

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Návrh logistického systému pro sběr a energetické využití objemného
domovního odpadu**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel BENEŠ**
Osobní číslo: **E10B0517P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Technická ekologie**
Název tématu: **Návrh logistického systému pro sběr a energetické využití objemného domovního odpadu**
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Analyzujte současný stav produkce a způsobů nakládání s objemným domovním odpadem.
2. Popište logistický systém sběru a dalšího využívání objemného domovního odpadu z hlediska environmentální, energetické a ekonomické přijatelnosti.
3. Porovnejte zjištěné informace se zahraničními zkušenostmi.
4. Navrhněte optimální řešení pro sběr a další využití objemného domovního odpadu ve sledovaném území.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Rozsah pracovní zprávy: **20 - 30 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:


- 1. Aktuální odborná periodika a sborníky s konferencí a seminářů vztahující se k problematice dalšího využívání objemného domovního odpadu.**

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Eduard Ščerba, Ph.D.**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **15. října 2012**
Termín odevzdání bakalářské práce: **7. června 2013**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2012

Abstrakt

Cílem práce byl návrh logistického systému pro sběr objemného domovního odpadu a jeho energetické využití v Plzeňském kraji. Nejprve bylo provedeno vyhodnocení zkušenosti s objemným odpadem v ČR a zahraničí. Návrh dále vychází z analýzy stávající produkce a nakládání s objemným odpadem, ale také ze složení objemného odpadu v Plzeňském kraji a možností jeho energetické využití. Návrh předpokládá zavedení odděleného sběru energeticky využitelných objemných odpadů v současné síti sběrných dvorů v Plzeňském kraji. Na něj navazuje úprava této části objemného odpadu na alternativní paliva v místě jeho předpokládané energetické spotřeby. Návrh řeší technické a organizační předpoklady pro zavedení tohoto systému a hodnotí jeho přínosy z hlediska ekologického, energetického a ekonomického.

Klíčová slova

logistický systém, objemný odpad, sběr, energetické využití

Abstract

The aim of the work was the proposal of logistic system for the collection of bulky household waste and energy utilization in the Region. First, an evaluation of the experience of bulky waste in the Czech republic and abroad. Furthermore, the proposal is based on an analysis of existing production and handling of bulky waste but also the composition of bulky waste in the Region and the options of its energy utilization. The proposal envisages the introduction separate collection of energetic exploitable bulky waste in the current network of collection points in the Region. This is followed by the treatment of bulky waste to alternative fuel in place of the expected energy consumption. The proposal addresses the technical and organizational prerequisites for the implementation of this system and evaluates benefits in terms of environmental, energy and economic.

Key words

logistics system, bulky waste collection, energy utilization

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou/bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské/diplomové práce, je legální.

.....
podpis

V Plzni dne 6.6.2013

Pavel Beneš

Poděkování

Rád byl poděkoval vedoucímu bakalářské práce Mgr. Eduardu Ščerbovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Také bych chtěl poděkovat pracovníkům Regionální rozvojové agentury Plzeňského kraje, zejména řediteli Ing. Filipu Uhlíkovi a odborníci na problematiku nakládání s odpady Lence Šlajsové za cenné praktické zkušenosti.

Obsah

OBSAH	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	9
ÚVOD	10
1 TEORETICKÁ ČÁST	11
1.1 DEFINICE OBJEMNÉHO ODPADU	11
1.2 SLOŽENÍ OBJEMNÉHO ODPADU	11
1.3 ZPŮSOBY NAKLÁDÁNÍ S OBJEMNÝM ODPADEM	14
1.3.1 <i>Zkušenosti s nakládáním s objemným odpadem v ČR</i>	14
1.3.2 <i>Praxe nakládání s objemným odpadem v zahraničí – Bavorsko</i>	18
2 ANALYTICKÁ ČÁST	19
2.1 PRODUKCE OBJEMNÝCH ODPADŮ V PLZEŇSKÉM KRAJI	19
2.2 NAKLÁDÁNÍ S OBJEMNÝM ODPADEM V PLZEŇSKÉM KRAJI	21
2.3 SOUČASNÁ PRAXE NAKLÁDÁNÍ S OBJEMNÝM ODPADEM V PLZEŇSKÉM KRAJI	22
2.3.1 <i>Průzkum sběrných dvorů</i>	23
2.4 SLOŽENÍ OBJEMNÝCH ODPADŮ V PLZEŇSKÉM KRAJI	24
3 NÁVRHOVÁ ČÁST	26
3.1 VYUŽITELNÉ MNOŽSTVÍ OBJEMNÝCH ODPADŮ V PLZEŇSKÉM KRAJI	27
3.2 TECHNICKÉ A ORGANIZAČNÍ PŘEDPOKLADY ENERGETICKÉHO VYUŽITÍ OBJEMNÝCH ODPADŮ	27
3.2.1 <i>Oddělený sběr objemných odpadů</i>	28
3.2.2 <i>Příprava paliva</i>	30
3.2.3 <i>Shrnutí pořizovacích nákladů</i>	31
3.3 PŘÍNOSY NÁVRHU ŘEŠENÍ	32
ZÁVĚR	34
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	36
PŘÍLOHY	1

Seznam symbolů a zkratek

OO.....	Objemný odpad
SKO.....	Směsný komunální odpad
RRA.....	Regionální rozvojová agentura Plzeňského kraje
ISOH	Informační systém odpadového hospodářství
UK.....	Univerzita Karlova

Úvod

Předkládaná práce je zaměřena na návrh logistického systému pro sběr objemného odpadu a jeho energetické využití v Plzeňském kraji.

Text je rozdělen do tří částí. Teoretická část se zabývá dostupnými zdroji k této problematice a zkušenostmi v této oblasti. Analytická část zjišťuje velikost produkce objemného odpadu v Plzeňském kraji a způsoby jeho nakládání. V návrhové části byl navržen systém sběru objemných odpadů až po jeho úpravu pro energetické využití a byl vyhodnocen z hlediska ekologického, energetického a ekonomického.

Inspiraci k tématu této práce jsem získal díky brigádě v Regionální rozvojové agentuře Plzeňského kraje, kde jsem se problematikou produkce a nakládání s objemnými odpady zabýval. Při zpracování této práce jsem měl tak možnost využít získané poznatky a zkušenosti.

TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Definice objemného odpadu

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech definuje odpad jako movitou věc, které se člověk zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit. Objemný komunální odpad je domovním odpadem, respektive odpadem z domácností, který vzhledem ke svým rozměrům nebo hmotnosti nelze odkládat do běžných sběrných nádob (80-1100 dm³). [1]

Podrobně zařazení objemného odpadu podle Katalogu odpadů (viz vyhláška č. 381/2001 Sb.) ukazuje následující přehled:

20 - Komunální odpad

20 01 - Složky z odděleného sběru

20 02 - Odpady ze zahrad a parků

20 03 - Ostatní komunální odpad

20 03 01 - Směsný komunální odpad

20 03 02 - Odpad z tržišť

20 03 03 - Uliční smetky

20 03 04 - Kal ze septiků a žump

20 03 06 - Odpad z čištění kanalizace

20 03 07 - Objemný odpad

20 03 99 - Komunální odpady jinak blíže neurčené

Z Katalogu odpadů tedy vyplývá, že objemný odpad patří mezi komunální odpady (skupina 20) a v jeho rámci je součástí Ostatních komunálních odpadů (podskupina 20 03) společně např. se směsným komunálním odpadem.

Komunální odpad, a tedy i odpad objemný, je tvořen domovním odpadem pocházejícím z domácností a také odpadem z drobných živnostenských výroby, tzv. živnostenským odpadem. Odpad z domácností produkují občané a původcem odpadu ve smyslu zákona o odpadech je v takovém případě obec.

Živnostenský odpad je často spojován s odpadem podobným odpadu z domácností, vznikajícím při nevýrobní činnosti právnických osob a fyzických osob oprávněných k podnikání na území obcí (např. v úřadech, v kancelářích, v kulturních a vzdělávacích zařízeních, v síti obchodů a služeb včetně veřejného stravování). Jedná se tedy o komunální odpad nepocházející z bydlení. [2]

1.2 Složení objemného odpadu

Objemný odpad jako součást komunálních odpadů je svým složením velice různorodý a je tedy velmi obtížné jej charakterizovat z hlediska jeho složení. V ČR neexistuje mnoho dostupných informací o složení objemných odpadů. Jedním z pokusů o analýzu složení objemného odpadu z poslední doby je analýza „Výzkum vlastností komunálních odpadů a optimalizace jejich využívání“, kterou zpracovala Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze v roce 2009 [4].

Rozbory byly provedeny na objemných odpadech z území Královéhradeckého a Pardubického kraje v období červen až říjen 2009. V zájmovém území bylo navíc provedeno sociologické šetření na reprezentativním vzorku obyvatel obcí řešeného území s cílem identifikovat postoje a chování obyvatel k předmětům dlouhodobé spotřeby. Metodika vzorkování byla vytvořena Přírodovědeckou fakultou Univerzity Karlovy [3]. Toto šetření bylo provedeno v říjnu 2009. Stanovení standardů jednotlivých složek (předmětů) probíhalo na vymezených plochách (překladiště Temešvár, skládka České Libchavy, Sběrný dvůr Praha 4, skládka Ďáblice).

Jedním z cílů této analýzy bylo určit hmotnostní a objemové standardy předmětů v objemných odpadech. Přínos analýzy je v přehledu složek objemného odpadu, získaný na základě systematických rozborů objemných odpadů. Analýza použila třídění složek objemných odpadů (předmětů) do skupin (viz příloha 1) podle analýzy Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy [4].

Kromě hmotnostních standardů byl další výstup analýzy včetně procentuálního složení složek objemného odpadu publikován časopisem „Odpadové fórum“ [5]. Složení objemných odpadů aktuálně vyřazovaných z domácností v ČR bylo stanoveno na základě metodického postupu založeného na bilanční výpočtové metodě, jejímž základem jsou standardy vyřazovaných předmětů z domácností a jejich životnosti. Standardy byly vytvořeny na základě experimentálních měření a specifického průzkumu v domácnostech.

Celková aktuální roční produkce (2008) objemných odpadů z domácností v ČR, která souvisí s vyřazováním a obměnou užívaných předmětů a která respektuje další možnosti využití (mimo domácnost, materiálové využití), se podle této studie pohybuje kolem 17 kg/rok na 1 obyvatele. Jedná se o aktuální roční produkci pocházející z domácností.

Metodiku rozdělení objemných odpadů do jednotlivých skupin předmětů si zpracovala sama Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy. Z tabulky 1 [5], která shrnuje výsledky analýzy, je vidět, že v analýze jsou do objemného odpadu řazeny i druhy odpadů, které by se tam vyskytovat neměly. V tomto vzorku tvoří nesprávně zařazené odpady, co se týče hmotnosti velmi významnou část.

Tabulka 1: Odhad složení aktuálních ročních objemných odpadů z domácností v ČR (2008)

Skupina předmětů	Kód odpadu	Materiál	Podíl (% hm.)
Nábytek	20 01 38	dřevo/kombinace	7,3
Ostatní dřevěné	20 01 38	dřevo/kombinace	9,8
Keramika/sklo	20 03 07	keramika/sklo	8,5
Kovy	20 01 40	Fe/Al/Cu/Pb	20,1
Elektro	20 01 36	kombinace	12,8
Textil/koberce	20 01 10/11	přírodní směs	5,2
Obaly	15 01 xx	papír/plasty/sklo	7,3
Plasty	20 01 39	směs	12,3
Obuv	20 01 99	směs	1,0
Tráva/listí	20 02 01	BIO	15,7
CELKEM			100

Zdroj: Odpadové fórum

Materiálově dominantními složkami objemných odpadů z domácností (podle aktuálně vyřazovaných předmětů v roce 2008) jsou kovy, dřevo a tráva/listí. Významný podíl tvoří rovněž vyřazená elektrozařízení a plasty. Keramika a sklo (8,5 % hm.) představují podíl objemných odpadů, který pravděpodobně nemá další využití a musí být skládkován. Nezanedbatelný podíl (7,3 % hm.) objemných odpadů z domácností tvoří obaly. Spalitelná část objemných odpadů (nábytek, dřevo, textil/koberce, plasty, obuv) má orientační výhřevnost cca 19 MJ/kg (původního vzorku).

Významným zjištěním je poznatek, že převažující část objemných odpadů je materiálově a energeticky využitelná. Je tedy potřebné doplnit vznikající integrované systémy nakládání s komunálními odpady o části materiálového rozdrožování, úpravy a následného dotřídění a využití objemných odpadů.

Pro naše účely je nutné složky objemného odpadu rozdělit na energeticky využitelné, materiálově využitelné a nevyužitelné složky.

Z tabulky 1 „Odhad složení aktuálních ročních (2008) objemných odpadů z domácností v ČR“ lze určit, které složky jsou spalitelné v kotli a které ne, a zároveň jejich podíl na celkové hmotnosti objemného odpadu. Pro spalování v kotli se jako spalitelné jeví skupiny předmětů: „Nábytek“, „Ostatní dřevěné“, „Textil/koberce“ a „Obuv“. Podíl těchto skupin předmětů k celkové hmotnosti vzorku objemného odpadu je přibližně 23%, úplná verze analýzy Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy publikována časopisem Odpadové fórum [5].

Z rozboru je nutné vyloučit elektrošrot a AKU baterie, patří do jiné skupiny odpadu. Dále se pro spalování nehodí předměty s velkým podílem plastových částí (v analýze UK materiálově využitelné). Je nutné také odstranit veškeré bioodpady (zeleň – tráva, zeleň – větve, zeleň – plody), které patří do jiné skupiny odpadu. Totéž platí o stavební suti.

Na základě těchto úvah je možné definovat, co se s velkou pravděpodobností v objemném odpadu bude vyskytovat a co by se tam naopak vyskytnout nemělo. [6]

Typické složky objemného odpadu:

- Starý nábytek (křesla, židle, skříně, válečky)
- Matrace
- Koberce a jiné podlahové krytiny
- Dveře, okna
- Dřevo
- Sportovní potřeby (lyže, snowboardy, sáňky, kola)
- Umyvadla, WC mísy, vany

Do objemného odpadu nepatří:

- Pneumatiky
- Veškerý nebezpečný odpad (lednice, televizory, počítačové monitory, zářivky a výbojky, autobaterie, zbytky barev, zářivky,...)
- Tříděný odpad (papír, sklo, plasty, železo)
- Kompostovatelný odpad (tráva, listí,...)
- Běžný komunální odpad, stavební suť a kámen
- Uhybná domácí zvířata (ty patří do kafilérní stanice)

1.3 Způsoby nakládání s objemným odpadem

Způsoby nakládání s odpady včetně objemných řeší zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů v platném znění. Zákon o odpadech především definuje hierarchii způsobů nakládání s odpady [7]:

- a) předcházení vzniku odpadů,
- b) příprava k opětovnému použití,
- c) recyklace odpadů,
- d) jiné využití odpadů, například energetické
- e) odstranění odpadů.

Podrobněji problematiku nakládání s odpady řeší především:

- zákon č. 185/2001 Sb., III. část: Povinnosti při nakládání s odpady,
- vyhláška MŽP ČR č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.

Nakládání s objemnými odpady se děje především následujícími způsoby:

1. produkce odpadu,
2. sběr odpadů - shromažďování odpadu, soustřeďování odpadu, skladování odpadu,
3. přeprava odpadu, předání oprávněné osob, převzetí odpadu,
4. odstraňování odpadu – materiálové využití odpadu, využití odpadu jako paliva nebo k výrobě energie, skládkování odpadu.

1.3.1 Zkušenosti s nakládáním s objemným odpadem v ČR

Pokud jde o zkušenosti s likvidací objemného odpadu v ČR, je užitečné se zaměřit na území, kde se větší míře využívají i jiné způsoby likvidace objemného odpadu než jen skládkování. Týká se to např. kraje Libereckého a Jihomoravského, kde fungují spalovny, ve kterých jsou likvidovány i objemné odpady.

1.3.1.1 Liberecký kraj a okres Liberec

Výsledky analýzy statistiky nakládání s objemnými odpady v Libereckém kraji s využitím dat společnosti CENIA [12] za rok 2011 shrnuje tabulka 2.

Tabulka 2: Nakládání s objemným odpadem v Libereckém kraji v roce 2011

	Nakládání [t]		Nakládání [%]	
	Liberecký kraj	okres Liberec	Liberecký kraj	okres Liberec
Produkce	24 388	12 081	100	100
Zneškodnění celkem	23 500	10 430	96,4	86,3
Skládkování	11 873	738	50,5	7,1
Spalování	5 461	5 461	23,2	52,4
Úprava/předúprava	6 167	4 230	26,2	40,6

Zdroj: CENIA, vlastní výpočty

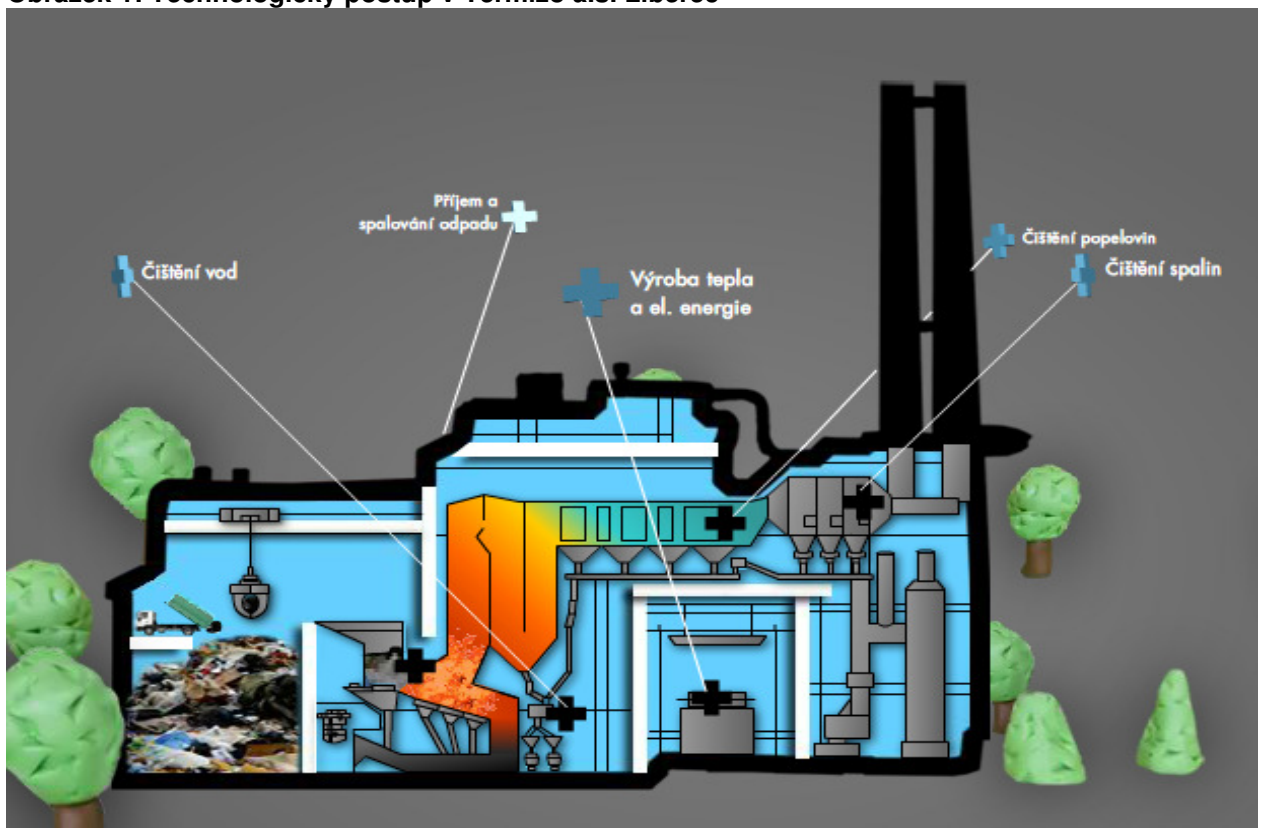
Produkce v Libereckém kraji byla v roce 2011 24 tis. tun, z toho polovina odpadu je skládkována. Více než čtvrtina zneškodňovaného objemného odpadu je vykazována jako předúprava/předpříprava ke zneškodnění. To zřejmě znamená úpravu odpadu na druhotné suroviny nebo palivo. Přibližně čtvrtina objemného odpadu produkovaného v Libereckém kraji se likviduje spalováním.

Když se podíváme na údaje z okresu Liberec, zjistíme, že se pálí shodné množství objemného odpadu za okres jako za kraj. Z toho plyne, že ve spalovně v Liberci se patrně spaluje jen veškerý objemný odpad z okresu Liberec. Přitom spalované množství objemných odpadů zde tvoří více než polovinu vyprodukovaného objemného odpadu (52,4 %).

V Liberci je díky spalovně přizpůsoben i systém sběru objemných odpadů. Například v Liberci platí, že každý občan s trvalým pobytem smí zadarmo uložit na sběrný dvůr až 500 kg objemného odpadu ročně. Zároveň zde také probíhají sanitární svozy na jarní a podzimní úklid. Z toho je vidět, že město Liberec dělá významná opatření a je schopno objemný odpad z velké části využívat.

V okrese Liberec se zaměřili na informovanost obyvatel o sběru odpadu, spalovně a jejím technickém řešení. Na stránkách Termizo a.s. Liberec je velmi dobře popsán informační systém o celé spalovně včetně seznamu odpadů, které spalují, až po parametry spalovacího zařízení.

Obrázek 1: Technologický postup v Termizo a.s. Liberec



Celý technologický řetězec TERMIZA Liberec lze nalézt na jejich webových stránkách [8], stránky jsou přehledné a přizpůsobené laické veřejnosti, chybí zde však detailnější popis jednotlivých částí technologického procesu.

1.3.1.2 Jihomoravský kraj a okres Brno – město

Výsledky analýzy statistiky nakládání s objemnými odpady v Jihomoravském kraji s využitím dat společnosti CENIA za rok 2011 shrnuje tabulka 3.

Tabulka 3: Nakládání s objemným odpadem v Jihomoravském kraji v roce 2011

	Nakládání absolutně [t]		Nakládání relativně [%]	
	Jihomoravský kraj	okres Brno-město	Jihomoravský kraj	okres Brno-město
Produkce	57 953	24 722	100	100
Zneškodnění celkem	65 814	3 213	114	13
Skládkování	62 596	0	108	0
Spalování	3 218	3 213	6	13

Zdroj: CENIA, vlastní výpočty

Z tabulky 3 je patrné, že produkce objemného odpadu v Jihomoravském kraji v roce 2011 činila 58 tisíc tun. Z celkového zneškodňovaného množství bylo 95 % odpadu skládkováno a 5 % objemného odpadu bylo spalováno.

Při srovnání údajů za okres Brno-město a celý Jihomoravský kraj je zde i téměř shodné množství spalovaného objemného odpadu. Patrně se tedy do spalovny objemný odpad sváží jen z okresu Brno – město.

Podíváme-li se na jen okres Brno-město za rok 2011 je patrné, že z vyprodukovaných 25 tis. tun objemného odpadu se v okrese Brno-město zneškodňuje asi 13 %, a to spalováním. Zbylý vyprodukovaný objemný odpad z okresu Brno-město se zřejmě vozí na skládky mimo okres.

Brno poskytuje odvoz objemného odpadu přímo z domu. Cena odvozu OO v Brně je 250,- Kč/m³. Zdrojem oficiální stránky města Brno [17].

1.3.1.3 Technologie likvidace odpadu v ČR

Technologie energetického využití objemného odpadu v SAKO Brno a.s. je lépe popsána a to na stránkách časopisu All for power [9], je zde přiblížen proces konečného dotřídění odpadu před spálením, ale také druh a parametry drtiče objemného odpadu. Tento drtič jsem se rozhodl dál podrobněji popsat, protože by mohl sloužit jako vhodná inspirace pro náš návrh objemové úpravy objemného odpadu.

Drtič odpadu

Pomaloběžný dvouhřídelový drtič odpadu CDRU 2400 je určen pro drcení velkoobjemového odpadu před jeho spálením. Velikost pracovní plochy drtiče 1 300 × 2 400 mm umožňuje drtit prakticky všechny známé druhy odpadu velkých rozměrů. V drtiči je zpracováván jednak odpad ze sběrných dvorů, jako např. různé kusy nábytku, koberce apod., ale také větve z údržby městské zeleně a různý další objemný odpad. Účelem drcení je příprava odpadu pro spalování, tedy jeho objemové zmenšení. Velikost výstupního segmentu je 60 – 90 mm.

Drtič je vybaven hydraulickým přítlačným zařízením pro prvotní natlačení odpadu mezi pracovní válce. Přítlak je umístěn v násypce drtiče a vykonává kývavý pohyb. Tvar přítlaku zajišťuje, že odpad v násypce netvoří klenbu a po přesunutí přítlaku do horní polohy vlastní vahou spadne do prostoru drticích segmentů. Pokud jej tyto nezachytí, přítlak jej poté silou natlačí mezi pracovní válce.

Činnost přítlaku řídí mikropočítač. Jeho činnost lze vypnout, nebo lze přítlak přepnout do ručního ovládání režimu.

Drtič je masivní konstrukce, jeho hmotnost je téměř 13 tun (viz obrázek 2). Vlastní drcení probíhá stříhem mezi hranami segmentů, které jsou nasazeny na dvou proti sobě se otáčejících hřídelích. Segmenty jsou vyrobeny z kvalitní nástrojové oceli, polotovarem na jejich výrobu jsou samostatné výkovky. Po obrobení jsou segmenty tepelně zpracovány. To umožňuje zachovat požadované vlastnosti stříhu i po přebroušení hran segmentů.

Násypka drtiče je vybavena mlžícím zařízením snižujícím prašnost odpadu během vlastního drcení.

Pohon drtiče je realizován pomocí hydrostatických pohonů zn. Hagglunds s instalovaným elektrickým příkonem 200 kW od společnosti Bosch Rexroth s.r.o. Každý rotor (hřídel) je nezávisle poháněn jedním pomaluběžným hydromotorem. Hydromotory jsou poháněny z hydraulické stanice s tandemovým čerpadlem a jedním 200 kW elektromotorem. Systém je standardně vybaven „automatickou reverzací pohonů“, která jednak chrání zařízení při přehlcení materiálem a jednak umožňuje bez zásahu obsluhy rozdrcení i větších a houževnatějších materiálů, které se můžou dostat do drtiče.

Obrázek 2: Drtič odpadu CDRU 2400



Při opakované reverzaci se drtič odstaví a nahlásí poruchu. Obsluha pak musí nedrtitelný předmět z prostoru drtiče odstranit. K tomu slouží obslužný otvor s hydraulicky ovládanými dvířky. Vzhledem k síle drtiče jde při pečlivosti obsluhy při zakládání odpadu o jev zcela výjimečný.

Zakládání odpadu do drtiče bylo v projektu zadavatele navrženo pomocí hydraulické ruky, což se však s ohledem na rozměry haly, kde je drtič umístěn, ukázalo jako nevhodné. Firma ODES navrhla a posléze realizovala variantu zakládání vstupním dopravníkem, které se v provozu osvědčilo. Mohutný šikmý řetězopásový dopravník má šířku 2 metry a vysoké bočnice. Vstupní část dopravníku je pod úrovní podlahy a uspořádání vstupní části umožňuje nahrnování odpadu na dopravník pomocí nakladače.

Nadrcený odpad padá do zásobního prostoru pod drtičem. Tento prostor je od haly drcení oddělen posuvnou kovovou přepážkou.

Provoz drtiče a vstupního dopravníku je řízen operátorem z klimatizované řídicí kabiny, kde je umístěn ovládací panel s displejem. Zařízení jsou opatřena standardními bezpečnostními prvky (ochranné kryty, stoptlačítka, bezpečnostní lankové vypínače apod.).

Součástí dodávky drtiče byl rovněž elektricky lanový kladkostroj s pojezdovou drahou po délce haly a posuvná konstrukce pod drtičem umožňující přesun stroje do servisní polohy pro demontáž hřídele drtiče a jejich odvoz ven z haly. [9]

1.3.2 Praxe nakládání s objemným odpadem v zahraničí – Bavorsko

Hlavní postupy v odpadovém hospodářství v Německu jsou v souladu s evropskou legislativou:

- 1) Předcházení vzniku odpadu
- 2) Recyklace odpadu
- 3) Energetické využití odpadu

Zákon o recyklaci je velice podobný našemu, hlavně proto, že vychází z evropské legislativy. Také katalog odpadů je srovnatelný s naším. Snad jen jedna odlišnost - v Německu patří do objemného odpadu elektrospotřebiče, které se u nás řeší zpětným systémem odběru. Více v kapitole Norimberk.

Systém sběru a zneškodňování objemných odpadů v Bavorsku je možné dobře demonstrovat na městě Norimberk a spalovně Schwandorf.

1.3.2.1 Norimberk

Na příkladu Norimberku nás zajímal hlavně systém sběru objemného odpadu v Bavorsku. Na oficiálních stránkách města Norimberk [10] jsem zjistil, že lze objemný odpad odevzdat v jednom z center pro recyklaci nebo lze požádat o odvoz objemného odpadu pro celou ulici, popř. je možné použít službu odvozu odpadu na zavolání. Tato služba je jednou za rok zdarma, poté je již placená. Při tomto odvozu lze odevzdat až 6 m³ odpadu.

Do objemného odpadu patří např.:

- Rošty, sedací soupravy, postele, matrace
- Jízdní kola, kočárky
- Boxy, kufry
- Komody, psací stoly, židle, knihovny, skříně, židle, stoly
- Chladničky, mrazničky, trouby, sporáky
- TV, rádio
- Elektrická a elektronická zařízení

Do objemného odpadu nepatří např.:

- Problémový odpad z domácností (např. baterie, bytová chemie, barvy, laky)
- Odpady vznikající při výstavbě, přestavby a oprav (např. umyvadla, WC mísy, nástěnné, kusy betonu, omítky, kámen, hlína, písek), .
- Pneumatiky osobních automobilů
- Objemný živnostenský odpad
- Běžný komunální odpad (např. tapety).
- Pytle, kartony

1.3.2.2 Schwandorf

Spalovna Schwandorf má velmi kvalitní a rozsáhlý systém sběru odpadu. Do Spalovny Schwandorf se sváží odpad z celé 1/5 území Bavorska a funguje pro 1 800 000 obyvatel Bavorska. Asi 80 % svážení komunálních odpadů je prováděno železniční dopravou, zbytek tvoří silniční doprava.

Na cestě do spalovny Schwandorf se nachází 10 překladových skladišť a 2 shromaždiště odpadu z obou směrů vlaku, tedy od severu a jihu. Na každém překladišti je možné odevzdat odpad, který se sváží a naučtuje se poplatek tomu, kdo odpad přivezl. Odpad na překladištích je rozdrčen a poté vtlačen do speciálních nádob na odpad. Ty jsou poté sváženy vlakem do spalovny, kde už se další úpravy neprovádějí a je možné přímo spalovat. Sběr komunálních odpadů probíhá jen o všedních dnech, ale protože teplo a elektřina jsou potřeba každý den, je nutné uschovat nějakou část odpadu i na víkendy. [11]

2 ANALYTICKÁ ČÁST

2.1 Produkce objemných odpadů v Plzeňském kraji

Produkce objemného odpadu za celou ČR v roce 2011 byla 478 607 t. Při zjištění počtu obyvatel k tomuto roku vychází produkce na 1 obyvatele 45 kg/rok. Důležitější otázkou je, jaké množstvím objemného odpadu je produkováno na území Plzeňského kraje.

Data o produkce objemných odpadů v letech 2006-2011 byla čerpána především z Informačního systému odpadového hospodářství (ISOH) [12], který pod záštitou Ministerstva pro životní prostředí zajišťuje společnost CENIA. Výsledek shrnuje tabulka 4.

Tabulka 4: Produkce objemných odpadů v Plzeňském kraji (t/rok)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
OO Celkem	27 077	31 560	34 282	34 161	42 955	36 153

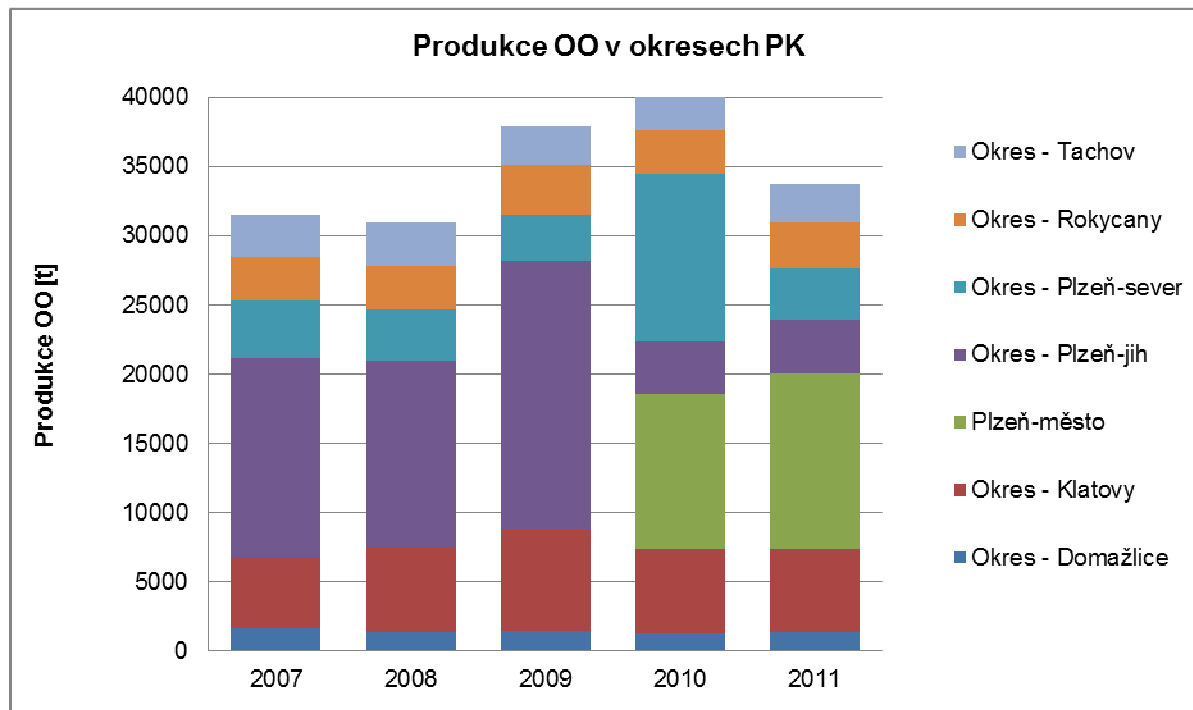
Zdroj: CENIA

Produkce objemného odpadu v Plzeňském kraji měla do roku 2010 rostoucí charakter. Pokles v roce 2011 ukazuje, že v dalších letech můžeme uvažovat poměrně stabilní produkce objemných odpadů v intervalu 36-40 tis. t/rok. Při produkci 36 tis. t/rok je produkce OO na jednoho obyvatele přibližně 63 kg. Jde tedy o jednu z největších hodnot v rámci krajů ČR.

Další otázkou je, zda produkce objemných odpadů z daného území skutečně závisí na počtu obyvatel, tj. zda je na větším území dlouhodobě konstantní. K tomu byly zpracovány údaje o produkci z ISOH za okresy Plzeňského kraje (viz graf 1).

Graf 1 naznačuje, že v období 2007-2009 byla data zřejmě za okres Plzeň-město chybně přičítána okresu Plzeň-jih. Přechodný nárůst produkce objemných odpadů v Plzeňském kraji v roce 2010 byl způsoben nárůstem evidovaným v okrese Plzeň sever.

Graf 1: Produkce objemného odpadu v Plzeňském kraji po okresech



Pokud produkci přepočteme na 1 obyvatele (viz tabulka 5), ještě více vyniknou vnitrokrajské rozdíly v produkci objemných odpadů.

Tabulka 5: Produkce objemného odpadu na 1 obyvatele v Plzeňském kraji

	Produkce objemného odpadu na 1 obyvatele (kg)				
	2007	2008	2009	2010	2011
Okres - Domažlice	27,79	23,11	24,60	20,60	22,83
Okres - Klatovy	59,09	68,38	81,64	69,78	68,32
Plzeň-město				60,09	68,37
Okres - Plzeň-jih	239,77	222,30	316,90	62,00	62,95
Okres - Plzeň-sever	56,66	49,98	44,50	160,50	48,96
Okres - Rokycany	68,25	65,59	75,27	66,77	69,73
Okres - Tachov	57,76	59,89	52,39	53,22	52,55
kraj celkem	56,2	54,4	66,2	70,76	59,01

Zdroj: CENIA, vlastní výpočty

Pomineme-li výše uvedené odchylky (zřejmé chyby), je z tabulky 5 patrné, že celková produkce objemných odpadů na 1 obyvatele se pohybuje nejčastěji mezi 60 a 70 kg. Výjimkou je okres Domažlice, který má dlouhodobě nižší produkci. Produkce v roce 2010 v okrese Plzeň-sever (160 kg/obyv.) naznačuje, že se jednalo o ojedinělou událost zřejmě způsobenou nárůstem objemných odpadů od podnikatelských subjektů. Počty obyvatel v okresech pro rok 2011 jsem získal z Českého statistického úřadu. [13]

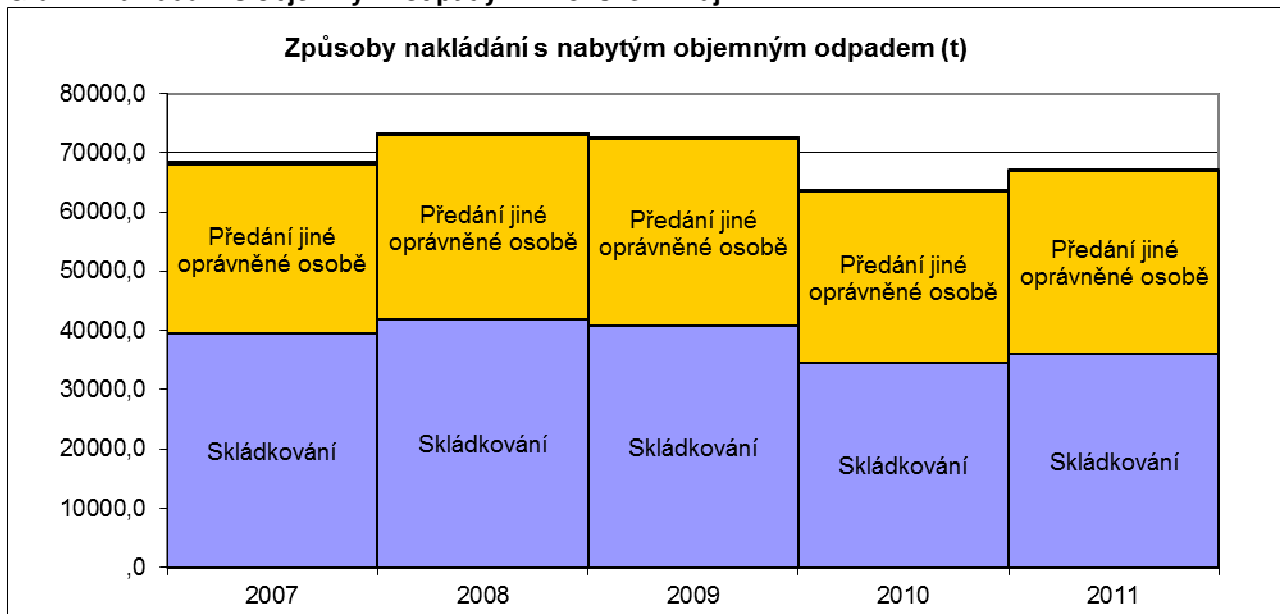
Objemné odpady neprodukují pouze obce jako původci odpadů, ale také živnostníci, popř. firmy. To potvrzují i poznatky analýzy z UK v Praze [4].

Po konzultaci s RRA bylo zjištěno, že obce produkují přibližně 2/3 veškerého objemného odpadu. Z toho lze odvodit, že množství objemných odpadů produkovaných obcemi v Plzeňském kraji je přibližně 24 tis. t/rok. [14]

2.2 Nakládání s objemným odpadem v Plzeňském kraji

Nakládat s odpadem (včetně objemného) mohou podle zákona č. 185/2001 Sb., kromě měst a obcí jen firmy oprávněné pro tuto činnost. Dominantní způsoby nakládání s objemnými odpady (kromě produkce) v Plzeňském kraji v posledních letech dokládá graf 2.

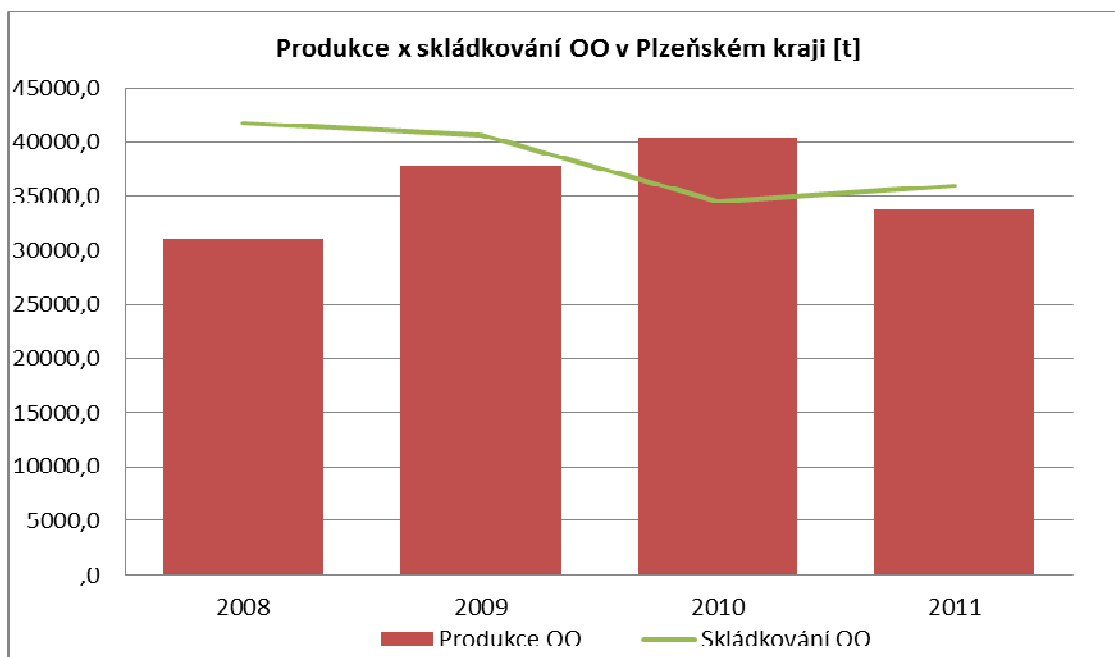
Graf 2: Nakládání s objemnými odpady v Plzeňském kraji



Zdroj: CENIA, vlastní výpočty

Z grafu 2 je vidět, že téměř stejné množství objemného odpadu, který je skládkován, je předáváno jiné oprávněné osobě kromě dopravce. Je zřejmé, že předávání objemného odpadu mezi původci a firmami oprávněnými nakládat s odpady je časté, a proto toky objemného odpadu lze velmi špatně sledovat. Co nás hlavně zajímá, je produkce objemného odpadu a způsoby jeho zneškodnění (viz graf 3).

Graf 3: Produkce a skládkování objemného odpadu v Plzeňském kraji



Zdroj: CENIA, vlastní výpočty

Graf 3 dokládá význam skládkování pro nakládání, resp. zneškodňování celkového produkovaného množství objemných odpadů v Plzeňském kraji včetně podnikatelského odpadu. Je vidět, že v Plzeňském kraji se obvykle skládkuje více objemného odpadu, než se vyprodukuje. Zřejmě se tedy na území kraje objemný odpad i dováží. Výjimkou byl rok 2010, kdy byla produkce nadprůměrná a skládkované množství podprůměrné. Na území kraje není žádný objemný odpad spalován.

2.3 Současná praxe nakládání s objemným odpadem v Plzeňském kraji

V Plzeňském kraji existují dva hlavní způsoby sběru objemných odpadů. Jednak jsou to sběrné dvory, kam může každý dovést svůj objemný odpad, a další možností jsou to ambulantní svozy.

Pokud jde o odstranění objemného odpadu, využívá se v Plzeňském kraji prakticky jen skládkování. Často se tak neděje přímo, ale původci objemného odpadu využívají možnost předat tento odpad jiné oprávněné osobě.

Sběrné dvory

Na území Plzeňského kraje se v roce 2012 nacházelo 79 sběrných dvorů podle zdrojů RRA [14]. Větší města mají více než jeden SD, např. Plzeň, Klatovy, Tachov, Domažlice (viz tabulka v příloze 3).

Síť sběrných dvorů v Plzeňském kraji dokládá mapka (viz příloha 2). Z mapy sběrných dvorů je patrné, že většina sběrných dvorů se nachází ve větších městech a podél hlavních silničních tahů. Je zde vidět mnoho oblastí, kde je sběrný dvůr velice vzdálený a svoz objemného odpadu je řešen především ambulantními svozy.

Tabulka v příloze 3 dokládá, že 404 tis. obyvatel Plzeňského kraje (70 % z 570 tis.) žije v obci se sběrným dvorem. Pro potřeby návrhu tedy můžeme předpokládat, že prostřednictvím sběrných dvorů jsou sbírány přibližně 2/3 objemných odpadů z domácností. Při 24 tis. tunách objemných odpadů obcí Plzeňského kraje ročně je to přibližně 16 tis. tun objemných odpadů ze sběrných dvorů.

Z toho je dále patrné, že pro sběr objemných odpadů je klíčový sběr prostřednictvím sběrných/ch dvorů. Výhodou tohoto způsobu je také dohled při odkládání objemných odpadů občany.

Ambulantní svozy objemného odpadu

Ambulantní svozy se provádějí hlavně v obcích bez sběrného dvora. Nejčastěji na jaře a na podzim, kdy lidé nejčastěji vyklízejí půdy, kůlny, garáže. Při ambulantních svozích dochází k ukládání do kontejneru na objemný odpad i těch složek, které do kontejneru na objemný odpad nepatří, např. bioodpad nebo směsný komunální odpad.

Řešením je ambulantní svoz s dohledem, který hlídá složení objemného odpadu v kontejneru. To se však téměř nikde neděje, neboť kontejner je obvykle pouze přistaven a po určité době je volně přístupný. Kvalita sebraného odpadu tedy závisí jen na kázni občanů.

Skládky

Skládky v současné době představují naprosto dominantní způsob zneškodňování objemných odpadů v Plzeňském kraji. V kraji se nachází 12 skládek odpadu (rozmístění viz příloha 2).

Cena za uložení 1 tuny objemného odpadu se v Plzeňském kraji pohybuje od 1 200 do 1 500 Kč/t. [15]

2.3.1 Průzkum sběrných dvorů

Pro lepší poznání současné praxe nakládání s objemnými odpady na sběrných dvorech jsem provedl průzkum sběrných dvorů v Plzeňském kraji. Navštívil jsem 3 sběrné dvory, které se lišily velikostí sídla a vzdáleností od centra kraje.

V rámci průzkumu jsem provedl dotazníkové šetření zaměřené na nakládání s objemnými odpady. Dotazována byla obsluha sběrných dvorů. Na všech 3 místech byly položeny následující otázky:

- 1) Pro jaké území fungujete / sbíráte OO?
- 2) Kolik tun OO za rok seberete?
- 3) Kolik a jak velkých kontejnerů na objemný odpad máte? [m³]
- 4) Roztřídíte OO? Na kolik druhů?
- 5) Kolik kontejneru OO vyvážíte v průměru týdně/měsíčně?
- 6) V jaké měsíci je největší a nejmenší produkce OO, popř. kolik tun měsíčně?
- 7) Kdo provozuje sběrný dvůr, kdo vám odváží OO a kam?

Výsledky dotazníkového šetření shrnuje tabulka 6. Na některé otázky nebyla obsluha schopna nebo ochotna odpovědět.

Tabulka 6: Odpovědi na otázky při terénním průzkumu SD v Plzeňském kraji

	SD Jateční	SD Starý Plzenec	SD Blovice
1. otázka	Plzeň	Starý Plzenec a okolí	Blovice a okolí
2. otázka	max. 140 t/měsíc	max. 48 t/měsíc, min. 6 t/měsíc	-
3. otázka	2x38m ³ + 1x18m ³	1x38m ³	2x9,5m ³ +1 BIO kontejner
4. otázka	-	Ne, na podzim se přidá BIO	OO zvlášť, BIO zvlášť
5. otázka	-	max. 2xtýdně, min. 1x měsíčně	max. 2xtýdně, min. 1x měsíčně
6. otázka	nejvíc jaro, nejméně podzim	podzim, kvůli bioodpadu	přes jaro a léto
7. otázka	Becker Bohemia s.r.o	AVE s.r.o.	ZSK

Zdroj: Vlastní terénní průzkum

Průzkum prokázal, že je již zavedenou praxí, že na sběrných dvorech se objemný odpad sbírá odděleně. Ke sběru jsou využívány především velkoobjemové kontejnery. SD v Plzni měl k dispozici těchto kontejnerů více. Závisí to především na množství odpadů.

Existují poměrně velké rozdíly ve sbíraném množství objemných odpadů během roku.

V některých SD je do objemného odpadu sbírán i bioodpad, který pak hlavně na podzim tvoří velkou část objemného odpadu.

2.4 Složení objemných odpadů v Plzeňském kraji

Pod pojmem objemný odpad se v každé lokalitě skrývá jiné složení odpadů s rozdílnou mírou vyřídění využitelných složek. Hlavní rozdíl je v tom, do jaké míry je tento odpad sbírán prostřednictvím sběrných dvorů a do jaké míry je na nich obsluhou či obyvateli rozříděn na dřevo, papír, textil atd. Vzhledem k tomu, že neexistuje žádné plošné sledování složení objemných odpadů, lze jen velice těžko stanovit míru využitelnosti. [21]

Analýza, kterou provedla Univerzita Karlova [4], je pro návrh systému energetického využití objemných odpadů v Plzeňském kraji nedostatečná:

- 1) není dostatečně podrobná,
- 2) zahrnuje složky, které by se v objemném odpadu neměly vyskytovat.

Proto jsem využil rozborů objemných odpadů z Plzeňského kraje, které v roce 2012 provedla RRA Plzeňského kraje pro Plzeňskou teplárenskou, a.s. Při rozbořech byly složky objemných odpadů rozděleny následujícím způsobem:

- Materiálově využitelné složky – plasty, kovy
- Energeticky využitelné složky mimo spalovny (tj. kotelny) – viz dále
- Nevyužitelné
 - o nespalitelné (i z důvodu velkého množství nebezpečných zplodin)
 - minerální (cement, cihly, dlažební kostka, heraklit, izolace tepelná, keramika, obkladačky, porcelán, sádrokarton)
 - PVC
 - nebezpečné – zbytky barev a laků apod.
 - o efektivně materiálově nevyužitelné
 - obtížně oddělitelný plast nebo kov (sedačky na jízdní kolo nebo do aut, svítidla)

Složky objemného odpadu energeticky využitelné jako palivo (spalitelné za určitých v kotli) jsou:

- a) Nábytek
 - o dřevěný nečalouněný i čalouněný nábytek, matrace
- b) Dřevo nelakované
 - o dřevo, dřevotřísky, sololit
- c) Dřevo lakované
 - o dřevěné obklady, palubky, pracovní desky (dřevěné), rámy (dřevěné), žaluzie (dřevěné), dveře (dřevěná), okno (dřevěná)
- d) Koberce a lina
 - o koberec, lino
- e) Textil a obuv
 - o obuv, oblečení, deka, textilní koberec, textilní plachta
- f) Bytové vybavení
 - o garnyž, lékárnička, polštář, příkrývka, roleta okenní, záclonová souprava, dřevěné žehlicí prkno

Sběr a vyhodnocení vzorků proběhlo na jaře a na podzim roku 2012 z několika sběrných dvorů různých velikostí a jednoho ambulantního svozu. Jednoho podzimního rozboru jsem se také účastnil a dále jsem se podílel na zpracování výsledků všech rozborů.

Fotky z rozborů jsou uvedeny v příloze 4. Výsledky rozborů jsou shrnuty v tabulce 7. Tabulka je publikována se svolením obchodnětechnického ředitele PT (Ing. Holoubek).

Tabulka 7: Složení objemných odpadů v Plzeňském kraji (2012)

Typ		Podíl typu (%)	Materiálové složení dle druhů v %				
			dřevo	textil	plast	kov	Ostatní
energetické využití	Nábytek	38,4	61,2	7,1	0,6	9,3	21,8
	Dřevo nelakované	7,5	98,8	0,0	0,4	0,1	0,7
	Dřevo lakované	8,2	81,5	0,1	0,1	1,6	16,7
	Koberce, lina	5,6	0,9	2,8	0,0	0,0	96,4
	Textil, obuv	2,0	0,0	78,7	0,0	0,0	21,3
	Byt .vybav. - spalitelné	0,7	26,3	13,7	2,9	1,0	56,2
	Ostatní spalitelné	9,2	19,2	0,5	2,2	1,3	76,8
mater. využití	Kov	2,2	0,1	0,5	3,3	59,2	36,8
	Plasty	5,9	0,2	1,6	92,7	0,2	5,3
Nevyužitelné		20,5	0,4	0,3	1,8	4,2	93,4
CELKEM		100,0	39,7	39,7	4,7	6,4	6,0

Zdroj: Analýza RRA

Jak je vidět z tabulky 7 objemný odpad byl rozdělen na 3 skupiny podle možného způsobu využití, a to na energeticky využitelné odpady, materiálově využitelné odpady a nevyužitelné odpady.

Typ „Nábytek“ tvoří největší část vzorku (téměř 40 % hmotnosti). Do tohoto typu patří dřevěný nábytek čalouněný i nechalouněný včetně matrací. Nepatří sem plastový a kovový nábytek. Z materiálového hlediska jeho majoritní složka je dřevo s více než 60 % hmotnosti. Avšak i ostatní složky, na kterých se velkou částí podílí např. i molitan jako součást čalounění, tvoří více než 20 % hmotnosti nábytku. Kovům náleží téměř 10 % (pružiny, kování apod.)

Typ „Dřevo nelakované“ tvoří 7,5 % z celkové hmotnosti objemných odpadů. Patří sem fošny, prkna, a dále dřevotříska a sololit. Dřevo tvoří 99 % hmotnosti tohoto typu. Příměsí se prakticky nevyskytují.

Typ „Dřevo lakované“ zaujímá přibližně 8 % hmotnosti. Jeho největší složkou je opět dřevo (více než 80 %). Ostatní složky, kam patří hlavně skleněné výplně oken a dveří, tvoří cca 17 %.

Dalším typem objemného odpadu energeticky využitelného jako palivo, který má větší podíl (nad 5 %) jsou „Koberce a lina“ (5,6 % hmotnosti). Do typu „Textil, obuv“ patří kromě již v názvu zmíněných složek také textilní koberce, deky, plachty apod. Tento typ tvoří jen 2% hmotnosti objemných odpadů.

Nejmenší část energeticky využitelných objemných odpadů tvoří typ „Bytové vybavení – spalitelné“ (0,7 %), kam patří například garnýže, pracovní desky, záclonové soupravy.

Typ „Ostatní – spalitelné“, který zaujímá přibližně 9 % hmotnosti objemného odpadu, je tvořen téměř z 20 % dřevem, avšak více než ¾ jeho hmotnosti nebylo zařazeno jednoznačně podle složek. Tuto složku „ostatní“ tvoří například bioodpad, molitan, apod.

Výše uvedené typy objemného odpadu, které jsou využitelné energeticky, tvoří více než 70% jeho hmotnosti (71,4 %). Tyto odpady však obsahují i látky, které mohou mít nebezpečné zplodiny. Alternativní palivo vytvořené z vyjmenovaných energeticky využitelných složek objemného odpadu nelze tedy spalovat samostatně, ale pouze jako příměs standardního paliva.

Typ „Materiálově využitelné“ tvoří přibližně 8 % hmotnosti objemného odpadu, z toho kovy 2 % a plasty 6 % objemných odpadů. Zatímco typ plasty obsahoval 93 % plastů, u kovů byl tento podíl přibližně 60 %.

Typ „Nevyužitelné“ tvoří 20,5 % hmotnosti objemného odpadu. Řadíme sem hlavně materiály minerálního složení (cihla, cement, kámen atd.), PVC a nebezpečné materiály (barvy, laky, atd.). Dále sem patří i materiály, u kterých se dají jen obtížně oddělit materiálově využitelné složky objemných odpadů, tj. kovy a plasty, nebo je jeho demontáž z hlediska velikosti předmětu neefektivní (svítidla, autosedačky). [14]

3 NÁVRHOVÁ ČÁST

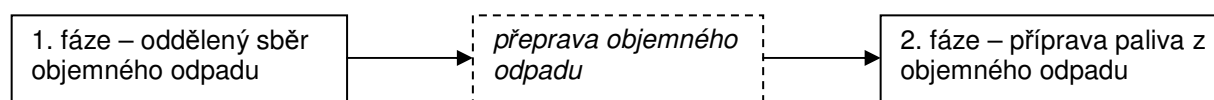
S ohledem na cíl práce je obsahem návrhové části návrh systému sběru a využití objemných odpadů v Plzeňském kraji s důrazem na energetické využití. Cílem návrhu je řešit co největší část Plzeňského kraje a dosáhnout co nejefektivnějšího využití objemných odpadů.

K tomu bylo nutné nejprve určit množství využitelného objemného odpadu. Na základě stanoveného množství, míst sběru objemných odpadů a jeho složení byl navržen systém sběru těchto odpadů prostřednictvím sítě sběrných dvorů v Plzeňském kraji. Navržený systém sběru objemných odpadů musí zajistit oddělený sběr energeticky využitelných složek.

Dále návrh řeší přípravu získaných objemných odpadů a jejich přeměnu na alternativní palivo. Obě tyto části bylo možné na základě získaných informací poměrně přesně popsat. Návrh pro sběr i pro přípravu paliva obsahuje návrh technického řešení a návrh organizačního zajištění.

Návrh neřeší změnu nároků na přepravu objemných odpadů. I když lze předpokládat zvýšení finančních nároků na přepravu, vlivem větší vzdálenosti odpadů na místo zneškodnění. Stručně celý proces shrnuje schéma 1.

Schéma 1: Návrh systému



3.1 Využitelné množství objemných odpadů v Plzeňském kraji

Stanovení využitelného množství OO v Plzeňském kraji na palivo bylo provedeno jako shrnutí poznatků z analytické části a obsahuje následující východiska:

1) Produkce objemných odpadů

Celková produkce objemného odpadu v Plzeňském kraji se pohybuje kolem 36 tis. t/rok objemných odpadů. Z obcí pochází 24 tis. tun za rok, zbytek produkuje podnikatelé (viz kapitola 2.1). Objemný odpad z podnikatelské činnosti může být produkován nárazově, může mít velmi specifické složení a nakládání s ním často probíhá v režii původce mimo cesty, které využívají obce. Dále bude tedy uvažován jen odpad z obcí.

2) Účinnost sběru objemných odpadů

Přibližně dvě třetiny z 24 tis. t/rok objemných odpadů z obcí (cca 16 tis. tun ročně) je sbíráno prostřednictvím sběrných dvorů v Plzeňském kraji. Tuto část je možné relativně snadno začlenit do systému.

Vzhledem ke vzdálenosti některých sběrných dvorů od Plzně a také možností odmítnutí zapojení některých sběrných dvorů do systému sběru OO lze předpokládat, že se do systému nezapojí všechny sběrné dvory na území Plzeňského kraje. Týká se to hlavně jižní a západní části Plzeňského kraje, kde jsou dojezdové vzdálenosti vyšší. Přesto lze předpokládat, že do systému se zapojí minimálně 75 % obyvatel z obcí v Plzeňském kraji, které mají sběrné dvory. Tomu odpovídá ročně 12 tis. tun objemných odpadů sebraných a zapojených do systému využití.

3) Využitelné složky objemných odpadů

Na základě rozborů provedených v Plzeňském kraji v roce 2012 (viz kapitola 2.4) je možné předpokládat, že energeticky lze využít až 70 % objemných odpadů sebraných prostřednictvím sběrných dvorů. S ohledem na možné výkyvy a problémy ve složení objemných odpadů (např. obsah plastů) uvažujeme v návrhu pouze 60% využitelnost objemných odpadů na alternativní palivo. Při 12 tis. tunách objemného odpadu sebraného prostřednictvím sběrných dvorů tomu odpovídá 7200 tun energeticky využitelného objemného odpadu za rok.

Kromě toho při intenzivnější separaci 8 % objemného odpadu lze využít materiálův. To však neklade nároky na vybavenost ani provozování sběrných dvorů, neboť separovaný sběr kovů a plastů, které tuto část tvoří, již je na sběrných dvorech zaveden. Z tohoto důvodu se již v návrhu nebudeme vyšším materiálovým využitím objemných odpadů dále zabývat.

3.2 Technické a organizační předpoklady energetického využití objemných odpadů

V následujícím návrhu energetického využití objemného odpadu v Plzeňském kraji se věnujeme fázi odděleného sběru objemného odpadu a fázi přípravy paliva. V obou fázích se zabýváme technickými a organizačními předpoklady.

Oddělený sběr objemného odpadu probíhá na sběrných dvorech, kde se oddělují energeticky využitelné a nevyužitelné složky odpadů. To vyžaduje minimálně dva kontejnery

a to na energeticky využitelné složky a nevyužitelné složky objemných odpadů na každém sběrném dvoře zapojeném do tohoto systému. Návrh vhodných kontejnerů byl proveden na základě vyhodnocení nabídky na trhu. Organizaci sběru objemných odpadů zajišťují stávající pracovníci sběrných dvorů. Není tedy pro tento návrh potřeba najímat další pracovníky, protože se v současné době na sběrných dvorech se již řízený sběr provádí.

Příprava paliva z objemného odpadu se předpokládá na jednom místě, a to v místě jeho využití, tedy nedaleko kotelny. V tomto místě probíhá dotřídění objemného odpadu separovaného na sběrných dvorech a jeho objemová úprava na frakci využitelnou v kotli. Vzhledem k charakteru odpadu (objem a hmotnost) tato činnost vyžaduje nejméně 2 pracovníky.

Z technického hlediska je potřeba zajistit kontejner na nevyužitelné složky objemného odpadu, které budou odvezeny na skládku, popřípadě do spalovny. Zásadní pro přípravu paliva je však zařízení pro jeho objemovou úpravu (drtič). Výběr drtiče byl proveden na základě zkušeností s nakládáním s objemným odpadem společnosti SAKO Brno a na základě telefonické konzultace s výrobcem. Technické a organizační předpoklady obou fází energetického využití objemného odpadu v Plzeňském kraji jsou shrnuty v následujících kapitolách.

3.2.1 Oddělený sběr objemných odpadů

Vybavenost sběrných dvorů

Pro zavedení systému odděleného sběru energeticky využitelných složek objemného odpadu je nutné zajistit alespoň dva velkoobjemové kontejnery. Do těchto kontejnerů bude obsluha sběrného dvora třídít donesený objemný odpad na energeticky využitelné (v kotli) a nevyužitelné složky.

Na některých sběrných dvorech v Plzeňském kraji již mají více sběrných nádob na objemný odpad např. kvůli velkému množství sbíraného objemného odpadu. To se týká především větších měst a hlavně Plzně. Lze předpokládat, že přibližně polovina ze 79 sběrných dvorů na území Plzeňského kraje je vybavena potřebnými 2 a více sběrnými nádobami na objemný odpad, tato data byla konzultována s RRA [14]

Z toho lze usuzovat, že doplnění sběrných nádob pro systém odděleného sběru energeticky využitelných a nevyužitelných objemných odpadů bude vyžadovat 40 velkoobjemových kontejnerů. Preferovány byly kontejnery s krytou střechou a s přístupem zadní stěnou, aby se dalo s odpadem v kontejneru snadno manipulovat. Nekryté kontejnery je nutné umístit pod střechu mimo dosah přírodních vlivů, hlavně kvůli dalšímu energetickému využití jejich obsahu.

Tabulka 8: Návrh kontejnerů pro Sběrné dvory

Typ kontejneru	Velikost kontejneru [m ³]	Cena kontejnerů bez DPH [Kč]
Abroll 14	14	81 620
Abroll 24	24	103 290
Abroll 36	36	118 030

Zdroj: Eversen s.r.o.

Na základě průzkumu trhu nádob vhodných na velkoobjemový odpad byly vybrány kontejnery Abroll firmy Eversen s.r.o. se sídlem v Doksanech [16] (viz obrázky 3 a 4). Tyto kontejnery využívá velká část firem zajišťujících provoz sběrných dvorů i přepravu objemných odpadů ke zneškodnění. Objemové parametry kontejnerů typu Abroll v souvislosti s jejich cenou shrnuje tabulka 8.

Výběr velikosti kontejneru závisí na velikosti sídla a s tím související produkci objemných odpadů a také na vzdálenosti svozu, neboť při větších vzdálenostech je vhodné používat větší kontejner. Pro doplnění 40 sběrných dvorů v Plzeňském kraji však budou potřeba pravděpodobně spíše menší kontejnery, neboť větší obce a města s větší produkcí a zpravidla také s většími prostorovými možnostmi na SD jsou již velké míře vybaveny více kontejnery na objemný odpad.

Ze čtyřiceti kontejnerů jich je počítáno s 10 kontejnery o objemu 36 m³, se 14 o objemu 24 m³ a na zakoupení 16 kontejnerů o objemu 14 m³. Tuto úvahu shrnuje tabulka 9. Celkové náklady za 40 kontejnerů by byly 3 932 280 Kč bez DPH.

Tabulka 9: Typ a cena kontejnerů na objemný odpad

Typ kontejneru	Abroll 14	Abroll 24	Abroll 36
Počet kontejnerů	16	14	10
Cena 1 kontejneru bez DPH [Kč/ks]	81 620	103 290	118 030
Cena kontejnerů celkem bez DPH [Kč]	1 305 920	1 446 060	1 180 300

Zdroj: Eversen s.r.o., vlastní výpočty

Obrázek 3: Abroll 14 – velikosti 14 m³



Obrázek 4: Abroll 36 – velikosti 36 m3



Obsluha sběrných dvorů

Základním předpokladem úspěchu předkládaného návrhu energetického využití objemných odpadů je příprava a motivování obsluhy sběrných dvorů. Je nutné, aby obsluha měla jasné pokyny (seznam složek) podle typu kontejneru na objemný odpad, aby nedocházelo k chybám již na počátku procesu.

Obsluha také musí zajistit objemové zmenšení doneseného objemného odpadů, aby byl optimálně využit prostor kontejnerů. Podle zkušeností v Liberci je také možno dát do vyhlášky města povinnost občanů pomoci s úpravou objemného odpadu obsluze.

Návrh nepředpokládá další personální nároky, protože je dnes běžnou praxí, že obsluha musí určit, kam jaký odpad je umístěn, případně provést drobné úpravy odpadu. Pro motivaci obsluhy k těmto činnostem je nezbytné obsluhu seznámit s obsahem a cílem navrženého systému.

3.2.2 Příprava paliva

Vybavení pracoviště pro přípravu paliva

Předpokládáme svážení veškerého objemného odpadu ze sběrných dvorů na jedno místo, kde se provede jeho dotřídění, objemová redukce na frakci vhodnou do kotle a energetické využití. Vzhledem k velikosti řešeného území se nezdá vhodné využívat překladiště odpadu.

Příprava paliva z vhodných složek objemných odpadů je poslední fází nakládání před energetickým využitím. Objemný odpad je zhruba roztříděn již ze sběrných dvorů. Přesto je nutné provést jeho kontrolu a v případě potřeby ho dotřídít v místě spalování před rozdrcením. Kontrolu je nutné zaměřit na všechny nebezpečné (i z hlediska zplodin) a

nehořlavé látky (minerální látky, kovy). Pro dotřídění je nezbytné pořídit alespoň dva kontejnery o objemu 36 m³, aby byla zajištěna jejich výměna při vyvážení. To představuje náklady 244 000,- Kč bez DPH.

Klíčovým zařízením pro přípravu paliva z objemných odpadů je dostatečně kapacitní drtič odpadu, který vyhovuje jak z hlediska požadovaných parametrů paliva na vstupu a na výstupu, tak z hlediska potřebné kapacity, (údaj uvedený v katalogu firmy Odes) [18].

Drtič by měl umožnit zpracovávat kusy o rozměru až 2,5 m, neboť budou drceny i velké kusy nábytku a v případě menšího vstupu, by byla jejich úprava náročná (řezání). Požadovaný výstup z drtiče závisí na typu kotle. Obvykle je potřeba dosáhnout velikosti frakce 4 – 10 cm.

Uvedeným parametrům vyhovuje drtič DRU-H 2400, který vyhovuje požadované vstupní velikosti dílů i výstupní frakci paliva. Při výstupní frakci 6 cm je kapacita tohoto zařízení 5 tun/hod. Při 7200 tunách za rok zpracovávaného odpadu to představuje roční provoz 1440 hodin. Při uvažovaných 250 pracovních dnech za rok je to průměrně 5,8 hodin provozu denně. To vyhovuje pravděpodobně i z hlediska přípravy paliva po dobu plánovaných odstávek zařízení (opravy, údržba apod.). Zařízení je tedy pro uvažované podmínky v Plzeňském kraji vhodné i z hlediska kapacity.

Základní cena tohoto zařízení je 8 milionů Kč. S příslušenstvím včetně dopravníků a v závislosti na jejich délce může cena dosáhnout 10 milionů Kč. Ceny byly telefonicky konzultovány s obchodním oddělením firmy Odes [19].

Provoz tohoto zařízení je poměrně náročný. Kromě vysoké energetické spotřeby (200+200 kW) lze předpokládat vyšší náklady na údržbu, včetně výměny drtičích kamenů.

Obsluha pracoviště pro přípravu paliva

Obsluhu pracoviště přípravy alternativního paliva zajišťují minimálně dva pracovníci. To je nezbytné pro zajištění plynulé a bezpečné dodávky odpadu, která zahrnuje i manipulaci s objemnými a těžkými kusy.

Obsluhu drtiče zajišťuje technik, druhý pracovník se stará o přísun a hlavně o dotřídění objemného odpadu. Dotřídění odpadu znamená oddělení nevhodných složek odpadu (kovy, plasty, minerály, nebezpečné složky).

3.2.3 Shrnutí pořizovacích nákladů

Na základě rozboru technických předpokladů je možné shrnout pořizovací náklady vybavení nezbytného pro navržený systém energetického využití objemných odpadů – viz tabulka 10.

Tabulka 10: Shrnutí pořizovacích nákladů

	Náklady [Kč] bez DPH
1. fáze	
40 velkoobjemových kontejnerů	3 932 280
2. fáze	
2 velkoobjemové kontejnery	236 060
Drtič odpadu DRU-H 2400	9 000 000
CELKEM	13 168 340

Zdroj: Eversen s.r.o., Odes s.r.o., vlastní výpočty

V tomto shrnutí pořizovacích nákladů jsou započteny jen nejvýznamnější položky. Výdaje by byly rozděleny mezi více subjektů. Položku v první fázi, tj. pořízení kontejnerů na sběrné dvory, by hradili provozovatelé sběrných dvorů nebo obce. Výdaje ve druhé fázi spojené s přípravou paliva by hradil provozovatel energetického zařízení.

Celkové náklady na zavedení energetického systému činí 13,17 mil. Kč. Důležité je porovnat tyto náklady s přínosy navrženého systému.

3.3 Přínosy návrhu řešení

Na základě podrobného rozboru technických a organizačních předpokladů systému odděleného sběru a energetického využití objemných odpadů v Plzeňském kraji (viz předchozí kapitola) je možné vyhodnotit přínosy navrženého řešení. Přínosy jsou ekologické, energetické a ekonomické.

Ekologické přínosy

Vezmeme-li v potaz ekologické hledisko, spočívá především v neuložení odpadu na skládky, ale v jejich dalším využití. Energeticky lze využít 7200 tun/rok objemných odpadů. Při důsledné separaci materiálů využitelných složek může být využito až 970 tun objemného odpadu za rok. Celkem lze tedy zavedením tohoto systému neuložit na skládky 8170 tun objemného odpadu z Plzeňského kraje ročně.

Energetické přínosy

Z energetického hlediska jde hlavně o množství energie (tepla, popř. elektřiny), jež spálením objemného odpadu získáme. Výhřevnost objemného odpadu lze uvažovat přibližně 12-14 MJ/kg, podle tabulky výhřevnosti dřeva [20], tj. na úrovni hnědého uhlí. Analýza Přírodovědecké fakulty UK [4] uvádí výhřevnost až 19 MJ/kg, ale v tomto případě byly spalovány i plasty, které zvyšovaly výhřevnosti. Navržené řešení se však snaží spalování plastů do značné eliminovat.

Pokud pro hodnocení energetického přínosu navrženého řešení uvažujeme výhřevnost na spodní hranici (12 MJ/kg) vznikne při množství 7200 tun spáleného objemného odpadu ročně přibližně energie 86,4 TJ. Účinnost jejího využití závisí na typu spalovacího zařízení.

Ekonomické přínosy

Z hlediska ekonomických přínosů nás bude zajímat úspora finančních prostředků, ušetřených za neuložení objemného odpadu na skládky, popř. další ekonomické efekty.

Lze předpokládat, že objemný odpad poskytovaný obcemi na výrobu alternativního paliva nebude zpoplatněn. Zavedení systému odděleného sběru objemných a jeho důsledná realizace přinese úsporu za uložení 8170 tun objemných odpadů na skládky.

Poplatky za skládkování objemného odpadu se v Plzeňském kraji mírně liší, ale pro náš model použijeme poplatek za OO na spodní hranici obvyklé částky, tj. 1200 Kč/t. Celková úspora za uložení by tak činila 9 804 000 Kč. Tato úspora by byla částečně redukována zvýšenými náklady na přepravu objemných odpadů.

Dalším ekonomickým přínosem navrženého řešení je vytvoření minimálně 2 pracovních míst pro obsluhu a provoz drtiče odpadu.

Uvedené přínosy ve srovnání s nezbytnými pořizovacími náklady potvrzují, že navržené řešení je možné považovat za velmi přínosné z hlediska ekonomického, ekologického i energetického.

Závěr

Cílem práce bylo navrhnout logistický systém sběru a energetického využití domovního objemného odpadu v Plzeňském kraji. V práci jsem se věnoval především možnostem a podmínkám sběru objemného odpadu pro jeho efektivní energetické využití.

V literatuře nebyl k tomuto tématu dostatek potřebných informací, neboť tato problematika je v ČR ještě relativně nová. Proto byla v teoretické části práce zhodnocena analýza objemného odpadu z ČR a vyhodnoceny způsoby a možnosti nakládání s objemným odpadem v ČR i v Bavorsku. Inspiroval jsem se v krajích, kde jsou již fungující systémy a zařízení na energetické využití odpadu, což jsou Liberec, Brno a bavorský Schwandorf.

Na základě těchto vstupních informací jsem se v analytické části věnoval současnému stavu produkce, nakládání a odstraňování objemného odpadu v Plzeňském kraji. Produkce objemných odpadů v Plzeňském kraji je přibližně 36 tis. t/rok, z toho však jen 24 tis. tun produkuje obce.

Dále jsem v této části zjistil, že z hlediska množství a požadovaného složení objemných odpadů nejlépe vyhovuje již vytvořená síť sběrných dvorů. Množství objemných odpadů shromažďovaných prostřednictvím sběrných dvorů v Plzeňském kraji lze očekávat v množství přibližně 16 tis.t/rok. Prakticky všechny objemné odpady v Plzeňském kraji jsou v současné době skládkovány.

Podstatnou částí analytické části bylo vyhodnocení výsledků rozborů objemných odpadů z Plzeňského kraje z roku 2012, na jejichž zpracování pro Plzeňskou teplárenskou, a.s. jsem se podílel. Z rozborů vyplývá, že energeticky je možné využít až 70 % objemných odpadů sbíraných prostřednictvím sběrných dvorů.

V návrhové části jsem na základě výsledků analytické části navrhl systém sběru a energetického využití objemného odpadu, aby vyhovoval předpokládanému množství tohoto odpadu na řešeném území. Návrh se soustředil na počáteční a konečnou fázi systému, tj. na sběr objemných odpadů prostřednictvím sběrných dvorů a na úpravu těchto odpadů na alternativní palivo. Tímto způsobem je možné využít 7,2 tis. tun objemných odpadů z Plzeňského kraje ročně (při energetickém využití 60 %).

Návrh řeší technické a organizační předpoklady systému sběru a energetického využití objemného odpadu.

Sběr objemných odpadů je založen na stávající síti sběrných dvorů v Plzeňském kraji. Podle návrhu je nutné, aby sběrné dvory zapojené do tohoto projektu měly minimálně 2 kontejnery na objemné odpady a mohly tedy třídit objemný odpad na část energeticky využitelnou a nevyužitelnou. Předpokládá se doplnění poloviny z cca 80 sběrných dvorů v hodnotě necelé 4 mil. Kč bez DPH.

Kontejnery na kovy a plasty oddělené z objemných odpadů již nebyly do návrhu zahrnuty, neboť podíl těchto složek není velký (8 %) a kapacity pro ně jsou na sběrných dvorech standardně. Podobně o personální zajištění odděleného sběru objemných odpadů se postarají stávající zaměstnanci sběrných dvorů, kteří již kontrolovaný sběr a popřípadě drobné demontážní práce na sběrných dvorech provádějí.

Kontejnery s energeticky využitelným objemným odpadem jsou sváženy přímo na jedno místo k dalšímu zpracování na palivo. Kontejnery s nevyužitelnou částí objemného odpadu na skládky jsou odváženy jako dosud. Transport odpadů bude jako nyní v rukou firem. Pro firmy se však mění dojezdová vzdálenost, která se pro odlehlejší sběrné dvory může značně prodloužit. Proto se nepočítá se zapojením všech sběrných dvorů Plzeňského kraje.

V místě příprava paliva probíhá dotřídění od materiálů nevhodných ke spalování v kotli (kovy, plasty, atd.). K tomu je nezbytné pořídit 2 velkoobjemové kontejnery (236 tis. Kč). Následuje drcení na požadovanou frakci. Bylo navrženo vhodné drtící zařízení (9 mil. Kč). Obsluhu pracoviště zajišťují minimálně 2 pracovníci.

Celkové pořizovací náklady klíčových zařízení navrženého systému 13,17 mil. Kč i nezanedbatelné provozní náklady systému (doprava, mzdy, opravy, údržba, obnova apod.) jsou vyváženy prokazatelnými ekologickými, energetickými i ekonomickými přínosy navrženého systému.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Druhy a třídění odpadu [online]. 2011, [cit. 2013-01-13]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.mukarov.cz/files/pomocne/prehled_tridenych_odpadu.pdf >.
- [2] Živnostenský odpad [online]. 2009, [cit. 2013-01-13]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.odpadovyhospodar.cz/?str=komunalniOdpad>>.
- [3] Metodika vzorkování objemného odpadu [online]. 2012, [cit. 2013-02-16]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.komunalniodpad.eu/download/Methodika_vzorkovaniOO.pdf>.
- [4] Benešová, L. a kol.: Výzkum vlastností komunálních odpadů a optimalizace jejich využívání, projekt VaV MŽP SP2f1-132-08, Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Ústav pro životní prostředí, Praha, 2010, [cit. 2013-01-17].
- [5] Základní charakteristiky komunálních odpadů - Odpadové fórum [online]. 2011, [cit. 2013-04-14]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.odpadoveforum.cz/OF2011/dokumenty/prispevky/039.pdf> >.
- [6] Ekostrážce – složení objemných odpadů [online]. 2011, [cit. 2013-01-23]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.ekostrazce.cz/texty/definice-odpadu-objemny-odpad>>.
- [7] Zákon o odpadech. 2013, [cit. 2013-05-22]. Dostupné na World Wide Web: <<http://business.center.cz/business/pravo/zakony/odpady/>>.
- [8] Informace o spalovně Termizo Liberec [online]. 2010, [cit. 2013-02-15]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.termizo.mvv.cz/> >.
- [9] Informace o technologii použité ve spalovně SAKO Brno [online]. 2011, [cit. 2013-04-11]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.allforpower.cz/UserFiles/files/2011/odes_sako.pdf >.
- [10] Oficiální stránky města Norimberg [online]. 2010, č. 6 [cit. 2013-04-20]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.nuernberg.de/internet/abfallwirtschaft/sperrmuell.html> >.
- [11] Z odpadu se stane energie [CD-ROM], [cit. 2013-04-18].
- [12] Informační systém odpadového hospodářství (ISOH) [online]. 2013 [cit. 2013-01-12]. Dostupné na World Wide Web: <<http://isoh.cenia.cz/groupisoh/>>.
- [13] Počty obyvatel po krajích v Plzeňském kraji v roce 2011 [online]. 2012 [cit. 2013-04-08]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.czso.cz/csu/2012edicniplan.nsf/p/4007-12> >.
- [14] Konzultace s Regionální rozvojovou agenturou Plzeňského kraje - Uhlík, Šlajsová. 2012.
- [15] Cena za skládkování objemných odpadů [online]. 2012 [cit. 2013-04-08]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.pltep.cz/upload/File/Cenik_vyveska%202013.pdf >.
- [16] Katalog firmy Eversen [online]. 2013, [cit. 2013-05-24]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.eversen.cz>>.
- [17] Informace o spalovně SAKO Brno [online]. 2010, [cit. 2013-02-16]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.sako.cz/informace/> >.

- [18] Katalog firmy Odes [online]. 2012, [cit. 2013-04-29]. Dostupné na World Wide Web: < <http://www.odes.cz/dvouhridelove-drtice-odpadu/> >.
- [19] Teletechnická konzultace s obchodním oddělením firmy Odes [Telefon].2013, [cit. 2013-04-30]. Na telefonním čísle: +420 491 840 182
- [20] Tabulka výhřevnosti palivového dřeva [online]. 2013, [cit. 2013-05-26]. Dostupné na World Wide Web: < <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/12-vyhrevnosti-a-merne-jednotky-palivoveho-dreva>>.
- [21] Časopis Odpadové fórum [online]. 2013, [cit. 2013-05-21]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.odpadoveforum.cz/2009/5.pdf>>.

Přílohy

Seznam příloh:

Příloha 1 - Rozdělení objemného odpadu do složek podle studie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze

Příloha 2 - Síť sběrných dvorů a skládek v Plzeňském kraji

Příloha 3 - Obce se sběrnými dvory v Plzeňském kraji

Příloha 4 - Fotodokumentace rozborů objemných odpadů v Plzeňském kraji

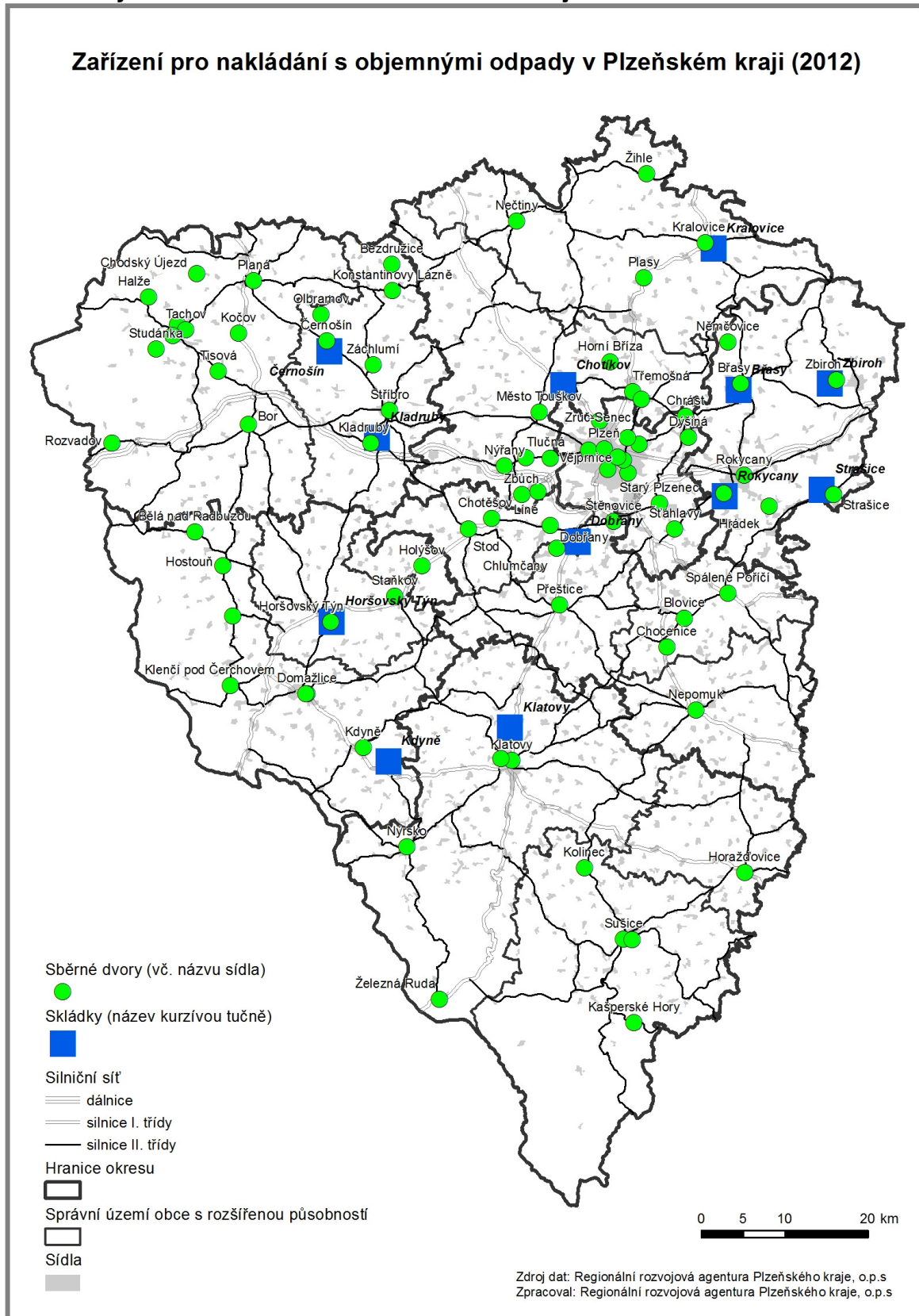
Příloha 1

Rozdělení objemného odpadu do složek podle studie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze:

- kovy - železné (trubky, konstrukce, plechy, disky kol),
- kovy - barevné (plechy, trubky, nádobí, bloky motorů)
- elektrošrot (podle skupin)
- baterie AKU
- dřevo stavební - bez povrchové úpravy (prkna, trámy)
- dřevo stavební - s povrchovou úpravou (dveře, okna)
- dřevo nábytek (židle, poličky, skříně)
- kombinovaný nábytek - použitelný (křesla, pohovky)
- kombinovaný nábytek - nepoužitelný (křesla, pohovky)
- kombinovaný - matrace
- kombinovaný - ostatní (autosedačky)
- plasty stavební (okna, trubky)
- plasty obecné (hračky), (podle druhů plastů)
- plasty obaly (sudy, kanystry), (podle druhů plastů)
- plasty podlahové krytiny (PVC, ostatní)
- papír obaly (lepenkové krabice)
- sklo obaly (prázdné)
- textil šatstvo
- textil koberce
- pneumatiky (bez disků)
- zeleň tráva
- zeleň větve
- zeleň plody
- stavební cihly
- stavební beton
- stavební směs
- stavební zemina
- nebezpečné (rozlišit barvy, pesticidy, léky, oleje, domácí chemie, malé baterie, zářivky)
- domovní odpad (200301)
- jiné spalitelné (slovní popis)
- jiné nespalitelné (slovní popis)

Příloha 2

Sít' sběrných dvorů a skládek v Plzeňském kraji



Příloha 3**Obce se sběrnými dvory v Plzeňském kraji**

OKRES	ORP	OBEC	Počet SD 2013	Počet obyv. 2011	OO na SD (t)
Domažlice	Domažlice	Bělá nad Radbuzou	1	1 885	75,4
Domažlice	Domažlice	Domažlice	2	10 957	438,3
Domažlice	Stod	Holýšov	1	4 967	198,7
Domažlice	Horšovský Týn	Horšovský Týn	1	4 947	197,9
Domažlice	Domažlice	Hostouň	1	1 369	54,8
Domažlice	Domažlice	Kdyně	1	5 246	209,8
Domažlice	Domažlice	Klenčí pod Čerchovem	1	1 286	51,4
Domažlice	Domažlice	Poběžovice	1	1 700	68,0
Domažlice	Horšovský Týn	Staňkov	1	3 268	130,7
Klatovy	Horažďovice	Horažďovice	1	5 607	224,3
Klatovy	Sušice	Kašperské Hory	1	1 544	61,8
Klatovy	Klatovy	Klatovy	2	22 748	909,9
Klatovy	Sušice	Kolinec	1	1 526	61,0
Klatovy	Klatovy	Nýrsko	1	5 142	205,7
Klatovy	Sušice	Sušice	2	11 390	455,6
Klatovy	Klatovy	Železná Ruda	1	2 264	90,6
Plzeň - jih	Blovce	Blovce	1	4 110	164,4
Plzeň - jih	Stod	Dobřany	1	6 198	247,9
Plzeň - jih	Přeštice	Chlumčany	1	2 428	97,1
Plzeň - jih	Blovce	Chocenice	1	564	22,6
Plzeň - jih	Stod	Chotěšov	1	2 815	112,6
Plzeň - jih	Nepomuk	Nepomuk	1	3 780	151,2
Plzeň - jih	Přeštice	Přeštice	1	6 998	279,9
Plzeň - jih	Blovce	Spálené Poříčí	1	2 732	109,3
Plzeň - jih	Stod	Stod	1	3 667	146,7
Plzeň - jih	Přeštice	Štěnovice	1	1 787	71,5
Plzeň - město	Plzeň	Dýšina	1	1 595	63,8
Plzeň - město	Plzeň	Chrást	1	1 825	73,0
Plzeň - město	Plzeň	Plzeň	9	168 808	6 752,3
Plzeň - město	Plzeň	Starý Plzenec	1	4 500	180,0
Plzeň - město	Plzeň	Štáhlavy	1	2 239	89,6
Plzeň-sever	Nýřany	Horní Bříza	1	4 481	179,2
Plzeň-sever	Kralovice	Kralovice	1	3 512	140,5
Plzeň-sever	Nýřany	Líně	1	2 446	97,8
Plzeň-sever	Nýřany	Město Touškov	1	2 079	83,2
Plzeň-sever	Nýřany	Nýřany	1	7 092	283,7
Plzeň-sever	Kralovice	Plasy	1	2 670	106,8
Plzeň-sever	Nýřany	Tlučná	1	2 981	119,2
Plzeň-sever	Nýřany	Třemošná	1	4 898	195,9
Plzeň-sever	Nýřany	Vejprnice	1	3 652	146,1
Plzeň-sever	Nýřany	Zbůch	1	2 167	86,7
Plzeň-sever	Nýřany	Zruč-Senec	1	2 988	119,5
Plzeň-sever	Kralovice	Žihle	1	1 475	59,0

OKRES	ORP	OBEC	Počet SD 2013	Počet obyv. 2011	OO na SD (t)
Rokycany	Rokycany	Břasy	1	2 203	88,1
Rokycany	Rokycany	Hrádek	1	2 976	119,0
Rokycany	Rokycany	Němčovice	1	119	4,8
Rokycany	Rokycany	Rokycany	2	13 821	552,8
Rokycany	Rokycany	Strašice	1	2 426	97,0
Rokycany	Rokycany	Zbiroh	1	2 568	102,7
Tachov	Stříbro	Bezdrůžice	1	976	39,0
Tachov	Tachov	Bor	1	4 334	173,4
Tachov	Stříbro	Černošín	1	1 196	47,8
Tachov	Tachov	Halže	1	981	39,2
Tachov	Tachov	Chodský Újezd	1	779	31,2
Tachov	Stříbro	Kladruby	1	1 503	60,1
Tachov	Tachov	Kočov	1	194	7,8
Tachov	Stříbro	Konstantinovy Lázně	1	935	37,4
Tachov	Stříbro	Olbramov	1	69	2,8
Tachov	Tachov	Planá	1	5 603	224,1
Tachov	Tachov	Rozvadov	1	782	31,3
Tachov	Stříbro	Stříbro	1	8 056	322,2
Tachov	Tachov	Studánka	1	473	18,9
Tachov	Tachov	Tachov	3	12 418	496,7
Tachov	Tachov	Tisová	1	482	19,3
Tachov	Stříbro	Záchlumí	1	440	17,6
		Plzeňský kraj	79	403 667	16 146,7

Příloha 4

Fotodokumentace rozborů objemných odpadů v Plzeňském kraji



