

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra geoinformatiky

Dagmar VALCHAŘOVÁ

ALOKAČNÍ A LOKAČNÍ ANALÝZY
MĚSTA OLOMOUCE

Diplomová práce

Vedoucí práce: RNDr. Jaroslav BURIAN, Ph.D.

Olomouc 2012

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci bakalářského/magisterského studia oboru Geoinformatika vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Jaroslava Buriana, Ph.D.

Všechny použité materiály a zdroje jsou citovány s ohledem na vědeckou etiku, autorská práva a zákony na ochranu duševního vlastnictví.

Všechna poskytnutá i vytvořená digitální data nebudu bez souhlasu školy poskytovat.

V Olomouci 7. měsíc 2012

podpis

Děkuji vedoucímu práce RNDr. Jaroslavu Burianovi, Ph.D. za podněty a připomínky při vypracování práce. Dále mé poděkování patří pracovníkům Magistrátu města Olomouce.

Za poskytnutá data rovněž děkuji Magistrátu města Olomouce.

Vložený originál **zadání** bakalářské/diplomové práce (s podpisy vedoucího katedry, vedoucího práce a razítkem katedry). Ve druhém výtisku práce je vevázána fotokopie zadání.

OBSAH

ÚVOD.....	X
OBSAH.....	5
1 CÍLE PRÁCE.....	8
2 POUŽITÉ METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ	9
2.1 Použitá data	9
2.2 Použité programy	9
2.3 Postup zpracování	10
2.3.1 Sběr a úprava dat	10
2.3.2 Návod k tvorbě alokačních a lokačních analýz v prostředí ArcGIS.....	16
2.3.3 Případová studie - sběrné dvory	16
2.3.4 Případová studie – stanoviště s nádobami na separovaný odpad	16
2.3.5 Případová studie – mateřské školy	16
3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	17
3.1 Studie zabývající se problematikou alokace a lokace	17
3.1.1 Studie prováděné v ČR	17
3.1.2 Studie zahraniční	20
3.2 GIS nástroje pro alokační a lokační analýzy	23
4 ALOKAČNÍ A LOKAČNÍ ANALÝZY	26
4.1 Lokační teorie.....	26
4.1.1 Územní medián.....	26
4.1.2 Problémy alokace a lokace	28
4.2 Teorie grafu.....	29
4.2.1 Prvky v grafu	30
4.2.2 Reprezentace grafu	30
4.2.3 Hledání cest v grafu	31
4.3 Síť.....	31
4.3.1 Síť v ArcGIS.....	31
4.4 Síťové analýzy v ArcGIS 10	32
5 ALOKAČNÍ A LOKAČNÍ ANALÝZY V ARCGIS.....	37
5.1 Buffer	37
5.2 Create Thiessen polygons	38
5.3 Service Area	39
5.4 Location-Allocation	40
5.5 Network Analyst - algoritmy	44
6 PŘÍPADOVÁ STUDIE SBĚRNÉ DVORY.....	46

6.1	Analýza současného stavu.....	46
6.2	Analýza výběru nejvhodnější lokality z potenciálních lokalit	47
7	PŘÍPADOVÁ STUDIE MATEŘSKÉ ŠKOLY	49
7.1	Data vstupující do analýzy	51
7.2	Spádové oblasti	52
7.3	Analýza současného stavu rozmístění mateřských škol.....	52
7.4	Budoucí vývoj	52
8	PŘÍPADOVÁ STUDIE – STANOVIŠTĚ S NÁDOBAMI NA SEPAROVANÝ ODPAD.....	56
8.1	Data vstupující do analýzy	57
8.2	Analýza současného stavu.....	57
9	VÝSLEDKY	61
9.1	Návod k tvorbě alokačních a lokačních analýz v prostředí ArcGIS 10	61
9.2	Výsledky prostorových analýz	61
9.2.1	Případová studie: Sběrné dvory v Olomouci	61
9.2.2	Případová studie: Mateřské školy	62
9.2.3	Případová studie: Nádoby na separovaný odpad	62
10	DISKUZE	63
11	ZÁVĚR	65

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

SUMMARY

PŘÍLOHY

ÚVOD

Problematika alokace (přiřazování spotřebitelů k zařízením) a lokace (hledání míst pro tyto zařízení) není nic nového a nutnost rozhodovat o tom, kam umístit lidskou aktivitu v území se řešila již dávno v minulosti. Oba tyto termíny spolu nedílně souvisí. Otázkou kolik jich umístit, jakou kapacitu by měly mít, které obslužné body by měly pokrýt, atd. jsou otázky, kterými se zabývají lokační teorie.

Pro dosažení jakéhokoliv zařízení se využívají sítě. Sítí se rozumí síť silniční, železniční, turistické stezky, cyklotrasy, síť vodních cest, chodníků apod. Analýzy spojené s pohybem na síti se nazývají síťové a řešení problematiky alokace a lokace je pouze jednou z mnoha možností analýz, které lze na síti provádět. K řešení těchto problémů jsou velmi vhodným prostředkem geoinformační technologie, jelikož se jedná o pohyb v prostoru. Výstupy v podobě map jsou názornější, pochopitelnější a v příkladech alokace a lokace mohou pomoci lépe si představit rozložení prostoru. V případě alokace a lokace lokality pro zařízení a jejich potenciální zákazníky (spotřebitele). Alokační a lokační analýzy tak mohou být vhodným doplňkem při rozhodovacích procesech a pomoci jak urbanistům a územnímu plánování, tak v oblasti obchodu a služeb.

1 CÍLE PRÁCE

Cílem diplomové práce je komplexní představení problematiky alokačních a lokačních analýz na vybraných tematických oblastech pro město Olomouc.

Teoretická část bude zahrnovat úvod do problematiky alokačních a lokačních problémů obecně a řešeršní část popisující práce a studie, které se danou problematikou zabývají a také vybrané softwarové prostředky související s touto tematikou. Dále bude obsahovat popis možností alokačních a lokačních analýz v software ArcGIS 10, zejména pak možnosti extenze Network Analyst.

Praktická část bude sestávat ze dvou částí. První z nich rozšíří teoretickou část věnovanou možnostem alokace a lokace v software ArcGIS, a to ve formě vzorových příkladů doplněných o jednoduché návody. Druhou část pak budou tvořit analýzy pro Magistrát města Olomouce, kdy výběr témat a náplň analýz bude konzultován s pracovníky magistrátu. Výstupy práce budou zobrazeny především v podobě tematických map, dále pak v podobě grafů, tabulek a posteru.

Data vytvořená nebo získaná v rámci diplomové práce budou zapsána do Metainformačního systému katedry geoinformatiky a současně zálohu údajů ve formě validovaného XML souboru. Celá práce bude odevzdána rovněž v digitální podobě na CD a budou k ní vytvořeny webové stránky dostupné na webu katedry geoinformatiky.

2 POUŽITÉ METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

2.1 Použité data

Prostorová data použitá v této práci jsou většinou typu ESRI shapefile, v souřadnicovém systému S-JTSK. Zájmovým územím jsou katastrální území města Olomouc.

Největší část dat byla poskytnuta Magistrátem města Olomouce (dále MMOL). Jednalo se o bodovou vrstvu adresních bodů - domů a bytů spolu s počtem obyvatel a věkovou strukturou za jednotlivé body. Magistrátem byla dále poskytnuta polygonová vrstva sběrných dvorů z konceptu územního plánu města Olomouce a bodová vrstva mateřských škol. Pro vytvoření sítě byla použita liniová vrstva chodníků z Centra kinantropologického výzkumu v Olomouci a dále uliční síť StreetNet verze 1105 od společnosti CEDA, která byla zakoupena katedrou geoinformatiky. Ostatní použitá data byla z majetku katedry geoinformatiky. Jednalo se o tematická data služeb v Olomouci využitých při ukázkách ve vytvořeném návodu a vrstvu stanovišť s nádobami na separovaný odpad, která vznikla již dříve ve spolupráci s Magistrátem města Olomouce. Magistrát také poskytl tabulková data k tematice mateřských škol a stanovišť s nádobami na separovaný odpad.

2.2 Použité programy

ArcGIS 10 Desktop

ArcGIS je kompletní GIS systém od společnosti ESRI (Environmental System Research Institute) pro vizualizaci, organizaci a správu geografických aplikací a informací (ESRI, 2012). Do kategorie ArcGIS Desktop spadají produkty ArcView, ArcEditor, ArcInfo a volně dostupný prohlížeč map, ArcReader. Liší se svou úrovní funkcionality (ARCDATA, 2012). Základním formátem software je ESRI shapefile. V této práci byla použita úroveň ArcInfo, protože obsahuje nejvyšší funkcionality a je závazná pro použití extenze *Network Analyst* určené pro síťové analýzy.

Open Office 3.3

Open Office kancelářský balík, který obsahuje textový editor *Writer*, tabulkový procesor *Calc*, kreslicí nástroj *Draw* a program na tvorbu prezentací *Impress*. Je dostupný zdarma a používá otevřený formát dokumentů (Open Office, 2012). V diplomové práci byl využit ke zpracování veškerých tabulkových dat.

Microsoft Office 2007

Systém Microsoft Office je velká skupina produktů společnosti Microsoft skládající se z aplikací, aplikačních sad, služeb poskytovaných na webu a serverů (Microsoft, 2012). Pro potřeby této práce byl použit textový editor *Word* pro zpracování textu, tabulkový editor *Excel* pro zpracování tabulkových údajů a *Access* pro databázové zpracování adresních bodů.

MicroStation 95

MicroStation je základem řešení společnosti Bentley pro architekturu, stavební inženýrství, dopravu, zpracovatelský průmysl, výrobní zařízení, státní správu a samosprávu, inženýrské a telekomunikační sítě. Základní „slovník“, se kterým MicroStation pracuje, je definován jeho vlastním formátem DGN (Gisoft, 2012). V diplomové práci byl použit pro prostorové doplňování adresních bodů.

2.3 Postup zpracování

Nejprve byla vytvořena část textová zahrnující současný stav řešené problematiky, dále teorie lokace a alokace, teorie grafu související s pohybem po síti a nástroje pro řešení lokace a alokace v ArcGIS 10.

2.3.1 Sběr a úprava dat

První fází praktické části bylo shromáždění potřebných dat. Poskytnutá data bylo nutné doplnit nebo jinak upravit či přepracovat.

Komunikace

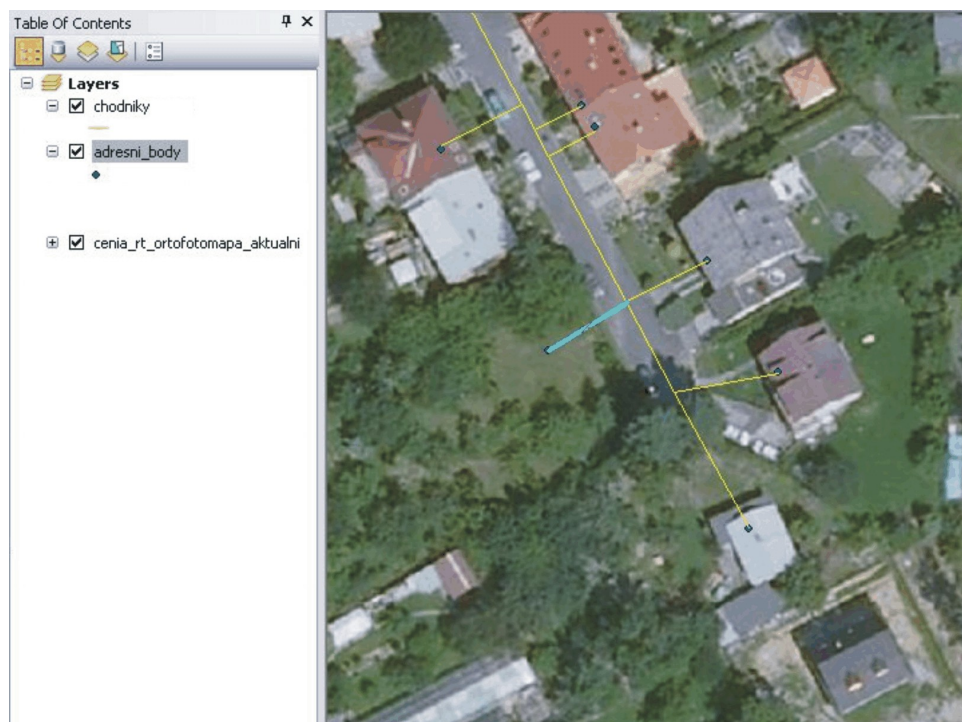
Pro analýzy nad silniční sítí byla použita uliční síť CEDA StreetNet verze 1105 od společnosti CEDA (k roku 2011), která byla zakoupena katedrou geoinformatiky. Z této silniční sítě byl vytvořen *Network Dataset*, který je nezbytný pro provádění analýz extenzí Network Analyst. V datasetu byly zohledněny omezení týkající se mimoúrovňového křížení, jednosměrných cest a povolené rychlosti. StreetNET pro tyto omezení obsahuje přímo atributy, se kterými Network Dataset pracuje. Nastaveno bylo také úplné otočení vozidla (U-turns) pouze ve slepých ulicích. Odporem při pohybu na síti byl zvolen čas, protože vzdálenost může být v případě dopravy automobilem zkreslující, vezme-li se v potaz omezení rychlosti. Čas byl vypočítán z jednotlivých délek úseků silnic a rychlosti povolené pro tento úsek.

Pěší komunikace

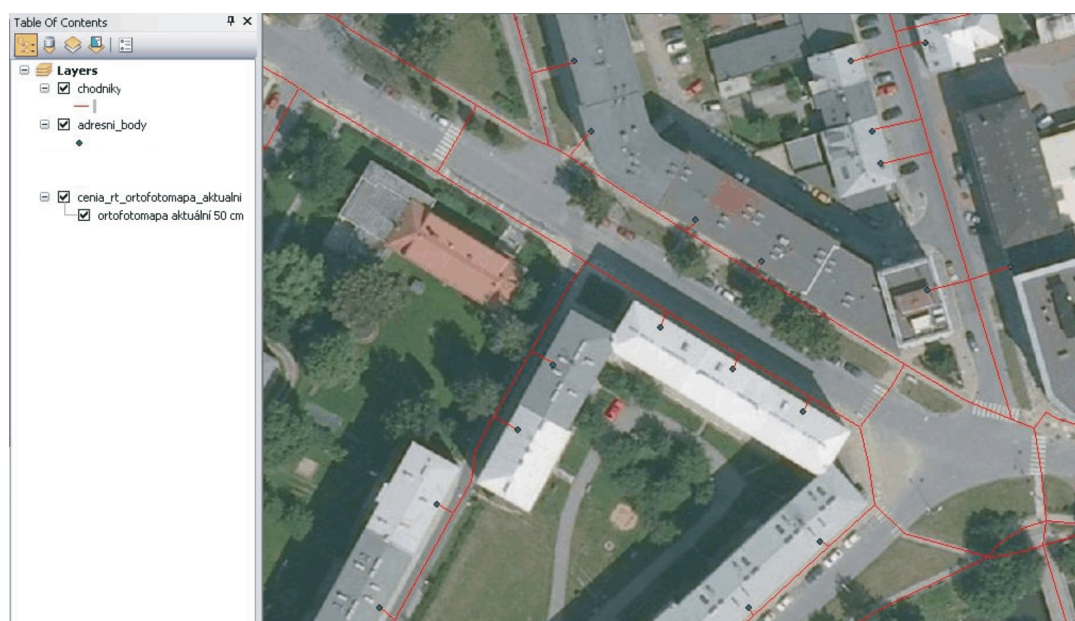
Vrstva chodníků z Centra kinantropologického výzkumu (dále CKV) byla vztažena k roku 2006. CKV funguje při Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého a zabývá se výzkumem v oblasti pohybové aktivity, životního stylu a zdraví. Data bylo nutné alespoň částečně aktualizovat. Aktualizace byla vztažena k vrstvě adresních bodů, které byly směrodatné pro prováděné analýzy.

Původní vrstva obsahovala pouze chodníky, ale lidé se běžně pohybují i po silnicích – ať už z důvodu zkrácení si cesty či proto, že někde chodníky scházejí. Proto některé části silnic byly převzaty z dat StreetNET CZE (2011). Zcela vyloučeny byly dálnice a hlavní silnice. Převzaty byly zejména místní a spojovací komunikace. Část dat byla nově digitalizována pomocí webové služby Geoportálu Cenia – ortofotosnímky, snímkování z let 2004 - 2010). Byla snaha postihnout všechny adresní body, ke kterým se pak výsledné síťové analýzy vztahovaly. V některých lokalitách bylo z ortofotosnímku patrné kudy se bude ubírat výstavba komunikací, např. po rekonstrukci přednádražního prostoru nebo při výstavbě nových domů. Rovněž byla snaha, aby každý adresní bod měl svoji příchozí cestu (Obrázek 2.1). Úprava této vrstvy byla časově nejnáročnější. Problém nastal u chodníků na obou stranách ulice. Autor původní vrstvy se snažil dodržovat chodníky po obou stranách zejména u hlavních cest (pokud se tam vyskytovaly). Při přepracovávání bylo nutné doplnit pěší komunikace o cesty, kde chodníky nejsou, ale zároveň jsou pro pěší dostupné. Ne vždy však bylo z ortofotosnímku patrné, zda se na daném místě chodník vyskytuje nebo ne a ve většině případů tak byla linie vedena středem ulice. Zaneseny byly také všechny patrné přechody pro chodce (Obrázek 2.2).

Ze sítě pěších komunikací byl vytvořen *Network Dataset* určený pro práce s extenzí Network Analyst. Pro pěší chůzi není třeba žádných omezení na síti, proto ani vytvořenému datasetu nebyly žádná omezení připsány.



Obrázek 2.1 Příchozí cesty k adresním bodům



Obrázek 2.2 Ukázka úpravy vrstvy chodníků

Topologie byla zajištěna použitím nástroje *Split at Vertices*, který rozdělí všechny linie v bodech. Následně byl použit nástroj *Unsplit*, aby došlo k zachování úseků linií. Na takto upravenou síť byla aplikována dvě topologická pravidla – *Must Not Overlap* (zaručí nepřekrývání linií navzájem) a *Must Not Intersect* (zaručí, že se linie navzájem neprotínají – linie mohou pouze sdílet koncové body). Chyby, které byly při aplikaci pravidel objeveny, byly následně opraveny.

Přes veškerou snahu nebylo možné vrstvu pěších komunikací aktualizovat stoprocentně. I při použití ortofotosnímku a určité osobní znalosti města Olomouce nebylo na některých místech možné určit, kudy lidé daný úsek procházejí, a u větších silnic, zda je vůbec úsek možné projít pěšky. Délka těchto pěších komunikací je více než 730 km a délka silnic přesahuje 620 km, tudíž je nereálná úprava dat v terénu a bylo spolehnuto pouze na ortofotosnímek.

Adresní body

Časově náročnou částí byla aktualizace adresních bodů. Nejprve byly podle dat z ohlašovny doplněny orientační a popisná čísla do databáze MMOL. Pokud dojde ke změně těchto čísel, informace se nejprve dostane na ohlašovnu, tedy k příjmu MMOL, pak je zpracována do stávající struktury. Adresní body byly zaktualizovány k březnu roku 2011 a podle dat z ohlašovny byly doplněny o dalších přibližně 300 nových záznamů. Orientační a popisná čísla byly v prostředí Microstation95 prostorově dokresleny za jednotlivá katastrální území Olomouce a propojeny s databází orientačních a popisných čísel MMOL. Tato aktualizace byla provedena v rámci praxe autorky na MMOL. Následně došlo k propojení s adresami RUIAN (dále registr územně identifikačních adres a nemovitostí). Rovněž byla přenesena prostorová lokalizace podle umístění popisných (orientačních) čísel v souboru. Na tuto databázi byla ještě navázána demografická data o počtu obyvatel v jednotlivých adresních bodech rozdělených podle věkových kategorií. Propojení s RUIAN a připojení demografických dat bylo provedeno pracovníky magistrátu, a to z důvodu práce s citlivými daty a občanech Olomouce. Výsledná vrstva adresních bodů pak byla poskytnuta pro účely diplomové práce ve formátu ESRI shapefile.

Adresní body znázorňují obyvatele s trvalým pobytem ve městě Olomouc. Obyvatele, kteří nemají nahlášený trvalý pobyt v Olomouci, magistrát města neeviduje a vzhledem k tomu, že se jedná o citlivé údaje, není možné tyto data ani jinak dohledat. Do všech analýz tak vstupují pouze obyvatele města Olomouce, kteří zde mají trvalý pobyt.

Při provádění analýz na síti byla adresním bodům přiřazena váha, kterou byl počet obyvatel na jednotlivých adresách. Pro malé vzdálenosti mezi body, mezi body a zařízeními a také při malých rozdílech mezi počty obyvatel na adresních bodech se nastavená váha projevuje minimálně nebo vůbec.

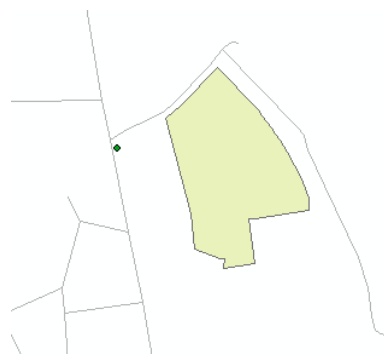
Mateřské školy

Prostorová data mateřských škol byla poskytnuta MMOL a jednalo se o data stávajících státních mateřských škol ve formátu ESRI shapefile. Rovněž byla poskytnuta tabulková data s údaji o kapacitě dětí v jednotlivých školkách, která byla k prostorovým

datům připojena. Dále byla vytvořena nová vrstva soukromých mateřských škol, aby bylo možné srovnat počty a kapacitu se školami spravovanými MMOL. Soukromé školy byly zakresleny podle adres a to z databáze na webových stránkách <http://www.seznamskol.eu/> a <http://www.firmy.cz/>.

Sběrné dvory

Vrstva sběrných dvorů byla poskytnuta MMOL ve formátu ESRI shapefile. Jednalo se o polygonovou vrstvu, která byla převedena na bodovou. Vrstva obsahovala jak dvory stávající, tak návrhy nových sběrných dvorů dle konceptu územního plánu města Olomouce. Tam, kde to bylo nutné, byly dodigitalizovány pravděpodobné příjezdové cesty ke dvorům dle ortofotosnímku z webové služby Cenia. Pro přesnější práci na síti, byly body posunuty vždy k „hlavní“ silnici (Obrázek 2.4).



Obrázek 2.4 Úprava vrstvy sběrných dvorů

Stanoviště s nádobami na separovaný odpad

Z předchozí spolupráce MMOL a katedry geoinformatiky vznikla vrstva stanovišť s nádobami na separovaný odpad, která se vztahuje k roku 2010 a byla tedy nutná její aktualizace. Nejaktuálnější databáze stanovišť je k 20. 12. 2011, kdy jsou nádoby umístěny na více než 740 stanovištích. Patří zde nádoby na plasty, papír, sklo a tetrapakové obaly. Původní vrstva obsahovala pouze asi 650 záznamů, navíc s některými nevyplněnými atributy o typu nádob a jejich počtu. Databáze stanovišť je vedena tabulkovou formou vždy definovaná adresou stanoviště (Obrázek 2.5). Dle adresních bodů byla adresa dohledána, v mapě bylo dle ortofotosnímku zakresleno stanoviště a byl vytvořen identifikátor s názvem „cislo“, prostřednictvím kterého se pak spojily všechny prvky se svými atributy (identifikátor byl přiřazen i původním stanovištěm, aby tak mohly být aktualizovány i jejich atributy). V případě, že adresa nebyla v adresních bodech nalezena, byla dohledána prostřednictvím mapového portálu <http://www.mapy.cz/>. Jako pomůcka byly použity fotografie stanovišť pořízené MMOL

(Obrázek 2.6). Fotografie nejsou dostupné pro všechny stanoviště a nemají příliš velkou vypovídající hodnotu o umístění nádob, tudíž ve většině případech bylo spolehnuto výhradně na ortofotosnímek. U pěti stanovišť nebyla nalezena odpovídající poloha ani v datech adresních bodů, ani prostřednictvím webu a pro další analýzu se počítá bez těchto lokalit. U atributů nebyla rozlišována velikost sběrných nádob, pouze jejich typ a počet (Obrázek 2.7). Vysvětlivky k atributům uvedeny na příloženém CD.

číslo	NÁZEV STANOVIŠTĚ	č. fotky	PLAST			PAPÍR			SKLO			bílé sklo		T. PAK	Foto
			1100	240	120	1100	240	120	1100	240	120	240	1200		
4.	Bacherova 1		1			1			1			1		1	
5.	Bacherova 9		1			1			1					2	foto
6.	Bacherova 13		1			1			1			1		1	
7.	Bacherova 15,17,19,21		1			2			1					1	foto
8.	Balcárkova	4020	1			1			1			1		1	foto
9.	Balbínova 3, 5		2			0			1			1		0	
10.	Balbínova 7, 9		1			1			1					0	foto
11.	Balbínova 11, 13	3575	0			1			0					1	foto

Obrázek 2.5 Databáze MMOL - stanoviště nádob na separovaný odpad



Obrázek 2.6 Fotografie stanoviště pořízená MMOL

HM	plast	papír	sklo n	tetra	sklo c	číslo
Blažejské náměstí 12	1	0	0	0	0	15
Boleslavova 20	1	1	1	1	1	16
Borůvková 1	1	1	1	1	1	17
Bořivojova 4	1	0	0	0	0	18
Bořivojova 6	0	1	0	0	0	19
Bořivojova x Na Struze	2	2	1	1	3	20
Boženy Němcové - ČD	1	1	1	1	1	21
Božetěchova 3	1	1	1	1	1	22
Brněnská 48	1	1	1	2	1	23
Břetislavova x Gogolova	2	1	1	1	1	24
Čadova x Gorkého	1	1	1	1	2	25
Čajkovského 10	1	1	1	0	1	27
Čajkovského 11	1	3	0	0	0	26
Čajkovského 4	0	1	1	2	1	28
Čelakovského 25	2	2	1	1	1	31
Čelakovského 3	2	2	0	2	0	30

Obrázek 2.7 Výsledné atributy vrstvy stanovišť

2.3.2 Návod k tvorbě alokačních a lokačních analýz v prostředí ArcGIS

Jedním z cílů práce bylo také rozšíření popisu možností alokace a lokace v ArcGIS 10.0, a to pomocí stručného návodu. V rámci návodu byly popsány možnosti nastavení analýz *Buffer*, *Create Thiessen Polygons*, *Service Area* a *Location-Allocation*. Byla rozepsána jejich funkčnost a parametry, včetně obrázkové dokumentace. Návod obsahuje popis jednotlivých nástrojů, který je rovněž obsažen v kapitole 5, rozšířený o popis možností nastavení jednotlivých analýz. Dále pak obsahuje vzorové příklady, na kterých je vysvětleno použití analýz a jejich funkčnost. Návod je dostupný na webových stránkách k diplomové práci na stránkách katedry geoinformatiky.

2.3.3 Případová studie - sběrné dvory

V Olomouci jsou 2 sběrné dvory. Tato kapacita je nepostačující, proto koncept územního plánu obsahuje nové lokality pro jejich umístění. Cílem analýzy bylo vytipování nejvhodnějších z těchto lokalit na základě lokačních a alokačních analýz s využitím adresních bodů, tedy pomocí nástroje *Location-Allocation*.

2.3.4 Případová studie – stanoviště s nádobami na separovaný odpad

Problematika tříděného odpadu byla již na magistrátu zpracovávána dříve, ale chyběla analýza současného stavu rozmístění nádob a vytipování míst, kde schází nádoby na tříděný odpad. To se dělo rovněž se zapojením adresních bodů a nástroje *Location-Allocation*.

2.3.5 Případová studie – mateřské školy

Po konzultaci na Magistrátu města Olomouce bylo dohodnuto zpracování tematiky školství, konkrétně vytvoření spádových oblastí mateřských školek a analýza jejich dostupnosti. Pro tento typ analýz byla použita funkce *Service Area*, *Create Thiessen Polygons* a *Location-Allocation*, která byla vztažena pouze k výběru adresních bodů dle věkové skupiny pro mateřské školy.

3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

3.1 Studie zabývající se problematikou alokace a lokace

Přiřazování spotřebitelů ke zdrojům, neboli alokace, a hledání optimální lokality pro nějaké zařízení nebo službu neboli lokace, je předmětem mnoha studií. Dnes asi největší oblastí využití síťových analýz, a v rámci nich také lokačních a alokačních analýz, je oblast logistiky a geomarketingu.

V logistice lze takto řešit problémy přepravního řetězce více komplexně, jako celek a řídit tak oběh materiálu, skladování, překlad, distribuci a přepravu, protože lze těmito analýzami odpovědět na otázky typu kolik zařízení, kde a s jakou kapacitou vybudovat na síti, jaké body k nim přiřadit, a pod. Nejčastěji se tedy tyto analýzy užívají k lokaci logistických center a snížení tak nákladů a času na přepravu. Geomarketing propojuje demografická a marketingová data a zde se lokace a alokace využívá k oslovení klientů či zjišťování prostorové konkurence (Burešová, 2010).

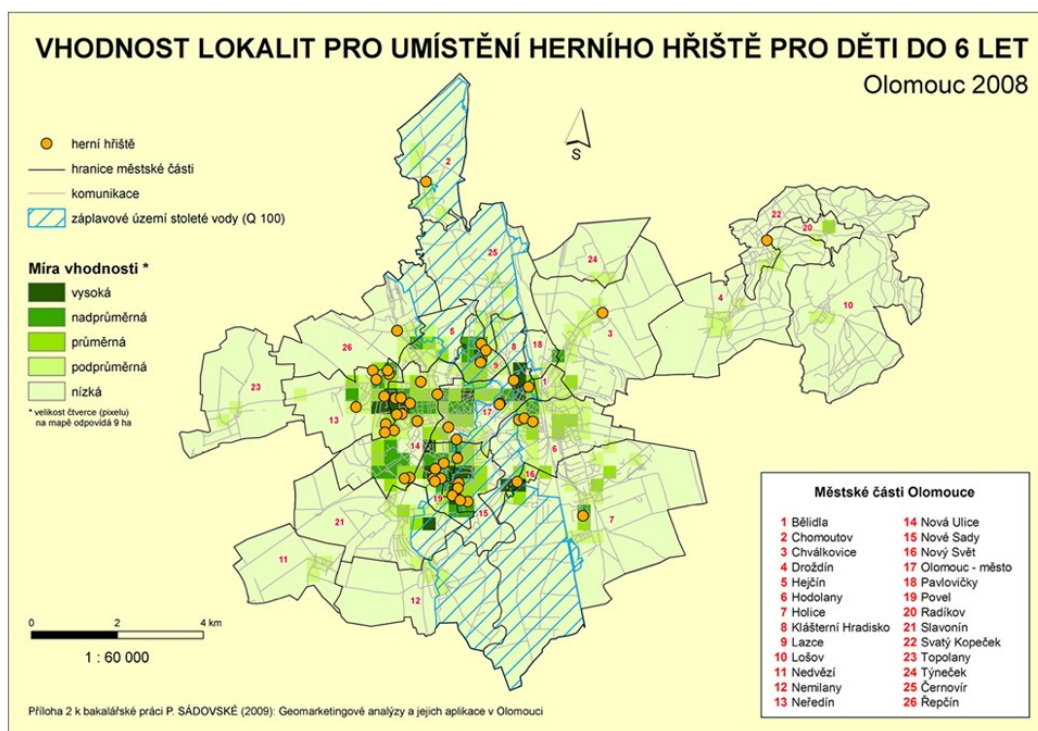
Dalšími oblastmi, kde tyto analýzy nacházejí uplatnění je modelování alokace v distribuci vody (potrubí), v oblasti služeb a investic (hledání vhodných lokalit pro investory), ve sběru odpadu, v oblasti datových sítí (sociální webové sítě, wifi, IP adresy) nebo se nově v těchto analýzách využívá také genetických algoritmů pro řešení rozsáhlejších problémů.

V souhrnu lze říci, že tyto analýzy nejvíce pomáhají plánovačům, v oblasti Facility Managementu a služeb jak veřejného, tak soukromého sektoru, kde napomáhají v procesech rozhodování, zejména v multikriteriálním rozhodovacím procesu. Pomáhají nám popsat, vysvětlit a předpovědět situace týkající se těchto problémů a GIS je jedním z nástrojů pro jejich usnadnění a modelování.

3.1.1 Studie prováděné v ČR

Podobnou tematikou jako tato diplomová práce se zabývala Petra Sádovská (2009) ve své bakalářské práci, a to rovněž pro katastrální území města Olomouce. Pracovala s nižší verzí softwaru ArcGIS 9.3. Nejdříve provedla analýzu rozmístění dětských hřišť. Vytvořila vzdálenostní zóny pomocí nástrojů *Buffer*, *Service Area* a *Create Thiessen polygons*. Následně hledala nejvhodnější lokality pro umístění nového dětského hřiště užitím mapové algebry, kdy pomocí extenze *Repeating Shapes* rozdělila území na čtverce o rozloze 9 ha. Každému z těchto čtverců pak přiřadila součet atributů s informacemi o počtu obyvatel do 6 let věku, pro které jsou dětská hřiště určena, a také přičetla hodnotu indexu stáří. Tímto vznikly mapy optimálního rozmístění dětských hřišť (Obrázek 3.1), které byly porovnány s jejich skutečným rozmístěním. Další zpracovávanou tematikou

byla sportovní centra, kdy provedla dotazníkové šetření ohledně návštěvnosti center a rovněž analýzu rozmístění, aby porovnála vytvořené vzdálenostní zóny s informacemi z dotazníkového šetření. Ve výsledné analýze rovněž pracovala s funkcemi mapové algebry a sestavila mapu vhodnosti pro umístění sportovního centra.

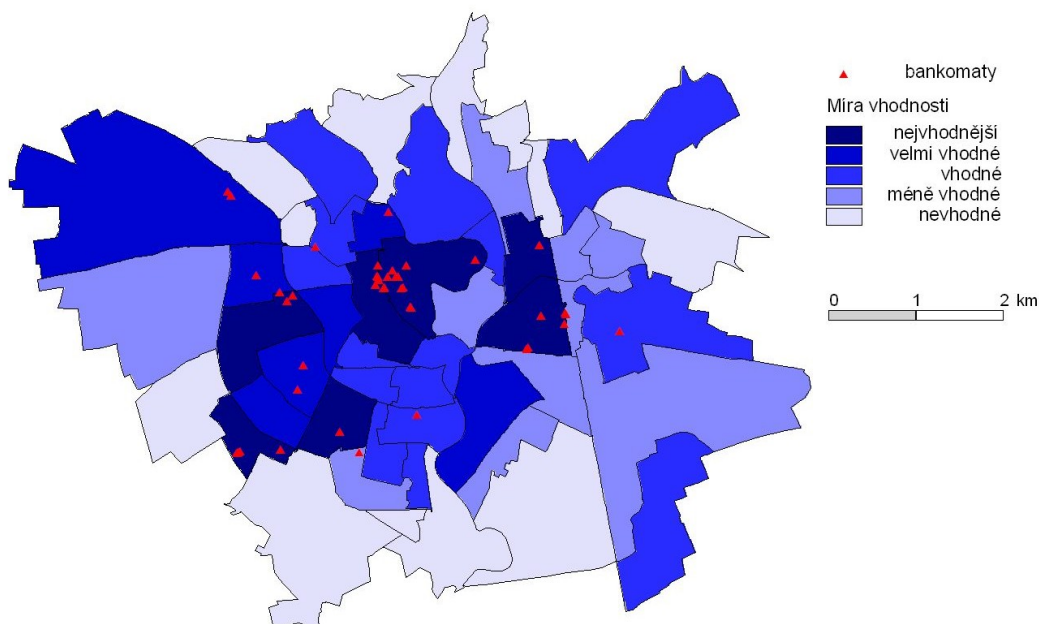


Obrázek 3.1 Vhodnost lokalit pro umístění herního hřiště pro děti do 6 let (autor: P. Sádovská, 2009)

Obslužnými zónami se zabýval ve své bakalářské práci Lukáš Krejčí (2005), který vypočítával nejvhodnější lokality pro umístění bankomatů a dále prováděl analýzu míry obslužnosti bankomatů v Olomouci. Pro analýzy a zpracování dat použil software GeoMedia 5.1 Professional a ArcView 3.1 s extenzí *Network Analyst* a *Spatial Analyst*, vytvářel buffer zóny, Thiessen polygony a analýzy na silniční síti. Rovněž prováděl analýzy demografické. Na základě těchto analýz navrhl nejvhodnější lokality pro nové bankomaty (Obrázek 3.2).

NEJVHODNĚJŠÍ LOKALITY PRO UMÍSTĚNÍ BANKOMATŮ V OLOMOUCI

(stav k roku 2001)

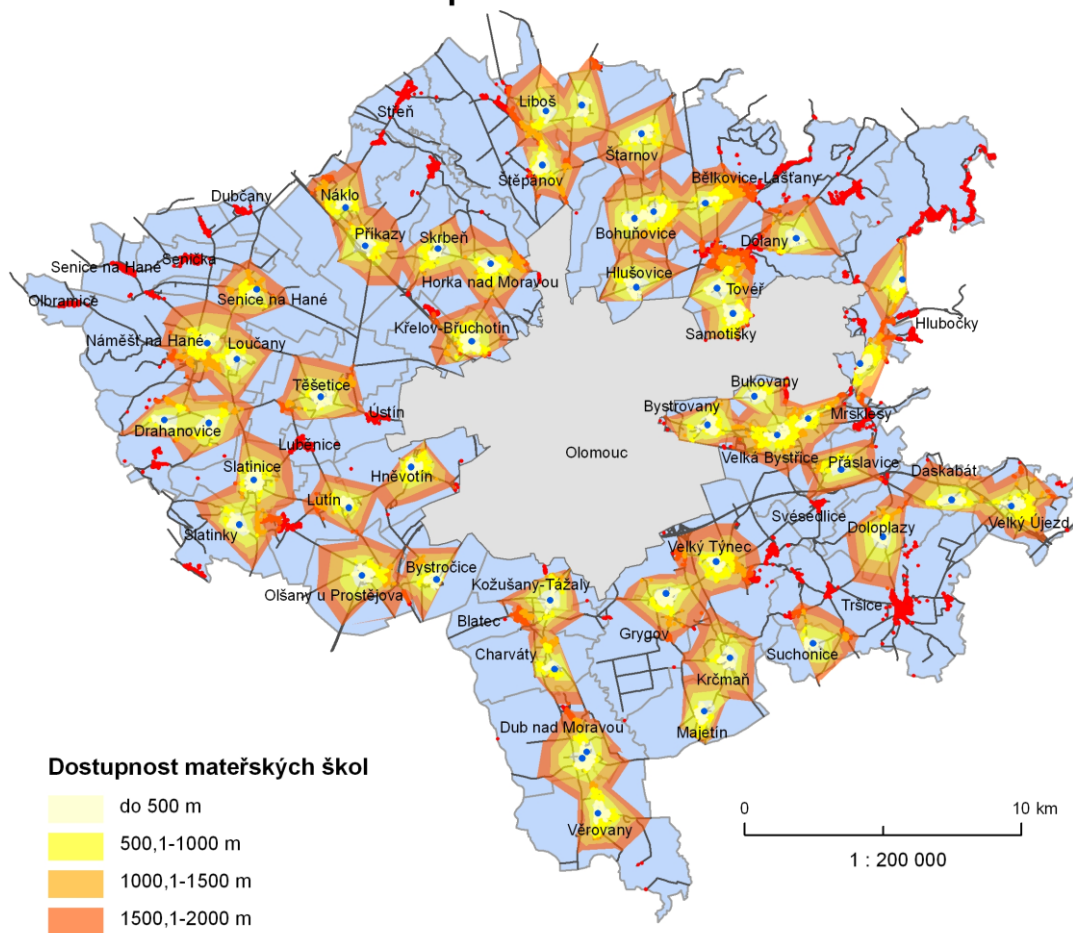


Obrázek 3.2 Nejvhodnější lokality pro umístění bankomatů v Olomouci

(Autor: L. Krejčí, 2005).

Problematikou dostupnosti a obslužných zón se zabýval také Dalibor Koutný (2011) v bakalářské práci. Data za území obce s rozšířenou působností Olomouc (mimo Olomouc) získal hlavně z projektu POHOS a také terénním sběrem dat. Data z terénu musel pro použití analýz geokódovat. Vše zpracovával v softwaru ArcGIS 9. Výsledkem jsou analýzy dostupnosti pro obchody s potravinami, autobusových zastávek, mateřských a základních škol, zdravotnických zařízení a dalších (Obrázek 3.3). Na základě těchto analýz pak hodnotil vybavenost obcí na Olomoucku.

VZDÁLENOSTNÍ DOSTUPNOST MATEŘSKÝCH ŠKOL NA OLOMOUCKU MIMO OBEC OLOMOUC pro rok 2011



Obrázek 3.3 Vzdálenostní dostupnost mateřských škol na Olomoucku mimo Olomouc
(Autor: D. Koutný, 2011).

3.1.2 Studie zahraniční

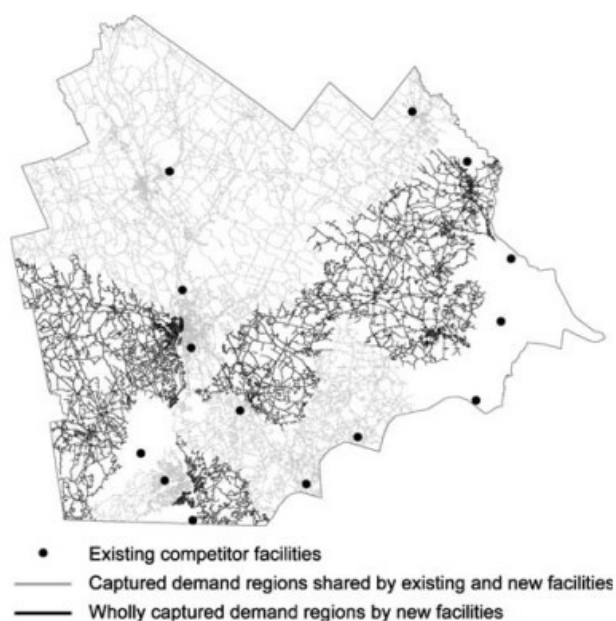
Egypt

Hledáním nových lokalit pro základní školy se zabýval Dr. Ahmed M. W. Abdel-Latif (2007) ze Saudské Arábie. Zájmovou oblastí studie byl ostrov u města Káhira v Egyptě, který je ze všech stran obklopený řekou Nil a s městem je spojený mosty. Autor se domníval, že na „uzavřeném“ systému bude testování modelu přesnější. Nejprve identifikoval potenciální nové lokality, kdy určil využití země

na jednotlivých parcelách v daném území, výšku budov, půdorys a typ konstrukce budovy. V software ArcGIS vytvořil multikriteriální model užitím nástroje *Model Builder*. Po zadání kritérií, které byly předem určeny (na výšku budov, využití země, typ budovy atd.) model vybral možné parcely, kde školu lokalizovat. Druhou částí studie je výběr tří lokalit ze všech možných pomocí lokačních a alokačních analýz dostupných v software ArcInfo Workstation. Na základě demografických dat z censu vybral cílovou věkovou skupinu lidí a vypočítal poptávkovou hodnotu (podle sestaveného vzorce, kde bral v potaz počet lidí v územní jednotce, půdorys budov a počet poschodí). Hodnotu pak přiřadil každé parcele a pak ji přenesl na body na síti. Následně pak pomocí algoritmu P-median (viz kapitola 4) vybral nejvhodnější lokality pro nové školy.

USA

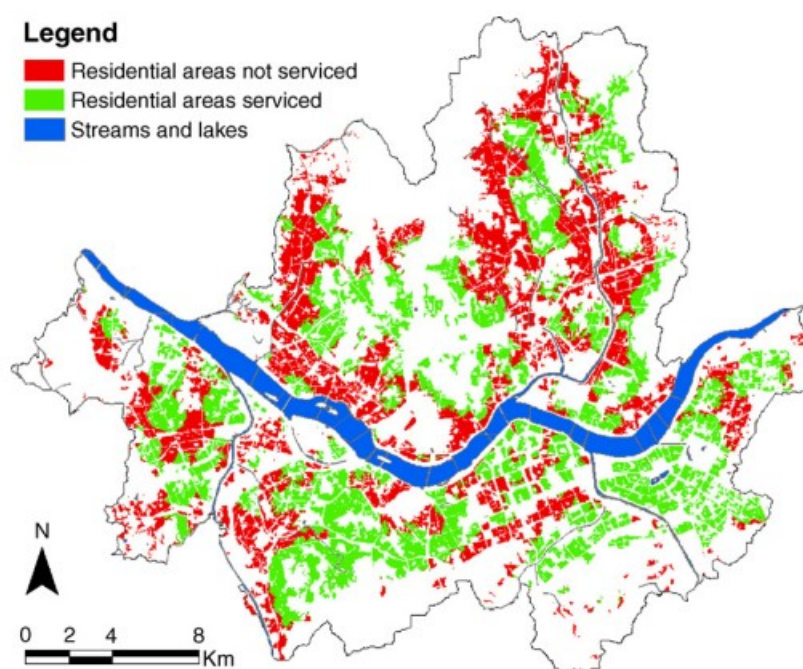
Benjamin D. Spaulding a E. Robert G. Cromley (2007) se ve své studii zabývali hledáním nových lokalit pro obchody a berou v potaz také konkurenční obchody. Zájmovou oblastí je jihovýchodní oblast regionu New Hampshire v USA. Do analýzy vstupovalo celkem 11 měst pro umístění nových obchodů a 14 měst, kde se vyskytoval konkurenční obchodní řetězec. Podmínkou pro nový obchod bylo vyloučení měst s konkurenčními obchody. Jako první identifikovali obslužné zóny pro každé město, tedy celkem 25 zón. Vše v software ArcGIS 9.1 pomocí nástroje *Service Area*. Zóny konkurenčních zařízení spojily do jedné vrstvy a vždy přidělali jednu zónu pro nový obchod a porovnali je. Výsledkem je mapa, která rozděluje obslužné zóny na ty, které jsou sdíleny i konkurenčním zařízením a ty, které jsou čistě poptávkové pro nové obchody (Obrázek 3.4). Z nich pak určily místa největšího potenciálu pro nový obchod.



Obrázek 3.4 Výsledná poptávková zóna vzhledem ke konkurenčním zařízením (Spaulding, Cromley, 2007).

Jižní Korea

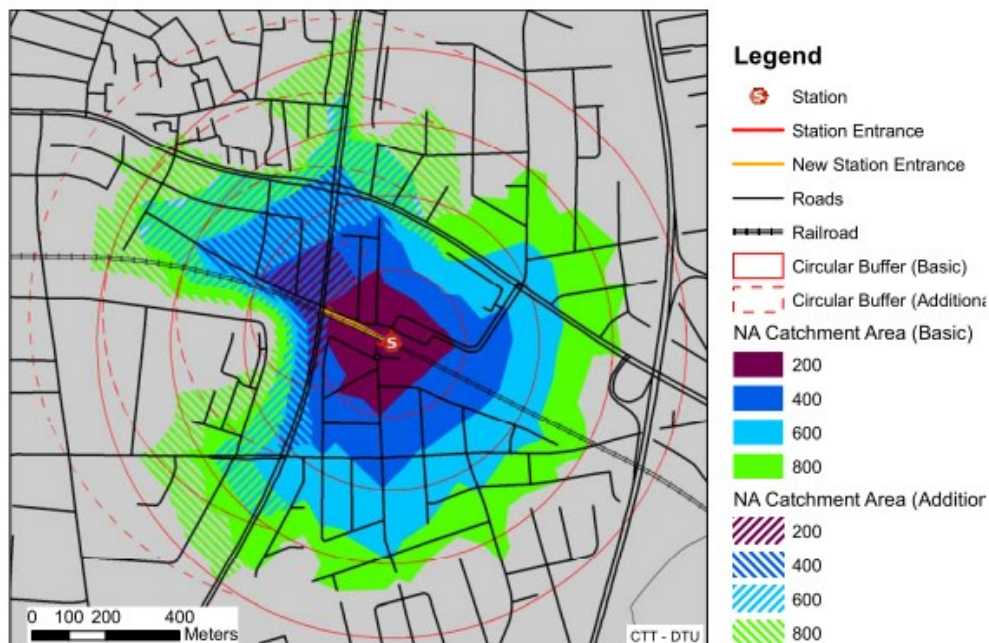
Prostorovým rozmístěním městských parků v Soulu se zabývali Kyushik Oh a Seunghyun Jeong (2007). Ve své studii analyzovali přístupnost městských parků pro chodce a tím tedy jejich obslužnost. Do analýzy vstupovala vrstva chodníků a městských parků a byla prováděna v softwaru ArcGIS pomocí nástrojů *Buffer* a *Service Area*. Bylo zjištěno, že funkce pro generování obslužných zón je přesnější. Výsledkem byla mapa s oblastmi obsluhovanými (dostupnými) parky a nedostupnými pro obytné zóny (Obrázek 3.5). Bylo zjištěno, že parky jsou rozmístěny neadekvátně k obytným oblastem a byly tak vytipovány oblasti pro nové parky, které byly zahrnuty do politiky městského plánování.



Obrázek 3.5 Obslužné zóny kolem parků v obydlených oblastech (Oh, Jeong, 2007).

Dánsko

Obslužnými zónami kolem zastávek metra se zabývali autoři Alex Landex a Stephen Hansen (2006) z Technické Univerzity v Dánsku. Nejprve pomocí softwaru ArcGIS srovnávali nástroje *Service Area* a *Buffer* na vybraných stanicích metra v Kodani. Zjistili, že buffer je méně přesný, protože nebere v potaz uliční síť a pro další analýzy využívaly pouze obslužných zón. Výsledky chtěli zpřesnit přidáním více vstupů do stanic metra a zjistili, že obslužné zóny se liší a přidáním dalšího vchodu se mohou rozšířit (Obrázek 3.6). Rovněž zkoušeli přidat k vybrané stanici most a sledovali, jak se obslužná zóna bude měnit.



Obrázek 3.6 Změna velikosti obslužné zóny po přidání nového vchodu do stanice metra Herlev (Landex, Hansen, 2006).

3.2 GIS nástroje pro alokační a lokační analýzy

Funkcionalita GIS software pro řešení alokačních problémů se více méně omezuje na generování obslužných zón, tedy dostupnostní analýzy, případně na jednodušší variantu, kterou jsou obalové zóny neboli buffery. Problematika lokace je řešena hledáním vhodných míst pro nové zařízení podle zadaných vstupních parametrů, které se u jednotlivých softwarů liší. Pro GIS software základem zůstává provádění analýz na síti a každý z nich nabízí různou úroveň funkcionality a různé postupy k řešení těchto problémů.

Network Analyst

Network Analyst je extenze pro ArcGIS software určená pro síťové analýzy. Poslední verze 10.0 obsahuje nový nástroj *Location-Allocation* určený právě pro řešení alokačních a lokačních problémů. Umožňuje generovat obslužné zóny, vyhledávat nejvhodnější lokality pro nové zařízení z potenciálních lokalit, také s přihlédnutím ke konkurenci a potenciálním zákazníkům (ESRI, 2012). Tento nástroj byl použit pro zpracování analýz, které jsou součástí této diplomové práce.

Business Analyst

Business Analyst je extenze pro ArcGIS software určená pro obchodní analýzy. Svoji funkcionalitou se podobá extenzi *Network Analyst*. Zpracovává problematiku obslužných oblastí rovněž se zahrnutím demografických údajů (adresních bodů i demografických profilů zákazníků) a rovněž probíhá na síti. Více se zaměřuje na oblast trhu (konkurenci, hot spots, penetrace přes oblasti trhu, vytváření profilů zákazníků, vizualizace současné oblasti distribuce, hledání oblastí nových zákazníků, demografické analýzy a další. Slouží tedy zejména pro analýzy trhu na síti (ESRI, 2012).

Urban Analysis

Urban Analysis je open source toolbox pro ArcGIS vyvinutý na technologickém institutu v Massachusetts. Je určen k výpočtu analýzy centrality na prostorové síti a obsahuje celkem pět typů analýz – analýzu dosažitelnosti (*Reach*), analýzu přitažlivosti (*Gravity Index*), analýzu spojitosti (*Betweenness*), analýzu blízkosti (*Closeness*) a analýzu přímosti (*Straightness*). Podmínkou pro použití toolboxu je ArcGIS software ve verzi 10.0 s platnou extenzí *Network Analyst*. Přidává budovy jako nový prvek sítě, které reprezentují místa, kde doprava z ulic proudí do budov (bodů nebo polygonů). Další změnou je pak vážená reprezentace těchto nových síťových prvků, jako například počet obyvatel v jednotlivých budovách, počet zaměstnaných, výška budov a další. (Sevtsuk, Mekonen, 2011).

RegioGraph

RegioGraph je geomarketingový software německé společnosti GfK GeoMarketing. Umožňuje analýzu obchodních dat, zjišťování potenciálu území vzhledem k obchodním datům, optimalizaci obchodních teritorií, tvorbu spádových oblastí, distribučních zón a další. Vše v mapových výstupech. Je tedy vhodný zejména pro business analýzy. Podporuje import z mnoha formátů dat a obsahuje také podkladové mapy pro 22 evropských zemí, včetně České Republiky (RegioGraph , 2012).

GeoMedia Transportation Manager

Transportation Manager je nástroj z řady GeoMedia od společnosti Intergraph. Soustřeďuje se na síťové analýzy, zejména na trasování a tvorbu sítě. Z problematiky alokace a lokace obsahuje funkci na generování obslužných zón k zadaným bodům na základě vzdálenosti nebo nákladů (Intergraph, 2005).

Microsoft MapPoint

Microsoft MapPoint slouží k vizualizaci business dat do mapové formy. Funguje pouze s operačním systémem Microsoft Windows. Obsahuje mapy Severní Ameriky nebo Západní Evropy. Lze v něm definovat a mapovat vlastní oblasti prodeje a poptávky. Spíše než k využití pro alokační a lokační problémy se využívá pro trasování a vizualizaci obchodních dat (Microsoft, 2012).

LoLA

LoLA neboli Library of Location Algorithms je software vyvinutý na univerzitě v Kaiserlauternu. Skládá se ze známých algoritmů používaných pro plánování lokace. LoLA je složena z grafického uživatelského rozhraní, textového rozhraní a programovacího rozhraní navrženého pro uživatele, kteří si chtějí napsat svůj vlastní C++ program použitím algoritmů z LoLA knihovny. Kromě jiných řeší také lokační problémy na síti, jako např. P-medián. Jedná se spíše o statistický software než GIS, ale je zde možnost implementovat LoLA do ArcView 3.x a rozšířit tak jeho funkcionalitu (Technische Universität Kaiserslautern, 2001). LoLA není dále aktualizována ani vyvíjena.

S-Distance

Software S-Distance byl vyvinutý na univerzitě v Thessaly v Řecku, vytvořen v programovacím jazyce Microsoft Visual Basic 6.0 a je zaměřený na alokační a lokační analýzy. Zahrnuje problematiku P-mediánu, P-centrality a maximálního pokrytí. Pro řešení síťových problémů využívá Dijkstrův nebo Floydův algoritmus. Jedná se o statistický software a integrace do GIS je plánována v budoucím vývoji. Poslední verze je z roku 2006 a tudíž není jasné, zda se software bude dále vyvíjet (University of Thessaly, 2006).

4 ALOKAČNÍ A LOKAČNÍ ANALÝZY

Alokací rozumíme přiřazení spotřebitelů ke zdrojům, kdy vznikají tzv. servisní oblasti (Service Areas) – např. servisní oblast kolem supermarketu. Lokace je pak hledání optimální lokality pro nějaké zařízení – např. pro nový supermarket tak, aby přilákal co nejvíce potenciálních zákazníků. Tyto dva problémy jsou navzájem provázány a propojeny, a pro jejich vysvětlení je třeba nahlédnout do lokační teorie a teorie grafů.

4.1 Lokační teorie

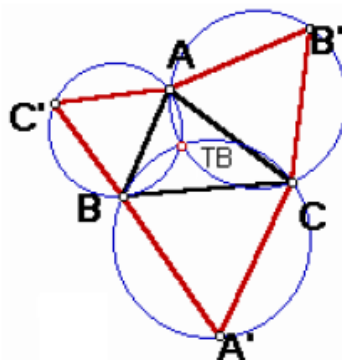
Lokační teorie vychází z hledání vhodné lokalizace pro nějaké zařízení (lokace). Lokalizace je dána souřadnicemi x , y a vypočítána ze známých souřadnic pevných bodů, tzv. poptávkových bodů a podle váhy jim přiřazené (alokace).

Hledá se v podstatě územní medián, tedy bod s minimálním součtem euklidovské vzdálenosti, vzdálenosti „vzdušnou čarou“ (např. při hledání lokalizace bodu tak, aby součet vzdáleností od daných bodů byl minimální). Lze také přidat váhu těmto bodům, např. cenu za dopravu, kdy pak hledáme vzdálenost s minimální cenou.

4.1.1 Územní medián

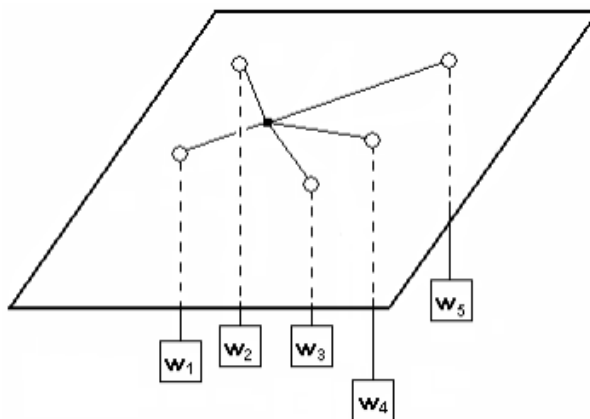
K nalezení územního mediánu se používá Torricelliho bod, Varignonův rámeček nebo Voronoi diagramy (Burešová, 2009).

Torricelliho bod je bod uvnitř ostroúhelného trojúhelníku, který má minimální součet vzdáleností od vrcholů (Vodstrčil, 2008). Nad každou stranou trojúhelníka se sestrojí rovnostranný trojúhelník a jeho kružnice opsaná. Všechny tři kružnice se protnou v jedné bodě – Torricelliho bod (Obrázek 4.1). Předpokládá se stejná váha všech vrcholů trojúhelníku (Burešová, 2009).



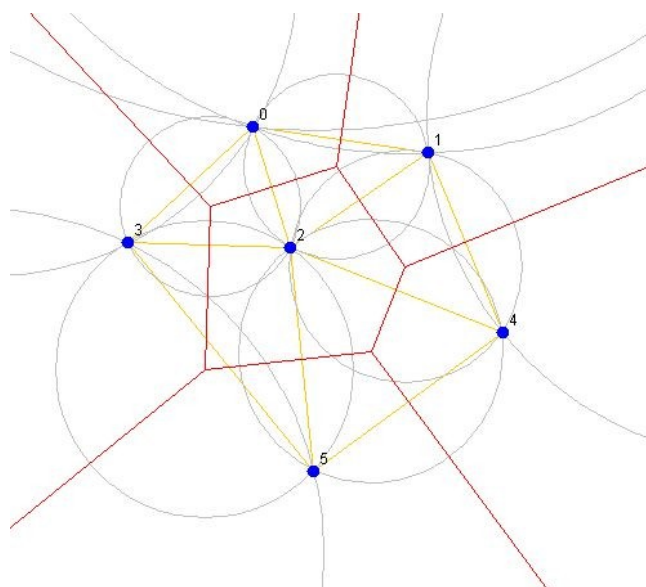
Obrázek 4.1 Torricelliho bod (Burešová, 2009)

Varignonův rámeček vychází z analogického modelu desky s otvory, které odpovídají obslužným bodům. Každým otvorem prochází nit, na jejímž volném konci visí závaží s váhou (Obrázek 4.2). Opačné konce nití jsou svázaný v uzlu, jehož souřadnice po ustálení představují optimální umístění střediska obsluhy (Burešová, 2009).



Obrázek 4.2 Varignonův rámeček (Burešová, 2009)

Voronoi diagram vychází z množiny bodů a představuje jejich rozklad na uzavřené oblasti, tzv. Voronoi buňky, které představují všechny body, jejichž vzdálenost k danému objektu v buňce není větší než k ostatním (Bayer, 2007). V lokační teorii Voronoi buňky rozdělují zákazníky tak, aby byli obsluhováni vždy z nejbližšího střediska (Burešová, 2009). Princip konstrukce spočívá v sestrojení přímků spojujících sousední střediska. Výsledkem je trojúhelníková síť. Voronoi buňky se pak tvoří spojováním středů těchto trojúhelníků (Obrázek 4.3).



Obrázek 4.3 Voronoi buňky (Bayer, 2007 – generátor Voronoi buněk)

4.1.2 Problémy alokace a lokace

Problémy alokace a lokace lze rozdělit na spojité a diskrétní.

Spojité problémy

Spojité problémy jsou popsány prostřednictvím spojitých veličin, kdy je nutné znát nejen polohu dvou bodů (jejich souřadnic), ale jejich vzdálenostní míru (jak je to daleko z jednoho bodu do jiného). Základní vlastností bodů je jejich vzájemná poloha daná vzdáleností mezi nimi, a to buď vzdušnou čarou, Euklidovská vzdálenost, nebo po trase, Manhattan vzdálenost (Burešová, 2009). Spojité problémy se řeší prostorovým vztahem mezi potenciálními zákazníky (nejčastěji představováni poptávkovými body) a obslužnými centry. Obslužná centra mají definovaný rádius nebo prahovou vzdálenost, a pokud je poptávkový bod uvnitř této oblasti, je považovaný za pokrytý obslužným střediskem, a obsluhován tímto zařízením.

Diskrétní problémy

Diskrétní lokační problémy jsou založeny na konečném počtu míst, ve kterých může být obslužné zařízení lokalizováno a na konečném počtu potenciálních klientů nebo zákazníků (školy, letiště, nemocnice mající určitou kapacitu). Pro tyto problémy neexistuje obecný lokační model kvůli mnohdy velkému počtu omezení a cílů, které musí být co nejvíce optimalizovány. Praktický význam těchto modelů je v soukromém i veřejném sektoru a všechny jsou založeny na daném počtu bodů, které mají být obsluhovány a na daném počtu umístění obslužných středisek.

Řešením těchto problémů je celá řada modelů, z nichž tyto můžeme považovat za základní. Model pokrytí umísťuje minimální množství potřebných zařízení k pokrytí všech požadovaných bodů. Model maximálního pokrytí platí za předpokladu, že všechny požadované body jsou pokryté, a jejím cílem je lokalizovat předem dané množství zařízení, aby pokrylo většinu požadovaných uzlů (klientů). P-centrální model vychází ze známé velikosti požadavku od poptávkových bodů a ze známé polohy obslužných zařízení (minimalizace maximální vzdálenosti). P-vzdálenostní model maximalizuje minimální vzdálenost mezi libovolnou dvojicí obslužných středisek. Má za cíl najít místo pro p obslužných zařízení tak, aby se minimalizovala určitá míra dopravních nákladů mezi depem a poptávkovými body (Burešová, 2009).

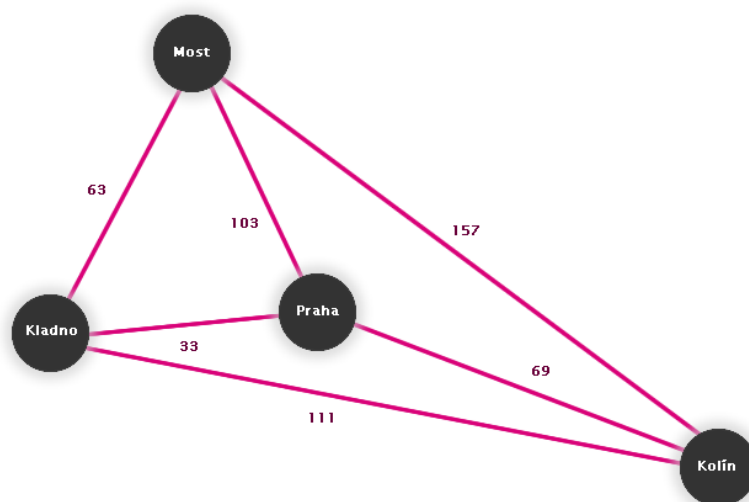
4.2 Teorie grafu

Nejpoužívanější je analýza lokačních problémů na síti, protože ty vhodně interpretují výše zmíněné lokační modely. Definice sítě vychází z teorie grafů.

Graf můžeme definovat jako zjednodušený model reálného světa, který je znázorněn pomocí bodů a čar, které je spojují. Body v grafu se nazývají vrcholy a spojující čáry se nazývají hrany (Jirovský, 2010). Cílem grafu je zachytit strukturu sítě, nikoliv její reálný vzhled (Čapek, 2011). Typickým problémem z teorie grafů je hledání nejkratší cesty, které se využívá také v lokačních a alokačních analýzách. Příkladem může být zjišťování nejkratší cesty mezi vybranými městy, kdy bude klíčová vzdálenost mezi městy, tedy délka cesty, kterou bychom museli ujet po silnici (Obrázek 4.4). Města reprezentují vrcholy, cesty (jejich délka) mezi nimi pak hrany (Obrázek 4.5). Řešení spočívá v odhadu vzdáleností mezi každými dvěma městy (Jirovský 2010).

-	Most	Kladno	Praha	Kolín
Most	0	63	96	157
Kladno	63	0	33	102
Praha	96	33	0	69
Kolín	157	102	69	0

Obrázek 4.4 Tabulka metriky (Jirovský, 2010)



Obrázek 4.5 Znázornění vzdáleností mezi městy pomocí grafu (Jirovský, 2010)

Definice grafu: Graf G (z pohledu teorie grafů) definujeme jako dvojici $G=(V, E)$, kde $V = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ je konečná množina prvků, kterým říkáme vrcholy, někdy též

uzly grafu a $E = \{ui, uj, i, j = 1, 2, \dots, n\}$ je množina některých dvojic uzlů, kterým říkáme hrany grafu (Friebelová, 2008).

4.2.1 Prvky v grafu

Jak je zmíněno výše, graf se sestává z bodů, které se nazývají vrcholy (anglicky Nodes) a spojujících čar, kterým se říká hrany (anglicky Edges). Dohromady tvoří síť.

Díky grafu lze popisovat vzájemné prostorové vztahy mezi prvky grafu, které se nazývají topologické. Pomocí analýz na síti je možné modelovat některé jevy a procesy spojené se sítí, například alokace zdrojů, kdy se přiřazují určité hrany sítě k centru a představují tak oblast spotřeby nebo produkce nějaké komodity (vodojemy na vodovodní síti, školy na uliční síti). Součástí sítě mohou být další uzly, které na síti přímo neleží, ale jsou v její blízkosti (např. adresní body).

Hrany v grafu se dělí na neorientované a orientované. U neorientovaných grafů platí, že pokud vede hrana z vrcholu A do vrcholu B, tak musí vést také z vrcholu B do vrcholu A. U orientovaných grafů toto neplatí a hrana vede pouze jedním směrem a příkladem může být jednosměrná silnice (Šeda, 2003). V realitě se většinou setkáváme s kombinací obojího, takovéto grafy se označují jako smíšené. Existují ještě speciální případy, a to hrany násobné, které mají společné krajní vrcholy a smyčky, kdy jsou krajní vrcholy sloučené do jednoho. Hranám lze tedy přiřadit jednoznačný směr, respektive orientaci danou orientací vektoru, který hranu reprezentuje a lze jim také přiřadit hodnoty jako je délka, průměrná rychlost pro daný úsek nebo čas potřebný k překonání daného úseku. I uzly mohou být takto ohodnoceny např. dobou, kterou auto stráví na křižovatce nebo jak dlouho bude trvat, než odbočí.

Dalšími termíny související s grafy jsou sled a cesta. Sled je posloupnost vrcholů a hran začínající a končící ve vrcholu. Cestou pak rozumíme sled, ve kterém se neopakuje žádný vrchol. V síťových analýzách se nejčastěji používají minimální cesty, kde cesta mezi dvěma vrcholy má ze všech možných cest mezi nimi minimální součet ohodnocení hran zařazených do cesty (Dorda, 2011).

4.2.2 Reprezentace grafu

Reprezentovat graf lze množinovým zápisem, diagramem grafu, maticí sousednosti, maticí ohodnocení hran nebo incidenční maticí (Dorda, 2011).

V počítači je to obdobné a graf lze reprezentovat incidenční maticí, maticí sousednosti, spojovými seznamy nebo stromy (Šeda, 2003). V síťových analýzách se využívají matice.

4.2.3 Hledání cest v grafu

Při analýzách v grafu je nejčastějším problémem hledání nejkratší cesty z vrcholu A do vrcholu X. K tomuto se nejčastěji používá tzv. Dijkstrův algoritmus, který je popsán v následující kapitole. Dalším problémem na grafu může být hledání minimální nebo maximální kostry. U minimální kostry je cílem spojit všechny vrcholy grafu, co nejlevněji, tedy hranami s nejnižším ohodnocením. Používá se například pro rozvod elektřiny mezi městy. Opačným případem je problém maximální kostry, kdy se spojují vrcholy s maximálním ohodnocením, čehož může být využito například, když vrcholy představují nějaké zboží a chceme spojit vrcholy tak, aby lidé nakupovali zboží společně (Šeda, 2003).

4.3 Síť

Síť je systém vzájemně propojených prvků – jsou to uzly a hrany, a jak již bylo popsáno výše, síť vychází z grafu. Uzly mohou být ukončovací (konec cesty) nebo spojovací (křižovatka) a jsou propojeny hranami, které představují liniové prvky (cesty), po kterých lidé nebo zboží cestují.

Sítí rozumíme silniční, železniční a leteckou síť a dále síť vodních cest a potrubí, ale také síť chodníků, cyklistických nebo turistických cest.

4.3.1 Síť v ArcGIS

ArcGIS rozlišuje dva typy sítí – *geometric network* a *network dataset*. *Geometric Network* se používá pro říční síť (vodní cesty) a inženýrské sítě (jako jsou telekomunikace nebo potrubní síť). V tomto typu sítě je jasné, jak se přes síť přechází - směr je jasný, nelze změnit, kudy například poteče ropa v ropovodu. *Network Dataset* je určen pro dopravní sítě (jako jsou silnice, ulice, železnice). Zde směr není úplně jasný, protože řidič se může rozhodnout, kudy pojedou (s respektem k jednosměrným cestám nebo dalším omezením). Jedná se o logickou síť (nepřímé toky). V této práci je používán rovněž *Network Dataset*.

Převedení reálné sítě se dělá také pro snadnější kvantifikaci jejích vlastností, kterými jsou akcesibilita a konektivita. Akcesibilita poukazuje na dostupnost bodů v síti, která se posuzuje z různých hledisek, jako je například hledisko vzdálenostní nebo časové. Konektivita reprezentuje stupeň propojenosti bodů v síti (Čapek, 2011).

Je možné modelovat i kombinace sítí – jako například silnice, železnice a vodní cesty a také je možné modelovat "vnitřní" cesty v tunelech, dolech, budovách apod.

Network Analyst

S extenzí *Network Analyst* je možné řešit problémy týkající se pohybu po síti, jako například, jaká je nejrychlejší cesta z bodu A do bodu B. Na příkladu obchodních marketů lze zjišťovat, které markety jsou ve vzdálenosti do 5 minut, jaká je servisní oblast kolem marketu, kde otevřít nový market, aby přilákal co nejvíce zákazníků a další. Tyto analýzy mohou být užitečné při strategickém rozhodování pro podnikatele, organizace a veřejné služby.

Základem práce s extenzí je vytvoření speciálního síťového datasetu (*Network Dataset*), na kterém lze pak aplikovat jednotlivé analýzy.

Network Dataset

Při tvorbě sítě je nutné nastavit atributy (*Attributes*), jako je např. vzdálenost, zatáčky (*Turns*), směry (*Directions*). Nejdůležitější jsou atributy, které popisují vlastnosti sítě a kontrolují, jak se přes síť prochází.

Příkladem může být připsání atributu o ceně a poté vypočítání času pro překonání úseku (*Drive Time*). Pro modelování zatáček a odboček se používá parametr *turns*, který modeluje pohyb z jedné hrany na druhou, a hodnoty se přiřazují jednotlivým uzlům. Lze také modelovat multi-zatáčky (pro větší křižovatky, kde se přejíždí přes více uzlů) a také *U-turns*, což znamená, že je možnost otočení a pokračování tou samou cestou zpět. Pro navigaci po síti je možné nastavit také směr pomocí atributu délky nebo času. Jednotlivé atributy lze parametrizovat a modelovat tak povětrnostní podmínky nebo např. výšky podjezdu nebo mostu a další (ArcGIS Help Library, 2012).

4.4 Síťové analýzy v ArcGIS 10

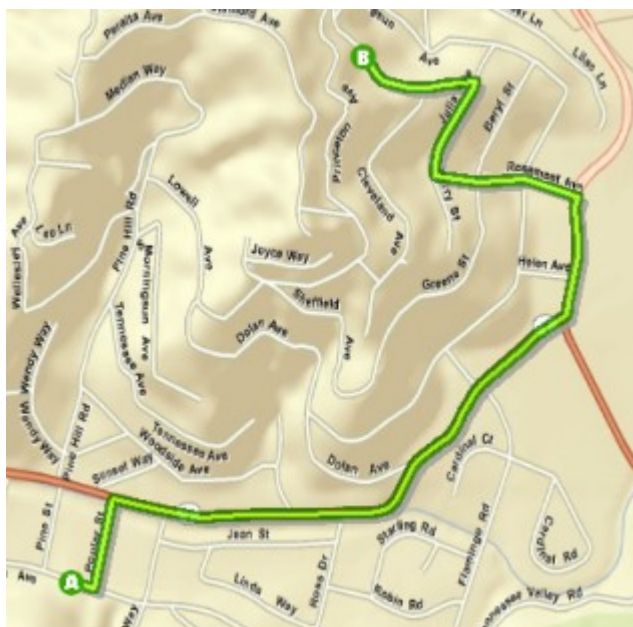
Obecně platí, že síťové analýzy využívají graficko-analytických metod pro plánování, řízení a kontrolu složitých návazných procesů, které se dají rozložit na dílčí a organizačně spolu související činnosti. Používají se při výstavbách budov, silnic,

výzkumných úkolech nebo plánování zavádění informačních systémů do podniků (Friebeľová, 2009).

Mezi síťové analýzy v ArcGIS patří:

New Route

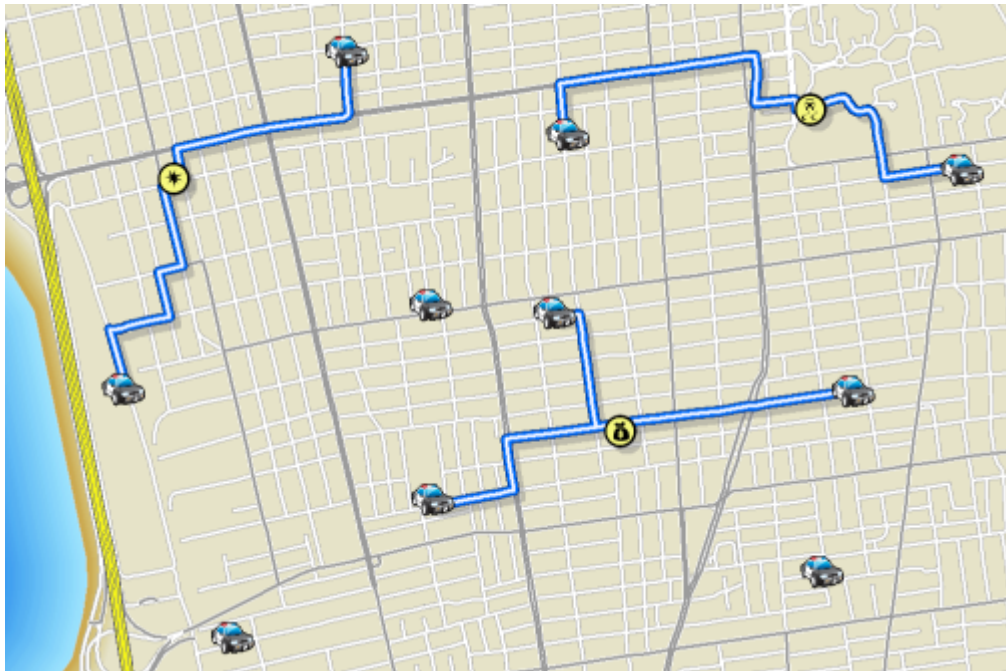
Route (Trasa) je analýza, jejímž cílem je najít nejlepší cestu z jednoho místa na jiné (Obrázek 4.6). Slovo nejlepší znamená nejrychlejší, nejkratší nebo závislé na odporu jakým mohou být třeba finanční náklady.



Obrázek 4.6 New Route (ArcGIS Help Library, 2012)

New Closest Facility

Closest Facility (Nejbližší zařízení) slouží k nalezení nejbližšího místa od zadaného místa. Např. nejbližší nemocnice od místa nehody nebo nalezení nejbližšího obchodu podle zákaznickovy adresy. Většinou podle času stráveného na cestě. Lze nastavit kolik zařízení chci nalézt a zda je to směrem k nim nebo směrem od nich (Obrázek 4.7).



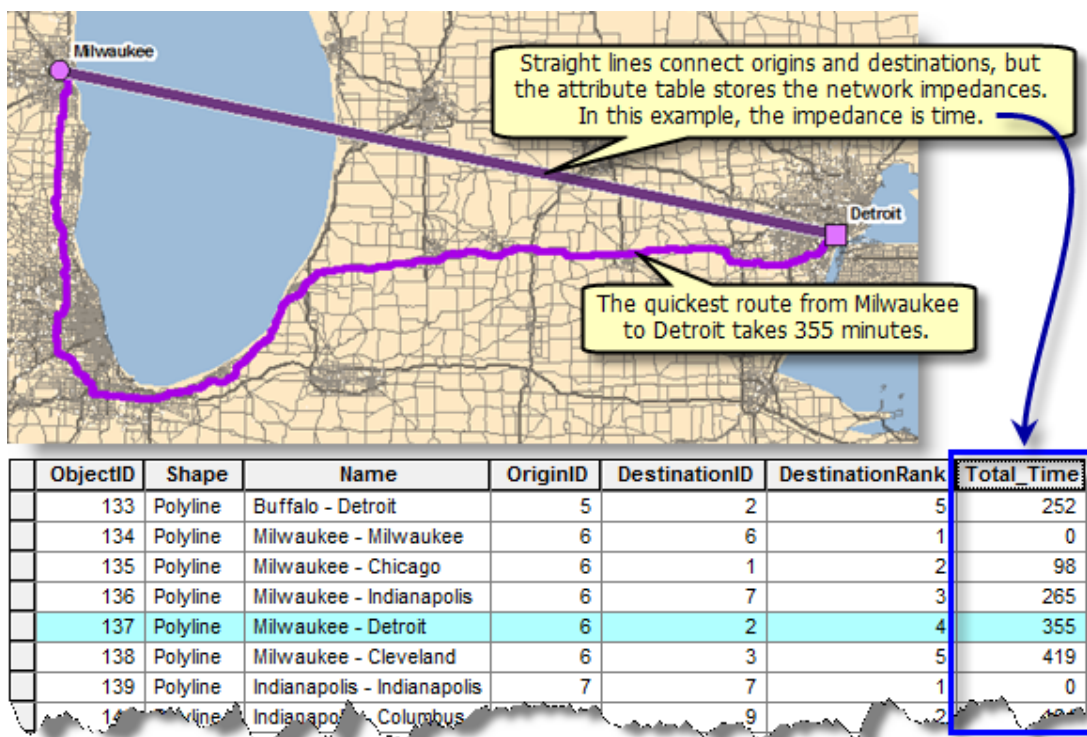
Obrázek 4.7 New Closest Facility (ArcGIS Help Library, 2012)

New Service Area

Service Areas (Obslužné zóny) jsou obslužné zóny kolem jakéhokoliv místa na síti. Funguje na principu výběru ulic, které spadají do oblasti dané nějakým odporem, jako je čas nebo vzdálenost (např. obslužná oblast do 10 minut od základních škol v Olomouci). Podrobněji je nástroj popsán v následující kapitole.

New OD Cost Matrix

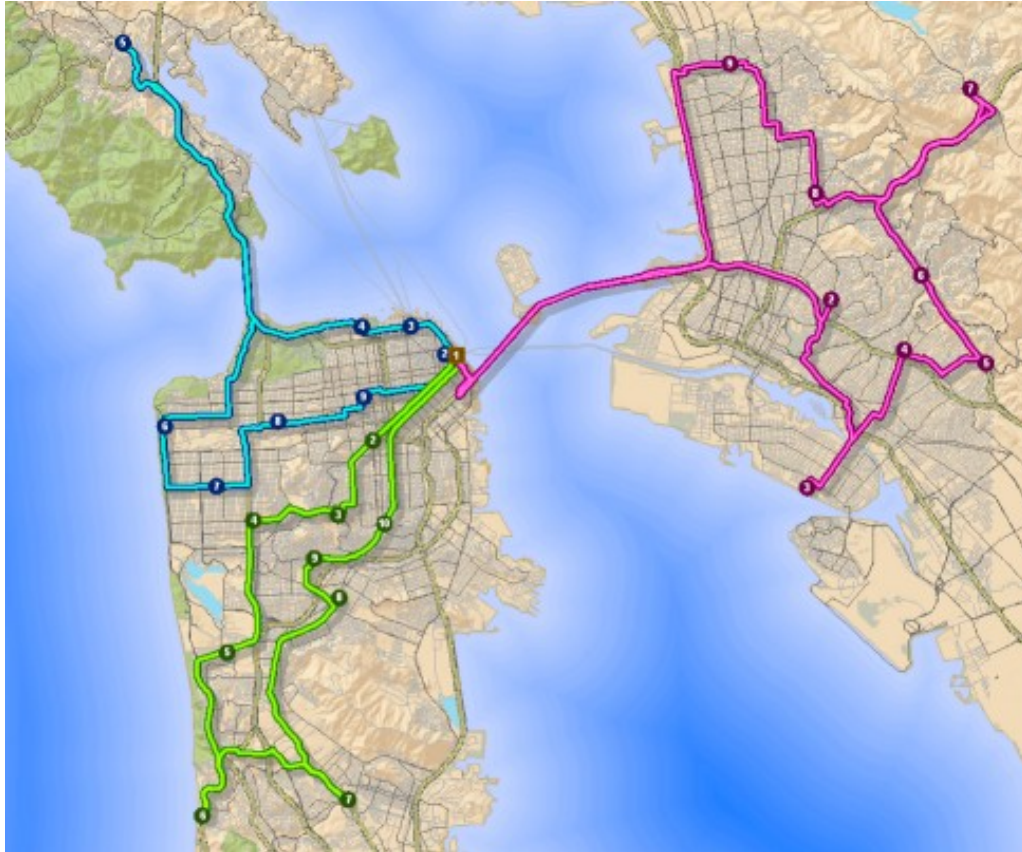
OD Cost Matrix (Matice odporu) je zkratka pro *Origin Destination*. Pro daný počet výchozích bodů (*Origins*) a daný počet cílových bodů (*Destinations*) se vytvoří tabulka, která obsahuje odpor sítě z každého výchozího bodu k cílovému. Cena (náklady na překonání) se pak uloží do nového atributu. Výsledkem je liniová vrstva, která obsahuje přímé linie, i když ve skutečnosti bychom se pohybovali po síti a tedy ne přímo a jejich cena je uložena v atributu (Obrázek 4.8). Tato analýza je podobná *Closest Facility*, ale je rychlejší na výpočet právě kvůli zjednodušené výsledné liniové vrstvě a lze ji tedy použít i pro větší datové sady.



Obrázek 4.8 New OD Cost Matrix (ArcGIS Help Library, 2012)

New Vehicle Routing Problem

Vehicle Routing Problem (Trasování) je analýza, která má za cíl stanovit itinerář pro řidiče, kteří rozváží zboží tak, aby se minimalizoval jejich čas strávený na cestě. Příkladem je doručování zboží z centrálního skladu do obchodů s potravinami či rozvoz pizzy. Obrázek 4.9 ukazuje tři nákladní automobily vypravené ze skladu, které mají analýzou určeno pořadí a časový harmonogram pro rozvoz zboží do jednotlivých obchodů.



Obrázek 4.9 New Vehicle Routing Problem (ArcGIS Help Library, 2012)

New Location-Allocation

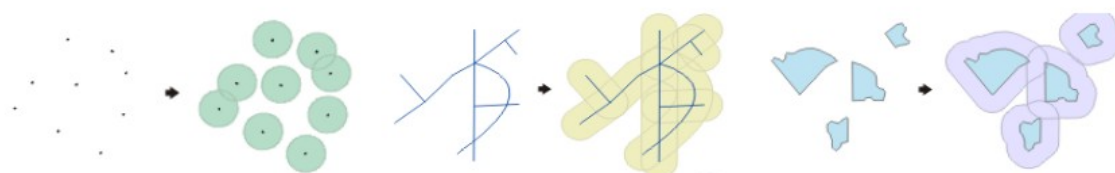
Do analýzy vždy vstupují zařízení, která nabízí zboží a služby a poptávkové body, které je konzumují a využívají. Cílem lokačních a alokačních analýz je umístit zařízení tak, aby zásobovaly poptávkové body co nejefektivněji. Jak napovídá název, jedná se o dvojitý problém, který simultánně lokalizuje zařízení a přiřazuje k nim poptávkové body. Detailnější popis tohoto nástroje je obsažen v následující kapitole.

5 ALOKAČNÍ A LOKAČNÍ ANALÝZY V ARCGIS

Nejpoužívanější je analýza lokačních problémů na síti, protože ty vhodně interpretují lokační modely uvedené v kapitole 4. Lze ale postupovat také bez použití sítě, v ArcGIS se k tomu nabízí nástroj *Buffer* na generování obalových zón a nástroj *Create Thiessen Polygons* pro tvorbu spádových oblastí. Možnosti modelování alokace a lokace na síti pak nabízí extenze *Network Analyst* a její nástroje *Service Area* a *Location-Allocation*.

5.1 Buffer

Buffer (Obalové zóny) je nejjednodušším způsobem, jak vytvořit obslužné oblasti, tedy vyřešit problém alokace. Nástroj *Buffer* vytváří polygony kolem bodů, linií nebo polygonů (Obrázek 5.1). Nejedná se o analýzu po síti, ale o přímou vzdálenost. Lze generovat také tzv. multi-buffery, tedy buffery v různých vzdálenostech od bodů (Obrázek 5.2), linií či polygonů (ArcGIS Help Library, 2012).



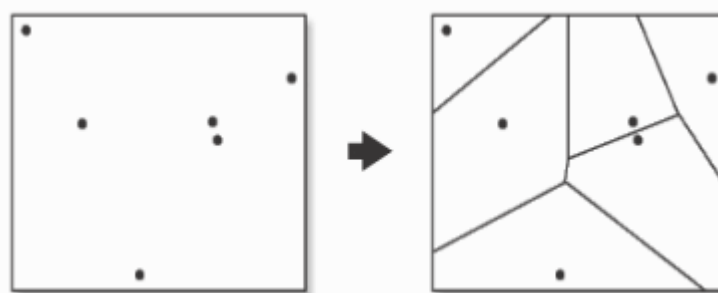
Obrázek 5.1 Buffer kolem bodů, linií a polygonů (ArcGIS Help Library, 2012)



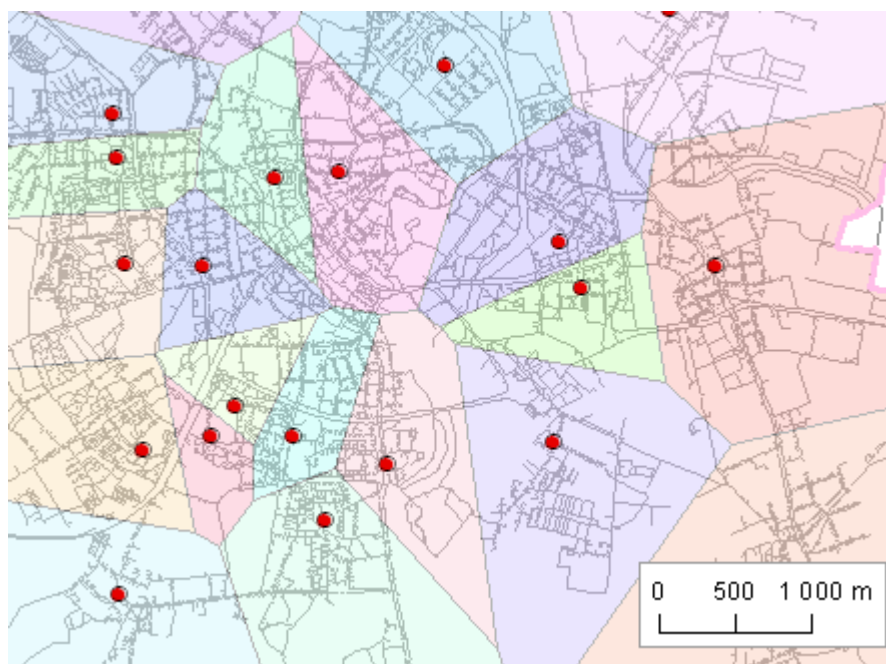
Obrázek 5.2 Buffer kolem bodových prvků (Zdroj: Autor, 2012)

5.2 Create Thiessen polygons

Thiessen polygony se vytvářejí kolem bodů a představují buňky, které rozdělí území podle sféry vlivu těchto bodů. Každá buňka obsahuje vždy jen jeden tento vstupní bod a platí, že ze žádného místa v buňce to není blíže k jinému bodu než k danému bodu v buňce (Obrázek 5.3). Thiessen polygony se označují také jako Voronoi diagramy, které vychází z množiny bodů a představují jejich rozklad na uzavřené oblasti. V lokační teorii Thiessen polygony rozdělují zákazníky tak, aby byli obsluhováni vždy z nejbližšího střediska (Obrázek 5.4). Princip konstrukce spočívá v sestrojení přímků spojujících sousední střediska. Výsledkem je trojúhelníková síť. Buňky se pak tvoří spojováním středů těchto trojúhelníků. Rovněž se tedy jedná o typ vzdálenostní analýzy (ArcGIS Help Library, 2012).



Obrázek 5.3 Thiessen polygony (ArcGIS Help Library, 2012)



Obrázek 5.4 Thiessen polygony (Zdroj: Autor, 2012)

5.3 Service Area

Service Area neboli obslužné zóny představují hrany (ulice), které spadají do oblasti dané odporem. Odpor omezuje dosažení obslužné oblasti a přístupnost zařízení se pak odlišuje podle něj. Zařízení, kolem jsou dány lokalizací na síti a vždy do analýzy musí vstupovat alespoň jedno. Je možné také vytvářet složené obslužné zóny, např. ve vzdálenosti 1 a 2 km (Obrázek 5.5).

Obslužné zóny mají podobnou funkčnost jako *Buffer*. Také generují „obalové“ zóny kolem bodových prvků a představují tak zóny obsluhované danými body. Na rozdíl od bufferu se jedná o síťovou analýzu, tedy analýzu po síti.

Vygenerované obslužné polygony představují konkrétní obslužné zóny pro dané zařízení. V jejich atributech se nachází informace o tom, ke kterému zařízení náleží. Při tvorbě obslužných zón je nejdůležitější nastavení odporu (*Impedance*), kterým může být vzdálenost, čas, náklady nebo jiný atribut, podle kterého se zóny vytvářejí. Nastavují se tzv. hranice obslužných zón (*Default Breaks*), respektive do jaké vzdálenosti (nebo jiného odporu) chceme vytvářet obslužné zóny (ArcGIS Help Library, 2012).



Obrázek 5.5 Obslužné zóny (Zdroj: Autor, 2012)

5.4 Location-Allocation

Lokace a alokace se využívá v soukromém i veřejném sektoru služeb. Soukromé firmy mohou profitovat z výhodně umístěného obchodu, veřejné zařízení jako školy a nemocnice mohou nabídnout vysokou kvalitu služeb pro komunitu, pokud jsou dobře lokalizované. Cílem lokačních a alokačních analýz je umístit zařízení tak, aby zásobovaly poptávkové body co nejefektivněji. Jak napovídá název, jedná se o dvojí problém, který simultánně lokalizuje zařízení a přiřazuje k nim poptávkové body (Obrázek 5.6).



Obrázek 5.6 Location-Allocation - adresní body (Zdroj: Autor, 2012)

ArcGIS ve své poslední desáté verzi (kompatibilně s extenzí Network Analyst) obsahuje nový nástroj *Location-allocation*, který slouží právě pro řešení alokačních a lokačních problémů na síti. Nabízí řešení šesti problémů lokace a alokace - *Minimize Impedance*, *Maximize Coverage*, *Minimize Facilities*, *Maximize Attendance*, *Maximize market share* a *Target market share*. Lokace a alokace slouží pro určení nových lokalit pro zařízení (požární stanice, obchody, továrny atd.), která jsou obsluhována poptávkovými body (budovy, zákazníci, distribuční centra atd.). Cílem je minimalizovat celkovou vzdálenost mezi poptávkovými body a zařízeními, maximalizovat počet poptávkových bodů pokrytých do určité vzdálenosti od zařízení. Například je daný počet požárních stanic a je třeba najít místo pro novou vzhledem k času k ní nebo naopak lze požadovat zrušení jedné ze stanic. Na základě vah (demografických údajů), zadaného odporového faktoru (vzdálenost 500 m, čas 5 min) a zvoleného typu problému analýza

vybere nejvhodnější lokality z potenciálních zařízení a víme tedy, kde nejlépe podle zadaného hlediska lokalizovat nové zařízení.

Do analýzy vždy vstupují potenciální lokality zařízení (*Candidate*) a dále mohou vstupovat stávající lokality zařízení (*Required*) a lokality konkurenčních zařízení (*Competitor*), které soutěží o poptávkové body. Pro hledání vhodných lokalit zařízení se využívá faktu, že v některých oblastech není lokace možná. Těmito oblastmi mohou být např. národní parky, chráněná území, řeky a samozřejmě také vhodné pozemky nebo budovy pro zařízení. Vždy se musí jednat o bodové prvky. Další lokality vstupující do analýzy jsou poptávkové body (*Demand Points*), které představují potenciální zákazníci pro zařízení (nejčastěji adresní body s demografickými charakteristikami, které slouží jako váha analýzy – váženo nejčastěji počtem obyvatel, kteří v daném adresním bodě bydlí). Výsledná váha se poté vypočítává z váhy poptávkového bodu (počtu obyvatel) a vzdálenosti mezi poptávkovým bodem a zařízením, ke kterému je nejbližší (dle vybraného typu analýzy). Tyto poptávkové body tak omezují výslednou analýzu pouze na oblasti, kde se poptávkové body nachází – na rozdíl od buffer analýzy či obslužných zón.

Nástroj *Location-Allocation* obsahuje celkem 6 typů analýz:

Minimize Impedance (Minimalizace nákladů)

Minimize Impedance je analýza, která zaručuje minimalizaci odporu, kterým může být například vzdálenost, čas, nebo finanční náklady na překonání daného úseku sítě. Výsledný odpor ke každému poptávkovému bodu je sumou vážených odporů. Používá se v případech, kdy veřejnost cestuje do nějakého zařízení, a my požadujeme, aby tato cesta byla co nejkratší. Využívá se tedy nejvíce při lokalizaci služeb veřejného sektoru. Používá se pro analýzy, kde je odpor (vzdálenost či čas) klíčovým faktorem. Analýza je v podstatě stejná jako analýza obslužných zón. Obě dvě se snaží minimalizovat vzdálenost k dané službě. V tomto případě do analýzy ještě vstupují adresní body, které tak analýzu zpřesňují (respektive zúží konečný výsledek pouze na místa, kde někdo bydlí). Pokud známe také počet obyvatel na jednotlivých adresách, může tato informace sloužit jako váha poptávkových bodů, což znamená, že větší váha bude připsána bodům, kde bydlí více obyvatel než těm, kde někdo bydlí sám. Pro *Minimize Impedance* platí, že každý poptávkový bod se vždy přiřadí pouze k jednomu zařízení.

Minimize Impedance je nejjednodušší alokační a lokační analýzou a rovněž nejvíce rozšířenou, právě pro svou jednoduchost. Výsledek je zcela založen na vzdálenosti zařízení a poptávkového bodu, případně vážen počtem obyvatel na adresních bodech. Tato váha se však projeví pouze při velkých rozdílech v počtu obyvatel a při větších vzdálenostech mezi adresními body a zařízeními. Je nutné znát

přesný počet zařízení, která chceme z potenciálních zařízení vybrat – tato informace je pro tuto analýzu povinná. Používá se v případě, kdy je minimální vzdálenost k zařízení klíčová, jako např. pro lokalizaci nových základních škol, kdy je kladen důraz na co nejkratší vzdálenost do školy nebo pro lokalizaci obchodů a služeb, kdy nejsou známy údaje o konkurenci.

Maximize Coverage (Maximální pokrytí)

Maximize Coverage se snaží přiřadit co nejvíce poptávkových bodů k zařízení (kdy je cílem pokrýt co nejvíce zákazníků), např. u donáškové služby nebo lokalizace požárních či policejních stanic, ze kterých se vyjíždí k nehodám, a je tedy nutné pokrýt celé území. Pokud nastavíme hraniční vzdálenost, snaží se co nejvíce bodů pokrýt právě do této vzdálenosti. Znovu je nutné zadat počet zařízení, které se mají vybrat. Každý poptávkový bod je přiřazen podle své váhy, kterou opět může být například počet obyvatel na adresních bodech, pouze k jednomu zařízení. Opět platí, že je potřeba výrazných rozdílů mezi počty obyvatel na jednotlivých adresách k tomu, aby se nastavení váhy ve výsledku projevilo.

Cílem je tedy přiřadit co nejvíce bodů s ohledem na daný počet zařízení, která chceme lokalizovat. Pokud ale potenciálních zařízení nemáme větší počet, ale jen několik a nepočítáme s příliš velkou hraniční vzdáleností, na analýze se tato snaha o pokrytí neprojeví a výsledná analýza bude shodná s předchozí analýzou *Minimize Impedance*.

Minimize Facilities (Minimalizace zařízení)

Minimize Facilities má stejnou funkčnost jako *Maximize Coverage*, ale nenastavuje počet zařízení pro výběr. Jak je z názvu patrné, analýza se snaží vybrat co nejméně z potenciálních zařízení tak, aby pokryla celé území minimálním počtem zařízení. Využití je stejné jako u *Maximize Coverage*.

Pokud je potenciálních lokalit pro nová zařízení příliš málo (tedy méně než aby pokryly území do dané vzdálenosti), analýza vybere všechny potenciální zařízení a tímto tak ztrácí svůj smysl. Může se také stát, že počet zařízení je pro danou vzdálenost nedostačující, proto je tuto analýzu vhodné provádět při velkém počtu potenciálních lokalit, kdy není známý počet lokalit, které je nutné vybrat a kdy je pouze požadavek na pokrytí dané oblasti, co nejmenším počtem zařízení.

Maximize Attendance (Maximalizace účasti)

Maximize Attendance při výběru zařízení využívá faktu, že čím je poptávkový bod více vzdálený od zařízení, tím je menší pravděpodobnost, že ho navštíví. Tedy zákazníci,

co bydlí dále od zařízení, za ním musí déle cestovat a je tak větší pravděpodobnost, že ho nenavštíví. V tomto případě to znamená, že u obyvatel ve větší vzdálenosti od zařízení bude pravděpodobnost nákupu menší z důvodu této vzdálenosti. Naopak obyvatele v okolí zařízení ho navštíví s větší pravděpodobností. Příkladem mohou být zubní ordinace, specifické obchody, menší podniky nebo služby, které nemají v dané oblasti konkurenci.

Poptávkové body mohou být přiřazeny k více zařízením, jejich váha se rozdělí mezi více zařízení. Stejně jako v prvních dvou typech analýz je nutné znát počet zařízení, která chceme lokalizovat a navíc je nutné znát váhu poptávkových bodů, tedy například počet obyvatel v adresních bodech. Bez této informace analýza nemůže proběhnout a výsledek by se opět rovnal analýze *Minimize Impedance*. Rovněž platí, že při malých rozdílech ve váze bodů (v počtu obyvatel) a nepříliš velké vzdálenosti mezi nimi a zařízeními bude výsledek shodný s výsledkem analýzy *Minimize Impedance*.

Maximize Market Share (Maximalizace trhu)

Maximize Market Share se snaží získat co největší část trhu. Počítá také s konkurenčními zařízeními, tudíž některé poptávkové body jsou sdíleny spolu s konkurenčními zařízeními a lze takto získat informaci o počtu poptávkových bodů (zákazníků), které budou společné jak novému zařízení, tak některému ze zařízení konkurenčních. Výsledné řešení se snaží zaručit, aby tento počet byl co nejmenší. Opět je nutné znát počet zařízení, která chceme z potenciálních lokalit vybrat.

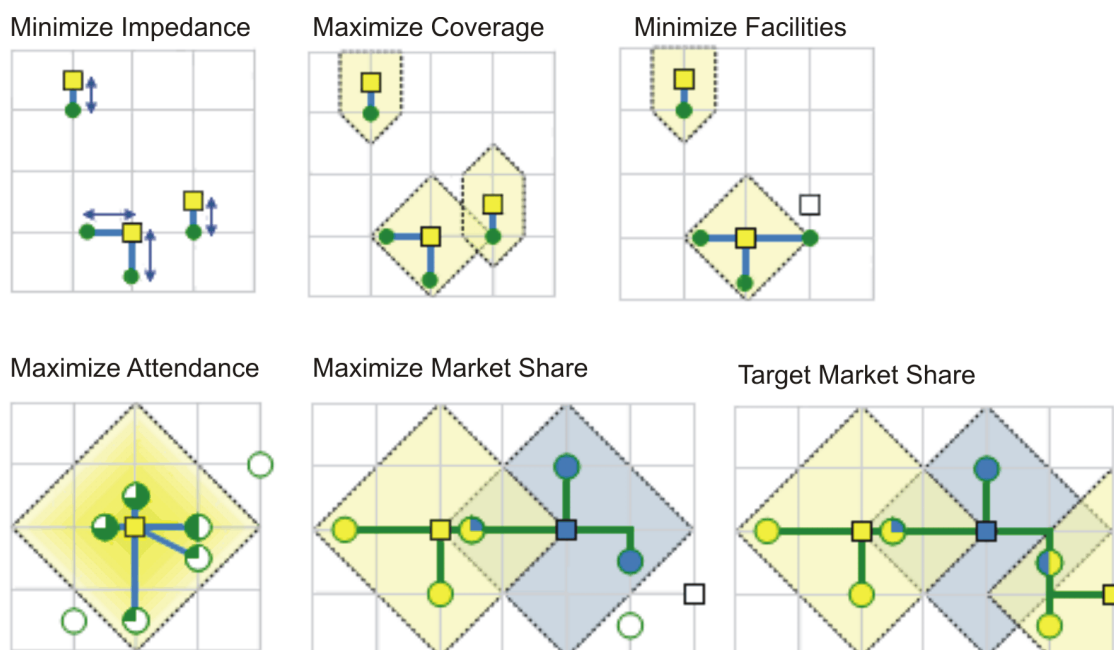
Cílem je tedy maximalizovat účast konkurence při výběru z potenciálních zařízení, např. pro lokalizaci obchodů a služeb (cílem pokrýt, co největší část trhu s ohledem na konkurenční zařízení). Funkčnost je stejná jako u *Maximize Attendance*, ale se znalostí konkurence. Využívají ji zejména velké obchodní řetězce pro lokalizaci nových obchodů, kdy využívají znalostí konkurence. Rovněž platí, že pokud bod spadá k více zařízením, rozdělí se podle váhy a vzdálenosti mezi bodem a zařízením.

Target Market Share (Cílené pokrytí trhu)

Target Market Share se snaží vybrat takové kandidátní lokality, které by pokryly zadané procento trhu. Například při požadavku na 20% pokrytí trhu, lze analýzou určit, že pro pokrytí této části trhu, je nutné vybrat šest potenciálních lokalit. Při stanovování procenta trhu je nutná obezřetnost, protože při vysokém procentu pokrytí je velká pravděpodobnost, že analýza určí všechny zařízení z potenciálních lokalit a analýza tak ztrácí smysl. Z analýzy se dají zjistit poptávkové body obsluhované čistě konkurenčními zařízeními

Stejně jako v předchozím případě, mohou do analýzy vstupovat konkurenční zařízení, kdy opět platí, že body obslužené vybranými zařízeními sdílí svou váhu

s konkurenčními zařízeními v oblastech, kdy obě spadají do hraniční vzdálenosti zařízení a tuto váhu si mezi sebe poměrově rozdělí. Cílem analýzy je vybrat co nejméně zařízení nezbytných pro pokrytí zadaného procenta trhu s ohledem na konkurenci a nastavené procento trhu, které chceme zařízeními pokrýt. Není nutné znát počet vybraných zařízení z potenciálních lokalit, počet je optimalizován analýzou. Princip a využití je stejné jako u *Maximize Market Share*, zejména tedy pro velké obchodní řetězce.



Obrázek 5.7 Location-Allocation – typy analýz

5.5 Network Analyst - algoritmy

Většina problému na síti je vyřešena pomocí Dijkstrova algoritmu pro nalezení nejkratší cesty, který řeší nejkratší cestu na nepřímém, nezáporném, váženém grafu. Vše při minimalizaci nákladů, ať už z hlediska ceny nebo jiného druhu nákladů specifikovaného uživatelem. Algoritmus musí být schopen také modelovat lokalizace kdekoliv podél hran sítě a ne pouze v uzlech (Jirovský, 2010).

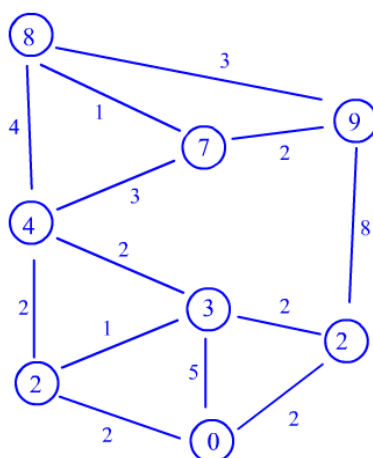
Pro použití na "reálnou" dopravní síť je algoritmus modifikován, aby byl schopen zohlednit jednosměrné cesty, zatáčky, křižovatky, bariéry, omezení v jednom směru, mimoúrovňová křížení a další. U typu analýzy *Route* se jedná o přímou implementaci Dijkstrova algoritmu. Hledání nejbližšího zařízení (*Closest Facility*) má za vstup více původních lokalit zařízení i těch cílových. Je rovněž založen na Dijkstrově algoritmu, ale počítá nejkratší cesty pouze tehdy, když původní i cílové lokality jsou v zadané

vzdálenosti (Cutoff) nebo se realizuje pro přesně daný počet nejbližších zařízení. Rovněž výpočet obslužných zón vychází z Dijkstrova algoritmu. Cílem je vrátit spojené hrany, které jsou v dané vzdálenosti. Výsledkem mohou být obslužné linie nebo polygony kolem nich. Problém lokace a alokace se používá k lokalizaci nových zařízení. Je dáno N kandidátních zařízení, M poptávkových bodů (s definovanou váhou) a počet zařízení P , které jsou vybrány z počtu N jako vhodné pro lokalizaci nových zařízení. Optimální řešení nemůže být dáno zkoušením všech možných kombinací, protože počet možných kombinací je i v jednoduchých případech příliš náročný na výpočet.

Princip Dijkstrova algoritmu

Princip algoritmu spočívá v nalezení nejkratší cesty z jednoho zadaného vrcholu v grafu do všech ostatních. Tedy z počátečního uzlu na síti do všech ostatních. Cesta se hledá na základě ohodnocení hran (délky hran). Všechny hrany musí být ohodnoceny nezáporně, pro grafy obsahující také záporné hodnoty hran se používají jiné algoritmy, např. Bellmanův-Fordův algoritmus.

Algoritmus si pro každý vrchol (v) zapamatuje délku nejkratší cesty, kterou se k němu dá dostat ($d[v]$). Na začátku mají všechny vrcholy v hodnotu $d[v]=\infty$, kromě počátečního vrcholu (s), který má hodnotu $d[s]=0$. Nekonečno značí, že cesta k vrcholu je neznámá. Algoritmus si udržuje množiny Z a N . Z obsahuje již navštívené vrcholy a N dosud nenavštívené. Algoritmus pracuje v cyklu tak dlouho, dokud N není prázdná. V každém průchodu cyklu se přidá jeden vrchol z N do Z , a to takový, který má nejmenší hodnotu $d[v]$ ze všech vrcholů v z N ($d[v_{\min}]$). Pro každý vrchol v , do kterého vede hrana s délkou $l[v_{\min}]$ z v_{\min} , se provede následující operace: pokud $(d[v_{\min}] + l[v_{\min}]) < d[u]$, pak do $d[u]$ přiřadí hodnotu $d[v_{\min}] + l[v_{\min}]$. Až algoritmus skončí, potom pro každý vrchol je uložena délka jeho nejkratší cesty od počátečního vrcholu (Pátek, 2011).



Obrázek 5.7 Princip Dijkstrova algoritmu (Pátek, 2011)

6 PŘÍPADOVÁ STUDIE SBĚRNÉ DVORY

Ve městě Olomouc jsou nyní dva sběrné dvory pro veřejnost - Neředín a Chelčického (Příloha 1) a jeden podnikatelský sběrný dvůr (U Panelárny), ten je veřejnosti určen pouze pro specifické typy odpadu, které dvory pro veřejnost nesbírají. Jedná se o nebezpečný odpad, jehož sběr je zpoplatněn. Tento dvůr je z dalších analýz zcela vyloučen. Do sběrových dvorů se ukládá kusový domovní odpad vč. domácích spotřebičů, drobné nebezpečné odpady a organické odpady. Kapacita dvou dvorů pro veřejnost je nedostačující a Magistrát města Olomouce tento problém řeší pořádáním jarním a podzimních sběrových sobot na vybraných lokalitách. Tyto sběrové soboty jsou příliš finančně náročné, a proto se magistrát rozhodl naplánovat lokalitu pro nový sběrný dvůr, který by pomohl tuto situaci řešit. Cílem této studie bylo nalézt více vhodných lokalit pro nové sběrné dvory na základě konceptu nového územního plánu města Olomouce a aplikovat na ně alokační a lokační síťové analýzy, které by pomohly při výběru jedné lokality pro nový sběrný dvůr, který by pokryl co nejvíce obyvatel Olomouce.

Data vstupující do analýzy:

- Stávající sběrné dvory
- Potenciální lokality pro nové sběrné dvory
- Adresní body
- Silniční síť

6.1 Analýza současného stavu

Nejprve byla provedena síťová analýza současné obslužnosti adresních bodů stávajícími sběrnými dvory. Pro analýzu bylo zvoleno řešení problému pro maximalizaci pokrytí (*Maximize Coverage*), protože cílem bylo pokrýt co nejvíce adresních bodů. Nabízelo se také použití problému maximalizace účasti, kde ale váha poptávky klesá se vzdáleností mezi zařízením a adresními body. U sběrných dvorů je jasné, že pokud bude mít občan odpad patřící do sběru, tak i když sběrný dvůr nemá blízko, pojedede tam, protože nic jiného s odpadem udělat nemůže, proto bylo usouzeno, že není vhodné, aby váha poptávkových bodů klesala se vzdáleností. Hraniční hodnota času pro dosažení sběrného dvoru byla nastavena na 10 minut. Doba nepočítá s čekáním na křižovatkách, tyto data nejsou dostupná. Po uvážení je výsledná analýza nastavena na dobu 9 minut a zbývající minuta je určena pro průjezd křižovatkami.

Bylo zjištěno, že současné dvory relativně pokrývají celé území města Olomouce s tím, že musejí zvládnout obsloužit celkem 100 000 obyvatel. Magistrát se potýká s tím, že stávající dvory jsou svou kapacitou nedostačující, a proto se uvažuje o stavbě dvoru

dalšího, který by stávajícím dvorům ulehčil, a došlo by k rovnoměrnému rozdělení obyvatel mezi dvory. Je pravděpodobné, že občané si vyberou dvůr, který je nejbližší jejich domu. Rozšíření dvorů stávajících se neplánuje.

Dle analýzy maximálního pokrytí se ukázalo, že sběrný dvůr v Neředíně by měl obsluhovat necelých 5 500 adresních bodů (64 000 obyvatel) a dvůr Chelčického více než 3 800 adresních bodů (33 000 obyvatel). Zcela nepokryto do časové vzdálenosti 10 minut zůstalo přibližně 570 adresních bodů (Příloha 2). Sběrný dvůr v Neředíně je svou kapacitou větší než dvůr Chelčického, nicméně dle analýzy současného stavu by měl pojmout téměř jednou tolik obyvatel jako dvůr Chelčického.

6.2 Analýza výběru nejvhodnější lokality z potenciálních lokalit

Potenciální lokality pro nové sběrné dvory byly vybrány na základě konceptu územního plánu města Olomouce. Jedná se celkem o čtyři lokality – Hejčín, U Solných Mlýnů, Novosadská a Slavonín (Příloha 1).

Analýzou bylo zjištěno, že z hlediska maximalizace pokrytí obyvatel Olomouce je nejvhodnější lokalitou pro nový sběrný dvůr lokalita na Nových Sadech (Příloha 3). Dohromady se stávajícími sběrnými dvory by bylo pokryto přes 9 300 adresních bodů, nepokryto by zůstalo necelých 600 bodů. Nepokrytá oblast je oblast historického centra a okrajových obcí území Olomouce. Adresní body by si dvory rozdělili v tomto poměru:

Neředín – cca 4 000 adresních bodů (45 000 obyvatel)

Chelčického – cca 2 800 adresních bodů (20 000 obyvatel)

Nové Sady – cca 2 500 adresních bodů (32 500 obyvatel)

Nový dvůr na Nových Sadech by pokryl přes 32 000 obyvatel a výrazně by tak ulehčil dvorům stávajícím, zejména dvoru Neředín, který by nyní měl pokrývat téměř 65 000 obyvatel. Nepokryto do časové vzdálenosti 10 minut zůstalo pouze 600 bodů.

Pro MMOL jsou jedním z faktorů pro výběr nové lokality vlastnická práva pozemků na lokalitách. Ty byly zjišťovány z katastru nemovitostí. Na většině lokalit je vlastníků více. V Hejčíně mají vlastnické právo na většinu pozemků Moravské potravinářské strojírna, a.s., na okraji vytipované lokality je několik pozemků patřících dalším subjektům z průmyslové oblasti. Ve Slavoníně je na části pozemku majitelem město Olomouc, na části KOVO DRUŽSTVO Olomouc a na poměrně velké části také několik soukromých vlastníků. Pozemky na lokalitě U Solných mlýnů jsou ve vlastnickém právu společností PTÁČEK - správa, a.s. (největší část pozemků) a dále Investiční a majetková, spol. s r.o., Moravel a.s. a Pramos, spol. s r. o. Podle seznamu pozemků (dle MMOL), které jsou v majetku města, bylo zjištěno, že lokalita na Nových

Sadech je celá výhradně ve vlastnictví města Olomouce a tímto je z tohoto hlediska nejvhodnější lokalitou.

Dalším sledovaným parametrem bylo zázemí lokality, zejména jeho dopravní infrastruktura. Lokality U Solných mlýnů a v Hejčíně jsou průmyslové lokality, proto je zde dopravní infrastruktura dostatečná a počítalo by se pouze s jejím malým rozšířením. Rovněž na těchto dvou lokalitách by mohly být využitelné stávající budovy. Ve zbývajících dvou lokalitách ve Slavoníně a Nových Sadech by muselo dojít k rozšíření dopravních cest a v Nových Sadech také ke kompletní výstavbě nového dvoru. Sledováno bylo také funkční využití okolních pozemků lokalit, kdy bylo zjištěno, že v okolí všech lokalit jsou převážně výrobní plochy a plochy technického zařízení. V blízkosti se nachází také plochy obytné, nejedná se však o blízkost těsnou (nejblíže obytným oblastem jsou lokality Hejčín a Slavonín).

Řešení problému vlastníku a celkového zázemí lokalit není předmětem práce a bude zpracováno ve studiích MMOL.

Pokud by lokalita na Nových Sadech byla z jakéhokoliv důvodu shledána za nevhodnou, analýza by následně zvolila jako nejvhodnější lokalitu Slavonín, pak lokalitu U Solných mlýnů a nakonec Hejčín. Byla provedena také analýza *Maximize Attendance* (při stejných parametrech), která byla shledána jako druhá nejvhodnější možnost pro řešení tohoto problému, a i ta stanovila lokalitu na Nových Sadech jako nejlepší možnost. Od analýzy *Maximize Coverage* se téměř nelišila. Rovněž celkové počty obslužených adresních bodů se neliší a adresní body přiřazené jednotlivým dvorům se liší velmi málo.

Na závěr byla sestavena mapa rozdělující jednotlivá katastrální území Olomouce podle příslušnosti ke sběrným dvorům, a to na základě předcházející analýzy, kdy byly katastrální území rozděleny dle počtu adresních bodů jim náležícím (Příloha 4). Některá katastrální území se o adresní body dělí s více dvory. V těchto případech byla vybrána příslušnost ke dvoru dle největšího počtu adresních bodů a počtu obyvatel. Takovýmto příkladem je např. katastrální území Holice nebo Olomouc-město.

Celá studie bude předána Magistrátu města Olomouce a to jak odboru koncepce a rozvoje, tak odboru životního prostředí, které se podílely na spolupráci. Pro oddělení odpadového hospodářství by mohla být jedním z podkladů při rozhodovacím procesu výstavby nového sběrného dvoru

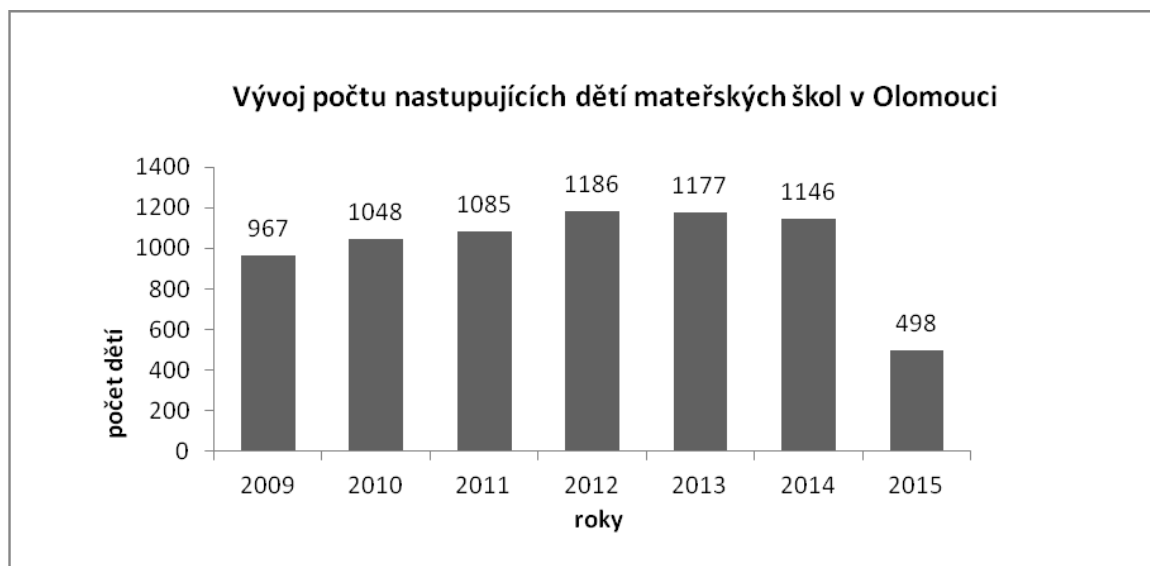
7 PŘÍPADOVÁ STUDIE MATEŘSKÉ ŠKOLY

V zájmovém území Olomouc je v současné době celkem 43 mateřských školek spravovaných městem Olomouc s kapacitou přibližně 330 míst (115 tříd). Kapacita každé ze školek je ve školním roce 2011/2012 plná a bylo tomu tak i v minulých letech. Pracovníci magistrátu na odboru školství usilují o výstavbu nových školek. Nalézt potenciální lokality pro nové školy měly být jedním z cílů této práce, ale během jejího zpracování došel magistrát k rozhodnutí, že nové školy se stavět nebudou a přeplněnost školek bude vyřešena navýšením míst ve školách stávajících.

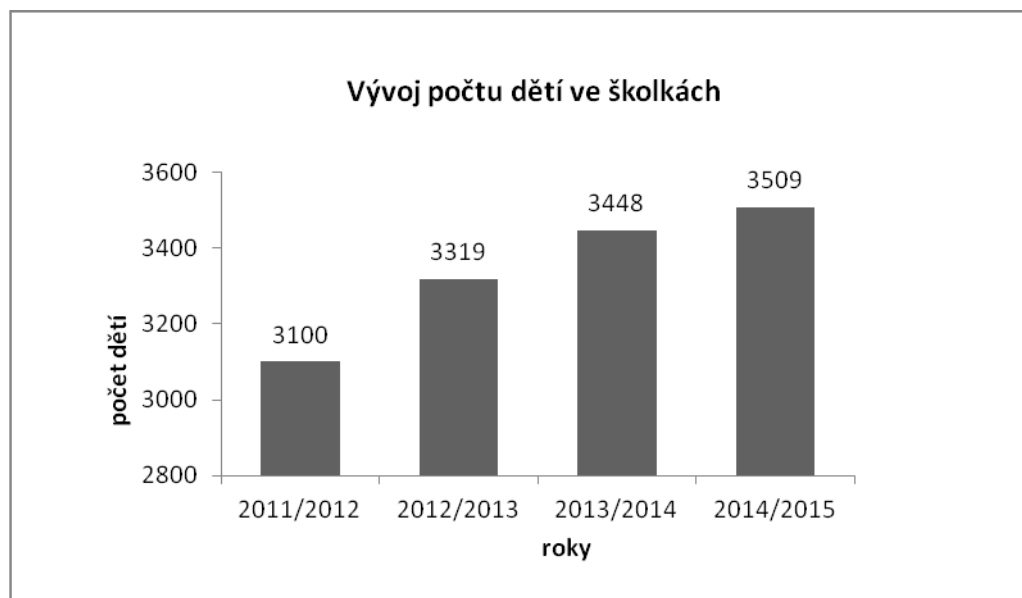
Dnes jsou velkým trendem školky soukromé, anglické a firemní. Olomouc má pět školek soukromých, šest školek anglických a jednu firemní (firmy.cz, 2012). Přehled všech mateřských školek ke školnímu roku 2011/2012 zobrazuje mapa v Příloze 5. Některé jsou kombinací česko-anglickou. Kapacita je velmi omezena, někde jen např. 8 dětí, maximálně však 25 dětí. Cena měsíčního pobytu v takovýchto školkách se pohybuje od 3500 Kč až po 7000 Kč. Pro většinu rodičů jsou tyto školky stále příliš finančně náročné a jsou tak určeny pouze pro specifickou skupinu dětí. Letos v únoru byla otevřena univerzitní školka s kapacitou 24 dětí, kterou můžeme zařadit do školek firemních. V novém školním roce otevře další třídu pro 24 dětí. Rovněž tento typ školek je určen cílové skupině dětí s rodiči, kteří pracují na univerzitě. Školka přijímá i ostatní děti. Celkový počet dětí v soukromých školách je přibližně 150 dětí.

V Olomouci bylo pro rok 2011/2012 napočítáno celkem 3100 dětí, které by podle věkové hranice tří let měly navštěvovat mateřskou školu – věk je počítán vždy od září do srpna následujícího roku. Tento počet ukazuje, že kapacita školek v Olomouci by měla být dostačující a že přibližně 200 míst by mělo být volných. Magistrát disponuje informacemi o občanech pouze s trvalým bydlištěm v Olomouci, často se však stává, že lidé dojíždějí do Olomouce za prací a děti tak dopravují do školek v Olomouci. Dle pracovníků magistrátu je toto trendem, protože některé menší obce mateřské školy nemají a pro rodiče je nejjednodušší umístit dítě do školky v místě zaměstnání. Mateřské školy slouží pro děti od tří let, je ale možné přijmout i děti mladší, záleží na kritériích výběru a počtu žádostí v dané školce. V dnešní době se to stává stále častěji. Rodiče nechtějí zůstat na mateřské dovolené celé tři roky, ale např. pouze dva a pak se vrátit do zaměstnání, což také znamená umístit dítě do mateřské školy. Obě tyto skutečnosti výrazně navyšují počet dětí ve školkách a je obtížné je pro každý školní rok odhadovat. Dle dat z MMOL je možné vysledovat, že v příštích letech bude také mírně stoupat počet dětí ve věku tří let žijících v Olomouci (Graf 7.1 – rok 2015 – stav k březnu, Graf 7.2).

Dále bylo zjištěno, že školky se vyznačují pouze částečnou spádovostí – rodiče sice chtějí umístit své dítě blízko domova, ne však nutně do školky nejbližší. Rozhodují se podle oblíbenosti a kvality služeb ve školách.



Graf 7.1 Vývoj počtu nastupujících dětí do mateřských škol (Zdroj: Autor, 2012)



Graf 7.2 Vývoj počtu dětí v mateřských školách (Zdroj: Autor, 2012)

Cílem analýzy je určit mateřské školy, u kterých je potřeba navýšit kapacitu z hlediska jejich dostupnosti pro děti s trvalým pobytem v Olomouci. MMOL již má některé školky vytipované, ty budou porovnány s výsledky analýzy. Analýzy byly zpracovány nástrojem *Location-Allocation* s ohledem na minimalizaci vzdálenosti adresních bodů k jednotlivým mateřským školám.

7.1 Data vstupující do analýzy

- Mateřské školy
- Adresní body
- Síť pěších komunikací

Magistrát města Olomouce disponuje daty počtu obyvatel na území Olomouce včetně jejich adres a dalších citlivých dat jako je datum narození. Tyto data však není možné takto veřejně zpracovávat, proto magistrát k těmto účelům poskytl data adresních bodů s hodnotami počtu obyvatel za věkové kategorie (Tabulka 7.1) vytvořené speciálně pro potřeby této práce a to ve formátu mdb - *Access Database* (viz příložené CD). Z těchto dat je možné zjistit, kolik dětí je v současnosti v mateřských školách, jaký počet jich bude další roky a prostorovou lokalizací těchto dětí.

Datum narození	Počet dětí	Rok	Poznámka
22.2.2012-1.9.2011	498	2015*	do školky 2015
31.8.2011-1.9.2010	1146	2014	do školky 2014
31.8.2010-1.9.2009	1177	2013	do školky 2013
31.8.2009-1.9.2008	1186	2012	do školky 2012
31.8.2008-1.9.2007	1085	2011	do školky 2011
31.8.2007-1.9.2006	1048	2010	do školky 2010
31.8.2006-1.9.2005	967	2009	do školky 2009

Tabulka 7.1 Věkové kategorie dat adresních bodů

Pro dosažení mateřských škol byla zvolena síť pěších komunikací. Vzhledem k tomu, že analýza předpokládá vždy nejbližší školku, nepočítá s dojížděnou autem či prostředky hromadné dopravy. Hraniční vzdálenost byla nastavena na 500 m. Do školky rodiče děti vodí a nepředpokládá se, že by každý den absolvovali delší docházku do mateřské školy. Ze sítě byl vytvořen *Network Dataset* pro práci nad extenzí *Network Analyst*, kde nebyly stanoveny žádná omezení pro průchod sítě.

7.2 Spádové oblasti

Jedním z cílů bylo určit spádové oblasti jednotlivých školek a určit místa, kde školky scházejí a pomocí analýz na síti určit, jak by navýšení kapacity školek na vybraných lokalitách změnila situaci dle počtu dětí docházejících vždy nejbližší mateřské školy. Spádové oblasti se v softwaru ArcGIS generují pomocí Thiessen polygonů a představují tak pouze ideální stav, kdy by každé dítě chodilo vždy do nejbližší školky (Příloha 6). V realitě ale neexistuje žádné nařízení, které by říkalo, že rodiče musejí umístit své dítě do dané školky, ale mají při výběru svobodu, čímž se situace komplikuje. Thiessen polygony jsou sice vzdálenostní analýzou, nepoužívají ale síť a pouze rozdělují území na určité sféry vlivu každé školky.

7.3 Analýza současného stavu rozmístění mateřských škol

Pro analýzu současného stavu, tedy školního roku 2011/2012 bylo využito vybraných adresních, které představují děti v současnosti navštěvující mateřské školky (děti narozené od 1. 9. 2005 do 31. 8. 2008). Adresním bodům byla přiřazena váha dle počtu dětí v jednotlivých adresách.

Z celkového počtu dětí 3 100 zůstalo do vzdálenosti 500 m neobslouženo celkem 313 dětí (Příloha 7). Vzdálenost 500 m byla kvůli nepřesnostem, ať už v lokalizaci adresních bodů či mateřských škol nebo nepřesnostem sítě pěších komunikací navýšena o 50 m. Neobslouženy zůstaly některé okrajové obce, jako je Lošov nebo Radíkov u Olomouce, dále část Neředína, Hejčína a Nové Ulice, kde je sice školek větší počet, ale také nejvyšší koncentrace dětí.

7.4 Budoucí vývoj

Díky informacím o době narození dětí se nabízelo vytvořit analýzy na několik let dopředu, konkrétně jak bude situace vypadat ve školním roce 2012/2013, 2013/2014 a 2014/2015. Cílem bylo vytipovat školky, které se budou potýkat s nedostatkem místa pro děti v jejím okolí v těchto následujících rocích.

Analýza ukázala, že počty dětí, které nebudou mít do 500 m od bydliště školku, se v jednotlivých letech podobají (Tabulka 7.2). V dalších rocích se navíc očekávají počty dětí o 200 a více vyšší než v letošním roce, a pokud tento trend bude i v obcích mimo Olomouc, ze kterých rodiče děti do školek dovážejí, bude výrazně překročena kapacita všech mateřských škol.

školní rok	celkový počet dětí	neobslužnost do 550m
2011/2012	3100	313
2012/2013	3319	337
2013/2014	3448	306
2014/2015	3509	325

Tabulka 7. Obslužnost mateřských škol

Lokality, které zůstávají v jednotlivých školních letech neobsloužené, se rovněž liší minimálně. Za jednotlivé školní roky byly neobsloužené adresní body sumarizovány do výsledné mapy (Příloha 8). Magistrátem stanovené rozšíření stávajících mateřských škol, které překračují kapacitu, ukazuje Tabulka 7.2. Analýzou maximálního pokrytí, kdy nebyla stanovena hraniční vzdálenost, byly rovněž určeny školy s nedostatečnou kapacitou – viz Tabulka 7.3. Ta vycházela z předpokladu, že dítě bude navštěvovat nejbližší mateřskou školu. V lokalitě Topolany se nenachází žádná mateřská škola a síť pěších komunikací není v této oblasti propojena silnicí do Olomouce, a tudíž se adresní body nepřipojily k žádnému zařízení. Jak je uvedeno výše, ve skutečnosti je výběr mateřské školy ovlivněn více aspekty než pouze vzdáleností. Jak je vidět z přehledové mapy mateřských škol (Příloha 5) v některých lokalitách se nachází v těsné blízkosti více škol – analýza vybere pro každý adresní bod tu nejbližší, a přitom se další nejbližší škola může nacházet pouze o pár metrů dále. Obě zmíněné tabulky nelze z tohoto důvodu srovnávat. Pro příklad mateřských škol se ukázalo, že použití alokace a lokace na síti není příliš vhodné a nerespektuje tak skutečnou situaci.

Název mateřské školy	Navýšení
MŠ Bieblova	28
MŠ Čajkovského	24
MŠ Jílová	56
MŠ Holečkova	72
MŠ Hodolanská	56
MŠ Michalské stromořadí	28
MŠ Zeyerova	25
MŠ Svatoplukova	50

Tabulka 7.2 Mateřské školy s počítaným navýšením kapacity

ADRESA	kapacita	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015
Petřkova 5	50	43	42	43	47
Dvorského 33, Sv. Kopeček	16	37	40	38	40
Kovařovicova 11, Sv. Kopeček	56	8	9	10	9
Gagarinova 17, Droždín	28	42	41	50	55
Selské náměstí 42	50	43	45	47	47
Blodkovo náměstí 15	25	18	15	12	10
Holečkova 7	112	66	76	73	81
Schweitzerova 12	63	32	43	48	45
Střední novosadská 50	45	55	54	49	40
Náves Svobody 41	148	106	96	100	103
Nemilany, Čes.čtvrť 2	44	45	52	51	52
Slavonín, Arbesova 48	50	58	70	76	58
Nedvězí, Neklanova 4	25	12	13	13	15
Nedvědova 13	150	56	57	58	42
Bieblova 7	112	25	34	32	39
Husitská 19	112	66	69	75	66
Přichystalova 20	51	127	127	138	144
Rožňavská 19	150	251	262	266	287
Radova 5	84	34	33	40	38
Hodolanská 4	46	67	75	73	76
Purkyňova 3	47	28	33	39	37
Táboritů 36	36	77	86	68	69
Na Trati 82	85	128	154	159	169
Dělnická 17 B	158	79	92	101	104
Helsinská 11	78	70	83	98	102
Čapka Choda 12	78	71	70	67	65
Herrmannova 1	140	151	171	177	173
Baarova 5	44	29	34	28	29
Jílová 41	228	187	212	244	261
kpt. Nálepky 10	52	128	129	130	134
Na Bystřičce 16	104	36	44	54	53
Michalské stromořadí 11	51	52	39	43	42
Čajkovského 14 A	112	76	66	58	60
Vojanova 10	45	119	124	137	134
Mozartova 6	90	47	54	46	49
Rooseveltova 101	50	66	73	66	64
Lužická 7	115	82	93	96	99
Škrétova 2	50	22	27	23	26
Wolkerova 34	95	45	51	48	46
Mozartova 22	60	89	90	96	90
Zeyerova 23	75	76	76	95	99
Žižkovo nám. 3	51	50	50	45	58
Sokolská 19	51	191	195	215	228

celkem	3312	3090	3299	3425	3485
Topolany		10	20	23	24

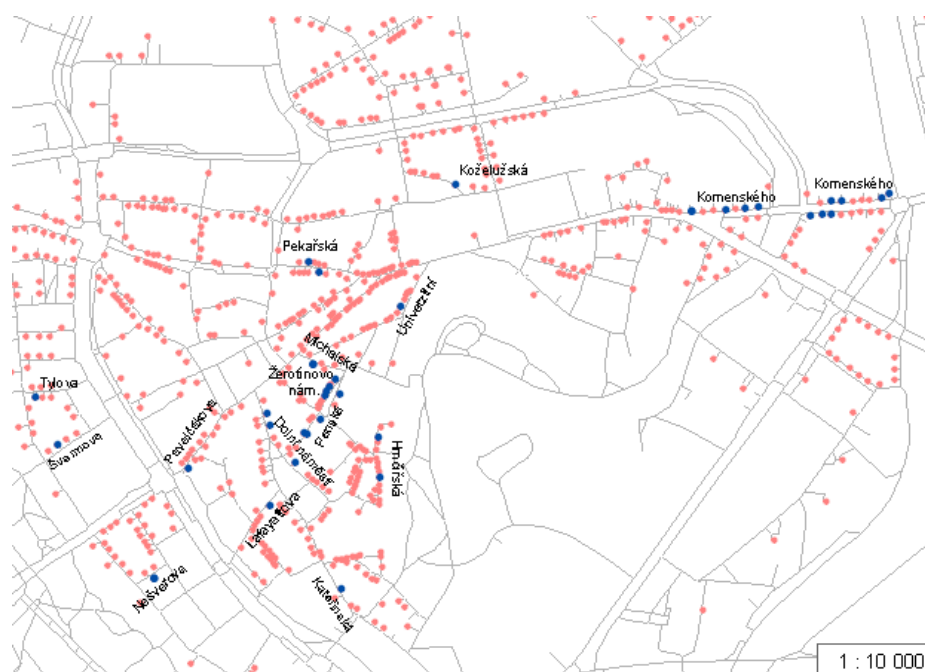
Tabulka 7.4 Mateřské školy s překročenou kapacitou dle analýzy

Veškeré výstupy z této studie budou poskytnuty Magistrátu města Olomouce, a to odboru školství, které by je mohlo alespoň částečně využít pro další účely.

8 PŘÍPADOVÁ STUDIE – STANOVIŠTĚ S NÁDOBAMI NA SEPAROVANÝ ODPAD

Magistrát města Olomouce se snaží vést občany ke třídění odpadu. Dosud rozmístil na území Olomouce celkem 3282 nádob na tříděný odpad (k 20. 12. 2011). Nádoby jsou umístěny na 746 stanovištích (Příloha 9). Patří zde nádoby na plasty, papír, sklo (někdy zvlášť kontejnery na sklo bílé a barevné) a tetrapakové obaly. Některé oblasti zůstávají stále nepokryty. Cílem této studie bylo identifikovat tyto nepokryté oblasti a navrhnout tak lokality pro umístění dalších sběrných nádob. Touto problematikou se zabývali na MMOL již dříve a cílem studie bylo také aktualizovat stávající vrstvu s těmito stanovišti, která obsahovala pouze 650 záznamů (kapitola 2).

Příloha 10 obsahuje tabulku stanovišť poskytnutou. Problematické je umístění nádob do historického centra města Olomouce. Platí zákaz umísťovat kontejnery vně domů (na ulici). Pokud občané Olomouce mají zájem odpad třídit, mohou si bezplatně zažádat o kontejnery na tříděný odpad, které musejí být umístěn uvnitř domů, na zadních dvorcích apod. Této možnosti dosud využívá pouze 41 bytových domů v centru města, nejvíce na ulici Komenského a Žerotínově náměstí (Obrázek 8.1), kde jsou kontejnery umístěny uvnitř domů (značeny modrou barvou) a určeny tak pouze pro občany z konkrétní adresy, adresní body značeny červeně. Tyto stanoviště, kde jsou kontejnery umístěny uvnitř domů a dostupné tak pouze obyvatelům příslušného domu, byly z analýz vyloučeny, stejně jako adresní body jim příslušející.



Obrázek 8.1 Nádoby na separovaný odpad umístěné uvnitř obytných budov

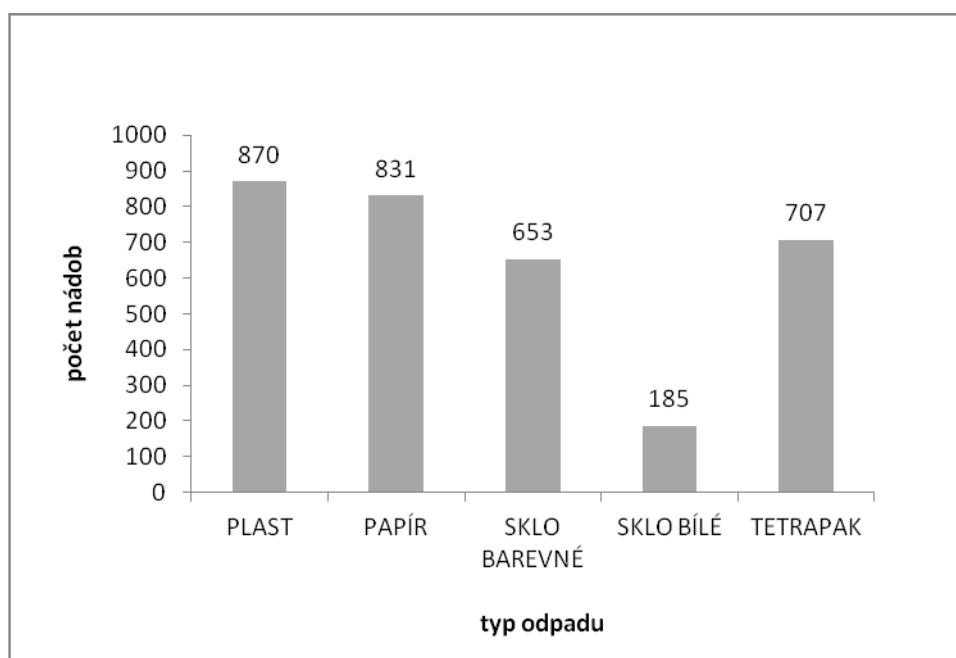
Pro analýzu byl použit nástroj *Location-Allocation* na minimalizaci vzdálenosti adresních bodů ke stanovišti. Vzdálenost je v této analýze klíčová. Dle studií prováděných magistrátem byla doba, kterou jsou lidé ochotni jít s odpadem, stanovena na 150-180 m. Vzhledem k možným nepřesnostem v lokalizaci stanovišť byla vzdálenost nastavena na 180 m. Delší vzdálenost by mohla obyvatele demotivovat ke třídění odpadu.

8.1 Data vstupující do analýzy

- Stanoviště s nádobami na separovaný odpad
- Adresní body
- Síť pěších komunikací

8.2 Analýza současného stavu

Na 581 stanovištích se nachází nádoby pro všechny druhy odpadu, tedy na plast, papír, sklo a tetrapak, kdy nádoby na sklo se nerozdělují na sklo bílé a barevné. Celkové počty nádob na jednotlivé druhy odpadu ukazuje Graf 8.1. Na jednom stanovišti se může nacházet více nádob na jeden druh odpadu.



Graf 8.1 Celkové počty nádob na separovaný odpad

Do analýzy bylo počítáno se stanovišti se všemi druhy nádob. V některých případech je možné, že na stanovišti se nádoby na všechny druhy odpadu nenacházejí,

ale v blízkosti je další stanoviště, které nádoby na chybějící druh odpadu doplňuje. Toto bohužel není možné vysledovat, proto byly dále vytvořeny analýzy pro každý typ odpadu zvlášť.

Analýzou pro stanoviště s nádobami se všemi druhy odpadu bylo zjištěno, že nepokryto do vzdálenosti 180 m zůstalo přes 2 600 adresních bodů, pokryto je necelých 7 300 (Příloha 11). Z analýz prováděných pro jednotlivé druhy odpadu – sklo (Příloha 12), papír (Příloha 13), tetrapak (Příloha 14) a plast (Příloha 15) se ukázalo, že situace je obdobná (Tabulka 8.1).

druh odpadu	počet neobsložených adresních bodů
plast	2523
papír	2625
sklo	2901
tetrapak	2779

Tabulka 8.1 Neobsložené adresní body

Nejvíce postižené jsou okrajové oblasti, centrum Olomouce a také několik dalších lokalit rozmístěných rovnoměrně po celém území. Ve vzdálených oblastech, jako např. přilehlých obcí, převládá zástavba rodinných domů, kde se tříděný odpad řeší individuálně. Rozdíl, zda se jedná o adresní bod bytového nebo rodinného domu není možné dohledat. Tabulka v 8.2 ukazuje nejvíce postižené oblasti a představuje místa, kde nádoby na separovaný odpad nejvíce scházejí (200 a více neobsložených obyvatel). Lokality jsou pojmenovány podle názvu ulic, stejně jako v databázi MMOL. Některá místa nemají název ulice (jsou sumarizovány do jedné položky), téměř ve všech případech se ale jedná o oblasti v okrajových částech Olomouce, kde převládá zástavba rodinných domů, která není předmětem hledání nových lokalit. Kompletní tabulka je na příloženém CD. MMOL má v plánu soustředit se zejména na oblast centra Olomouce a přilehlé oblasti. MMOL plánuje výstavbu tří podzemních kontejnerů v blízkosti historického centra, které by mohly neobslužnost centra částečně vyřešit.

Z tabulky vyplývá, že nejvíce postižené jsou oblasti centra – Horní a Dolní náměstí, ulice Komenského. Postiženy jsou i další lokality jako např. ulice I. P. Pavlova, kde se nachází převážně bytová zástavba, stejně jako ulice Kosmonautů. Lokalit, kde kontejnery na separovaný odpad chybí je velký počet, proto byly neobsložené adresní body shlukovány dle ulic.

ulice	počet neobsloužených adresních bodů	počet neobsloužených obyvatel
PLAST		
I.P.Pavlova	32	421
tř.Kosmonautů	8	307
Švabinského	8	283
Dalimilova	83	271
Šmeralova	10	250
Foerstrova	10	209
Chválkovická	50	204
PAPÍR		
I.P.Pavlova	32	421
tř.Kosmonautů	8	307
Švabinského	8	283
Dalimilova	83	271
Šmeralova	10	250
Foerstrova	10	209
Chválkovická	50	204
SKLO		
Horní náměstí	8	3056
I.P.Pavlova	32	421
Komenského	14	317
tř.Kosmonautů	8	307
Švabinského	8	283
Dalimilova	83	271
Šmeralova	10	250
Kyselovská	64	214
Foerstrova	10	209
Chválkovická	50	204
TETRAPAK		
Horní náměstí	8	3056
I.P.Pavlova	32	421
tř.Kosmonautů	8	307
Švabinského	8	283
Dalimilova	83	271
Šmeralova	10	250
Foerstrova	10	209
Chválkovická	50	204

VŠECHNY DRUHY ODPADU

Horní náměstí	16	3152
Komenského	25	535
Dolní náměstí	28	293
Švabinského	8	283
tř.Kosmonautů	7	280
Šmeralova	10	250
Dalimilova	76	248
Balbínova	11	234
I.P.Pavlova	28	225
Dobrovského	20	208
Kyselovská	60	207

Tabulka 8.2 Lokality nepokryté nádobami na separovaný odpad

Magistrátu budou předány veškeré výstupy z této studie, aby je mohl použít pro své účely, a to včetně výstupních vrstev analýz ve formátu ESRI shapefile. Data budou předána odboru životního prostředí a odboru koncepce a rozvoje, který používá software ArcGIS a může tak výsledné vrstvy dále využívat a lépe podrobněji identifikovat nepokryté lokality.

9 VÝSLEDKY

Výsledkem analýz jsou zejména tematické mapy (viz Seznam příloh), tabulky a slovní komentář. K práci byly vytvořeny webové stránky umístěné na webu katedry geoinformatiky.

9.1 Návod k tvorbě alokačních a lokačních analýz v prostředí ArcGIS 10

Jedním z cílů práce byla tvorba návodu k možnostem alokačních a lokačních analýz v ArcGIS 10. Ten zahrnuje nástroj *Buffer*, *Create Thiessen Polygons*, *Service Area* a *Location-Allocation* a rozšiřuje tak kapitolu 5. Navíc zahrnuje tvorbu Network Datasetu, který je nezbytný pro práci s extenzí Network Analyst a s tím spojené použití nástrojů *Service Area* a *Location-Allocation*. Nejedná se o typický návod, který by popisoval krok po kroku, jak analýzy vytvářet a předpokládá znalost práce v prostředí ArcGIS. Zaměřuje se na popis parametrů a možných nastavení analýz a zahrnuje také vzorové příklady ke každému nástroji.

9.2 Výsledky prostorových analýz

V analytické části byla zpracována tři témata dle požadavků Magistrátu města Olomouce, na něž byly aplikovány analýzy popsané v teoretické části a návodu.

9.2.1 Případová studie: Sběrné dvory v Olomouci

Magistrát města Olomouce plánuje výstavbu nových sběrných dvorů v Olomouci. Stávající stav se dvěma dvory je nedostačující a řeší se finančně neefektivními sběrovými sobotami. Na základě konceptu územního plánu byly vytipovány 4 nové lokality pro sběrné dvory - v Hejčíně, Slavoníně, Holicích a Nových Sadech (Příloha 1). Nejprve byla provedena analýza současného stavu (Příloha 2), kterou bylo zjištěno, že vyjma centra Olomouce a některých okrajových částí je stávajícími dvory území pokryto, a to do vzdálenosti 10 minut autem. Pro analýzu bylo použito nástroje Location-Allocation – konkrétně řešení pro maximalizaci pokrytí daného území (Maximize Coverage). Druhou částí by výběr lokality pro nový sběrný dvůr. Použita byla znovu analýza maximálního pokrytí a hraniční vzdáleností 10 minut, která určila, že nejvhodnější lokalitou je lokalita na Nových Sadech (Příloha 3). Na závěr byla vytvořena mapa rozdělující katastrální území Olomouce dle příslušnosti k jednotlivým dvorům z hlediska nejkratší vzdálenosti k nim (Příloha 4).

9.2.2 Případová studie: Mateřské školy

V zájmovém území Olomouc je v současné době celkem 43 mateřských školek spravovaných městem Olomouc s kapacitou přibližně 330 míst - 115 tříd (Příloha 5). Kapacita každé ze školek je ve školním roce 2011/2012 plná a bylo tomu tak i v minulých letech. Nejprve byly vytvořeny spádové oblasti mateřských školek pomocí Thiessen Polygonů (Příloha 6). Dále byla provedena analýza současného stavu, tedy stavu za školní rok 2011/2012, kdy bylo zjištěno, že z celkového počtu dětí 3 100 na území Olomouce zůstalo do vzdálenosti 500 m neobslouženo celkem 313 dětí (Příloha 7). Pro analýzu byl použit nástroj Location-Allocation a řešení problematiky maximalizace pokrytí. Další analýzy naznačují vývoj v následujících školních letech. Cílem bylo nalézt takové školy, které překračují nebo budou překračovat svou kapacitu. Ve skutečnosti se mateřské školy vyznačují pouze částečnou spádovostí a výběr školky je ovlivněn nejen vzdáleností, ale také kvalitou služeb. Z tohoto důvodu není příliš vhodné použití analýz založených na předpokladu, že děti vždy navštěvují nejbližší školku.

9.2.3 Případová studie: Nádoby na separovaný odpad

Magistrát města Olomouce si vede databázi míst s nádobami na separovaný odpad. Stanovišť je celkem 746 (Příloha 9). Cílem bylo zanalyzovat současnou situaci rozmístění nádob a určit lokality, kde nádoby na separovaný odpad schází. Pro analýzu byl použit nástroj Location-Allocation, kdy bylo cílem minimalizovat vzdálenosti ke stanovištím s nádobami. Hraniční vzdálenost byla stanovena na 180 m pěší chůzí. Analýza byla prováděna zvlášť pro stanoviště s nádobami na všechny druhy separovaného odpadu, tedy plast, papír, sklo a tetrapak (Příloha 11), a zvlášť pro jednotlivé druhy odpadu (Příloha 12, 13, 14, 15). Z analýzy se zjistilo, že počet sběrných nádob není dostatečný. MMOL vede databázi stanovišť dle názvu ulic, a proto závěrečná sumarizace neobsloužených lokalit byla vedena tabulkovou formou na základě ulic.

10 DISKUZE

Aplikací alokačních a lokačních síťových analýz na vybraná témata bylo zjištěno, že ne všechna témata, kdy hledáme nebo vybíráme nové lokality pro zařízení, a kdy k zařízením přiřazujeme obslužné oblasti a potenciální zákazníky, jsou pro tyto analýzy vhodná. Možnosti analýz po síti, které nabízí software ArcGIS jsou spíše určeny pro geomarketingové analýzy. Vzhledem k tomu, že analytická část byla vytvářena pro Magistrát města Olomouci, byl výběr témat značně omezen. Do analýz vstupují adresní body, které představují obyvatele s trvalým pobytem v Olomouci. Ve skutečnosti se analýz mohou účastnit i jiní lidé, a to především z okolních obcí, kteří zde cestují za prací.

Ukázalo se, že použití těchto analýz je vhodné pro problematiku výběru nové lokality pro sběrný dvůr v Olomouci, kdy by tato studie mohla magistrátu pomoci v rozhodovacím procesu výběru místa pro nový sběrný dvůr. Naopak pro problematiku mateřských škol bylo shledáno použití nástroje Location-Allocation za nevhodné, a to z důvodu předpokladu, že každý adresní bod se vždy přiřadí k nejbližšímu zařízení, v tomto případě mateřské školy, což neodpovídá skutečnosti – dítě nemusí nutně navštěvovat nejbližší školu. Pro třetí studii zabývající se obslužností adresních bodů nádobami na separovaný odpad bylo shledáno použití alokačních a lokačních analýz po síti za vhodné. V tomto případě, kdy byla obslužnost sledována pouze do vzdálenosti 180 m, je předpokladem kvalitní síť. Síť pěších komunikací použitá v této práci má své nedostatky, které mohou výslednou analýzu na takto malé vzdálenosti ovlivnit.

Po stránce funkčnosti jednotlivých analýz nástroje Location-Allocation, tedy Minimize Impedance, Maximize Coverage, Minimize Facilities, Maximize Attendance, Maximize Market Share a Target Market share, bylo zjištěno, že použití váhy, ať už přiřazené zařízení nebo poptávkovým bodům, má na výsledek analýzy minimální vliv. Je to způsobeno malými rozdíly ve vzdálenostech mezi zařízeními a poptávkovými body, ale také ne příliš velkými rozdíly ve váze, respektive počtu obyvatel na jednotlivých adresních bodech. Nástroj byl postaven pro analýzy v mnohem větším měřítku, jako je obslužnost měst a pro obrovská města s výškovými budovami, kde jsou rozdíly v počtech obyvatel na adresách v řádech stovek. Pro měřítko města Olomouce se téměř neprojeví ani použití typů analýz, které bylo vždy shodné s použitím základní analýzy Minimize Impedance. Kvalita sítě je pro tyto analýzy směrodatná. Téměř u všech analýz bylo nalezeno několik bodů, které se na síť správně nepřichytily nebo se vyskytla blíže neidentifikovatelná chyba při průchodu sítě, které zůstaly neobsloužené i při těsné vzdálenosti k zařízení.

Rovněž po stránce vizualizace analýz nastaly problémy. Adresních bodů je v Olomouci téměř 10 000, což bylo na zvolený formát map A3 velice obtížné znázornit a body se nutně překrývají. Řešením by bylo zvolit větší formát map, kdy by se ale výrazně zvýšily náklady na tisk.

I přes problémy, které se vyskytly v průběhu práce, ať už při zpracování dat nebo samotných analýz, může magistrát z těchto analýz vycházet pro další studie, kdy tyto analýzy mohou být vhodným podkladem.

11 ZÁVĚR

Cílem práce bylo představení problematiky alokačních a lokačních analýz a následné provedení analýz v praxi za použití software ArcGIS 10. Zájmem práce jsou alokační a lokační analýzy na síti. Výsledkem je teoretická část obsahující rozbor problematiky alokace a lokace, popis alokace a lokace na síti a řešerši na toto téma.

Praktická část je rozdělena na dvě části. První částí je návod, respektive tutorial, který popisuje, a na vzorovém příkladu ukazuje možnosti alokačních a lokačních analýz v software ArcGIS 10, zejména pak možnosti extenze Network Analyst a jejího nového nástroje Location-Allocation. Podrobně rozebírá možnosti nastavení jednotlivých analýz. Návod je dostupný na webových stránkách k této práci.

Výsledkem praktické části je implementace analýz na reálná data pro konkrétní účely Magistrátu města Olomouce. Vytvořeny byly tři případové studie.

První z nich se zabývá výběrem vhodné lokality pro nový sběrný dvůr na území Olomouce. Pro tuto analýzu bylo použito řešení problematiky na maximalizaci pokrytí (Maximize Coverage), která z vybraných potenciálních lokalit pro nové sběrné dvory vybrala tu nejvhodnější.

Druhá studie se zabývá rozmístěním nádob na separovaný odpad, kdy bylo cílem analyzovat současnou situaci a vytipování lokalit, kde nádoby schází. Nejdůležitějším faktorem byla vzdálenost k nádobám, tudíž byla použita analýza s minimalizací vzdálenostního odporu k nádobám (Minimize Impedance).

Třetí studie se zabývá mateřskými školami v Olomouci. Cílem této analýzy bylo nalézt ty školy, které svou kapacitou nepokrývají adresní body. Byla zvolena analýza na maximalizaci pokrytí (Maximize Coverage). Bylo zjištěno, že pro výběr školky není pro rodiče vzdálenost ke školce klíčovým faktorem, a tudíž výsledné analýzy představují ideální stav, kdy dítě navštěvuje nejbližší mateřskou školu.

Diplomová práce ukázala, alokační a lokačních analýzy na síti mohou mít široké uplatnění, jsou ale i taková témata, pro která je použití alokace a lokace nevhodné. Nástroj Location-Allocation nabízí pro řešení alokace a lokace vysokou funkcionalitu, jeho použití je omezeno zejména kvalitou vstupních dat a měřítkem, ve kterém se analýza provádí.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

VODSTRČIL, Petr. *Extrémální úlohy v geometrii* [online]. 2008 [cit. 2012-01-12].

Dostupné z WWW:

<http://skomam.vsb.cz/archiv/2008/files/prednasky/P_Vodstrcil.pdf>.

BUREŠOVÁ, Magdaléna. Umístění logistických center v území jako problém diskrétní lokace [online]. Pardubice, 2009 [cit. 2012-02-06]. Dostupné z:

http://dspace.upce.cz/bitstream/10195/36586/1/BuresovaM_Umisteni%20logisticckych_JV_2010.pdf. Diplomová práce. Univerzita Pardubice.

BAYER, Tomáš. Voronoi teselace. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta:

Osobní stránka - Tomáš Bayer [online]. 2007 [cit. 2012-02-11]. Dostupné z:

<http://web.natur.cuni.cz/~bayertom/Sw/Applets/Voronoi/appletvoronoi.html>

JIROVSKÝ, Lukáš. Teorie grafů ve výuce na střední škole [online]. Praha, 2010 [cit.

2012-02-11]. Dostupné z: http://teorie-grafu.cz/dipl_teorie_grafu.pdf. Diplomová práce.

Univerzita Karlova v Praze.

SÁDOVSKÁ, Petra. Geomarketingové analýzy a jejich aplikace v Olomouci [online].

Olomouc, 2009 [cit. 2012-03-17]. Dostupné z:

<http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/bakalarske/sadovska09/geomarketing.pdf>.

Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci.

KREJČÍ, Lukáš. Analýza míry obslužnosti sítě bankomatů v Olomouci pomocí GIS.

Olomouc, 2005. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci.

KOUTNÝ, Dalibor. Sestavení databáze služeb a hodnocení vybavenosti obcí. Olomouc,

2011. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci.

ABDEL-LATIF, Ahmed M. W. Combining GIS-Based Spatial Analysis and

Optimization Techniques to Generate Optimum Facility Locations. The Seventh National GIS Symposium in Saudi Arabia [online]. 2007 [cit. 2012-03-17]. Dostupné z:

http://www.saudigis.org/FCKFiles/File/SaudiGISArchive/2ndGIS/Papers/13_E_AhmadAbdelLatif_KSA_F.pdf

SPAULDING, Benjamin D. a Robert G. CROMLEY. Integrating the maximum capture problem into a GIS framework. *Journal of Geographical Systems*. 2007, roč. 9, č. 3. DOI:

10.1007/s10109-007-0047-z. Dostupné z:
<http://www.springerlink.com/content/p361v02k075m1678/>

OH, Kyushik a Seunghyun JEONG. Assessing the spatial distribution of urban parks using GIS. *Landscape and Urban Planning*. 2007, roč. 82, 1-2. Dostupné z:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204607000345>

LANDEX Alex, HANSEN Stephen, 2006, Examining the Potential Travellers in Catchment Areas for Public Transport, Centre for Traffic and Transport (CTT), Technical University of Denmark (DTU), 11 p.
http://orbit.dtu.dk/app?cdis=attachment%3B+filename%3D%22Examining+the+potential+travelers+in+catchments+areas+for+public+transport.pdf%22&ctyp=application%2Fpdf&downloadOptionName=URL&service=download_records&url=http%3A%2F%2Furbit.cvdt.dk%2Fcgibin%2Furbit_fulltext%2F190006%2F1%2F1%2Fceb326da86c1ac6677412e240c630860

What's New in Esri Business Analyst 10 [online]. Redlands, USA : ESRI, 2010 [cit. 2010-03-12]. Dostupné z:
http://downloads2.esri.com/support/documentation/other_/W16844_Whats_New_In_Business_Analyst_10.pdf

Urban Network Analysis: A new toolbox for ArcGIS [online]. Massachusetts Institute of Technology, USA: 2010 [cit. 2010-03-12]. Dostupné z:
<http://cityform.mit.edu/files/UNAPaper.pdf>

Geomarketingový nástroj RegioGraph - komplexní řešení pro Vaše regionální analýzy. www.regiograph.cz [online]. 2012 [cit. 2012-03-18]. Dostupné z:
<http://www.regiograph.cz/cs/produkty/regiograph/>

Microsoft MapPoint North America 2011. Microsoft MapPoint [online]. 2012 [cit. 2012-03-18]. Dostupné z: <http://www.microsoft.com/mappoint/en-us/mappoint.aspx>

LoLA-Homepage. LoLA [online]. 2001 [cit. 2012-03-18]. Dostupné z:
<http://www.mathematik.uni-kl.de/~lola/>

Location-allocation Analysis. S-Distance [online]. 2006 [cit. 2012-03-18]. Dostupné z:
http://www.prd.uth.gr/sites/spatial_analysis/software/SdOverview_en.html

Network Analyst Tutorial [online]. 2010 [cit. 2012-03-18]. Dostupné z:
<http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/pdf/network-analyst-tutorial.pdf>

Network Analyst. ArcGIS Resource Center: Desktop 10 [online]. 2012 [cit. 2012-05-13].
Dostupné z:
http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/What_is_Network_Analyst/004700000001000000/

MicroStation. Gissoft [online]. 2012 [cit. 2012-06-13]. Dostupné z:
<http://www.gissoft.cz/MicroStation/MicroStation>

Microsoft Office. Office: Produkty [online]. 2012 [cit. 2012-05-13]. Dostupné z:
<http://office.microsoft.com/cs-cz/products/?CTT=97>

Open Office. OpenOffice.cz [online]. 2012 [cit. 2012-05-13]. Dostupné z:
www.openoffice.cz/

SUMMARY

Location analysis relates to finding new locations for new facilities and allocation analysis are related to attend the facilities. These analysis could be useful for spatial and urban planning and also for geomarketing or business analysis.

The main aim of this thesis was to describe possibilities of allocation and location network analysis in ArcGIS and try to use in practise.

The list of the possible usage was created. The list includes especially tools from Network Analyst Extension. In the last version of ArcGIS Software there exist a new tool for solving location and allocation network analysis using demand points to locate a facility. This thesis is focused especially on it. The result is a tutorial describing all these possibilities in detail, including sample examples. The tutorial is available on the website Department of geoinformatics.

The second part include three case studies that try to implement analysis mentioned above on themes selected by the Municipality Office in Olomouc. The data were provided by this office and are not available for other purposes. The First case deals with the finding new locations for waste collection point. The analysis was solved by Maximize Attendance Analysis. The Second case study is focused on containers for separate waste in Olomouc. The aim was to find locations that are not served by containers in the distance of 200m. The key factor was to minimize the distance so the best solution was to solve it by Minimize Impedance Analysis. The Third case deals with maternal schools in Olomouc and the aim was again to find demand points that are not served. In this case study was found out that using network analysis is not suitable for solving this problem because the parents don't care about the closest school so often.

Two case studies were solved in practise and will be used by the municipality office of Olomouc. For the study about finding new locations for waste collection point and containers for separate waste is suitable to use location allocation network analysis. The analysis about maternal school was also solved but it does not represent the real situation but only an ideal model.

SEZNAM PŘÍLOH

Vázané přílohy:

Příloha 1: Sběrné dvory v Olomouci – 2012, Současný stav a návrh nových lokalit dle konceptu územního plánu Olomouce

Příloha 2: Sběrné dvory v Olomouci – 2012, Obsluženost dle časové dostupnosti

Příloha 3: Sběrné dvory v Olomouci – 2012, Výběr nejvhodnější lokality dle časové dostupnosti

Příloha 4: Sběrné dvory v Olomouci – 2012, Příslušnost katastrálních území dle časové dostupnosti

Příloha 5: Mateřské školy v Olomouci – 2011 / 2012, Přehled

Příloha 6: Mateřské školy v Olomouci – 2011 / 2012, Spádové oblasti

Příloha 7: Mateřské školy v Olomouci – 2011 / 2012, Obslužnost adresních bodů dle vzdálenosti

Příloha 8: Mateřské školy v Olomouci, Neobslužnost adresních bodů do vzdálenosti 500 m

Příloha 9: Nádoby na separovaný odpad v Olomouci – 2011, Přehled stanovišť

Příloha 10: Tabulka stanovišť s nádobami na separovaný odpad v Olomouci (MMOL)

Příloha 12: Nádoby na separovaný odpad – 2011, Obslužnost adresních bodů dle vzdálenosti

Příloha 12: Nádoby na separovaný odpad – Sklo – 2011, Obslužnost adresních bodů dle vzdálenosti

Příloha 14: Nádoby na separovaný odpad – Tetrapak – 2011, Obslužnost adresních bodů dle vzdálenosti

Příloha 15: Nádoby na separovaný odpad – Plast – 2011, Obslužnost adresních bodů dle vzdálenosti

Volné přílohy:

poster

CD

- Popis struktury CD

Adresáře:

text_prace

vstupni_data

vystupni_data

navod

metadata

web

Data z Magistrátu města Olomouce byla poskytnuta pro zpracování magisterské práce. Jejich další využití je možné jen se souhlasem správce těchto dat.