

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Praha 2014

Žofie Cimbuřová

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
OBOR GEOINFORMATIKA



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PROSTOROVÁ ANALÝZA UMÍSTĚNÍ BABYBOXŮ V ČR

SPATIAL ANALYSIS OF ALLOCATION OF BABYBOXES
IN THE CZECH REPUBLIC

Vedoucí práce: Doc. Ing. Jiří Cajthaml, Ph.D.
Katedra geomatiky

Praha 2014

Žofie Čimburová

Zde vložit list zadání.

Abstrakt

Práce se zabývá problematikou optimálního umístění babyboxů na území ČR vzhledem k dopravní dostupnosti a některým socioekonomickým parametrům. Nejprve je podán stručný úvod do problematiky síťových analýz v GIS. Pozornost je věnována zejména způsobu modelování silniční sítě a stanovení váhy bodů poptávky. Dále je nastíněna historie a současný stav podobných projektů v ČR a v zahraničí. Praktická část je věnována podrobnějšímu popisu vstupních dat a konkrétním problémům, které nastaly při jejich zpracování. Na podkladě těchto dat je nakonec v programu ArcGIS provedena analýza současného stavu umístění babyboxů, návrh umístění dalších babyboxů a stanovení jejich teoretické přínosnosti.

Klíčová slova

Síťové analýzy, ArcGIS Network Analyst, oblast služeb, lokace-alokace, dopravní dostupnost, váha bodů poptávky, ohodnocení sítě, babyboxy

Abstract

The Bachelor thesis focuses on the topic of optimal allocation of babyboxes in the Czech Republic according to transportation accessibility and socioeconomic aspects. At first, a brief introduction into the issue of network analysis in GIS is given with the main emphasis on the topic of evaluating the traffic network and defining the weight of demand points. Furthermore, the history and the present of babyboxes and similar abroad projects is introduced. The practical part of the thesis focuses on a more in-depth description of input data and some problems which occurred during the processing. On the basis of these data an analysis of current allocation and suggestion of locations suitable for placement of more babyboxes is performed. At last, the theoretical benefits of these babyboxes are analyzed.

Key Words

Network Analysis, ArcGIS Network Analyst, Service Area, Location-Allocation, traffic accessibility, demand points weight, evaluation of network, babyboxes

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Prostorová analýza umístění babyboxů v ČR“ vypracovala samostatně a že veškerou použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v seznamu zdrojů.

V Praze dne

.....
(podpis autora)

Poděkování

Ráda bych poděkovala Doc. Ing. Jiřímu Cajthamlovi za vedení práce, cenné připomínky a vstřícnost a trpělivost při konzultacích.

Velký dík patří také RNDr. Dr. Janě Noskové za poskytnutí informací k části Analyzování váhy bodů poprávky.

Obsah

Úvod	1
1 Současný stav řešené problematiky	2
2 Síťové analýzy v GIS	5
2.1 Reprezentace sítě	5
2.2 Aplikace síťových analýz	6
2.3 Modelování dopravní sítě	7
2.4 Analyzování váhy bodů poprávky	9
2.5 Síťové analýzy v ArcGIS	11
3 Babyboxy	16
3.1 Historie babyboxů	16
3.2 Situace v zahraničí	17
3.3 Situace v ČR	18
4 Příprava dat	21
4.1 Silniční síť	21
4.1.1 OpenStreetMap	21
4.1.2 ArcČR 500	28
4.2 Babyboxy	30
4.3 Nemocnice	30
4.4 Administrativní členění	30
4.5 Pomocné analýzy	31
4.5.1 Určení váhy bodů poptávky	32
5 Analýza umístění babyboxů	35
5.1 Analýza současného stavu	35
5.2 Návrh umístění nových babyboxů	38
5.3 Analýza přínosnosti navrhovaných babyboxů	40
Závěr	44
Použité zdroje	46
Obsah přiloženého DVD	49

Úvod

Ve veřejném i soukromém sektoru se ke zvýšení efektivity práce často využívají nejrůznější optimalizační metody. Jednou z možností, jak snížit náklady nebo naopak zvýšit výnosy, je optimálně rozmísťovat pobočky z hlediska jejich dostupnosti a poptávky po službách. Pak můžou například těžit obchody z vyšší návštěvnosti nebo výjezdové záchranné služby z menšího stavu personálu a rychlejší dosažitelnosti postižených míst.

Ve své práci se budu zabývat procesem, kterým analýza optimálního rozmístění prochází. Konkrétně bude analyzováno umístění babyboxů na území ČR. Protože stále dochází k rozšiřování sítě babyboxů a počet odložených dětí neklesá, je otázka optimálního umístění poměrně aktuální.

Optimální umístění bude analyzováno z hlediska současného stavu rozmístění, dále bude navrženo umístění nových babyboxů z diskrétní množiny kandidátních míst a bude stanovena jejich teoretická přínosnost. Zhodnocení současného stavu rozmístění a návrh dalších lokalit bude proveden s ohledem především na časovou dostupnost. Uvažována bude dostupnost automobilová, analýzy tedy budou prováděny nad silniční sítí. Vzhledem k hodnocení teoretického přínosu navrhovaných babyboxů se zároveň pokusím o jednoduché zohlednění některých socioekonomických parametrů v lokalitách a pokusím se určit jejich vliv na počet odložených dětí.

K analyzování optimálního rozmístění budou použity zejména nástroje GIS. Dostupnost bude zkoumána především pomocí nástrojů síťových analýz v softwaru ArcGIS. Ke stanovení teoretického přínosu navrhovaných babyboxů bude použita aplikace ModelBuilder softwaru ArcGIS. Podkladová silniční síť bude dvojího typu - jednak bude převzata z projektu OpenStreetMap, jednak z digitální vektorové geografické databáze České republiky ArcČR 500.

Ve své práci se nejprve zaměřím na obecné otázky problematiky optimálního rozmístění poboček. Budou představeny některé práce zabývající se analogickou tematikou. Dále bude stručně rozebrána problematika síťových analýz. Pozornost bude věnována zejména otázce modelování sítí, použitým síťovým analýzám z prostředí ArcGIS a analyzování váhy bodů poptávky. Nakonec bude stručně představena problematika babyboxů.

V praktické části budou rozebrána vstupní data a problémy, které při jejich zpracování nastaly. Následně budou proveneny výše zmíněné analýzy a výstupem praktické části bude zhodnocení současného stavu umístění babyboxů, návrh umístění nových babyboxů a stanovení teoretické přínosnosti navrhovaných babyboxů.

1 Současný stav řešení problematiky

Hodnocení dopravní dostupnosti a analyzování rozmístění pobočkové sítě s využitím síťových analýz je typickou ukázkou aplikace geoinformačních technologií. Tato kapitola je věnována především projektům, jejichž náplň a cíle jsou analogické k náplni a cílům této práce. V podobných projektech jsem zkoumala zejména typ analyzované dostupnosti (silniční, pěší, MHD), zdroje dat, nad kterými byla analýza prováděna, způsob ohodnocení sítě (uvažované faktory, které mají vliv na průměrnou rychlost, podrobnost sítě) a typ analýz, které byly použity (oblast služeb, analýza lokace-alokace, jiná analýza).

S využitím nástrojů GIS je často zajišťována ochrana obyvatelstva - typickým příkladem je návrh rozmístění výjezdových míst záchranné služby a kontrola zajištění dostupnosti vozidly. Problematikou optimalizace sítě výjezdových míst se zabýval například projekt *Optimalizace rozmístění středisek Zdravotnické záchranné služby Zlínského kraje* [1]. Cílem projektu bylo zhodnocení stávajícího stavu ZZS ve Zlínském kraji a posouzení rozšíření sítě výjezdových základů. Jako faktory ovlivňující dostupnost byly uvažovány třída, stav a křivost komunikace, rychlostní omezení a proměnlivá omezení, počasí, roční a denní doba a místní anomálie. Analýzy byly prováděny nad daty ZABAGED (síť silnic, ulic a cest), daty ČSÚ (definiční body základních sídelních jednotek, počty obyvatel) a daty Zlínského kraje (body stávajících výjezdových míst ZZS, navrhovaná výjezdová místa a vzorek doby výjezdů). Silniční síť byla ručně upravena, aby dosahovala příslušné kvality. Jednotlivým úsekům silnic byla přiřazena rychlost dle výše zmíněných parametrů pro standardní a nepříznivé počasí. Následně byly k uzlům sítě přiřazeny definiční body základních sídelních jednotek a byly spočteny jejich vzájemné dojezdové vzdálenosti. Tento model byl ověřován a kalibrován dle vzorku aktuálních výjezdů. Na základě opravených dat byla provedena analýza dostupnosti. Nejprve byly stávajícím výjezdovým základnům přiřazeny oblasti služeb a bylo provedeno hodnocení stávající dojezdovosti. Dále byla jednotlivým sídelním jednotkám přiřazena dojezdová doba 5, 10 nebo 20 minut dle stanovených stupňů rizika jednotlivých oblastí a tato dojezdovost byla porovnána se stávající dostupností. Poté byl aplikován analogický postup s navrhovanými výjezdovými místy, byla určena jejich přínosnost a byl navržen minimální počet výjezdových míst nutných k doplnění. Z popisu projektu lze usuzovat, že v jeho průběhu byla použita jak analýza oblasti služeb, tak analýza lokace-alokace.

Analogickým tématem jako projekt *Optimalizace rozmístění středisek Zdravotnické záchranné služby Zlínského kraje* se zabývá diplomová práce *Síťové analýzy v GIS pro složky IZS* (Sladký, 2009 [2]), kde je zkoumáno území Plzeňského kraje. Rovněž je zkoumána dostupnost vozidlem záchranné služby po silniční síti. Jako faktory ovlivňující dostupnost jsou uvažovány třída silnice, rychlostní omezení stanovená zákonem, zakřivení silnice, rychlost běžného provozu na jednotlivých typech

komunikací a z něho plynoucí rozdíl mezi dostupností ve dne a v noci. Podkladovými daty pro síťové analýzy je vrstva *komunikace* z dat ZABAGED pro území Plzeňského kraje, dále data ze silniční databanky Ostrava, ortofoto z geoportálu Cenia a bodová vrstva s výjezdovými stanicemi zdravotnické a hasičské záchranné služby. Data silniční sítě byla ručně upravena, aby dosahovala příslušné kvality. Jednotlivým úsekům silnic byla přiřazena rychlost dle výše zmíněných parametrů. Nad připravenými daty byly vytvořeny 15minutové (pro den) a 20minutové (pro noc) oblasti služeb jednotlivých stávajících výjezdových míst. Výsledné intervaly dojezdovosti jsou porovnány s reálnými dojezdovými časy. Tato práce se nezabývá vytipováním vhodných lokalit pro přidání stanic záchranné služby.

Zmíněné projekty se zabývají především časovou dostupností a váha poptávky (popř. kapacita nabídky) je zde uvažována pouze okrajově nebo vůbec. Hlouběji je váha poptávky zkoumána například v bakalářské práci *Analýza dopravní dostupnosti nákupních center na území města Ostravy* (Kolašín, 2012 [3]). Poptávka je zde analyzována pomocí dotazníkového šetření. Toto šetření bylo rovněž použito ke stanovení spádové oblasti jednotlivých obchodních center. Práce je věnována zejména zhodnocení pěší, cyklistické a automobilové dostupnosti a dostupnosti MHD. Ohodnocení silniční sítě bylo stanoveno dle maximální povolené rychlosti příslušné třídy, v případě pěší dostupnosti je rychlost pevně stanovena. Dostupnost MHD byla zjišťována pomocí jízdních řádů IDOS. Spádové oblasti jsou nejprve určeny dotazníkovým šetřením, poté jako oblasti služeb získané síťovou analýzou. Ohraničení oblasti služeb je stanoveno jako maximální časová vzdálenost ze spádové oblasti získané dotazníkovým šetřením. Výsledkem práce je zhodnocení rozmístění nákupních center na území Ostravy. Lokality vhodné pro umístění dalších nákupních center nejsou vybírány.

Magisterská práce *Návrh optimálního rozmístění stanic půjčoven kol a jejich kapacit v Olomouci* (Hýbner, 2013 [4]) řeší optimální rozmístění za pomoci analýzy lokace-alokace. Typ problému (viz 2.5) je nastaven na Maximize Coverage, popř. Minimize Facilities. Kandidátní místa jsou vybírána na základě rastru lokalit vhodnosti, který zohledňuje blízkost zastávek MHD, železničních zastávek a cyklostezek apod. Váhy bodů poptávky (adresních míst) jsou stanoveny analogicky.

Analýzou lokace-alokace se zabývá i webová stránka vytvořená jako výstup diplomové práce *Alokační a lokační analýzy města Olomouce* (Valchařová, 2012 [5]). V práci je mimo jiné analyzováno současné rozmístění sběrných dvorů a stanovišť s nádobami na separovaný odpad a jsou navržena místa, kam by tato zařízení měla být přidána. Rozmístění obou zařízení je analyzováno jako problém Maximize Coverage. Hranicí pro automobilovou dostupnost sběrných dvorů je 10 minut, hranicí pro pěší dostupnost nádob na separovaný odpad je 180 m. Body poptávky jsou adresní místa.

Samostatným odvětvím zabývajícím se rozmístěním poboček zejména ve vztahu k poptávce je *geomarketing*. Geomarketing analyzuje adresná data (pobočky) a je-

jich atributy (počty prodaných výrobků, počty návštěv zákazníků apod.) vzhledem k prostorovému rozmístění poptávky na sledovaném území. Základními daty pro geomarketingové analýzy jsou tedy hlavně socioekonomické údaje o co možno nejmenších sídelních jednotkách. S výhodou je zde využíváno dotazníkové šetření a další výzkumy zprostředkující detailní socioekonomické informace o malých oblastech. [6] [7]

Aplikací geomarketingových analýz se zabývá např. diplomová práce *Geomarketingové analýzy a jejich aplikace v Olomouci* (Sádovská, 2009 [7]), kde je analyzováno stávající rozmístění dětských hřišť a sportovních center na území Olomouce. V síťové analýze je uvažována dostupnost městskou hromadnou dopravou a pěší a automobilová dostupnost. Vrstva pěších komunikací byla získána z Centra kinantropologického výzkumu (CKV) Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého, vrstva silničních komunikací je z DMÚ 25. V síťové analýze byla uvažována jednosměrnost silnic. Navíc je uvažována velká řada socioekonomických údajů získaných z dat ČSÚ a z dotazníkového šetření. Dopravní dostupnost je zkoumána zejména pomocí oblasti služeb a dále pomocí zón vyrovnané konkurence (Thiessenovy polygony). Na základě informací získaných dotazníkovým šetřením je stanovena váha poptávky a jsou vytipovány lokality vhodné pro umístění dětských hřišť.

Úzce svázaným odvětvím je rovněž *regionální analýza*, která se zabývá hodnocením prostorových dat o socioekonomických jevech a procesech. Cílem regionální analýzy je především pochopení základního prostorového uspořádání regionu a stanovení komplexní „diagnózy“ daného území [8]. Tyto poznatky pak lze aplikovat a použít jako podklad k dalším analýzám (plánování územního rozvoje apod.).

Často řešeným problémem, který je ve vztahu k síťovým analýzám klíčový, je ohodnocování silniční sítě. Touto otázkou se zabývá například magisterská práce *Vztah digitálního modelu reliéfu při řešení dopravních úloh* (Louthan, 2011 [9]) nebo diplomová práce *Vztah morfometrických charakteristik terénu a síťových analýz v prostředí GIS* (Kufner, 2013 [10]) a rovněž již zmíněná diplomová práce *Síťové analýzy v GIS pro složky IZS* (Sladký, 2009 [2]). Ohodnocování sítě je věnována vlastní část 2.3, kde jsou myšlenky těchto prací zmíněny.

2 Sítové analýzy v GIS

Pro reálný svět je samozřejmostí existence velkého množství nejruznějších síťových struktur. Ať už se jedná o výsledky činnosti člověka (silniční a železniční sítě, elektrické sítě nebo jiné produktovody) nebo o přírodní jevy (hydrologické sítě), je výhodné je reprezentovat a analyzovat jako sítě.

Sítové analýzy pracují s určitým způsobem ohodnocenou sítí a modelují vzájemné vazby pro tyto komponenty:

- zdroje (osoby, zboží, energie, informace apod., které se mají v síti přesouvat),
- lokality, kde jsou zdroje umístěny (domácnosti, sklady zboží, elektrárny apod.),
- lokality, kam se zdroje přesunují (nemocnice, školy, odběratelé apod.),
- soustavy podmínek, definujících způsob transportu zdrojů.

Výsledkem sítové analýzy je například určení časové dostupnosti, výpočet nejkratších cest nebo alokace zdrojů. [11] [12] [13]

2.1 Reprezentace sítě

Základem síťových analýz je teorie grafů. Model sítě můžeme s výhodou chápat jako graf (tedy jako množinu *vrcholů* a *hran*, jež je spojují), což umožní popisovat vzájemné prostorové vztahy mezi prvky grafu (hranami a vrcholy). V grafické podobě se vrcholy vykrešlují pomocí bodových značek, hrany pomocí úseček, lomených čar popř. hladkých čar.

Hranám lze přiřadit jednoznačný směr, pak se bude jednat o hranu *orientovanou* a je rozlišen její počáteční a koncový vrchol. V opačném případě je hrana *neorientovaná*. Pokud hrana spojuje nějaký vrchol se sebou samým, nazývá se *smyčka*. Dle orientace se grafy (sítě) rozlišují na:

- orientované,
- neorientované,
- orientované se smyčkami,
- neorientované se smyčkami.

Orientovanou sítí jsou například řeky, neorientovanou železnice, smyčky se často vyskytují v silničních sítích.

Hrany lze opatřit dodatečnou informací, tzv. *ohodnocením*. Tím může být např. skutečná délka linie, kterou hrana reprezentuje, doba, kterou bude potřebovat silniční vozidlo pro překonání konkrétního úseku silnice nebo jiné náklady (např. celní poplatky) nutné pro překonání hrany.

V orientované síti je vhodné zvolit odlišné ohodnocení hrany pro orientaci od počátečního uzlu ke koncovému a odlišné ohodnocení pro opačnou orientaci. Je tak možné modelovat například různé rychlosti při cestě z místa *A* do místa *B* a naopak.

Stejně jako hrany lze ohodnotit i vrcholy sítě. Ohodnocením může být například doba, po kterou bude silniční vozidlo zdrženo na křižovatce. [13] [14]

Ohodnocování sítí je poměrně složitým problémem a na jeho důkladnosti, tedy na zvážení nejrůznějších faktorů, které ohodnocení ovlivňují, závisí veškeré výsledky provedené sítové analýzy. Proto bude ohodnocování věnována vlastní část.

2.2 Aplikace sítových analýz

Pro provádění sítových analýz je třeba využití vhodného programového produktu, který je uzpůsobený k přípravě modelu sítě doplněnému případně o další elementy a který zároveň umožňuje provádět sítové analýzy. Zmíníme zde dvě nejzákladnější analýzy.

Hledání cesty

Úlohou hledání cesty je nalezení cesty mezi body *A* a *B* v síti. Cesta může být buď libovolná, nebo je určitým způsobem nejvhodnější (podle zadaných kritérií, například nejrychlejší, nejkratší nebo cesta s jinými nejnižšími náklady). Výsledkem by neměl být jen výběr cesty, ale také ukazatel jejího celkového ohodnocení, tedy např. celkové doby, celkové délky nebo jiných celkových nákladů.

Hledání cesty patří mezi nejzákladnější a zároveň nejvyužívanější sítovou analýzu. Ke klasickým úlohám patří nalezení nejkratší cesty z jednoho místa do druhého (např. navigace vozidel záchranné služby ze stanice k pacientům), složitější úlohou pak je například problém obchodního cestujícího, kdy je cílem nalezení nejkratší cesty, kterou cestující projde všechny požadované vrcholy (domácnosti) právě jednou a vrátí se zpět do výchozího bodu. [12] [13]

Alokace zdrojů

Alokace zdrojů definuje centra v síti. Tato centra jsou buď výchozími (stanice záchranné služby) nebo cílovými body (školy, nemocnice). Výsledkem úlohy je přiřazení (alokování) určitých hran sítě, které k danému centru náleží a představují jeho spádovou oblast.

Pro tuto úlohu je důležitý lokační-alokační model, který umožňuje současné hledání (lokalizování) optimální polohy centra a přidělování (alokování) spotřebitelů. Příkladem lokačně-alokační analýzy je optimální rozmístění stanic záchranné služby a současné přiřazení jednotlivých domácností v dosahu např. 15 minut. [12] [13]

2.3 Modelování dopravní sítě

Hlavním problémem při tvorbě síťového modelu je vytvoření dostatečně podrobného, aktuálního a topologicky správného modelu sítě, který bude s vhodnou přesností vystihovat povahu skutečné sítě. Proto při modelování sítě musíme uvažovat řadu parametrů, které její povahu ovlivňují.

Protože se v analýze dostupnosti babyboxů zabýváme zejména dostupností autem, tedy podkladem je silniční síť, budou se níže zmíněné parametry týkat silniční sítě. Faktory ovlivňující jiné druhy sítí nicméně budou mít podobné základy.

Zmíňme nejdříve, které parametry lze uvažovat při modelování silniční sítě a které budou ovlivňovat dobu potřebnou k překonání úseků. Mimo délku jednotlivých úseků má vliv například:

- třída komunikace (povolená rychlost, počet jízdních pruhů, stav vozovky),
- omezení rychlosti ze zákona a další místní rychlostní omezení,
- způsob křížení komunikací (napojení hlavní a vedlejší silnice, světelné křižovatky, kruhové objezdy),
- šířka komunikace,
- zakřivení komunikace (klikatost),
- morfometrické parametry
 - podélný sklon komunikace,
 - příčný sklon komunikace,
 - křivost komunikace (konvexnost a konkávnost),

- ostatní parametry
 - počasí,
 - roční období,
 - denní doba,
 - podíl nákladní dopravy,
 - intenzita provozu, nehody a opravy na silnici a jiné dynamické faktory ovlivňující sjízdnost,
 - stav vozidla, chování řidiče.

Vzhledem k velkému množství parametrů je stanovení průměrné rychlosti jednak poměrně náročné, a také velmi subjektivní. Při sestavování modelu sítě je tedy nezbytné brát v úvahu účel a rozsah prováděné analýzy, a podle toho stanovit, které parametry budou brány v potaz. Je rozdíl, zda bude analýza sloužit k navigaci záchranné služby, kde je třeba zohlednit co možná nejvíce faktorů, nebo jsou její výsledky orientační, tak jako například v případě zde prováděné analýzy. V hojně míře se ke zpřesnění výsledků následně používá kalibrace pomocí porovnání spočtené hodnoty s měřením času v reálných situacích (např. *Využití GIS pro optimalizaci sítě vjezdových míst Zdravotnické záchranné služby Zlínského kraje* [1]).

Samostatným problémem je pak určení vlivu jednotlivých parametrů. Mezi lehce určitelné vlivy lze zařadit např. třídu silnice a z ní vyplývající maximální rychlost nebo omezení rychlosti v intravilánu a extravilánu. Vlivem některých hůře určitelných faktorů na průměrnou rychlost se zabývá např. magisterská práce *Vztah digitálního modelu reliéfu a síťových analýz při řešení dopravních úloh* (Louthan, 2010 [9]). Je zde zkoumán zejména vliv digitálního modelu reliéfu, tedy sklonu a křivosti. Výsledky jsou podkládány terénním výzkumem. Podobně je zkoumán vliv parametrů i v diplomové práci *Vztah morfometrických charakteristik terénu a síťových analýz v prostředí GIS* (Kufner, 2013 [10]), kde je zohledněn vliv povrchu, stavu, křivosti a podélného sklonu komunikace a výsledné hodnoty jsou opět porovnávány s hodnotami získanými terénním výzkumem. Křivolakost komunikace zohledňuje i diplomová práce *Sítové analýzy v GIS pro složky IZS* (Sladký, 2009 [2]), kde je průměrná rychlost (*avg_speed*) na úseku komunikace nepřímo úměrná tzv. indexu křivosti (*curv_idx*), tento přístup ale nevystihuje zatáčky způsobené křížením úseků silnic a přejíždění z jednoho úseku komunikace na jiný.

$$T = \frac{length}{avg_speed \cdot curv_idx}$$

V neposlední řadě ovšem dochází i k vlivu parametrů, jejichž míru vlivu je téměř nemožné obecně stanovit. Některé z těchto parametrů je možné určovat dlouhodobým sledováním provozu v určité lokalitě (intenzita provozu v závislosti na denní

době), aktuální vlivy je možné zprostředkovávat online (vliv počasí, nehody a opravy silnic), nicméně existuje i velké množství faktorů, které žádným měřením určit nelze (chování řidiče).

Kromě parametrů ovlivňujících průměrnou rychlost vozidla je dále třeba uvažovat dostupnost vrcholů silniční sítě a orientaci jejích hran. Ty jsou ovlivněny například:

- ulicemi s omezeným přístupem (např. podle dne v týdnu),
- jednosměrnými komunikacemi,
- návazností silnic (silnice se mohou křížit, ale nemusí na sebe navazovat - např. mimoúrovňové křižovatky),
- zákazy odbočení,
- možnostmi otáčení vozidla,
- omezeními výšky a šířky vozidla,
- přechodnými omezeními sjízdnosti (nehody apod.).

Tyto parametry jsou ve velké míře závislé na detailnosti zkoumané sítě a na její topologické korektnosti. [9] [10] [1]

2.4 Analyzování váhy bodů poprávky

Jak bylo řečeno v kapitole 2, části 2.5, jednotlivým bodům poptávky analýzy lokace-alokace může být přiřazena váha, která označuje nutnost jejich alokování nebo výši jejich poptávky. Váha je nejčastěji vyjádřena přímo hodnotou nějakého měřitelného jevu. Tím je například souhrn socioekonomických údajů o jednotlivých adresních bodech (počet dětí v domácnosti v případě návrhu optimálního umístění školy, průměrná mzda v části města při návrhu rozmístění obchodů aj.). Přiřazení váhy je snadné, pokud je známo, které parametry ovlivňují výši poptávky. K určování parametrů se s výhodou využívá případových studií, dotazníkových šetření apod. [5]

V případech, kdy nelze výši poptávky určit přímo, je možné analyzovat ji zpětně, tedy zkoumat jevy, které ovlivnily využívání nabídky, a z těchto jevů výši poptávky vypočítat. Závislost využití nabídky na sledovaných jevech lze zkoumat například pomocí lineární regrese s jednou nebo více vysvětlujícími proměnnými. Vysvětlujícími proměnnými ($\mathbf{X}$) je k sledovaných jevů a vysvětlovanou proměnnou (Y) je využití nabídky. [15]

Hodnotu Y_i můžeme vyjádřit jako součet hodnoty regresní funkce $f(\mathbf{X})$ v bodě X_i a náhodné chyby e_i . V případě n zkoumaných vzorků je

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_k X_{ik} + e_i$$

kde $i \in \{1, \dots, n\}$, e_i je náhodná chyba a tedy i veličina Y je náhodná.

Předchozí vztah lze zapsat maticově

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X} \cdot \boldsymbol{\beta} + \mathbf{e}$$

Hledáme tedy nejlepší odhad koeficientů β_i regresní funkce $f(\mathbf{X})$.

V případě že chyby e_i mají normální rozdělení, má i vysvětlovaná proměnná Y normální rozdělení a řešení je založené na odhadu koeficientů β_i metodou nejmenších čtverců (více v [15]).

Pokud se vysvětlovaná proměnná neřídí normálním rozdělením, je řešení jiné. V případě této práce je sledovanou veličinou počet odložených dětí za rok. Jedná se tedy o počet výskytu událostí v určitém časovém období a veličinu Y lze chápat jako veličinu s Poissonovým rozdělením. [16] K regresi veličiny s Poissonovým rozdělením se používá například *Poissonova regrese* nebo z ní odvozené metody. Běžně se takto modelují závislosti jevů v ekonomice či v sociálních vědách. Poissonova regrese na rozdíl od regrese veličiny s normálním rozdělením nepoužívá pro odhad koeficientů β_i metodu nejmenších čtverců, nýbrž například metodu maximální věrohodnosti. [16]

Po nalezení příslušných odhadů koeficientů β_i a zamítnutí hypotézy o jejich nulovosti (tedy nezávislosti na příslušné vysvětlující proměnné X) je možné stanovit váhu jednotlivých bodů poptávky jako hodnotu vysvětlované proměnné Y pro každý bod poptávky. Takto ohodnocené body mohou vstupovat do analýzy lokace-alokace.

Vhodným nástrojem pro statistické výpočty je software *R*. Poissonovu regresi lze provést pomocí funkce *glm()*. Aplikace Poissonovy regrese pro účely této práce je zmíněna v části 4.5.1.

2.5 Síťové analýzy v ArcGIS

Rozmístění babyboxů na území ČR budu zkoumat s využitím softwaru ArcGIS, verze 10.2. Síťové analýzy jsou v ArcGIS prováděny pomocí nadstavby Network Analyst.

Tato nadstavba umožňuje prostorově analyzovat síť. S využitím Network Analyst je možné dynamicky modelovat nejrůznější faktory ovlivňující chování sítě - jedná se například o jednosměrné ulice, zákazy odbočení a nejrůznější rychlostní omezení.

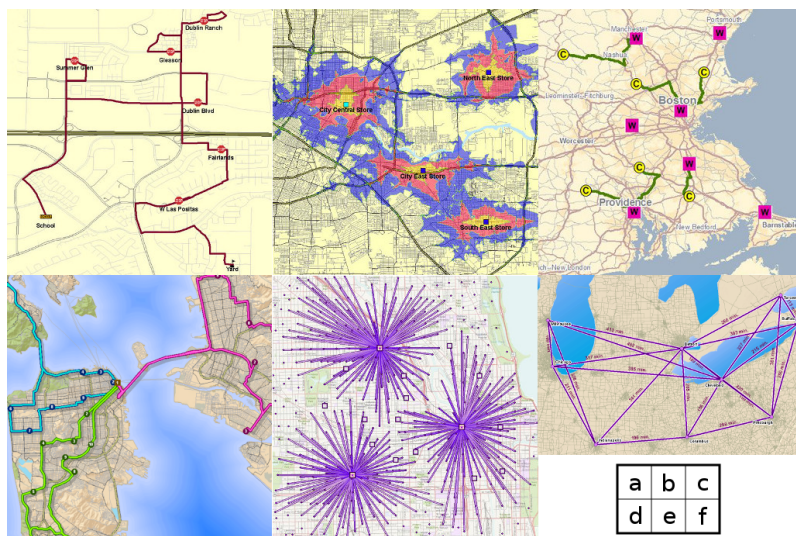
S využitím nadstavby Network Analyst lze řešit tyto úlohy: [17] [18]

- nalézt nejkratší cestu mezi dvěma body,
- nalézt nejvhodnější cestu procházející více body,
- modelovat časová okna, která vyjadřují dobu, ve které je možné dorazit do cíle,
- vyhledat nejbližší zařízení,
- optimalizovat rozmístění poboček pomocí analýzy lokace-alokace,
- definovat oblast služeb v určitém dojezdním čase od pobočky,
- vytvořit síť ze stávajících GIS dat,
- vytvořit matici nákladů pro přepravu mezi jednotlivými výchozími a cílovými body.

Pro účely své práce jsem používala dvě vrstvy síťových analýz, které Network Analyst nabízí. Jednalo se o analýzu oblasti služeb (Service Area) a analýzu lokace-alokace (Location-allocation). Protože je znalost principu těchto analýz nezbytná pro pochopení analýz uvedených v praktické části, budou jim věnovány vlastní kapitoly.

Analýza oblasti služeb

Analýza oblasti služeb umožňuje nalézt spádové oblasti zvolených poboček v síti. Výsledné spádové oblasti zahrnují všechny ulice sítě, které jsou z dané pobočky dostupné. Dostupnými ulicemi se rozumí ty, které leží v zadané impedanci, tedy v časovém, vzdálenostním nebo jiném omezení.



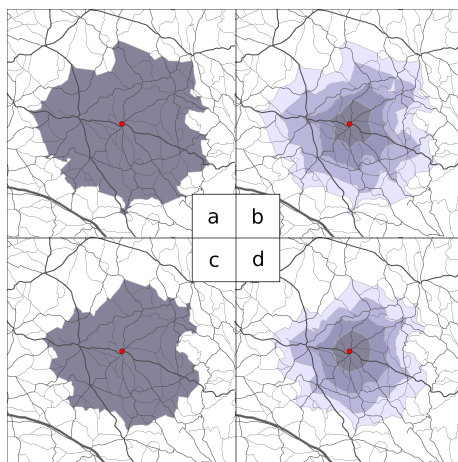
Obrázek 1: nejkratší cesta mezi dvěma body (a), oblast služeb (b), nejbližší zařízení (c), nejkratší cesta mezi více body (d), lokace-alokace (e), matice nákladů (f) [17] [18]

Oblastí služeb jsou například všechny ulice sítě, pro které bude prováděna rozvážková služba z obchodu, ceněná v závislosti na čase. Opačným případem jsou například všechny ulice sítě, z nichž se do 15 minut dostaneme do školy.

Výsledné oblasti služeb je možné využít ke stanovení rozlohy, počtu obyvatel nebo jiných charakteristik spádové oblasti.

Před výpočtem oblasti služeb lze nastavit velké množství parametrů, které výslednou oblast ovlivní. Jedná se například o:

- nastavení typu a hraniční hodnoty impedance (např. čas do 10 minut, vzdálenost do 20 km apod.),
- nastavení více mezních hodnot impedance (např. 5, 10 a 15minutové spádové oblasti, výsledkem budou 3 polygony),
- směr, kterým dochází ke kumulaci impedance, tedy jestli bude pobočka výchozí nebo cílová,
- směr, kterým smí vozidlo odjíždět od pobočky nebo k ní přijíždět,
- způsob generování polygonů při větším množství poboček (polygony se mohou překrývat, sjednotit, nebo mohou být oddělené pro jednotlivé pobočky),
- způsob generování polygonů při větším množství mezních hodnot impedance (polygony mohou tvořit buď jednotlivé prstence, nebo disky s centrem v pobočce).



Obrázek 2: Porovnání oblasti služeb s impedancí 20 minut (a); 5, 10, 15 a 20 minut (b); 20 km (c); 5, 10, 15 a 20 km (d)

Analýza lokace-alokace

Analýza lokace-alokace je dvojitou úlohou. Jednak jsou ze všech možných míst vhodných pro umístění pobočky (např. parcely určené k prodeji) vybírána (lokalizována) optimální umístění, jednak jsou k těmto pobočkám přiřazovány (alokovány) body poptávky (např. adresní místa). Výsledkem jsou tedy podobně jako u analýzy oblasti služeb spádové oblasti každé pobočky.

Vhodná lokalizace poboček je důležitým faktorem při optimalizaci nákladů, výnosů a návštěvnosti nejrozličnějších firem, ale je také nezbytná při umísťování veřejných zařízení, jako jsou školy, nemocnice, autobusové zastávky nebo stanice záchranné služby.

Všechny analýzy lokace-alokace neřeší stejný problém. Je důležité zvážit, jaký bude účel lokalizovaných poboček, a tedy které faktory ovlivňují optimální umístění. Network analyst umožňuje řešení následujících druhů problémů:

- minimalizování impedance (času, vzdálenosti apod.),
- maximalizování pokrytí,
- maximalizování pokrytí s uvažováním kapacity pobočky,
- minimalizování poboček,
- maximalizování návštěvnosti,
- maximalizování podílu na trhu,
- cílový podíl na trhu.

Před výpočtem analýzy lokace-alokace lze kromě druhu problému nastavit velké množství dalších parametrů, které výslednou lokalizaci poboček a alokování bodů poptávky ovlivní. Jedná se například o:

- nastavení typu a hraniční hodnoty impedance (např. čas do 10 minut, vzdálenost do 20 km apod.),
- směr, kterým dochází ke kumulaci impedance, tedy jestli bude pobočka výchozí nebo cílová,
- místa, ze kterých jsou pobočky vybírány -
 - počet poboček, které mají být lokalizovány,
 - typ místa - může být povinně začleněno do výsledného počtu poboček (*required*), může být v seznamu kandidátních míst (*candidate*), a pokud je do tohoto místa pobočka přidělena, je označeno jako vybrané (*chosen*),
 - váha místa - jednotlivým kandidátním místům může být přiřazena váha, která označuje jejich atraktivitu pro výběr,
 - kapacita místa - jednotlivým místům může být přiřazena kapacita vyjadřující maximální množství vážené poptávky. Tento parametr se využívá pouze při druhu problému maximalizování pokrytí s uvažováním kapacity pobočky.
- body poptávky -
 - váha bodu poptávky - jednotlivým bodům poptávky může být přiřazena váha, která označuje nutnost jejich alokování nebo výši poptávky,
 - maximální hodnota impedance, tedy maximální vzdálenost, nebo čas od pobočky, ve kterém se bod poptávky může nacházet.

Nyní podrobněji vysvětlím druhy problémů, které jsem využívala v prováděných analýzách.

Maximalizování pokrytí (Maximize Coverage) V úloze maximalizující pokrytí je zadaný počet poboček optimálně lokalizován tak, aby k nim bylo alokováno maximum poptávky v zadané impedanci. Tato úloha nebere v úvahu vzdálenost bodů poptávky od pobočky.

Úloha maximalizující pokrytí je využívána především, pokud je pobočka výchozím bodem. Typickým příkladem užití je lokalizování stanic rozvážkové služby. Zákazník čekající na příjezd služby nepotřebuje vědět, jak daleko služba sídlí, důležité pro něj je, jestli přijede v avizovaném čase.

Maximalizování návštěvnosti (Maximize Attendance) V úloze maximalizující návštěvnost je zadaný počet poboček optimálně lokalizován tak, aby k nim bylo alokováno maximum poptávky v zadané impedanci, zároveň je ale váha bodů poptávky upravena podle předpokladu, že poptávka klesá se vzdáleností od pobočky.

Úloha maximalizující návštěvnost je využívána především, pokud je pobočka cílovým bodem. Typickým příkladem užití úlohy je lokalizování autobusových zastávek. Lze předpokládat, že zastávku využijí spíše lidé nacházející se v její blízkosti, zatímco ti, kteří jsou dál, půjdou raději pěšky nebo zvolí jiný způsob dopravy.

Minimalizování poboček (Minimize Facilities) V úloze minimalizující počet poboček je zároveň k výsledným pobočkám alokována maximální poptávka v zadané impedanci, zároveň je počet poboček nutných k pokrytí poptávky minimalizován.

Úloha minimalizující počet poboček funguje na podobném principu jako úloha maximalizující pokrytí s tím rozdílem, že počet výsledných poboček není pevně zadán. Příkladem užití je rozmístění tolika stanic záchranné služby, aby všechny domácnosti v dané lokalitě byly dostupné do 15 minut.

3 Babyboxy

Pojem *babybox* označuje místo, nejčastěji schránku, kam může matka nacházející se ve složité životní situaci beztrestně odložit své novorozené dítě. Schránky jsou budovány tak, aby se nacházely v bezprostřední blízkosti zdravotnických zařízení, a zároveň aby bylo možno dítě odložit v naprosté anonymitě. Pokud je do babyboxu vloženo dítě, je díky technice uvnitř schránky alarmován zdravotnický personál, který se o dítě následně postará. Nalezené děti jsou pak svěřeny do péče náhradní rodině.

3.1 Historie babyboxů

Už od počátku civilizace provází lidstvo problém odložených a nechtěných dětí. Důvodů pro odložení je mnoho, od úmrtí matky nebo jejího špatného sociálního zázemí, po odkládání nechtěných levobočků a nemanželských dětí. Společnost se vždy snažila předcházet tomu, aby odložení dětí skončilo tragicky. Roli opatrovníka odložených dětí plnila zejména širší rodina a další pokrevní či nepokrevní společenství jako kmeny či klany. Se vznikem církve pak starost přebíraly kláštery nebo obce a města. Zde se začíná objevovat zvyk odkládání nechtěných dětí na určitá místa, jako například veřejná tržiště nebo speciální místa u kostelů. Později byla vytvářena určitá zařízení, pomocí kterých mohla matka dítě anonymně odložit přímo v klášteře nebo jiné organizaci, která za dítě převzala péči. Běžnou praxí byly například nejrůznější otočné mechanismy namontované do bran nebo do zdí útulků, nemocnic a klášterů. Matka dítě odložila, otočením zařízení je přemístila do objektu nalezince a také mohla použitím zvonku upozornit personál. [19]

V českých zemích došlo k velké změně až v druhé polovině 18. století. Ještě na počátku vlády Marie Terezie (1740 – 1780) byly svobodné ženy, které porodily nemanželské dítě, veřejně odsuzovány a trestány smrtí. Marie Terezie ale později výnosem stanovila, aby svobodné matky nebyly veřejně trestány, a naopak podporovala řešení jejich problémů. [19]

V podobném duchu pokračoval i Josef II., který se zasadil o zrovnoprávnění mimomanželských dětí s ostatními dětmi a přijal řadu opatření na pomoc svobodným matkám. V rámci všeobecných nemocnic vznikaly porodnice určené pro nemajetné rodičky. Významně se zasloužil o vznik Pražské všeobecné nemocnice na Karlově náměstí. Součástí nemocnice bylo i porodnické oddělení, které svým dispozičním uspořádáním umožnilo anonymní přístup těm ženám, které by kvůli jejich údělu stihlo veřejné odsouzení. [19]



Obrázek 3: Schránka na odkládání dětí z útulku sv. Josefa ve francouzském Béziers [19]

S nástupem moderních technologií dochází i k modernizaci babyboxů. Současné schránky fungují na podobném principu jako babyboxy historické, jsou ovšem vybaveny vytápěním, klimatizací, fotobuňkami a samy upozorní zdravotnický personál na případné vložené dítě.

3.2 Situace v zahraničí

V Evropě existuje řada projektů, které se zabývají problémem odložených dětí. Některé státy disponují sítí zařízení podobným babyboxům (viz Tabulka 1), jinde (například v severských státech, Velké Británii, Holandsku nebo Francii) je umožněn anonymní porod nebo jsou stanoveny dobré podmínky pro adopci.

V mimoevropských státech se lze s podobnými projekty rovněž setkat. Odložit děti do schránek je umožněno např. v USA, Japonsku, Kanadě, Jihoafrické republice, Malajsi, Keni, Malawi nebo Namibii. Vůbec nejstarší (v novodobé historii) je projekt Jhoolas v Pákistánu, který od založení v roce 1952 umožnil záchranu více než 16 700 dětí. [19]

Tabulka 1: Babyboxy a podobné projekty v Evropě. V závorce je uvedeno, k jakému datu jsou informace aktuální. Pokud atribut není vyplněn, nepodařilo se příslušná data dohledat. [20] [21] [22] [23] [24] [25] [19]

stát	název projektu	rok založení	počet	odloženo dětí
Belgie	Baby Schuif	-	1 (2011)	3 (2011)
Itálie	Culla per la Vita	2006	46 (2014)	-
Lotyšsko	Baby Box	2009	7 (2014)	25 (2014)
Maďarsko	-	-	8 (2011)	-
Německo	Babyklappe / Findel Baby	2000	98 (2012)	278 (2012)
Polsko	Okno życia	2006	53 (2014)	73 (2014)
Rakousko	Babyklappe / Das Babynest	2001	15 (2011)	55 (2011)
Slovensko	Hniezdo záchrany	2005	20 (2014)	46 (2014)
Švýcarsko	Babyfenster	2002	4 (2014)	9 (2014)

3.3 Situace v ČR

Novodobá historie babyboxů v ČR se datuje od 1.6.2005, kdy byl otevřen první babybox v GynCentru v Praze - Hloubětíně.

Provoz babyboxů zajišťuje Nadační fond pro ohrožené děti STATIM a Občanské sdružení Babybox pro odložené děti - STATIM v čele s předsedou Ludvíkem Hessem. Cílem občanského sdružení je dle [26] „*snaha o záchranu novorozenců, kteří by jinak byli matkou odloženi za podmíněk, v nichž by jim hrozila vážná újma na zdraví nebo smrt*“.

V ČR dochází ke stálému rozšiřování sítě babyboxů. K 11.4.2014 se na území ČR nachází 61 babyboxů. Poslední schránka byla otevřena 8.4.2014 ve Svitavách. V červnu bude dle oficiálních stránek projektu otevřen babybox v Kutné Hoře. K 11.4.2014 bylo díky projektu zachráněno již 105 dětí, posledním z nich byla holčička odložená 1.3.2014 v Nemocnici Karviná-Ráj. [26]

V Tabulce 2 je uveden seznam babyboxů dle data otevření společně s počtem odložených dětí.

Tabulka 2: Babyboxy dle data otevření a počtu odložených dětí

Číslo	Lokace	Zprovozněno	Počet
1	GynCentrum Hloubětín	1.6.2005	18
2	Nemocnice Milosrdných bratří Brno	3.11.2005	14
3	Fakultní nemocnice Olomouc	5.12.2006	6
4	Nemocnice Kadaň	1.6.2007	2
5	Krajská nemocnice T. Bati – Zlín	6.12.2007	2
6	Nemocnice Pelhřimov	21.12.2007	0
7	Orlickoústecká nemocnice	7.3.2008	1
8	Oblastní nemocnice Mladá Boleslav	1.5.2008	3
9	Nemocnice Sokolov	1.6.2008	1
10	Krajská nemocnice Liberec	27.6.2008	2
11	Pardubická krajská nemocnice	29.7.2008	2
12	Oblastní nemocnice Kladno	26.8.2008	5
13	Oblastní nemocnice Příbram	19.9.2008	3
14	Nemocnice ve Frýdku-Místku	7.11.2008	2
15	Městská nemocnice Ostrava	7.11.2008	7
16	Slezská nemocnice Opava	7.11.2008	2
17	Nemocnice Chomutov	19.11.2008	1
18	Oblastní nemocnice Kolín	5.12.2008	2
19	Nemocnice Jindřichův Hradec	23.12.2008	1
20	Šumperská nemocnice	19.1.2009	3
21	Oblastní nemocnice Náchod	6.2.2009	0
22	Nemocnice Strakonice	23.3.2009	1
23	Klatovská nemocnice	15.4.2009	0
24	Nemocnice Teplice	28.5.2009	2
25	Nemocnice Nymburk	2.6.2009	0
26	Kroměřížská nemocnice	29.7.2009	1
27	Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov	18.8.2009	2
28	Nemocnice Jihlava	20.9.2009	2
29	Masarykova nemocnice Ústí nad Labem	25.10.2009	3
30	Nemocnice s poliklinikou Mělník	4.11.2009	2
31	Nemocnice Písek	11.1.2010	1
32	Nemocnice Přerov	10.2.2010	1
33	Úřad městské části Praha 2	6.3.2010	1
34	Nemocnice Třebíč	19.3.2010	0
35	Nemocnice Děčín	12.4.2010	1
36	Nemocnice Jablonec nad Nisou	1.6.2010	1
37	Úřad městské části Praha 6	29.7.2010	0
38	Nemocnice s poliklinikou Karviná-Ráj	25.8.2010	2
39	Městská nemocnice Litoměřice	19.9.2010	0
40	Nemocnice TGM Hodonín	28.10.2010	0

41	Nemocnice Most	5.12.2010	3
42	Nemocnice Slaný	3.2.2011	0
43	Poliklinika Denisovo nábřeží Plzeň	8.3.2011	1
44	Ambeat Health Care – Trutnov	1.6.2011	0
45	Almeda a. s., Městská nemocnice v Neratovicích	12.9.2011	0
46	Zdravotnická záchranná služba Královéhradeckého kraje – Hradec Králové	19.9.2011	0
47	Nemocnice Cheb	20.12.2011	0
48	Karlovarská krajská nemocnice	9.2.2012	0
49	Nemocnice Český Krumlov	8.3.2012	0
50	Zdravotnická záchranná služba Jihočeského kraje – České Budějovice	25.4.2012	0
51	Sdružené zdravotnické zařízení Krnov	30.7.2012	1
52	Nemocnice Havlíčkův Brod	13.11.2012	2
53	Nemocnice Nový Jičín	5.12.2012	0
54	G-centrum Tábor	4.2.2013	0
55	Nemocnice Vyškov	21.3.2013	1
56	Nemocnice Prostějov	23.4.2013	0
57	Uherskohradištská nemocnice	27.7.2013	0
58	Nemocnice s poliklinikou Česká Lípa	19.9.2013	0
59	Domažlická nemocnice	18.12.2013	0
60	Nemocnice Valašské Meziříčí	27.2.2014	0
61	Svitavská nemocnice	8.4.2014	0

4 Příprava dat

Pro provedení analýz bylo nejprve nutné získat potřebná prostorová data, nad kterými budou analýzy prováděny.

Jak již bylo řečeno, prostorová data nikdy nevystihují celou realitu, ale slouží jako její model, je tedy třeba zvážit, k jakému účelu budou prováděné analýzy sloužit. V případě analýzy dopravní dostupnosti babyboxů budou výsledky spíše názorné, není tedy nutné uvažovat takové množství parametrů, jako v jiných případech.

4.1 Silniční síť

Silniční síť je základním podkladem pro prováděnou analýzu. Protože bylo analyzováno celé území ČR, nastaly při řešení dva základní problémy, se kterými bylo nutné se vypořádat.

V první řadě bylo třeba získat zdarma data o silniční síti pro celé území ČR. Nebylo tedy možné použít data státního mapového díla nebo data ZABAGED, ale jako vhodná možnost se ukázalo použití dat Digitální vektorové geografické databáze České republiky ArcČR 500 a dat z projektu OpenStreetMap.

Data ArcČR 500 sice pokrývají území celé ČR, měřítko je ovšem 1 : 500 000, v silniční síti jsou tedy zahrnuty pouze dálnice, rychlostní silnice, silnice I. - III. třídy a neevidované silnice, chybí ovšem uliční síť v obcích. Data OpenStreetMap na druhou stranu disponují velkou podrobností, vzhledem k jejich původu ale nelze spoléhat na jejich faktickou a topologickou přesnost, a navíc je práce s velkým objemem dat v ArcGIS výrazně časově náročnější.

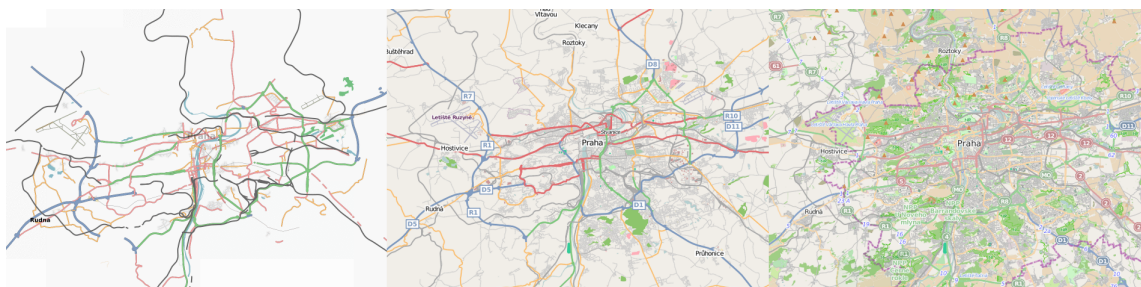
V následujících kapitolách bude podrobněji vysvětleno zpracování dat a problémy, které se při něm vyskytly.

4.1.1 OpenStreetMap

OpenStreetMap (zkráceně OSM) je Open Source projekt zabývající se tvorbou volně dostupných geodat a jejich vizualizací.

Data jsou vytvářena převážně komunitou uživatelů - dobrovolníků, a to buď přímo pomocí měření GPS, nebo nepřímo vektorizací vhodných mapových podkladů - leteckých snímků nebo klasických map. Dalšími přispěvateli jsou firmy a organizace z veřejného i soukromého sektoru.

Výhodou projektu je především neustálá a nepřetržitá aktualizace dat a také jejich velká podrobnost, daná znalostmi uživatelů o místních poměrech. Velkou výhodou je tak například mapování aktuální situace v oblastech zasažených přírodní katastrofou apod.



Obrázek 4: Stav mapy Prahy v roce 2006, 2008 a 2014

Data jsou volně dostupná za podmínek Open Data Commons Open Database License (ODbL) a každý se může podílet na jejich rozšiřování a aktualizaci. [27] [28]

Využití OpenStreetMap v analýze

K získání dat OpenStreetMap byl využit server <http://download.geofabrik.de/>, který umožňuje bezplatné stažení výřezu aktuální mapy v mnoha různých formátech. Výřezy jsou poskytovány pro jednotlivé kontinenty, země a vybraná města. V případě této práce byl stažen výřez pro celou ČR. Jednotlivé vrstvy dat jsou ve formátu shapefile.

K účelům analýzy byla použita vrstva *roads*. Tato vrstva obsahuje liniové prvky místních komunikací, silnic, dálnic a účelových komunikací. Typ komunikace je vyjádřen atributem *type*. Pro účely analýzy byly z vrstvy *roads* extrahovány ty prvky, jejichž atribut *type* představuje komunikaci sjízdnou autem. Hodnoty atributů, které byly uvažovány jsou uvedeny v Tabulce 3. Výběr typů a přiřazení českých ekvivalentů byl proveden dle [29].

Úprava dat Před vlastním modelováním sítě byla zkontrolována topologie sítě pomocí nástrojů ArcGIS. Kontrolováno bylo dodržení těchto topologických pravidel:

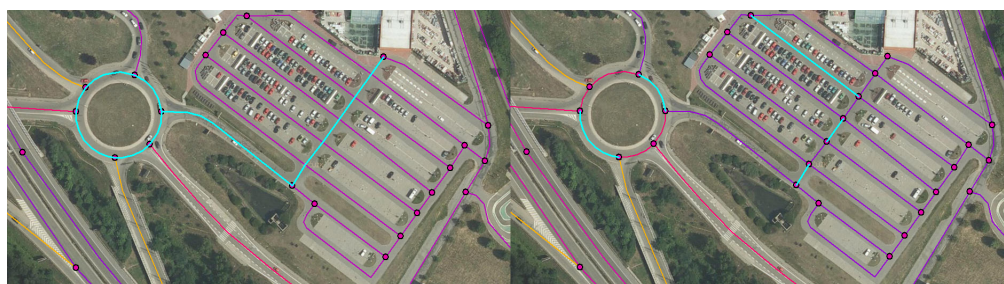
- Must Be Larger Than Cluster Tolerance (0.001 m),
- Must Not Self-Overlap,
- Must Not Overlap.

Tabulka 3: Rozřazení silnic dle hodnoty atributu *type*

typ silnice	český ekvivalent	typ silnice	český ekvivalent
motorway	dálnice	motorway_link	nájezd dálnice
trunk	rychlostní silnice	trunk_link	nájezd rychlostní silnice
primary	silnice I. třídy	primary_link	nájezd silnice I. třídy
secondary	silnice II. třídy	secondary_link	nájezd silnice II. třídy
tertiary	silnice III. třídy	tertiary_link	nájezd silnice III. třídy
unclassified	ostatní silnice	service	přístupová cesta
living_street	ulice v obytné zóně	residential	místní komunikace
road	nedefinováno		

Kontrola odhalila 1330 porušení stanovených topologických pravidel. Porušení pravidla *Must not overlap* bylo opraveno odečtením (*Subtract*) jedné z překrývajících se linií (1324 chybných úseků). Porušení pravidla *Must Not Self-Overlap* bylo opraveno zjednodušením (*Simplify*) linie (1 chybný úsek). Úseky nesplňující podmínku *Must Be Larger Than Cluster Tolerance* byly vymazány (5 chybných úseků).

V síťové analýze je nezbytné, aby na sebe jednotlivé úseky silnic navazovaly, tedy aby měly společný vrchol. Pokud se silnice kříží, ale nemají společný vrchol, není možné odbočit z jedné silnice na druhou. Data OpenStreetMap tuto podmínku ve velké míře nesplňují. Řešení tohoto problému není zcela triviální - buď lze proces zautomatizovat, tedy stanovit, že jakékoliv křižující se silnice budou mít společný bod, což nevystihuje například mimoúrovňové křížení, nebo je možné jednotlivé křižující se silnice opravit ručně s přihlédnutím k místním poměrům, což je velmi časově náročné a vzhledem k účelům této práce zbytečné. K vyřešení problému byl tedy zvolen automatický proces - pomocí nástroje *Feature To Line* toolboxu *Data Management* byly rozděleny silnice ve všech průsečících.



Obrázek 5: Před rozdělením byl kruhový objezd tvořen smyčkou s totožným počátečním a koncovým vrcholem, navazující silnice neměly s kruhovým objezdem společný vrchol. Linie parkoviště neměly společné vrcholy. Po rozdělení jsou kruhový objezd i linie parkoviště tvořeny více segmenty se společnými vrcholy.

Pro správné fungování síťové analýzy je rovněž důležité, aby se v blízkosti výchozích (cílových) lokalit nenacházely osamělé segmenty. V analýze algoritmus nejprve nalezne nejbližší segment lokality. Poté jsou vyhledávány navazující segmenty. Pokud takové segmenty neexistují, cesta skončí na osamělém segmentu a výsledek neodpovídá realitě. Tuto kontrolou nebylo kvůli velkému objemu dat možné provést kontrolou topologie. Proto bylo ručně zjišťováno, zda se v blízkosti jednotlivých stávajících babyboxů, kandidátních míst a obcí / městských částí nenachází takové opuštěné segmenty. Nalezené úseky byly buď smazány nebo doplněny tak, aby navazovaly na silniční síť.



Obrázek 6: Osamělý segment před úpravou, doplnění chybějícího úseku silnice

Ohodnocení silnic Vrstva *roads* obsahuje mimo jiné atribut *maxspeed* vyjadřující maximální povolenou rychlost v úseku. Vyplnění tohoto atributu je nicméně při tvorbě dat volitelné, a proto není pro většinu úseků maximální povolená rychlost stanovena. Bylo proto nutné stanovit jiné parametry, na základě kterých bude rychlost určena.

Modelování dopravní sítě byla věnována část 2.3. V případě analýzy dopravní dostupnosti babyboxů a silniční sítě z OpenStreetMap byly uvažovány tyto parametry ovlivňující rychlost:

- třída (typ) komunikace,
- omezení rychlosti ze zákona a rychlostní omezení stanovená nenulovou hodnotou atributu *maxspeed*,
- zakřivení komunikace (klikatost).

Ostatní parametry nebyly uvažovány jednak kvůli chybějícím datům, jednak je jejich vliv na průměrnou rychlost menší než vliv výše zmíněných parametrů a s přihlédnutím k celkové přesnosti analýzy nejsou podstatné.

Rozdělení silnic dle tříd je uvedeno v Tabulce 3. Průměrná rychlost na rovném úseku byla stanovena jednak dle omezení ze zákona [30], viz Tabulka 4, jednak dle průzkumů zabývajících se průměrnou rychlostí na silnicích [31] viz Tabulka 5.

Průměrná rychlost na rovném úseku byla stanovena následovně:

- Pokud nebyl vyplněn atribut *maxspeed*, průměrná rychlost byla stanovena s přihlédnutím k maximální povolené [30] a průměrné [31] rychlosti. Stanovení je uvedeno v Tabulce 6.
- Pokud byl vyplněn atribut *maxspeed* a rychlost spočtená výše zmíněným postupem byla vyšší než hodnota atributu, průměrná rychlost byla stanovena o 10 km/h menší.

Tabulka 4: Maximální povolená rychlost na pozemních komunikacích dle třídy [30]

typ komunikace	maximální povolená rychlost
dálnice	130 km/h
silnice pro motorová vozidla	130 km/h
dálnice, silnice pro motorová vozidla v obci	80 km/h
silnice I. - III. třídy mimo obec	90 km/h
silnice I. - III. třídy v obci	50 km/h

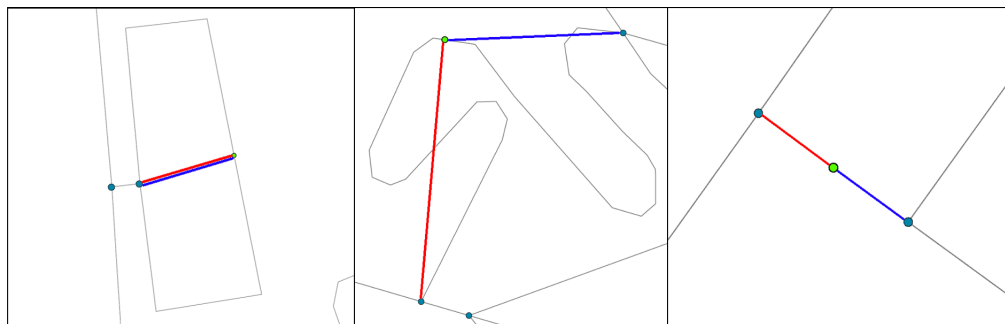
Tabulka 5: Průměrná rychlost na pozemních komunikacích dle typu komunikace [31]

typ komunikace	intravilán	extravilán
silnice I. třídy	30 km/h	70 km/h
ostatní komunikace (vč. II. tř.)	25 km/h	50 km/h
ostatní komunikace (vč. III. tř.)	20 km/h	40 km/h
silnice II. třídy (2pruhová)	35 km/h	70 km/h
silnice I. třídy (2pruhová)	40 km/h	80 km/h
dálnice (3pruhová)		120 km/h
dálnice (dvouproudá), rychlostní silnice (3pruhová)		115 km/h
rychlostní silnice (2pruhová)		110 km/h

Tabulka 6: Průměrná rychlost na přímém úseku při nevyplněném atributu *maxspeed*

typ komunikace	průměrná rychlost	typ komunikace	průměrná rychlost
motorway	120 km/h	motorway_link	90 km/h
trunk	110 km/h	trunk_link	90 km/h
primary	80 km/h	primary_link	70 km/h
secondary	70 km/h	secondary_link	60 km/h
tertiary	50 km/h	tertiary_link	40 km/h
unclassified	40 km/h	service	30 km/h
living_street	20 km/h	residential	30 km/h
road	30 km/h		

Křivost jednotlivých úseků silnic byla stanovena dle návodu v [2] jako poměr délky přímé spojnice a skutečné délky linie s tím rozdílem, že pro porovnání nebyla použita přímá spojnice počátečního a koncového bodu, ale spojnice počátečního, středního a koncového bodu úseku. Prostřední bod byl přidán z důvodu častého výskytu smyček v síti, kdy dochází ke ztotožnění počátečního a koncového bodu a index křivosti by byl v těchto případech nulový.



Obrázek 7: Nahrazení linie spojnici počátečního, středního a koncového bodu.
Index křivosti je zleva 0.26, 0.4 a 1.0

Na základě výše spočtených parametrů byl dle [2] spočten atribut *FT_minutes* a *TF_minutes* vyjadřující čas potřebný k překonání jednotlivých úseků. Vzhledem k tomu, že uvažované parametry mají v obou směrech stejný vliv, je výsledný čas pro překonání úseku v obou směrech stejný.

$$FT_minutes = \frac{length}{avg_speed \cdot curv_idx}$$

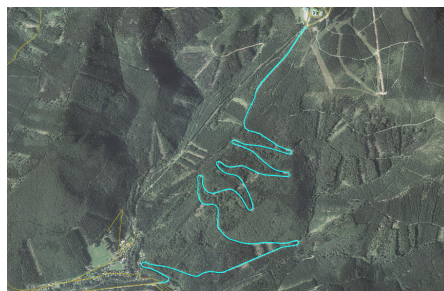
$$TF_minutes = FT_minutes$$

kde *length* je skutečná délka úseku, *avg_speed* je průměrná rychlost odpovídající přímému úseku dle Tabulky 6 a *curv_idx* je hodnota indexu křivosti.

Vrstva *roads* obsahuje i atribut *oneway* vyjadřující jednosměrnost úseku. Tento atribut nabývá hodnot 1, 0, ale jeho použití není možné, protože jednosměrnost neodpovídá směru silnice určenému z počátečního a koncového bodu.

Jak bylo řečeno v části 2.3, je zřejmé, že takto ohodnocené úseky nevyjadřují komplexně celou skutečnost. Pro zamýšlené účely práce jsou ale uvažované parametry postačující.

Na základě takto ohodnocené sítě byl vytvořen síťový dataset, který bude vstupovat do síťových analýz.



Obrázek 8: Úsek s velkým významem indexu křivosti - pokud by nebyl uvažován, byla by průměrná rychlost 80 km/h. Se započteným indexem křivosti je průměrná rychlost v úseku 28 km/h

4.1.2 ArcČR 500

Jak již bylo řečeno v úvodu této části, práce s daty OpenStreetMap je časově velmi náročná - silniční síť se skládá celkem z 706 634 úseků a její zpracování v analýzách, které probíhají opakovaně, je neúnosné. Proto byla jako alternativa zvolena data ArcČR 500.

Tato data představují digitální vektorovou geografickou databázi České republiky v podrobnosti měřítka 1 : 500 000. Jejím obsahem jsou přehledné geografické informace o ČR. Data vznikla ve spolupráci ARCDATA PRAHA, s.r.o., Zeměměřického úřadu a Českého statistického úřadu a jsou distribuována zdarma. [32]

Využití dat ArcČR 500 v analýze

K účelům síťové analýzy byla použita vrstva *Silnice* aktuální k 1.1.2013. Tato vrstva obsahuje liniové prvky silnic a dálnic. Typ komunikace je vyjádřen atributem *TRIDA*, který nabývá hodnoty 1-6. Přiřazení typu komunikace bylo provedeno dle [33].

Před vlastním modelováním sítě byla zkontrolována topologie sítě pomocí nástrojů ArcGIS. Kontrolováno bylo dodržení těchto topologických pravidel:

- Must Be Larger Than Cluster Tolerance (0.001 m),
- Must Not Self-Overlap,
- Must Not Overlap.

Kontrola neodhalila žádná porušení stanovených topologických pravidel.

Tabulka 7: Průměrná rychlost na přímém úseku

typ komunikace, počet pruhů	průměrná rychlost	typ komunikace, počet pruhů	průměrná rychlost
dálnice, 2	90 km/h	I. třída, 8	90 km/h
dálnice, 4	115 km/h	II. třída, 2	70 km/h
dálnice, 6	120 km/h	II. třída, 3	70 km/h
rychlostní, 2	90 km/h	II. třída, 4	80 km/h
rychlostní, 4	110 km/h	II. třída, 5	80 km/h
rychlostní, 5	110 km/h	II. třída, 6	90 km/h
rychlostní, 6	115 km/h	III. třída, 2	50 km/h
rychlostní, 7	115 km/h	III. třída, 3	60 km/h
I. třída, 2	70 km/h	III. třída, 4	70 km/h
I. třída, 3	70 km/h	III. třída, 6	80 km/h
I. třída, 4	80 km/h	ostatní, 1	30 km/h
I. třída, 5	80 km/h	ostatní, 2	40 km/h
I. třída, 6	90 km/h	ostatní, 4	50 km/h
I. třída, 7	90 km/h	ostatní, 6	50 km/h

Modelování dopravní sítě bylo provedeno analogicky ke způsobu zpracování dat OpenStreetMap. Byly uvažovány tyto parametry ovlivňující rychlost:

- třída (typ) komunikace,
- omezení rychlosti ze zákona,
- zakřivení komunikace (klikatost).

Průměrná rychlost na rovném úseku byla stanovena s přihlédnutím k maximální povolené [30] a průměrné [31] rychlosti. Navíc byl uvažován atribut *PRUHY* vyjadřující počet jízdních pruhů komunikace. Stanovení průměrné rychlosti na rovném úseku je uvedeno v Tabulce 7.

Křivost jednotlivých úseků byla stanovena analogicky k postupu zpracování v 4.1.1.

Na základě výše spočtených parametrů byl dle [2] spočten atribut *FT_minutes* a *TF_minutes* vyjadřující čas potřebný k překonání jednotlivých úseků. Vzhledem k tomu, že uvažované parametry mají v obou směrech stejný vliv, je výsledný čas pro překonání úseku v obou směrech stejný.

Na základě takto ohodnocené sítě byl vytvořen síťový dataset, který bude vstupovat do síťových analýz.

4.2 Babyboxy

Bodová vrstva modelující babyboxy na území ČR byla vytvořena ručně dle informací v [26] aktuálních k 11.4.2014.

K jednotlivým bodům byly doplněny hodnoty následujících atributů (všechna data jsou aktuální k 11.4.2014):

- *otevren* - datum zprovoznění babyboxu,
- *deti* - počet odložených dětí od otevření,
- *misto* - název nemocnice nebo jiného místa, kde je babybox umístěn,
- *prumer* - průměrný počet odložených dětí za rok.

4.3 Nemocnice

Bodová vrstva modelující místa vhodná pro umístění dalšího babyboxu byla vytvořena ručně na základě seznamu nemocnic na území ČR a bodové vrstvy sídelních jednotek z ArcČR 500. Výsledkem je 102 nemocnic, ve kterých ještě není umístěn babybox.

4.4 Administrativní členění

Za účelem provedení socioekonomických statistik byla využita bodová a polygonová vrstva obcí z ArcČR 500.

Tyto vrstvy obsahují mimo jiné údaje o aktuálním počtu obyvatel a dále vybrané statistické údaje poskytnuté Českým statistickým úřadem. Jedná se o následující údaje (v závorce je uvedeno, k jakému datu jsou údaje aktuální): [33]

- počet obyvatel (1.1.2013),
- věkové složení (1.1.2013),
- počet mužů/žen (1.1.2013),
- narození (za rok 2012),
- zemřelí (za rok 2012),

- rozvody (za rok 2012),
- sňatky (za rok 2012),
- vystěhovalí (za rok 2012),
- přistěhovalí (za rok 2012),
- míra nezaměstnanosti (za rok 2011),
- počet obyvatel SLDB (1991, 2001, 2011).

V bodové vrstvě obcí jsou největší města reprezentována jako jeden bod, což způsobovalo značné zkreslení výsledků. K reprezentaci území Prahy tudíž byla využita bodová vrstva Městské obvodů a městské části.

Dále byla pro účely zpracování ostatních dat použita polygonová vrstva státního území a bodová vrstva sídel.

4.5 Pomocné analýzy

Na základě připravených dat bylo možné provést první pomocné analýzy.

Všechny prováděné síťové analýzy budou kalkulovat s 20minutovou dostupností autem po silniční síti. Doba 20 minut byla stanovena jako horní hranice dostupnosti, kterou budeme chtít aplikovat pro celé území ČR. Stanovení hranice ovšem není jednoznačné, protože v současné době chybí průzkumy zabývající se původem odložených dětí a jejich matek.

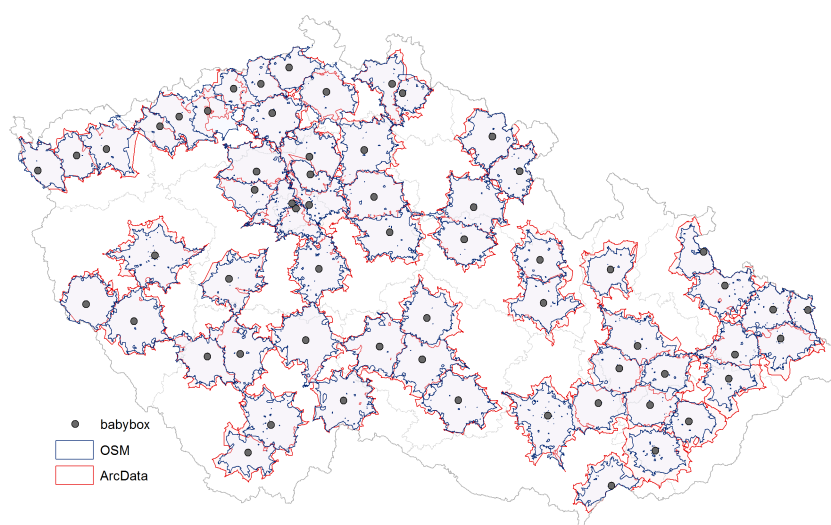
Body poptávky budou v případě této práce reprezentovány bodovou vrstvou obcí doplněnou o bodovou vrstvu městských obvodů a městských částí, jak bylo vysvětleno v 4.4.

Kandidátní místa budou reprezentována bodovou vrstvou nemocnic (viz 4.3). Výběr kandidátních míst z vrstvy nemocnic je nicméně poněkud sporné, neboť ne všechny nemocnice jsou ochotné svolit k instalování babyboxu, a naopak existuje řada dalších míst, která jsou pro umístění babyboxů rovněž vhodná (např. byly zřízeny babyboxy v Úřadu městské části Praha 2 nebo v Úřadu městské části Praha 6).

Pro každý babybox byly na podkladě výše vytvořených síťových datasetů vytvořeny dvě oblasti služeb - první nad silniční sítí z OpenStreetMap, druhá nad silniční sítí z ArcČR 500. Oblasti služeb byly vytvořeny s následujícím nastavením:

- typ impedance *minuty*,
- hraniční hodnota impedance *20 minut*,
- směr kumulace impedance *k zařízení* (nastavení v případě této práce nehraje roli, protože úseky sítě jsou ohodnoceny v obou směrech stejně),
- způsob generování polygonů *oddělené pro jednotlivé babyboxy*.

Porovnání výsledných oblastí služeb pro obě silniční sítě je patrné z Obrázku 9.



Obrázek 9: Porovnání oblastí služeb z dat OpenStreetMap a ArcČR

Následně bylo určeno, které obce padnou do oblasti služeb příslušného babyboxu. Z takto přiřazených obcí a socioekonomických údajů k nim náležejících bylo možné určit váhu jednotlivých bodů poptávky.

4.5.1 Určení váhy bodů poptávky

V této fázi jsem se pokusila o přiřazení váhy jednotlivým bodům poptávky (obcím a městským obvodům a městským částem) podle postupu uvedeného v části 2.4.

V případě babyboxů neexistují studie zabývající se závislostí počtu odložených dětí na socioekonomických a jiných parametrech. Dle zakladatele babyboxů Ludvíka Hesse jsou nejčastějšími důvody pro odložení chudoba, sociální důvody, psychické problémy, dále pak například malá vzdělanost, závislost na drogách nebo otěhotnění po znásilnění. [34] [35]

V rámci práce jsem se pomocí Poissonovy regrese (viz 2.4) pokusila zjistit, zda existuje závislost mezi počtem odložených dětí a socioekonomickými parametry příslušné spádové oblasti dostupnými společně s bodovou vrstvou obcí (viz 4.4). Vysvětlovanou proměnnou byl počet odložených dětí v jednotlivých babyboxech za rok 2012, vysvětlujícími proměnnými pak výše zmíněné socioekonomické parametry dostupné pro rok 2012 sumarizované pro jednotlivé spádové oblasti babyboxů a orientační počet nezaměstnaných získaný z míry nezaměstnanosti za rok 2011 a počtu obyvatel ve věku 15 - 64 let k 1.1.2013. Jedná se o:

- počet obyvatel,
- věkové složení - počet obyvatel ve věku 0-14, 15-64 a 65 a více let,
- počet mužů/žen,
- narození,
- zemřelí,
- rozvody,
- sňatky,
- vystěhovalí,
- přistěhovalí.

V úvahu nebyly brány babyboxy v Praze, protože její reprezentace pouze jedním bodem vrstvy obcí představuje velký výkyv v socioekonomických datech. V tomto případě nebylo možné nahradit města městskými obvody a městskými částmi, protože tato vrstva neobsahuje příslušná socioekonomická data.

Zpracování statistických výpočtů bylo provedeno v softwaru *R* pomocí funkce *glm()*. Výstupem funkce je mimo jiné odhad příslušných koeficientů β a dále p-hodnota vyjadřující výsledek testu jejich nulovosti na hladině významnosti 95 %.

Výsledkem testu závislosti počtu odložených dětí v roce 2012 na výše zmíněných socioekonomických parametrech je uveden v Tabulce 8.

U ostatních parametrů se na hladině významnosti 95 % neprokázala nenulovost koeficientu β .

Pokud bychom nyní chtěli stanovit váhu jednotlivých obcí a městských částí jakožto bodů poptávky, byla by výsledná váha daná teoretickým počtem odložených dětí Y .

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \beta_4 \cdot x_4$$

Tabulka 8: Výsledky testu závislosti počtu odložených dětí v roce 2012 na některých socioekonomických parametrech

	parametr	odhad koeficientu β	p-hodnota
x_1	počet obyvatel	$\beta_0 = -4.085$	4.28e-05
x_2	počet mužů	$\beta_1 = -6.931\text{e-}04$	0.001767
x_3	počet narozených	$\beta_2 = 1.193\text{e-}03$	0.004446
x_4	počet nezaměstnaných	$\beta_3 = 1.122\text{e-}02$	0.000194
		$\beta_4 = 2.162\text{e-}04$	0.021658

Vzhledem k nedostatečnému vzorku analyzovaných dat a malému počtu sledovaných vysvětlujících proměnných se ale na výše zmíněný výsledek nelze spoléhat. Navíc výše zmíněná socioekonomická data nejsou dostupná pro vrstvu městských obvodů a městských částí. Proto nakonec bylo rozhodnuto, že váha obcí (potažmo městských obvodů a městských částí) bude vyjádřena aktuálním počtem obyvatel.

5 Analýza umístění babyboxů

Nad daty připravenými podle výše zmíněného postupu byly provedeny analýzy umístění babyboxů na území ČR. Nejprve byl analyzován stav současného rozmístění co do dopravní dostupnosti, poté bylo nalezeno optimální umístění 5 nových babyboxů a bylo provedeno zhodnocení jejich teoretického přínosu.

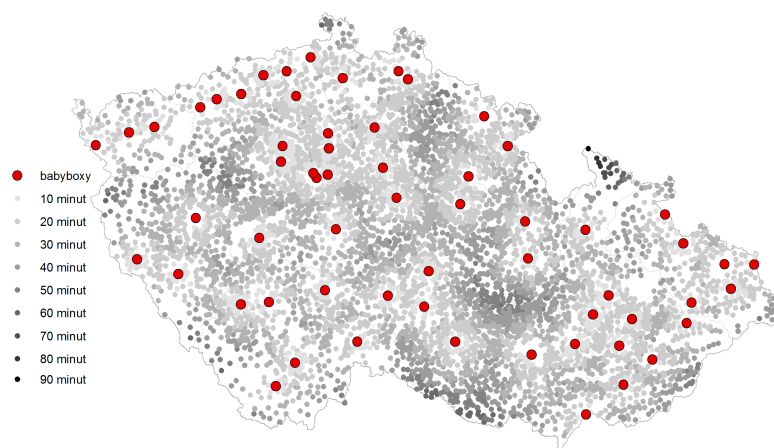
Pokud nebude řečeno jinak, byly analýzy prováděny nad síťovým datasetem ze silniční sítě OpenStreetMap, která je přesnější než silniční síť ArcČR 500.

5.1 Analýza současného stavu

Současný stav byl analyzován jednak vzhledem k aktuální časové dostupnosti jednotlivých babyboxů, jednak vzhledem k jejich optimálnímu rozmístění. K hodnocení současného stavu rozmístění babyboxů byla použita jednak analýza oblastí služeb, jednak analýza lokace-alokace.

Současný stav dojezdnosti

Nejprve byly pomocí analýzy lokace-alokace pro stávající babyboxy vybrány jejich spádové obce v 10 minutových intervalech dojezdnosti. Maximální dojezdnost k babyboxu je v současné době rovna 90 minut (jedná se o obec Bílá Voda na Jeseňnicku), viz Obrázek 10.



Obrázek 10: Dostupnost babyboxů z jednotlivých obcí

Tabulka 9: Dostupnost babyboxů z jednotlivých obcí

dostupnost	počet obcí	dostupnost	počet obcí
do 10 minut	863	do 60 minut	6 298
do 20 minut	3 301	do 70 minut	6 305
do 30 minut	5 222	do 80 minut	6 308
do 40 minut	6 047	do 90 minut	6 309
do 50 minut	6 265		

Analýza lokace-alokace

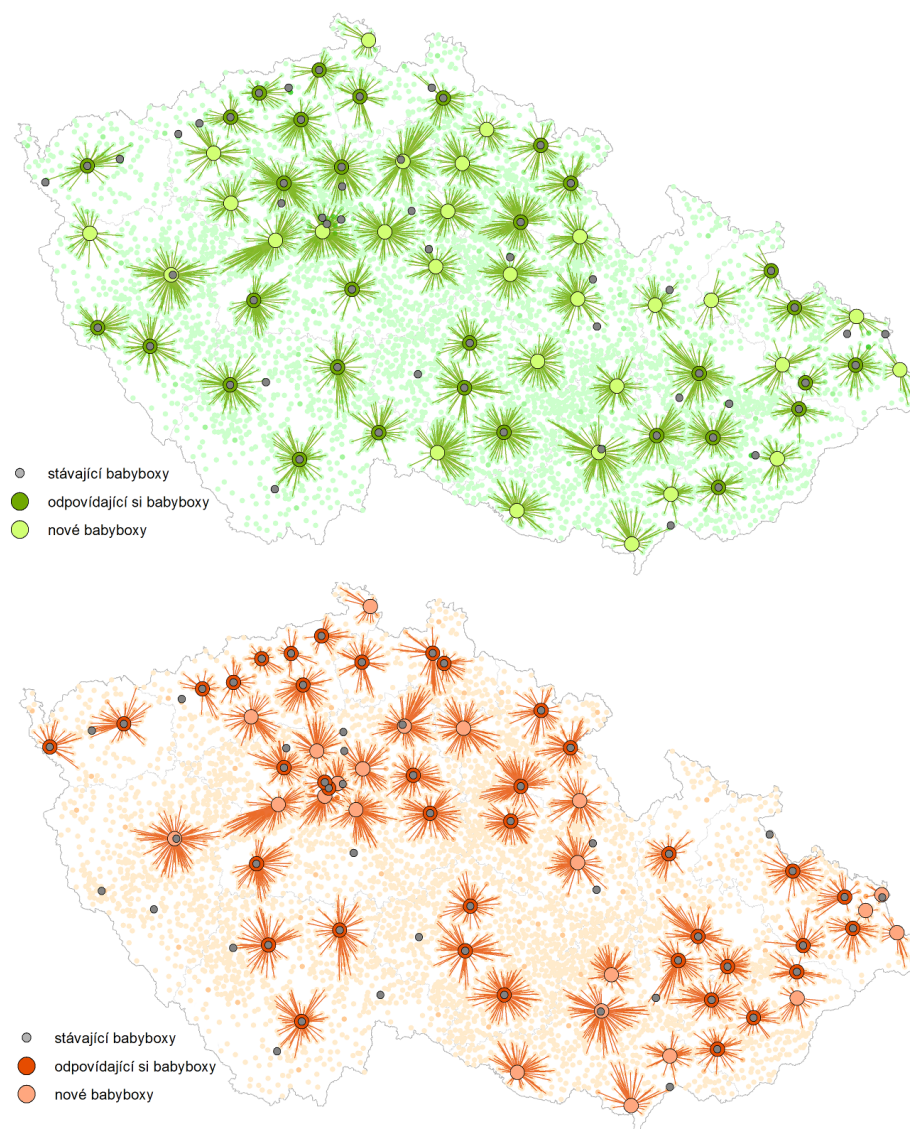
Ze všech možných míst vhodných pro umístění babyboxu (tedy stávajících i kandidátních) bylo algoritmem lokace-alokace vybráno 61 optimálních umístění. Počet 61 odpovídá současnému počtu zprovozněných babyboxů.

K analýze byly využity dva druhy problémů - *Maximalizování pokrytí* a *Maximalizování návštěvnosti* (popis problémů je uveden v části 2.5).

V případě typu problému *Maximalizování pokrytí* odpovídá stávajícímu rozmístění 32 babyboxů (52 %) a další tři se nacházejí ve stejném městě jako stávající babyboxy (jedná se o babyboxy v Brně, Praze a Mladé Boleslavi, kde se nachází více nemocnic) (viz Obrázek 12).

V případě typu problému *Maximalizování návštěvnosti* odpovídá stávajícímu rozmístění 39 (64 %) babyboxů a dalších 6 se nachází ve stejném městě jako stávající babyboxy (jedná se o babyboxy v Brně, Praze, Mladé Boleslavi, Karviné a Plzni, kde se nachází více nemocnic).

Je tedy patrné, že stávající babyboxy jsou rozmístěny spíše takovým způsobem, aby uspokojovaly poptávku v nejbližším okolí. To odpovídá vlastnostem stanoveným v části 2.5, tedy že pobočka je cílovým bodem.



Obrázek 11: Porovnání optimálního rozmístění babyboxů z hlediska *Maximize Coverage* (nahore) a *Minimize Facilities* (dole)

Analýza oblasti služeb

Ke každému stávajícímu babyboxu byla vytvořena jeho 20minutová oblast služeb. Poté byly stejné oblasti služeb vytvořeny pro optimálně rozmístěné babyboxy z obou problémů předchozí analýzy. Tyto oblasti služeb byly porovnány co do rozlohy, počtu bodů poptávky a počtu obyvatel. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 10.

Z porovnání lze vyčíst, že spádové oblasti babyboxů lokalizovaných algoritmem maximalizujícím pokrytí vykazují ve všech sledovaných parametrech lepší výsledky

Tabulka 10: Porovnání 20minutových oblastí služeb stávajících a optimálně rozmístěných babyboxů

	plocha		body poptávky		obyvatelé	
	[ha]	[%]		[%]		[%]
ČR	7 886 675	-	6 309	-	10 516 125	-
stávající	3 363 375	42.6	3 280	52.0	7 629 540	72.6
max. pokrytí	3 972 395	50.4	4 000	63.4	8 464 186	80.5
max. návštěvnosti	3 336 795	42.3	3 416	54.1	7 901 313	75.1

než spádové oblasti babyboxů lokalizovaných algoritmem maximalizujícím návštěvnost. Tento fakt není zarážející, neboť v případě typu problému *Maximize Attendance* dochází ke kumulaci zařízení na místech s vysokou poptávkou. Pro další analýzy tedy bude jako typ problému uvažován *Maximize Coverage*. Budeme tedy požadovat, aby byl babybox umístěn optimálně pro všechny matky ze spádové oblasti, a ne především pro ty, které se nacházejí nejbliž. Předpokladem tedy bude, že pokud chce matka své dítě do babyboxu odložit, učiní tak nezávisle na dojezdové vzdálenosti od babyboxu (s horní hranicí 20 minut).

5.2 Návrh umístění nových babyboxů

Před vlastním návrhem umístění nových babyboxů bylo zjištěno, zda a kolik babyboxů je ještě potřeba přidat, aby byl maximální počet bodů poptávky zahrnut ve 20minutové spádové oblasti. Ze všech možných míst vhodných pro umístění babyboxu byl algoritmem lokace-alokace s typem problému *Minimalizování poboček* vybrán minimální počet umístění babyboxů. Stávajícím lokalitám bylo nastaveno povinné začlenění (*required*), kandidátním místům byl nastaven typ *candidate*. Výsledkem je 61 stávajících a 79 nových babyboxů.

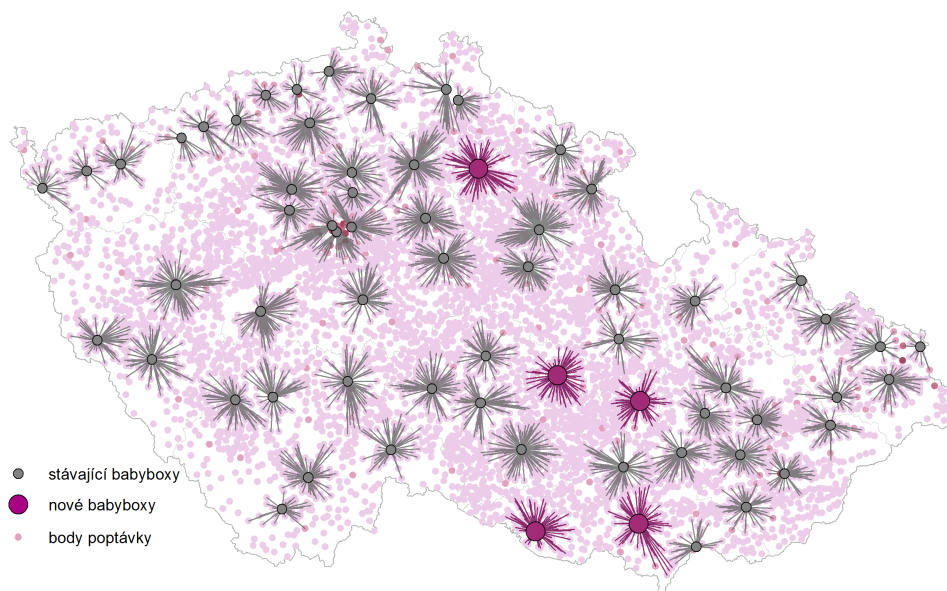
K tomuto optimálnímu počtu babyboxů byla opět sestrojena oblast služeb. Nárůsty jednotlivých sledovaných jevů jsou uvedeny v Tabulce 11.

Tabulka 11: Porovnání 20minutových oblastí služeb stávajících a optimálně rozmístěných babyboxů

	plocha		body poptávky		obyvatelé	
	[ha]	[%]		[%]		[%]
ČR	7 886 675	-	6 309	-	10 516 125	-
optimální	5 577 010	70.7	5 221	82.8	9 426 403	89.6

Je patrné, že některé obce (body poptávky) nikdy nedosáhnou 20minutové oblasti služeb. V těchto oblastech chybí kandidátní místa (nemocnice), kam by bylo možné babybox umístit. Tento problém lze vyřešit např. umístěním babyboxu jinde než v nemocnici, jak je tomu například v Praze (Úřad městské části Praha 2).

Nakonec bylo pomocí analýzy lokace-alokace vytipováno 5 lokalit, kam by bylo vhodné babyboxy v nejbližší době umístit. Ze všech kandidátních míst (tedy dosud neobsazených nemocnic a stávajících babyboxů) bylo algoritmem lokace-alokace s typem problému *Maximalizování pokrytí* vybráno 61+5 optimálních umístění babyboxů. Stávajícím lokalitám bylo nastaveno povinné začlenění (*required*), dosud neobsazeným nemocnicím byl nastaven typ *candidate*. Výsledkem jsou babyboxy v Boskovicích, Hustopečích, Jičíně, Novém Městě na Moravě a ve Znojmě.



Obrázek 12: Optimální umístění 5 nových babyboxů

5.3 Analýza přínosnosti navrhovaných babyboxů

Pokud by bylo možné uvažovat závislost počtu odložených dětí v babyboxu za rok na socioekonomických parametrech tak, jak bylo zmíněno v části 4.5.1, byl by každý navrhovaný babybox ohodnocen právě teoretickým počtem v něm odložených dětí za rok. Pro účely této práce byla teoretická přínosnost hodnocena nárůstem jednotlivých sledovaných socioekonomických parametrů (viz část 4.5.1), rozlohy a počtu obcí.

Aby nebylo nutné hodnocení přínosnosti opakovat pro každý babybox zvlášť, a zároveň aby bylo možné hodnotit i jiné potenciální lokality, byl pomocí aplikace ModelBuilder vytvořen vlastní model, který ohodnocení provádí automaticky.

ArcGIS ModelBuilder

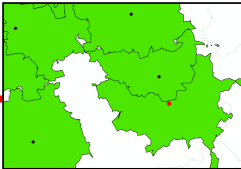
ModelBuilder představuje vizuální programovací jazyk, který umožňuje vytvářet vlastní nástroje pro správu geodat. Model, na základě kterého správa probíhá, je realizován jako posloupnost na sebe navazujících nástrojů. Vstupem do následujícího nástroje je výstup předchozího. Nástrojem může být buď předdefinovaný nástroj ArcGISu, nebo vlastní nástroj vytvořený v ModelBuilderu. [17]

Model pro ohodnocování přínosnosti navrhovaných babyboxů

Model pro ohodnocování přínosnosti navrhovaných babyboxů provádí porovnání stávající 20minutové oblasti služeb a analogické oblasti služeb s přidáním navrhovaným babyboxem. Sledována je změna rozlohy, počtu obcí a dalších socioekonomických parametrů dostupných v atributové tabulce vrstvy obcí dat ArcČR 500. Porovnání je provedeno zvlášť pro každý prvek z bodové vrstvy navrhovaných babyboxů. Rozdíl mezi stávající hodnotou a teoretickou hodnotou je zapsán jako atribut příslušné lokality.

Model se skládá z jednoho základního modelu a 6 submodelů, viz Obrázek 14 (nástroj *Calculate Field* je předdefinovaný nástroj).

Compare je základní model, který seskupuje všechny submodely. Vstupem je bodová vrstva navrhovaných babyboxů a dále plošná vrstva stávající oblasti služeb a bodová vrstva k ní příslušejících obcí.



Obrázek 13: Schéma modelu pro stanovení přínosnosti navrhovaných babyboxů

Add Fields je submodel, který do atributové tabulky vstupní vrstvy navrhovaných babyboxů přidá sloupce, do kterých budou následně zapsány hodnoty rozdílů v sledovaných socioekonomických parametrech, počtech obcí a rozloze.

Demography je submodel, který sumarizuje hodnoty jednotlivých sledovaných socioekonomických parametrů. Vstupem je bodová vrstva obcí, výstupem jsou hodnoty jednotlivých sledovaných socioekonomických parametrů.

Evaluation SA je submodel, který pomocí submodelu *Demography* zjišťuje hodnotu sledovaných socioekonomických parametrů ve stávající oblasti služeb a zároveň stanovuje její rozlohu a počet příslušných obcí. Vstupem je stávající oblast služeb a bodová vrstva v ní se nacházejících obcí, výstupem jsou hodnoty jednotlivých sledovaných veličin.

Service Area and Locations je submodel, který pro navrhovaný babybox a stávající babyboxy vypočte oblast služeb. Vstupem je navrhovaný babybox a vrstva oblasti služeb pro daný síťový dataset, výstupem je výsledná oblast služeb.

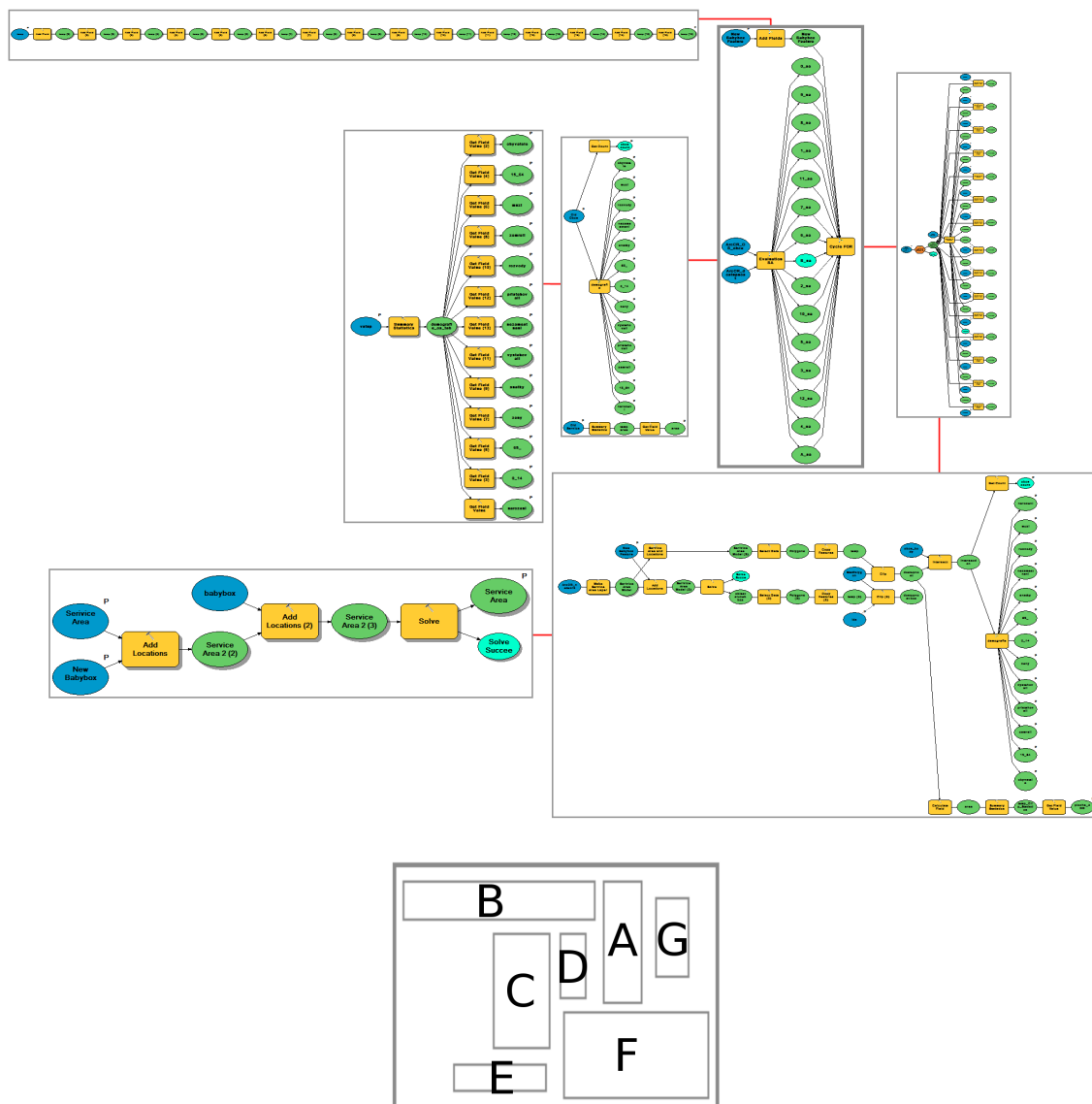
Evaluation New provádí analogické procesy jako *Evaluation SA* pro každý navrhovaný babybox. Vstupem je bodový prvek vrstvy navrhovaných babyboxů a jeho pořadí v atributové tabulce. Nejprve je pomocí submodelu *Service Area and Locations* spočítána oblast služeb nad vrstvou stávajících babyboxů a navrhovaného babyboxu. K této oblasti služeb jsou přiřazeny odpovídající obce a pomocí submodelu *Demography* je spočtena hodnota sledovaných socioekonomických parametrů. Nakonec je určen počet obcí a rozloha oblasti služeb. Výsledná oblast služeb je vyexportována jako shapefile *service_area_new_%n%.shp*, kde *n* je pořadí přidávaného babyboxu v atributové tabulce. Dále je pro přidávaný babybox spočítána jeho vlastní oblast služeb a je vyexportována jako shapefile *service_area_bb_new_%n%.shp*.

Cycle For je submodel, který z bodové vrstvy navrhovaných babyboxů vybírá jednotlivé prvky a pro každý prvek určuje pomocí submodelu *Evaluation New* hodnoty sledovaných parametrů. Rozdíly mezi těmito hodnotami a hodnotami pro stávající oblast služeb zapisuje do příslušného řádku a sloupce atributové tabulky navrhovaných babyboxů.

Pro výsledné vytipované lokace z části 5.2 byly pomocí modelu spočteny nárůsty sledovaných parametrů. Zároveň byla analýza provedena pro avizovaný babybox v Kutné Hoře. Příklad výsledných hodnot je uveden v Tabulce 12. Je patrné, že k nejvýraznějším nárůstům sledovaných hodnot dochází v případě lokací Nové Město na Moravě a Jičín. Nárůsty v případě Kutné Hory jsou naopak výrazně menší.

Tabulka 12: Nárůst sledovaných parametrů pro navrhované babyboxy

	plocha [ha]	obce	obyva- telé	muži	naro- zení	nezamě- stnaní
Boskovice	71 267	87	81 972	40 609	884	4 067
Hustopeče	64 059	49	56 448	27 635	524	4 760
Jičín	95 348	118	91 138	41 288	787	4 667
Nové Město n. M.	96 219	109	82 587	46 461	931	6 558
Znojmo	84 442	81	76 450	40 485	799	8 528
Kutná Hora	29 372	33	14 567	6 962	135	1 034



Obrázek 14: Model pro stanovení přínosnosti navrhovaných babyboxů
(A - Compare, B - Add Fields, C - Demography, D - Evaluation SA, E - Service Area and Locations, F - Evaluation New, G - Cycle For)

Závěr

V práci jsem se zabývala analýzou umístění babyboxů na území ČR. Umístění jsem analyzovala z hlediska současného stavu rozmístění, dále byly navrženy lokality pro 5 nových babyboxů a byl stanoven nárůst socioekonomických parametrů ovlivňujících jejich teoretickou přínosnost.

Zhodnocení současného stavu rozmístění a návrh dalších lokalit jsem provedla s ohledem na automobilovou dostupnost po silniční síti. Při zpracování silniční sítě docházelo zejména ke dvěma druhům problémů - silniční síť digitální vektorové geografické databáze České republiky ArcČR je sice topologicky přesná, ale odpovídá měřítku 1 : 500 000, a tudíž není pro prováděné analýzy dostatečně podrobná (neobsahuje např. síť městských komunikací). Proto byla použita pouze tam, kde byl stanoven požadavek na rychlost průběhu procesu, tedy v případě automatického ohodnocování nově přidaných babyboxů. Silniční síť z projektu OpenStreetMap je na druhou stranu na většině území podrobná i v malých detailech, vzhledem k původu dat ale nelze spoléhat na její přesnost, a navíc zde selhávají některá topologická pravidla. Nejvýraznějším problémem byla špatná definice křížení silnic (některé křížící se úseky neměly společný vrchol), dále ve velké míře nebylo splněno pravidlo *Must Not Overlap* a v neposlední řadě se v síti vyskytoval velký počet úseků nenavazujících na síť. Křížení silnic bylo opraveno přiřazením společných vrcholů všem křížícím se úsekům, což opět neodpovídá realitě, ale protože není v silách jedince zjišťovat, zda je křížení úrovněvé či mimoúrovňové, a protože v síti neexistují doplňující informace, které by rozhodování usnadnily (např. informace o výšce), bylo toto řešení jediné možné. Problém překrývání úseků byl vyřešen pomocí nástrojů na kontrolu topologie poskytovaných v rámci ArcGIS. Konkrétně byly překrývající se úseky nahrazeny jedním. Kontrolou topologie bylo rovněž zjištěno velké množství nenavazujících úseků, protože ale jejich množství bylo velmi velké, byly opraveny pouze nenavazující úseky v blízkosti zájmových míst, kde by docházelo k největším chybám, a zbytek byl ponechán bez opravy. Vzhledem k velkému objemu dat silniční sítě projektu OpenStreetMap (konkrétně se jedná o více než 700 000 úseků) byla tato data použita v analýzách, kde byl kladen požadavek na jejich přesnost a ne na rychlost zpracování. Jednalo se tedy o analýzu současného stavu umístění babyboxů a o návrh umístění nových babyboxů.

Samotným problémem bylo modelování silniční sítě. Zde jsem se inspirovala již zpracovanými projekty zabývajícími se ohodnocováním silničních sítí, stanovením průměrné rychlosti apod. ([9] [10] [1] [2] [31]) Je zřejmé, že vliv parametrů, které jsem při modelování uvažovala, není modelován naprosto přesně, a rovněž jsem zanedbala vliv mnoha dalších parametrů působících na průměrnou rychlost. Důvodem byl zejména nedostatek přesných podkladových dat (digitální model reliéfu, intravilán a extravilán, informace o vlivu proměnlivých parametrů apod.) nebo chybějící

doplňkové informace o silniční síti (jednosměrné ulice, rychlostní omezení, detaily křížení silnic apod.). Pokud ale zvážíme účel a celkovou přesnost této práce, jsou uvažované parametry a jejich vliv postačující.

Jedním z cílů práce bylo rovněž stanovení váhy bodů poptávky a z něho vyplývající určení přínosnosti navrhovaných babyboxů v závislosti na socioekonomických parametrech. Toto stanovení se ukázalo jako poměrně problematické a ve výsledku byly socioekonomické vlivy uvažovány pouze okrajově. Důvodem je zejména malý vzorek dat (babyboxů), na kterém lze závislost sledovat. Dále jsou v požadovaném měřítku (obce) k dispozici údaje pouze o některých socioekonomických parametrech a v neposlední řadě se počet odložených dětí neřídí normálním rozdělením, a tudíž jsou horší podmínky pro statistické testování. Ve studovaných projektech, které se váhou bodů poptávky zabývají, je většinou využito dotazníkové šetření, na základě kterého jsou lokality ohodnoceny. Použití stejného postupu je ale v případě babyboxů nereálné.

I přes množství chybějících informací o tematice a z něho vyplývající množství kusých nebo nepodložených předpokladů (20minutová dostupnost, váha bodů poptávky stanovená pouze počtem obyvatel, kandidátní místa pouze nemocnice, modelování silniční sítě) se podařilo splnit předsevzaté cíle práce. Na závěr shrňme, jakými konkrétními postupy by bylo možné práci zdokonalit:

- získání kvalitnějších podkladových dat silniční sítě,
- uvažování dalších parametrů ovlivňujících průměrnou rychlost na silnici,
- uvažování dalších vlastností silniční sítě (jednosměrnost, dopravní omezení apod.),
- získání informací o původu odložených dětí,
- důkladnější určení váhy bodů poptávky,
- bližší prozkoumání 20minutové hranice dostupnosti,
- zohlednění dalších možností dostupnosti (pěší dostupnost, dostupnost hromadnou dopravou).

Použité zdroje

- [1] HALA, Michal, Tomáš HRABÍK, Tomáš KUBA a Ivo SKRÁŠEK. Využití GIS pro optimalizaci sítě výjezdových míst Zdravotnické záchranné služby Zlínského kraje. ArcRevue [online]. 2009, roč. 2009, č. 1 [cit. 2014-04-26]. ISSN 1211-2135, MK ČR E 13394. Dostupné z: <http://download.arcdata.cz/>
- [2] SLADKÝ, Jakub. Síťové analýzy v GIS pro složky IZS. Plzeň, 2009. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta aplikovaných věd, Katedra matematiky.
- [3] KOLAŠÍN, Martin. Analýza dopravní dostupnosti nákupních center na území města Ostravy. Olomouc, 2012. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geografie.
- [4] HÝBNER, Radek. Návrh optimálního rozmístění stanic půjčoven kol a jejich kapacit v Olomouci. Olomouc, 2013. Magisterská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geoinformatiky.
- [5] VALCHAŘOVÁ, Dagmar. Alokační a lokační analýzy města Olomouce. Olomouc, 2012. Dostupné z: <http://geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/valcharova12/>. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geoinformatiky.
- [6] RATIČÁK, Milan. Možnosti aplikace geografických informačních systémů v podnikové praxi. Brno, 2008. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu.
- [7] SÁDOVSKÁ, Petra. Geomarketingové analýzy a jejich aplikace v Olomouci. Olomouc, 2009. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geoinformatiky.
- [8] BEDNÁŘ, Pavel. Inovace předmětu Regionální analýza II: Studijní opora pro kombinované studium. Zlín, 2013. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta managementu a ekonomiky, Ústav regionálního rozvoje, veřejné správy a práva.
- [9] LOUTHAN, Michal. Vztah digitálního modelu reliéfu při řešení dopravních úloh. Olomouc, 2010. Magisterská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geoinformatiky.
- [10] KUFNER, Jan. Vztah morfometrických charakteristik terénu a síťových analýz v prostředí GIS. Praha, 2013. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie.

- [11] KUTTELWASCHER, Radek. ArcGIS Network Analyst. ArcRevue [online]. 2012, roč. 2012, č. 2 [cit. 2014-04-26]. ISSN 1211-2135, MK ČR E 13394. Dostupné z: <http://download.arcdata.cz/>
- [12] CURTIN, Kevin M. Network Analysis in Geographic Information Science: Review, Assessment, and Projections. In: Cartography and Geographic Information Systems [online]. 2007 [cit. 2014-04-26]. Dostupné z: <http://www.cartogis.org/publications/journal.php>
- [13] PEŇÁZ, Tomáš. Síťové analýzy v prostředí GIS. Ostrava, 2006. VŠB - Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, Institut geoinformatiky.
- [14] DEMEL, Jiří. Operační výzkum. Praha, 2009. ČVUT v Praze.
- [15] JARUŠKOVÁ, Daniela. Pravděpodobnost a matematická statistika. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2011.
- [16] ZEILEIS, Achim, Christian KLEIBER a Simon JACKMAN. Regression Models for Count Data in R. Universitat Innsbruck, 2007
- [17] ArcGIS Help 10.2. ArcGIS Resources [online]. © 1995-2014 [cit. 2014-04-27]. Dostupné z: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/>
- [18] ArcGIS Network Analyst. Esri [online]. [cit. 2014-04-27]. Dostupné z: <http://www.esri.com/software/arcgis/extensions/networkanalyst>
- [19] MACHÁLEK, Emil. z historie. In: BABYBOX: Problematika babyboxů [online]. 2010 [cit. 2014-02-13]. Dostupné z: <http://www.babybox.cz/?p=problematika>
- [20] Okna Zycia. Caritas [online]. 2011 [cit. 2014-05-05]. Dostupné z: <http://www.caritas.pl/caritas-w-diecezjach/4-okna-zycia>
- [21] Baby Box [online]. [cit. 2014-05-05]. Dostupné z: www.babybox.lv
- [22] Babyfenster [online]. [cit. 2014-05-05]. Dostupné z: <http://www.babyfenster.ch/>
- [23] Hniezdo záchrany. Šanca [online]. [cit. 2014-05-05]. Dostupné z: <http://www.sancaoz.sk/content/hniezdo-zachrany>
- [24] Findelbaby/Babyklappe. SterniPark [online]. [cit. 2014-05-05]. Dostupné z: <http://www.sternipark.de/index.php?id=7>
- [25] Culle per la Vita [online]. 2012 [cit. 2014-05-05]. Dostupné z: <http://www.culleperlavita.it/>
- [26] BABYBOX [online]. 2010 [cit. 2014-05-05]. Dostupné z: <http://www.babybox.cz/>

- [27] Open Data Commons Open Database License (ODbL). Open Data Commons [online]. [cit. 2014-05-05]. Dostupné z: <http://opendatacommons.org/licenses/odbl/>
- [28] O projektu. OpenStreetMap [online]. [cit. 2014-05-05]. Dostupné z: OpenStreetMap [online]. [cit. 2014-05-05]. Dostupné z: <http://www.openstreetmap.org/about>
- [29] Map Features. OPENSTREETMAP WIKI CONTRIBUTORS. OpenStreetMap Wiki [online]. January 2014 [cit. 2014-05-05]. Dostupné z: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features#Highway.
- [30] Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů. In: *Zákony pro lidi*. 2000, č. 361. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361>
- [31] HUDEČEK, T., CHURAŇ, R., KUFNER, J. (2011): Dostupnost Prahy při využití silniční dopravy v období 1920–2020. *Geografie*, 116, č. 3, s. 317–334.
- [32] ArcČR 500. ARCDATA PRAHA [online]. 2014 [cit. 2014-05-05]. Dostupné z: <http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/geograficka-data/arccr-500/>
- [33] ArcČR 500, Verze 3.1, Popis dat. In: ARCDATA Praha [online]. 2013 [cit. 2014-05-05]. Dostupné z: http://download.arcdata.cz/data/ArcCR_500-3.1-Popis-dat.pdf
- [34] VESELOVSKÝ, Martin. Ludvík Hess, zakladatel projektu babyboxů. In: *Český rozhlas Radiožurnál* [online]. 7. července 2011 [cit. 2014-05-09]. Dostupné z: http://www.rozhlas.cz/radiozurnal/dvacetminut/_zprava/917892
- [35] KADLECOVÁ, Kateřina. Dobré dílo pana Babyboxe. In: *Reflex* [online]. 26.09.2013 [cit. 2014-05-09]. Dostupné z: <http://www.reflex.cz/clanek/rozhovory/52689/dobre-dilo-pana-babyboxe.html>

Obsah přiloženého DVD

BP_babyboxy.mxd projekt v ArcGIS

/data adresář s podkladovými daty a modelem

Bodové vrstvy

- *babybox* - stávající babyboxy
- *KH* - navrhovaný babybox v Kutné Hoře
- *LA_ATT_optimalni* - 61 babyboxů dle *Maximize Attendance*
- *LA_COV_optimalni* - 61 babyboxů dle *Maximize Coverage*
- *LA_MIN_optimalni* - minimální počet babyboxů dle *Minimize Facilities*
- *LA_ATT_optimalni_bp* - spádové obce babyboxů z vrstvy *LA_ATT_optimalni*
- *LA_COV_optimalni_bp* - spádové obce babyboxů z vrstvy *LA_COV_optimalni*
- *LA_MIN_optimalni_bp* - spádové obce babyboxů z vrstvy *LA_MIN_optimalni*
- *OSM_dostupnost_90* - obce v 90minutové spádové oblasti stávajících babyboxů
- *OSM_dostupnost_80* - obce v 80minutové spádové oblasti stávajících babyboxů
- *OSM_dostupnost_70* - obce v 70minutové spádové oblasti stávajících babyboxů
- *OSM_dostupnost_60* - obce v 60minutové spádové oblasti stávajících babyboxů
- *OSM_dostupnost_50* - obce v 50minutové spádové oblasti stávajících babyboxů
- *OSM_dostupnost_40* - obce v 40minutové spádové oblasti stávajících babyboxů
- *OSM_dostupnost_30* - obce v 30minutové spádové oblasti stávajících babyboxů
- *OSM_dostupnost_20* - obce v 20minutové spádové oblasti stávajících babyboxů
- *OSM_dostupnost_10* - obce v 10minutové spádové oblasti stávajících babyboxů
- *OSM_OS_bp* - spádové body poptávky stávajících babyboxů (OSM)
- *OSM_OS_obce* - spádové obce stávajících babyboxů (OSM)

- *ArcCR_OS_obce* - spádové body poptávky stávajících babyboxů (ArcČR 500)
- *nemocnice* - nemocnice na území ČR
- *nemocnice_bez_BB* - nemocnice na území ČR, které nedisponují babyboxem
- *mo_mc* - městské části na území Prahy
- *obce_body* - obce na území ČR
- *body_poptavky* - obce na území ČR a městské části na území Prahy

Liniové vrstvy

- *roads_ArcData* - silniční síť z ArcČR 500
- *roads_OSM_topo* - silniční síť z OSM (s opravenými topologickými chybami)
- *ArcCR_network* - síťový dataset na podkladě *roads_ArcData*
- *OSM_network* - síťový dataset na podkladě *roads_OSM*

Plošné vrstvy

- *OS_ATT_optimalni_dostupnost* - spádová oblast babyboxů z vrstvy *LA_ATT_optimalni*
- *OS_COV_optimalni_dostupnost* - spádová oblast babyboxů z vrstvy *LA_COV_optimalni*
- *OS_MIN_optimalni_dostupnost* - spádová oblast babyboxů z vrstvy *LA_MIN_optimalni*
- *OSM_dostupnost* - spádová oblast stávajících babyboxů (OSM)
- *ArcCR_dostupnost* - spádová oblast stávajících babyboxů (ArcČR)
- *obce_polygon* - obce na území ČR

model.tbx (vysvětlení je podáno v části 5.3)

- *Add Fields*
- *Compare*
- *Cycle For*
- *Demography*
- *Evaluation New*
- *Evaluation SA*
- *Service Area and Locations*