 84 % k roku 2016. Tento úbytek dopravy lze předpokládat v důsledku zprovoznění dálnice D3 a exitu 84 v blízkosti Plané nad Lužnicí.

V případě realizace nového přivaděče, který by přímo propojoval komunikaci č. 409 s areálem budoucího zařízení EVO, lze jednoznačně předpokládat minimální dopad intenzity dopravy na komunikaci č. 00356 z pohledu obslužných vozů, viz obr. 59. Na druhou stranu lze do budoucna očekávat i celkové navýšení dopravy na komunikaci č. 409, protože se jedná o přípojnou komunikaci na dálnici D3 (exit 84).

6 Porovnání alternativ monospalovny TAP s projekty zařízení EVO 35 a 50 kt/r

V předchozím textu byly srovnány dvě kapacitní varianty zařízení EVO (20 a 50 kt/r), které mohou být považovány za limitní. Dolní hranice kapacity je určena ekonomikou, horní potom opět ekonomikou a poptávkou po teple. Ve výsledku by se měla kapacita jednotky pohybovat v tomto intervalu, přičemž musí být realizátorem projektu zváženo, jestli upřednostní výnosnost za předpokladu dopravy odpadu z okolních ORP (50 kt/r) nebo bude projekt koncipován primárně jako zařízení ke zpracování odpadů vyprodukovaných na území zájmových ORP. V tomto případě by se jednalo o jednotku s kapacitou cca 26 kt/r, pokud by měla zajistit zpracování odpadu pouze z ORP Tábor nebo jednotku s kapacitou 36 kt/r, za předpokladu zpracování odpadu zároveň z ORP Soběslav. Tato kapacita je tedy dále v závěrečné shrnující části studie srovnána s alternativními způsoby zpracování odpadu z těchto ORP.

Velmi často zmiňovanou variantou v rámci debat o řešení odpadového hospodářství je možnost vybudování zařízení MBÚ. Zpravidla je to vedeno snahou vyhnout se termickému zpracování (spalování) odpadů a vidinou možnosti vyššího materiálového využití určitých složek SKO (plasty, papír, kovy). Opět je zapotřebí konstatovat, že zařízení MBÚ není konečným prvkem odpadového řetězce a je zcela nezbytné ho navázat na další dvě zařízení, kterými jsou skládka pro uložení podsítné stabilizované frakce SKO a zařízení, ve kterém je možné energeticky využít LF, která je však v případě její výroby převážně z SKO stále odpadem a to nejen z pohledu legislativy. Bez energetického využití LF by bylo MBÚ pouze zařízením na stabilizaci BRKO v SKO s možností využití zbytkového množství materiálově využitelných složek SKO (vysoko densitní plasty, folie, sklo).

Ačkoli již zásadní aspekty možnosti výstavby MBÚ s na něj navázaným energetickým využitím LF byly diskutovány v kapitole 4), je v této kapitole detailněji popsána samotná technologie MBÚ a je provedeno porovnání dvou varianty řešení nakládání s komunálními spalitelnými odpady a to konkrétně:

- Jejich přímé energetické využití pomocí zařízení ZEVO.
- Zařízení MBÚ a na něj navázaná monospalovna využívající jako palivo LF z MBÚ.

6.1 Technologie MBÚ

Mechanicko-biologická úprava SKO je proces, k jehož hlavnímu rozvoji došlo v Německé spolkové republice v průběhu 90. let za účelem odklonění BRKO od skládkování. Vznik technologie MBÚ však je nutné hledat v dřívější době. Již v 70. letech vznikala řada závodů ve Spojených státech amerických a Velké Británii zpracovávajících SKO a zejména jeho lehkou nadsítnou frakci na alternativní palivo. Důraz byl v té době kladen především na zpracování a využití LF a to kvůli ropné krizi v 70. letech, která zapříčinila prudký nárůst cen ropy, a hledání alternativních zdrojů energie.

Nicméně i se zpracováním BRKO (tj. podsítné frakce) bylo uvažováno podobně, jako tomu je dnes a to technologií aerobní a anaerobní fermentace. Lze konstatovat, že tehdy používané technologie prošly do dnešní doby vývojem evolučním a nedošlo k žádné zásadní změně v jejich provedení a způsobu nasazení.

MBÚ lze definovat jako úpravu SKO a průmyslového odpadu svou charakteristikou a složením podobného komunálního odpadu, spočívající v kombinaci fyzikálních postupů, kterými jsou například drcení a třídění, a biologických postupů, jejímž výsledkem je oddělení některých složek odpadu, stabilizace biologicky rozložitelných složek odpadu a případně další úprava oddělených složek odpadu.

Technologie MBÚ tak není jednotnou technologií, ale kombinací různých technologií spadajících do dvou větších skupin a to mechanických a biologických. Označení MBÚ by tak mělo být spíše chápáno jako souhrnné označení technologií kombinujících mechanické a biologické procesy úpravy SKO.

Konkrétní kombinace technologií je potom otázkou zaměření jednotky na produkci konkrétních výstupů technologie nebo dosažení určitých cílů mimo jiné např.:

- produkce bioplynu,
- stabilizace BRKO,
- produkce kompostu,
- produkce LF jako alternativního paliva,
- produkování druhotných surovin k materiálovému využití.

V neposlední řadě je uspořádání jednotky závislé také na požadované kvalitě a množství vstupujícího odpadu.

Pokud je hlavní náplní jednotky stabilizace BRKO, jakožto hlavní legislativního požadavku v EU, potom obvykle mechanický stupeň předchází stupni biologickému. Předřazení mechanického stupně stupni biologickému je dáno požadavkem na zpracování SKO. V dnešní době je značná část SKO zabalena v odpadkových pytlích, které je nezbytné rozrušit tak, aby mohly být úspěšně nasazeny další technologické operace.

6.1.1 Mechanická část

V mechanické části je zajišťována „mechanická“ úprava SKO. Úpravou je myšleno mechanické rozdělení složek v SKO dle fyzikálních vlastností, kterými jsou rozměr (granulometrie), měrná hmotnost, magnetické a případně jiné fyzikální vlastnosti. Dále linka mechanické části odpad roztříděný dle výše uvedených vlastností upravuje drcením, tedy mění granulometrii zpracovávaného odpadu na požadovanou hodnotu, která vyplývá z následného využití. Výstupem z mechanické části jsou následující frakce:

- kovové materiály,
- podsítná frakce SKO - PF, ve které je obsažena většina BRO,
- těžká frakce - TF, která je představována např. kusy cihel, kameny, hlinou, skla atd.,
- lehká frakce - LF obsahující zejména papír, plasty, dřevo a textil, která představuje nejvíce výhřevnou složku SKO

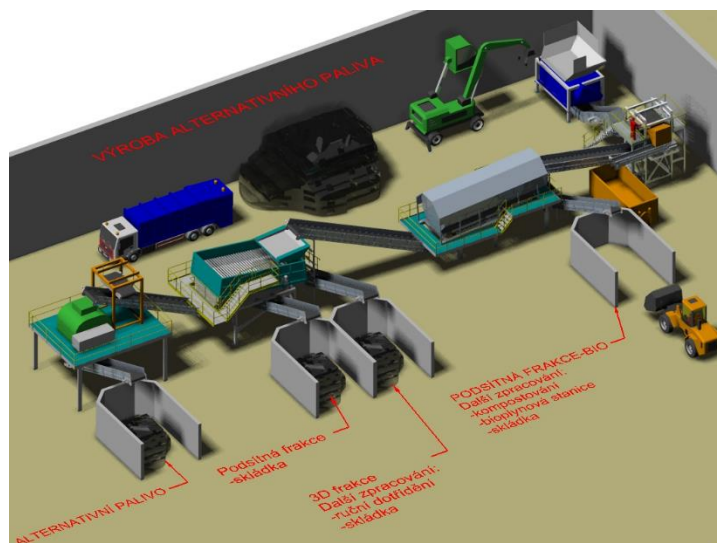
V mechanické části je možné mimo SKO zpracovávat i jiné druhy komunálních odpadů mimo jiné uliční odpady a smetky, dřevěné odpady, pneumatiky, papírové a lepenkové obaly, objemný odpad a plasty.

V případě zvláštního požadavku na kvalitu některé z vystupujících frakcí jsou obvyklé dvě základní technologické operace (aparáty), kterými je drcení (drtič) a přesívání (síto) rozšiřovány o další potřebná zařízení, kterými může být mimo jiné např.:

- sekundární síto určené k přesívání primární podsítné či nadsítné frakce,
- separace nemagnetických kovových materiálů technologií vířivých proudů,
- NIR (near infrared) separace různých druhů plastů,
- peletizace.

Samotná mechanická část má podobu linky složené z potřebných aparátů zajišťujících základní jednotkové operace (drcení, přesívání atd.) propojené pásovými dopravníky.

Na obr. 62 je znázorněno reálné uspořádání linky na výrobu alternativního paliva z SKO, které je převzato z materiálů společnosti Bluetech.



Obr. 62 Reálné prostorové upořádání mechanické linky na výrobu alternativního paliva

Drcení je mechanický proces, během kterého dochází ke zmenšování částic materiálu silovým působením drtících elementů. Hlavním účelem primárního drcení je připravit vstupující materiál (SKO) na další procesní operace, především přesívání, definováním jeho granulometrie a narušením větších konglomerátů odpadu (např. pytle s odpadem). Přičemž různé materiály podléhají procesu drcení odlišně, např. plastové fólie, papíry atd. procesu prakticky nepodléhají. Za účelem primárního drcení SKO se v dnešní době obvykle používá pomaloběžných drtičů s jednou hřídelí. Maximální velikost částic vystupujících z drtiče se pohybuje v rozmezí 100 až 300 mm.

Sekundární drcení slouží ke konečné úpravě granulometrie dané frakce, nejčastěji LF. Požadavky na menší maximální velikost částic (obvykle pod 60 mm) vyžadují mírně odlišné konstrukční uspořádání sekundárních drtičů spolu s požadavkem na menší zastoupení materiálů nevhodných k drcení ve zpracovávané frakci (minerální odpad, střeby skla). Čistota frakce vstupující do sekundárního drtiče je nejčastěji zajišťována pomocí separátorů těžké frakce.

Přesívání je ve své podstatě nejzákladnější operací mechanické části, kterou dochází k oddělení jednotlivých hlavních frakcí SKO. Velikost ok sít se obvykle pohybuje dle požadavků na výstupy v rozsahu 50 až 200 mm. Přičemž je využíváno faktu, že frakce SKO s velikostí částic:

- pod 80 mm je představována většinou BRKO spolu s popelem, malými skleněnými střeby s dalšími drobnými částicemi, jde tedy o primární podsítnou frakci SKO,
- nad 80 mm je představována především plasty, papírem, většími kusy skla, keramiky a kovů a nápojovými obaly (kartony).

Síta jsou obvykle realizována jako rotační nebo vibrační. Výhodou rotačních sít je samočisticí schopnost, kdy oproti vibračním sítům nedochází k zachytávání vláknitých materiálů na přesívacích plochách. Na druhou stranu mají rotační síta vyšší provozní spotřebu elektrické energie.

U obou druhů sít lze efektivně řídit přesívací proces sklonem bubny, respektive přesívací plochy a otáčkami bubny, respektive intenzitou a frekvencí vibrací. Ideální nastavení těchto parametrů je však většinou otázkou provozních zkoušek zařízení.

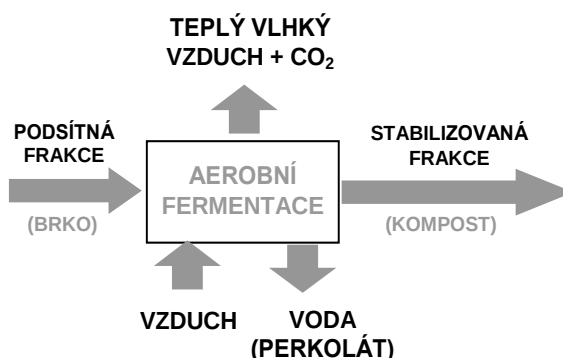
6.1.2 Biologická část

Primárním účelem biologického stupně je stabilizace na mechanickém stupni vytříděného BRKO obsaženého v podsítné frakci. Biologický stupeň je nejčastěji nasazován ve dvou variantách:

1. V čisté aerobní verzi, kdy je hlavním účelem jednotky pouze odklonění BRKO od skládkování, za pomoci řízené rychlé aerobní fermentace s nucenou aerací– tzv. horké kompostování.
2. V kombinaci anaerobní a aerobní fermentace, kdy je v první fázi nejprve pomocí ANF z BRKO vyráběn bioplyn využívaný ke kogeneraci elektrické a tepelné energie. V druhé fázi je dokončena stabilizace digestátu z ANF tzv. řízenou aerobní fermentací s nuceným provzdušňováním.

Je nezbytné konstatovat, že v podmínkách složení SKO ČR není možné uvažovat s anaerobní fermentací podsítné frakce a to z důvodu nemožnosti nastartovat a udržet fermentační anaerobní proces (viz výsledky projektu VaV č. SL-7-183-05) a proto tato technologie není ve studii dále uvažována.

Aerobní fermentace (AEF), nebo přesněji tlení (kompostování), je proces, ke kterému dochází působením enzymů aerobních organismů (aerobních bakterií, hub, kvasinek atd.) v prostředí obsahujícím kyslík. Tlením je u odpadu redukována hmotnost a objem a dochází k přeměně organických sloučenin (cukry tuky, bílkoviny) na jednodušší sloučeniny typu, aminokyselin, dusičnanů a oxidu uhličitého. Živiny obsažené v těchto látkách potom během tzv. zrání fáze kompostu přecházejí až do své minerální (humusové) podoby a kompost tak získává novou významnou vlastnost, kterou je schopnost být použitý jako hnojivo (tj. hnojivost). Ta však v případě zpracování SKO nemůže být uplatněna vzhledem k obvyklé kontaminaci stabilizované frakce (kompostu) malými částicemi látek neorganické povahy (plasty, sklo, kovy) a jiných polutantů (nadlimitní obsahy některých těžkých kovů, přítomnost patogenů). Obecné schéma AF je znázorněno na obr. 63.



Obr. 63 Obecné schéma aerobní fermentace

AEF lze také definovat jako pomalou biologickou oxidaci organických látek obsažených v materiálu. Při dobře vedeném procesu AEF nedochází ke vzniku anaerobních podmínek a produkci sirovodíku ani amoniaku. Vznik těchto látek je vázán na anaerobní podmínky. Vzniku tzv. anaerobních kapes, způsobených hromaděním vlhkosti nebo zhuštěním materiálu v určitých místech, nelze v praxi zcela zabránit a určité malé množství H_2S i NH_3 vždy vzniká. Během AEF jsou uvolňovány produkty oxidace uhlíku a vodíku tzn. CO_2 , H_2O a teplo, podobně jako tomu je při běžném termickém spalení dané organické látky. Voda vznikající při procesu AEF je odváděna ze základky ve formě vodní páry

nebo ve formě perkolátu. Perkolát musí mít zajištěn spolehlivý odvod z paty zakládky. Tím se zabraňuje vzniku kaluží a případnému vzniku již zmiňovaných anaerobních kapes. Množství vznikajícího perkolátu je přibližně 0,11 m³/t materiálu vstupujícího do AEF, tedy podsítné frakce. Obvykle je recyklován formou jeho využití při skrápění navážky podsítné frakce do biologického stupně.

Je nutné poznamenat, že AEF je exotermickou reakcí. Z pohledu energetické a hmotové bilance lze také konstatovat, že běžná termická oxidace se v principu od aerobní fermentace v podstatě neliší. Podstatný rozdíl spočívá v rychlosti přeměny a v teplotě, na které přeměna probíhá.

K nastartování a průběhu procesu AEF je nezbytné zajistit určité předpoklady týkající se obsahu dusíku, uhlíku, fosforu a vlhkosti. Dále je nezbytné zajistit dostatečnou aeraci k zajištění aerobních podmínek. Ta je dána vlastním technickým řešením procesu. V tomto případě je uvažováno s nucenou podtlakovou aerací pomocí ventilátorů.

Teplo uvolňované během procesu AEF postupně ohřívá zakládku a její teplota může dosáhnout až maximální hranice 70°C [23]. Ta je dána teplotní odolností aerobních mikroorganismů. Nad touto teplotou dochází k jejich úhynu, tzn. poklesu rozkladné aktivity, a tím pádem k menšímu uvolňování tepla a snižování teploty zakládky. AEF lze tedy z hlediska teploty zakládky označit do jisté míry za samoregulační proces.

Vlivem vyšší teploty také dochází k postupnému odpařování vlhkosti ze zakládky. Jelikož voda je pro aerobní mikroorganismy metabolicky nezbytná, lze po určité době pozorovat pokles teploty daný jejich nižší aktivitou. Po dodání vlhkosti dochází k opětovnému nárůstu rozkladných pochodů, vzrůstu teploty, opětovnému snížení obsahu vlhkosti atd. Takto může proběhnout několik cyklů až do požadované úrovně rozkladu organické hmoty.

BRKO podrobený AEF již nadále není považován za biologicky rozložitelný odpad ve smyslu směrnice 1999/31/ES a může být případně uložen na skládku, protože vlivem aerobního fermentačního procesu v něm byla většina biologicky rozložitelných látek přeměněna na produkty dále nepodléhající rozkladným procesům.

Hodnocení biologické stability materiálů prozatím není legislativou ČR konkrétně řešeno. To se má změnit spolu s novým zákonem o odpadech, kdy pro hodnocení biologické stability bude převzata metodika dynamického respiračního indexu uplatňovaného v Německé spolkové republice, tzv. ukazatel respirační aktivity AT4.

Jak již bylo uvedeno, pro technologii MBÚ je uvažováno s použitím kompletně řízeného procesu AEF. To znamená s nucenou aerací, sledováním teploty a vlhkosti zakládky, vlhčením zakládky a s použitím biologických preparátů urychlujících fermentační proces. Při použití výše uvedených postupů dochází k významnému zkrácení doby celého procesu AEF, kdy délka doby od založení po dozrání kompostu je 6 až 8 týdnů]. Při běžném krechťovém kompostování na volném prostranství s prostým mechanickým překopáváním kompostu je tato doba dvojnásobná až trojnásobná. Při zcela volném kompostování (tzn. domácí kompostování na zahrádkách) je pohybuje doba zrání kompostu až v řádu několika let. Proces zcela řízené aerobní fermentace tak umožňuje významnou úsporu plochy zabrané pro kompostovací hromady, respektive haly nebo reaktory. Celkově má řízený proces AEF následující výhody:

- umožňuje optimální vedení AEF a tím redukcí pachových emisí,
- zrychlený proces tlení,
- bezpečný průběh procesu,
- možnost dokumentace průběhu procesu,
- zlepšenou a zaručenou kvalitu kompostu.

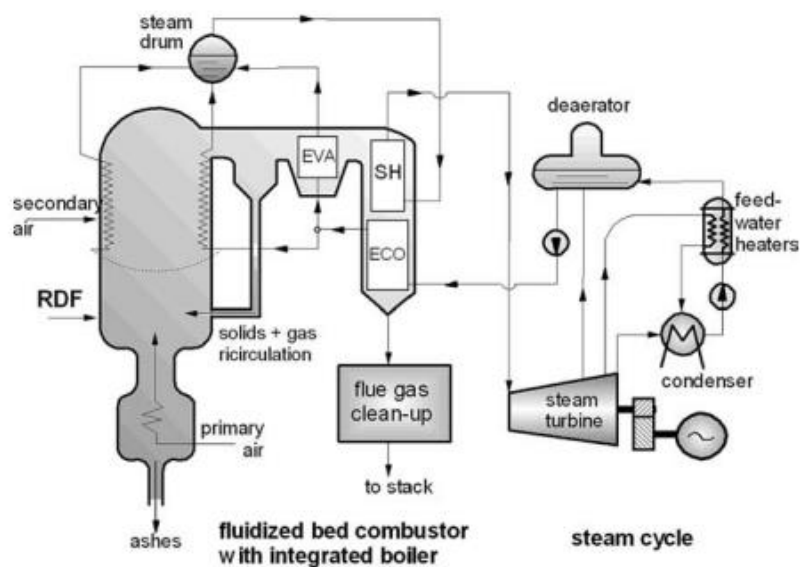
Kompostování probíhá v zcela krytých uzavřených halách s řízenou ventilací nebo v reaktorech (v případě kombinace ANF a AEF) a je tedy zabráněno volnému úniku vzdušiny obsahující zápašné látky. Aerace kompostových hromad nebo reaktorů probíhá v podtlakovém režimu, kdy je vzduch nasáván aeračními ventilátory přes zakládku kompostu, respektive reaktor, a vypouštěn do atmosféry přes biofiltr, ve kterém dochází k odstranění látek způsobujících zápach na vrstvě substrátu tvořeného zpravidla fermentovanou kúrou a inertní výplně mající za úkol udržet poréznost filtrační vrstvy. Účinnost odstranění zápašných látek na biofiltrech se ukazuje jako dostatečná. Hala a reaktory jsou také vybaveny skrápěcím zařízením určeným k řízení vlhkosti zpracovávaného materiálu.

6.2 Technologie energetického využití lehké frakce (LF)

V současném pojetí OH jsou využívány dvě různé technologie využití LF:

- spálení ve speciálně upravených nebo k tomuto účelu přímo vybudovaných fluidních nebo roštových kotlích, kde je vznikající pára dále technologicky využívána,
- zplyňovací procesy, kde vytvořený syntetický plyn je využit ve spalovací turbíně.

První z uvedených konceptů je v současnosti nejpoužívanější metoda, protože technické požadavky na zařízení jsou nižší než u konceptu využívajícího zplyňovacího procesu a protože se jedná o vyzrálější technologii. Další nespornou výhodou je možnost výroby menších jednotek a jejich větší možnost uplatnění vzhledem k obvykle potřebným zpracovatelským kapacitám. Obvyklé uspořádání fluidního spalovacího zařízení je znázorněno na obr. 64.



Obr. 64 Fluidní spalovací zařízení

Uspořádání jednotky EV LF s roštovým spalovacím zařízením je potom totožné se schématem EV SKO (viz obr.

Zplyňování je dále v mnohem vyšší míře aplikováno u biomasy. Pro LF se jedná spíše o ojedinělé či pilotní projekty často s negativní zkušeností. Vzhledem k současné úrovni poznání dle názoru autorů studie jako jediné dlouhodobě provozně ověřené řešení vychází z koncepce spalovací části v roštovém uspořádání nebo s fluidním ložem. Prvně zmíněný koncept se běžně používá u klasických provozů EVO spalujících SKO tak, jak je známe i z ČR. Vzhledem k vyšší výhřevnosti LF

paliva ve srovnání s neupraveným SKO je potřeba mírně odlišné konstrukce spalovací komory a obvykle vodou chlazených roštů.

Spalování LF místo SKO v roštových či fluidních zařízeních se vyznačuje výhodou danou vyšší homogenitou paliva – stabilnější provoz, konstantnější složení všech výstupních produktů, snadnější a rychlejší odstavování a uvádění do provozu. Spalování ve fluidních kotlích poskytuje výhodu ve vyšší účinnosti kotle ve srovnání s roštovým způsobem. Na druhou stranu v případě potřeby roštové spalovací zařízení umožňuje bez dodatečných úprav spalování mnohem širšího spektra typově odlišných odpadů (např. kaly, velkoobjemový odpad, malé kontejnery, dřevní odpad větších kusů, atp.)

Z pohledu dosažitelných parametrů páry je limitující koroze vyvolaná přítomností prvků typických pro SKO. Míra koroze ve spalovacích komorách pro komunální odpad je výrazně vyšší než pro konvenční kotle na uhlí. Je to dáno nízkou heterogenitou paliva - odpadu - a jeho proměnlivým obsahem sloučenin chlóru. Chloridy jsou agresivní ve vysokoteplotních částech kotlů (přehříváky) při teplotách nad 700°C a na trubkových stěnách při teplotách vyšších než 400°C. V tab. 31 jsou uvedeny výsledky z experimentů dvou nezávislých měření na obsah chlóru v SKO.

Instituce		TU Drážďany		Kyoto University	
Výpočtová metoda		Obsah Cl ve složce [g/kg]	Obsah Cl v surovém materiálu [g/kg]	Obsah Cl ve složce [g/kg]	Hořlaviny+nehořlaviny [g/kg]
SKO -frakční složení	Plast	2,61	1,74	2,32	2,05+0,27
	Kuchyň	0,40	1,34	0,32	0,05+0,27
	Papír	0,19	0,63	0,53	0,35+0,18
	Textil	0,17	0,19	0,16	0,13+0,03
	Dřevo	0,002	0,02	0,09	0,05+0,04
	Ostatní	bez údajů	2,76	0,27	0,07+0,20

Tab. 31 Obsah chlóru ve složkách SKO na základě analýzy provedené dvěma geograficky odlišně situovanými institucemi

Z výsledků vyplývá, že dominantním zdrojem chloru jsou zejména složky SKO na bázi plastů a vzhledem k vysokému zastoupení v SKO rovněž papír. Právě tyto složky mají vysokou výhřevnost a jsou tedy žádoucí z pohledu energetického využívání a zastoupení v lehké frakci vystupující z MBU. Koroze je pak limitující rovněž u zařízení spalující LF. Dosavadní znalosti z oblasti sloučenin chlóru a jevů způsobujících korozi jsou zatím na relativně nízké úrovni. Současný výzkum se zaměřuje na problematiku chování chlóru z organických a anorganických solí kvůli rozdílnému tepelnému chování a korozivnímu potenciálu a vytvoření on-line standardizovaných metod pro stanovení chlóru v SKO a LF. Současná úroveň poznání tedy nedovoluje podstatné zvýšení parametrů páry u konceptu klasické spalovny SKO ani u zařízení pro spalování LF. Účinnost u konceptu využití LF tak bude jen mírně vyšší než u klasických spaloven SKO.

6.3 Přímé navázání MBÚ s monospalovnou LF

Jak již bylo zmíněno, velkým problémem provázejícím jednotky MBÚ je uplatnění lehké výhřevné frakce vytríděné ze SKO. Její ukládání na skládku je ekonomicky neúnosné a s vysokou pravděpodobností bude i v krátké době legislativně nemožné, což bude dáno limitem výhřevnosti odpadů uložitelných na skládku v připravovaném zákoně o odpadech.

Prakticky jediným možným způsobem využití LF z SKO je její energetické využití. To je však komplikováno faktem, že jde stále o materiál, který má charakter odpadu a není možné vždy zaručit všechny jeho vlastnosti. Mimo obsah problematických látek jde o směs částic různé velikosti a měrné hmotnosti, což může u některých spalovacích technologií působit značné provozní problémy (např. úlet částic) a je nezbytná další mechanická úprava LF nejčastěji peletizací. S tím pochopitelně souvisejí další významné investiční a provozní náklady (viz dále).

Dle legislativy v současné době i v budoucnosti energetické využití LF probíhá vždy v režimu spalování odpadů, to znamená pro případného odběratele LF následující nemalé komplikace, protože musí zajistit mimo jiné:

- čištění všech spalín na úroveň emisních limitů požadovaných legislativou pro spalování odpadů,
- splnění požadavků přejímky odpadů (evidence, odběry vzorků),
- kontinuální měření plynných emisí u definovaných látek,
- zajištění podmínek pro spalování odpadu (tzn. teplota za posledním přívodem spalovacího vzduchu, zdržná doba).

Mimo výše uvedené legislativní požadavky může přinášet spalování LF další problémy technického a technologického rázu, na které nemusí být spalovací zařízení uzpůsobeno. Tyto problémy souvisejí především s relativně vysokým obsahem chlóru, který je přítomen v LF (viz dále v této kapitole) ve větších koncentracích než v SKO a spalování LF probíhá vlivem vyšší výhřevnosti i při vyšších teplotách. Obsah chlóru v LF může způsobovat:

- nápeky,
- vysokoteplotní chloridovou korozi přehříváku a teplosměnných ploch kotle.

Praktickým důsledkem všeho výše uvedeného je skutečnost, že zařízení pro přímé využití SKO a monospalovna LF se po stránce technické a technologické liší naprosto minimálně s výjimkou uzlu skladování paliva a přizpůsobení spalovací komory vyšším spalovacím teplotám. I ten však musí být prakticky totožný v případě, že je využívána LF z SKO bez jiné úpravy pokročilejší úpravy (např. již zmiňovaná peletizace). Vzhledem ke zpravidla odlišným hodinovým kapacitám MBÚ a EV LF je nezbytné vybudování i skladovacích prostor LF, tj. bunkru, podobně jako u EV SKO.

Při úvaze vybudování jednotky MBÚ je nezbytné hledat primárně možnosti stabilního a dlouhodobého uplatnění LF ve formě zařízení, kde by bylo umožněno energetické využití LF. Prakticky jedinou možností je tak vybudování zařízení na energetické využití LF bezprostředně spojeného s jednotkou MBÚ a to nejlépe nejen technicky, ale i právně. Tato kombinovaná jednotka je uvažována ve složení:

- jednotka MBÚ vybavená technologií AEF, jak je popsána výše, umožňující bezproblémové skládkování stabilizované podsítné frakce SKO,
- jednotka EV LF vzhledem ke spalování LF v nízké kvalitě v technologickém uspořádání jednotky pro EV SKO, tj. ZEVO o kapacitě odpovídající produkci LF linkou MBÚ.

Propojení obou jednotek je provedeno za následujících předpokladů:

- Roční zpracovatelská kapacita jednotky EV LF je rovná množství ročně vyseparované LF jednotkou MBÚ. To znamená, že je 0,3 násobkem roční zpracovatelské kapacity jednotky MBÚ (dáno produkcí LF jednotkou MBÚ, viz kapitola 4).

- Hmotová a energetická bilance jednotky EV LF vychází z hmotové a energetické bilance jednotky EV SKO pouze s tím rozdílem, že je zpracovávána LF, tzn. liší se palivářské složení a tedy i výhřevnost je 18MJ/kg.
- Srovnání je provedeno na základě stejných zpracovatelských kapacit odpad, nikoli tepelného výkonu ZEVO, respektive monobloku spalujícího LF. Rozhodující aspekt je tedy odpadářský, nikoli teplotenský.
- Tepelný výkon monobloku o dané kapacitě je vzhledem k vyšší výhřevnosti LF cca 1,9x vyšší oproti ZEVO SKO, např. monoblok LF 15 kt/r má tepelný výkon shodný se ZEVO SKO 28 kt/r.
- Veškeré ekonomické předpoklady fungování ZEVO dané kapacity a MBÚ vycházejí z údajů v kapitole 5.3.

6.3.1 Srovnání ZEVO 50kt, MBÚ 50 kt + monoblok 15 kt spalující LF

Pro naplnění zpracovatelské kapacity ve výši 50kt je nezbytné odpady dovážet regionů mimo ORP Tábor a Soběslav. Z tohoto důvodu je nezbytné udržet cenu za zpracování na bráně v úrovni 2250 Kč/t, která zaručuje bezproblémovou konkurenci schopnost vůči jiným zpracovatelským kapacitám.

ZEVO 50kt/r při požadavku na IRR 11% musí mít následující roční příjmy:

- Poplatek za zpracování odpadu při 2250 Kč/t je 112,5 mil. Kč
- Prodej tepla při ceně 90 Kč/GJ a měrné produkci 7,4 GJ/t odpadu je 33,3 mil. Kč

MBÚ 50 kt/r při požadavku na IRR 11% musí mít následující roční příjmy

- Poplatek za zpracování odpadu při 2250 Kč/t je 112,5 mil. Kč

Monoblok 15 kt/r navázaný na MBÚ odpovídající investičně a provozně ZEVO 15 kt musí mít při požadavku na IRR 11% následující roční příjmy

- Poplatek za zpracování odpadu při 2250 Kč/t je 33,75 mil. Kč
- Prodej tepla při ceně 250 Kč/GJ a měrné produkci 7,4 GJ/t odpadu je 27,75 mil. Kč

Reálné příjmy monobloku 15 kt/r při stejné ceně tepla jako u ZEVO 50 kt a absenci příjmu za zpracování odpadu (cena LF je uvažována 0 Kč/t):

- Prodej tepla při ceně 90 Kč/GJ a měrné produkci 14,0 GJ/t LF odpovídající výhřevnosti 18 MJ/kg je 18,9 mil. Kč

Z výše uvedeného vyplývá, že reálné příjmy monobloku jsou oproti ekonomickému plánu odpovídajícímu IRR 11% nižší o 42,6 mil Kč. Tyto prostředky by musely být získány navýšením poplatku za zpracování odpadu na bráně zařízení MBÚ. Navýšení by činilo 852 Kč/t.

Reálný poplatek za zpracování odpadu na bráně zařízení MBÚ s kapacitou 50 kt/r s navázaným monoblokem energetického využití LF by tedy byl $2250 + 852 = 3102$ Kč/t.

Příjem na za prodej materiálově využitelných složek SKO v případě zvýšené míry separace oběhový by byl zanedbatelný.

Pokud by bylo v zájmu zachování konkurenceschopnosti zařízení MBÚ + monoblok přistoupeno k zachování poplatku za zpracování odpadu ve výši 2250 Kč/t, musel by být chybějící příjem pokryt zvýšením ceny tepla z monobloku a to na úroveň 292 Kč/GJ.

6.3.2 Srovnání ZEVO 35kt, MBÚ 20 kt + monoblok 11 kt spalující LF

Minimální ekonomicky smysluplné zpracovatelské kapacity monobloku LF okolo 10 kt/r odpovídá zařízení MBÚ s kapacitou 35 kt/r. Pod kapacitu 10 kt/r dochází k neúměrnému růstu měrných investičních a provozních nákladů, viz obr 41, které je nutné na příjmové straně krýt zvýšeným poplatkem za zpracování odpadu a/nebo zvýšenou cenou tepla. Množství 35 kt odpovídá prognózané produkci spalitelných odpadů ORP Tábor a Soběslav v roce 2024, viz tabulka 7. Tato kapacitní varianta by tedy byla vhodná pro nezávislé řešení odpadového hospodářství pro ORP Tábor a Soběslav, bohužel, jak bude ukázáno níže, je cena za nezávislost vykoupena, buď vyšší cenou tepla, nebo vyšším poplatkem za zpracování odpadu na bráně.

ZEVO 35kt/r při požadavku na IRR 11% musí mít následující roční příjmy:

- Poplatek za zpracování odpadu při 2250 Kč/t je 112,5 mil. Kč
- Prodej tepla při ceně 100 Kč/GJ a měrné produkci 7,4 GJ/t odpadu je 25,9 mil. Kč

MBÚ 35 kt/r při požadavku na IRR 11% musí mít následující roční příjmy

- Poplatek za zpracování odpadu při 2390 Kč/t je 83,7 mil. Kč

Monoblok 10 kt/r navázaný na MBÚ odpovídající investičně a provozně ZEVO 10 kt musí mít při požadavku na IRR 11% následující roční příjmy

- Poplatek za zpracování odpadu při 2250 Kč/t je 22,5 mil. Kč
- Prodej tepla při ceně 400 Kč/GJ a měrné produkci 7,4 GJ/t odpadu je 29,6 mil. Kč

Reálné příjmy monobloku 10 kt/r při stejné ceně tepla jako u ZEVO 35 kt a absenci příjmu za zpracování odpadu (cena LF je uvažována 0 Kč/t):

- Prodej tepla při ceně 100 Kč/GJ a měrné produkci 14,0 GJ/t LF odpovídající výhřevnosti 18 MJ/kg je 14,0 mil. Kč

Z výše uvedeného vyplývá, že reálné příjmy monobloku jsou oproti ekonomickému plánu odpovídajícímu IRR 11% nižší o 38,1 mil Kč. Tyto prostředky by musely být získány navýšením poplatku za zpracování odpadu na bráně zařízení MBÚ. Navýšení by činilo 1088 Kč/t.

Reálný poplatek za zpracování odpadu na bráně zařízení MBÚ s kapacitou 35 kt/r s navázaným monoblokem energetického využití LF by tedy byl $2250 + 1088 = 3338$ Kč/t.

Příjem na za prodej materiálově využitelných složek SKO v případě zvýšené míry separace oběhový by byl zanedbatelný.

Pokud by bylo v zájmu konkurenceschopnosti zařízení MBÚ + monoblok přistoupeno k zachování poplatku za zpracování odpadu ve výši 2250 Kč/t, musel by být chybějící příjem pokryt zvýšením ceny tepla z monobloku a to na úroveň 372 Kč/GJ.

7 Shrnutí a závěry

Studie dospěla k následujícím závěrům:

- Celková produkce materiálově nevyužitelných spalitelných odpadů činila dle veřejně dostupné databáze VISOH Cenia v roce 2015 na území ORP Tábor asi 25,5 kt a na území ORP Soběslav přibližně 9,5 kt. V uvedeném množství jsou zahrnuty všichni původci, tj. obce i firmy. Z toho množství cca 78 % produkce tvoří SKO (cca 27 kt) a 11 % objemný odpad (OO), tj. přibližně 3,9 tun. Další 11 % (3,9 tun) přispívají ostatní spalitelné odpady, jedná se především o odpady z průmyslové činnosti.
- Byla provedena prognóza klíčových hmotnostních toků. Celkový potenciál spalitelných odpadů pro energetické využití byl daný jako 100 % produkce SKO, 81 % produkce OO a 100 % ostatních materiálově nevyužívaných spalitelných odpadů. Pro ORP Tábor po roce 2024 bylo množství odhadnuto na přibližně 27 kt/r. Pro ORP Soběslav činil odhad asi 12,5 kt/r. Uvedené hodnoty potenciálu lze považovat za platné i v období po roce 2030, a to zejména v důsledku existence tzv. sekundární odpadů, kdy uplatnění na trhu nalezne pouze část vyříděných složek. Nárůst efektivity třídění, která povede k poklesu SKO na druhou stranu způsobí větší množství tzv. sekundárních odpadů, které budou vyžadovat energetickou koncovku.
- Pro návrh zařízení EVO a zejména jeho ekonomiku je stěžejní informace o výhřevnosti dostupných odpadů. Analýza složení SKO proběhla v regionu jižních Čech v roce 2008. Seriózní diskuse nad složením spalitelných odpadů a jejich výhřevnosti může být vedena pouze na základě aktualizovaných údajů o složení zbytkových spalitelných odpadů. V období přípravy záměru EVO je doporučeno minimálně zopakovat analýzy složení z roku 2008, resp. tyto analýzy provádět opakovaně. S využitím výpočetního nástroje JUSTINE, který porovnává dostupná data na území ČR, byl proveden odhad složení a následně odhad výhřevnosti SKO ze systému obce, jakožto dominantní složky potenciálních vstupů do zařízení EVO. Výhřevnost SKO ze systému obce se může pohybovat v roce 2024 na úrovni cca 7,5 MJ/kg v ORP Tábor a asi 7,9 MJ/kg v ORP Soběslav. Při zohlednění ostatních subtoků, které do potenciálu vstupují (živnostenské odpady, průmyslové spalitelné odpady), a které obvykle mají vzhledem ke své povaze vyšší výhřevnost, byla odhadnuta výhřevnost v roce 2024 pro potenciální svozovou oblast (ORP Tábor a Soběslav) na přibližně 9,6 MJ/kg.
- Vzhledem k ekonomické nevýhodnosti zařízení EVO zpracovatelských kapacit nad 50 kt/r, což je dáno zejména velikostí sítě CZT, byl detailně posouzen koncept EVO s rozmezím kapacit 10 až 50 kt.
- Byly posouzeny možné způsoby integrace zařízení EVO s existujícím teplárenským zdrojem. Jako nejvýhodnější řešení byla určena varianta, kdy je zařízení EVO přednostně provozováno v kogeneračním režimu s dodávkou tepla ve formě horké vody, v období s nízkou poptávkou je uvažováno i s částečnou dodávkou páry.
- Byl sestaven technicko-ekonomický model zařízení EVO různých kapacit a s jeho pomocí vyčíslena cena na bráně, která zajistí požadovanou návratnost. Cena na bráně výrazně závisí na ceně vyrobeného tepla na patě EVO. Pro tu bylo uvažováno s více scénáři v rozmezí 100 až 200 Kč/GJ. Nejnižší ceny na bráně byly určeny pro všechny scénáře ceny tepla u kapacity 50 kt/r. Při ceně tepla okolo 200 Kč/GJ a kapacitnímu řešení 50 kt/r a požadované míře výnosnosti cca 11 % může činit okolo 1300 Kč/t. Při požadavku na nízkou cenu tepla ze ZEVO na úrovni 70 Kč/GJ, čímž by se využil synergický efekt stabilizace ceny tepla v CZT Tábor, je nutné počítat s cenou na bráně 2200 Kč/t.

- Obdobná cena, tj. 2200 Kč/t byla vyčíslena rovněž jako pravděpodobná v případě, že v ORP Tábor nebude realizováno zařízení EVO a region se bude spoléhat na realizaci koncovek v jiných ORP.
- Dostupnost odpadu z jiných regionů mimo ORP Tábor a Soběslav pro naplnění doporučené kapacity 50 kt/r byla prověřena simulací potenciální konkurence, která mimo jiné zahrnovala informace o cenách a volných kapacitách v zahraničí. Zohledněny byly také potenciální jiné záměry v regionu, resp. ČR. Z výsledků vyplývá, že při cenách na bráně nad 2400 Kč/t existuje riziko, že pro některé původce může být výhodnější jiná konkurenční varianta (např. odvoz do zahraničí).
- Posouzením produkce spalitelných odpadů v ORP Tábor a Soběslav, ekonomiky projektu potenciální konkurence, ceny tepla, způsobu spolupráce s existující teplárnou, dispozičního řešení v rámci areálu byla pro další rozpracování doporučena z hlediska ekonomiky kapacita 40 až 50 kt/r.
- Byly navrženy dva scénáře dopravy odpadu do zařízení EVO s kapacitou 50 kt/r. První scénář preferoval nejkratší nájezdovou vzdálenost. Druhý poté preferoval obchvat města Tábor, tj. s využitím D3 (západní část), resp. přes východní část s využitím místních komunikací. Cílem druhého scénáře bylo minimalizovat dopravu ve městech Tábor, Sezimovo Ústí a Soběslav. Z výsledných analýz bylo zjištěno že, v případě výstavby zařízení EVO (50 kt/r), dojde pouze k minimálnímu zvýšení intenzity dopravy na vybraném území. Ve srovnání se současnou dopravou odpadů na skládku Želeč u Tábora může dokonce na některých komunikacích dojít ke snížení dopravní intenzity.
- Nižší kapacita povede ke zhoršené ekonomice, čímž bude eliminován pozitivní efekt dodávky tepla do CZT Tábor za přijatelné ceny. Při ceně tepla na hranici 200 Kč/GJ a ceně na bráně do 2200 Kč/t je možné dosáhnout požadované výnosnosti pouze při kapacitě nad 20 kt/rok. Při nižší kapacitě lze uvažovat pouze v případě akceptování vyšší ceny tepla (např. při 10 kt/rok alespoň 360 Kč/GJ), případně výraznějšího snížení požadavku na výnosnost projektu.
- Pro maximální výnosnost projektu je navržena výstavba jednotky EVO s kapacitou 50 kt/rok. Pro zpracování odpadu vyprodukovaného na území ORP Tábor a Soběslav bez nutnosti dopravy dalšího odpadu z okolí je doporučeno zařízení EVO s kapacitou 36 kt/rok, které bude stále ekonomicky udržitelné při ceně tepla 150 Kč/GJ.
- Výstavba zařízení spojující jednotku MBÚ s přímo navázaným monoblokem pro využití LF povede v případě MBÚ o kapacitě 50 kt/r k navýšení poplatku za zpracování odpadu na cca 3000 Kč/t. V případě potřeby zachování poplatku za zpracování ve výši 2250 Kč/t by bylo nezbytné zvýšit cenu tepla z monobloku na úroveň cca 300 Kč/GJ. Případného snížení poplatku za zpracování nebo ceny tepla je možné dosáhnout také snížením požadavku na návratnost projektu.
- Výstavba zařízení MBÚ o kapacitě nižší než 50 kt s navázaným monoblokem se potom jeví jako zcela ekonomicky nereálná.

SWOT analýza doporučené varianty 50 kt/r je součástí tab. 32.

Silné stránky	Slabé stránky
- Existence dvou soustav CZT, vzájemně propojených s dostatečným potenciálem pro absorbování tepla vyrobeného z odpadů - Využití synergie s existujícím teplárenským zdrojem - Možnost umístění v areálu teplárny v Plané n. L. v těsné blízkosti stávajících zařízení, v průmyslovém areálu mimo obytnou zónu - Dopravní dostupnost využívající D3 a přivaděče - Příspěvek k úspoře primárních (fosilních) paliv - Využití kapacity existujících skládek pro ukládání výstupů z EVO	- Dlouhodobá a administrativně náročná příprava projektu - Zvýšení nákladů na zpracování zbytkových odpadů ve srovnání se současným stavem. (cena na bráně nemůže konkurovat dnešním cenám za skládkování) - Zvýšení dopravní zátěže v blízkosti zařízení - Oproti skládkování zvýšení požadavků na logistiku odpadů – vzdálenosti z ostatních ORP na hranici cca 30 km – nezbytná infrastruktura, prověřit výhodnost překládacích stanic
Příležitosti	Hrozby
- Vyřešení budoucího nakládání s SKO na území ORP, udržení nezávislosti regionu v odpadovém hospodářství - Minimální náklady na logistiku odpadů vyprodukovaných v ORP Tábor, není nutná výstavba překládací stanice v ORP Tábor - Snížení budoucích nákladů na zpracování odpadu v okamžiku zakazu skládkování resp. nárůstu skládkovacího poplatku, - Využití druhotných (částečně obnovitelných) paliv produkovaných v regionu jako náhrada fosilních paliv	- Odpor veřejnosti a jiných zájmových uskupení - Nutnost dohody více municipalit pro zajištění dostatečného množství odpadu - Financování projektu - Komplikovaný proces přípravy projektu vedoucí k získání stavebního povolení - Neexistující prováděcí vyhlášky k zákonu o odpadech ukotvující pojem „neupravený odpad“, seznam odpadů zatížených skládkovacím poplatkem a s tím související potenciální konkurence přechodných řešení s vyšším dopadem na životní prostředí - Nadkapacita v zahraničí a s tím související pokles ceny za zpracování odpadů v zahraničí - Potenciální pokles výhlednosti SKO v důsledku nárůstu efektivity separace

Tab. 32 SWOT analýza řešení

8 Přílohy

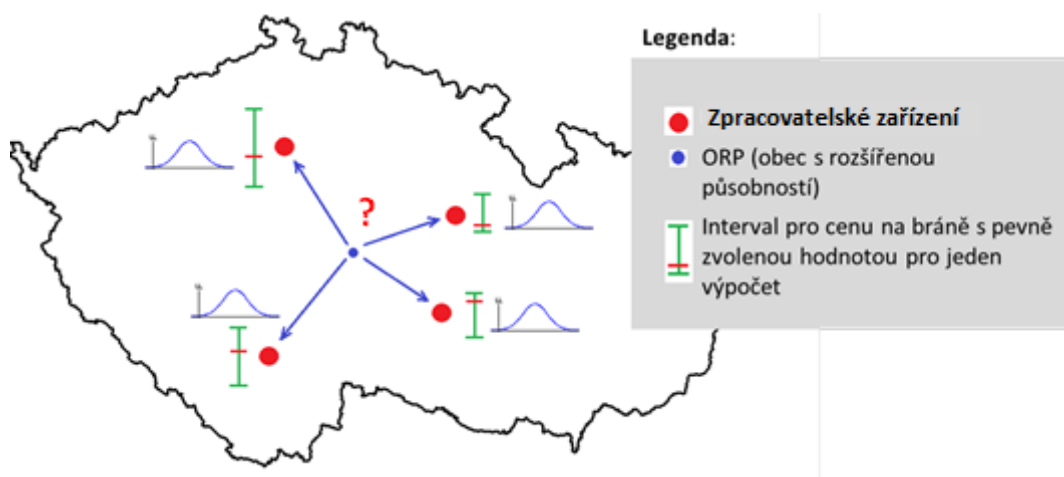
Seznam příloh:

- Příloha 1 – představení výpočtového nástroje NERUDA
- Příloha 2 – představení výpočtového nástroje JUSTINE

8.1 Příloha 1 – představení výpočtového nástroje 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.

Nástroj NERUDA představuje komplexní optimalizační nástroj a jeho hlavní idea vychází z následujícího jednoduchého principu: Vlastník odpadu (obec) se rozhoduje, jak s odpadem naloží, přičemž kritériem je dosažení nejnižších nákladů. Ty jsou dány cenou za zpracování v daném zařízení (tzv. gate-fee) a cenou dopravy (resp. Nezbytného logistického celku). Tato hlavní idea je spolu s podkladovou mapou ČR ilustrována na obr. 65, kde je vyobrazena mapa ČR s detailem na bázi obcí s rozšířenou působností (ORP). Území ČR je tedy rozděleno do 206 uzlů. Hrany grafu představují reálnou silniční síť mezi jednotlivými ORP.



Obr. 65 Hlavní myšlenka nového výpočtového nástroje pro podporu plánování zařízení v oblasti odpadového hospodářství

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

- model silniční infrastruktury,
- model produkce odpadu pro ORP,
- model výhřevnosti odpadu v ORP,
- model existujících skládek v ČR,
- výstupy z technicko-ekonomických modelů (viz níže).

Zadání optimalizační úlohy a výsledky výpočtů lze nastavit s ohledem na potřeby různých subjektů v odpadovém hospodářství, tedy např. dle požadavků původců a zpracovatelů odpadu nebo dle potenciálních investorů. Výstupy z nástroje NERUDA tedy mohou představovat:

- klíčové vstupy pro studie proveditelnosti, hodnocení atraktivity záměrů (výnosnost a rizika z pohledu investora),
- podklady pro uzavírání kontraktů a definování strategie vyjednávání kontraktů (koho oslovit a jakou cenu nabídnout z pohledu zpracovatele odpadu),
- hodnocení dopadů nečinnosti a pasivního přístupu, vyhodnocení účelnosti a možnosti svazků původců, stanovení spravedlivé ceny v rámci svazku (z pohledu producenta odpadu),
- vyhodnocení možností vývoje odpadového hospodářství pro různé územní celky, podklady pro nastavení legislativních opatření (z pohledu institucí, veřejné správy nebo samosprávy),
- Podklady pro návrh vhodné lokality pro výstavbu zařízení a jejich optimální kapacity,
- Popis toku odpadu (materiálu) v rámci sledovaného území,
- Podklady pro návrh logistického řetězce (svozová vozidla, překládací stanice, silniční doprava).

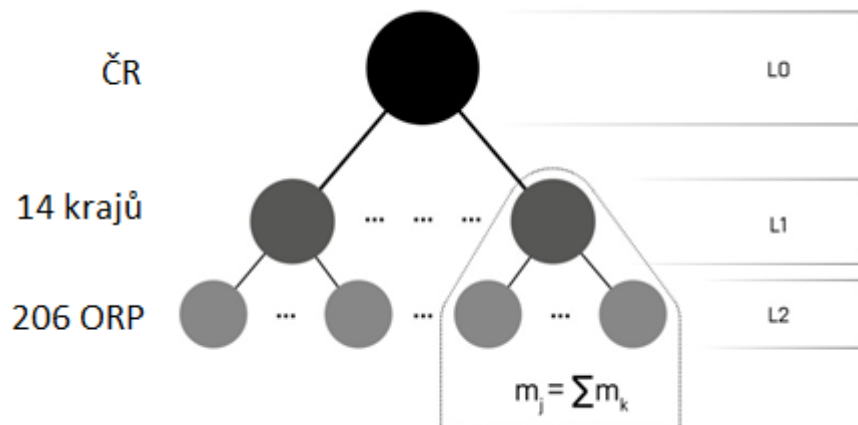
8.2 Příloha 2 – představení výpočtového nástroje JUSTINE

Výpočtový systém JUSTÝNA představuje ojedinělý sofistikovaný nástroj pro ověření současných hodnot a predikci budoucího množství produkce SKO a jeho složení na různých územních celcích. Tyto hodnoty představují klíčový parametr odpadu nejenom pro jeho energetické využití. Prognóza je dělána na základě dat z předchozích let. Tato data jsou často nekompletní nebo nepřesná. Při návrhu nového zařízení EVO je nutno znát množství dostupného odpadu a jeho kalorický obsah vyjádřený výhřevností (LHV). Výhřevnost se dá určit na základě složení odpadu. Nicméně produkce a složení SKO jsou ovlivňovány legislativou, socio-ekonomickými a technologickými faktory. Oba parametry jsou výrazně regionálně odlišné a v čase se vyvíjí. Kvalitní odhad budoucího vývoje produkce odpadu a jeho složení (respektive LHV) je velkým přínosem pro provozní a ekonomickou stránku projektu. Z pohledu výhřevnosti paliva je EVO velmi robustní zařízení, které je schopno zpracovat odpad v širokém rozmezí jeho výhřevnosti a dalších parametrů. Odhad výhřevnosti je přitom důležitý pro správný návrh technologie, dimenzování a efektivní provoz všech klíčových aparátů a subsystémů, ze kterých se zařízení EVO skládá:

- termická část (dimenzování roštové části a dohořivací komory),
- systém využití tepla (množství vyrobené páry a optimalizace turbíny),
- systém čištění spalín (množství spalín ovlivňující velikost aparátů a jejich účinnost).

Z výpočtového hlediska je nástroj JUSTÝNA založen na kombinaci expertních znalostí, heuristických metod, statistického zpracování dat a optimalizačních technik. Poté ho je možné aplikovat na území (ČR), které je rozdělené na větší správní jednotky (kraje) a dále na menší správní jednotky (ORP). Nástroj zpracovává dostupná statistická data z různých zdrojů informací, kombinuje je s obecně platnými modely a na mikroregionální úrovni vyhodnocuje kredibilitu těchto modelů. Nástroj předpokládá určitou nejistotu v kvalitě vstupních dat a jejich omezenou dostupnost. Výsledkem výpočtu je odhad produkce a složení SKO ve všech sledovaných regionech, včetně mnoho dalších informací.

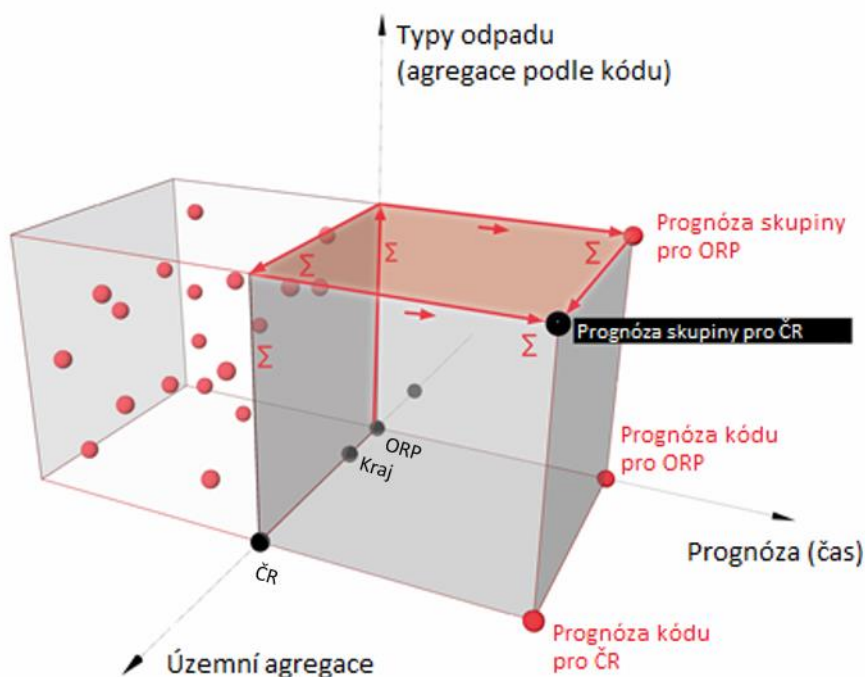
Jak již bylo zmíněno, cílem je predikovat budoucí množství několika typů odpadu pro 206 ORP. Oblast každého mikroregionu je reprezentována uzlem s produkcí odpadu. Zde máme dostupná historická data (2009-2015) pro všechny uzly, na základě nichž jsou vytvořeny časové řady. Obecně jsou zeměpisné oblasti uspořádány podle stromové struktury. Tohle administrativní členění je pro ČR zachyceno na obr. 66. Schéma zde popisuje vztahy mezi uzly na různých úrovních hierarchické struktury.



Obr. 66 Grafické a matematické znázornění vztahu mezi agregovanými údaji z vyššího územního celku a údaji z dílčích územních celků ve vyšším celku zahrnutých

S ohledem na stromové schéma, je pak možné agregovat historická data pro získání produkce na vyšších územních celcích. Data na nižších územních celcích často kolísají a jsou zatížena velkou variabilitou, zatímco po územní agregaci jsou tyto výkyvy potlačeny.

TSA (Time Series Analysis) pak může být využito pro agregovaná data na různých úrovních územního dělení a tak zde vznikají i různé extrapolací modely pro budoucí produkci (např. založeny na přístupu nelineární regrese). Jinými slovy, pro větší územní oblasti máme robustnější predikci. Díky tomu vzniká prostor pro propojení prognóz napříč stromovou strukturou. Tento přístup je využit nejen pro historická data, ale také pro extrapolované hodnoty. Stejně tak je možné agregovat různé kódy odpadu. Tuto vlastnost zachycuje obr. 67. Tato myšlenka je pak zahrnuta ve výsledné prognóze a přispívá především k odhadům u uzlů, kde je dosaženo špatných výsledků při extrapolaci regresního modelu.



Obr. 67 Schéma možných způsobů prognózování

Při využití přístupů znázorněných na obr. 67 nám vzniká několik možností, jak pracovat s dostupnými daty. Z matematického pohledu však není obecně možné obdržet pro různé modely ekvivalentní výsledky. Tento efekt je dán nelineárními vztahy v predikčních modelech. Pro celkové vyhodnocení všech získaných výsledků tak vznikl optimalizační model, který uvažuje všechny možné přístupy se zachováním hierarchické struktury (viz obr. 67) a dalších bilančních vztahů mezi různými odpady. Tento model pak minimalizuje součet čtverců chyb daného modelu od hledané hodnoty, viz (R1) a (R2). Odhadované reprezentativní údaje o hmotnosti (m) v určitém regionu jsou značeny hvězdičkou (*) a aditivní nepřesnost v tomto odhadu vůči reálné hodnotě je značena ε . Základní podmínky pak mají tvar:

$$m = m^* + \varepsilon^m, \quad (\text{R1})$$

$$m_j = \text{suma}(m_k) \quad (R2)$$

$$SKO = KO - \text{Separovaný odpad} \quad (R3)$$

Rovnice (R1) je postupně aplikována na různé územní jednotky (kraje, okresy, ORP). Představuje nejen celkovou produkci SKO, ale i produkci dalších proměnných, jako např. produkci jednotlivých komponent SKO (např. podíl skla, papíru nebo plastu v SKO, míra separace jednotlivých složek, apod.). Rovnice (R2) zohledňuje hierarchickou strukturu pomocí bilančního vztahu, kdy je nutné zaručit, že agregované údaje za vyšší celek (např. kraj) vznikly agregací údajů dílčích celků ve vyšším celku zahrnutých (ORP v rámci kraje). Dále je v nástroji zahrnuta struktura a vztahy mezi jednotlivými skupinami KO, příkladem je matematicky vyjádření rovnice (R3), jakožto vztah mezi SKO, KO a odděleně sbíraným (separovaným) KO. Provázanost uvedených vztahů (R1), (R2) a (R3) pak způsobuje okrajové podmínky výpočtu, viz obr. 66 a obr. 67. Výsledné hodnoty m pro všechny typy odpadu jsou pak získány pomocí minimalizace účelové funkce. Účelovou funkcí je součet čtverců hodnot všech

nepřesností ε . Výsledné množství a složení odpadu pak hraje klíčovou roli při vyhodnocování potenciálu. Informace o produkci jednotlivých druhů odpadu jsou základními vstupními daty pro nástroj NERUDA.

Výpočtový systém JUSTÝNA představuje komplexní nástroj pro odhad parametrů KO na několika úrovních územního uspořádání, který bude schopen predikovat složení a produkci odpadu na základě dostupných dat. Zde je pak zohledněna možná nepřesnost analyzovaných údajů.