

# **Závěrečná zpráva projektu SP/2f1/166/08 za roky 2008 – 2010**



## **Stručné shrnutí závěrečné zprávy za roky 2008 - 2010**

### **Zpracovali:**

Mgr. Jana Laciná  
RNDr. Vlastimil Kostkan, Ph.D.  
RNDr. Petr Hekera, Ph.D.  
Mgr. Monika Mazalová  
Mgr. Jan Heisig  
Bc. František Javůrek

v Olomouci 22. 12. 2010



## Obsah:

Seznam zkratk	2
1. CELKOVÉ SHRNU TÍ CÍLŮ PROJEKTU DLE ZADÁNÍ A OBECNÉ VYHODNOCENÍ JEJICH DOSAŽENÍ	3
1.1 Indikace splněných cílů a přínosů projektu	3
1.2 PR projektu 2008 – 2010	4
1.3 Účast na konferencích 2008 - 2010	5
1.4 Publikační činnost 2008 - 2010	5
2. DÍLČÍ CÍL 1 – Zjistit strukturu směsného komunálního odpadu v pilotním regionu	6
2.1 Definice dílčího cíle dle zadání projektu	6
2.2 Výsledky dílčího cíle dle zadání projektu	6
2.3 Zhodnocení získaných výsledků	6
Porovnání pondělního a čtvrtečního odpadu ze sídlištní zástavby	6
Porovnání hmotnostního podílu vybraných komodit v SKO z pilotních oblastí	6
Vyhodnocení sezónní dynamiky a trendů BRO	8
Zhodnocení výsledků analýz spalného tepla	8
2.4 Závěrečná doporučení	8
2.5 Použitá literatura	9
3. DÍLČÍ CÍL 2 – Ověření efektivity kompostování v malých domácích kompostérech a analýza produktů	9
3.1 Definice dílčího cíle dle zadání projektu	9
Výsledky dílčího cíle dle zadání projektu	9
3.2 Stručné shrnutí vlastní realizace dílčího cíle za dobu chodu projektu	9
Upřesnění a zdůvodnění definovaných cílů	9
Shrnutí použitých metod a postupů	10
3.3 Zhodnocení získaných výsledků	10
Intenzita kompostovacího procesu	10
Objemové a hmotnostní změny	10
Výsledky chemických analýz	12
3.4 Závěrečná doporučení	12
3.5 Použitá literatura	13
4. DÍLČÍ CÍL 3 – Optimalizace svozu odpadu a rozmístění „hnízd“ s kontejnery na separovaný odpad	13
4.1 Definice dílčího cíle dle zadání projektu	13
4.2 Výsledky dílčího cíle dle zadání projektu	13
4.3 Optimalizace svozu směsného komunálního odpadu	14
Vstupní data	14
Výsledky	14
Diskuze	14
4.4 Optimalizace svozu a prostorového rozmístění nádob na separovaný odpad	14
Vstupní data	14
Výsledky	15
Diskuze	15
4.5 Mapa „míst systémů zpětného odběru v Olomouci“	15
4.6 Použitá literatura	16
5. DÍLČÍ CÍL 4 – Cílenou kampaní ovlivnit objem a strukturu složek komunálního odpadu	16
5.1 Definice dílčího cíle dle zadání projektu	16
5.2 Výsledky dílčího cíle dle zadání projektu	16
5.5 Příručka	17
5.6 Zhodnocení získaných výsledků	18
5.7 Závěrečná doporučení	18

## Seznam zkratk

Al	hliník (chemický prvek)
BRO	biologicky rozložitelný odpad
BRKO	biologicky rozložitelný kompostovatelný odpad
ČSÚ	Český statistický úřad
Fe	železo (chemický prvek)
GIS	geografický informační systém
GPS	global positioning system
KEŽP	Katedra ekologie a životního prostředí
MMOL	Magistrát města Olomouce
PřF	Přírodovědecká fakulta
SKO	směsný komunální odpad
TS(MO)	Technické služby (města Olomouce)
UP	Univerzita Palackého
ŽP	životní prostředí

## 1. CELKOVÉ SHRUTÍ CÍLŮ PROJEKTU DLE ZADÁNÍ A OBECNÉ VYHODNOCENÍ JEJICH DOSAŽENÍ

Cílem projektu bylo průběžně během roku zjišťovat objem a strukturu komunálního odpadu na příkladu různých čtvrtí města do 100000 obyvatel (Olomouc) a v obci do 2000 obyvatel, která spadá do svozové příměstské oblasti a nakládání s SKO je společné pro město a tuto oblast a získat objektivní podklady pro návrh na úpravu systému separace, svozu a odstraňování komunálního odpadu v konkrétní aglomeraci (Olomouc) a optimální formy práce s veřejností. Závěry pro úpravy systému sběru, separace a odstraňování komunálního odpadu byly zobecněny tak, aby mohly být použity také v dalších, počtem obyvatel a strukturou srovnatelných aglomeracích.. Při výběru pilotních oblastí řešitelé vycházeli z již prováděných analýz směšného komunálního odpadu, prováděných firmou EKO-KOM, a. s. ve spolupráci s Technickými službami města Olomouce, a navázali detailní studií na jejich analýzy, které byly a jsou prováděny v delších časových úsecích (čtvrtletá perioda analýz). Kvantitativně byla každý měsíc po dobu dvou let analyzována struktura směšného komunálního odpadu. Ve svozových oblastech s dostatečnou produkcí odpadu a s odpovídající frekvencí svozu (sídlištní zástavba) byly analýzy prováděny v tomtéž v měsíčním cyklu dvakrát, a to po víkendu a na konci pracovního týdne. Zjištěné údaje byly dále vyhodnocovány v souvislostech se současným systémem sběru a separace odpadu ve vybrané pilotní oblasti.

Na základě výše uvedené analýzy byly navrženy úpravy současného systému primární separace, svozu a následného odstraňování jednotlivých složek odpadu podle požadavků aktuální a připravované legislativy. V průběhu projektu byl v analyzovaných svozových oblastech instalován informační systém odkazující na webové stránky projektu, na kterých byly dostupné informace vysvětlující organizaci svozu a odstraňování komunálního odpadu, a jednoduchý návod pro obyvatele, jak zefektivnit systém nakládání s odpady. Ve zkoumaných oblastech proběhla také dotazníková akce – průzkum veřejného mínění v oblasti nakládání s odpady. Ve druhém roce byl následně vyhodnocen očekávaný rozdíl v objemu a struktuře komunálního odpadu před a po informační kampani.

Jedním z dílčích cílů projektu bylo zjišťování objemu a podílu biologicky rozložitelného odpadu vznikajícího v různých částech aglomerace a návrh na zajištění adekvátního organizačního a technologického řešení jeho primární separace, svozu a následného nakládání s ním s kalkulací pro celou aglomeraci. Při analýzách struktury komunálního odpadu byl vyříděný biologicky rozložitelný odpad pokusně kompostován ve vybraném typu malého kompostéru a byly vyhodnocovány změny objemu odpadu v procesu kompostování a složení vzniklého kompostu (živiny, toxické těžké kovy) s ohledem na možnosti dalšího využití tohoto kompostu. Dále bylo prováděno měření fyzikálních a chemických charakteristik v průběhu kompostovacího procesu a také u vzniklého materiálu.

Analýza odpadů ze svozových oblastí byla provedena tak, aby mj. přinesla také informace o vlivu drobných podnikatelských subjektů a jejich produkce komunálního odpadu na celkový objem a strukturu komunálního odpadu v oblasti (především v centru města).

### 1.1 Indikace splněných cílů a přínosů projektu

	<i>splněno</i>
Popis objemu a struktury komunálního odpadu a roční dynamiky jeho produkce. Publikace výsledků v regionálním tisku a v odborné literatuře, průběžné informace o projektu na speciálně za tím účelem vytvořených webových stránkách.	<i>ano</i>
Návrh konkrétní úpravy systému primární separace, svozu a odstraňování směšného komunálního odpadu pro Magistrát města Olomouce a Technické služby města Olomouce.	<i>ano</i>
Zobecnění konkrétních poznatků z efektivity primární separace, svozu a odstraňování směšného komunálního odpadu pro srovnatelné aglomerace měst se 100000 obyvatel a přilehlými drobnými obcemi. Publikace výsledků v regionálním tisku, průběžné informace o projektu na speciálně za tím účelem vytvořených webových stránkách.	<i>ano</i>

Popis struktury biologicky rozložitelného komunálního odpadu a návrh systému kompostování.	ano
Kalkulace objemu a podílu biologicky rozložitelného komunálního odpadu vznikajícího v aglomeraci a návrh na jeho odstraňování.	ano
Zjištění ochoty obyvatel v pilotních oblastech k primární separaci komunálního odpadu a kompostování biologicky rozložitelného komunálního odpadu.	ano
Ověření účinnosti vybraného typu kompostéru, včetně zjištění obsahů živin (N, P) a toxických těžkých kovů (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) v produktech kompostování a návrh na možné využití produktů kompostování. Publikace výsledků v regionálním tisku a v odborné literatuře, průběžné informace o projektu na speciálně za tím účelem vytvořených webových stránkách.	ano)
Zjištění efektivity kompostování ve vybraném, na trhu běžně dostupném kompostéru a možnosti využití produktů kompostování v něm vznikajících. Bude navržen a ověřen způsob zajišťující lepší informovanost obyvatel o separaci, svozu a odstraňování komunálního odpadu, včetně informace o konkrétní struktuře komunálního odpadu v místě jejich bydliště (v pilotních oblastech výzkumu).	ano
Zvýšení povědomí obyvatelstva o projektu samotném, o způsobech a efektivitě separace, sběru a odstraňování komunálního odpadu v pilotních lokalitách a ověření účinnosti informační kampaně. Vytvoření informačního systému a mediální kampaně zaměřených na efektivnější separaci komunálního odpadu ve 4 pilotních svozových oblastech a ověření jejich účinnosti.	ano
Jednotlivé cíle projektu budou ověřovány statistickými metodami na základě předpokladů (vyjádřených tzv. nulovými hypotézami).	ano
Na konci projektu budou obyvatelé pilotních oblastí informováni o výsledcích projektu, zejména o změnách struktury komunálního odpadu v jejich oblasti. Informační systém bude rovněž doplněn o výsledky testu kompostérů a využitelnosti vznikajícího kompostu.	ano

V projektu byly **pro celou dobu trvání** stanoveny následující 4 dílčí cíle:

DÍLČÍ CÍL 1 – Zjistit strukturu smíšeného komunálního odpadu v pilotním regionu

DÍLČÍ CÍL 2 – Ověření efektivity kompostování v malých domácích kompostérech a analýza produktů

DÍLČÍ CÍL 3 – Optimalizace svozu odpadu a rozmístění „hnízd“ s kontejnery na separovaný odpad

DÍLČÍ CÍL 4 – Cílenou kampaní ovlivnit objem a strukturu složek komunálního odpadu

## 1.2 PR projektu 2008 – 2010

- *Říjen 2008*: spuštěny webové stránky projektu ([www.olomouckekomunal.upol.cz](http://www.olomouckekomunal.upol.cz)), které byly v dubnu 2009 doplněny o rubriku „otázky a odpovědi“ umožňující návštěvníkům stránek vznést směrem k projektovému týmu jakékoli dotazy týkající se projektu a odpadového hospodářství obecně
- *Listopad 2008*: exkurze „Po stopách komunálního odpadu v Olomouci“ pro studenty environmentálně zaměřených studijních oborů PřF UP. Byla navštívena třídící linka TS Olomouc, studenty byli seznámeni přímo při probíhající analýze s metodou analýzy komunálního odpadu. Na závěr exkurze byla navštívena skládka komunálního odpadu olomoucké aglomerace v Mrsklesích.
- *Červenec 2009*: článek v časopise Žurnál UP informující akademickou obec o tomto projektu, o jeho cílech a plánovaných výstupech. Dané číslo Žurnálu UP je ke zhlédnutí na webové stránce <http://www.upol.cz/fileadmin/zuparchiv/XVIII/cislo30.pdf>.
- *Říjen 2009 – říjen 2010*: umístění informačních tabulí a distribuce informačních letáků o projektu ve všech pilotních oblastech
- *Listopad 2009*: článek v časopise Bioměsíčník „Bioplynové stanice a využití jejich produktů (nejen) v ekologickém zemědělství – zkušenosti ze zahraničí
- *Listopad 2009 – leden 2010*: v domácnostech pilotních oblastí proběhl průzkum veřejného mínění spojený s informační kampaní o existenci projektu, webových stránkách projektu a dalších informacích o separaci komunálního odpadu
- *Květen 2010*: prezentace posteru na Ekojarmarku v Olomouci

- *Listopad 2010*: exkurze „Po stopách komunálního odpadu v Olomouci“ pro studenty environmentálně zaměřených studijních oborů PřF UP. Postupně byla prezentována třídící linka na recyklovatelné komodity, sběrný dvůr, nová kompostárna v obci Křelov (v provozu od října 2010), kam TS Olomouc vozí dnes prakticky veškeré BRKO a skládka SKO v Mrsklesích u Olomouce. Exkurze se zúčastnilo celkem 30 studentů a dva členové projektového týmu.
- *Leden 2011*: praktická příručka pro obyvatele Olomouce

### **1.3 Účast na konferencích 2008 - 2010**

- *Odpady a obce 2008* v Hradci Králové (pasivní účast)
- *konference „Odpady biodegradabilní – jejich další využití“* na MZLU v Brně (pasivní účast)
- *Odpadové fórum 2009* v Milovech – Sněžném na Moravě: prezentace projektu formou posteru
- *Odpady a obce 2009* v Hradci Králové (pasivní účast)
- *LOGI 2009* Pardubice (pasivní účast)
- *seminář „Úlohy diskrétní optimalizace v dopravní praxi“* v Pardubicích
- *Odpady a obce 2010* v Hradci Králové
- *Odpadové fórum 2010* v Koutech nad Desnou: prezentace přednášky a posteru z výsledků projektu
- *Regionální konference Mezinárodní geografické unie* v Tel Avivu: článek ve sborníku „Geographically improved city waste management“
- *LOGI 2010* Pardubice – dva přednášené příspěvky a současně dva články v recenzovaném sborníku

### **1.4 Publikační činnost 2008 - 2010**

- Heisig, J.: Geografický přístup k problematice svozu odpadů v GIS. In *Úlohy diskrétní optimalizace v dopravní praxi: Telematika v distribučních a svozových úlohách*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2009. s. 82-89. ISBN 978-80-7395-224-2.
- Heisig J., 2010: GIS jako nástroj pro zefektivnění sběru a svozu komunálních odpadů. Sborník 11. ročníku konference *Odpady a obce 2010*. pp 108.
- Kostkan, V., Laciná, J., Mazalová, M., Hekera, P., Voženílek, V., Heisig, J.: 2010: Struktura směsného komunálního odpadu v různých typech zástavby v olomoucké aglomeraci. Sborník konference „Odpadové fórum“, Kouty nad Desnou
- Mazalová, M., Hekera, P., Laciná, J., Kostkan, V., Voženílek, V., Heisig, J., Javůrek, F.: 2010: Ověření efektivity kompostovacího procesu v domácích kompostérech aneb trampoty s kompo(s)ty. Sborník konference „Odpadové fórum“, Kouty nad Desnou
- Mazalová M., Hekera P., Javůrek P., Laciná J., Kostkan V., Heisig J. a Voženílek V. (2010): Ověření efektivity kompostovacího procesu v domácích kompostérech. - *Waste Forum – recenzovaný časopis pro výsledky výzkumu a vývoje pro odpadové hospodářství 2010/3* České ekologické manažerské centrum 2010, Praha, ISSN: 1804-0195, str. 112 – 116. *Recenzovaný příspěvek*.
- Voženílek, V., Heisig, J., Kostkan, V., Laciná J.: 2010: Geographically improved city waste management. IGU Regional Conference, Tel Aviv, 2010
- Kostkan, V., Laciná, J., Mazalová, M., Hekera, P., Voženílek, V., Heisig, J.: 2010 Poměrné složení směsného komunálního odpadu v olomoucké aglomeraci a jeho sezónní dynamika za roky 2008 – 2010. Sborník LOGI 2010, Pardubice, 2010. V tisku. *Recenzovaný příspěvek*.
- Heisig, J., Voženílek, V., Kostkan, V., Laciná J., Hekera, P., Mazalová M.: Prostorové aspekty svozu komunálního odpadu v prostředí GIS. In LOGI. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2010. V tisku. *Recenzovaný příspěvek*.

## 2. DÍLČÍ CÍL 1 – Zjistit strukturu směsného komunálního odpadu v pilotním regionu

### 2.1 Definice dílčího cíle dle zadání projektu

Cílem je dosáhnout znalostí o struktuře a časové dynamice produkce komunálního odpadu ve 4 vybraných pilotních částech města Olomouce, odlišných charakterem osídlení a ekonomickými aktivitami, strukturou obyvatelstva a charakterem zástavby. Zjišťován bude objem a podíl vybraných složek směsného komunálního odpadu a celkové objemy separovaného i směsného komunálního odpadu.

### 2.2 Výsledky dílčího cíle dle zadání projektu

→ *Znalost objemu a struktury komunálního odpadu v závislosti na charakteru pilotních čtvrtí, včetně časové dynamiky produkce jednotlivých komodit odpadu*

Od září roku 2008 probíhaly za pomoci brigádníků vždy ve třech pracovních dnech v měsíci (pondělí, středa a čtvrtek) **rozbory směsného komunálního odpadu** ze čtyř zkoumaných lokalit, které se liší strukturou obyvatelstva a charakterem zástavby.

Sběr dat probíhal po dobu 24 měsíců, a tak lze získaná data považovat za směrodatná a vypovídající o rozdílech mezi jednotlivými zájmovými lokalitami i ročními obdobími. Celkem bylo využito výsledků z analýz 117 vzorků směsného komunálního odpadu za období od září 2008 do srpna 2010. Analýzy byly prováděny podle harmonogramu uvedeného v kapitole „Celkové shrnutí cílů projektu dle zadání a obecné vyhodnocení jejich dosažení – Termíny analýz komunálního odpadu“.

Třídění odpadů ze svozů z jednotlivých částí města probíhalo v areálu sběrného dvora pro podnikatele Technických služeb města Olomouce. Z odpadu byly tříděny složky, které by bylo teoreticky možné zapojit do separovaného sběru, tzn. papír, plasty, nápojové kartony a sklo, a dále textil, kovy, elektroopad, nebezpečný odpad, minerální odpad, biologicky rozložitelný (kompostovatelný a nekompostovatelný) odpad, plné obaly (příp. potraviny), spalitelný odpad, teoreticky využitelný ve spalovnách komunálního odpadu pro výrobu tepelné energie, a dvě podsítné frakce (20 – 40 mm a méně než 20 mm).

Spalitelný odpad byl v roce 2008 podroben termickým zkouškám spalného tepla ve firmě OZO Ostrava.

### 2.3 Zhodnocení získaných výsledků

Část ze získaných výsledků projektu byla prezentována formou příspěvků na konferencích, příp. prostřednictvím článků v odborné literatuře (viz seznam).

#### **Porovnání pondělního a čtvrtečního odpadu ze sídlištní zástavby**

Prokazatelně více bioodpadu v sídlištní zástavbě vzniká ve volných, nepracovních dnech (pondělní vzorek), což lze zdůvodnit vyšší mírou konzumace potravin a přípravy domácích pokrmů o víkendů než ve všedních dnech.

#### **Porovnání hmotnostního podílu vybraných komodit v SKO z pilotních oblastí**

##### ***Papír/lepenka***

Nejvyšší zastoupení komodity „papír“ v SKO bylo zjištěno v zástavbě v centru města, naopak nejnižší hodnoty byly zjištěny ve vzorcích SKO z vesnické zástavby. V prvním případě (centrum města) může být situace způsobena dvěma různými příčinami:

1. v centru města Olomouce jsou velmi omezené možnosti třídění odpadu (z důvodu nedostatku místa je zde velmi málo nádob na tříděný odpad; důležitým faktorem absence nádob je také skutečnost, že by esteticky narušovaly pohledové charakteristiky historicky cenné části města)



a občané tudíž nemají jinou možnost, než papír ukládat spolu s ostatním odpadem do nádob na směsný komunální odpad,

2. centrum města je velmi hustě osídleno podnikatelskými subjekty, u kterých (bohužel) velmi často dochází k porušování Zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech ve znění pozdějších předpisů ze strany živnostníků a odstraňování odpadů z podnikání spolu se směsným komunálním odpadem pocházejícím od občanů.

Nízké procentuální zastoupení papíru v SKO z vesnické zástavby lze vysvětlit možným pálením části produkovaného papíru v lokálních domácích topeništích.

### **Plast**

Signifikantně vyšší procentuální zastoupení plastů v SKO ze zástavby v centru města je pravděpodobně zapříčiněno (podobně jako u papíru a dalších komodit) omezenou možností separace odpadu v této části města a roli zřejmě hraje i přítomnost velkého množství podnikatelských subjektů v tomto typu zástavby.

### **PET lahve (souhrnně bílé a barevné)**

Pravděpodobnou příčinou vyššího podílu PET lahví v SKO z centra města je (podobně jako již u dalších komodit) omezená možnost separace odpadu v této části města a roli zřejmě hraje i přítomnost velkého množství podnikatelských subjektů v tomto typu zástavby. Přítomnost většího množství PET lahví v SKO však v tomto případě není způsobena podnikatelskými subjekty přímo (jinak řečeno, nepředpokládáme, že by podnikatelé přímo zatěžovali odpad PET obaly), ale je jimi pouze zprostředkována. V této lokalitě se totiž vyskytuje mnoho zařízení rychlého občerstvení, ve kterých si kolemjdoucí lidé mohou zakoupit nápoje balené v PET lahvích a jelikož (jak již bylo zmíněno výše) v historickém centru města je akutní nedostatek nádob na tříděný odpad, končí tento kromě pouličních košů také v nádobách na SKO obyvatel, které jsou často umístěny v otevřených průjezdech a jsou tedy z ulice dobře dostupné.

Nižší procentuální zastoupení PET lahví v SKO z vesnické zástavby (v porovnání se sídlištní a vilkovou zástavbou) lze vysvětlit možným pálením části této komodity v lokálních domácích topeništích.

### **BRO**

Procentuální zastoupení BRO na hmotnosti vzorku SKO se lokalitách sídlištní a vilkové, resp. vesnické vs zástavby v centru města statisticky neliší, resp. pro toto tvrzení neexistuje dostatek důkazů. V ostatních případech lze nulovou hypotézu o neexistenci rozdílů mezi lokalitami vyvrátit.

Největší hmotností podíl BRO v SKO byl zjištěn v sídlištní zástavbě, následuje vilková zástavba, vesnická zástavba a hmotnostně nejméně BRO obsahoval směsný komunální odpad z centra města.

### **Kompostovatelný odpad**

Rozdíly v procentuálním zastoupení kompostovatelného odpadu v SKO lze vyvrátit pouze v případě srovnání sídlištní a vilkové zástavby se zástavbou v centru města, přičemž rozdíl mezi sídlištní zástavbou a zástavbou v centru města je *statisticky velmi významný* a rozdíl mezi vilkovou zástavbou a zástavbou v centru města je *statisticky významný*. V ostatních případech nelze nulovou hypotézu o neexistenci rozdílů mezi lokalitami vyvrátit.

Nejvyšší hmotností podíl kompostovatelného odpadu v SKO byl zjištěn (téměř shodně) v sídlištní zástavbě a vilkové zástavbě. Hmotnostně nejméně kompostovatelného odpadu obsahoval směsný komunální odpad z centra města.

### **Nekompostovatelný odpad**

Rozdíl mezi sídlištní zástavbou a zástavbou v centru města a vilkovou a vesnickou zástavbou je *statisticky významný*; rozdíl mezi sídlištní a vesnickou zástavbou je *statisticky velmi významný*. V ostatních případech nelze nulovou hypotézu o neexistenci rozdílů mezi lokalitami

vyvrátit. Nejvyšší hmotností podíl. Hmotnostně nejméně kompostovatelného odpadu obsahoval směsný komunální odpad z vesnické zástavby.

### ***Nápojový karton***

Produkce této komodity je ve všech lokalitách velmi vyrovnaná.

### **Vyhodnocení sezónní dynamiky a trendů BRO**

Pouze u vesnické zástavby se podařilo prokázat vliv sezóny – nárůst hmotnostního podílu BRO v SKO v podzimních měsících (sklizeň ovoce a zeleniny, úklid zahrad před zimou) a pokles v průběhu jara a časného léta.

Ve vesnické a sídlištní zástavbě lze vypořádat z naměřených dat z let 2008 – 2010 statisticky signifikantní pokles hmotnostního podílu BRO v SKO.

Pokles podílu BRO v SKO ve vesnické zástavbě lze přičíst na vrub postupně zaváděnému (a pravděpodobně tedy funkčnímu) systému odděleného třídění a svozu BRO v této lokalitě Magistrátem města Olomouce. Pokles podílu BRO v SKO v sídlištní zástavbě je vzhledem k neexistenci systému na separaci BRKO pravděpodobně důsledkem ekonomické krize a větší míry šetření u obyvatel. Neprokatelný pokles BRO v SKO ve vilkové zástavbě (i přes zavedený systém svozu BRKO!) a zástavbě v centru města je s největší pravděpodobností způsoben vyšší životní úrovní obyvatel těchto typů zástavby a tedy menší potřebou šetřit potravinami.

### **Zhodnocení výsledků analýz spalného tepla**

Jak již bylo popsáno výše v textu, v roce 2008 byly vzorky spalitelného odpadu z hodnoceného SKO podrobeny termickým zkouškám v OZO Ostrava. Hodnoty zjištěného spalného tepla analyzované frakce spalitelného odpadu se pohybovaly mezi 16,8 a 18,1 MJ/kg (podle normy ČSN ISO 1928). Současně využívané technologie spaloven SKO jsou však schopny využívat (bez poškození) materiál o spalném teple pouze do 10 MJ/kg. Tato komodita SKO tedy skýtá do budoucna obrovský potenciál pro své energetické využití a snížení objemu skládkovaného odpadu.

## **2.4 Závěrečná doporučení**

- Pro zlepšení separace využitelných komodit odpadu v historickém centru města je nezbytné, aby zde bylo více možností pro jejich separovaný sběr. Vzhledem k omezeným prostorovým a architektonickým možnostem pro umístění sběrových nádob doporučujeme zvážit možnost vybudování podzemních kontejnerů na separaci odpadu.
- Doporučujeme zintenzívnit kontroly odpadového hospodářství podnikatelských subjektů, zejména v centru města, s cílem zamezit navyšování objemu SKO o nevytříděný živnostenský odpad. V SKO z centra města jde především o vysoký podíl separovatelných komodit – papíru a plastu živnostenského původu, které by měly být primárně separovány původci tohoto odpadu.
- Postupné zavádění separovaného sběru BRKO do celého města, doprovázený cílenou kampaní mezi obyvateli oblastí, kde je tento sběr zaváděn.
- Postupné posílení separovaného sběru papíru ve vesnické zástavbě. V současné době tvoří papír malý podíl SKO, protože je pravděpodobně spalován v zařízeních na spalování pevných paliv. S rozvojem jiných forem vytápění (plyn, elektřina) lze očekávat zvýšení podílu odpadového papíru i v těchto typech zástavby.
- Po zavedení separovaného svozu BRKO na sídlištních doporučujeme svázat tuto komoditu po víkendech (pondělí), kdy je objem vzniklého BRKO největší.
- Velmi nízký podíl PET lahví v SKO indikuje, že separace této komodity je jednoduchá a mezi obyvateli je již zažitá. Nedoporučujeme na tomto systému nic zásadním způsobem měnit.

- Svoz BRKO z oblastí se zahrádkami (vilové čtvrti a vesnická zástavba) by měl pružněji reagovat na sezónní dynamiku produkce této komodity. Nárůst BRKO v těchto oblastech se projevuje ve vrcholném létě a na podzim (sečení trávníků, později listů a rostlinné zbytky z podzimní údržby zahrádek) a pokud je svoz v tomto období ve stejných časových intervalech jako na začátku vegetační sezóny, bude se zvyšovat podíl BRKO v SKO.

## **2.5 Použitá literatura**

Kotoulová, Z., Černík, B., Benešová, L., 2010: Ukazatele komunálního odpadu z domácností. Odpadové fórum 2010 (7 – 8): 34 – 35

Hendl, J., 2004: Přehled statistických metod zpracování dat – Analýza a metaanalýza dat. Portál. Praha. 584 s.

### *Internetové zdroje*

Plán odpadového hospodářství České republiky

[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/plan\\_odpadoveho\\_hospodarstvi/\\$FILE/oodp-POH\\_CR\\_kompletni\\_dokument\\_2003.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi/$FILE/oodp-POH_CR_kompletni_dokument_2003.pdf)

<http://rimarcik.com/navigador/hypotezy.html>

<http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/12-vyhrevnosti-a-merne-jednotky-palivoveho-dreva>

### *Software*

R Development Core Team (2010). R: A language and environment for statistical computing. R foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

### *Normy*

ČSN ISO 1928

### *Legislativa*

Zákon č.185/2001 Sb. o odpadech

## **3. DÍLČÍ CÍL 2 – Ověření efektivity kompostování v malých domácích kompostérech a analýza produktů**

### **3.1 Definice dílčího cíle dle zadání projektu**

Cílem je zjistit, jaká je efektivita kompostování biologicky rozložitelného komunálního odpadu v komerčně vyráběných a na trhu dostupných kompostérech při kompostování těchto odpadů z různých částí aglomerace, jaké je složení produktů kompostování z hlediska obsahu živin (N, P) a toxických těžkých kovů. Pro potřeby výzkumu bude vybrán jeden konkrétní typ kompostéru, běžně dostupného na trhu, jehož účinnost bude testována.

Budou předloženy návrhy na možné způsoby využití vznikajících kompostů.

### **Výsledky dílčího cíle dle zadání projektu**

→ *Výsledkem je ověření a kvantitativní popis efektivity kompostování biologicky rozložitelného komunálního odpadu ve vybraném typu malého domácího kompostéru a návrh následného využití vznikajícího kompostu.*

### **3.2 Stručné shrnutí vlastní realizace dílčího cíle za dobu chodu projektu**

#### **Upřesnění a zdůvodnění definovaných cílů**

Ústředním cílem této dílčí kapitoly projektu bylo ověřit efektivitu kompostování v komerčně dostupném typu domácího kompostéru z hlediska rychlosti vlastního procesu a vlastností výsledného substrátu.

Vzhledem k předpokládaným odlišnostem mezi různými typy zástavby byly definovány 4 oblasti, se kterými projekt operoval, přičemž se předpokládá převoditelnost získaných hodnot v rámci celého administrativního celku.

Ověření efektivity a rychlosti kompostování v komerčním typu kompostéru a identifikace hlavních faktorů, mající vliv na celkovou dobu kompostovacího procesu bylo stěžejním úkolem této části projektu.

Další informací, kterou měl zajistit experiment, realizovaný v rámci tohoto dílčího cíle předkládaného projektu, bylo chemické složení výsledného produktu, významně ovlivňující možnosti následného využití kompostu.

### **Shrnutí použitých metod a postupů**

Každý měsíc od září 2008 do srpna 2010 probíhaly rozborů komunálního odpadu ze 4 zájmových oblastí, reprezentující odlišné typy městské zástavby s odlišnými dispozicemi k produkci různých typů odpadů. Zároveň byly zakoupeny čtyři kompostéry o objemu 700 litrů, vyrobené z recyklovaných plastů s perforovanou stěnou a víkem s nastavitelnou ventilací, sloužící k provzdušnění materiálu. Nádoby byly postaveny volně na povrch půdy a viditelně označeny názvy jednotlivých zkoumaných lokalit. Vytríděný kompostovatelný odpad byl přesně zvážen, u všech vzorků byl rovněž zaznamenán odhadovaný objem. Do každého z kompostérů byla pravidelně vkládána kompostovatelná frakce, vytríděná z komunálního odpadu, svezeneho z příslušné sledované lokality.

Koncem roku 2008, kdy v kompostérech vznikla vrstva materiálu dostatečné tloušťky (cca. 20 cm), souvisle pokrývající dno, začala pravidelná metrologie kompostovacího procesu. Přitom byla v kompostérech zaznamenávána maximální vnitřní teplota a obsah kyslíku ve vrstvách materiálu definované hloubky (10, 20, 30 a 40 cm pod povrchem - pokud bylo v nádobě dostatek materiálu). Zaznamenávali jsme podíl zkompostovaného materiálu a nerozložených rostlinných zbytků a provedli kvantitativní srovnání vstupů s výstupy. Zkompostovaná i nerozložená frakce substrátu z každého kompostéru byla zvážena a byl proveden výpočet objemu materiálu, po kterém následovalo srovnání s údaji, zaznamenávanými při každém dni „třídění“.

Posledním cílem bylo zjistit chemické složení vzniklého substrátu a jeho vhodnost k aplikaci na zemědělskou půdu, resp. jako hnojiva na zeleninové, či okrasné zahrádce.

Všechna výše uvedená pozorování, měření a rozborů byly prováděny nejen na kompostovatelném materiálu ze čtyř sledovaných lokalit, ale také na tzv. prosevu. Tento materiál je tvořen heterogenními částicemi SKO o velikosti menší než 20 mm, které se z analyzovaného odpadu separují pomocí sít. Důvodem byl především vysoký podíl BRKO v této složce SKO. Cílem bylo zjistit nejen potenciální „kompostovatelnost“ tohoto substrátu, ale také chemické a fyzikální složení výsledného produktu a s ohledem na výsledky těchto analýz posoudit možnosti jeho dalšího využití.

## **3.3 Zhodnocení získaných výsledků**

### **Intenzita kompostovacího procesu**

V první fázi dílčího cíle byla hodnocena intenzita a průběh vlastního procesu kompostování, a to nepřímo, pomocí korelace s vnitřní teplotou substrátu a obsahu kyslíku, resp. jeho gradientu ve srovnání s vnější atmosférou. Tato část experimentu byla zveřejněna na konferenci Odpadové fórum 2010 formou posteru a článku v elektronickém sborníku z konference a dále v rozšířené verzi publikována v recenzovaném odborném periodiku Wasteforum (Mazalová et al. 2010), jako jeden ze závazných výstupů projektu.

### **Objemové a hmotnostní změny**

Na základě kvantitativního rozboru obsahu kompostérů bylo zjištěno, že bylo BRKO přijatelně zkompostováno průměrně pouze ze 49,3 objemových % aktuálního obsahu jednotlivých kompostérů. Nerozložený, převážně vysušený BRKO tedy objemově mírně překročil v průměru polovinu veškerého obsahu v každém z kompostérů.

Objemová ztráta původního vloženého BRKO do kompostéru ve vztahu k výslednému produktu je v průměru 79,9 %. Jestliže ale z výpočtů odstraníme patřičný podíl dosud

nerozloženého BRKO (odečtením příslušného objemu nerozloženého BRKO ze vstupu i výstupu), dosáhneme výsledného průměrného snížení objemu 89,3 %. Srovnání celkových objemových redukcí materiálu z jednotlivých sledovaných oblastí nepřináší výrazně odlišné výsledky, zatímco výsledky rozboru aktuálního poměru kompostu a nezkompostovaného BRKO v jednotlivých kompostérech po ukončení experimentu se výrazně liší. To však lze interpretovat jako aktuální odlišnosti ve struktuře přidávaného BRKO z jednotlivých oblastí.

Mimo nezkompostovaného materiálu svrchní, recentněji přispávané vrstvy, jež je vystavena rychlému vysychání, se v kompostu podle očekávání vytvořila místa s nerozloženým BRKO také po stranách kompostéru. Boční vnější vrstvy kompostu byly oschlé vlivem nadměrného provzdušnění prostřednictvím komínového efektu a přílišné perforace stěn kompostérů, vedoucího rovněž ke ztrátě vlhkosti. Faktor expozice ke světovým stranám je autokorelován s množstvím (délkou a intenzitou) slunečního osvětlení. Z uvedených hodnot je patrné, že jižně exponované části kompostérů vykazovaly až několikanásobně větší mocnost nezkompostované vrstvy materiálu uloženého podél „jižní“ stěny v porovnání se stěnou „severní“.

Komplementární částí k zjištění objemových změn bylo vyhodnocení kvantitativních změn (redukce) hmotnosti. Toto bylo realizováno opět jako stanovení podílu vyzrálého (hotového) kompostu a nerozloženého BRKO. V průměru byl BRKO přijatelně zkompostován ze 79,2 % hmotnosti vloženého substrátu. Nerozložený BRKO byl hmotnostně v průměru zastoupen z 20,8 %.

Srovnáním hmotností výsledných kompostů a vstupních dat z analýz složení SKO jsme získali celkové hmotnostní změny BRKO, ukládaného do jednotlivých kompostérů. Z výpočtů vyplývá, že celkové hmotnostní změny původního vloženého BRKO do kompostéru a výsledného produktu jsou v průměru 76,2 %. Při odečtení hmotnosti nerozložené části obsahu kompostérů od celkové hmotnosti BRKO, vloženého do kompostérů během 14-ti vsádek, jsme získali výslednou hmotnostní změnu v průměru 79,6 %.

Možná stejně zajímavým výsledkem, jako je průměrná hmotnostní redukce materiálu, je poměr hmotnosti celkově vsazeného BRKO a hmotnosti vyzrálého kompostu v jednotlivých kompostérech. Zatímco u ostatních tří nádob se tento poměr pohybuje mezi cca. 4 - 5:1, výrazně odlišný je poměr u materiálu z centra města. Zde dosahuje hodnoty 15:1, což může znamenat:

- a) výraznou převahu disimilačních procesů, nad procesy zpětné resyntézy, většinu hmotnostní ztráty by bylo nutno přičíst na vrub metabolismu mikroorganismů termické fáze kompostování, při kterém dochází k intenzivnímu uvolňování CO<sub>2</sub>,
- b) ztrátu hmotnosti v důsledku vysoušení původně vlhčího materiálu, než tomu bylo u ostatních kompostérů. Vlhkost nehomogenního materiálu, jež byl umístován do kompostérů nebylo možné adekvátně změřit, jediným vodítkem tak může být vlhkost výsledného kompostu, jež však v případě z centra města dosáhla průměrné hodnoty 58,49 % (viz níže v textu).

Popisovaný vzorek ze zástavby v centru města vykazuje také další odlišnosti: celková hmotnostní redukce dosáhla hodnoty 89,0 % - výrazně vyššího čísla, než je tomu u ostatních tří kompostů, zároveň hmotnostní podíl vyzrálého kompostu a nerozloženého BRKO v kompostéru po ukončení experimentu byl nejnižší (61,4 %). Výše uvedené lze interpretovat ve vztahu ke složení BRKO z této lokality, jež je funkcí typu zástavby, resp. zde provozovaných aktivit (historické centrum města prakticky bez zeleně, minimum trvale obydlených domů, převaha penzionů, hotelů, restaurací aj. provozoven podnikatelských subjektů). Vytříděná biologicky rozložitelná frakce SKO z této lokality se v průběhu celého experimentu na první pohled odlišovala od ostatních tří typů velkým množstvím cibulových slupek resp. zbytků nakrájené cibule a krouhaného zelí, tedy zeleninou používanou v restauračních zařízeních typu fast-food.

Závěrem této podkapitoly je nutno zmínit, že kvantitativní objemové změny podsítné frakce, deponované v pátém kompostéru dosáhly při srovnání se skutečnými komposty výrazně nižších hodnot. Objemová ztráta činila pouhých 52,0 % původního objemu. Vzhledem k tomu, že u prosevu nebylo možno odděleně hodnotit zkompostovanou část od nerozložené frakce, není tato složka zahrnuta do výše uvedených grafů a tabulek.

### Výsledky chemických analýz

Základní kritéria pro hodnocení kompostů využitelných k aplikaci na půdy jsou uvedeny a ČSN 465735 „Průmyslové komposty“ a ve vyhlášce č. 341/2008 Sb. Obě uvedené direktivy však hodnotí pouze průmyslově vyráběné komposty a výstupy ze zařízení k využívání bioodpadů, z nichž jako nejmenší jsou brána „malá zařízení“ ve smyslu § 33b zákona o odpadech. Ani komunitní kompostárny podle § 14 zmíněného zákona nejsou zařízení k nakládání s odpady, proto vyhláška č. 341/2008 Sb. požadavky na jejich provoz nestanoví. Produkty z individuálního kompostování BRKO v domácích kompostérech pak můžeme hodnotit podle kritérií ve jmenované ČSN a vyhlášce pouze orientačně.

#### Komentář k výsledkům

Vzhledem k tomu, že zakládané komposty nebyly zpracovávány mechanicky s kontrolovanými a optimalizovanými vstupy jako komposty průmyslové, jsou všechny získané výsledky a srovnání s ČSN 465735 a vyhláškou č. 341/2008 Sb. pouze orientační.

**Nerozložitelné příměsi** – všechny komposty vykazují významně větší procentuální obsah nerozložitelných příměsí, než povoluje norma i vyhláška.

**Homogenita celku** – všechny vzorky odpovídaly požadované homogenitě, nejméně homogenní byl vzorek prosevu.

**Vlhkost** – kompost ze sídlištní zástavby překračoval kritérium nejvyšší vlhkosti, což mohlo být způsobeno vysokými obsahy zbytků zeleniny a ovoce ve vsádkách. Vzorek prosevu naopak nedosáhl ani minima vlhkosti z důvodů značného obsahu prašných částic a popelovin. Ostatní vzorky splňovaly limitní kritéria.

**Spalitelnost** – všechny vzorky splňovaly limitní kritéria.

**pH** – kompost ze sídlištní zástavby a vzorek kompostu překračovaly limitní hodnotu pH. Zatímco u prosevu jsme zvýšenou alkalitu očekávali (vysoký podíl alkalických popelovin), u kompostu ze sídlištní zástavby tato skutečnost nejspíš souvisí se zvýšenou vlhkostí, tedy převládajícími anaerobními procesy za vzniku amoniaku a hydroxidu amonného, který mohl výsledné pH ovlivnit. Ostatní komposty odpovídaly normě.

**Celkový dusík** – všechny vzorky odpovídaly požadovaným obsahům.

**Hodnota C:N** – toto kritérium podle vyhlášky č. 341/2008 Sb. splňoval pouze kompost ze sídlištní zástavby, ostatní vzorky včetně prosevu obsahovaly menší množství uhlíku než je optimální pro vyvážený poměr s dusíkem. Výsledek odpovídá nízkému obsahu dřevní hmoty a suchého materiálu v kompostových vsádkách.

**Obsah fosforu** – není součástí ČSN 465735 ani vyhlášky č. 341/2008 Sb., pouze doplňuje celkovou charakterizaci kompostu. Všechny vzorky obsahují vysoké množství zásobního, potenciálně využitelného fosforu.

### **3.4 Závěrečná doporučení**

- Výrobci kompostérů by měli upřesnit návody na použití kompostérů - upřesnit jak umístit kompostér, aby nebyl na přímém slunečním světle, udávat jak dlouho probíhá proces kompostování v případě, že kompost není pravidelně převrstvován.
- Vzhledem k tomu, že proces kompostování je ovlivňován umístěním kompostéru, měli by výrobci být schopni doporučit vhodné typy kompostérů podle požadavku zákazníků na umístění kompostéru (Např. pro slunná otevřená stanoviště doporučit typy s menšími větrací průduchy, na vlhká a stinná stanoviště naopak s většími).
- V návodech k použití kompostérů a v metodických materiálech pro veřejnost o kompostování by mělo být zdůrazněno, že řada odpadů sice kompostovatelná je, ale proces rozkladu je podstatně delší (cibule, citrusy, ořechy, vaječné skořápky), než u ostatního kompostovaného materiálu.

- V návodech na kompostování by měl být zdůrazněn význam uhlikatých sloučenin v poměru C : N s uvedením příkladu biologických materiálů, které tento poměr zlepšují.
- Poměr C : N může být zlepšen např. použitou dřevitou podestýlkou z chovu drobných domácích hlodavců. Zároveň promísením s vrstvi rostlinného odpadu z kuchyně s dřevitým materiálem je možné odstranit riziko zápachu z kompostéru.
- Občané by měli být informováni, že někteří výrobci balených čajů vyrábí v současné době čajové sáčky z platů a tyto nejsou, na rozdíl od dosud běžných papírových, vhodné pro kompostování.

### **3.5 Použitá literatura**

- de Araujo A. S. F., de Melo W. J. & Singh R. P., 2010: Municipal solid waste compost amendment in agricultural soil: changes in soil microbial biomass. - Rev. Environ. Sci. Biotechnol. 9(1): 41-49.
- Clarkson D. T., Earnshaw M. J., White P. J. & Cooper H. D., 1988: Temperature dependent factors influencing nutrient uptake: an analysis of responses at different levels of organisation. - Symp. Soc. Exp. Biol., 42: 281–309.
- Generowicz A. & Olek M., 2010: Assessment of the loss of mass, organic substance and combustible elements in the waste biodegradation process.- Pol. J. Chem. Tech., 12(2): 67-69.
- Hřebíček J., Hejč M. a kol., 2008: Prognóza nakládání s biodegradabilním odpadem v ČR do roku 2020. In: KOTOVICOVÁ J. a kol. (2008): Sborník z III. ročníku mezinárodní konference Odpady biodegradabilní 6. 11. 2008, MZLU, Brno.
- Ingraham J. L. & Bailey G. F., 1959: Comparative effect of temperature on metabolism of mesophilic and psychrophilic bacteria. - J. Bacteriol., 77: 609–613.
- Kalina J. (2004): Kompostování a péče o půdu. 116 pp., 2. upravené vydání, Grada Publishing a.s., Praha.
- Kára J., Pastorek Z. & Jelínek A., 2002: Kompostování zbytkové biomasy. – Biom.cz [online]. Dostupné z: [www: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovani-zbytkove-biomasy>](http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovani-zbytkove-biomasy). ISSN: 1801-2655.
- Tang J. C., Zhou Q. & Katayama A., 2010: Effects of Raw Materials and Bulking Agents on the Thermophilic Composting Process.- J. Microbiol. Biotechnol., 20(5): 925-34.

#### *Normy*

ČSN 465735 „Průmyslové komposty“

#### *Legislativa*

Vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady

Vyhláška č. 209/2005 Sb. ve znění vyhlášky č. 401/2004 Sb. o stanovení požadavků na hnojiva

## **4. DÍLČÍ CÍL 3 – Optimalizace svozu odpadu a rozmístění „hnízd“ s kontejnery na separovaný odpad**

### **4.1 Definice dílčího cíle dle zadání projektu**

Na základě analýz struktury a objemu jednotlivých dále vyřiditelných složek komunálního odpadu a prostorové analýzy pilotních svozových oblastí navrhnout úpravy dosavadního systému.

### **4.2 Výsledky dílčího cíle dle zadání projektu**

→ *Výsledkem je analýza možných příčin vysokých podílů vyřiditelných složek komunálního odpadu ve směsném odpadu a návrh na úpravy stávajícího systému svozu a rozmístění „hnízd“ s kontejnery na separovaný odpad v konkrétních lokalitách.*

V průběhu roku 2010 byly ve vybraných částech města Olomouce provedeny pilotní studie optimalizace svozu odpadů a studie rozmístění „hnízd“ s kontejnery na separovaný odpad. Obě studie byly publikovány, optimalizace svozu odpadů na konferenci LOGI 2010 dne 19. 11. 2010 v Pardubicích a studie pro optimální rozmístění „hnízd“ na separovaný odpad na Regionální konferenci Mezinárodní geografické unie v Tel-Avivu ve dnech 12. – 16. 7. 2010.

Studie byly vzhledem k rozsahu dat pro celou olomouckou aglomeraci, časové náročnosti na zpracování a především nutnosti ověření modelových výsledků zpracovány pro sídlištní zástavbu na příkladu oblasti sídliště Olomouc – Povel.

Toto území bylo vybráno především pro svou dostatečnou velikost (počet obyvatel cca 6500) a dobrou vymezenost od okolní zástavby jiných částí města hlavními komunikacemi. Zároveň v sídlištní zástavbě lze očekávat největší rezervy v systému logistiky svozu SKO z důvodů vysoké koncentrace obyvatel, četností svozu (obvykle 2x týdně) a komplikovanosti dopravní sítě a jejích dopravních omezení (jednosměrné komunikace, zákazy vjezdu apod.). Pro ostatní typy zástavby nebyly v Olomouci vypracovány pilotní studie pro nesplnění výše uvedených kritérií.

Problematika optimalizace svozu komunálního odpadu (především datových zdrojů) je podrobně řešena v samostatné metodice.

### **4.3 Optimalizace svozu směsného komunálního odpadu**

#### **Vstupní data**

Model svozu směsného komunálního odpadu vychází ze skutečnosti, kdy je každý majitel nemovitosti zodpovědný dokladovat, jak nakládá s SKO. V praxi to znamená, že vlastní nádoby na směsný komunální odpad a sjednává si službu pravidelného svozu komunálního odpadu. Z geografického pohledu jde o umístění nádob na SKO v prostoru. SKO je pak svážen svozovým vozidlem a po určité trase v předem určený čas.

Z pohledu datového modelování jde o získání následujících vstupních dat. Vstupní data (datové sady) jsou prostorového a neprostorového charakteru. Dodavatelem prostorových datových sad byl MMOL (oddělení geografických aplikací) a společnost CEDA, a.s. a neprostorových (tematických) datových sad pak TSMO (provozovna odpadového hospodářství).

#### **Výsledky**

Původní trasa se skládá z šesti nespojitých úseků, které dohromady mají délku 8949 metrů. Optimalizovaná trasa tvoří jeden úsek, měřící 7753 metrů. Rozdíl mezi délkami původní a optimalizované trasy je tedy 1196 metrů, tzn. optimalizovaná trasa představuje přibližně 87 % původní trasy. Důležité je zdůraznit, že u původní trasy docházelo v mnoha úsecích k několika opakovaným průjezdům po stejné trase, což není při vizualizaci patrné.

#### **Diskuze**

Výsledek práce může být obecně ovlivněn několika faktory. Zásadním faktorem při modelování je aktuálnost dat, a to jak topografických (průjezdnost komunikací, změna dopravního značení), tak i tematických dat (změna počtu/objemu nádob ve vztahu k počtu trvale přihlášených obyvatel). Neméně důležitá je i topologická přesnost, především u dat uliční sítě a adresních bodů, resp. jejich vzájemné vazby.

Při aplikaci modelových hodnot do praxe je třeba mít na zřeteli, že jde o modelové hodnoty, které je nutno ověřit v praxi. Do modelu nebyly zahrnuty všechny faktory, které mohou ovlivnit délku trasy svozu komunálního odpadu z důvodu jejich neimplementovatelnosti do modelu (řidičova znalost území) nebo resp. nepředvídatelnosti (dopravní nehoda a vyhledání objízdné trasy apod.).

### **4.4 Optimalizace svozu a prostorového rozmístění nádob na separovaný odpad**

#### **Vstupní data**

Podobně jako u modelování svozu směsného komunálního odpadu byla provedena analýza dostupných dat pro separovaný odpad, získaných ze stejných zdrojů.

Studie byla provedena pro vzorovou oblast sídliště Olomouc – Povel. Toto území bylo vybráno především pro svou dostatečnou velikost (počet obyvatel cca 6500) a je dobrou vymezenost od okolní zástavby jiných částí města hlavními komunikacemi.



Model svozu a prostorového rozmístění nádob na separovaný odpad byl sestaven za účelem optimalizace rozmístění nádob na separovaný odpad v městském prostředí. Cílem bylo upravit rozmístění nádob tak, aby jejich lokalizace motivovala místní obyvatele k efektivnějšímu třídění vybraných složek komunálního odpadu. Zároveň byl brán zřetel na to, aby nové rozmístění nádob bylo dostupné pro svozové vozy separovaného odpadu.

Podmínkou sestaveného modelu pro optimalizaci rozmístění nádob na separovaný odpad je polohová přesnost míst trvalého bydliště obyvatel (adresních bodů) jako producentů odpadů a data o počtu obyvatel, kteří jsou trvale přihlášení na jednotlivých adresách. Díky těmto datům lze vytvořit prostorové váhy pro jednotlivé adresy co do počtu zde bydlících obyvatel, a tím v modelu upřednostnit domy a území s vyšší koncentrací obyvatel. Pro výpočet vzdáleností byly použity skutečné hodnoty délek uliční sítě a sítě chodníků.

Na základě vstupních hodnot přijatelných vzdáleností z provedeného dotazníkového šetření (Dílčí cíl 4) a dostupné literatury (Kalani, Lal Samarakoon, 2010) byly pro zvýšení motivace obyvatel síťovou analýzou v prostředí GIS vypočítány hodnoty zón dostupnosti od nádob na separovaný odpad k jednotlivým adresám. Hodnoty maximální přijatelné vzdálenosti u obyvatel z oblasti sídliště se pohybovaly okolo hodnoty 35,8 m, pro oblast celého města Olomouce pak 76,4 m. Podle Kalani, Lal Samarakoon, 2010 je optimální docházková vzdálenost obyvatel k nádobám na separovaný odpad ekvivalentu času 1 minuty chůze, což při běžné průměrné rychlosti chůze 4 km/h činí 67 metrů. Další hodnoty zón dostupnosti (100 m, 150 m a 200 m) byly doplněny na základě autorské empirie. Každé hodnotě zóny dostupnosti byl ve vzorové oblasti Olomouc - Povel přiřazen počet obyvatel, kteří mají své trvalé bydliště v dané vzdálenosti od nádoby na separovaný odpad.

### **Výsledky**

Z geografického pohledu jsou nejhůře dostupné oblasti na severovýchodě vzorového území, severozápadě a v centrální oblasti ve východní části – staré vilové zástavbě uprostřed sídliště Olomouc - Povel.

Na základě vizuální analýzy stávajícího stavu přímo v terénu bylo přikročeno k navýšení počtu „hnízd“ na separovaný odpad ve třech výše uvedených oblastech s nejhůře dostupností o tři „hnízda“ (pro každou oblast jedno). Celkově se dostupnost k nádobám zlepšila pro 775 obyvatel, k největšímu zlepšení došlo v zóně vzdáleností do 76,4 m ke zvýšení obsluhy až o 274 obyvatel při zanedbatelném nárůstu délky vedení svozové trasy se však výrazně nezměnila. Původní hodnota byla 5722 m, po optimalizaci 5747 m. Do nákladů je však třeba také započítat i cenu na zřízení „hnízd“ na separovaný odpad a cenu nově zakoupených kontejnerů.

### **Diskuze**

Nevýhodou modelu je nepřesnost vyplývající z poněkud vysoké míry subjektivity při umístění nových „hnízd“ na separovaný odpad a metodiky sběru dostupných dat o obyvatelstvu. Data o obyvatelstvu zahrnují osoby, které jsou přihlášeny na dané adrese k trvalému pobytu. Naopak nejsou v ní zahrnuty osoby, které se dlouhodobě nezdržují na místě svého trvalého bydliště nebo osoby, které se zde zdržují jen přechodně. Data adresních bodů (registru obyvatel) jsou však jedinými existujícími relevantními daty, která lze využít pro větší území bez použití místního šetření.

Další skutečností, která může ovlivnit výsledek je nepřesnost odhadu obyvatel při stanovení vzdáleností mezi místem jejich bydliště a umístěním „hnízd“ nádob na separovaný odpad.

## **4.5 Mapa „míst systémů zpětného odběru v Olomouci“**

V rámci dílčího cíle 3 byla také vytvořena mapa „Místa systémů zpětného odběru v Olomouci“. Tato mapa informuje občany o místech jednotlivých systémů zpětného odběru a odděleného sběru použitých elektrických a elektronických podle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech na území města Olomouce. V těchto systémech zpětného odběru jsou zahrnuty i

sběrné dvory, kam je možné odevzdat vedle použitých elektrických spotřebičů i větší objemy separovaných odpadů, kovy apod. V mapě jsou označena místa, kde je možné odevzdat použitá elektrická a elektronická zařízení následujícího systému zpětných odběrů: Asekol, a.s., Ecobat, a.s., Elektrowin, a.s. a Ekolamp, a.s. Z veřejně dostupných databází výše uvedených společností byla vytvořena jednostranná barevná mapa formátu A1. Místa zpětného odběru jsou lokalizována na adresu a jsou vizualizována formou strukturního kartodiagramu. Každé místo zpětného odběru je popsáno provozovatelem (např. název prodejny), adresou, telefonním kontaktem (příp. zodpovědnou osobou) a časovým omezením zpětného odběru (otevírací dobou prodejny).

#### **4.6 Použitá literatura**

- Ghose M. K., Dikshit A. K., Sharma S. K.: A GIS based transportation model for solid waste disposal - A case study on Asansol municipality. Waste Management. 2006; 26(11): 1287-93.
- Hýblová, P.: Logistika: pro kombinovanou formu studia. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2006. 1. vydání. 59s. ISBN: 80-7194-914-0.
- I.A. Kalani, Lal Samarakoon: Locating Bin using GIS for Waste Management. International Journal of Engineering and Technology (IJET/IJENS). 2010. Vol. 10 (2), p. 97-110. ISSN2077-1185.
- McDonald, S., Ball, R.: Public participation in plastics recycling schemes. Resources Conservation and Recycling. 1998. 22 (3-4), 123-141.
- Speirs, D., Tucker, P.: A profile of recyclers making special trips to recycle. Journal of Environmental Management, 2001. 62 (2), 201-220.
- Svoboda, V.: Doprava jako součást logistických systémů. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN: 80-01-02914-X.
- Tilman, C., Sandhu, R.: A model recycling program for Alabama. Resources, Conservation and Recycling 1998. 24 (3-4), 183-190.
- Voženílek, V.: Aplikovaná kartografie I – tematické mapy. Olomouc: Vydavatelství UP 1999. 178 s.

### **5. DÍLČÍ CÍL 4 – Cílenou kampaní ovlivnit objem a strukturu složek komunálního odpadu**

#### **5.1 Definice dílčího cíle dle zadání projektu**

Dosáhnout vysokého stupně efektivity primární separace komunálního odpadu lze mj. výchovou a informovaností obyvatelstva. Dílčí výsledky projektu (po 1 roce běhu) budou v pilotních svozových oblastech zveřejněny na všech místech, kde probíhá výzkum (Dílčí cíle 1-3), a budou poskytnuty pro region cílené konkrétní informace, jak zvýšit efektivitu třídění a dosáhnout snížení podílu směsného odpadu na celkovém objemu komunálního odpadu.

#### **5.2 Výsledky dílčího cíle dle zadání projektu**

→ *Zlepšení struktury komunálního odpadu ve smyslu zvýšení podílu separovaného recyklovatelného odpadu na úkor směsného, snížení podílu nebezpečného odpadu ve směsném, příprava obyvatel na úkol zajištění snížení podílu biologicky rozložitelného komunálního odpadu ve směsném.*

Dílčí cíl 4 byl zaměřen na ověření možností působení na obyvatele města, respektive vybraných pilotních oblastí, ve smyslu lepší informovanosti o formách separace, separovaných komoditách a významu primární separace komunálního odpadu z hledisek:

- globální ochrany životního prostředí (např. snižování množství nebezpečných látek ukládaných do životního prostředí ve formě skládek, zvýšení podílu recyklovaných komodit na spotřebě primárních surovin a jejich dalšího využití, produkce CO<sub>2</sub> do atmosféry atd.),
- lokální ochrany životního prostředí (zátěž konkrétního území skládkováním),
- ekonomického a logistického (finanční a organizační náročnost odstraňování komunálního odpadu).

V rámci tohoto úkolu byly obyvatelé v pilotních oblastech, kde probíhaly analýzy struktury SKO, několikrát informováni, že uvedený projekt v místě jejich bydliště probíhá. Informace byly šířeny prostřednictvím letáků, doručených do schránek všech obyvatel a informačními tabulemi umístěnými u hnízd kontejnerů na separovaný odpad, a v neposlední řadě webovými stránkami projektu. Za součást kampaně lze považovat i dotazníkový průzkum, protože předpokládáme, že občané se při odpovídání dotazů museli zamýšlet nad tím, v jakém rozsahu se podílí na třídění komunálního odpadu a zda to dělají dobře a zda mají o problematice dostatek informací. Tyto mohli následně získávat z výše zmíněných webových stránek, které byly vytištěny na „dárku“ za zodpovězení dotazníku (vymačkávače na tuby zubní pasty).

### **5.3 Informační kampaň**

V průběhu jarních a letních měsíců roku 2009 byly navrženy a zhotoveny informační tabule a letáky, informující občany zkoumaných svozových oblastí o existenci výzkumného projektu. Z důvodu zvýšení srozumitelnosti podávaných informací o projektu pro širokou veřejnost došlo ke změně plánovaného obsahu informačních tabulí a letáků. Zveřejněné materiály neobsahovaly informace o výsledcích analýz, nýbrž upozorňovaly občany zájmových oblastí na existenci tohoto projektu (tabule), avizovaly plánované dotazníkové šetření a nabádaly občany ke spolupráci s tazateli (letáky; další podrobnosti viz text níže „průzkum veřejného mínění“). Materiály (tabule a letáky) rovněž odkazovaly na webové stránky projektu, na kterých byly zveřejněny nejen další informace o průběhu projektu, ale také rady občanům jak řešit situaci s některými komoditami odpadů (např. vysvětlivky symbolů na výrobcích pro recyklaci, upřesnění kam ukládat které typy odpadů, kde v okolí jsou sběrové dvory, co je biologický odpad a jak je možné jej využívat atd.).

### **5.4 Průzkum veřejného mínění**

V průběhu první poloviny roku 2009 byl za spolupráce odborníků (fa Markent s. r. o. specializující se na průzkumy trhu a veřejného mínění, Ekokom a. s.) dokončen dotazníkový formulář zaměřený na zmapování postojů obyvatel zájmových svozových oblastí (jejich vymezení viz Dílčí cíl 1) k třídění odpadu.

Cílem dotazníkového šetření bylo zjistit v pilotních oblastech, ze kterých je v měsíčních intervalech odebírán vzorek SKO podrobovaný analýzám struktury, jak se občané staví k primární separaci odpadů, zda sami provádí třídění či nikoliv a popsat důvody, proč případně třídění odmítají a jaké organizační či jiné důvody by mohly jejich chování změnit.

K přesnému vymezení zájmových oblastí, resp. počtu potenciálních respondentů bylo potřeba získat data o počtu evidovaných obyvatel potažmo o počtu domácností. Tato data získali pracovníci řešitelského týmu z registru obyvatel MMOL (počty obyvatel) a také prostřednictvím webové aplikace Českého statistického úřadu (počty bytů). Překvapivým zjištěním byl fakt, že se tato data v mnoha případech vůbec nepřekrývala (př. MMOL evidoval v dané budově jedinou osobu, ČSÚ vykazoval ve stejné budově 9 bytů). Jak zjistili tazatelé v průběhu dotazníkového šetření, mnohé neshody v těchto dvou informačních zdrojích byly způsobeny skutečností, kdy jednomu majiteli (jako jedinému nahlášenému na MMOL a platícímu poplatky za svoz SKO) patří více bytů v rámci jednoho domu, které tento provozuje komerčně a dále je pronajímá. Nájemníci zde nejsou hlášeni na trvalém bydlišti a tedy ani neplatí magistrátem města Olomouce stanovené poplatky.

Obyvatelé zájmových částí města byli o plánovaném průzkumu veřejného mínění předem informováni prostřednictvím výše uvedených letáků, umístěných do jejich schránek. Letáky zároveň obsahovaly odkaz na webové stránky projektu a plnily tedy i funkci informačního materiálu.

### **5.5 Příručka**

Závěrečným výstupem celého projektu v rámci Dílčího cíle 4 je příručka s pracovním názvem „Olomoucké odpady“, určená obyvatelům Olomouce a okolí. Příručka shrnuje nejdůležitější poznatky, získané v průběhu dvouletého výzkumu tohoto projektu, zaměřuje se také na témata, která byla shledána jako problematická v provedeném průzkumu veřejného mínění.

Příručka bude distribuována na druhé stupně základních škol a střední školy v Olomouci. Dále bude příručka k dispozici na Magistrátu města Olomouce a na turistickém infocentru v radnici města. Elektronicky bude příručka volně ke stažení na webových stránkách projektu ([www.olomouckykomunal.upol.cz](http://www.olomouckykomunal.upol.cz)).

Příručka obsahuje následující kapitoly: Obecné informace o projektu. Situace odpadového hospodářství v Olomouci. Možnosti využití SKO. Jak třídí odpad obyvatelé Olomouce - výsledky průzkumu veřejného mínění. Výsledky třídění SKO. Poznatky z pokusného kompostování v domácích kompostérech. Pozice institucí v systému nakládání s odpady

Současně s příručkou byla vytvořena přehledná mapa sběrných míst a míst zpětného odběru elektrozařízení, baterií a svítidel (více viz Dílčí cíl 3), která bude distribuována společně s příručkou a rovněž bude volně ke stažení z webových stránek projektu.

## **5.6 Zhodnocení získaných výsledků**

Jestliže jsme předpokládali, že dobrá informovanost obyvatel o separaci komunálního odpadu se projeví v nižším zastoupení vyřaditelných komodit v SKO, musíme brát v úvahu, že v letech 2008 – 2010 se na tomto mohly podílet tyto vnější faktory:

- ekonomická recese, která ovlivnila hospodaření domácností ve smyslu nižší spotřeby a tedy i nižší produkce odpadů (obaly, lepší hospodaření s potravinami atd.),
- ve dvou pilotních oblastech (Radíkov, Neředín vilky) byl zaveden svoz separovaného BRKO a souběžně s informacemi poskytovanými v rámci tohoto projektu byli obyvatelé informováni Magistrátem města Olomouce a Technickými službami města Olomouce o možnostech využití poskytnutých nádob, kompostovatelných materiálech, organizaci svozu atd.,
- jak se ukázalo při dotazníkovém šetření, obyvatelé se často domnívají, že provádí správnou separaci odpadu, nicméně další odpovědi je usvědčují, že s problematikou nejsou dostatečně seznámeni a často provádí tyto činnosti nesprávně.

Přes uvedené skutečnosti lze zkonstatovat následující:

- zavedení nádob na BRKO se setkalo se vstřícnou reakcí obyvatel, podíl biologického odpadu v SKO prokazatelně klesá,
- v historickém centru města nezávisí zlepšení stavu příliš na vůli obyvatel, hlavním limitem je nedostatek možností pro ukládání separovaného odpadu.

## **5.7 Závěrečná doporučení**

- Informační kampaně musí probíhat průběžně, informací není nikdy dost.
- Doporučujeme rozšířit separovaný sběr BRKO do všech částí města, obyvatelé na tuto možnost reagují vstřícně a obsah BRKO v SKO po zavedení nádob klesá.
- Doporučujeme hledat možnosti pro umístění kontejnerů (např. podzemních) pro separaci odpadů v centru města, obyvatelé jsou ochotni provádět třídění, ale mají omezené možnosti.