

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Návrh svozových tras separovaného odpadu ve vybrané oblasti
Vladislav Studnička

Bakalářská práce

2011

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Vladislav STUDNIČKA**
Osobní číslo: **D08163**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy-Technologie a řízení dopravních systémů**
Název tématu: **Návrh svozových tras separovaného odpadu ve vybrané oblasti**
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

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

Úvod

- 1) Právní předpisy týkající se dané problematiky a systém separování odpadů
- 2) Návrh trasy svozu tříděného odpadu ve vybrané oblasti
- 3) Zhodnocení problému

Závěr

Rozsah grafických prací: 2-3
Rozsah pracovní zprávy: 30-40
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:


- (1)EKO-KOM [online]. c2009 [cit. 2010-12-06]. Dostupné z WWW: <http://www.ekokom.cz/>
- (2)SEDLÁČEK, Jiří. Úvod do teorie grafů. Vyd. 3. Praha: Academia, 1981. 271 s PAVLÍČEK, František;
- (3)KLEPRLÍK, Jaroslav; BRÁZDOVÁ, Markéta. Technologie a řízení dopravy IV: silniční doprava. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 1999. 142 s. ISBN 80-7194-182-4.
- (4)KUDELOVÁ, Kamila; JODLOVSKÁ, Jitka; ŠARAPATKA, Bořivoj. Odpady. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 1999. 186 s. ISBN 80-244-0046-4

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Miroslav Slivoně**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **1. února 2011**
Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2011**


prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.


doc. Ing. Pavel Drdla, Ph.D
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 1. února 2011

ANOTACE

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku třídění odpadů, především na problematiku svozu využitelných složek komunálního odpadu a návrh možného postupu při sestavování svozových tras. Cílem této práce je navrhnout možný postup sestavování svozové trasy na území vybraného města tak, aby byl svoz odpadu prováděn co nejehospodárněji a přímé náklady na svoz byly minimální. Dále jsou zde popsány vybrané právní předpisy týkající se této problematiky a také systém třídění, sběru a svozu odpadů.

KLÍČOVÁ SLOVA

kapacitně omezená okružní jízda, svozová trasa, technologie svozu odpadu, tříděný odpad

TITLE

The Proposal of Separated Waste Collection Routes in Selected Area

ANNOTATION

This thesis is focused on the issue of waste sorting, especially on the collection of usable components of municipal waste and possible proposal technique in collection routes construction. The goal of the thesis is suggest a possible technique in collection route construction in the territory of selected area so the collection of waste would be implemented in the most economical way and direct costs of collection would be minimal. Furthermore are described chosen legislations regarding to this problem, as well as the sorting system, the gathering and the collection of waste.

KEYWORDS

capacited vehicle routing problem, collection route, technology of waste collection, sorted waste

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladu, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne

.....
Vladislav Studnička

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat panu Ing. Miroslavu Slivoně za odborné vedení této práce, cenné rady a poskytnutí aplikace GA-GED VR pro účely této práce.

Rovněž děkuji zaměstnancům společnosti AVE CZ odpadové hospodářství, s.r.o. a také zaměstnancům Městského úřadů Čáslav za poskytnutí informací pro tuto práci.

Na závěr bych chtěl poděkovat svým rodičům za podporu při studiu.

OBSAH

ÚVOD	9
1 PRÁVNÍ PŘEDPISY TÝKAJÍCÍ SE DANÉ PROBLEMATIKY A SYSTÉM SEPAROVÁNÍ ODPADŮ.....	10
1.1 Právní předpisy	10
1.1.1 Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a změně některých dalších zákonů.....	10
1.1.2 Zákon o obalech č. 477/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů	11
1.1.3 Další důležité právní předpisy	12
1.2 Systém EKO-KOM	14
1.2.1 Autorizovaná obalová společnost EKO-KOM, a.s.....	15
1.2.2 Činnost AOS EKO-KOM, a.s.	16
1.3 Svozová společnost v systému EKO-KOM	17
1.3.1 Akreditace svozové firmy.....	18
1.4 Komunální odpad	18
1.4.1 Objem odpadů	19
1.5 Technologie separování, sběru a svozu využitelných složek komunálního odpadu .	20
1.5.1 Dělení dle dostupnosti sběrného místa	20
1.5.2 Dělení dle stupně třídění odpadů	22
1.5.3 Dělení dle technologie sběru	22
1.5.4 Dělení dle způsobu sběru.....	22
1.6 Svozová technika pro svoz a přepravu odpadů	23
1.6.1 Vozidla s lineárním lisem „lineární press“	23
1.6.2 Vozidla s rotačním stlačováním odpadu.....	24
1.6.3 Vozidla s hydraulickou rukou.....	25
1.6.4 Vozidla s lineárním stlačováním vybavené hydraulickou rukou.....	26
1.6.5 Nosiče kontejnerů	26
1.7 Dílčí závěr	26
2 NÁVRH TRASY SVOZU TŘÍDĚNÉHO ODPADU VE VYBRANÉ OBLASTI	27
2.1 Výběr svozové oblasti	27
2.1.1 Charakteristika svozu tříděného odpadu na území města Čáslav.....	27
2.2 Obecná charakteristika řešené dopravní úlohy.....	29
2.3 Postup práce při návrhu nové svozové trasy	30
2.4 Shromáždění a interpretace vstupních dat	31
2.5 Práce s aplikací GA-GED Vehicle Routing	34
2.5.1 Pracovní prostředí v aplikaci GA-GED.....	35

2.5.2 Editování dopravní sítě.....	36
2.5.3 Zadání parametrů objednávky	42
2.5.4 Vygenerování nové svozové trasy.....	43
3 ZHODNOCENÍ PROBLÉMU	45
ZÁVĚR	48
SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	49
SEZNAM TABULEK	51
SEZNAM OBRÁZKŮ	52
SEZNAM ZKRATEK	53
SEZNAM PŘÍLOH	54

ÚVOD

Historie třídění a následné recyklace odpadů v České republice sahá do 90. let minulého století, konkrétně do roku 1997, kdy vznikla nezisková akciová společnost EKO-KOM, a.s. s cílem vytvořit systém Zeleného bodu v České republice. Pod pojmem recyklace rozumíme jakýkoliv způsob využití odpadů, kterým je odpad znovu zpracován na výrobky, materiály nebo látky pro původní nebo jiné účely jejich použití, včetně přepracování organických materiálů; recyklací odpadů není energetické využití a zpracování na výrobky, materiály nebo látky, které mají být použity jako palivo nebo zásypový materiál. (1)

Za celým systémem třídění a recyklace obalových odpadů stojí již zmiňovaná autorizovaná obalová společnost EKO-KOM, a.s. Tato společnost dnes spolupracuje s 5 861 obcemi ČR, ve kterých žije 10,391 mil. obyvatel (98 % celé populace). Základním prostředkem sběru obalových odpadů je sběr do kontejnerů, který je v současné době tvořený více než 189 tisíci kontejnery na tříděný sběr papíru, plastů, skla a nápojových kartonů a v menší míře i kovů. Tento způsob sběru je doplněn také sběrem do pytlů a dalšími způsoby sběru jako jsou sběrné dvory a výkupny. S narůstající hustotou sběrné sítě se pro občany snižuje průměrná docházková vzdálenost ke kontejnerům a celý systém je pohodlnější, což pozitivně přispívá ke zvyšování množství vytríděných odpadů v České republice. Každý občan naší země vytrídí průměrně 35,8 kilogramů odpadu (papíru, skla, plastů a nápojových kartonů) ročně. Česká republika tak patří ve třídění a následné recyklaci obalových odpadů k nejúspěšnějším státům v Evropě. (1)

Na tomto trendu, zvyšujícího se objemu vytríděného odpadu, mají nemalý podíl společnosti zabývající se svozem odpadů. Svoz tříděného odpadu je část, která hraje v recyklačním koloběhu odpadu nemalou roli a vyžaduje důkladné naplánování a také koordinaci svozové techniky, tak aby nedocházelo k navyšování ekonomických nákladů v důsledku nevhodně prováděného svozu odpadu.

Cílem této práce je navržení možného postupu pro sestavování svozových tras pro svoz využitelných složek komunálního odpadu a na základě tohoto postupu navrhnout svozovou trasu na území vybraného českého města, s cílem minimalizovat celkovou délku svozové trasy odpadu a tím minimalizovat přímé náklady na svoz odpadu, dílčí cíl první části práce je zpracovat problematiku separování, sběru a svozu odpadů, včetně právních předpisů platných v této oblasti.

1 PRÁVNÍ PŘEDPISY TÝKAJÍCÍ SE DANÉ PROBLEMATIKY A SYSTÉM SEPAROVÁNÍ ODPADŮ

Jak již bylo řečeno v úvodu, cílem této práce je návrh svozové trasy tříděného odpadu s cílem dosažení úspory nákladů při svozu tohoto odpadu, nejprve je ale nutné uvést vybrané právní předpisy týkající se této problematiky a definovat základní pojmy vycházející z těchto právních předpisů, které jsou důležité pro nastínění řešeného problému.

1.1 Právní předpisy

V této části práce jsou popsány vybrané právní předpisy a základní pojmy vycházejících z těchto právních předpisů nutné pro nastínění řešené problematiky, jelikož právních předpisů platných v této oblasti je celá řada byly vybrány právní předpisy důležité pro účely této práce.

1.1.1 Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a změně některých dalších zákonů

Tento zákon stanovuje v souladu s právem Evropského společenství,

- pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi při dodržování ochrany životního prostředí, ochrany zdraví člověka a trvale udržitelného rozvoje,
- práva a povinnosti osob v odpadovém hospodářství,
- působnost orgánů veřejné správy.

Některé základní pojmy definované zákonem 185/2001 Sb.,

Odpad: je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu.

Komunální odpad: veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob, který je uveden jako komunální odpad v prováděcím právním předpisu, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání.

Nakládání s odpady: jejich shromažďování, soustředování, sběr, výkup, třídění, přeprava a doprava, skladování, úprava, využívání a odstraňování.

Shromažďování odpadů: krátkodobé soustředování odpadů do shromažďovacích prostředků v místě jejich vzniku před dalším nakládáním s odpady.

Skladování odpadů: přechodné umístění odpadů, které byly soustředěny (shromážděny, sesbírány, vykoupěny) do zařízení k tomu určeného a jejich ponechání v něm.

Sběr odpadů: soustředování odpadů právnickou osobou nebo fyzickou osobou oprávněnou k podnikání od jiných subjektů za účelem jejich předání k dalšímu využití nebo odstranění.

1.1.2 Zákon o obalech č. 477/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů

Smyslem zákona č. 477/2001 Sb. je především chránit životní prostředí předcházením vzniku odpadu z obalů, zejména snižováním hmotnosti a objemu obalů a také snižování škodlivých látek v nich obsažených v souladu s právem Evropského společenství¹. Zákon stanovuje práva a povinnosti fyzických a právnických osob a působnost správních úřadů při nakládání s obaly a uvádění nových obalů na trh, nebo do oběhu.

Zákon upravuje problematiku, která je shrnuta v následujících sedmi hlavách: (5)

- **Základní ustanovení** (stanovení základních pojmů pro účel tohoto zákona)
- **Základní povinnosti při nakládání s obaly a odpady z obalů**
- **Autorizovaná obalová společnost** (dále jen AOS), (stanoví podmínky udělení, změnu, nebo zrušení autorizace, dále činnost AOS, dohled nad AOS, a další podrobnosti.)
- **Registrační a evidenční poplatky** (stanoví poplatky za zápis do seznamu osob dle (§ 14) tohoto zákona, dále poplatky za rozhodnutí o vydání autorizace a evidenční poplatek)
- **Výkon státní správy v oblasti nakládání s obaly a odpady z obalů**
 - Ministerstvo životního prostředí,
 - Ministerstvo průmyslu a obchodu,
 - Ministerstvo zemědělství,
 - krajské hygienické stanice (Hygienická stanice hlavního města Prahy)
 - Česká obchodní inspekce,
 - Česká zemědělská a potravinářská inspekce,
 - Česká inspekce životního prostředí,
 - Státní ústav pro kontrolu léčiv,
 - Ústav pro státní kontrolu veterinárních biopreparátů a léčiv,
 - celní orgány
- **Ochranná opatření a opatření k nápravě pokuty (stanoví sankce v případě porušení tohoto zákona)**
- **Ustanovení společná, zmocňovací a přechodná**

¹Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/12/ES, kterou se mění směrnice 94/62/ES o obalech a obalových odpadech.

Základní pojmy:

Obal: Výrobek zhotovený z materiálu jakékoliv povahy, určený k pojmání, ochraně, manipulaci, dodávce, popřípadě prezentaci výrobku nebo výrobků určených konečnému spotřebiteli. Obaly se dále dělí dle tohoto zákona do tří skupin a to na obaly: prodejní, skupinové a přepravní podle fáze kdy jsou jako obal využity během distribuce výrobku.

Výrobek: jakákoli věc, která byla vyrobena, vytěžena nebo jinak získána bez ohledu na stupeň jejího zpracování a je určena k uvedení na trh nebo do oběhu.

Uvedením obalu na trh: Okamžik, kdy je obal, bez ohledu na to, zda samostatně nebo spolu s výrobkem, v České republice poprvé úplatně, nebo bezúplatně předán, nebo nabídnut k předání za účelem distribuce, nebo používání, nebo kdy jsou k němu poprvé převedena vlastnická práva; za uvedení obalu na trh se považuje též přeshraniční přeprava obalu, nebo baleného výrobku z jiného členského státu Evropské unie do České republiky.

Uvedením obalu do oběhu: Úplatné nebo bezúplatné předání obalu v České republice bez ohledu na to, zda samostatně nebo spolu s výrobkem, jiné osobě za účelem distribuce nebo použití, s výjimkou uvedení obalu na trh.

Nakládáním s obaly výroba obalů: uvádění obalů nebo balených výrobků na trh nebo do oběhu, použití obalů, úprava obalů a opakované použití obalů.

Separace odpadů: Oddělený sběr materiálových komodit odpadů. Činnost, při které dochází k oddělení vybraných složek odpadů za účelem jejich dalšího využití nebo odstranění.

1.1.3 Další důležité právní předpisy

- **Vyhláška č. 381/2001 Sb., kterou je stanoven Katalog odpadů, ve znění pozdějších předpisů (6)**

V této vyhlášce je stanoven katalog odpadů a seznam nebezpečných odpadů. Výňatek z této vyhlášky týkající se tříděných odpadů je uveden v příloze č. 1.

- **Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů (7)**

Tato vyhláška podrobněji upravuje problematiku provozování zařízení určených: k využívání, odstraňování, sběru, výkupu odpadů a nakládání s nebezpečným odpadem.

- **Vyhláška č. 117/2002 Sb., o rozsahu a způsobu vedení evidence obalů a ohlašování údajů z této evidence, ve znění pozdějších předpisů (9)**

Vyhláška stanovuje rozsah a způsob vedení evidence obalů a rozsah a způsob ohlašování údajů z této evidence. Ohlašovací povinnost se týká osob, které uvádí na trh nebo do oběhu obaly nebo balené výrobky.

- **Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, ve znění pozdějších předpisů (8)**

Tento zákon stanovuje podmínky provozování silniční dopravy silničními motorovými vozidly prováděné pro vlastní a cizí potřeby za účelem podnikání, práva a povinnosti fyzických osob (FO) a právnických osob (PO) s tím spojené a působnost orgánů státní správy na tomto úseku.

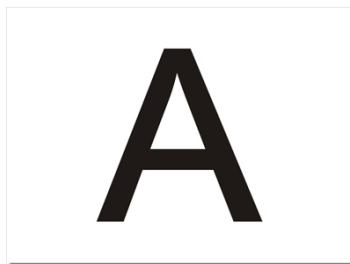
- **Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů (10)**

Zákon upravující práva a povinnosti účastníků provozu na pozemních komunikacích, pravidla provozu na pozemních komunikacích, vymezuje působnost státní správy a Policie České republiky (PČR) ve věcech provozu na pozemních komunikacích.

- **Vyhláška č. 374/2008 Sb., o přepravě odpadů, ve znění pozdějších předpisů (11)**

Tato vyhláška upravuje problematiku přepravy odpadů, označování motorových vozidel přepravujících odpady, seznamy států a odpadů určených pro vývoz, dovoz a tranzit odpadů. Jelikož tato práce řeší svoz odpadu na území ČR je pro tuto práci důležitá část o označování motorových vozidel pro přepravu odpadů.

Motorová vozidla přepravující odpad po veřejně přístupných pozemních komunikacích musí být označena dvěma pravouhlými, reflexními, bílými, výstražnými tabulkami o šířce 40 cm a výšce minimálně 30 cm s černým nápisem „A“ o výšce písmene 20 cm a tloušťce 2 cm. Tabulka musí být viditelně umístěna vpředu a vzadu vozidla kolmo k jeho podélné ose. Pokud se jedná o jízdní soupravu, musí být tabulka umístěna také na zadní straně přípojného vozidla. Tato povinnost naplatí pro vozidla kategorie M1 a N1.



Obr. 1 Výstražná reflexní tabulka

Zdroj: (2)

V této části byly uvedeny pouze základní právní předpisy týkající se problematiky nakládání s odpady, právních předpisů je v této oblasti mnohem více a není jednoduché se ve všech orientovat, avšak pro účely této bakalářské práce vystačí výše uvedené.

1.2 Systém EKO-KOM

Nejprve je nutné představit samotný systém třídění odpadů EKO-KOM, který funguje v České republice od roku 1997, systém EKO-KOM zajišťuje sdružené plnění povinností zpětného odběru a využití odpadů z obalů prostřednictvím systémů tříděného sběru v obcích a prostřednictvím činnosti osob oprávněných nakládat s odpadem. Za celým systémem třídění odpadů stojí již zmiňovaná AOS EKO-KOM, a.s., která, vychází ze dvou zákonných povinností daných zákonem o obalech č. 477/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů, viz kapitola 1.1.2., jimiž jsou následující povinnosti:

1. Dovožci, plniči, distributoři a maloobchody, uvádějící na trh či do oběhu obaly nebo balené výrobky, mají dle zákona o obalech povinnosti zpětného odběru a využití odpadu z obalů.
2. Obce a města mají dle zákona o odpadech, povinnost třídit a využívat komunální odpad, jehož součástí jsou také použité obaly.

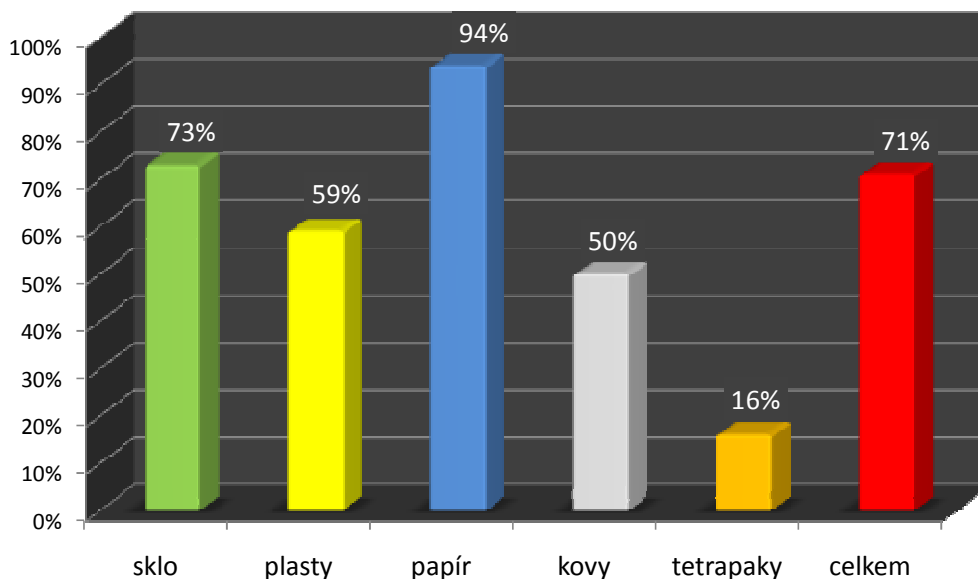
Na těchto dvou zákonných povinnostech stojí celá koncepce systému třídění a následného využití odpadů z obalů. Pro představu jsou zde uvedeny výsledky činnosti systému, kterých dosáhl během své činnosti. (1)

- V letech 1997 - 2009 zajistil systém využití a recyklaci pro více než 4 mil. tun odpadu,
- cca 21 tis. klientů (dovozců, výrobců a plničů obalů a balených výrobků) zapojených do systému EKO-KOM,
- v roce 2009 dosáhl počet obcí zapojených do systému EKO-KOM čísla 5 861,
- klienti systému EKO-KOM uvedly v roce 2009 na trh zhruba 2,5 mil. tun obalů,
- v roce 2009 systém zajistil využití a recyklaci pro cca 600 tis. tun odpadů z obalů (měsíčně je v systému recyklováno cca 50 tis. tun odpadů z obalů)
- stále se rozšiřující sběrná síť pro zkvalitnění tříděného sběru je v současnosti tvořena téměř 189 tis. kontejnery,
- více než 95 % vytříděných odpadů je před svým zpracováním upraveno a dotříděno na dotříd'ovacích linkách v ČR,

Systém se nezaměřuje pouze na svou primární činnost, kterou je zajištění zpětného odběru a využití odpadů z obalů, ale také na řadu dalších doprovodných činností v oboru

odpadového hospodářství jako příklad můžeme uvést činnosti typu informační, poradenské, výzkumné nebo vzdělávací. Systém EKO-KOM vychází ze stejného modelu jako řada dalších systémů provozovaných v různých evropských zemích, kde tyto systémy tvoří integrovanou součást nakládání s komunálním odpadem.

Na následujícím obrázku je znázorněn objem recyklace odpadů z obalů dle jednotlivých komodit v rámci tohoto systému za rok 2009.



Obr. 2 Využití a recyklace odpadů z obalů v systému EKO-KOM za rok 2009

Zdroj: (1)

1.2.1 Autorizovaná obalová společnost EKO-KOM, a.s.

S růstem životní úrovně neustále narůstá množství vyprodukovaných obalů a odpadů z obalů, což vyvolalo potřebu tento problém řešit. Prvně se s tímto problémem začali země Evropské unie (EU) zabývat v 90. letech minulého století, byla vydána směrnice 94/62/ES, která stanovila povinnosti výrobcům obalů vedoucí k minimalizaci produkce obalů, využití a recyklaci odpadů z obalů. Tato směrnice se poté promítla do právních norem členských států, v ČR na základě této směrnice vznikl v roce 1997 zákon č. 125/1997 Sb., o odpadech. Tento zákon stanovoval povinnost zpětného odběru a recyklace odpadů z obalů pro dovozce a výrobce obalů, avšak zákon blíže nespécifikoval, jakým způsobem má být tato povinnost splněna. Na základě této skutečnosti vytvořila část firem, produkujících obaly, podle zahraničního vzoru integrovaný obalový systém EKO-KOM, který zajišťoval zpětný odběr a recyklaci obalů na bázi „Dobrovolné dohody“ mezi Českým průmyslovým sdružením pro obaly a životní prostředí (ČPSOŽP) a Ministerstvem životního prostředí (MŽP) schválené v roce 1999. (1)

V roce 2000 získala společnost EKO-KOM, a.s. licenci od organizace PRO EUROPE² oprávnění užívat značku ZELENÝ BOD na území ČR.



Obr. 3 Ochranná známka ZELENÝ BOD

Zdroj: (1)

Od 1. 1. 2002 vstoupil v platnost zákon č. 477/2001 Sb., o obalech. AOS EKO-KOM, a.s. získala po splnění všech podmínek vycházejících z tohoto zákona autorizaci a stala se tak první autorizovanou obalovou společností.

1.2.2 Činnost AOS EKO-KOM, a.s.

Autorizovaná obalová společnost EKO-KOM, a.s. zajišťuje sdružené plnění povinností zpětného odběru a využití odpadu z obalů, které vyplývají ze zákona č. 477/2001 Sb., o obalech ve znění pozdějších předpisů. Povinnosti zpětného odběru a využití odpadů z obalů mají podle zákona, osoby, které uvádějí obaly nebo balené výrobky na trh nebo do oběhu, tzn., dovážejí, plní, importují do ČR nebo prodávají. Tyto osoby (dovozci, výrobci a plničtí obalů a balených výrobků) mohou pro splnění zákonem daných povinností uzavřít Smlouvu o sdruženém plnění se společností EKO-KOM, a.s. (1)

Společnost EKO-KOM, a.s. však se separovaným odpadem přímo fyzicky nenakládá, ale podílí se na financování nákladů spojených se sběrem, tříděním, svozem a využitím separovaného odpadu. Na jedné straně společnost EKO-KOM, a.s. uzavírá „Smlouvy o sdruženém plnění“ s osobami, které uvádějí obaly na trh či do oběhu, na základě tohoto smluvního vztahu shromažďuje údaje o produkci obalů a přijímá platby, jejichž výše je závislá na výši vykazované produkce obalů. Na straně druhé společnost EKO-KOM, a.s. uzavírá „Smlouvy o zajištění zpětného odběru a recyklaci odpadu z obalů“ s obcemi a osobami oprávněnými nakládat s odpadem. Tyto subjekty mají poté povinnost vést evidenci o množství zpětně odebraného a využitého odpadu z obalů, na základě které společnost EKO-KOM, a.s. přispívá finančními prostředky na systémy sběru, třídění a využití obalového odpadu. (1)

² Evropská obalová organizace

Na dalším obrázku je uvedeno názorné schéma fungování systému EKO-KOM, dle jednotlivých účastníků systému.



Obr. 4 Schéma fungování systému EKO-KOM

Zdroj: (1)

1.3 Svozová společnost v systému EKO-KOM

Svozová společnost tvoří v řetězci systému EKO-KOM nezastupitelný článek, i přesto že svozové společnosti nepatří v systému EKO-KOM k hlavním smluvním partnerům, může být svozová společnost do systému zapojena dvěma způsoby, a to buď nepřímou prostřednictvím obcí, nebo přímo na základě smluvního vztahu s AOS EKO-KOM, a.s., oba způsoby zapojení svozové společnosti do systému jsou popsány dále. (1)

Zapojení svozové firmy nepřímou prostřednictvím obce

Obec, která má se společností EKO-KOM uzavřenou smlouvu „o zajištění zpětného odběru a využití odpadu z obalů“ může pověřit svozovou firmu, na základě dohody s ní, čtvrtletním vykazováním objemu vytríděného odpadu na území obce.

Zapojení svozové firmy přímo, na základě smluvního vztahu

Tato možnost nastává v případě, kdy svozová firma provádí, jako oprávněná osoba dle zákona o odpadech, sběr a využití odpadů z obalů od původců, kteří nejsou obcemi. Svozová firma je poté zapojena do systému EKO-KOM prostřednictvím smlouvy „o zajištění využití odpadů z obalů“.

1.3.1 Akreditace svozové firmy

Jedná se o akreditaci, která je určena pouze pro firmy zabývající se sběrem a svozem využitelných složek komunálního odpadu v obcích začleněných do systému EKO-KOM. Obce jsou v tomto systému motivovány akreditačním bonusem, který získávají v případě, že v obci zajišťuje tříděný sběr akreditovaná svozová firma. Cílem této akreditace je, aby obce spolupracovali pouze s kvalitními a hodnověrnými firmami provozujícími svou činnost v souladu s platnou legislativou, dále zkvalitnění poskytovaných služeb, přesnost údajů týkajících se objemu a toků vytříděných odpadů.

Podmínky pro získání akreditace:

1. Vyplnění dotazníku pro získání akreditace
2. Doložení všech potřebných náležitostí jako je splnění všech podmínek stanovených právními předpisy pro nakládání s odpady.
3. Zajištění zpracování hromadných výkazů o objemu vytříděného odpadu na území obce pro minimálně 85 % obcí v dané svozové oblasti, které tato firma obsluhuje.
4. Prokázání o pravidelném vážení svážených odpadů. Firma musí prokázat vlastnictví cejchované váhy a také její využívání, tedy vážení vozidel při odvozu vytříděného odpadu k dalšímu zpracování a vedení evidence těchto údajů.

Pokud svozová firma splní výše uvedené podmínky, získá akreditaci pro danou svozovou oblast, ve které firma působí. Pokud firma poskytuje své služby prostřednictvím více poboček ve více svozových oblastech, musí o akreditaci požádat každá pobočka samostatně. Akreditace je svozové firmě udělena na jeden rok, o prodloužení akreditace je nutné požádat 3 měsíce před vypršením její platnosti. Společnost EKO-KOM, a.s. může akreditaci odejmout v případě udání nepravdivých údajů v žádosti o akreditaci, nebo pokud svozová firma přestane splňovat podmínky pro udělení akreditace. (1)

1.4 Komunální odpad

Komunální odpad je definován v zákoně o odpadech, více v kapitole 1.1.1, jako odpad vznikající na území obce s výjimkou odpadů vznikajících u PO nebo FO oprávněných k podnikání. Pokud je tedy původcem odpadu občan, respektive obec jedná se o komunální odpad, je-li původcem odpadu s vlastnostmi podobnými komunálnímu odpadu někdo jiný než občan nebo obec jedná se o odpad podobný komunálnímu odpadu (živnostenský, průmyslový odpad a odpad z úřadů).

Podle Katalogu odpadů³ se dělí složky komunálního odpadu a odpadu podobnému komunálnímu odpadu do tří skupin:

1. složky z odděleného sběru – nebezpečné složky a využitelné složky
2. odpady ze zahrad a parků – odpady z údržby zeleně včetně hřbitovního odpadu
3. ostatní komunální odpady – směsný komunální odpad, odpady z tržišť, uliční smetky, kal ze septiků a žump, odpad z čištění kanalizace, objemný odpad

1.4.1 Objem odpadů

Důležitým faktorem při plánování svozu využitelných složek komunálního odpadu je tzv. objemová hmotnost nebo-li hustota odpadů. Objemová hmotnost se mění v jednotlivých fázích nakládání s odpady, největší objem a zároveň nejmenší objemovou hmotnost mají odpady při sběru ve sběrných nádobách, při samotném svozu dochází ke stlačení odpadů ve svozovém vozidle a tím ke zmenšení objemu a zvýšení objemové hmotnosti.

Znalost této veličiny je důležitá při vytváření sběrné sítě, tedy určení předpokládaného počtu sběrných nádob potřebných pro kvalitní systém třídění odpadů, dále počty svozových automobilů, kapacity třídících linek a dalších zařízení potřebných pro zpracování odpadů.

V následující tabulce jsou uvedeny objemové hmotnosti separovaných odpadů, důležité je uvést že tyto objemové hmotnosti platí pro odpad při sběru, tedy před svezením (tedy stlačením ve svozovém vozidle) odpadu.

Tab. 1 Objemové hmotnosti vybraných odpadů při sběru

Druh odpadu	kg / m ³
Směsný papír (karton, noviny, obaly a ostatní papír)	55
Směsné plasty (PET lahve, fólie, ostatní plasty)	21 – 28
PET lahve	31
Sklo	256 – 345
Směsný komunálního odpadu	91 – 260 (průměr 155)

Zdroj: (3)

³ Složky komunálního a jemu podobnému odpadu podle Katalogu odpadů jsou uvedeny v příloze č. 1.

1.5 Technologie separování, sběru a svozu využitelných složek komunálního odpadu

Systemy sběru a třídění komunálního odpadu lze dělit podle různých kritérií, nejčastěji se uvádí tato čtyři kritéria. (3)

1.5.1 Dělení dle dostupnosti sběrného místa

Donáškový způsob

Tento způsob sběru využitelných složek komunálního odpadu je založen na aktivním zapojení obyvatel. Využití donáškového systému je vhodné především na sídlišťích panelových domů a v zástavbě rodinných domů. Obecně se sběrné nádoby umísťují na místa, kde je předpoklad zvýšeného výskytu obyvatel (zastávky MHD, křižovatky ulic, místa se zvýšenou koncentrací obchodů, restaurací atd.). Sběrné nádoby na tříděný odpad se umísťují do tzv. „hnízd“, kde je soustředěno několik sběrných nádob, každá na vybraný druh tříděného odpadu. Efektivnost tohoto systému závisí na hustotě zástavby v obci, donášková vzdálenost by neměla přesáhnout 100–200 m, počet obyvatel připadajících na jedno „hnízdo“ by neměl přesáhnout 500 obyvatel, optimální je pokud na jedno „hnízdo“ připadá zhruba 200 obyvatel.

Odvozový způsob

Odvozový způsob tříděných složek komunálního odpadu je totožný se sběrem směsného komunálního odpadu, kdy sběrné nádoby většinou menšího objemu (80–360 l) jsou umístěny přímo u domů obyvatel, nebo v jejich těsné blízkosti, přičemž donášková vzdálenost by neměla přesáhnout 50 m. Odvozový způsob je vhodné využít v zástavbě bytových domů, které mají vlastní dvory, dále v zástavbě rodinných domů a historických centrech měst. Výhody tohoto systému jsou především malá donášková vzdálenost, vysoká účinnost tříděného sběru, lepší kvalita sbíraných surovin oproti donáškovému způsobu, úspora přepravních nákladů u svozu s lineárním presem, jednodušší manipulace se sběrnými nádobami. Systém má však i určité nevýhody jako vyšší pořizovací náklady na zavedení systému a nároky na organizaci sběru u obyvatelstva.

Pytlový způsob

Sběr je prováděn prostřednictvím plastových pytlů (objem cca 70 l), tyto pytle musí být v dostatečném množství umístěny přímo v domácnostech. Dále je tento způsob prováděn jako kombinace donáškového a odvozového způsobu, kdy jsou pytle odváženy přímo

od domu nákladními vozidly, nebo je pro pytle vymezeno místo na území obce pro jejich shromažďování a následný odvoz. Tento způsob sběru je především určen pro zástavbu rodinných domů, kvůli potřebě určitého místa pro skladování pytlů s odpadem před jeho svezením. Tento systém je efektivní, pokud jsou pytle svážené přímo od domu, s nutností donášení plných pytlů na určené místo účinnost značně klesá. Tento způsob svozu vyžaduje dokonalou organizaci, což je určitá nevýhoda.

Sběrný dvůr

Poslední způsob sběru odpadu je obdobou donáškového sběru, kdy je odpad snášen obyvateli obce na sběrné dvory, ve sběru využitelných složek komunálního odpadu je spíše doplňkem. Jako hlavní způsob sběru tříděného odpadu ho lze využít v menších obcích, aby byla donášková vzdálenost únosná pro všechny občany.

Tab. 2 Porovnání nejčastějších způsobů sběru dle dostupnosti sběrného místa

Parametr	Donáškový systém	Odvozový systém	Pytlový systém
Počet obyvatel na 1 „hnízdo“	200 – 500	4 – 15 (objemy 80 – 120 l) 200 (objemy 1100 l)	1 domácnost (3x70 l)
Donášková vzdálenost	100 – 200 m	0 – 30 m 50 m	0 m
Sběrné nádoby	Kontejnery se spodním výsypem (0,5–3,5 m ³) Kontejnery s horním výsypem 1100 l	Plastové popelnice 80–360 l Kontejnery s horním výsypem 1100 l	Plastové barevné pytle
Životnost nádob	6 – 8 let	6 – 8 let	1 – 4 týdny
Svozová technika	Nákladní automobil s hydraulickou rukou Svozový vůz s lineárním lisem	Svozový vůz s lineárním lisem	Nákladní automobil
Četnost svozu	1 – 6 týdnů	2 – 3 týdnů	1 – 6 týdnů
Umístění nádob	Určená místa v obci	Před domy v obytné zástavbě	V domácnostech
Kvalita sběru Účinnost sběru	Nízká kvalita vytríděných surovin Nízká účinnost sběru	Vysoká kvalita vytríděných surovin Vysoká účinnost sběru	Vysoká kvalita vytríděných surovin
Využití systému	Vhodné pro rodinné domy, popř. pro panelové sídlištní domy	Vhodné pro bytové domy a zástavbu s rodinnými domy	Vhodné pro rodinné domy ve městech
Akceptovatelnost obyvatelstvem	Méně akceptován, závisí na hustotě sítě	Velmi akceptován	Velmi akceptován (u rodinných domů)

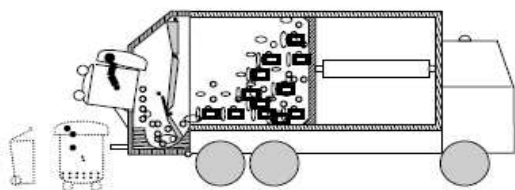
Zdroj: (3)

1.5.2 Dělení dle stupně třídění odpadů

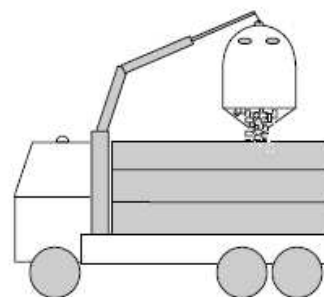
Tento systém zahrnuje sběr komunálního odpadu na základě složek v něm obsažených, patří sem sběr směsného (netříděného) odpadu, sběr vícedruhového odpadu (spalitelný odpad, duté a ploché obaly apod.), a sběr jednodruhového odpadu (oddělený sběr jednotlivých komodit – papír, plasty, sklo, tetrapaky, bio odpad, kovy)

1.5.3 Dělení dle technologie sběru

Zde je zohledněno použití jednotlivých typů sběrných nádob. Např. nádoby s horním výsypem, nádoby se spodním výsypem, vanové kontejnery různých objemů, boxů, pytlů a beznádobový sběr. Podrobnější popis jednotlivých druhů a technických parametrů sběrných nádob je uveden v příloze č. 2.



Obr. 5 Způsob výsypu sběrných nádob s horním výsypem



Obr. 6 Způsob výsypu sběrných nádob se spodním výsypem

Zdroj: (3)

1.5.4 Dělení dle způsobu sběru

Sběr lze dělit na:

- stacionární – odpad je shromažďován na stabilním místě na území obce vyčleněném pro tento účel
- mobilní – odpad je svážen z bezprostřední blízkosti domu (např. sběr nebezpečných složek)

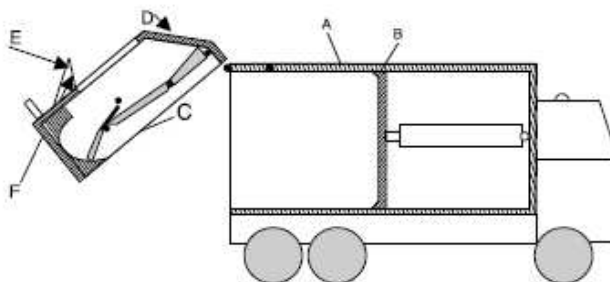
1.6 Svozová technika pro svoz a přepravu odpadů

Pro svoz komunálního odpadu a využitelných složek vytríděných z tohoto odpadu se používají nákladní automobily tzv. „kuka“ vozy vybavené speciálními nástavbami a univerzálním výsypným zařízením pro výsyp sběrných nádob o různých objemech např. nejčastěji používané typy nádob o objemech 110, 120, 240, 660, 770 a 1100 l, nebo nákladní automobily vybavené hydraulickou rukou určených pro vyprazdňování nádob se spodním výsypem. Tato výsypná zařízení jsou většinou konstruována jako univerzální, ale mohou být také vyrobená pouze pro jeden druh sběrných nádob, popř. na dílčí část typů výše uvedených sběrných nádob.

1.6.1 Vozidla s lineárním lisem „lineární press“

Tato vozidla mají využití především při sběru a svozu komunálního odpadu a separovaného odpadu jako je papír, plasty a tetrapaky, pro svoz skla je tento systém nevhodný z důvodu drcení skla což je nežádoucí.

Sběrné nádoby, které svozová vozidla mohou obsluhovat, závisí na konstrukci výsypného zařízení. Výsypná zařízení jsou většinou volena univerzální pro více druhů nádob se zaměřením na typy nádob, které jsou použity v dané svozové oblasti, jež vozidlo obsluhuje.



Obr. 7 Vozidlo s lineárním stlačováním odpadu

- A – Nádrž na odpad obdélníkového průřezu
- B – Posuvná lisovací deska
- C – Stlačovací zařízení
- D – Uzavírací víko
- E – Vyklápěcí zařízení
- F – Násypná vana

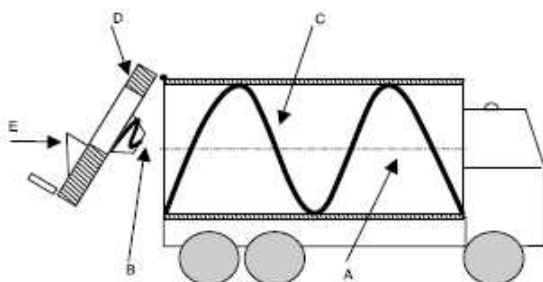
Zdroj: (3)

Lisovací nástavba má obdélníkovou nádrž (A) jejíž přední stěnu tvoří lisovací posuvná deska (B) a zadní část uzavírá uzavírací víko (D) s výsypným zařízením (E) a stlačovacím zařízením (C). Stlačovací zařízení nabírá odpad z násypné vany (F) a stlačuje jej proti tlaku přední stěny (B).

Zejména v městské zástavbě se čím dál více uplatňují vozidla s lineárním stlačováním odpadu, spočívajícím v přímočarém pohybu desky, která nejen lisuje převážený komunální odpad v poměru cca 1:5 (na poměru zhutnění závisí dru odpadu), ale také po odklopení zadního čela vytlačuje slisovaný odpad z nástavby. Vozidla se systémem lineárního stlačování pojmu cca 80-100 nádob o objemu 1100 l s průměrnou dobou nakládky jedné nádoby 1-1,5 min. a obslouží svozový okrsek s 30 000 - 35 000 obyvateli. K předním výrobcům lisovacích nástaveb patří především společnosti Zöeller Systems, s.r.o., Stummer gmbh, Haller, apod.

1.6.2 Vozidla s rotačním stlačováním odpadu

Tato konstrukce nástavby je v současnosti již spíše zastaralá a ne příliš využívána. Tato vozidla se využívala především pro svoz komunálního odpadu v zástavbách s vytápěním na pevná paliva, kde převážnou část vyváženého odpadu tvořil popel z tohoto vytápění. Pro svoz separovaných odpadů jsou tyto svozové vozy nevhodné (dochází k drcení a znehodnocení promícháním). Obsluhované sběrné nádoby opět závisí na konstrukci výsypného zařízení stejně jako u vozidel s lineárním lisováním.



Obr. 8 Vozidlo s rotačním stlačováním odpadu

A – Nádrž na odpad kruhového průřezu

B – Lopatky pro nabírání odpadu

C – Nízká dvouchodá šroubovice

D – Uzavírací víko

E – Vyklápěcí zařízení

Zdroj: (3)

Rotační stlačování spočívá v tom, že válcová nádrž na odpad (A) se otáčí kolem své osy a lopatkami umístěnými v zadní části nádrže (B) nabírá odpad a zatlačuje ho dovnitř, kde je dále posouván nízkou dvouchodou šroubovicí (C). Buben je vyroben materiálu odolného proti oděru. Na zadní část nádrže navazuje uzavírací víko (D) s vyklápěcím zařízením (E). (3)

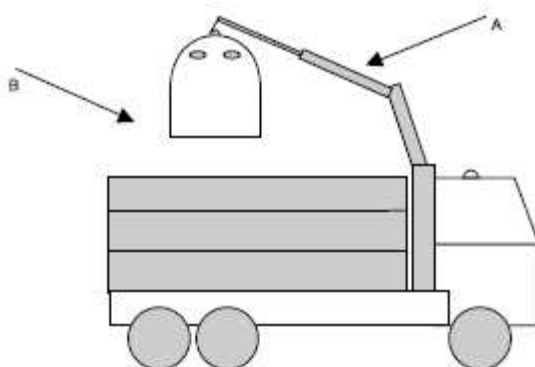
Moderní trend vede spíše směrem k využívání vozidel s lineárním stlačováním odpadu, tento systém rotační nástavby je v současné době používán jen v menší míře a spíše se od něj upouští, jelikož tento systém byl určen především pro sběr odpadů vznikajících v zástavbě

rodinných domů s vytápěním na tuhá paliva a v současné době s růstem životní úrovně obyvatel se také mění struktura odpadů produkovaných domácnostmi, proto už hlavní složkou není odpad z tohoto vytápění, ale stále je možné tato vozidla najít ve vozidlovém parku mnoha společností zabývajících se svozem odpadů.

1.6.3 Vozidla s hydraulickou rukou

Tento systém se uplatňuje především při svozu separovaných odpadů a hlavně potom skla. Jeho určitou nevýhodou je nutnost zajištění odpadu proti ztracení odpadu během svozu a následné přepravy odpadu což u skla, díky jeho relativně vysoké měrné hmotnosti, částečně odpadá. Obsluhované sběrné nádoby jsou veškeré typy se spodním výsypem (tzv. zvony, iglú, kontejnery)⁴ o různých objemech.

Výhody plynoucí z použití tohoto systému sběru odpadu jsou hlavně nižší investiční náklady na pořízení takto vybaveného svozové vozidla, a také náklady na údržbu a mzdy zaměstnanců, jelikož pro obsluhu stačí pouze jeden zaměstnanec.



Obr. 9 Vozidlo s hydraulickou rukou

A – Hydraulická ruka

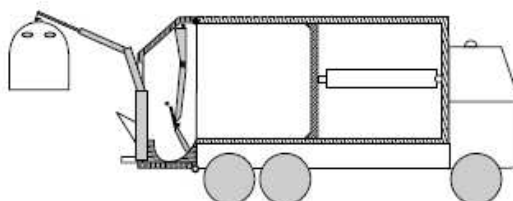
B – Objem korby (Závisí na užité hmotnosti vozidla a měrné hmotnosti sbírané komodity)

Zdroj: (3)

⁴ viz Příloha č. 2 - typy a parametry sběrných nádob

1.6.4 Vozidla s lineárním stlačováním vybavené hydraulickou rukou

Kombinace nástavby s lineárním lisováním a hydraulické ruky je velmi výhodné a činí svozové vozidlo velmi univerzálním, může tak provádět svoz téměř všech typů sběrných nádob s výjimkou velkoobjemových kontejnerů, vozidlo tak není omezeno na výsyp nádob buď s horním nebo spodním výsypem.

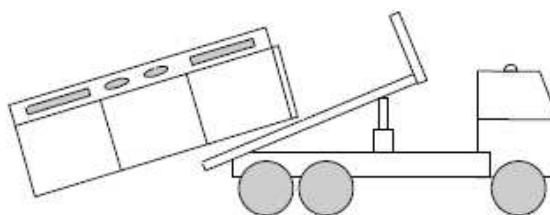


Obr. 10 Vozidlo s lineárním stlačováním vybavené hydraulickou rukou

Zdroj: (3)

1.6.5 Nosiče kontejnerů

Vozidla vybavená zařízením pro natahování velkoobjemových kontejnerů různých typů. Tento systém se nejčastěji využívá pro svoz velkoobjemových kontejnerů na směsný komunální odpad, separovaný odpad, velkoobjemový odpad a nebezpečný odpad.



Obr. 11 Vozidlo vybavené nosičem kontejnerů

Zdroj: (3)

1.7 Dílčí závěr

V této části práce byla stručně popsána charakteristika technologie svozu tříděných odpadů. Obecně platným cílem v oblasti sběru tříděných odpadů je získat co největší množství daného druhu tříděného odpadu, v co nejlepší kvalitě při nejnižších možných nákladech, jelikož si zatím při současných výkupních cenách druhotných surovin žádný systém sběru tříděných odpadů provozovaný v ČR sám na sebe nevydělá a musí být nutně dotován, je třeba se zaměřit na jednotlivé nákladové položky, s cílem jejich minimalizace.

Úkolem první části práce bylo popsat a vysvětlit některé základní pojmy vycházející z právních předpisů, které upravují problematiku odpadového hospodářství, nutné pro pochopení řešené svozové dopravní úlohy ve druhé části této práce. Dále bylo v této části práce popsáno fungování systému zastřešujícího třídění a následné využití a recyklaci odpadů z obalů, který se řadí mezi nejlépe fungující systémy svého druhu v Evropě.

2 NÁVRH TRASY SVOZU TŘÍDĚNÉHO ODPADU VE VYBRANÉ OBLASTI

2.1 Výběr svozové oblasti

Pro návrh nové svozové trasy bylo vybráno území středočeského města Čáslav. Město Čáslav se nachází na východě středočeského kraje v okrese Kutná Hora. Čáslav je středně velkým městem, které v roce 2008 přesáhlo desetitisícovou hranici počtu obyvatel, v roce 2009 měla Čáslav 10 091 obyvatel. Celý katastr města tvoří 22 km², samotné město má rozlohu asi 3,5 km². V současnosti provádí svoz veškerého komunálního odpadu, tedy svoz směsného komunálního odpadu, využitelných složek komunálního odpadu, objemného odpadu a nebezpečného odpadu na území města společnost AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o., provozovna Čáslav.



Obr. 12 Mapa města Čáslav

Zdroj: (13)

2.1.1 Charakteristika svozu tříděného odpadu na území města Čáslav

Využitelné složky komunálního odpadu jsou svázeny na území města v různých intervalech během celého roku. Na intenzitě svozu jednotlivých druhů tříděných odpadů závisí druh daného odpadu. Mezi tříděné odpady s vyšší intenzitou svozu patří především papír, který je svážen jednou za sedm dnů a stejně je tomu i u plastů, které jsou rovněž

svážen jednou za sedm dnů. Nově se mezi využitelné složky komunálního odpadu řadí také svoz bioodpadu. Tento druh odpadu je svážen také v sedmidenním intervalu, ale jelikož má produkce bioodpadu sezónní charakter je tento odpad svážen pouze v období od 1. 4. do 30. 11. Mezi tříděné odpady s nižší intenzitou svozu patří sklo, které je sváženo ve čtrnáctidenním intervalu, další v řadě je svoz nápojových kartonů (tetrapaků), tento druh tříděného odpadu je svážen pouze jednou za třicet dní. V následující tabulce je zachycen časový harmonogram sběru odpadu a objem produkce jednotlivých složek tříděného odpadu.

Tab. 3 Harmonogram svozu a objem svezeného tříděného odpadu na území města Čáslav

Druh odpadu	Počet svozů ročně	Svozový den	Objem svezeného odpadu při 1 svozu	Objem svezeného odpadu za rok
Plasty	52	čtvrtek	1 – 1,5 t	65 t
Papír	52	čtvrtek	2,5 – 3 t	145 t
Sklo	26	pátek (lichý)	3 – 3,5 t	85 t
Tetrapaky	12	pátek (sudý)	0,7 – 1 t	10 t
Bioodpad⁵	32	úterý	5 – 6 t	190 t

Zdroj: (14)

Svoz tříděných plastů provádí čáslavská provozovna od zhruba 90 spádových obcí plus další obce patřící pod některé z těchto 90 obcí. Tento počet obcí představuje velké množství sběrných nádob, které by nebylo možné obsloužit najednou, proto jsou všechny obsluhované vrcholy rozděleny do různých svozových tras, konkrétně do 12 svozových tras, např. kritériem může být celková doba obsluhy dané svozové trasy tak, aby korespondovala s pracovní dobou zaměstnanců čáslavské provozovny AVE CZ apod. V této práci byla vybrána jedna ze svozových tras, konkrétně trasa svozu na území města Čáslav. Jelikož je tato trasa časově méně náročná, je prováděna spolu s dalšími svozovými trasami následujícím způsobem:

Tab. 4 Kombinace svozových tras se svozovou trasou na území města Čáslav

Období	Každý týden	Sudý týden	Lichý týden
Zimní období (01. 04. – 30. 09.)	-	Čáslav + 5B	Čáslav + 5A
Letní období (01. 10. – 31. 03.)	Čáslav + 5A	-	-

Zdroj: (14)

Svozová trasa Čáslav je svážena ve třech variantách, které se liší v počtu obsluhovaných vrcholů (dále jen OV). Jelikož je svoz tříděných plastů od soukromých subjektů prováděn s různou frekvencí, liší se také svozové trasy. Frekvence svozů tříděných

⁵ Bioodpad je svážen pouze v období od 1. 4. – 30. 11.

plastů je prováděna ve třech možných intervalech, týdně (52x ročně), jednou za dva týdny (26x ročně), nebo měsíčně (12x ročně). Od frekvence svozů se tedy odvíjí svozová trasa. Při této frekvenci svozů připadá na každou ze tří variant různý počet OV.

<u>Frekvence svozu</u>	<u>Počet OV</u>
52x ročně	52
26x ročně	8
12x ročně	6

Z výše uvedeného vyplývá, že každý kalendářní týden při svozu tříděných plastů je obsluhováno min. 52 vrcholů, jednou za dva týdny je obsluhováno 60 vrcholů a jednou za měsíc je obsluhováno všech 66 vrcholů. Pro modelový příklad v této práci byly vybrány dvě svozové trasy, u kterých byl proveden návrh optimalizace, a to trasa při níž svozové vozidlo obsluhuje 52 vrcholů tedy vrcholy obsluhované každý týden a dále trasa se všemi vrcholy, tedy kompletní obsluha celého města čítající 66 OV. Podrobný postup práce při sestavování svozové trasy je popsán dále.

2.2 Obecná charakteristika řešené dopravní úlohy

Základní pojmy:

Graf představuje uspořádanou trojici $G = [V, X, p]$, kde prvky množiny V jsou vrcholy grafu a prvky množiny X hrany grafu a zobrazení p incidence grafu.

Incidence p přiřazuje každé hraně grafu neuspořádanou dvojici vrcholů $h \in X p(h) = (u, v)$.

Hranově (vrcholově) ohodnocený graf je graf, pro který existuje funkce $o(h)$ nebo $o(v)$, která přiřadí každé hraně (vrcholu) nezáporné číslo vyjadřující kvantitativní nebo kvalitativní charakteristiku dané hrany (vrcholu).

Sled představuje střídavou posloupnost vrcholů a hran mezi dvěma vrcholy $(u, v) \in V$ grafu $G = (V, X, p)$. $S = \{u_0, h_1, \dots, u_{n-1}, h_n, u_n\}$.

Orientovaný graf je graf, v jehož definici bude zobrazení p prostým zobrazením množiny hran do množiny všech uspořádaných dvojic $[u, v]$ $u, v \in V, u \neq v$.

Dopravní síť představuje orientovaný, hranově a vrcholově ohodnocený graf, jehož hrany odpovídají silničním úsekům a vrcholy odpovídají uzlům (křižovatkám) případně OV sítě.

Zde byly uvedeny jen základní pojmy, které byly použity dále pro vysvětlení řešené dopravní úlohy. Celá tato problematika je daleko obsáhlejší, avšak pro nastínění řešeného problému výše uvedené základní pojmy postačí.

Na začátek je nutné představit podrobněji řešenou dopravní úlohu, jak již bylo řečeno v úvodu, práce se zabývá svozem tříděného odpadu, hlavně poté plánováním tras svozu tříděného odpadu. Tímto typem dopravních úloh se zabývá vědní obor operační výzkum. Jedná se o problematiku sestavování kapacitně omezených okružních jízd. Obecně lze tento typ dopravních úloh formulovat následovně.

Je dáno umístění centrálního stanoviště (depa) s a množina OV J ; přičemž jsou známy vzájemné vzdálenosti d_{ij} mezi uvažovanými objekty (tj. obsluhovanými vrcholy a centrálním stanovištěm) na dopravní síti. Dále jsou známy požadavky jednotlivých obsluhovaných vrcholů b_j . K obsluze zákazníků je k dispozici množina vozidel V , každé o určité kapacitě C_r . Každé vozidlo vyjíždí z depa a opět se do něj musí vrátit, každé vozidlo smí být použito pouze jednou a každý zákazník musí být uspokojen jedinou jízdou vozidla. Cílem je navrhnout takovou množinu tras vozidel, aby jejich celková délka byla minimální. Alternativní možností je substituce vzdáleností d_{ij} časovými dostupnostmi t_{ij} – potom se nehledají trasy nejkratší, ale trasy s nejmenší délkou trvání jízdy. (16)

2.3 Postup práce při návrhu nové svozové trasy

Sestavení nové svozové trasy odpadu nebylo jednoduchým úkolem, jedná se o složitý koordinační a výpočetní problém, který by bylo možné řešit bez pomoci výpočetní techniky, pomocí nástrojů operačního výzkumu, ale s ohledem na zadanou úlohu by se jednalo o velmi složitý a hlavně časově náročný výpočetní proces, tento způsob tzv. „ručního“ řešení by byl neefektivní a to hlavně vzhledem k již zmíněné časové náročnosti. V této práci byl zvolen jiný, časově efektivnější postup řešení dané úlohy a to pomocí aplikace určené pro řešení tohoto a dalších typů dopravních úloh. Tato aplikace zajistí efektivní řešení a také možnost porovnání různých variant možných řešení. V následující osnově je shrnuta posloupnost jednotlivých kroků při sestavování nové svozové trasy tříděného odpadu.

Postup při sestavování nové svozové trasy:

1. Shromáždění a interpretace vstupních dat,
2. práce s aplikací GA-GED Vehicle Routing,
 - a. pracovní prostředí v aplikaci GA-GED,
 - b. editování dopravní sítě,
 - i. popis dopravní sítě,
 - ii. úprava stávající dopravní sítě,
 - iii. vytvoření OV v dopravní síti města,
 - c. zadání parametrů objednávky,
 - d. vygenerování nové svozové trasy.

2.4 Shromáždění a interpretace vstupních dat

Prvním krokem při sestavování nové svozové trasy bylo shromáždění potřebných vstupních dat, bez kterých by nebylo možné tuto úlohu řešit, jednalo se především o informace týkající se OV, tedy o rozmístění jednotlivých sběrných nádob na území města, dále umístění centrálního stanoviště a v neposlední řadě také výběr svozové techniky pro samotný svoz odpadu.

V případě této práce se jedná o svozovou dopravní úlohu s jedním centrálním stanovištěm (depem), kam je všechen odpad svážen a dále s OV, které představují rozmístění jednotlivých sběrných nádob na dopravní síti ve městě Čáslav. Pro modelový příklad řešený v této práci byl vybrán svoz tříděných plastů (jedná se o síť žlutých sběrných nádob o objemu 1100 l). Na území města Čáslav je rozmístěno celkem 64 veřejně přístupných sběrných nádob určených pro sběr tříděných plastů, všechny o objemu 1100 l. Dále je čáslavskou provozovnou společnosti AVE CZ prováděn svoz tříděných plastů od soukromých subjektů, které si tuto službu objednaly, konkrétně se jedná o 16 sběrných nádob, především jde o 3 druhy, o objemech 120, 240 a 1100 l. Kompletní seznam vrcholů obsluhovaných čáslavskou provozovnou je uveden v *příloze č. 3*.

Základním předpokladem pro řešení této úlohy je znalost přesných⁶ pozic všech sběrných nádob na území města. Tyto informace, týkající se pozic sběrných nádob (seznam rozmístění sběrných nádob na území města Čáslav), které poskytla čáslavská provozovna, nebylo možné v poskytnuté podobě použít, jelikož svoz odpadů zde není žádným způsobem

⁶ Přesnou pozicí sběrné nádoby je myšleno její reálné umístění na dopravní síti s tolerancí přibližně do 10 m.

dlouhodobě optimalizován a probíhá podle zavedených tras a dlouholetých zkušeností jednotlivých řidičů. Čáslavská provozovna společnosti AVE, s.r.o. nebyla schopna poskytnout přesné pozice jednotlivých sběrných nádob na území města, ale pouze orientační údaje o rozmístění. Provozovna však musí nějakým způsobem počty sběrných nádob a hlavně jejich rozmístění evidovat. Jelikož z výše uvedeného důvodu provozovna nemá potřebu evidovat přesné pozice sběrných nádob, proto také nejsou tyto pozice známy, ale jsou evidovány pouze názvy ulic, případně místní názvy míst (u soukromých subjektů adresa), ve kterých se sběrné nádoby nachází, více v *příloze č. 3*. Tyto, pouze orientační údaje jsou pro účely práce nedostačující. Pro sestavení relevantní svozové trasy je nutná znalost přesných pozic jednotlivých sběrných nádob na území města.

Seznam ulic a míst, kde jsou sběrné nádoby rozmístěny, který čáslavská provozovna poskytla pro účely této práce, tedy částečně lokalizaci konkrétních pozic sběrných nádob zjednodušil, ale bylo nutné téměř všechna místa a ulice ze seznamu fyzicky navštívit a konkrétní pozice nádob zaznamenat do předem připravené mapy. V této části postupu sestavování svozové trasy byla přínosem autorova osobní znalost místních podmínek ve městě, což podstatně ulehčilo lokalizaci sběrných nádob. Vzhledem k tomu, že je Čáslav poměrně malé město, nebyla tato lokalizace pozic sběrných nádob větším problémem, pokud by však takováto úloha byla řešena na území většího město vyžadovala by lokalizace přesnější vstupní údaje týkající se rozmístění sběrných nádob.

Jedním ze tří hlavních vstupních parametrů bylo také stanovení centrálního stanoviště, kam je veškerý odpad svážen. Centrální stanoviště bylo umístěno do současného sídla čáslavské provozovny společnosti AVE CZ s.r.o., v čáslavské čtvrti Hejdof, kde je zároveň skládka odpadů kategorie S – NO. V současnosti však tento druh odpadu (tříděné plasty) není svážen do areálu čáslavské provozovny, jelikož zde není možnost tento odpad dále zpracovat, tedy třídit a lisovat. Nyní je svezový odpad odvážen na třídící linky v nedaleké Kutné Hoře a Libenicích u Kolína, kde je odpad dodatečně tříděn, lisován a přepravován ke konečným zpracovatelům druhotných surovin. Čáslavská provozovna však hodlá do budoucna vystavět třídící linku na tento odpad přímo ve svém areálu v Čáslavi. Návrh svozové trasy je tedy vytvořen pro budoucí stav, kdy bude odpad zpracováván v areálu provozovny.

Posledním důležitým vstupním parametrem je výběr svozové techniky pro svoz odpadu. Je to velmi důležitý článek v celém procesu plánování svozu odpadu. V modelovém příkladě, kterým se zabývá tato práce, byla volena stejná svozová technika, kterou v současnosti společnost disponuje a zároveň ji využívá pro svoz tohoto druhu odpadu.

Společnost vlastní celou řadu svozových automobilů, které jsou určeny pro svoz veškerých komunálních odpadů tedy nejen tříděných odpadů, ale také směsných odpadů, což činí vozidla flexibilními. Vozový park společnosti AVE CZ, s.r.o. představují především vozidla továrních značek MAN a Mercedes Benz s různými typy nástaveb. U většiny vozidel jsou použity lisovací nástavby s lineárním stlačováním odpadu od společnosti Zöller Systems, s.r.o., pouze v jednom případě vlastní společnost vozidlo s rotační nástavbou od společnosti Stummer, GmbH. Pro řešení svozové úlohy v této práci bylo vybráno jedno z vozidel společnosti AVE CZ, s.r.o., které je i v praxi k tomuto svozu využíváno. Jedná se o vozidlo značky Mercedes-Benz s lisovací nástavbou o objemu 22 m³. Základní technické parametry vozidla a lisovací nástavby jsou uvedeny v následující tabulce, bližší technické údaje o svozovém vozidle jsou v technickém průkaze vozidla, který je uveden v příloze č. 4.

Tab. 5 Technické parametry svozového vozidla a lisovací nástavby

Svozové vozidlo	
Tovární značka	Mercedes-Benz
Typ	930.20
Obchodní označení	Actros 2536 L 6 x 2
Celková délka	9 590 mm
Šířka	2 500 mm
Výška	3 600 mm
Provozní hmotnost	15 700 kg
Povolená hmotnost	26 000 kg
Užitečná hmotnost	10 300 kg
Lisovací nástavba	
Druh (typ)	Zöller Medium XL
Objem nástavby	22 m ³
Hmotnost nástavby	6100 kg
Doba nakládacího cyklu	20 s
Doba vyložení	30 s
Zhutnění (závisí na druhu odpadu)	1:6
Stanovená doba obslužení sběrné nádoby	2 min

Zdroj: (14), (15)

2.5 Práce s aplikací GA-GED Vehicle Routing

Stěžejní část práce při návrhu nové svozové trasy spočívala právě v práci s aplikací GA-GED VR, která byla vytvořena týmem lidí z Katedry technologie a řízení dopravy na Dopravní fakultě Jana Pernera, pro řešení různých typů dopravních úloh. Především se jedná o problém sestavování tras vozidel provádějících svoz či rozvoz zásilek, materiálu, substrátu apod., s cílem minimalizovat ujetou vzdálenost. Jedná se o aplikaci vytvořenou pro řešení úloh okružních jízd na dopravních sítích různých typů, aplikace využívá dvě výpočtové metody pro řešení úloh okružních jízd.

Jednou z metod, s nimiž aplikace pracuje, je heuristická metoda teorie grafů, kterou je Clark-Wrightův algoritmus (dále jen C-W), C-W algoritmus patří mezi nejstarší postupy používané k řešení úloh kapacitně omezených okružních jízd. Algoritmus je založen na principu výhodnostních koeficientů. Její výhodou je rychlost a jednoduchost použití, nevýhodou pak relativně nízká kvalita získaných výsledků. Přesto je tento algoritmus v aplikaci GA-GED VR implementován, získané řešení je možné postoupit do výchozí populace genetického algoritmu. (16)

Druhá metoda, se kterou aplikace pracuje, je genetický algoritmus GVR, jedná se o složitý algoritmus z třídy evolučních algoritmů inspirovaný vývojem evoluční teorií. Genetické algoritmy slouží k vyhledání suboptimálního řešení složitých kombinatorických úloh, mezi které patří i úlohy o sestavě okružních jízd. Pracují na principu simulace procesu evoluce v přírodě, který je opakován až do doby, dokud není dosaženo požadované hodnoty účelové funkce, předem definovaného počtu generací či maximálního času vymezeného na hledání řešení úlohy. (16)

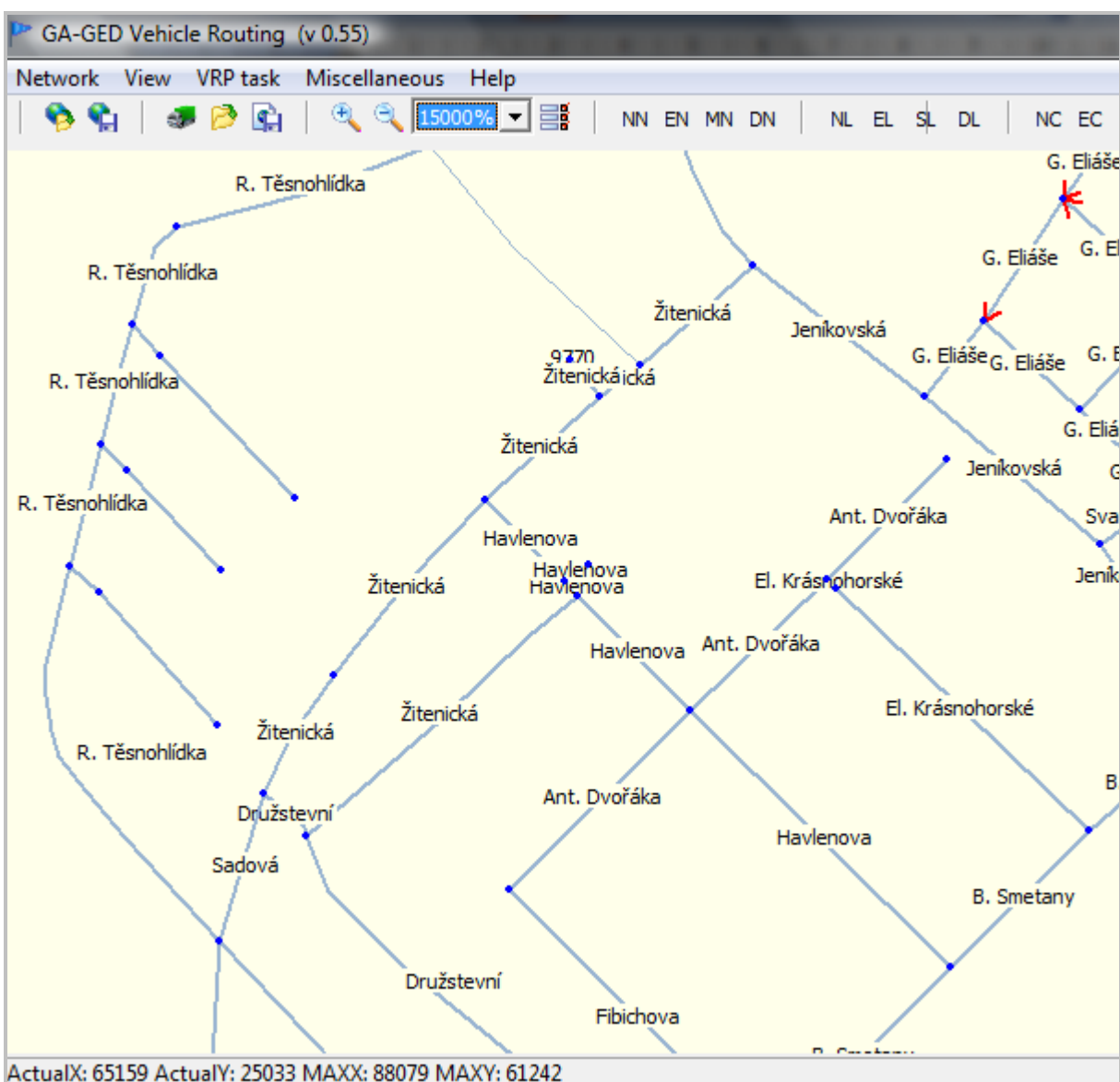
Hlavním vstupem, se kterým aplikace GA-GED pracuje, jsou standardní mapová data určená pro geografický informační systém (GIS). V aplikaci je implementováno načítání dat formátu ESRI Shapefile, tedy souborů s příponami SHP, SHX a DBF. Mapu dopravní sítě komunikací města poskytli pro účely této práce zaměstnanci odboru životního prostředí Městského úřadu města Čáslav.

Pracovní prostředí v této aplikaci je přehledné viz *obr. 13* a práce v ní je relativně snadná. V následující části práce jsou popsány jednotlivé kroky při zadávání vstupních údajů do aplikace GA-GED VR a následné vygenerování výsledné svozové trasy.

Podrobněji je aplikace GA-GED VR a její funkce popsána v elektronickém časopisu PERNERS'S CONTACTS viz (16).

2.5.1 Pracovní prostředí v aplikaci GA-GED

Pracovní prostředí v aplikaci je tvořeno hlavním menu, které je umístěno v horní části dialogového okna aplikace, které nabízí hlavní ovládací a editační funkce. V dialogovém okně pod hlavním menu je zobrazena načtená dopravní síť, kde lze libovolně zobrazovat jednotlivé atributy hran, nebo uzlů. Jelikož aplikace byla během sestavování svozové trasy stále ve vývoji, byly ještě některé funkce funkční jen z části, ale hlavní části aplikace nutné pro práci v aplikaci byly již plně funkční. Na následujícím obrázku je zobrazeno prostředí aplikace GA-GED VR.



Obr. 13 Pracovní prostředí aplikace GA-GED Vehicle Routing

Zdroj: Autor

2.5.2 Editování dopravní sítě

Popis dopravní sítě v aplikaci GA-GED VR

V případě této práce se jedná o smíšenou dopravní síť, tedy síť obsahující také jednosměrné úseky. Dopravní síť je složena z uzlů, které představují v reálném případě křižovatky nebo pozice sběrných nádob na dopravní síti a hran, které představují úseky komunikací silniční sítě. Každý uzel i hrana má své atributy, se kterými aplikace pracuje, zadání těchto parametrů je důležité pro správný výpočet svozové trasy.

Každý uzel má dva základní parametry, kterými jsou název uzlu a index uzlu. Název uzlu představuje označení, které slouží uživateli pro zjednodušení práce a lze ho libovolně měnit (např. zadání adresy vybraného uzlu apod.) zatímco index uzlu je označení, se kterým pracuje aplikace a nelze toto označení měnit. Při odstranění některého uzlu dochází k přečíslování všech ostatních uzlů (jejich indexů), zatímco název uzlu je neměnný.

Parameter	Value
Index	4461
Name	Chrudimská
Category	2
Orientation	0
Length	133
Time	12
Custom time	0
Radius AB	0
Radius BA	0
Node 1	3860
Node 2	3839
Vertices	3

Set values Get previous Exit

Obr. 14 Dialogové editační okno hrany aplikace GA-GED VR

Zdroj: Autor

Každá hrana má podobně jako každý uzel svůj název, který představuje název ulice města, hrany mají stejně tak i indexy se kterými pracuje aplikace. Dalšími parametry hran jsou např. orientace hrany (zadávání jednosměrných úseků), kategorie hrany, u hran jsou rozlišovány jejich kategorie, stejně jako je tomu u rozdělení komunikací na dálnice, rychlostní silnice, silnice I., II. a III. třídy, místní komunikace a účelové komunikace. Každé kategorii je přidělena průměrná rychlost, jakou je možné tuto hranu při svozu projíždět pomocí tohoto údaje a délky hrany. Aplikace vypočte dobu, za kterou svozové vozidlo daný úsek při průměrné rychlosti projede. Údaje o kategorii a délce komunikace slouží při výpočtu

trasy ke stanovení průměrné celkové doby svozu. Dále aplikace GA-GED VR, na základě zadání kategorie úseku, přiřadí danému úseku styl čáry tak, že úsekům představující významné komunikace je přiřazena nejsilnější čára a naopak. Dalším důležitým parametrem hrany jsou indexy uzlů, kterými je vybraná hrana ohraničena. Každá hrana má svůj počáteční a koncový uzel a znalost této informace je nutná pro zadávání orientace dané hrany. Pro ilustraci je na *obrázku č. 14* zobrazeno dialogové editační okno hrany, ve kterém lze editovat jednotlivé atributy, stejné je také editační okno uzlu jen s rozdílem jednotlivých parametrů.

Úprava stávající sítě

Tento krok by bylo možné vynechat, pokud by byla k dispozici aktualizovaná a realitě odpovídající dopravní síť. Jelikož dopravní síť, kterou poskytl MěÚ Čáslav pro účely této práce, nebyla aktualizovaná o nové změny v územním plánu města, bylo nutné mapu před samotným použitím upravit tak, aby odpovídala současnému stavu. Aplikace GA-GED VR umožňuje také editování dopravní a tak bylo možné dopravní síť upravit přímo v této aplikaci bez nutnosti použití jiného softwaru.

Úpravy dopravní sítě spočívaly hlavně ve vytvoření chybějících úseků, které vznikají např. novou výstavbou v okrajových částech města, nebo vytvořením komunikací na nově vznikajících sídlištích po demolici starých budov či vznikem nové zástavby na okrajích města. Další nutnou úpravou, která byla velmi důležitá pro další práci s dopravní sítí, bylo editování orientace jednosměrných úseků v dopravní síti. Jelikož v původní síti tento parametr týkající se jednosměrných úseků nebyl zahrnut, bylo nutné ho do sítě zavést. Zde byla opět přínosem znalost místních podmínek ve městě a také aktuální dopravní mapa města Čáslav. Posledním problémem v původní dopravní síti byla přítomnost hran (úseků), které v reálném případě nelze použít pro svoz odpadu např. účelové komunikace (lesní a polní nezpevněné cesty, pěší zóny, úseky s různými omezeními hmotnosti či rozměrů vozidel, apod.). Tento problém bylo možné řešit dvěma způsoby a to buď smazáním těchto hran sítě, ale pro lepší názornost byly v síti ponechány. V dialogovém editačním okně dané hrany byla jen změněna reálná délka hrany dle měřítka mapy na fiktivní několikanásobně vyšší délku. Protože aplikace sestavuje okružní jízdu, hledá tedy co nejkratší možnou ujetou vzdálenost mezi jednotlivými OV a proto se aplikace těmito úsekům s fiktivní délkou při výpočtu svozové trasy „vyhne“.

Vytvoření pozic OV v dopravní síti města

V pořadí druhým krokem při úpravě dopravní sítě bylo zanesení pozic jednotlivých sběrných nádob do této již upravené dopravní sítě, jelikož aplikace GA-GED VR řeší úlohu okružní jízdy mezi vybranými uzly (vrcholy) sítě, bylo nutné zavést pozice sběrných nádob jako uzly (vrcholy). Zde nastaly tři následující možnosti zanesení pozic sběrných nádob do sítě.

Ve většině případů jsou sběrné nádoby umístěny tzv. přímo na hraně dopravní sítě, tedy v praxi jsou nádoby umístěny v bezprostřední blízkosti komunikace a není nutné zajíždět se svozovým vozidlem mimo komunikaci. V tomto většinovém případě bylo vytvoření nového uzlu (obsluhovaného vrcholu) zajištěno rozdělením hrany dle měřítko mapy v místě, kde se reálně sběrná nádoba nachází, na dva úseky přičemž nově vzniklý uzel představuje OV.

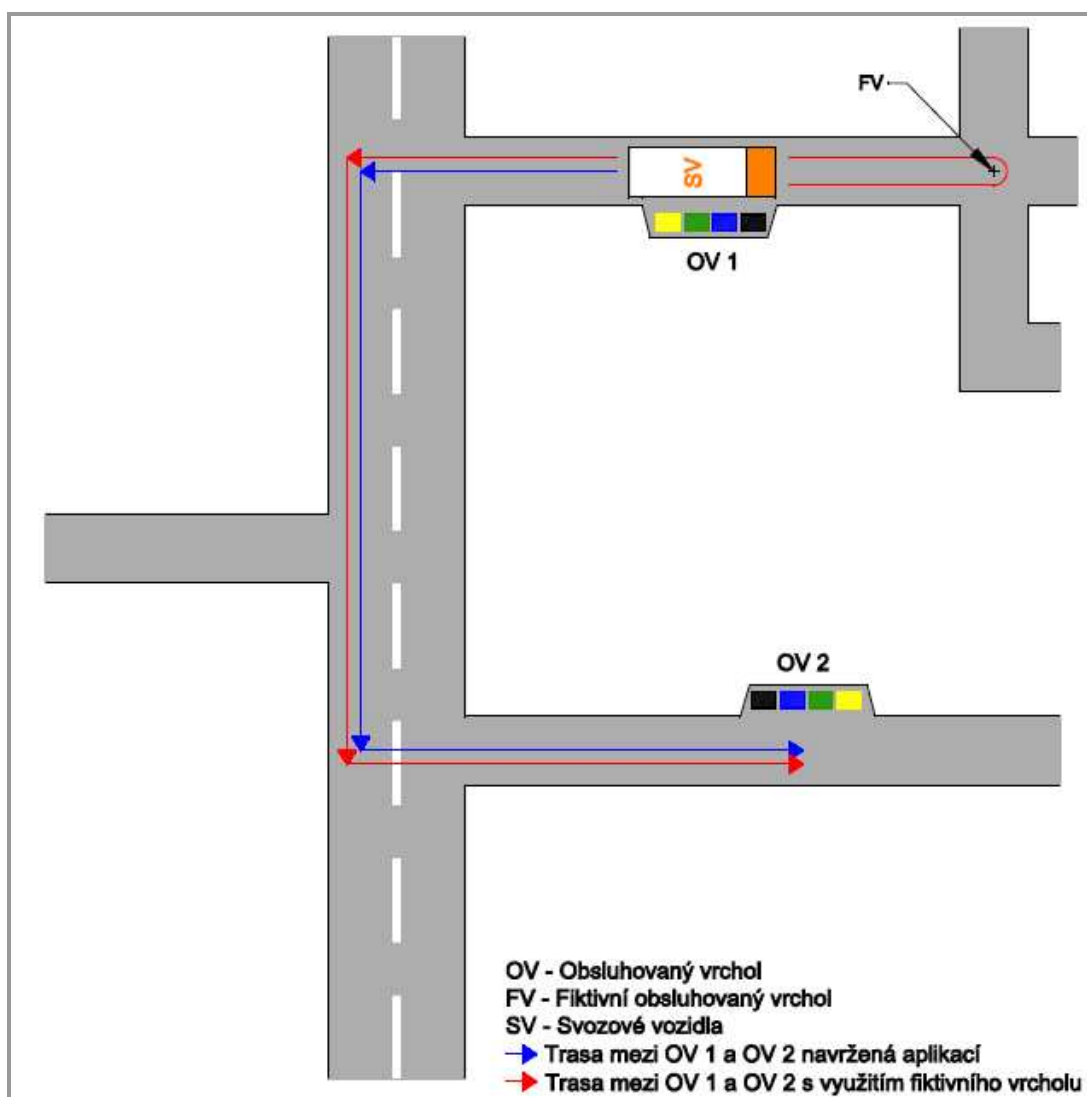
Druhým případem je umístění sběrných nádob mimo komunikaci. V praxi se jedná o různé účelové komunikace, např. umístění hnízda se sběrnými nádobami na sídlišťích v určité vzdálenosti od nejbližší komunikace kam musí svozové vozidlo zajíždět případně zacouvat. Tento případ vyžadoval vytvoření zcela nového uzlu mimo stávající dopravní síť, který představuje OV, dále bylo nutné tento nově vytvořený vrchol spojit s dopravní sítí. Jelikož je možné vytvořit novou hranu pouze mezi dvěma uzly, bylo možné nově vytvořený uzel spojit s jiným již existujícím uzlem dopravní sítě, nebo vytvořit na dopravní síti nový uzel výše popsaným způsobem, rozdělením hrany nejbližšího úseku nově vytvořeného uzlu.

Třetím případem je umístění sběrných nádob v bezprostřední blízkosti křižovatek, tedy v blízkosti již existujících uzlů v dopravní síti. V tomto případě nebylo nutné provádět žádné úpravy sítě.

Z technologického hlediska by však nebyla aplikací vytvořená svozová trasa zcela v pořádku. Některé faktory ovlivňující svoz odpadu nejsou aplikací přímo ošetřeny, a proto je bylo nutné řešit operativně. Jedním ze dvou problémů, které nastaly, bylo otáčení svozového vozidla o 180 stupňů. V praxi není z různých důvodů možné otáčení vozidla na vybraných místech, které byly určeny aplikací při výpočtu trasy.

Jelikož aplikace provádí výpočet nejkratší vzdálenosti mezi jednotlivými OV, v některých případech došlo k situaci, kdy by bylo nutné svozové vozidlo otáčet přímo v obsluhovaném vrcholu. Například uprostřed frekventované ulice, nebo na místech k tomu nevhodných, z důvodu menší vzdálenosti k následujícímu obsluhovanému vrcholu, což je nežádoucí a v některých případech také neakceptovatelné. Tento problém byl řešen

pomocí tzv. „fiktivních“ OV, které představují fiktivní pozice sběrných nádob. V aplikaci byly zadávány fiktivní vrcholy v situacích s nežádoucím otáčením vozidla na trase, a to do nejbližšího místa s možností otočení svozového vozidla. Tento krok vedl k navýšení celkové délky trasy, ale z technologického hlediska a praktického využití trasy byl nezbytně nutný. Po zavedení tohoto fiktivního vrcholu došlo ke dvěma možným situacím, buď k situaci kdy svozové vozidlo zajelo do tohoto vrcholu, který představoval místo pro otočení vozidla, nebo došlo k celkové změně trasy, přičemž aplikace změnila pořadí OV. Aby nedošlo k navýšení celkového objemu svezeneho odpadu vlivem navýšení OV o fiktivní vrcholy, byla u těchto fiktivních vrcholů zadána nulová kapacita sběrné nádoby a také nulový čas na obsluhu daného vrcholu.



Obr. 15 Schéma situace s využitím fiktivního vrcholu při otáčení vozidla

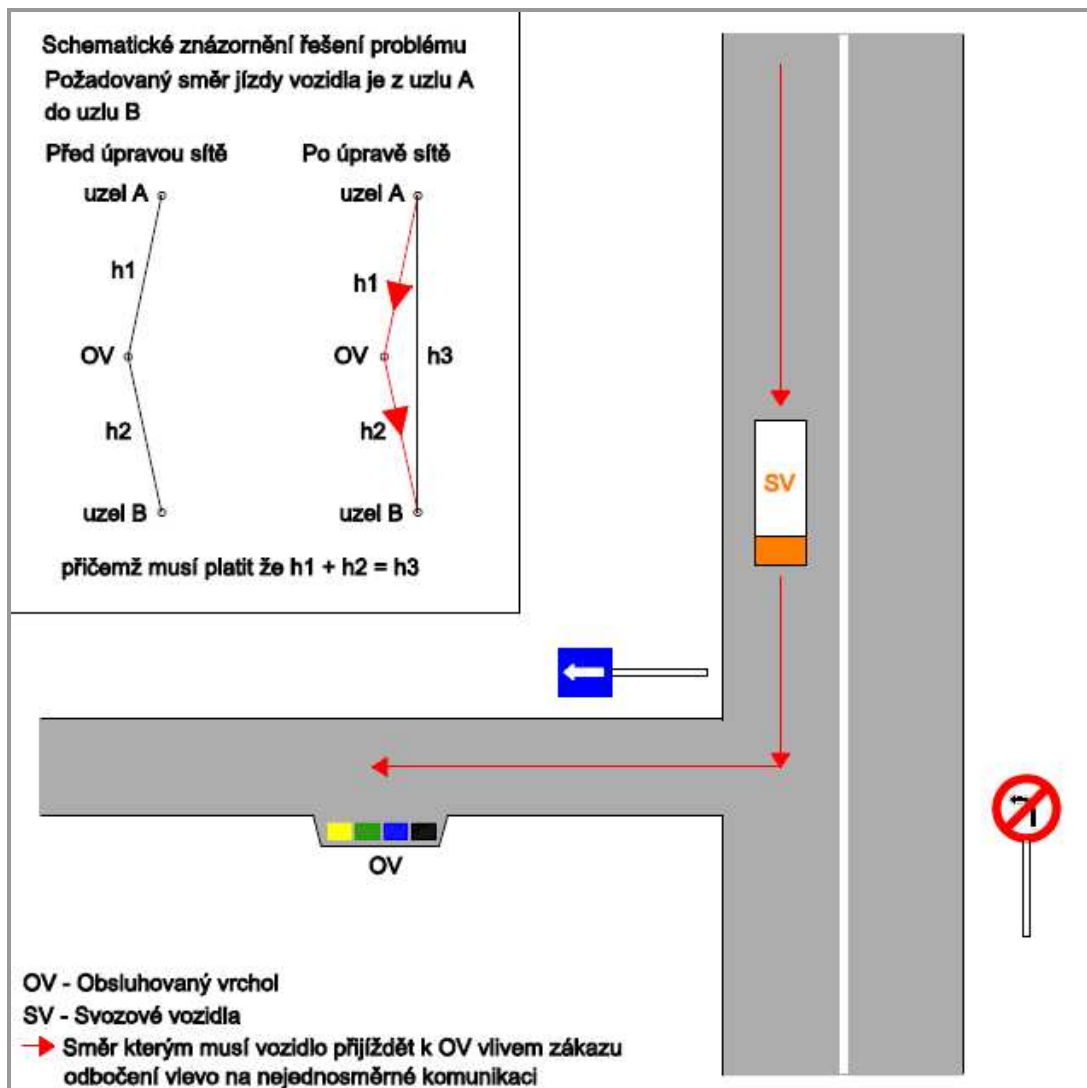
Zdroj: Autor

Na předchozím obrázku viz *obr. 15* je zobrazena jedna z možných výše popsaných situací. Jak je vidět aplikace samotná navrhla nejkratší možnou trasu mezi OV 1 a OV 2 bez ohledu na to, zda je možné na daném místě otočení vozidla nebo ne. V tomto případě otočení není možné z důvodů úzké komunikace, proto je možné vozidlo otočit až na nedaleké křižovatce, kam byl také vložen fiktivní OV. V tomto případě by se mohla nabízet možnost, kdy by vozidlo od OV 1 vycouvalo zpět na hlavní komunikaci. Zde je ale nutné zohlednit nakolik by byl tento manévr bezpečný z hlediska provozu na pozemních komunikacích, a také zde určitě hraje roli subjektivní názor či zkušenosti řidiče provádějícího svoz odpadu. V některých případech může být sporné, zda vozidlo na daném místě lze otočit nebo ne, ale tyto situace by bylo nutné řešit přímo za provozu.

Těchto situací může nastat při svozu odpadu celá řada, přičemž každá situace je v něčem specifická a proto je třeba věnovat se každému případu zvlášť. V každém případě je nutná znalost podmínek daného území pro určení míst, kde je možné provádět otáčení svozového vozidla.

Druhý problém spočíval v příjezdu svozového vozidla k obsluhovanému vrcholu v požadovaném směru. S tímto problémem aplikace nepočítá, proto bylo opět nutné použít operativní řešení. Stručně řečeno se jedná o problém, kdy je nutné, aby vozidlo přijíždělo k obsluhovanému vrcholu (při jeho obsluze) v požadovaném směru, přičemž komunikace po které vozidlo přijíždí, není jednosměrná. Schematicky je jedna z možných situací zobrazena na následujícím obrázku viz *obr. 16*. Tyto situace nastávají v různých případech. Například jedná-li se o velmi frekventovanou komunikaci a sběrné nádoby jsou umístěny u komunikace vlevo (myšleno vlevo ve směru jízdy vozidla), není možné nádoby ke svozovému vozidlu přistavit přes protisměrný pruh vlivem husté dopravy a je tedy nutné, aby vozidlo přijíždělo ke sběrným nádobám v opačném směru.

Řešení tohoto problému spočívalo ve zdvojení úseků (hran), u kterých bylo nutné zajistit průjezd požadovaným směrem při obsluze daného vrcholu. Bylo tedy nutné vytvořit novou hranu v dopravní síti se stejnou délkou jako u původního úseku, na kterém se nachází OV. Z původního úseku byl vytvořen jednosměrný úsek v námi požadovaném směru, přičemž nově vytvořená hrana zajistila možný průjezd v obou směrech.



Obr. 16 Schéma situace příjezdu svozového vozidla k obsluhovanému vrcholu v požadovaném směru vlivem zákazu odbočení vlevo

Zdroj: Autor

2.5.3 Zadání parametrů objednávky

V pořadí třetím krokem při sestavování svozové trasy bylo vytvoření VRP souboru. Jedná se o soubor vytvořený aplikací GA-GED, ve kterém jsou zadána veškerá data svozové úlohy o umístění centrálního stanoviště (depa) o parametrech OV, a také o vybraných parametrech svozových vozidel. Tyto základní parametry představují hlavní vstup pro sestavení svozové trasy. Na níže uvedeném obrázku viz *obr. 17* je zobrazeno editační okno, které má v horní části několik záložek, pro zadání parametrů VRP souboru.

V první záložce *Depot / vehicles* bylo nutné zadat dva hlavní údaje týkající se technických a technologických parametrů vozidla a umístění centrálního stanoviště (depa). Při zadávání parametrů vozidel je nutné zadat typ vozidla, tedy zadat název vozidla, s nímž aplikace dále pracuje, dále zadat kapacitu vozidla (užitečnou hmotnost), počet vozidel daného typu a omezení maximální doby jízdy vozidla. Technické parametry vozidla byly zadány na základě technického průkazu od vozidla. Jako centrální stanoviště kam bude veškerý odpad svážen, bylo stanoveno již zmiňované současné sídlo provozovny v čáslavské čtvrti Hejdof.

Hlavní část při zadávání parametrů objednávky ve druhé záložce *Orders* viz *obr. 17* spočívalo ve výběru uzlů, které byly při editování dopravní sítě vytvořeny jako pozice představující rozmístění sběrných nádob. Výběr lze provést dvěma způsoby, buď výběr provést ze seznamu uzlů, nebo přímým označením v mapě. Po zadání uzlu představujícího pozici sběrné nádoby do systému bylo nutné definovat několik parametrů týkající se sběrných nádob. Postup zadání parametrů sběrných nádob je popsán dále.

Jedním z hlavních parametrů byla kapacita sběrných nádob, jelikož tato aplikace pracuje s kapacitou v kg a kapacity sběrných nádob byly zadány v objemových jednotkách, bylo nutné pomocí objemové⁷ hmotnosti odpadu, převést objemovou kapacitu sběrné nádoby na hmotnostní kapacitu. Kapacita jedné sběrné nádoby určené pro sběr tříděných plastů o objemu 1100 l byla stanovena na 29 kg. Aplikace počítá s tím, že kapacita každé sběrné nádoby je plně využita. Dalším parametrem byla doba obsluhy jedné sběrné nádoby. Čas na obsluhu sběrné nádoby byl stanoven na základě technických parametrů lisovacího nástavby na svozovém vozidle a částečně na odhadu doby přistavení sběrné nádoby k vozidlu v průměru na 1,5 min. Dále bylo nutné zadat, zda se jedná o svozovou či rozvozovou úlohu a denní dobu (časové okno), během které mohou být nádoby obslouženy. V případě města

⁷ Dle *tab. 1* byla stanovena hmotnostní kapacita sběrné nádoby, jako průměr mezi objemovou hmotností směsných plastů a samostatných PET lahví, hodnota 26 kg/m³.

Čáslav tato doba není nějak omezena a byla ponechána přednastavená doba samotnou aplikací v rozmezí mezi 6:00 – 15:00, což zhruba odpovídá pracovní době v čáslavské provozovně.

Na následujícím obrázku je zobrazeno dialogové okno v modu editace parametrů objednávky (OV).

Customer	Address	D/P	Wei	T-Window	Ser
Plasty 1x1100 l	28. října	P	58	06:00 - 17:00	6
Plasty 1x1100 l	B. Němcové (1)	P	29	06:00 - 17:00	6
Plasty 1x1100 l	B. Němcové (2)	P	29	06:00 - 17:00	6
Plasty 1x1100 l	B. Němcové (3)	P	29	06:00 - 17:00	6

Obr. 17 Dialogové okno editace VRP souboru

Zdroj: Autor

2.5.4 Vygenerování nové svozové trasy

Posledním krokem při sestavování nové svozové trasy bylo vygenerování samotné trasy aplikací GA-GED VR. Aplikace samotná provedla výpočet trasy svozu tak, že navržená trasa zajistí minimalizaci ujeté vzdálenosti svozovým vozidlem při svozu, a také celkové doby obslužení svozové trasy, což by mělo vést ke snížení přímých nákladů na svoz odpadu. Tato práce je zaměřena především na minimalizaci celkové délky svozové trasy. Jelikož stanovení celkové doby obslužení svozové trasy by vyžadovalo více přesných informací týkající se technologie svozu odpadu, např. jaká je průměrná rychlost vozidla během svozu, doba obslužení jedné sběrné nádoby, apod., v této úloze byly tyto parametry

odhadnuty a proto je celková doba svozu pouze orientačním údajem. Výsledný sled svozové trasy je uveden v příloze č. 4. Na níže uvedeném obrázku je zobrazeno dialogové okno aplikace, po provedení výpočtu svozové trasy. V jeho levé části je vygenerován výsledný sled, tedy pořadí v jakém budou jednotlivé sběrné nádoby obslouženy, dále celková vzdálenost ujetá vozidlem během svozu a také celková doba obslužení navržené svozové trasy.

Statistics

Number of routes: 1 Selected route: 1

Total length: 20 Selected route length: 20

Total ride time: 2 h 36 min Selected route time: 2 h 36 min

Routes

Selected route: Route 1 (dist. 20 km; time 2:36; load 1809kg)

Ord. #	Customer	Location	Dis	Time	Weig	Load
0	DEPOT	DEPO Hejdof	0	00:00	-	0
1	Plasty 1x1100 l	stadion Vodranty	1	00:02	+ 29	0
2	Plasty 1x1100 l	Koželuhy	2	00:05	+ 29	29
3	Plasty 1x1100 l	Jetelová	4	00:09	+ 29	58
4	Plasty 1x1100 l	Zahradní	4	00:12	+ 29	87
5	Plasty 1x1100 l	Čeplova (nad MŠ)	5	00:15	+ 29	116
6	Plasty 2x1100 l	K Vodrantům	5	00:17	+ 58	145
7	Plasty 2x1100 l	Růžová	6	00:22	+ 58	203
8	Plasty 1x1100 l	Čeplova (1586-7)	6	00:26	+ 29	261
9	Plasty 1x1100 l	Žacká (2)	6	00:28	+ 29	290
10	Plasty 1x1100 l	Žacká (1)	6	00:30	+ 29	319
11	Plasty 2x1100 l	28. října	7	00:34	+ 58	348

Draw selected route Draw schematic
 Draw all routes Draw real course

Export this route

Obr. 18 Náhled dialogového okna aplikace s vygenerovanou svozovou trasou

Zdroj: Autor

3 ZHODNOCENÍ PROBLÉMU

Po vyřešení všech těchto dílčích problémů byl v aplikaci GA-GED VR vytvořen výsledný návrh svozové trasy, který by měl být v souladu se všemi nutnými požadavky pro to, aby bylo možné tento návrh využít v praxi. Snahou bylo podchytit veškeré problémy spojené se svozem tříděných odpadů, přičemž prioritou bylo vytvořit takovou svozovou trasu, při jejímž využití by bylo možné minimalizovat náklady na svoz odpadů. V následující části jsou popsány parametry navržených svozových tras. Jednotlivé trasy byly pojmenovány podle počtu OV, tedy na Čáslav₅₂ a Čáslav₆₆.

Tab. 6 Parametry výsledného návrhu svozové trasy Čáslav₅₂

Svozová trasa Čáslav ₅₂ – tříděné plasty	Návrh	Realita
Celková délka svozové trasy	20 km	22 km
Celková doba obslužení svozové trasy	2:36	2:30
Průměrná doba obslužení vrcholu	2 min	1 ÷ 3 min
Počet obsluhovaných sběrných nádob	64	64
Počet OV	56	52
▪ Reálné vrcholy	52	52
▪ Fiktivní vrcholy	4	0
Objemová kapacita obsluhovaných sběrných nádob	68,7 m ³	68,7 m ³
Odhadovaná hmotnost svezeneho odpadu	1 809 kg	-

Zdroj: Autor

Svozová trasa Čáslav₅₂ představuje svoz sběrných nádob, které jsou obsluhovány v sedmidenním intervalu. Byla vybraná, protože je obsluhována nejčastěji a úspora nákladů by v tomto případě byla znatelnější.

Tab. 7 Parametry výsledného návrhu svozové trasy Čáslav₆₆

Svozová trasa Čáslav ₆₆ – tříděné plasty	Návrh	Realita
Celková délka svozové trasy	24 km	25 km
Celková doba obslužení svozové trasy	3:10	3:05
Průměrná doba obslužení vrcholu	2 min	1 ÷ 3 min
Počet obsluhovaných sběrných nádob	80	80
Počet OV	69	66
▪ Reálné vrcholy	66	66
▪ Fiktivní vrcholy	3	0
Objemová kapacita obsluhovaných sběrných nádob	80 m ³	80 m ³
Odhadovaná hmotnost svezeneho odpadu	2 116 kg	-

Zdroj: Autor

Druhá svozová trasa Čáslav₆₆ představuje obsluhu všech sběrných nádob ve městě. Trasa je v praxi obsluhována pouze 12x ročně, zde by tedy navržená opatření nepředstavovala tak velkou úsporu nákladů, ale trasa byla vybrána pro názornost.

Pro porovnání navrhované svozové trasy poskytla čáslavská provozovna seznam stávajících svozových tras a také výkaz denního výkonu vozidla při obsluze této trasy. V následující tabulce je uveden záznam o výkonu vozidla.

Tab. 8 Výkaz o denním výkonu svozového vozidla

Poř.	Datum	Odkud	Kam	Doba	Čas o.	Čas p.	Km	Činnost
1	3. 3. 2011	AVE	Čáslav	00:05	6:05	6:10	1,000	Jízda
2	3. 3. 2011	Čáslav	Čáslav	03:05 ⁸	6:10	9:15	25,000 ⁸	Svoz
3	3. 3. 2011	-	-	00:50	09:15	10:05	0,000	BP
4	3. 3. 2011	Čáslav	Trasa 5A	00:15	10:05	10:20	8,000	Jízda
5	3. 3. 2011	Trasa 5A	Trasa 5A	01:05	10:20	13:30	90,000	Svoz
6	3. 3. 2011	Trasa 5A	Kaňk	00:25	13:30	13:55	14,000	Jízda
7	3. 3. 2011	Kaňk	AVE	00:30	13:55	14:25	16,000	Jízda

Zdroj: (14)

Z výkazu vozidla je patrné, že vozidlo vyjíždí v 6:05 z centrálního stanoviště tedy ze sídla čáslavské provozovny do města Čáslav, kde provádí svoz sběrných nádob, přičemž ujede vzdálenost 22 km. Po obslužení města následuje bezpečnostní přestávka. Po skončení přestávky se vozidlo přesouvá na svozovou trasu 5A, kde opět provádí svoz sběrných nádob. Po skončení svozu na trase 5A následuje přesun vozidla na vážení v Kutné Hoře a poté pokračuje se svezným odpadem na třídící linku do Kaňku, kde je odpad vysypán. Nakonec se vozidlo vrací do sídla společnosti v Čáslavi.

V této práci byl vytvořen návrh svozových tras na území města, tedy pouze první části z celkového denního výkonu vozidla při svozu tříděných plastů společností AVE CZ, s.r.o. Jak je vidět z *tabulky č. 5* došlo po optimalizaci svozové trasy Čáslav₅₂ ke zkrácení celkové vzdálenosti zhruba o 2 km, v případě svozové trasy Čáslav₆₆ byla celková vzdálenost zkrácena zhruba o 1 km. Tato čísla však nelze brát jako dogma, protože nelze jednoznačně říci, že navrhované trasy jsou zcela optimální a lze je použít v praxi, ale z tohoto modelového příkladu je patrné, že v optimalizaci svozových tras by mohl být určitý potenciál, který by mohl vést k podstatné úspoře přímých nákladů na svoz odpadu.

Navržení skutečně efektivní svozové trasy by vyžadovalo užší spolupráci se svozovou společností. Jelikož se jedná o dosti složitý technologický postup, v němž samotný výpočet

⁸ Při obsluze všech sběrných nádob na území města činí celková ujeta vzdálenost 22 km a celková doba svozu 2:36.

trasy je jen dílčí částí práce, z globálního hlediska je nutné řešit řadu dalších problémů spojených se svozem odpadu, z nichž některé nelze řešit takříkajíc „od stolu“.

Další poznatek plynoucí z plánování svozové trasy v této práci byl takový, že i přes použití kvalitního softwarového nástroje, který zajistí samotný výpočet svozové trasy, je velmi důležitá znalost místních podmínek daného území. Bez těchto znalostí o území, na kterém je svozová trasa navrhována, nelze vytvořit návrh, který by byl skutečně efektivní a použitelný.

Současné trendy v oblasti softwaru pro plánování tras vozidel

V současné době je na trhu celá řada aplikací určených pro dopravní podniky, jejichž hlavním úkolem je plánování a optimalizace tras vozidel. Hlavní výhodou těchto aplikací je především úspora a to jak časová, tak hlavně finanční.

Jednou z těchto aplikací je např. software PLANTOUR®, jedná se o softwarovou aplikaci vytvořenou německou společností PASS Logistics AG. Aplikace PLANTOUR přináší možnost plné každodenní kontroly nad náklady na distribuci až na úroveň dodacího místa s možností jejich dalšího snižování pomocí optimalizace tras. PLANTOUR je řešením pro každou společnost, která klade důraz na efektivní plánování rozvozů a transparentní správu dopravně-distribučních procesů. Přímých úspor je možno dosáhnout redukcí tras, nákladů, počtu vozidel, ujetých kilometrů. (17)

Mezi hlavní výhody aplikace patří:

- Úspora nákladů (najatých km), snížení doby nasazení posádek a případných přesčas,
- lepší využití kapacity vozidel, optimální využití vozového parku,
- zrychlení a zefektivnění procesu plánování tras,
- profesionalizace práce dispečerů,
- zvýšení kvality zákaznického servisu,
- přehledná vizualizace plánovacích procesů až na úroveň dodacího místa,
- detailní a přehledné informace o nákladech na rozvoz.

Další možným nástrojem je aplikace ArcLogistics, která poskytuje kompletní řešení pro řízení vozového parku, tzv. fleet management. Umožňuje optimalizovat nejen svoz a rozvoz zboží, ale i dopravu osob, a tím šetřit náklady a zároveň přispívat k ochraně životního prostředí. Další z řady aplikací lze jmenovat Roadnet Transportation Suite od společnosti Logio, s.r.o., nástroj určený pro komplexní řízení a optimalizaci dopravy. Na trhu existuje celá řada těchto typů aplikací, všechny tyto aplikace si kladou za hlavní cíl minimalizace nákladů dopravně-distribučních procesů.

ZÁVĚR

Česká republika patří podle posledních statistik v Evropské unii k zemím s nejlépe fungujícím systémem třídění odpadů a následné recyklace odpadů z obalů. Průzkumy uvádí, že se v České republice třídění odpadů aktivně věnuje až 70 % obyvatel, Česká republika tak dosahuje se svým zavedeným kontejnerovým systémem tříděného sběru využitelných složek komunálního odpadu nejlepších výsledků z celé EU. (12)

V systému EKO-KOM bylo v roce 2007 sdruženo 20 798 společností, které za tento rok vyprodukovaly zhruba 874 tisíc tun nevratných obalových odpadů, z tohoto množství se podařilo 586 tisíc tun znovu využít. V roce 2007 vzrostla výtěžnost tříděného odpadu na jednoho obyvatele na 48,7 kg, což bylo meziroční zvýšení o více než 5 kg. Od roku 1997 systém EKO-KOM zajistil využití a recyklaci více jak 3,5 mil. tun obalových odpadů. (12)

Tato problematika třídění a následné recyklace odpadů je důležitá a do budoucna je třeba se jí věnovat. Vlivem neustále se zvyšující životní úrovně a tím způsobené zvyšování produkce odpadů je nutné odpady třídit a recyklovat jinak by docházelo k zahlcení odpadem, což je nežádoucí a má negativní vliv na životní prostředí.

Dílním cílem první části této práce bylo zpracovat a nastínit problematiku separování, sběru, svozu využitelných složek komunálního odpadu a právní předpisy upravující problematiku odpadového hospodářství, což myslím, že se podařilo. Co se týče informačních zdrojů, vychází tato práce ze zdrojů, které poskytli zaměstnanci Městského úřadu Čáslav, odboru životního prostředí, webových stránek ministerstva životního prostředí a ministerstva dopravy.

Ve druhé části práce byl navržen možný postup pro sestavování svozových tras. Na základě tohoto postupu byly navrženy dvě svozové trasy tříděného odpadu, konkrétně tříděných plastů, na území středočeského města Čáslav. Návrh svozové trasy byl vytvořen pomocí aplikace vytvořené týmem lidí z Dopravní fakulty Jana Pernera pro řešení různých typů svozových a rozvozových dopravních úloh. Aplikace samotná provádí výpočet na základě vybraných algoritmů operačního výzkumu, jelikož při práci na sestavení svozové trasy byla aplikace stále ve vývoji, bylo nutné některé technologické parametry úlohy řešit operativně, viz např. otáčení svozového vozidla během svozu. Návrh svozové trasy byl vytvořen tak, aby respektoval veškeré podmínky, jak technologické tak technické parametry dopravní sítě, nutné pro reálné využití návrhu v praxi. V této části byly využity hlavně informace od svozové společnosti AVE CZ odpadové hospodářství, s.r.o.,

SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) *EKO-KOM* [online]. c2009 [cit. 2010-10-09]. Dostupné z WWW:
<<http://www.ekokom.cz/>>.
- (2) *TRAIVA : Bezpečnostní tabulky a výrobky* [online]. c2007-2010 [cit. 2010-10-16].
Dostupné z WWW: <<http://www.e-safetyshop.eu/>>.
- (3) *Hospodaření s odpady v obcích*. Praha: EKO-KOM, Středočeský kraj, Středočeské
komunální služby Kladno, 2003. 192 s. ISBN 80-239-0743-3
- (4) *Zákon č.185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů*. [online].
Dostupný také z WWW:
<<http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/8fc3e5c15334ab9dc125727b00339581?OpenDocument>>.
- (5) *Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů*. [online]. Dostupný také z
WWW:
<<http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/2e3a627d45671704c1257563004137a8?OpenDocument>>.
- (6) *Vyhláška č. 381/2001 Sb., kterou je stanoven Katalog odpadů*. [online]. Dostupný také z
WWW:
<http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/744b4ecf4745be95c12570060044610a?OpenDocument>
- (7) *Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady*. [online]. Dostupný také
z WWW:
<http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/d8ba26756f2f18b5c1257561003d1242?OpenDocument>
- (8) *Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě*. [online]. Dostupný také z WWW:
http://www.mdcz.cz/cs/Legislativa/Legislativa/Legislativa_CR_silnicni/
- (9) *Vyhláška č. 117/2002 Sb., o rozsahu a způsobu vedení evidence obalů a ohlašování údajů
z této evidence*. [online]. Dostupný také z WWW:
<http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/4b58f1e18feb526ac1256ba70023e56c?OpenDocument>
- (10) *Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích*. [online].
Dostupný také z WWW:
http://www.mdcz.cz/cs/Legislativa/Legislativa/Legislativa_CR_silnicni/

- (11) *Vyhláška č. 374/2008 Sb., o přepravě odpadů.* [online]. Dostupný také z WWW:
<http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/38c88fd3700f7382c12575630042286c?OpenDocument>
- (12) *Recyklohraní* [online]. c2010 [cit. 2010-11-28]. Eko-kom. Dostupné z WWW:
<<http://www.recyklohrani.cz/eko-kom.html>>.
- (13) *Google* [online]. c2011 [cit. 2011-02-20]. Google mapy. Dostupné z WWW:
<<http://maps.google.cz/maps?hl=cs&tab=wl>>.
- (14) *Interní materiály čáslavské provozovny společnosti AVE CZ, s.r.o. odpadové hospodářství*
- (15) *ZÖELLER SYSTEMS, s.r.o.* [online]. c2010 [cit. 2011-03-06]. Dostupné z WWW:
<<http://www.zoeller.cz/mediumxl.html>>.
- (16) SLIVONĚ, Miroslav, et al. GA-GED VR: SOFTWARE PRO SESTAVU OKRUŽNÍCH JÍZD. *PERNER'S CONTACTS* [online]. Listopad 2010, 5, č. III, [cit. 2011-03-24]. Dostupný z WWW: <<http://pernerscontacts.upce.cz/archiv.htm>>.
- (17) *DIGITECH* [online]. 2010 [cit. 2011-04-30]. Dostupné z WWW:
<<http://www.digitech.cz/produkty/plantour>>.

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 Objemové hmotnosti vybraných odpadů při sběru.....</i>	<i>19</i>
<i>Tab. 2 Porovnání nejčastějších způsobů sběru dle dostupnosti sběrného místa.....</i>	<i>21</i>
<i>Tab. 3 Harmonogram svozu a objem svezeneho tříděného odpadu na území města Čáslav ...</i>	<i>28</i>
<i>Tab. 4 Kombinace svozových tras se svozovou trasou na území města Čáslav</i>	<i>28</i>
<i>Tab. 5 Technické parametry svozového vozidla a lisovací nástavby</i>	<i>33</i>
<i>Tab. 6 Parametry výsledného návrhu svozové trasy Čáslav₅₂.....</i>	<i>45</i>
<i>Tab. 7 Parametry výsledného návrhu svozové trasy Čáslav₆₆.....</i>	<i>45</i>
<i>Tab. 8 Výkaz o denním výkonu svozového vozidla</i>	<i>46</i>

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Výstražná reflexní tabulka</i>	<i>13</i>
<i>Obr. 2 Využití a recyklace odpadů z obalů v systému EKO-KOM za rok 2009</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 3 Ochranná známka ZELENÝ BOD.....</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 4 Schéma fungování systému EKO-KOM</i>	<i>17</i>
<i>Obr. 5 Způsob výsypu sběrných nádob s horním výsypem.....</i>	<i>22</i>
<i>Obr. 6 Způsob výsypu sběrných nádob se spodním výsypem</i>	<i>22</i>
<i>Obr. 7 Vozidlo s lineárním stlačováním odpadu</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 8 Vozidlo s rotačním stlačováním odpadu</i>	<i>24</i>
<i>Obr. 9 Vozidlo s hydraulickou rukou</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 10 Vozidlo s lineárním stlačováním vybavené hydraulickou rukou.....</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 11 Vozidlo vybavené nosičem kontejnerů</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 12 Mapa města Čáslav.....</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 13 Pracovní prostředí aplikace GA-GED Vehicle Routing</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 14 Dialogové editační okno hrany aplikace GA-GED VR.....</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 15 Schéma situace s využitím fiktivního vrcholu při otáčení vozidla.....</i>	<i>39</i>
<i>Obr. 16 Schéma situace příjezdu svozového vozidla k obsluhovanému vrcholu v požadovaném směru vlivem zákazu odbočení vlevo</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 17 Dialogové okno editace VRP souboru</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 18 Náhled dialogového okna aplikace s vygenerovanou svozovou trasou</i>	<i>44</i>

SEZNAM ZKRATEK

AOS	Autorizovaná obalová společnost
C-W	Clark-Wrightův algoritmus
ČPSOŽP	České průmyslové sdružení pro obaly a životní prostředí
EU	Evropská unie
FO	Fyzická osoba
GVR	Genetický algoritmus
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OV	Obsluhovaný vrchol
PO	Právnícká osoba
PČR	Policie České Republiky

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 Seznam složek komunálního odpadu dle vyhlášky č. 381/2001 – Katalog odpadů

Příloha č. 2 Seznam typů a technických parametrů sběrných nádob

Příloha č. 3 Rozmístění sběrných nádob určených pro tříděné plasty na území města Čáslav

Příloha č. 4 List technického průkazu svozového vozidla Mercedes – Benz Actros 2536

Příloha č. 5 Výsledný sled navržené svozové trasy Čáslav⁵²

Příloha č. 6 Výsledný sled navržené svozové trasy Čáslav⁶⁶

Příloha č. 7 Grafické zobrazení navržených svozových tras v dopravní síti

PŘÍLOHY

Příloha č. 1

Seznam složek komunálního odpadu dle vyhlášky č. 381/2001 – Katalog odpadů

20	Komunální odpady (odpady z domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadu), včetně složek z odděleného sběru
20 01	Složky z odděleného sběru (kromě kódu 15 01)
20 01 01	Papír a lepenka
20 01 02	Sklo
20 01 08	Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven
20 01 10	Oděvy
20 01 11	Textilní materiály
20 01 13*	Rozpouštědla
20 01 14*	Kyseliny
20 01 15*	Alkálie
20 01 17*	Fotochemická činidla
20 01 19*	Pesticidy
20 01 21*	Zářivky a ostatní odpad obsahující rtuť
20 01 23*	Vyřazená zařízení obsahující chlorfluorderiváty uhlovodíků
20 01 25	Jedlý olej a tuk
20 01 26*	Olej a tuk neuvedený pod kódem 20 01 25
20 01 27*	Barvy, tiskařské barvy, lepidla a pryskyřice obsahující nebezpečné látky
20 01 28	Barvy, tiskařské barvy, lepidla a pryskyřice neuvedené pod kódem 20 01 27
20 01 29*	Detergenty obsahující nebezpečné látky
20 01 30	Detergenty neuvedené pod kódem 20 01 29
20 01 31*	Cytotoxická a cytostatická léčiva
20 01 32	Jiné léky neuvedené pod kódem 20 01 31
20 01 33*	Baterie a akumulátory, zařazené pod kódy 16 06 01, 16 06 02 nebo pod kód 16 06 03 a netříděné baterie a akumulátory obsahující tyto baterie
20 01 34	Baterie a akumulátory neuvedené pod kódem 20 01 33
20 01 35*	Vyřazené elektrické a elektronické zařízení obsahující nebezpečné látky neuvedené pod kódy 20 01 21, 20 01 23 ⁹ .
20 01 36	Vyřazené elektrické a elektronické zařízení neuvedené pod kódy 20 01 21, 20 01 23 a 20 01 35
20 01 37*	Dřevo obsahující nebezpečné látky
20 01 38	Dřevo neuvedené pod kódem 20 01 37
20 01 39	Plasty
20 01 40	Kovy
20 01 41	Odpady z čištění komínů

⁹ Nebezpečné součástky z elektrického a elektronického příslušenství mohou zahrnovat akumulátory a baterie uvedené pod kódem 16 06

20	Komunální odpady (odpady z domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadu), včetně složek z odděleného sběru
20 01 99	Další frakce jinak blíže neurčené
20 02	Odpady ze zahrad a parků (včetně hřbitovního odpadu)
20 02 01	Biologicky rozložitelný odpad
20 02 02	Zemina a kameny
20 02 03	Ostatní biologicky nerozložitelný odpad
20 03	Ostatní komunální odpady
20 03 01	Směsný komunální odpad
20 03 02	Odpad z tržišť
20 03 03	Uliční smetky
20 03 04	Kal ze septiků
20 03 06	Odpad z čištění kanalizace
20 03 07	Objemný odpad
20 03 99	Komunální odpady jinak blíže neurčené
20 03 99	Komunální odpady jinak blíže neurčené

Zdroj: (10)

Kromě skupiny 20 jsou některé odpady, které jsou součástí komunálního odpadu, resp. jsou produkovány občany na území obce, které jsou přiřazeny k dalším skupinám odpadů.

Seznam odděleně sbíraných obalových odpadů

15	Obaly (včetně odděleně sbíraného obalového odpadu)
15 01 01	Papírové a lepenkové obaly
15 01 02	Plastové obaly
15 01 03	Dřevěné obaly
15 01 03	Kovové obaly
15 01 04	Kovové obaly
15 01 05	Kompozitní obaly
15 01 06	Směsné obaly
15 01 07	Skleněné obaly
15 01 09	Textilní obaly
15 01 10*	Obaly obsahující zbytky nebezpečných látek nebo obaly těmito látkami znečištěné
15 01 11*	Kovové obaly obsahující nebezpečnou výplňovou hmotu (např. azbest) včetně prázdných tlakových nádob




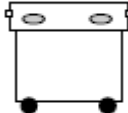

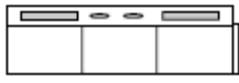
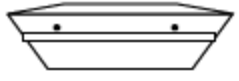

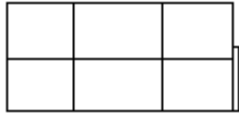
* Nebezpečné odpady


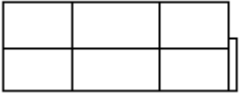
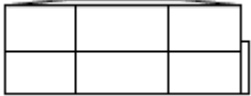



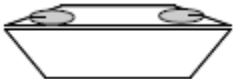
Zdroj: (10)

Do skupiny 15 se zařazuje odděleně sbíraný obalový odpad (včetně jeho směsí), vytříděný z komunálního odpadu. V praxi se použité obaly v obecních systémech sbírají samostatně jen v několika případech. Jinak se jedná vždy o směs obalů a ostatních odpadů dané materiálové komodity. Díky nevyjasněné definici materiálově využitelných složek komunálního odpadu (zda skupina 20 či 15) vznikly nesrovnalosti v evidenci odpadů. Disproporci v katalogu odpadů by měla řešit novela zákona o odpadech a jeho prováděcích předpisů. (3)

Příloha č. 2

Seznam typů a technických parametrů sběrných nádob

Typ	Objem [l]	Materiál	Použití pro sběr	Náskres
Plastové pytle	60, 80, 100, 120	plast (vyrábí se v tloušťkách od 50 do 200 mikronů)	Dle tloušťky použití pro, plast, papír, tetrapaky (případně sklo, směsný komunální odpad)	
Nádoby s horním výsypem (kruhová základna)	110	Pozinkovaný plech, plast	Plast, papír, sklo, kovy, směsný komunální odpad, bioodpad	
Nádoby s horním výsypem (s kolečky)	80, 120, 240, 360	Plast	Plast, papír, sklo, kovy, směsný komunální odpad, tetrapaky, bioodpad	
Nádoby (kontejnery) s horním výsypem	660, 770, 1 100, 1 200	Pozinkovaný plech	Plast, sklo, papír, kovy, nápojové kartony, směsný komunální odpad	
Nádoby (kontejnery, zvony, iglú) se spodním výsypem	1 100, 1 300, 1 500, 1 700, 2 000, 2 100, 2 500, 3 200	Pozinkovaný plech, sklolaminát	Sklo, papír (plast, kovy, nápojové kartony)	
Sekční velkoobjemový kontejner (vícekomoditní sběr)	6 500, 8 000, 10 000	Plech	Sklo, papír, kovy, (plast)	
Vanový kontejner	5 500, 7 000, 10 000	Plech	Kovy, papír, bioodpad, stavební odpad, objemný odpad, <ul style="list-style-type: none"> ▪ sběrné dvory ▪ mobilní sběr 	
Kontejner otevřený, nízký	3 000, 4 000	Plech	Kovy, papír, bioodpad, stavební odpad, objemný odpad, <ul style="list-style-type: none"> ▪ sběrné dvory ▪ mobilní sběr 	
Kontejner vysoký, otevřený, sklopné bočnice	5 000, 6 000, 9 000, 12 000	Plech	Kovy, papír, bioodpad, stavební odpad, objemný odpad, <ul style="list-style-type: none"> ▪ sběrné dvory ▪ mobilní sběr 	

Typ	Objem [l]	Materiál	Použití pro sběr	Nákres
Kontejner otevřený, nízký, velký	6 000, 7 000, 10 000, 12 000	Plech	Kovy, papír, bioodpad, stavební odpad, objemný odpad, <ul style="list-style-type: none"> ▪ sběrné dvory ▪ mobilní sběr 	
Kontejner vysoký, otevřený, sklopné bočnice, velký	15 000, 16 000, 20 000, 22 000	Plech	Kovy, papír, objemný odpad, <ul style="list-style-type: none"> ▪ sběrné dvory ▪ mobilní sběr 	
Kontejner uzavřený, velký	14 000, 17 000, 20 000	Plech	Sběr papíru ve sběrných dvorech, při mobilních sběrech a na otevřených prostranstvích (před školami)	
Drátěný koš	800-1 500	Drát	Sběr PET lahví před školami a v některých menších obcích	
Big-bag (žoky)	800-1 500	Protkaný plast	Sběr PET lahví, nápojových kartonů ve školách	
Velkoobjemový kontejner	6 500, 10 000	Plech	Sběr směsných komunálních odpadů	
Vanový kontejner	5 500, 7 000, 10 000	Plech	Sběr směsných komunálních odpadů	

Zdroj: (3)

Příloha č. 3

Rozmístění sběrných nádob určených pro tříděné plasty na území města Čáslav

Obsluhovaný vrchol (OV)	Adresa OV	Kap. nádoby [l]	Počet ks	Počet svozů
Veřejně přístupné sběrné místo	B. Němcové (1)	1100	1	52
	B. Němcové (2)	1100	1	52
	B. Němcové (3)	1100	1	52
	BZS (1)	1100	1	52
	BZS (2)	1100	1	52
	28. října	1100	2	52
	Čeplova (1586-7)	1100	1	52
	Čeplova (nad MŠ)	1100	1	52
	Družstevní (1)	1100	1	52
	Družstevní (2)	1100	1	52
	Dusíkova	1100	1	52
	El. Krásnohorské	1100	1	52
	Filipovská	1100	1	52
	Gen. Eliáše	1100	2	52
	Havlenova	1100	1	52
	Jablonského	1100	1	52
	J. Kollára	1100	1	52
	Jeníkovská (Kreml 1)	1100	1	52
	Jeníkovská (Kreml 2)	1100	1	52
	Jeníkovská (Kreml 3)	1100	1	52
	Jeníkovská (u kina)	1100	1	52
	Jetelová	1100	2	52
	Kostelní náměstí	1100	2	52
	Koželuhy	1100	1	52
	Lipová	1100	1	52
	Lísková	1100	2	52
	Mahenova (u školy)	1100	1	52
	Masarykova (ostrý roh)	1100	1	52
	Nad Budínem	1100	1	52
	Pražská (ostrý roh)	1100	1	52
	Růžová	1100	1	52
	stadion Vodranty	1100	1	52
	Těsnohlídkova (1)	1100	1	52
	Těsnohlídkova (2)	1100	1	52
	Těsnohlídkova (3)	1100	1	52
	Těsnohlídkova (4)	1100	1	52
Tyršova x Myslbekova	1100	2	52	
Zahradní	1100	1	52	

Obsluhovaný vrchol (OV)	Adresa OV	Kap. nádoby [l]	Počet ks	Počet svozů
	Žacká (1)	1100	1	52
	Žacká (2)	1100	1	52
	Žitenická (1)	1100	1	52
	Žitenická (2)	1100	1	52
	K Vodrantům	1100	2	52
	Potoční	1100	1	52
Černý Marek	Dvořákova 877	120	1	52
VOŠ, SPŠ a OA Čáslav	Přemysla Otakara II.	1100	2	52
Policie ČR	Dusíkova 77/4	240	1	52
Česká pošta	Masarykova	1100	1	52
Správa vojenského bytového fondu	Filipovská 1438	1100	1	52
Základní škola	Žižkovo nám.	1100	1	52
LESS (pila)	Chrudimská 6	1100	4	52
Topol Water s.r.o.	Nad Rezkovcem 1114	1100	1	52
Mezisoučet vrcholů obsluhovaných 52x ročně		68 560	64	-
UNIKOM a.s.	Chotusická	240	1	26
SOU dopravní	Aug. Sedláčka 1145	1100	1	26
Střední zemědělská škola	Sadová 1234	1100	1	26
Domov důchodců	Nazaret 59	1100	1	26
Ljunghall s.r.o.	Vrchovská 1813	1100	3	26
Tlapnet s.r.o.	Jeníkovská 1698	240	1	26
ČEZ	Poštovní 252	240	1	26
BEK, s.r.o.	Tyršova 956	1100	1	26
Mezisoučet vrcholů obsluhovaných 26x ročně		8420	10	-
GE Money Bank	Masarykova 194	240	1	12
ČSAD Kutná Hora a.s.	Pod Nádražím	1100	1	12
Air Liquide CZ s.r.o.	Táborská 1542	1100	1	12
České dráhy	u uhelných skladů (budova posunu)	120	1	12
SOŠ a SOU řemesel	Na Skále 302	240	1	12
ČSOB	Žižkovo nám.	240	1	12
Mezisoučet vrcholů obsluhovaných 12x ročně		3040	6	-
Úhrnem	Počet OV = 66	80 020 l	80	-

Zdroj: (14)

Příloha č. 4

List technického průkazu svozového vozidla Mercedes – Benz Actros 2536

TECHNICKÝ POPIS VOZIDLA		ZMĚNA
ZTP č.: 5411-370-03 ES č.:		(ZTP)
Vozidlo	1 Druh vozidla: NÁKLADNÍ AUTOMOBIL 2 PRO PŘEPRUVU ODPADU J Kategorie vozidla (zkrátka): N3 D.1 Tovární značka: MERCEDES-BENZ D.2 Typ: 930.20 Varianta: Verze:	
Motor	D.3 Obchodní označení: ACTROS 2536 L 6X2 E Identifikační číslo vozidla (VIN): WDB9302011L355867 3 Výrobce vozidla: DAIMLER AG, STUTTGART, SRN 4 Výrobce: DAIMLER AG, STUTTGART, SRN 5 Typ: OM 501 LA.IV/2 P3 Palivo: NM P2 Max výkon [kW] / P4 ot./min: 265/1 800 P1 Zdvih, objem [cm]: 11 946 V9 Předpis EHK OSN č.: Směrnice EHS/ES č.: 2006/51C	
Emise	V.6 Korigovaný součinitel absorpce [m]: 0.7 V.7 CO ₂ [g.km]: 6 Výrobce: ZOELLER SYSTEMS S.R.O., ŘÍČANY, ČR 7 Druh (typ): PRO PŘEPRUVU ODPADU, ZOELLER MEDIUM XL 8 Výrobní číslo (nástavby, kabiny): A01080161 R Barva: BÍLÁ	
Karoserie	S Počet míst - celkem: 3 S.1 - k sezení: 3 S.2 - k stání: 0 9 - kůžek: 0 10 Maximální zatížení střechy [kg]: 11 Objem cisterny [m]: 21,5 12 Celková [mm]: - délka: 9 590 13 - šířka: 2 500 14 - výška: 3 610 M Rozvor [mm]: 3 900 + 1 350 15 Rozměry ložné plochy [mm]: - délka: 16 - šířka: G Provozní hmotnost [kg]: 15 700	
Rozměry	F.1 Největší technicky přípustná / F.2 povolená hmotnost [kg]: 27 000/26 000 N Největší technicky přípustná/povolená hmotnost na nápravu [kg]: N.1; N.2; N.3; N.4 8 000/8 000; 11 500/11 500; 7 500/7 500 17 Největší svislé statické zatížení spojovacího zařízení (závaz./točnice) [kg]: O.1 Největší technicky přípustná/povolená hmotnost přípojného vozidla [kg]: - brzděného: 24 000/24 000 O.2 - nebrzděného: 750/750 18 Největší technicky přípustná / F.3 povolená hmotnost jízdní soupravy [kg]: 44 000/44 000 19 Spojovací zařízení - druh a typ:	
Hmotnosti	L Počet náprav - z toho poháněných: 3-1 STŘEDNÍ Kola a pneumatiky na nápravě (1-2-3-4-...) - rozměry/montáž (zdvojená = [2]): 20 1. 22.5 X 9.00; 315/80 R 22.5 156/- G 21 2. 22.5 X 9.00; 315/80 R 22.5 -/145 G[2] 22 3. 22.5 X 9.00; 315/80 R 22.5 154/- G 23 4. T Nejvyšší rychlost [km.h]: 90 S OMEZOVAČEM 24 Brzdy (ANO/NE): - provozní: ANO - ABS: ANO - parkovací: ANO - odlehčovací: ANO U Vnější hluk vozidla [dB (A)]: U.1 - stojícího / U.2 ot./min: 86/1 350 U.3 - za jízdy: 80 25 Spotřeba paliva: - metodika: 26 - při rychlosti [km.h]: 27 [l.100 km]: O Poměr výkon/hmotnost [kW/kg]: 28 Retardér: NE 29 Řazení převodovky (MAN/AUT): MAN 30 Hydropohon: Další údaje viz část DALŠÍ ZÁZNAMY.	
Nápravy		

ZÁZNAM O SCHVÁLENÍ TECHNICKÉ ZPŮSOBILOSTI VOZIDLA

Niže podepsaný potvrzuje, že vozidlu (nástavbě) byla schválena technická způsobilost k provozu na pozemních komunikacích. (v případě, kdy je technický průkaz vydan na základě schválení technické způsobilosti jednotlivého vozidla, potvrdí toto příslušný orgán silniční správy a zapisuje č. j. Rozhodnutí. Pokud se jedná o typové schválení vozidla č. j. se nezapisuje. U nástavby se v případě typového schválení nepočítá do zkolony č. j. číslo ZTP.)

Doklad o nabytí vozidla - záznam o celním projednávání

Vozidlo: č. j.
datum vystavení 23.06.2008

Mercedes-Benz ©
Česká republika s.r.o.
Daimlerova 2296/2
149 45 Praha 4 - Chodov
IČ: 48024562
Ověřte razítka a podpis oprávněné osoby

Nástavba: č. j. M-C-1052-01-03
datum doplnění 25.9.2008

Zoeller Systems s.r.o.
Rooseveltova 1508
251 01 Říčany - Kufí
tel.: +420 325 604201-2
fax: +420 325 603488
Ověřte razítka a podpis oprávněné osoby



DALŠÍ ZÁZNAMY

Dostavba musí být schváleného typu nebo jednotlivě schválena.

#0.1+0.2: Pro přívěsy s centrální nápravou závisí hmotnost přípojného vozidla na typu spojovacího zařízení, max. 18 000 kg, svislé zatížení spojovacího zařízení max. 1 000 kg.

Vozidlo plní požadavky zákona č. 56/2001 Sb. s výjimkami:

- na výrobním štítku není vyznačena hmotnost soupravy
- předepsaný tlak v pneumatikách je uveden jen v návodu k obsluze.

Při práci na pozemních komunikacích musí být v činnosti zvláštní výstražné světelné zařízení oranžové barvy na přední i zadní části vozidla.

Zákaz přepravy osob na zadních stupátkách s výjimkou pracovního přesunu maximální rychlostí 30 km/hod.

Zákaz couvání s osobami na zadních stupátkách.

Na zadní části nástavby je dvojice přidavných zadních sdružených světel homologovaného typu.

RZ je umístěna na horní části nástavby.

Nástavba plní požadavky zákona č. 56/2001 Sb. s výjimkami:

- výčnělky na zádi vozidla,
- vzdálenost boční obrysové svítily od zádi vozidla,
- vzdálenost boční odrazky od zádi vozidla.

Zdroj: (14)

Příloha č. 5

Výsledný sled navržené svozové trasy Čáslav₅₂

Pořadí	Objednávka OV	Adresa OV	Vzdálenost [km]	Čas [h]	Hmot. [kg]	Úhrnem [kg]
0	DEPOT	DEPO Hejdof	0	0:00	-	0
1	Plasty 1x1100 l	stadion Vodranty	1	0:02	29	0
2	Plasty 1x1100 l	Koželuhy	2	0:05	29	29
3	Plasty 1x1100 l	Jetelová	4	0:09	29	58
4	Plasty 1x1100 l	Zahradní	4	0:12	29	87
5	Plasty 1x1100 l	Čeplova (nad MŠ)	5	0:15	29	116
6	Plasty 2x1100 l	K Vodrantům	5	0:17	58	145
7	Plasty 2x1100 l	Růžová	6	0:22	58	203
8	Plasty 1x1100 l	Čeplova (1586-7)	6	0:26	29	261
9	Plasty 1x1100 l	Žacká (2)	6	0:28	29	290
10	Plasty 1x1100 l	Žacká (1)	6	0:30	29	319
11	Plasty 2x1100 l	28. října	7	0:34	58	348
12	Plasty 2x1100 l	Pražská (ostrý roh)	7	0:38	58	406
13	Plasty 1x1100 l	Masarykova (ostrý roh)	7	0:42	29	464
14	Plasty 2x1100 l	Mahenova (u školy)	7	0:45	58	493
15	Plasty 1x1100 l	Jablonského	8	0:47	29	551
16	Plasty 1x1100 l	Dusíková	8	0:49	29	580
17	Plasty 1x1100 l	Masarykova	8	0:52	29	609
18	Plasty 1x1100 l	Jeníkovská (u kina)	8	0:54	29	638
19	Plasty 1x1100 l	R. Těsnohlídka (1)	9	0:56	29	667
20	Plasty 1x1100 l	R. Těsnohlídka (2)	9	0:58	29	696
21	Plasty 1x1100 l	R. Těsnohlídka (3)	9	1:01	29	725
22	Plasty 1x1100 l	R. Těsnohlídka (4)	9	1:03	29	754
23	Fiktivní vrchol	4151	9	1:05	0	783
24	Plasty 1x1100 l	Družstevní (2)	9	1:05	29	783
25	Plasty 1x1100 l	Družstevní (1)	9	1:07	29	812
26	Plasty 1x1100 l	Žitenická (2)	9	1:10	29	841
27	Plasty 1x1100 l	Žitenická (1)	10	1:12	29	870
28	Plasty 1x1100 l	Havlenova	10	1:14	29	899
29	Plasty 1x1100 l	E. Krásnohorské	10	1:16	29	928
30	Plasty 1x120 l	A. Dvořáka 877	10	1:18	4	957
31	Plasty 1x1100 l	Jeníkovská (Kreml 2)	10	1:21	29	961
32	Plasty 1x1100 l	Jeníkovská (Kreml 3)	11	1:23	29	990
33	Plasty 2x1100 l	Lísková	11	1:26	58	1019
34	Fiktivní vrchol	8144	11	1:30	0	1077
35	Plasty 1x1100 l	Jeníkovská (Kreml 1)	12	1:31	29	1077
36	Plasty 1x1100 l	Filipovská	12	1:34	29	1106
37	Plasty 1x1100 l	Filipovská 1438	12	1:36	29	1135
38	Plasty 1x1100 l	G. Eliáše (1)	13	1:39	29	1164

Pořadí	Objednávka OV	Adresa OV	Vzdálenost [km]	Čas [h]	Hmot. [kg]	Úhrnem [kg]
39	Plasty 1x1100 l	G. Eliáše (2)	13	1:41	29	1193
40	Plasty 2x1100 l	Přemysla Otakara II.	13	1:44	58	1222
41	Plasty 1x1100 l	J. Kollára	14	1:48	29	1280
42	Plasty 1x1100 l	B. Němcové (3)	14	1:50	29	1309
43	Plasty 1x1100 l	B. Němcové (1)	14	1:52	29	1338
44	Plasty 1x1100 l	B. Němcové (2)	14	1:54	29	1367
45	Plasty 4x1100 l	Chrudimská 6 (Less)	15	1:57	116	1396
46	Plasty 1x240 l	Dusíkova 77/4	16	2:07	7	1512
47	Fiktivní vrchol	3901	16	2:09	0	1519
48	Plasty 1x1100 l	Žižkovo náměstí	16	2:10	29	1519
49	Plasty 2x1100 l	Kostelní náměstí	16	2:12	58	1548
50	Plasty 1x1100 l	Bojovníků za svobodu (2)	17	2:17	29	1606
51	Plasty 1x1100 l	Bojovníků za svobodu (1)	17	2:19	29	1635
52	Plasty 2x1100 l	Tyršova x Myslbeka	17	2:21	58	1664
53	Plasty 1x1100 l	Nad Rezkovcem 1114	18	2:26	29	1722
54	Plasty 1x1100 l	Potoční	19	2:29	29	1751
55	Plasty 1x1100 l	Nad Budínem	19	2:32	29	1780
56	Fiktivní vrchol	3202	19	2:34	0	1809
57	DEPOT	DEPO Hejdf	20	2:36	-	1809

Zdroj: autor

Příloha č. 6**Výsledný sled navržené svozové trasy Čáslav⁶⁶**

Pořadí	Objednávka OV	Adresa OV	Vzdálenost [km]	Čas [h]	Hmot. [kg]	Úhrnem [kg]
0	DEPOT	DEPO Hejdof	0	0:00	-	0
1	Plasty 1x240 l	Chotusická	1	0:02	7	0
2	Plasty 1x1100 l	Nad Budínem	2	0:05	29	7
3	Plasty 1x1100 l	Potoční	2	0:07	29	36
4	Plasty 2x1100 l	Pražská (ostrý roh)	3	0:10	58	65
5	Plasty 1x1100 l	Masarykova (ostrý roh)	3	0:14	29	123
6	Plasty 2x1100 l	Mahenova (u školy)	4	0:17	58	152
7	Plasty 1x1100 l	Bojovníků za svobodu (2)	4	0:19	29	210
8	Plasty 1x1100 l	Bojovníků za svobodu (1)	4	0:21	29	239
9	Plasty 2x1100 l	Tyršova x Myslbeka	4	0:24	58	268
10	Plasty 1x1100 l	Jablonského	5	0:29	29	326
11	Plasty 1x1100 l	Tyršova 956	5	0:31	29	355
12	Plasty 1x1100 l	Dusíkova	5	0:34	29	384
13	Plasty 1x240 l	Dusíkova 77/4	6	0:36	7	413
14	Plasty 1x240 l	Žižkovo náměstí - ČSOB	6	0:38	7	420
15	Plasty 2x1100 l	Kostelní náměstí	6	0:40	58	427
16	Plasty 1x1100 l	Žižkovo náměstí	6	0:45	29	485
17	Fiktivní vrchol	3901	6	0:47	0	514
18	Plasty 1x240 l	Poštovní 252	7	0:47	7	514
19	Plasty 1x240 l	Masarykova 194	7	0:50	7	521
20	Plasty 1x1100 l	Masarykova	7	0:52	29	528
21	Plasty 1x240 l	Jeníkovská (TlapNet)	7	0:54	7	557
22	Plasty 1x1100 l	Jeníkovská (u kina)	7	0:56	29	564
23	Plasty 1x1100 l	R. Těsnohlídka (1)	8	0:59	29	593
24	Plasty 1x1100 l	R. Těsnohlídka (2)	8	1:01	29	622
25	Plasty 1x1100 l	R. Těsnohlídka (3)	8	1:03	29	651
26	Plasty 1x1100 l	R. Těsnohlídka (4)	8	1:05	29	680
27	Plasty 1x1100 l	Sadová	8	1:08	29	709
28	Plasty 1x1100 l	Zahradní	8	1:10	29	738
29	Plasty 1x1100 l	Jetelová	9	1:13	29	767
30	Plasty 1x1100 l	Žitenická (2)	9	1:15	29	796
31	Plasty 1x1100 l	Družstevní (1)	9	1:18	29	825
32	Plasty 1x1100 l	Družstevní (2)	10	1:20	29	854
33	Fiktivní vrchol	4151	10	1:22	0	883
34	Plasty 1x1100 l	Jeníkovská (Kreml 1)	10	1:23	29	883
35	Plasty 1x1100 l	Jeníkovská (Kreml 2)	10	1:25	29	912
36	Plasty 1x1100 l	Jeníkovská (Kreml 3)	10	1:27	29	941
37	Plasty 1x1100 l	Na skále 302	11	1:29	7	970
38	Plasty 2x1100 l	Lísková	11	1:32	58	977

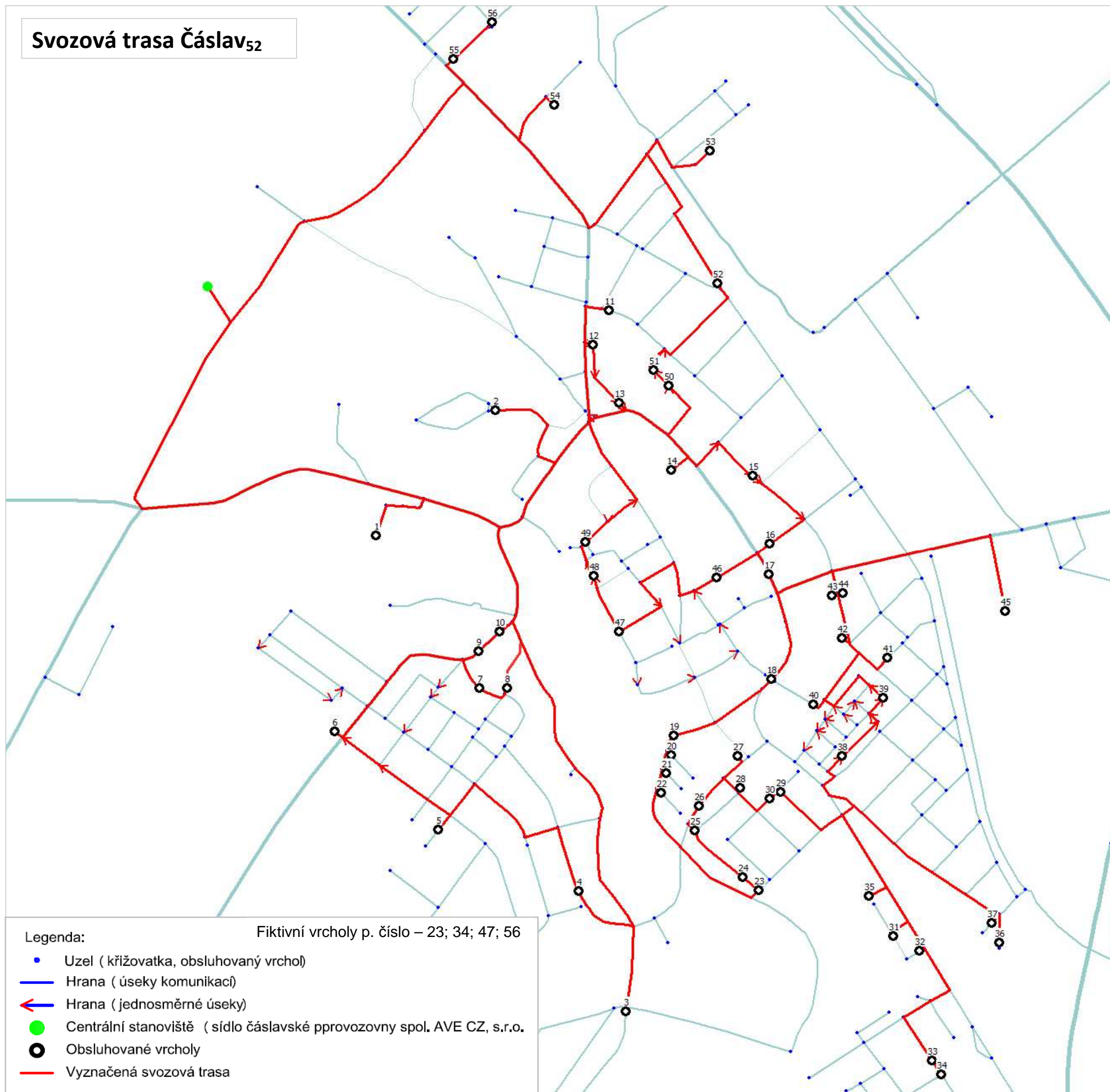
Pořadí	Objednávka OV	Adresa OV	Vzdálenost [km]	Čas [h]	Hmot. [kg]	Úhrnem [kg]
39	Fiktivní vrchol	8144	11	1:36	0	1035
40	Plasty 1x1100 l	Filipovská 1438	12	1:38	29	1035
41	Plasty 1x1100 l	Filipovská	12	1:40	29	1064
42	Plasty 1x1100 l	E. Krásnohorské	13	1:43	29	1093
43	Plasty 1x120 l	A. Dvořáka 877	13	1:45	4	1122
44	Plasty 1x1100 l	Havlenova	13	1:47	29	1126
45	Plasty 1x1100 l	Žitenická (1)	13	1:49	29	1155
46	Plasty 1x1100 l	G. Eliáše (1)	14	1:52	29	1184
47	Plasty 1x1100 l	G. Eliáše (2)	14	1:54	29	1213
48	Plasty 2x1100 l	Přemysla Otakara II.	14	1:56	58	1242
49	Plasty 1x1100 l	J. Kollára	14	2:01	29	1300
50	Plasty 1x1100 l	B. Němcové (3)	14	2:03	29	1329
51	Plasty 1x1100 l	B. Němcové (2)	14	2:05	29	1358
52	Plasty 1x1100 l	B. Němcové (1)	14	2:07	29	1387
53	Plasty 4x1100 l	Chrudimská 6 (Less)	15	2:10	116	1416
54	Plasty 1x1100 l	Pod Nádražím	16	2:19	29	1532
55	Plasty 3x1100 l	Vrchovská 1813	16	2:22	87	1561
56	Plasty 1x120 l	U uhelných skladů (budova posunu ČD)	17	2:29	4	1648
57	Plasty 1x1100 l	Nad Rezkovcem 1114	17	2:31	29	1652
58	Plasty 1x1100 l	Augusta Sedláčka 1145	18	2:34	29	1681
59	Plasty 2x1100 l	28. října	18	2:37	58	1710
60	Plasty 1x1100 l	Nazaret 59	19	2:41	29	1768
61	Plasty 1x1100 l	Koželuhy	19	2:44	29	1797
62	Plasty 1x1100 l	Čeplova (1586-7)	20	2:47	29	1826
63	Plasty 2x1100 l	Růžová	20	2:49	58	1855
64	Plasty 1x1100 l	Čeplova (nad MŠ)	20	2:54	29	1913
65	Plasty 2x1100 l	K Vodrantům	21	2:56	58	1942
66	Plasty 1x1100 l	Žacká (2)	21	3:01	29	2000
67	Plasty 1x1100 l	Žacká (1)	21	3:03	29	2029
68	Plasty 1x1100 l	stadion Vodranty	22	3:05	29	2058
69	Plasty 1x1100 l	Táborská 1542	23	3:07	29	2087
70	DEPOT	DEPO Hejdof	24	3:10	-	2116

Zdroj: Autor

Příloha č. 7

Grafické zobrazení navržených svozových tras v dopravní síti

Svozová trasa Čáslav₅₂



Svozová trasa Čáslav₆₆

