

Návrhy tras obslužných vozidel

Pro návrh tras obslužných vozidel existuje mnoho teoretických přístupů, v praxi však nejsou v mnoha případech využívány. Vyplývá to z mapování současného stavu v podmínkách ČR i našich bezprostředních zahraničních sousedů. Jaké mohou být důvody a jak tuto situaci řešit?

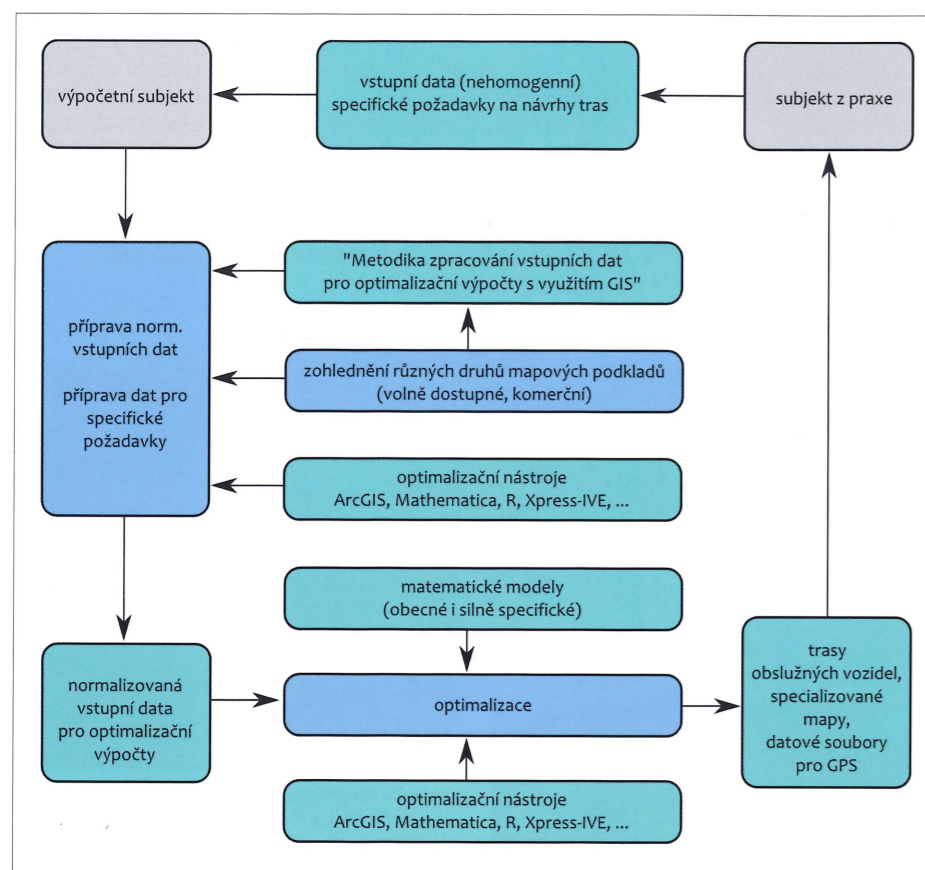


Schéma procesu řešení

Jedním z důvodů proč se moderní přístupy k návrhu tras obslužných vozidel nevyužívají, může být skutečnost, že subjekty z praxe nedisponují potřebnými daty o cestní síti, která jsou pro optimalizaci potřebná. Specializované komerční nástroje (software) jsou pro mnoho subjektů nedostupné, především pro vysokou finanční nákladnost. Většina specializovaných softwarů navíc nemá univerzální použití a specifika vlastního jednotlivých případů je potřeba dodatečně konfigurovat prostřednictvím odborníků. Trasy servisních vozidel jsou tak převážně navrhovány s využitím dlouhodobých zkušeností dispečerů a řidičů.

Cílem projektu Efektivní přístupy k úsporným a adaptabilním systémům údržby a obsluhy dopravních sítí, jehož řešitelem je Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, je vytvořit metodiku pro optimalizační výpočty zaměřené na obsluhu a údržbu dopravních sítí, která zpracovává nehomogenní vstupní

data s využitím geoinformačních systémů. V rámci projektu řešitelé spolupracují s několika subjekty z praxe, které se věnují údržbě a obsluze dopravních sítí. V uplynulých letech 2017 a 2018 se především jednalo o Technické služby města Olomouce, a. s., (TSMO) a Služby města Jihlavy s. r. o. (SMJ). Obě společnosti projevily vstřícnost pro odbornou spolupráci a poskytly množství vstupních dat pro výzkum samotný. Zároveň zabezpečovaly roli odborného praktického konzultanta a jejich připomínky byly zapracovávány do dílčích předkládaných návrhů.

MOTIVACE

Návrhu optimálních tras obslužných vozidel věnují pozornost všechny subjekty, které zabezpečují některou z forem údržby a obsluhy dopravních sítí. Na podporu rozhodování při samotném plánování však volí různé nástroje.

Pro subjekty, které optimalizační přístupy doposud nevyužívaly, se nabízí možnost

spolupráce s odborníky z oblasti výpočetní techniky. Na jedné straně procesu řešení je společnost, pro kterou je nutné plánovat trasy obslužných vozidel. Ta disponuje vstupními daty v různém tvaru (nehomogenní vstupní data) a zároveň má specifické požadavky na způsob obsluhy dopravní sítě a na podobu výstupů.

Na druhé straně procesu řešení je výpočetní subjekt, který disponuje optimalizačními nástroji, nástrojem GIS a metodikou zpracování nehomogenních vstupních dat. S těmito vstupními daty je schopen připravit normalizovaná vstupní data i vstupní data pro specifické požadavky a realizovat optimalizační výpočty s využitím matematických modelů (obecných i specifických – podle požadavků subjektu z praxe). Výstupem z procesu optimalizace jsou pak trasy obslužných vozidel, jejichž forma je přizpůsobena požadavkům subjektů z praxe. Kromě tištěných a elektronických mapových podkladů jsou výsledné trasy k dispozici v datové formě pro načtení GPS přístrojem v samotném vozidle.

Proces, schematicky zachycený na obrázku 1, byl ověřován v podmínkách praxe s konkrétními subjekty (TSMO, SMJ) a na základě tohoto procesu je tvořena metodika zpracování nehomogenních vstupních dat. Dalšími výstupy z projektu jsou specializované mapy a matematické modely, které jsou opakovatelně použitelné pro řešení obdobných problémů.

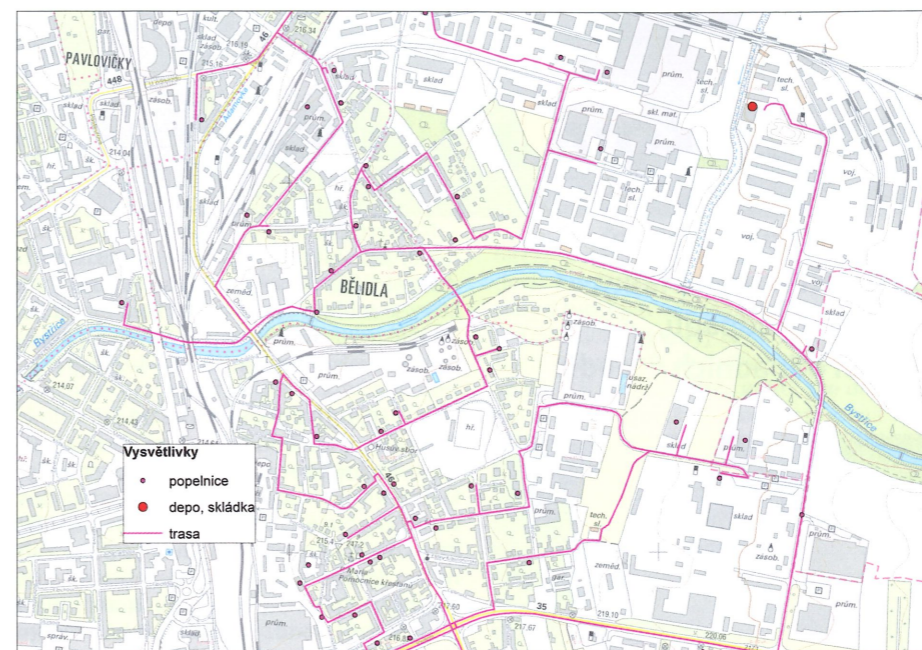
TYPY ŘEŠENÝCH PROBLÉMŮ

Při návrhu tras vozidel vykonávajících obsluhu dopravních sítí je obvykle hlavní pozornost věnována celkové ujeté vzdálenosti, která se pak různým způsobem promítá do ekonomického zhodnocení vykonávané služby. Obecně lze říci, že při návrzích tras obslužných vozidel jsou řešeny dva základní typy problémů.

Prvním z dvojice je dekompoziční problém, v rámci kterého jsou tvořeny sluky zákazníků, kteří jsou obsluhováni konkrétním obslužným vozidlem. Tento typ problému zohledňuje celou škálu omezení, týkajících se především intervalu svozů, požadavků zákazníků, kapacit obslužných vozidel a do jisté míry i harmonogramu obsluhy dané oblasti.

Druhým problémem je trasovací problém, v rámci kterého je navržena výsledná trasa, tedy konkrétní posloupnost obsluhovaných míst s ohledem na zvolené optimalizační kritérium, např. celkovou ujetou vzdálenost. Tyto dva druhy obecných problémů jsou pak detailně zpracovávány a přizpůsobovány konkrétním požadavkům reálného provozu s ohledem na všechna doplňková omezení, která je nutné v návrzích zohlednit (omezení plynoucí z infrastruktury, jednosměrné pozemní komunikace apod.).

Jedním z problémů, kterému autoři při řešení projektu věnovali pozornost, je zo-



Náhled svozové trasy pro tříděný odpad

hlednění neurčitostí v seznamu obsluhovaných lokalit. Jedná se o chybějící údaje, na základě kterých lze lokality jednotlivých zákazníků jednoznačně určit. K neurčitosti v lokaci zákazníků s požadavky na obsluhu více v boxu a na obr. 2.

OVĚŘOVÁNÍ NAVRŽENÝCH PŘÍSTUPŮ V PRAXI

Reálnou situaci je možné ilustrovat na vybrané trase pro svoz separovaného odpadu – plastu v podmínkách TSMO. Základním cílem návrhu bylo naplánovat trasu obslužného vozidla tak, aby byla obsluhována všechna obslužná místa s minimální celkovou ujetou vzdáleností a aby vozidlo, vykonávající obsluhu, vyjelo a zpět se navrátilo do svého stanoviště. Ke konkrétní svozové trase byla k dispozici vstupní data, obsahující informace o adrese obslužného místa, četnosti svozu a typu umístění nádoby.

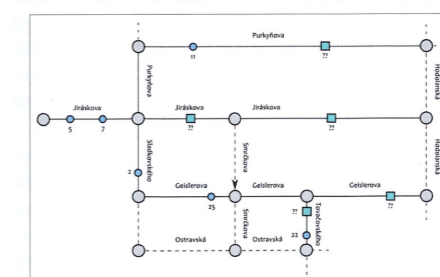
V první řadě byla pozornost zaměřena na vstupní data a jejich zpracování. Vstupní data obsahovala celkem 227 záznamů. Z těchto záznamů bylo odstraněno 26 duplicit. Výchozí svozová trasa byla tvořena 201 odběrnými místy, jejichž lokace byly definovány poštovními adresami. Tyto adresy však byly ve 125 případech neúplné, neboť neobsahovaly informaci o čísle popisném, ale pouze informaci o názvu ulice. S ohledem na tuto skutečnost byl zvolen výše popsaný přístup, jehož předmětem je obsluha ulice jako celku.

Z ulic, které byly předmětem obsluhy, byla sestavena základní síť pozemních komunikací, která byla dále rozšířena o doplňkovou síť pozemních komunikací pro možnost případných efektivních přejezdů obslužného vozidla. Následně bylo nutné identifikovat referenční body v dopravní síti (počátky a konce pozemních komunikací, křižení pozemních komunikací apod.). V rámci tohoto procesu bylo identifikováno 822 referenčních bodů základní

sítě a dalších 2498 doplňkové sítě pozemních komunikací. Výsledná síť pozemních komunikací byla tvořena celkem 3320 referenčními body.

Tyto referenční body bylo nutné zanést do mapy a geokódovat. Geokódování je proces, při kterém se jednotlivým záznamům na základě uvedené adresy přiřadí zeměpisné souřadnice XY. Výsledkem je pak nová bodová vrstva, se kterou je možné dále pracovat v GIS aplikacích. Mezi jednotlivými referenčními body byly následně vypočítány vzdálenosti (délky nejkratších cest). Při těchto výpočtech bylo zohledněno, že vzdálenosti mezi dvěma referenčními body nemusí být v obou směrech shodné, což je způsobeno případnou existencí jednosměrných pozemních komunikací a rozdílných doplňkových omezení. Výsledkem těchto prací je asymetrická matice vzdáleností mezi jednotlivými referenčními body, která již vstupuje do procesu optimalizace. Základními daty, která byla využita pro provádění síťových analýz,

Síť ulic s požadavkem a bez požadavku na obsluhu



Obr. 2 – Náhled svozové trasy pro tříděný odpad

Na ulici Jiráskově v Olomouci je nutno obslužit čtyři zákazníky. Lokality dvou zákazníků jsou jednoznačně určeny úplnou poštovní adresou (modré kružky), u dvou zákazníků však chybí informace o čísle popisném (zelené čtverečky). Za určitých předpokladů lze

byla vektorová data StreetNet společnosti CEDA. Výhodou tohoto modelového přístupu je snadná prostorová identifikace vzniku odpadu až na úroveň adresy. Koncept modelu lze dobře aplikovat na jakémkoliv zájmovém území, k němuž jsou dostupné výše zmíněné datové sady. V prostředí GIS lze věrohodně modelovat impedance pro pohyb po síti i ve formě času, včetně plánování délky zastávek.

Optimalizační výpočty byly realizovány s využitím nástroje ArcGIS a ve výpočetním prostředí Xpress-IVE. Výsledné trasy byly následně vloženy do mapových podkladů jak v elektronické, tak v tištěné podobě. Náhled konkrétní trasy je zachycen na obr. 3.

ZKUŠENOSTI SE V PROJEKTU ZOHLEDŇUJÍ

Ke každému realizovanému experimentu byla vytvořena odborná zpráva o dosažených výsledcích, která byla s jednotlivými partnery podrobně konzultována a obsahuje i výhledy pro další možnou spolupráci. Přístupy, které byly s poskytnutými daty testovány, jsou na základě připomínek partnerů z praxe dále vylepšovány a jsou do nich zapracována specifika, se kterými jsme se při řešení reálných problémů nově setkali, např. zohlednění dat o skutečném pohybu obslužného vozidla. Tyto zkušenosti jsou velice cenné, neboť posunují využitelnost optimalizačních přístupů v praxi kupředu. Z výsledků experimentů realizovaných se vstupními daty poskytnutými TSMO a SMJ lze zároveň konstatovat, že současné nastavení tras obslužných vozidel, na kterých byly jednotlivé výpočetní experimenty realizovány, je optimální.

Ing. Mgr. PETR KOZEL, Ph.D.,
Ing. LUCIE ORLÍKOVÁ, Ph.D.,
VŠB-TU Ostrava

Projekt Efektivní přístupy k úsporným a adaptabilním systémům údržby a obsluhy dopravních sítí, jehož řešitelem je Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, byl podpořen Technologickou agenturou České republiky v rámci Programu na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje EPSILON.

tento typ neurčitosti odstranit přístupem, v rámci kterého není trasa obslužného vozidla plánována pro jednotlivé obsluhované lokality, ale pro množinu lokalit, resp. pro ulici celkovou. V takových případech je trasa obslužného vozidla navrhována tak, aby byly obsluhovány všechny ulice, na kterých se nachází požadavek na obsluhu. Uлиц, na kterých se nenachází požadavek na obsluhu, je pak možné využít pro efektivní přejezdy obslužných vozidel. Situace je názorněji zachycena na obrázku 3. Ulice, které jsou vyznačeny plnou čarou, je nutné obslužit, ulice vyznačené přerušovanou čarou, je možné použít k neproduktivním přejezdům. Popsaný přístup vyžaduje specifický způsob přípravy vstupních dat, který bude podrobně popsán v připravované metodice. Ověření funkčnosti tohoto návrhu bylo testováno primárně se vstupními daty od TSMO, sekundárně pak i s daty od SMJ.