



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEODESY

APLIKACE TEORIE MULTIKRITERIÁLNÍHO
ROZHODOVÁNÍ V GIS V LOKALITĚ NOVÝ LÍSKOVEC
APPLICATION OF THE DECISION MAKING THEORY IN GIS IN THE LOCALITY OF NOVÝ
LÍSKOVEC

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. TATIANA HÍREŠOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. DALIBOR BARTONĚK, CSc.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646R003 Geodézie a kartografie (N)
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Tatiana Hírešová
Název	Aplikace teorie multikriteriálního rozhodování v GIS v lokalitě Nový Lískovec
Vedoucí diplomové práce	doc. Ing. Dalibor Bartoněk, CSc.
Datum zadání diplomové práce	30. 11. 2015
Datum odevzdání diplomové práce	27. 5. 2016
V Brně dne 30. 11. 2015	

.....
doc. RNDr. Miloslav Švec, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Tuček, J.: GIS - Geografické informační systémy. Principy a praxe. Computer Press, Brno, 1998, 424 str.
2. KORVINY, Petr. Teoretické základy vícekritériálního rozhodování. s. 29.
3. Příručky k programům Geomedia, ArcGIS.

Zásady pro vypracování

1. Seznamte se s problematikou geografických informačních systémů (GIS).
2. Prostudujte základní metody multikritériální analýzy (MCA) - AHP, OWA, Electre, WLC.
3. V lokalitě Nový Lískovec aplikujte vybranou MCA metodu pro posouzení vybraných geografických objektů dle zadaných kritérií.
4. Výsledky zpracujte ve vhodném GIS software (Geomedia, ArcGIS).

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....
doc. Ing. Dalibor Bartoněk, CSc.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Diplomová práca sa zaoberá multikriteriálnou analýzou v geografických informačných systémoch. Viackriteriálne rozhodovanie je aplikované v lokalite Nový Lískovec a rieši otázku bývania v panelových domoch nachádzajúcich sa v tejto lokalite. Hlavným cieľom práce je hodnotenie danej oblasti pomocou kritérií, ktoré sú dôležité z hľadiska bývania aplikovaním vhodnej metódy multikriteriálneho rozhodovania, vyjadrenie týchto faktorov ovplyvňujúcich bývanie graficky pomocou GIS a zhodnotenie a posúdenie najlepších variant vyplývajúcich z konkrétnych zadaných hodnôt kritérií. Postupne je v práci priblížená problematika GIS, multikriteriálneho rozhodovania, oblasti Nového Lískovca, zberu podkladov a postupu riešenia rôznych priestorových analýz a samotného vyhodnotenia. Práca poukazuje na možnosť aplikácie GIS pre realitné kancelárie, či iné inzerčné organizácie, a to grafickým zobrazením najlepších variant na základe riešenia mnohých kritérií pri hľadaní vhodného bývania.

Kľúčové slová: GIS, multikriteriálne rozhodovanie, priestorové analýzy

Abstract

The diploma thesis deals with multicriterial analysis in geographic information systems. Multicriterial decision making is applied in locality of Nový Lískovec and deals with problems connected with housing in panel block of flats located in this locality. The main aim of the thesis is use right method for multicriterial evaluation of this locality by the most important criteria for housing, graphical expression of these factors by GIS and assessment and evaluation the best variants resulting from specific values of criteria. In the thesis is subsequently addressed issue of GIS, multicriterial decision making, locality of Nový Lískovec, collection of input documents and process of spatial analysis. The thesis points out at the application GIS for estate agencies or others organizations providing housing offers and graphical displaying the best variants based on a many search-housing criteria.

Keywords: GIS, multicriterial decision making, spatial analysis

Bibliografická citácia VŠKP

Bc. Tatiana Hírešová *Aplikace teorie multikriteriálního rozhodování v GIS v lokalitě Nový Lískovec*. Brno, 2016. 82 s., 14 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedúci práce doc. Ing. Dalibor Bartoněk, CSc.

Prehlásenie:

Prehlasujem, že som diplomovú prácu spracovala samostatne a že som uviedla všetky použité informačné zdroje.

V Brně dňa 24.5.2016

.....
podpis autora
Bc. Tatiana Hírešová

Pod'akovanie:

Ďakujem vedúcemu svojej práce doc. Ing. Daliborovi Bartoněkovi, CSc a Ing. et Ing. Stanislave Dermekovej za odborné vedenie a cenné rady. Ďalej by som chcela poďakovať všetkým opýtaným za spoluprácu a vyplnenie hodnotiacich kritérií podľa ich vlastného uváženia a možnosť vyhotovenia tejto diplomovej práce, *Aplikace teorie multikriteriálního rozhodování v GIS v lokalitě Nový Lískovec*, s finančnou podporou TA ČR projektu Centra kompetence TE02000077.

OBSAH

1 Úvod	10
2 GIS	12
2.1 Definícia GIS.....	12
2.2 Stručná história GIS	13
2.3 Súčasti GIS	14
2.4 ArcGIS	15
3 Lokalita Nový Lískovec	17
3.1 História.....	17
3.2 Súčasnosť	18
3.3 Revitalizácia panelového sídliska	19
4 Multikriteriálna analýza	20
4.1 Priestorová multikriteriálna analýza.....	20
4.2 Všeobecný postup viackriteriálneho rozhodovania.....	20
4.2.1 Vytvorenie a stanovenie množiny hodnotiacich kritérií	22
4.2.2 Priradenie váh jednotlivým hodnotiacim kritériám	23
4.2.3 Stanovenie vzorových hodnôt váh kritérií	27
4.2.4 Čiastkové hodnotenie dosiahnutých výsledkov	27
4.2.5 Posúdenie rizík realizácie jednotlivých variant	28
4.2.6 Určenie konečného poradia všetkých variant a výber najlepšej varianty	29
4.3 Metódy viackriteriálneho hodnotenia.....	30
4.3.1 Metóda váženej lineárnej kombinácie WLC	31
4.3.2 Metóda analytického hierarchického procesu AHP	32
4.3.3 Metóda usporiadaného váženého priemeru OWA	33
4.3.4 Metódy ELECTRE	33
5 Zhromažďovanie podkladov pre projekt	36
5.1 Zber vektorových dát	36
5.2 Zber rastrových dát.....	37
5.3 Zber štatistických údajov	38
5.4 Služby WMS	40
6 Energetické spotreby niektorých budov	42
6.1 Priemerné mesačné spotreby budov	42
6.2 Prepočítané spotreby z hľadiska bývania	43
7 Priestorové analýzy v danej lokalite	47

7.1	Analýzy vzdialeností.....	48
7.2	Analýzy sietí.....	50
7.2.1	Časová dostupnosť k zastávkam MHD.....	54
7.2.2	Časová dostupnosť do centra	56
8	Hlukové zóny	58
9	Vyhodnotenie variant	59
9.1	Analýza bývania v panelových domoch.....	60
9.2	Zhodnotenie analýz	69
10	Záver	71
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	73
	ZOZNAM POUŽITÝCH DÁT	77
	ZOZNAM PRÍLOH.....	78
	ZOZNAM SKRATIEK	79
	ZOZNAM OBRÁZKOV	80
	ZOZNAM TABULIEK	82

1 Úvod

Priestorové rozhodovanie a viackriteriálna analýza je aktuálnym problémom dnešnej doby vo viacerých oblastiach záujmu. Či už sa jedná napríklad o nájdenie vhodnej mestskej lokality pre nové nákupné centrum, lokalitu s výhodnými podmienkami pre solárnu, atómovú alebo akúkoľvek inú elektrárňu, umiestnenie mobilných či internetových antén a zosilňovačov, alebo o označenie území ohrozených povodňami je multikriteriálna analýza veľmi dobrou pomôckou pri správnom riešení a rozhodovaní v danej tematike. Pod viackriteriálnou analýzou si môžeme predstaviť riešenie problému z viacerých hľadísk. Napríklad, pri výbere vhodného miesta pre postavenie lyžiarskeho strediska nezohráva úlohu len voľba najvhodnejšieho svahu, ale aj dopravná dostupnosť, orientácia svahu, či sa svah nachádza na náveternej, alebo záveternej strane, lavínové riziko v danej oblasti, vzdialenosť k ďalšiemu lyžiarskemu stredisku, finančné náklady potrebné pre výstavbu atď. Najhlavnejšie na multikriteriálnej analýze je potreba dobrého uváženia všetkých faktorov, ktoré majú na danú problematiku akýkoľvek dopad a mieru v akej ju ovplyvňujú. Výstup, ktorý zvyčajne dostaneme po multikriteriálnej analýze je odporúčanie najvhodnejšej alternatívy riešenia, alebo najvhodnejšieho miesta. Keďže sa jedná o priestorové rozhodovanie, čiže o riešenie problému v priestore a väčšina týchto dát je už dnes poskytovaná hlavne v digitálnej forme, je veľmi výhodné spracovávanie pomocou geografického informačného systému (GIS). Tento informačný systém je v súčasnosti veľmi široko využívaný na získavanie informácií o objektoch v priestore a prezentovanie rôznych vizuálnych interaktívnych mapových výstupov pomocou širokej škály nástrojov. Výhodou GIS je možnosť pracovať s rôznymi podkladmi, keďže veľakrát vstupnými dátami pre GIS nie sú len geografické podklady vo forme vektorových údajov a digitálnych máp, ale aj štatistické údaje, rôzne grafy, tabuľky, rastrové obrázky, analógové mapy, alebo taktiež online poskytované informácie z rôznych serverov ako aktuálne mapové služby.

Problematiku diplomovej práce tvorí otázka nájdenia výhodného bývania v lokalite Nový Lískovec, mestskej časti mesta Brno. Táto otázka je v dnešnej dobe veľmi aktuálna hlavne pre väčšie mestá, kde veľa ľudí prichádza za prácou a štúdiom, či už na krátky čas (otázka podnájomov), alebo s túžbou na dlhodobé usadenie sa (problematika mladých rodín). Ani mesto Brno nie je výnimkou v aktuálnosti danej tematiky. V mojej práci som sa zamerala na riešenie bývania v panelových domoch v lokalite Nového Lískovca, z dôvodu zveľad'ovania, rekonštruovania a tzv. „posúvania sa vpred“ v tejto mestskej časti v posledných rokoch. Táto mestská časť vďaka svojej pani starostke začala pred pár rokmi s

kompletnou rekonštrukciou panelových domov, ktorých je v tejto časti asi 140 a z toho vyplýva, že funkcia tejto mestskej časti je prevažne obytná. Hlavným ukazovateľom na výhodu bývania v tejto lokalite bude zníženie priemerných energetických hodnôt spotreby ústredného kúrenia a energie potrebnej na ohrev teplej vody v týchto panelových domoch na základe ich rekonštrukcie. Nedostatkom však je chýbajúce grafické vyjadrenie možností na bývanie v tejto oblasti. Práve toto sa stalo dôvodom pre tvorbu mojej práce. Potreba graficky a priestorovo vizualizovať túto lokalitu nastáva so stále vpred sa uberajúcou vedou a technikou a so stále modernejším softvérovým vybavením. Moderné grafické interaktívne výstupy sa tak stávajú pre ľudí prít'azlivejšími, zaujímavejšími a hlavne ľahšie dostupnými. V dnešnej dobe internetu nemá už takmer nikto potrebu chodiť niekde na úrad si pozrieť nástenku s ponukami bývania, aby sa mohol dostať k potrebným informáciám, ktoré ho zaujímajú. Práve naopak, všetko je dnes riešené už virtuálne, pomocou rôznych serverov. A tak práve GIS pomocou multikriteriálnych analýz ponúka možnosť nahliadnutia do priestorového interaktívneho sveta danej lokality, ktorý v sebe nesie mnoho užitočných informácií o rôznych výhodách či nevýhodách bývania práve v Novom Lískovci. Uplatnenie multikriteriálnej analýzy v GIS z hľadiska hľadania vhodného bývania na základe zadaných parametrov, môže byť veľmi lákavou možnosťou pre realitné firmy, či pre rôzne servery s bytovou inzerciou.

Dôležitou časťou ešte pred samotným spracovaním je zber podkladov. V tejto prípravnej zbernej fáze je dôležité si uvedomiť, ktoré podklady sú na spracovanie nevyhnutné, možné, prekážajúce a v akej miere do spracovania vstupujú. Taktiež je dôležitá otázka dostupnosti potrebných podkladov. Pri samotnom spracovávaní už získaných a pripravených vstupov pre účely viackriteriálneho rozhodovania bude využitý softwar ArcGis 10.3. Vďaka mnohým nástrojovým možnostiam tohto programu budú v práci riešené viaceré analýzy, či už vzdialenostná, sieťová, multikriteriálna analýza, alebo analýza riešenia energetických hodnôt za uplynulých 12 rokov.

Uplatnenie diplomová práca nenachádza len ako grafické vyjadrenie možností bývania v Novom Lískovci, ale aj ako názorná ukážka možnosti využitia akýchkoľvek priestorových informácií do graficky vizualizovanej formy pre rôzne účely. Napríklad to môže byť interaktívne vyhľadávanie na aktualizovanej mape a to najbližšej nožnej otvorenej a cenovo najvýhodnejšej lekárne, autoservisu či voľného parkovacieho miesta. Táto diplomová práca bola vytvorená s finančnou podporou TA ČR projektu Centra kompetence TE02000077.

2 GIS

Geografický informačný systém je počítačový systém pre zachytávanie, ukladanie, kontrolu a zobrazovanie dát týkajúcich sa pozícií na zemskom povrchu. Existuje mnoho definícií a vymedzení pojmu GIS, ale zjednodušene a stručne povedané je GIS špecifický typ informačných technológií, ktorý integruje dáta a informácie z rôznych zdrojov ako mapy. [17]

2.1 Definícia GIS

Definovať geografický informačný systém sa pokúšalo už mnoho ľudí a inštitúcií. Každý má pre tento názov svoju vlastnú definíciu a práve preto, je viacero oficiálnych vymedzení tohto pojmu. Už samotné rozloženie tohto názvu nám vysvetľuje, čo sa pod týmto názvom v skutočnosti skrýva a umožňuje GIS definovať, a to:

Geo – naznačuje, že dané informácie budú definovať objekty v geopriestore, takisto poukazuje na vzťah k iným vedným disciplinám vzťahujúcim sa k Zemi a to ku geológii, geografii, klimatológii, pedológii atď., alebo aj k vedným disciplinám vzťahujúcim sa k meraniam na Zemi, ako je geodézia, kartografia atď.

Grafický – poukazuje na vyjadrenie vizualizácie a prezentácie v grafickej forme.

Informačný – vyjadruje prácu s informáciami a dátami, ako je zber dát, analýza, ukladanie dát atď., taktiež vyjadruje vzťah k informatike.

Systém – poukazuje na štruktúrovanosť, funkčnosť a zložitosť.

Termín GIS pochádza od kanadského geografa R.F.Tomlinsona, ktorý je považovaný za otca GIS. Tomlinson uvádza, že GIS je systém určený na prácu s dátami, ktoré nesú informácie o teréne a ktorý využíva nové počítačové technológie. [2]

Definícia GIS podľa spoločnosti ESRI: „GIS je integrovanou zbierkou počítačového softvéru a dát použitých na zobrazovanie a spravovanie informácií o geografických miestach, analýzach priestorových vzťahoch a o modeloch priestorových procesov. GIS poskytuje priestor pre zber a usporiadanie priestorových dát a ich súvisiacich informácií tak, aby mohli byť zobrazované a analyzované.“

Všetky definície GIS obsahujú dve podobné črty vo vymedzení tohto pojmu a to, že:

1. Štruktúra GIS je tvorená nie len HW a SW ,ale taktiež aj dátami, metódami, postupmi a v neposlednom rade prístupom obsluhy a užívateľmi.

2. Základné funkcie GIS sú: získavanie, správa, analýza a prezentácia dát

GIS je akousi formou moderného vyjadrenia klasickej kartografie, obsahujúc jednu rovnakú základnú črtu a dva značné rozdiely. Podobnosť spočíva v tom, že ako kartografické dokumenty tak aj GIS obsahujú príklady rôznych máp, do ktorých je možné pridávať ďalšie dáta. Rozdiely nastávajú v tom, že pre GIS neexistuje žiadny limit na množstvo dát, ktoré môžu byť pridávané do mapy a taktiež v používaní analýzy a štatistiky na prezentáciu dát konkrétnych argumentov, ktoré pre kartografické mapy nie je možné.

2.2 Stručná história GIS

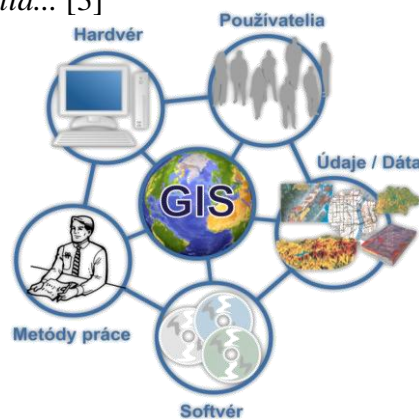
Už v 19. storočí sa ľudia pokúšali o priestorové vyjadrenie informácií a to hlavne kvôli rôznym epidémiám. Zaznačovali sa ohniská epidémie do máp, obalové zóny pokiaľ až epidémia siaha, do akej vzdialenosti je infikovaná voda atď. Vo vývoji geografických informačných systémov v 20. storočí boli štyri základné fázy. [18], [24]

- *Prvá fáza* vývoja bola v období medzi 60-tymi a 70-tymi rokmi dvadsiateho storočia, kedy začali ojedinelé pokusy v GIS vykonávané hlavne na univerzitách, či počiatky malých lokálnych GIS spoluprácach. V tomto období pracoval pán Tomlinson pre kanadskú firmu Spartan Air Service, ktorá uzavrela zmluvu s cieľom určiť najlepšiu lokalitu pre plantáže stromov v Keni. Po mnohých manuálnych pokusoch pána Tomlinsona nájsť vhodnú metódu prekrývania rôznych oblastí životného prostredia, ale aj kultúrnych a ekonomických premenných sa obrátil k počítaču a našiel riešenie, ktorým znížil časové trvanie problému z plánovaných 3 rokov na niekoľko týždňov.
- *Druhá fáza* vývoja priniesla v rokoch 1970-1980 adaptáciu a prijatie technológií národnými agentúrami, ktoré viedli k zameraniu sa na rozvoj osvedčených postupov.
- *Tretia fáza* v rokoch 1980-1982 bola tzv. fáza komercializácie, ktorá bola zameraná na vývoj a využívanie obchodného trhu okolo GIS. V tomto období začali vznikať hlavné vývoje nástrojov.
- *Štvrtá fáza* nastala od polovice 80-tych rokov, keď prišla požiadavka na zlepšenie použiteľnosti technológie pomocou internetu pre prístup viacerých užívateľov. Posledná fáza je teda zameraná na užívateľský rozmer GIS. [18], [24]

2.3 Súčasti GIS

GIS sa vo všeobecnosti skladá z niekoľkých základných komponentov a to: SW, HW, dáta/údaje, metódy práce a používatelia.

- *HW* - predstavuje počítačové, alebo periférne zariadenie na ktorom GIS pracuje. Dnes to môžeme chápať aj ako centralizovaný počítačový server bežiaci na operačných systémoch UNIX, alebo Windows, alebo pracovný počítač. Počítač môže pracovať samostatne, alebo aj v sieťovom usporiadaní. K hardvérovým súčastiam GIS patria: *počítače, siete, periférne zariadenia, tlačiarne, plotre, digitizéry...*
- *SW* - systém poskytujúci nástroje a funkcie, ktoré užívatelia potrebujú k ukladaniu, analyzovaniu a zobrazovaniu geografických informácií. Kľúčovými softvérovými komponentmi sú: *GIS softvér, databázové softvéry, sieťové softvéry...*
- *Dáta/Údaje* – sú jedny z najdôležitejších GIS komponentov. Je absolútne nevyhnutné, aby dáta boli presné. Nasledujúce dátové typy sa používajú v GIS: *vektorové dáta, rastrové dáta, obrazové dáta, atribútové údaje...*
- *Metódy práce* – sú dobre navrhnuté plány a aplikačne špecifické obchodné pravidlá pre popis použitej technológie. To zahŕňa: *pokyny, špecifikácie, štandardy a postupy.*
- *Používatelia* – GIS technológia by bola samozrejme veľmi obmedzená bez ľudí, ktorí riadia systém a vyvíjajú nové plány pre uplatnenie GIS. Používateľov GIS tvorí skupina ľudí od vysoko kvalifikovaných technických špecialistov až po projektantov či trhových analytikov a všetkých ostatných, ktorým GIS môže pomôcť v ich každodennej práci. Patria tu: *administrátori, manažéri, odborníci pre rôzne aplikácie, GIS technici, spotrebitelia...* [3]



Obr. č.1 - Schéma GIS

2.4 ArcGIS

Na spracovávanie mojej diplomovej práce bol použitý ArcGis 10.3 softvér s licenčnou úrovňou ArcInfo, ktorá mi bola poskytnutá ako študentke magisterského štúdia stavebnej fakulty Vysokého učení technického v Brne.

ArcGis je softvérom spoločnosti ESRI, ktorá je najväčším svetovým výrobcom softvéru GIS. Tento program ponúka širokú škálu nástrojov pre všetkých, ktorí pracujú s informáciami vzťahujúcimi sa ku geografickým údajom. Program je na trhu ponúkaný v troch licenčných úrovniach a to: ArcView, ArcEditor, ArcInfo.

- *ArcView* slúži hlavne k zobrazovaniu a analýze dát GIS a k tvorbe mapových výstupov. Obsahuje základné nástroje pre tvorbu, správu a editáciu dát.
- *ArcEditor* je určený všetkým tým, ktorí chcú naplno využívať nástroje pre editáciu priestorových dát a možnosti geodatabáze. Taktiež pre spravovanie a upravovanie vektorových dát a kontroly topológie.
- *ArcInfo* je určené špecialistom, ktorí chcú naplno využiť GIS a vytvárať tak profesionálne mapové a iné výstupy. Obsahuje veľké množstvo nástrojov určených pre zvýšenie produktivity práce s geografickými dátami.

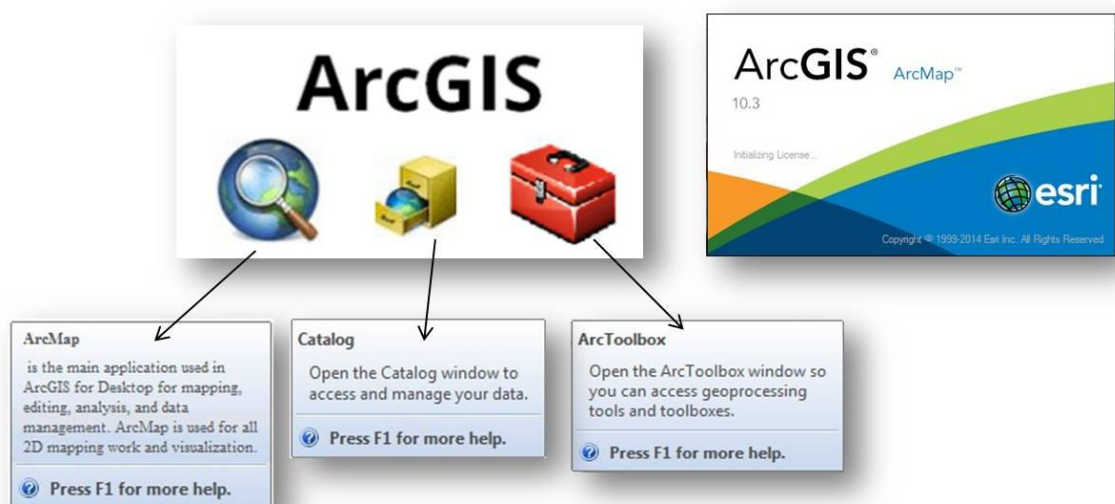
Pri používaní programu ArcGis je možné využívať niekoľko jeho aplikácií a to napríklad: ArcCatalog, ArcMap, ArcToolbox, atď. Pomocou týchto aplikácií dohromady je možné vykonávať akúkoľvek úlohu GIS, od jednoduchých až po pokročilé, vrátane mapovania, geografických analýz, editácií dát a geoprocesingu.

- *ArcCatalog* – je aplikácia používaná hlavne pre správu priestorových údajov, návrhov databázy a pre nahrávanie a prezerania metadát. Umožňuje nájsť, prehľadávať, dokumentovať a organizovať geografické dáta a vytvárať tak geodatabázy na ukladanie týchto dát. ArcCatalog môže byť takisto využitý aj na usporiadanie priečinkov a súborov na báze dát počas vytvárania databáz daného projektu na počítači. Umožňuje vytvoriť osobné databázy, do ktorých je možné importovať jednotlivé triedy prvkov, ktoré chceme použiť a tiež zobrazovať a aktualizovať metadáta.
- *ArcMap* – je používaný pre všetky mapovacie a editačné úlohy rovnako ako pre analýzy na základe máp. Umožňuje vytvárať, prezeráť, upravovať a analyzovať

geografické dáta. Takisto aj nájsť a pochopiť vzťahy medzi jednotlivými geografickými údajmi projektu. V ArcMap je možné symbolizovať dáta mnohými rôznymi spôsobmi, vytvárať do projektu grafy a správy, pre lepšiu komunikáciu s ostatnými užívateľmi. S ArcMap používatelia môžu vytvárať mapy, ktoré integrujú dáta do širokej škály formátov ako sú: *SHP, TIN modely, grids, coverages, tables...*

- *ArcToolbox* – nástroje v užívateľskom rozhraní. Používa pre konverziu dát a geoprocessing. Je to jednoduchá aplikácia obsahujúca mnoho GIS nástrojov. Jednoduché úlohy geoprocessingu sa vykonávajú pomocou nástrojov na základe ich formy. Zložitejšie operácie je možné vykonať aj pomocou programových sprievodcov. ArcToolbox môže byť poskytovaný v dvoch verziách. Plná verzia ArcToolboxu je poskytovaná pre ArcInfo, čo znamená, že obsahuje plnú sadu nástrojov (viac ako 150) pre geoprocessing, konverziu dát, analýzy prekryvov, správu mapových listov, rôzne mapové projekcie a veľa ďalších. Nižšia verzia ArcToolboxu sa poskytuje pre ArcEditor a ArcView, ktorá obsahuje viac ako 20 bežných nástrojov pre konverziu a správu dát.

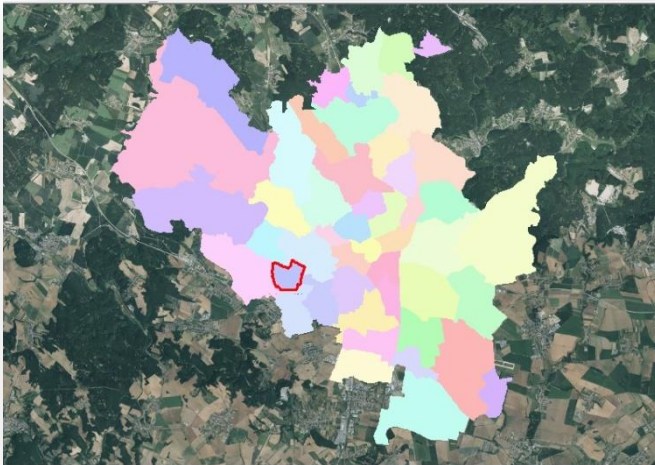
Pre nástrojové úpravy je možné v tomto programe takisto používať aj programovacie prostredie. Pre jednoduchšie úlohy postačuje grafické prostredie pre vytváranie programového algoritmu *ModelBuilder* a pre tie náročnejšie úlohy môže byť použitý aj integrovaný programovací jazyk *Python*. [1]



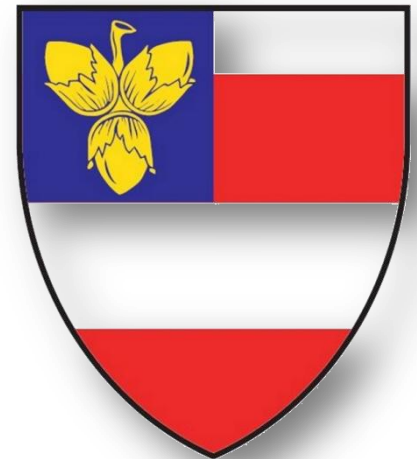
Obr. č. 2 - Prostredie ArcGis

3 Lokalita Nový Lískovec

Lokalita Nový Lískovec je mestskou časťou mesta Brno a nachádza sa juhozápadne od jeho historického centra nad riekou Svratkou. Spoločne s mestskou časťou Vinohrady patrí k najhustejšej zastavanej oblasti mesta Brna. Na 1 kilometer štvorcový je tu viac obyvateľov ako v samotnom centre Brna. [26]



Obr.č. 3 - Vyznačenie mestskej časti Nový Lískovec v okrese Brno město [34], [36]



Obr.č. 4 - Erb mestskej časti Nový Lískovec [26]

3.1 História

Táto lokalita bola dlhé roky využívaná predovšetkým na poľnohospodárske účely. Starobrnenský kláštor mal v tejto oblasti svoje dedinky a nezalesnené stráne, kde boli predovšetkým sady a vinohrady. To, že táto lokalita je vhodná k trvalému osídľovaniu objavil Antonín Hrazdíra, stolár z Blanska, až v roku 1894, kedy si v tejto oblasti postavil dom. Pozemky v tejto lokalite patrili do katastra obce Lískovec a Bohunice. Postupne začali pribúdať ďalšie a ďalšie domy. Výstavba domov v tejto oblasti lákala hlavne zamestnancov vtedy vznikajúcich elektrických dráh mesta Brno, pretože mala zázemie v Pisárkách, ktoré boli neďaleko. Vďaka pánovi staviteľovi Uherkovi začal v tejto oblasti stavebný ruch a to v roku 1906, keď spolu s podnikateľmi a ďalšími firmami začali stavať ďalšie domy. V roku 1910 bolo v tejto lokalite Nového Lískovca už 568 obyvateľov a 117 domov. V tom čase dožívajúceho Rakúsko-Uhorska mali veľký záujem o bývanie v Novom Lískovci aj brnenský Nemci. Zlomový okamih pre túto lokalitu nastal až spolu s výstavbou komunikácie medzi Pisárkami a hlavnou Jihlavskou stanicou v rokoch 1911-1914.

Sedemdesiate roky dvadsiateho storočia priniesli spolu s komunistickým režimom do Nového Lískovca panelovú výstavbu. Tak začali vyrastať panelové domy na uliciach Oblá, Kamínky a Čtvrť. Výstavba sídliska Kamenný Vrch bola zahájená až v roku 1985. [26]

3.2 Súčasnosť

V súčasnosti sa v tejto mestskej časti hlási k trvalému pobytu 10 500 obyvateľov a je tu postavených 465 domov a 4636 bytových jednotiek. Taktiež je tu zabezpečená aj zdravotná starostlivosť a to 4 praktickými lekármi pre dospelých, 3 pre deti a dorast, 7 zubármi, 1 gynekológom, ORL lekárom, klinickým psychológom a lekárňou. Taktiež sa v tejto lokalite nachádza aj veterinár pre domáce zvieratá a na ulici Koniklecová sa nachádza domov pre seniorov. Vzdelávacie inštitúty v tejto lokalite sú taktiež zabezpečené a to 2 základnými školami, 4 materskými školami, 2 strednými školami, 2 základnými umeleckými školami a knižnicou. Nový Lískovec ako jedna z mála brnenských mestských častí sa môže pochváliť aj svojou prírodnou rezerváciou Kamenný Vrch, ktorá má rozlohu približne 15 hektárov v nadmorskej výške okolo 360 metrov nad morom. Za chránené územie prírodná rezervácia Kamenný Vrch bola vyhlásená v roku 1978, kvôli veľkému výskytu konikleca veľkokvetého a stepnému charakteru vegetácie. Pravidelne sa v tejto lokalite konajú hody, organizujú sa rôzne plesy, či hádzanárske, futbalové, nohejbalové a iné zápasy. [26]



Obr. č. 5 - Letecký snímok časti panelovej zástavby Nového Lískovca [7]

3.3 Revitalizácia panelového sídliska

Na podnet novovzniknutej pracovnej skupiny v roku 1999 bol mestskému zastupiteľstvu predložený návrh na komplexnú regeneráciu panelových domov v Novom Lískovci. Riadením pracovnej skupiny bola poverená Ing. Jana Drápalová. V tom čase bola členkou rady mestskej časti a dnes je starostkou mestskej časti Nový Lískovec. [26]

Keďže panelových domov je v tejto oblasti naozaj mnoho a otázka obývanosti týchto domov je stále aktuálna, po viacerých kalkuláciách sa zistilo, že samotná regenerácia a rekonštrukcia týchto domov je stále finančne výhodnejšia, ako výstavba nových bytových jednotiek. Hlavným úmyslom tejto revitalizácie bolo zníženie energetických hodnôt týchto bytov a samozrejme aj ich skrášlenie a spríjemnenie prostredia pre obyvateľov. V roku 2006 pani Drápalová vydala knihu pod názvom *Regenerace panelových domů*, ktorá má slúžiť ako pomocná príručka k revitalizácii panelových sídlisk v rámci Českej aj Slovenskej republiky, kde je otázka panelovej zástavby veľmi aktuálna. Panelové domy v mestskej časti Nový Lískovec týmto ponúkajú názorný dobrý príklad, ako sa dá zveľaďovať, rekonštruovať a zatepľovať panelové sídlisko. Aj z tohto dôvodu budú energetické hodnoty ústredného kúrenia a ohrevu teplej vody v mojej práci ako jeden z najvýznamnejších faktorov vstupujúcich do multikriteriálnej analýzy v tejto oblasti. Nevýhodou je, že údaje o energetických spotrebách sú monitorované len v 11 panelových domoch a jednom polyfunkčnom dome. Dôvodom monitorovania týchto energetických spotrieb je kontrola spotreby a taktiež ukážka výrazného zníženia energie potrebnej na ústredné kúrenie a ohrev teplej vody v týchto domoch po ich regenerácii. Pre ostatné panelové domy v oblasti Nového Lískovca tieto údaje nie sú k dispozícii. [7]



Obr. č. 6 - Panelový dom Oblá 3 pred a po regenerácii [7]

4 Multikriteriálna analýza

Pod pojmom multikriteriálna alebo viackriteriálna analýza si môžeme predstaviť riešenie, ale aj analyzovanie danej problematiky podľa mnohých kritérií. Rozhodovanie v multikriteriálnej analýze je teda definované ako vybratie jednej varianty v určitej situácii zo zoznamu všetkých variant, ktoré je možné realizovať na základe väčšieho množstva kritérií. Multikriteriálna analýza je prostriedkom pre uľahčenie rozhodovania v zložitých úlohách. Cieľom viackriteriálnej analýzy je po vstupe a zohľadnení všetkých kritérií získať minimálny počet, alebo najlepšie jedno riešenie daného problému. Kritériami môžeme nazývať zvolené faktory, ktoré ovplyvňujú dosiahnutie požadovaného cieľa a získanie konkrétneho riešenia. Multikriteriálna teória rozhodovania je založená na matematickom modelovaní. [20], [25]

4.1 Priestorová multikriteriálna analýza

Priestorová analýza pracuje s dátami, ktoré sa viažu k určitému miestu, nesú v sebe informácie o priestorovom umiestnení. Z kontextu samotného priestoru vyplýva, že hodnotiace kritériá sú spojené s geografickými subjektmi, vzťahmi medzi týmito subjektmi a môžu byť reprezentované formou máp. Jedno hodnotiace kritérium predstavuje jednu mapovú vrstvu. Tieto mapové vrstvy sú vytvárané veľmi subjektívne. [8] Každá osoba, ktorá by vykonávala viackriteriálnu analýzu priestorových dát by mohla za rovnakých okolností dostať rôzne výsledky. Je to zapríčinené subjektívnymi faktormi, ktoré vstupujú do hodnotenia a aj pridelením rôznej dôležitosti hodnotiacim kritériám. Napríklad niekomu sa nemusí pri výbere bývania zdať dôležitým faktorom časová dostupnosť do centra mesta, keďže pracuje z domu ako niekomu, kto do centra musí denne dochádzať v čase dopravnej špičky. Práve preto aj v tomto prípade tieto dve osoby priradia iné váhy tomuto faktoru ovplyvňujúcemu ich výber vhodnej lokality na bývanie.

Výsledkom takejto analýzy teda býva väčšinou nájdenie vhodného riešenia či už je to odporúčaná najvhodnejšia lokalita, miesto, alternatíva alebo iné riešenie vyplývajúce zo zadaného cieľa, ktorý chceme získať. Nie všetky metódy multikriteriálneho rozhodovania môžu byť použité pre priestorové dáta.

4.2 Všeobecný postup viackriteriálneho rozhodovania

Pretože každá úloha viackriteriálneho rozhodovania je veľmi špecifická nie je možné zostaviť všeobecný algoritmus vhodný na použitie v úlohách všetkých typov. V týchto úlohách rozhodovanie spočíva na základe kritérií a stanovených cieľov k transformácií

informácií, ktoré sú pre danú úlohu k dispozícii. Množina rozhodovacích možností A má konečný počet prvkov a nazývame ju *kriteriálna matica*, ktorej stĺpce predstavujú hodnoty jednotlivých kritérií a riadky možné varianty rozhodovania. Je možné ju definovať až po určení hodnotiacich kritérií a určení metódy získania kvantitatívnych údajov kritérií pre jednotlivé varianty rozhodovania. Kriteriálnu maticu môžeme zapísať v tvare [20]:

$$A = \begin{matrix} & f_1 & f_2 & \dots & f_l \\ a_1 & y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1l} \\ a_2 & y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2l} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_k & y_{k1} & y_{k2} & \dots & y_{kl} \end{matrix} \quad (4.2.1)$$

Ak nie je stanovené inak, tak sa predpokladá, že daná matica je maximalizačná, čo znamená, že čím je hodnota kritéria väčšia, tým je daná varianta lepšia. Ak sú niektoré kritériá zadané ako minimalizačné nastáva potreba tieto kritériá maximalizovať - čiže transformovať ich na maximalizačné. Poznáme niekoľko variant riešení:

- *Nedominovaná varianta*: Je to varianta ku ktorej neexistuje lepšia varianta. Je možné niektoré hodnoty kritérií zlepšiť tak, aby sa nezhoršili hodnoty ďalších kritérií. Ak a_i a a_j sú dve varianty riešenia a $a_i \approx (y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ik})$, $a_j \approx (y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jk})$, potom varianta a_i dominuje variantu a_j , ak $a_i \geq a_j$. Nedominovanou variantou nazývame variantu a vtedy, ak v množine všetkých variánt riešení neexistuje taká varianta, ktorá dominuje variantu a .
- *Optimálna varianta*: Nemá žiadnu jednoznačnú a všeobecne použiteľnú definíciu. Pod týmto názvom sa predstavuje varianta jednoznačne a relatívne doporučená ako riešenie danej úlohy. Ak existuje v celej množine riešení nedominovaná varianta je možné ju hneď označiť za optimálnu variantu.
- *Kompromisná varianta*: Tento pojem sa používa pre prípad ak je nedominovaných variant riešení viacej a cieľom je vybrať len jednu variantu z pomedzi všetkých riešení, môžeme množinu týchto variant označiť ako A_N . V tomto prípade je potrebné aplikovať metódy, ktoré z celej množiny A_N vyberú len jednu – reprezentatívnu variantu riešenia. Táto varianta sa označuje ako kompromisná varianta.
- *Ideálna varianta*: Varianta, ktorá obsahuje vo všetkých kritériách najlepšie dosiahnuté hodnoty. *Absolútna ideálna varianta*: Typ ideálnej varianty, ktorá je odvodená z reálnych hodnôt kritérií, ktoré môžu byť všetky súčasne dosiahnuté. *Relatívna ideálna*

varianta: Typ ideálnej varianty, ktorá je odvodená len z tých dát, ktoré vystupujú v kritériálnej matici.

- *Bazálna varianta*: Je to varianta, ktorá je opakom ideálnej varianty. Všetky hodnoty kritérií sú v tejto matici najhoršie. [20] [30]

Pri všetkých úlohách multikritériálnych rozhodovaní je na začiatku nutné poznať:

- Predmet rozhodovania (to, o čom sa rozhoduje)
- Ciele rozhodovania (za akých podmienok a aké ciele majú byť splnené)
- Hľadiská rozhodovania (aké hľadiská majú byť pri rozhodovaní rešpektované)
- Časový horizont (k akému časovému horizontu bude pôsobiť výsledok rozhodovania)

Na dosiahnutie výberu alebo odporúčania najlepšieho riešenia daného konkrétneho problému v rámci viackritériálnej analýzy je potrebné vykonať niekoľko postupných krokov. Všeobecný postup pri vytváraní akejkoľvek kostry pri multikritériálnom rozhodovaní obsahuje šesť jednotlivých častí: [20]

1. Vytvorenie a stanovenie množiny hodnotiacich kritérií
2. Priradenie váh jednotlivým hodnotiacim kritériám
3. Stanovenie vzorových hodnôt váh kritérií
4. Čiastkové hodnotenie dosiahnutých výsledkov
5. Posúdenie rizík realizácie jednotlivých variant
6. Určenie konečného preferovaného poradia všetkých variant a výber najlepšej varianty

Pokiaľ nie sú v závere všeobecného postupu k dispozícii aspoň dve možné varianty medzi ktorými sa má rozhodovať ide o tak zvaný špeciálny prípad multikritériálnej analýzy. Týmto špeciálnym prípadom nazývame prípad jednovariantného viackritériálneho rozhodovania, ktorý býva často vyskytujúci sa v praxi. Cieľom tohto rozhodovania nie je výber najvhodnejšej varianty riešenia, ale podklad pre vytvorenie záveru, určitého stanoviska k predloženej variante. [20]

4.2.1 Vytvorenie a stanovenie množiny hodnotiacich kritérií

Vytváranie množiny hodnotiacich kritérií je veľmi dôležitá časť celého multikritériálneho hodnotenia. Výberom prvkov do množiny hodnotiacich kritérií môžeme značne ovplyvniť výsledné varianty multikritériálnej analýzy a taktiež jej celkové výsledné hodnotenie. Vytváranie množiny hodnotiacich kritérií závisí na dôkladnom poznaní predmetu

hodnotenia, chápaní jeho funkcie a štruktúry a musí dobre odzrkadľovať všetky podstatné vlastnosti hodnotených objektov. V prípade neúplného zostavenia množiny hodnotiacich kritérií, to znamená nezachytenie všetkých podstatných vlastností hodnoteného objektu, môže dôjsť k výraznému skresleniu výsledných variant a riešení. [20]

Proces výberu a usporiadania jednotlivých kritérií v rámci jedného hodnotenia je veľmi zložitý proces. K účelovejšiemu usporiadaniu kritérií nám môže značne pomôcť správna klasifikácia kritérií. Kritériá môžu byť klasifikované podľa ich obsahovej, alebo formálnej stránky. [20]

Obsahovo usporiadať kritéria znamená vytvoriť určité skupiny na základe obsahového hľadiska hodnotení, sú to napríklad ekonomické, sociálne, ekologické, technické, kultúrne a iné skupiny hodnotiacich kritérií.

Z formálneho hľadiska je potrebné rozlíšiť formu vyjadrovania a merania výsledkov a typ preferencie hodnôt jednotlivých kritérií.

Podľa typu preferencie kritéria rozdelíme na:

- kritériá s rastúcou (maximalizačnou) preferenciou – vyššie hodnoty sú uprednostňované pred nižšími
- kritériá s klesajúcou (minimalizačnou) preferenciou – nižšie hodnoty sú uprednostňované pred vyššími
- kritériá so striedavou preferenciou – preferencia sa mení podľa dosadenej hodnoty

Podľa formy vyjadrovania a merania výsledkov kritériá rozdelíme na:

- kvantitatívne kritériá – hodnoty týchto kritérií sú vyjadrené číselne počtom meraných jednotiek
- kvalitatívne kritériá – hodnoty je možné vyjadriť stupňom kvality a popisom intenzity [8], [20]

4.2.2 Priradenie váh jednotlivým hodnotiacim kritériám

Tento krok veľmi úzko súvisí s úplnosťou kritériálnej množiny a teda pokrytí všetkých podstatných vlastností hodnotených objektov. Úplnosť tejto sústavy kritérií ešte stále nemusí preukazovať správne výsledky. Práve preto je potrebné jednotlivým hodnotám týchto kritérií priradiť váhu a to z dôvodu nerovnakej dôležitosti jednotlivých kritérií a rôzneho významu pre daný účel. Čím bude dôležitosť kritéria väčšia, tým bude väčšia aj jeho váha. Jednotlivým hodnotám kritérií je možné priradiť váhu pred vykonaním hodnotenia jednotlivých variant,

ale taktiež aj po ňom pre korekciu získaných výsledkov. Na priradenie váh kritériám sa používajú matematické modely. Hodnotené výsledky sú závislé na voľbe týchto váh v prípade použitia diferencovaných váh kritérií. Ak má jedno kritérium značne vyššiu váhu oproti ostatným v prípade malého počtu kritérií, výsledné varianty bývajú zväčša zoradené podľa hodnoty tohto kritéria. [20]

Pre priradovanie váh jednotlivým kritériám existuje mnoho metód a spôsobov. Tými najjednoduchšími sú *priame metódy*, pomocou ktorých sa nenormované váhy určujú úplne subjektívne na apriórne dohodnutých bodových stupniciach. Patrí tu napríklad:

- *metóda poradia* – základom je jednoduché usporiadanie kritérií podľa dôležitosti. Jednotlivým kritériám sú postupne priradené hodnoty 1,2,...,k, kde hodnota k predstavuje najvyššiu možnú priradenú váhovú hodnotu, druhú najvyššiu váhovú hodnotu predstavuje k-1, najmenej dôležité kritérium bude mať hodnotu 1. Vo všeobecnosti možno povedať, že každému i-temu kritériu je priradené číslo b_i . Váhu každého i-teho kritéria môžeme teda vypočítať podľa vzorca: [19], [20]

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^k b_i}, i = 1, 2, \dots, k \quad (4.2.2)$$

- *bodovacia metóda* – predpokladom tejto metódy je schopnosť užívateľa kvantitatívne ohodnotiť dôležitosť jednotlivých kritérií. Čím dôležitejšie kritérium, tým vyššie bodové ohodnotenie. Bodové ohodnotenie b_i i-teho kritéria musí byť hodnota zo zvoleného bodového intervalu ($b_i \in \langle 0,100 \rangle$). Táto hodnota nemusí byť celočíselná a taktiež rôzne kritériá môžu mať priradenú rovnakú váhovú hodnotu. Výpočet jednotlivých váh sa realizuje rovnakým vzťahom ako pri metóde poradia. [19], [20], [21]

Nepriame metódy priradovania váh jednotlivým kritériám sú zložitejšie a najčastejšie používané sú napríklad:

- *Metóda párového porovnania* – je založená na vzájomnom porovnávaní každých dvoch susedných kritérií medzi sebou. Informácia používaná pre odhad váh je vždy tá hodnota, ktorá je dôležitejšia pri párovom porovnaní dvoch kritérií. Počet týchto porovnaní je daný vzťahom: [20], [22]

$$N = \binom{k}{2} = \frac{k(k-1)}{2} \quad (4.2.3)$$

- *Metóda Fullerovho trojuholníka* - metóda párového porovnania usporiadaná do trojuholníka. Každé kritérium ma priradené pevné číslo 1,2,...,k. Tieto čísla sa

postupne zapisujú do trojuholníkového vzoru, kde každý dvojriadok predstavuje jedno párové porovnanie kritérií. Hodnoty sú zapisované tak, aby sa každá možná dvojica kritérií vyskytla v trojuholníkovej schéme práve jeden krát. Užívateľ pri každej dvojici vyberie vždy to kritérium, ktoré sa mu v porovnaní s tým druhým zdá byť dôležitejšie. Na základe počtu vybraného jedného kritéria n_i v rámci všetkých porovnávaných dvojíc je tomuto kritériu priradená váha:

$$v_i = \frac{n_i}{N}, i = 1, 2, \dots, k \quad (4.2.4)$$

Ukážka trojuholníkovej schémy Fullerovej metódy:

$$\begin{array}{ccccccc}
 \boxed{1} & 1 & \boxed{1} & \dots & 1 & & \\
 2 & \boxed{3} & 4 & \dots & \boxed{k} & & \\
 \hline
 & 2 & 2 & \dots & 2 & & \\
 \boxed{3} & \boxed{4} & \dots & k & & & \\
 \hline
 & \dots & \dots & k & & & \\
 \boxed{k-2} & k-2 & & & & & \\
 \boxed{k-1} & \boxed{k} & & & & & \\
 \hline
 & & & & k-1 & & \\
 & & & & \boxed{k} & &
 \end{array} \quad (4.2.5)$$

Jedno označenie kritériá ako dôležitejšie v rámci porovnania jednej dvojice priradí kritériu hodnotu 1. Súčet všetkých označení určí hodnotu n_i pre dané i -te kritérium, na základe ktorého bude následne vypočítaná váha daného kritéria. V prípade, že dôležitosť obidvoch porovnávaných kritérií bude rovnaká, alebo nie je možné určiť, ktoré z týchto kritérií je dôležitejšie, je možné označiť obidva alebo ani jedno kritérium, v tomto prípade bude obidvom kritériám priradená hodnota 0,5. [19], [20]

- *Saatyho metóda* – túto metódu môžeme rozdeliť do dvoch krokov. Prvý krokom je zisťovanie vzťahov jednotlivých dvojíc kritérií, ktoré sú usporiadané v tabuľke tzv. hrubé párové porovnanie. Ich usporiadanie je také, že jednotlivým kritériám odpovedajú riadky aj stĺpce usporiadané v rovnakom poradí. Hodnoty porovnaní sú vyjadrené pomocou s_{ij} , čo je hodnota porovnania i -teho kritéria s j -tym. Vyjadrenie tohto porovnania sa vykonáva binárne. Preferovanému kritériu v porovnaní s iným sa priradí číslo „1“, naopak kritériu, ktoré je menej dôležité ako to s ktorým je porovnávané je priradená hodnota „0“. Na základe sumáru jednotlivých riadkov, čiže sumy porovnaní pre jednotlivé kritériá sa určí poradie dôležitostí týchto kritérií. [22]

	k_1	k_2	...	k_n	Σ
k_1	s_{11}	s_{12}	...	s_{1n}	Σs_1
k_2	s_{21}	s_{22}	...	s_{2n}	Σs_2
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
k_n	s_{n1}	s_{n2}	...	s_{nn}	Σs_n

Tab. č. 1 - Všeobecná schéma hrubého párového porovnania Saatyho metódy

	k_1	k_2	...	k_n	Σ
k_1	1	1	...	1	3
k_2	0	1	...	0	1
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
k_n	0	1	...	1	2

Tab. č. 2 - Ukážka hrubého párového porovnania Saatyho metódy

Usporiadanie a vytváranie množiny porovnaní týchto kritérií sa štrukturuje do matice, ktorá sa nazýva *Saatyho matica S*. Saatyho matica využíva hodnotiacu stupnicu a tak je každému kritériu podľa zvolenej hodnotiacej stupnice udelená veľkosť preferencie.

$$s_{ij} = \begin{cases} 1 - i \text{ a } j \text{ sú rovnocenné} \\ 3 - i \text{ je slabo preferované pred } j \\ 5 - i \text{ je silno preferované pred } j \\ 7 - i \text{ je veľmi silno preferované pred } j \\ 9 - i \text{ je absolútno preferované pred } j \end{cases}$$

Hodnoty 2,4,6 a 8 sú tzv. medzistupne danej hodnotiacej stupnice. Porovnanie *i-teho* kritéria s *i-tym* bude v Saatyho matici obsahovať vždy hodnotu 1 - pretože je zrejmé, že kritérium je rovnocenné samo sebe. V Saatyho matici musí platiť

$$s_{ij} = \frac{1}{s_{ji}} \quad (4.2.6)$$

pre všetky *i*. Ak predpokladáme, že skutočný pomer váh je v_i/v_j potom odhadovaná hodnota s_{ij} musí byť čo najmenej odlišná od skutočného pomeru váh. Na základe podmienky:

$$\sum_{i=1}^k v_i = 1 \quad (4.2.7)$$

je minimalizovaný súčet štvorcov rozdielov.

$$F = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \left(s_{ij} - \frac{v_i}{v_j} \right)^2 \rightarrow \min. \quad (4.2.8)$$

Pre zjednodušenie tohto vzťahu sa používa geometrický priemer pre jednotlivé riadky Saatyho matice, čiže pre jednotlivé kritériá.

$$F = \sum_{i=1}^k \sum_{j>1} \left(\ln s_{ij} - (\ln v_i - \ln v_j) \right)^2 \rightarrow \min. \quad (4.2.9)$$

Jednotlivé váhy budú následne na to určené podľa vzťahu:

$$v_i = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^k g_i}, \quad (4.2.10)$$

Kde g_i je geometrický priemer pre jednotlivé kritéria a $\sum_{i=1}^k g_i$ je súčet geometrických priemerov všetkých kritérií. [8], [20], [22]

	k_1	k_2	k_3	k_4	Σ	g_i	v_i
k_1	1	0,33	0,14	0,5	1,97	0,39	0,07
k_2	3	1	0,2	0,11	4,31	0,51	0,09
k_3	7	5	1	0,25	13,25	1,72	0,31
k_4	2	9	4	1	16	2,91	0,53
					Σ	5,53	1

Tab. č. 3 - Príklad Saatyho matice pre 4 kritériá

4.2.3 Stanovenie vzorových hodnôt váh kritérií

Stanovenie vzorov kritérií sa úzko spája s pojmom *etalón*. Etalón môže v prvom prípade predstavovať úplný vzor riešenia, s ktorým sú následne na to porovnávané ďalšie hodnotené varianty za účelom získať repliku tohto objektu. Porovnaná hodnotiacia varianta tak na základe vzorového modelu hodnôt váh kritérií bude ohodnotená ako lepšia, alebo ako horšia varianta, ako stanovený vzor.

V druhom prípade je etalón taktiež vzorom riešenia, ale jeho vlastnosti sú schválne redukované len na podstatné vlastnosti riešeného objektu. Tieto vlastnosti sa potom následne pri hodnotení stávajú predmetom hodnotenia. Dôležitým aspektom je, aby sa rozhodovanie uskutočňovalo v reálnom čase, kvôli miere uprednostňovania druhov vzorových hodnôt kritérií a formalizácií hodnotiaceho postupu. [20]

4.2.4 Čiastkové hodnotenie dosiahnutých výsledkov

Varianta ktorá sa posudzuje musí určitým spôsobom a v určitej miere spĺňať požadované ciele. Hlavným predmetom hodnotenia dosiahnutých výsledkov všetkých variant je stupeň splnenia požadovaných cieľov. Po stanovení váh kritérií je potrebné aj čiastkové, jednokritériálne, hodnotenie jednotlivých variant a to z hľadiska každého kritéria. Nie vždy je to však také jednoduché. Hlavnými problémami spojenými s týmto hodnotením býva: [20]

- *rôznosť typov kritériálnych sústav* – niektoré kritériá sú kvalitatívne a niektoré kvantitatívne

- *rôzne vyjadrovacie jednotky kritérií* – jednotka jedného kritéria nie je zrovnaná s jednotkou druhého kritéria, preto nie je možné ich posudzovať rovnako.

Z tohto dôvodu je potreba transformovať varianty tak, aby boli všetky vyjadrené v rovnakých jednotkách a to väčšinou v bezrozmerných. Výsledné varianty podľa jednotlivých kritérií je možné transformovať viacerými spôsobmi a to na základe uváženia použitých metód hodnotenia. Najpoužívanejšie sú:

- metóda čiastkových užitočných funkcií
- bodovacia metóda
- párové porovnania variant (Saatyho a Fullerova metóda)
- metóda bázikovej varianty

Pri výbere metódy hodnotenia je potrebné rozlíšiť či sa jedná o kvantitatívne, alebo kvalitatívne kritérium, či preferencia u kritérií je rastúca, klesajúca, striedavá, alebo unimodálna (čím je hodnota kritéria vyššia, tým je lepšia, ale len do určitej hodnoty, po prekročení tejto hodnoty je to dané naopak, čím nižšia hodnota kritéria tým je lepšia) a či sa jedná o kritériá u ktorých je možné určiť maximálnu, vzorovú a minimálnu hodnotu. Užívateľ na základe tejto analýzy rozhodne aj o tom, či budú na vyjadrenie určitej kvality dosiahnutých výsledkov použité len kladné hodnoty, alebo len záporné, prípadne oboje.

Taktiež je nutné dať pozor na také kritériá, ktoré sú kvantitatívnej povahy a môžu za určitých podmienok znemožňovať ostatné čiastkové hodnotenia variant. Tieto kritériá sa nazývajú *vetokritériá* a plnia svoju funkciu rôznym spôsobom na základe toho či preferencia tohto vetokritéria je rastúca, klesajúca, striedavá, alebo unimodálna. Ak hodnota vetokritéria pri hodnotení jednotlivých variant nedosiahne kritickú hranicu, či už s rastúcou, klesajúcou, striedavou, alebo unimodálnou preferenciou, tak táto hodnotená varianta je zásadne nevyhovujúca z hľadiska tohto kritéria a musí byť vylúčená z pomedzi hodnotených variant, a to bez ohľadu na hodnotené výsledky podľa ostatných kritérií. [20]

4.2.5 Posúdenie rizík realizácie jednotlivých variant

Prípadná implementácia variant môže obsahovať celú radu rizík. Ktorákoľvek varianta môže nadobudnúť pri konkrétnom hodnotení značný význam a môže tak ovplyvniť výsledok hodnotenia. Riziká spojené s realizáciou variant sú hlavne:

- Správnosť formulácie konkrétneho problému.

- Výstižnosť vyjadrenia podstatných vlastností objektu a jeho relatívna úplnosť.
- Spôsob tvorby alebo identifikácie riešení variant.
- Spôsob multikriteriálneho hodnotenia variant zahrňujúci súbor rizík spojených so spôsobom vytvorenia a určenia sústavy kritérií, stanovenia váh kritérií, určením vzorových hodnôt kritérií, hodnotenia výsledkov jednotlivých variant a výberu najvhodnejšej varianty.
- Náhodne javy, ktoré by mohli akýmkoľvek spôsobom ohroziť realizáciu variant, vrátane negatívneho dopadu.
- Kvalita určenia expertného posúdenia, ktorá závisí na správnosti odhadov, znalostiach a skúsenostiach expertov. [20]

4.2.6 Určenie konečného poradia všetkých variant a výber najlepšej varianty

Z predchádzajúcich krokov viackriteriálneho hodnotenia variant by mala vyplynúť najvhodnejšia varianta riešenia daného problému. A však doporučeniu tej najvhodnejšej varianty pre realizáciu sa považuje za samostatný krok viackriteriálneho hodnotenia.

Je možné, že zvolená varianta sa nezhoduje s výberom podľa formalizovaného postupu multikriteriálneho hodnotenia. Potom je zrejme, že v poslednom kroku došlo k určitému zásahu, ktorý je z hľadiska subjektu rozhodovania oprávnený, ale v podstate predstavuje určité porušenie pravidiel postupu. Úvahy, ktoré sú vedené v rámci posledného kroku viackriteriálneho rozhodovania vo svojej podstate predstavujú dielčiu alebo celkovú revíziu niektorého z predchádzajúcich krokov a to napríklad: pridanie ďalšieho hodnotiaceho kritéria, posilnenie váhy niektorého hodnotiaceho kritéria atď..

Posledným krokom všeobecného postupu multikriteriálneho hodnotenia variant je teda umožnenie nejakej iterácie predchádzajúcich krokov. Tento krok nepredstavuje právo rozhodovateľa na vyslovenie konečného súdu v rozhodovacom procese daného predmetu.

Ak váhy kritérií, alebo čiastkové hodnotenie variant je stanovené na základe subjektívnych názorov odborníkov, potom sa k ich stanoveniu používajú uvedené metódy, ktoré sú doplnené o postupy, ktoré sú pomenované názvom "Objektivizácia expertných výpovedí". [20]

4.3 Metódy viackriteriálneho hodnotenia

Metódy multikriteriálneho hodnotenia jednotlivých variant riešení potrebujú informáciu o relatívnej dôležitosti kritérií vyjadrenou pomocou vektora váh kritérií:

$$v = (v_1, v_2, \dots, v_k); \quad \sum_{i=1}^k v_i = 1; \quad v_i \geq 0 \quad (4.3.1)$$

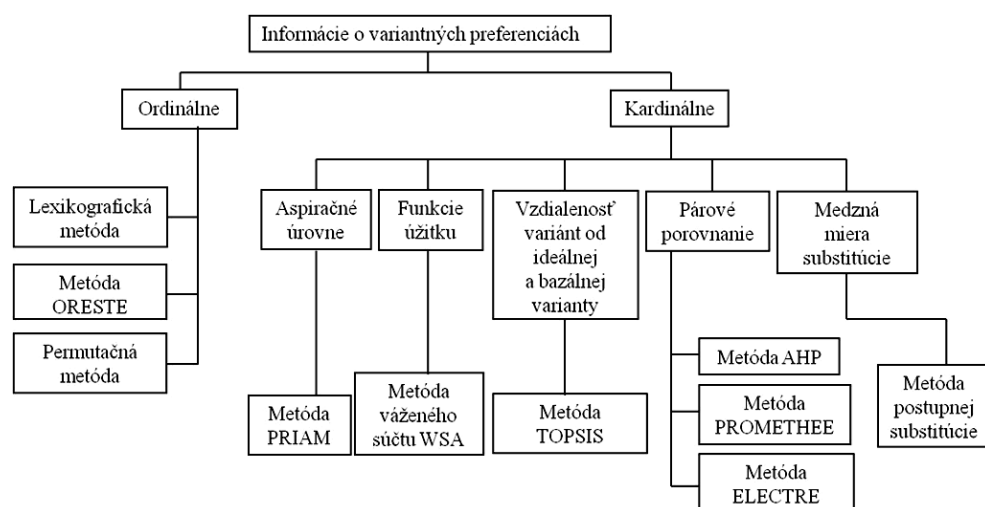
Metódy je možné podľa výpočtového princípu rozdeliť na:

- maximalizáciu úžitku
- minimalizáciu vzdialeností od ideálnej varianty
- vyhodnocovanie na základe preferenčnej relácie

Voľba výberu vhodnej metódy taktiež závisí či požadované výsledné poradie variant bude obsahovať ordinálne, alebo kardinálne informácie.

- *Ordinálne informácie* udávajú len informáciu o poradí jednotlivých variant, čiže z výsledku usporiadaných variant sa dozvieme, ktorá varianta sa javí ako najlepšia, ktorá ako najhoršia.
- *Kardinálne informácie* nesú v sebe aj poznatok o tom, o koľko je prvá varianta lepšia ako druhá, čiže nesú informáciu o vzájomných matematických vzťahoch medzi jednotlivými variantmi. [19], [20]

Pre vyhodnocovanie viackriteriálnych úloh existuje mnoho metód. V práci bude spomenutých len niekoľko z nich.



Obr. č. 7 - Schéma metód pre multikriteriálne hodnotenie

Tento prehľad rôznych metód však neprináša úplne zhrnutie danej oblasti. Ďalej spomenuté budú len metódy používané v GIS.

4.3.1 Metóda váženej lineárnej kombinácie WLC

Je založená na koncepte váženého priemeru, v ktorom sú kritériá štandardizované do bežných číselných radov a potom kombinované pomocou váženého priemeru. Ten, kto rozhoduje priradí váhy relatívneho významu priamo každému atribútu mapových vrstiev pre jednotlivé kritériá. Tým pádom nízka hodnota varianty v jednom kritériu môže byť vykompenzovaná vysokou hodnotou pri inom kritériu. Celkový počet pre každú variantu je získaný sumou vynásobených hodnôt jednotlivých kritérií hodnotou váhy faktora: [8]

$$S = \sum v_i x_i \quad (4.3.2)$$

kde S je výsledok vhodnosti varianty, v_i je váha i -teho faktora, x_i je hodnota kritéria riešeného i -te faktora. Výsledky sú vypočítané pre každú variantu a varianta s najvyššou hodnotou je vybraná ako najvhodnejšia. Táto metóda sa vyhýba tzv. *booleovskému hodnoteniu*, kde sa reklasifikujú hodnoty len do dvoch tried pomocou číselného priradenia hodnoty váhy 0 alebo 1. Tým nastáva prípad pri použití operátora *AND* (prienik), kedy výsledkom je buď úplne nevhodné, alebo úplne vhodné riešenie. V každom prípade, kedy aspoň jedno kritérium nadobúda hodnotu 0 bude aj výsledná hodnota 0. Použitie operátora *AND* nazývame pesimistickou stratégiou. V prípade WLC metódy, keďže hodnotiacim kritériám sú priradené váhy rôznych veľkostí, je výsledkom zoradenie variant podľa sčítania ich hodnôt od najlepšej po najhoršiu a tak nie je možné dostať úplne vhodné, či úplne nevhodné riešenie. Táto metóda môže byť použitá pre akýkoľvek GIS systém realizovateľná pre rastrové aj pre vektorové dáta.

Pretože kritériá sú určené na rôznych úrovniach, je nevyhnutné, aby jednotlivé faktory boli štandardizované tak, aby bolo možné ich vzájomne zrovnanie. Keďže faktory nie sú klasifikované len na nuly a jednotky, čiže tie, ktoré kritériu vyhovujú a tie ktoré nie, sú transformované na základe nejakej funkcie do určitého rozsahu. Štandardizácia faktorov prebieha pomocou tzv. *metódy fuzzy (metóda neurčitosti)* – priradením hodnôt v škále 0-1 na meradle reálnych čísel, alebo 0-255 na byte meradle. Odporúča sa použitie druhej metódy z dôvodu optimalizovania výpočtov. Hodnota 1 alebo 255 je považovaná za najlepšiu a 0 za najhoršiu. Najjednoduchšia štandardizácia je lineárne škálovanie:

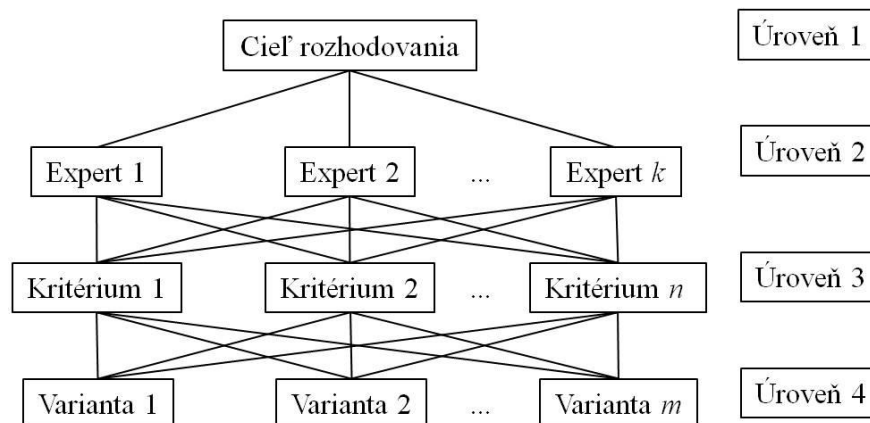
$$x_i = \frac{(R_i - R_{min})}{(R_{max} - R_{min})} \cdot SR \quad (4.3.3)$$

kde R_i je hodnota kritéria, R_{min} a R_{max} sú minimálna a maximálna hodnota kritéria a SR je normalizovaná hodnota kritéria. [8], [32]

4.3.2 Metóda analytického hierarchického procesu AHP

Táto metóda bola navrhnutá prof. Saatym. Technika bola vyvinutá mimo GIS softvér s použitím rôznych analytických prostriedkov. Prvé použitie tejto metódy v GIS bolo v roku 1991. V súčasnosti je to jedna z najpoužívanejších metód multikritériálneho rozhodovania. Táto metóda umožňuje rozdelenie zložitejších problémov na menej zložité, čím ich rozčlení do hierarchií a zjednoduší a zrýchli tým celý proces rozhodovania. Je založená na párovom porovnaní. Do úvahy sa berú všetky prvky ovplyvňujúce výsledok rozhodovania, vzťahy medzi nimi a intenzita ich vzájomného pôsobenia. [30], [31], [32]

Vytváraním hierarchického modelu sa vytvorí štruktúra, na základe ktorej bude prebiehať celý proces rozhodovania. Na poslednej úrovni budú posudzované varianty a na prvej úrovni bude cieľ celého rozhodovania. Konkretizovanie cieľa bude prebiehať na medziúrovniach a to členením ho na jednotlivé kritériá, prípadne ešte na subkritériá.



Obr. č. 8 - Schéma hierarchie AHP metódy [15]

Vzťahy medzi komponentmi na jednotlivých úrovniach je možné určiť obdobným spôsobom ako pri Saatyho metóde pre určovanie váh kritérií. Pre prípad štvorúrovňovej hierarchie, to je pre 1 cieľ, k expertov, n kritérií a m variant, na druhej úrovni bude matica párového porovnania s rozmermi $k \times k$. Na tretej úrovni bude k matíc s rozmermi $n \times n$ a na poslednej úrovni bude n matíc o rozmeroch $m \times m$. Tak, ako to bolo pri výpočtoch Saatyho metódy pre určenie váh kritérií, tak aj tu sa v maticiach rozdeľuje hodnota váhy príslušného kritéria variantám a váha príslušného experta kritériám. Získané hodnoty sa nazývajú preferenčné indexy variant. Hodnotenie variant z pohľadu všetkých expertov a všetkých kritérií získame sčítaním preferenčných indexov v rámci všetkých kritérií. [15]

4.3.3 Metóda usporiadaného váženého priemeru OWA

Pri tejto metóde sú kritéria opäť ako pri metóde WLC štandardizované a vážené rovnakým spôsobom. Hodnota kritéria, váha kritéria a poradie váh sú tri dôležité prvky metódy OWA. Táto metóda dosahuje vyšší stupeň kontroly rizika a miery rovnováhy pomocou tzv. usporiadaných váh, ktoré sú priradzované jednotlivým kritériám. Váhy sú určené pomocou párového porovnania a následne sú zoradené od najmenej vhodnej úrovne po najvyššiu. Prvú, čiže najnižšiu hodnotu váhy dostane kritérium s najmenšou hodnotou vhodnosti, druhá najnižšia váha bude priradená kritériu s druhou najmenšou hodnotou vhodnosti atď. až po najvyššiu hodnotu. [8], [9]

Kombinácia procesu dvoch logických operátorov *AND* (minimalizácia) a *OR* (maimalizácia) predstavuje stupeň rizika. Použitím tejto metódy nastáva prípad, kedy nie je možné riešené kritéria voľne zamieňať. Schopnosť metódy OWA meniť mieru rizika od najnižšej až po najvyššiu hodnotu a rozhodovať o vzájomnom zamieňaní jednotlivých hodnôt vhodnosti, poskytuje veľkú výhodu. Operátor metódy OWA udáva hodnotu usporiadaného váženého priemeru a je určený vektorom váh $v = (v_1, \dots, v_n) \in \langle 0,1 \rangle$, ktorý spĺňa podmienku $\sum_{i=1}^n v_i = 1$.

$$OWA_i = \sum_{j=1}^n \left(\frac{u_j v_j}{\sum_{j=1}^n u_j v_j} \right) z_{ij} \quad (4.3.4)$$

kde u_i je váha j -teho kritéria, ktorá je preusporiadaná a $z_{i1} \geq z_{i2} \geq \dots \geq z_{in}$ je zmena poradia hodnôt kritérií. [8], [9], [32]

4.3.4 Metódy ELECTRE

Cieľom metód ELECTRE (Election et Choix Traduisant la Réalité) je usporiadanie variant do identifikačných tried na základe preferencií alebo dispreferencií. Podľa využitia sa metódy ELECTRE členia do 3 skupín a to: [14]

- výber efektívnych variant (ELECTRE I, ELECTRE Is, ELECTRE IS)
- usporiadanie variant podľa poradia (ELECTRE II, ELECTRE III, ELECTRE IV)
- triedenie variant do skupín (ELECTRE TRI)
- **ELECTRE I** – spočíva v rozdelení množiny do skupiny efektívnych a neefektívnych variant. Pre každú dvojicu variant (A_i, A_j) je vytvorená množina C_{ij} , ktorá obsahuje indexy ohodnotenia varianty podľa jednotlivých kritérií, a pre ktoré je varianta A_i ohodnotená aspoň tak dobre ako varianta A_j . Potom je určená množina D_{ij} , ktorá

obsahuje všetky ostatné indey kritérií, v ktorých je varinata A_i horšia ako varianta A_j . Hodnota čísla c_{ij} udáva stupeň preferencie varianty A_i pred variantov A_j a je daná ako súčet váh jednotlivých kritérií pre ktoré je varianta A_i lepšia alebo rovnako dobrá ako varianta A_j . Dochádza k vytvoreniu matice preferencií C. Stupeň dispreferencie d_{ij} je vypočítaný pre všetky varianty ako podiel najvyššieho rozdielu množiny D_{ij} a rozdielu všetkých kritérií. Potom sa určí celková preferencia P_{ij} medzi dvojicou variánt (A_i, A_j) pomocou prahu preferencie c^* a prahu dispreferencie d^* . Platí, že varianta A_i je preferovaná pred variantou A_j vtedy, keď $c_{ij} \geq c^* \wedge d_{ij} \leq d^*$ Pokiaľ je A_i preferovaná pred A_j je $P_{ij} = 1$, v opačnom prípade $P_{ij} = 0$. Týmto dostaneme rozdelenie variánt na efektívne a neefektívne. Stanovenie prahu preferencie a dispreferencie ovplyvňuje výsledok. V prípade veľkého počtu efektívnych variant je možné obidva prahy sprísňovať, či naopak zmiernovať v prípade, že sú všetky varianty vyhodnotené ako neefektívne. [14]

- **ELECTRE III** – spočíva v rozdelení variant do indiferentných tried, kde sú varianty hodnotené rovnako, ale medzi triedami existuje určitý vzťah preferencie. Pre každú dvojicu variant (A_i, A_j) sú zoskupené kritériá, ktoré preferujú variantu A_i pred variantou A_j a množina ich indexov je označená ako I_{ij} a naopak, tie ktoré preferujú variantu A_j pred variantou A_i sú ozančené ako I_{ji} . Stupeň preferencie varianty A_i pred variantou A_j je daný vzťahom:

$$s_{ij} = \sum_{k \in I_{ij}} w_k \quad (4.3.5)$$

A stupeň preferencie varianty A_j pred variantou A_i :

$$s_{ji} = \sum_{k \in I_{ji}} w_k \quad (4.3.6)$$

S prahom preferencie c^* je varianta A_i preferovaná pred variantou A_j v prípade, že pre stupeň preferencie platí: $s_{ij} > s_{ji} \wedge s_{ij} > c^*$.

Zadávanie prahu preferencie nie je potrebné nakoľko hodnoty prahov sú postupne automaticky generované. Najskôr je určený najvyšší stupeň preferencie $S=(s_{ij})$:

$$c^0 = \max \{s_{ij}; A_i, A_j \in A\}. \quad (4.3.7)$$

Prvý prah preferencie je určený ako ďalšia najväčšia hodnota za c^0 :

$$c^1 = \max \{s_{ij}; A_i, A_j \in A, s_{ij} < c^0\}. \quad (4.3.8)$$

Ďalej určíme p_i^l , čo predstavuje počet variánt pred ktorými je preferovaná varianta A_i a q_i^l počet variánt, ktoré sú preferované pred variantou A_i s rovnakým prahom

preferencie c^l . Na základe rozdielu hodnôt p_i^l a q_i^l sú varianty zaradené do indifferenčných tried: $d_i^l = p_i^l - q_i^l$. (4.3.9)

Následne na to je určená podmnožina A^l množiny variánt A , ktorej prvky sú varianty s maximálnou hodnotou ukazovateľa d :

$$A^1 = \{A_i; \max d_i^1\}. \quad (4.3.10)$$

Ak je výsledná množina A^l jednoprvková, znamená to, že tvorí indifferenčnú triedu obsahujúcu len jednu variantu oddelenú od množiny variánt pri ich usporiadávaní. Pre zvyšnú množinu variant sa pokračuje rovnakým spôsobom výpočtu od stanovenia c^0 .

Ak množina A^l nie je jednoprvková, je nutné určiť, či je celá táto množina indifferenčnou triedou, alebo je možné jej prvky usporiadať a to tak, že sa určí nový prah preferencie c^2 , ukazovateľ d_i^2 a nová podmnožina A^2 množiny A^l . Postup sa opakuje až do tej doby, kým nebude jasne určené, či vznikne jednoprvková indifferenčná trieda, alebo budú všetky ostatné varianty tvoriť viacprvkovú indifferenčnú triedu. [14]

5 Zhromažďovanie podkladov pre projekt

Dáta sú najpodstatnejšou súčasťou tvorby každého projektu v GIS. Preto zhromažďovanie a získavanie týchto dát predstavuje veľmi významnú časť v rámci realizácie celého projektu. To, aké dáta máme k dispozícii ovplyvňuje spôsob spracovania, dielčie výstupy, konečné výsledky, ale aj kvalitu a kvantitu výstupných cieľov. Je dôležité pri príprave projektu rozhodnúť, ktoré dáta je potrebné pre projekt získať, v akej forme, prípadne rozhodnúť o ich spracovaní do požadovanej podoby, aby mohli slúžiť ako podklad pre realizovaný projekt.

Zhromažďovanie podkladov je veľmi časovo náročné. Vyžaduje si schopnosť vedieť sa orientovať v organizáciách poskytujúcich konkrétne údaje, v spôsoboch zberu týchto dát či vo vyhľadávaní webových adries, kde sú poskytované služby s informáciami o požadovaných údajoch. Väčšina dát bola poskytnutá z projektu TA ČR Centra kompetence TE02000077 – Smart Regions.

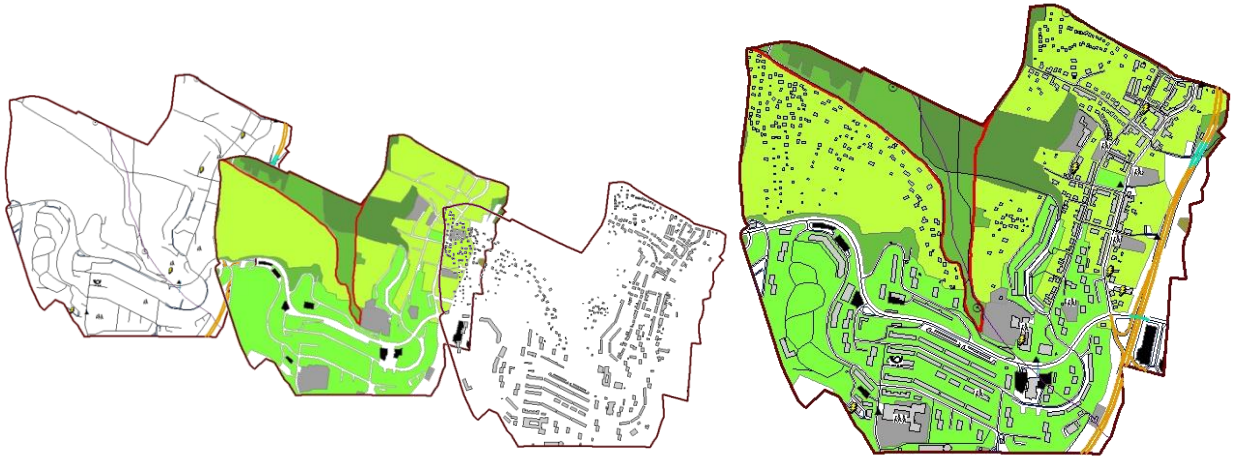
5.1 Zber vektorových dát

Vektorové dáta, ktoré je možné získať vo významnej miere urýchľujú celý proces realizácie projektu. Potreba získať údaje generalizáciou, vektorizáciou, či samotným praktickým zameraním dát v teréne nie je v tomto prípade, kedy sú už samotné vektorové dáta k dispozícii, nutné. Čas prípravy podkladov pre tvorbu projektu sa tak značne zníži. Vektorové dáta môžu byť uložené vo formátoch SHP, DGN, DWG a mnohých iných.

Vektorové údaje vo formáte SHP predstavujú jednotlivé triedy prvkov, ktoré obsahujú značné množstvo dát a sú priestorovo určené. Prvky obsiahnuté v jednotlivých vektorových *shapefiles* môžu byť bodového, líniového, alebo polygónového charakteru zoskupené do spoločnej triedy prvkov na základe nejakej spoločnej súvislosti napr. budovy, komunikácie, vodstvo atď. Kvalitná grafika, vysoká presnosť, nízka pamäťová náročnosť a možnosť editácie prvkov sú veľkými výhodami vektorových dát. Nevýhodou môže byť ich zložitá dátová štruktúra. [29]

Vektorové dáta, ktoré boli použité pre realizáciu tejto diplomovej práce boli predovšetkým jednotlivé triedy prvkov obsiahnuté v súbore ZABAGED (základná báza geografických dát), ktorý poskytuje ČÚZK. ZABAGED je digitálny geografický model územia Českej republiky, vedený formou databázy a je súčasťou informačného systému zememeračstva a patrí medzi informačné systémy verejnej správy. V súčasnosti obsahuje 116

typov geografických objektov. V realizácii multikriteriálnej analýzy tejto diplomovej práce bola využitá len jeho polohopisná časť, ktorá obsahuje 2D priestorové informácie a popisné informácie o sídlach, komunikáciách, rozvodných sieťach, produktovodoch, vodstve, územných a chránených jednotkách, vegetácií a povrchu, terénnom reliéfe a bodových poliach. [6]



Obr.č. 9 - ZABAGED polohopis [36]

Niektoré ďalšie chýbajúce vektorové triedy prvkov, ktoré neboli obsiahnuté v súbore ZABAGED boli manuálne vytvorené ako nové triedy potrebných prvkov ako napríklad bodová vrstva so zastávkami IDS JMK, alebo vrstva s kontajnerovým státím separovaného odpadu.

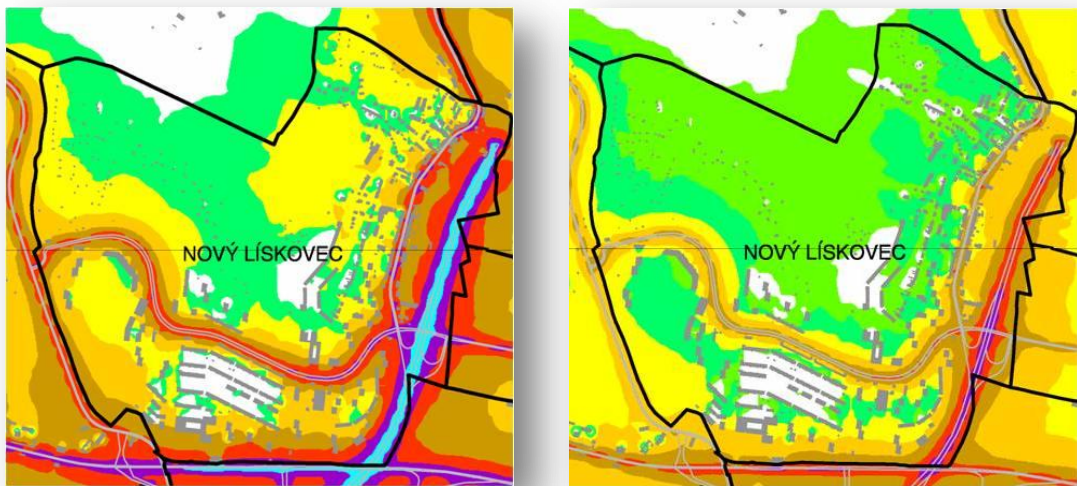
5.2 Zber rastrových dát

Rastrové dáta obsahujú informácie viazané k jednotlivým pixlom rastru, ktorý je nositeľom informácie. Formáty pre rastrové dáta môžu byť napríklad JPEG, PNG, TIFF, BMP atď. Rastrový formát môže v sebe zahŕňať len informáciu o obraze, ale aj polohe obrazu a to v prípade georeferencovaných rastrov. Priestorové rozlíšenie rastra udáva hodnota veľkosti pixla. Zhlukovanie pixlov na základe nejakej vlastnosti môže pixly rozdeliť do väčších skupín, ktoré dokážu priniesť informáciu pre celú túto množinu. Tak je možné z rastrových formátov dostávať informácie o bodoch, líniách aj polygónoch. Jednoduchá dátová štruktúra je výhodou rastrových formátov a taktiež aj jednoduché operácie s nimi. Najväčšou nevýhodou rastrových formátov je nižšia kvalita, vyššia náročnosť na pamäť a nemožnosť rastre editovať. [29]

Rastrové formáty, ktoré boli využité pre potreby vyhodnotenia multikriteriálnej analýzy tejto diplomovej práce boli získané ako voľne dostupné obrazové formáty

z internetových serverov, ktoré boli následne na to transformované a georeferencované v súradnicovom systéme S-JTSK Krovak East-North. Niektoré z týchto rastrových formátov boli využité len pre účely vytvorenia nového shapefile. Sú to napríklad rastrová mapa kontajnerov separovaného odpadu dostupná na mapovom portáli mesta Brno, [43] alebo mapa zastávok IDS JMK dostupná na serveri integrovaného dopravného systému juhomoravského kraja. [38]

Hluková mapa dennej a nočnej doby bola voľne dostupná na stránkach magistrátu mesta Brno vo formáte pdf na dvoch mapových listoch. Transformáciou pdf formátu na rastrový formát tiff a jeho následným georeferencovaním bola použitá ako vstupný podklad pri riešení hlukových zón v oblasti Nového Lískovca.



Obr. č. 10 - Mapa hlukových zón v dennej a nočnej dobe [39]

5.3 Zber štatistických údajov

Veľmi významnými informáciami, ktoré môžu byť využívané ako podklady sú rôzne štatistické údaje. Tieto údaje obsahujú informácie len popisného charakteru formou nejakých tabuliek, databáz, textov atď.. Údaje tohto typu je veľmi jednoduché pripájať do atribútových tabuliek jednotlivých vrstiev na základe zhodných údajov v jednom poli. V prípade, že súbor s popisnými informáciami neobsahuje údaj, na základe ktorého by bolo možné ho prepojiť s triedou prvkov, je potrebné pole s týmito údajmi vytvoriť manuálne. Údaje, ktoré boli použité ako hodnotiace kritériá v rámci tohto projektu sú niektoré štatistické údaje obsiahnuté v súbore programu MicrosoftExcel a dáta z RUIÁN.

Vo formáte XLS (formát programu Microsoft Excel) bolo k dispozícii pre túto prácu 12 súborov obsahujúcich informácie o spotrebe ústredného kúrenia a energie potrebnej na ohrev teplej vody. Tieto hodnoty sú monitorované na 12 budovách v oblasti Nového Lískovca

už niekoľko rokov. Informácie, ktoré som mala k dispozícii boli od roku 2001 do roku 2013 a boli zaznamenávané každý týždeň. Úpravou, prepočtom týchto hodnôt či už na mesačné priemerné spotreby, ročné priemerné spotreby, spotreby vzťahnuté k jednotke vykurovanej plochy či k jednému obyvateľovi a následným pripojením týchto hodnôt k vektorovej polygónovej vrstve obsahujúcej budovy v Novom Lískovci, bolo možné tieto údaje priestorovo zobrazit'. Prepočítaná hodnota spotrieb na finančné mesačné náklady za tieto spotreby bola jednou z najdôležitejších hodnotiacich kritérií.

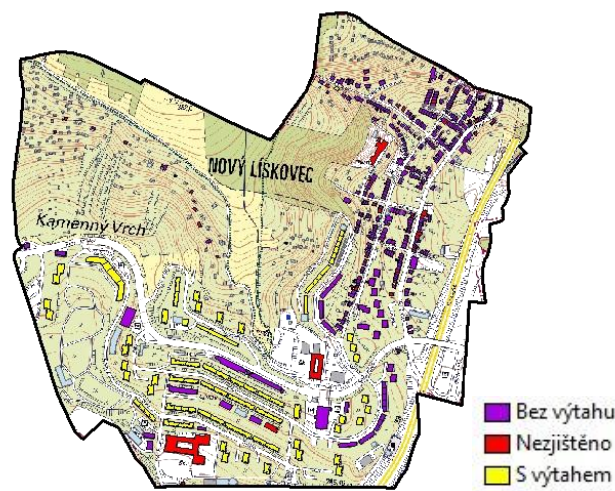
datum	objekt	calorimetr UT	rozdiel	celkem UT za mesiac	Celkem UT+TUV za mesiac	calorimetr TUV	rozdiel	celkem TUV za mesiac	Celkem UT+TUV za tyden	UT den pruměr	TUV den pruměr
č.3.	PDS Oblá 3	478			53,4	376,4					
4.1.2013	PDS Oblá 3	482,5	4,50		GJ	378	1,6		6,1	1,13	0,40
11.1.2013	PDS Oblá 3	489,7	7,20			381,3	3,3		10,5	1,03	0,47
18.1.2013	PDS Oblá 3	499,2	9,50			384,4	3,1		12,6	1,36	0,44
25.1.2013	PDS Oblá 3	509,4	10,20			387,5	3,1		13,3	1,46	0,44
31.1.2013	PDS Oblá 3	517,5	8,10	39,5		390,3	2,8	13,9	10,9	1,35	0,47
1.2.2013	PDS Oblá 3	518,6	1,10		GJ	390,7	0,4		1,5	1,1	0,40
8.2.2013	PDS Oblá 3	525,9	7,30			394	3,3		10,6	1,04	0,47
15.2.2013	PDS Oblá 3	535,1	9,20			397,2	3,2		12,4	1,31	0,46
22.2.2013	PDS Oblá 3	544	8,90			400,6	3,4		12,3	1,27	0,49
28.2.2013	PDS Oblá 3	550,5	6,50	33		403,3	2,7	13	9,2	1,08	0,45
8.3.2013	PDS Oblá 3	557,2	6,70		GJ	407	3,7		10,4	0,84	0,46
15.3.2013	PDS Oblá 3	563,7	6,50			410	3		9,5	0,93	0,43
22.3.2013	PDS Oblá 3	571,3	7,60			413,2	3,2		10,8	1,09	0,46
29.3.2013	PDS Oblá 3	579,5	8,20			416,3	3,1		11,3	1,17	0,44
31.3.2013	PDS Oblá 3	583	3,50	32,5		417,2	0,9	13,9	4,4	1,75	0,45

Tab. č. 23: Monitorované údaje spotrieb na budove adresného miesta Oblá 3 v období január-marec 2013 [40]

Ďalšími poskytnutými údajmi boli informácie o jednotlivých monitorovaných budovách. Informácie mi boli zaslané odborom správy bytov a domov v Novom Lískovci pre účely tejto práce. Jednalo sa o údaje o počte obyvateľov v roku 2013 a údaje o vykurovanej ploche pre konkrétne panelové bytové domy. Na základe týchto informácií mohli byť hodnoty spotrieb budov prepočítané k rovnakej jednotke, čo umožnilo vzájomné porovnanie týchto hodnôt.

Pre vypracovanie projektu a zisťovanie podrobnejších informácií o panelových domoch, ktoré boli predmetom záujmu bol využívaný aj RÚIAN. Získavanie dát z tohto registra, ktorý je jeden zo štyroch základných registrov verejnej správy ČR je možné dvomi spôsobmi. Prvým spôsobom získania prístupu ku základným registrom slúži eGON služby

informačných systémov základných registrov, čo predstavuje webové služby len pre registrovaný AIS štátnej správy. Druhým spôsobom získania dát z RÚIAN sú súbory VFR, ktoré je možné sťahovať z aplikácie VDP dostupnej na stránkach ČÚZK. Dáta v podobe VFR sú cez aplikáciu VDP poskytované zdarma a bez nutnosti registrácie. Technológia poskytovania dát z RÚIAN pomocou VFR je medzinárodne uznávaná pre uchovávanie geoinformácií a štandardizovaná organizáciou Open Geospatial Consortium (OGC). Informáciou, ktorá bola využitá z tohto registra je napríklad údaj o vybavenosti jednotlivých panelových domov výťahom. [4]



Obr. č. 11 - Zobrazenie vybavenosti budov výťahom – RÚIAN [33], [36]

5.4 Služby WMS

WMS (Web Map Service) je určitým štandardom, ktorý je vyvinutý a stále rozširovaný združením OGC. Funguje na princípe umožnenia zdieľania priestorových údajov uložených na serveroch prostredníctvom Internetu, väčšinou v podobe rastrových máp. Služba WMS je označovaná ako prehľadavacia, alebo zobrazovacia služba poskytovaná zdarma a bez nutnosti registrácie. Nevracia zdrojové dáta, z ktorých bola mapa zostavená, ale len výslednú spracovanú mapu. Pracuje na princípe klient-server. [5], [21]

Výhodou tejto služby je rýchly prístup k dátam a využívanie týchto údajov cez internetový server bez toho, aby mal užívateľ tieto dáta obsiahnuté vo svojom počítači. Problémom a nevýhodou používania WMS služieb však môže byť pomalé internetové pripojenie, čo spôsobí, že načítanie údajov zaberie dlhší čas, alebo môže nastať prípad, kedy sa údaje pomocou WMS služby ani nenačítajú. Ďalšou nevýhodou môže byť, že niektoré poskytované údaje pomocou WMS majú obmedzenú mierku zobrazenia obsahu. Z dát

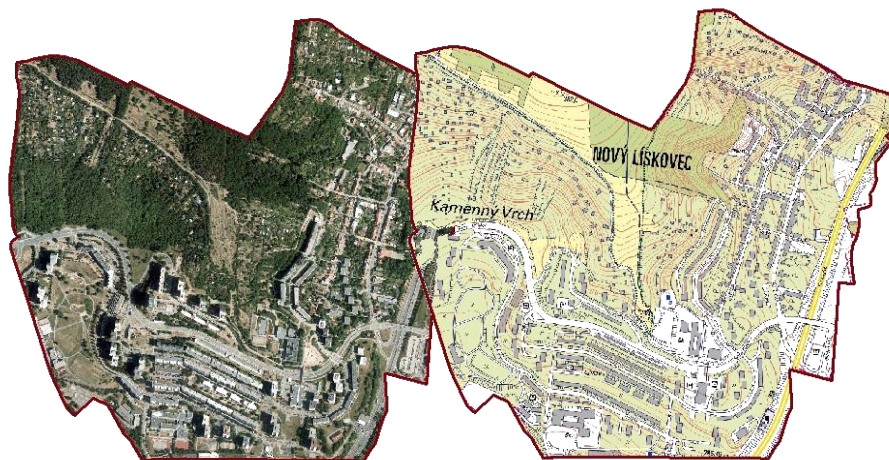
poskytovaných pomocou WMS je možné si vytvárať rastrové výrezy, avšak v tom prípade dochádza k zníženiu kvality. [5], [21]

Pre moju diplomovú prácu boli použité WMS služby z geoportálu ČÚZK. Tento server ponúka niekoľko WMS služieb a to:

- WMS – Katastrálne mapy, územné jednotky
- WMS – SM5V, SM5
- WMS – ZABAGED
- WMS – ZM10, ZM25, ZM50, ZM200
- WMS – DATA200
- WMS – Správne hranice
- WMS – Ortofoto
- WMS – DMR 4G, DMR 5G, DMP 1G
- WMS – Geonames
- WMS – Bodové polia
- WMS – Prehľadové mapy ČR
- WMS – Klady mapových listov, Geografická sieť WGS-84, Tieňovaný model reliéfu

Pre potreby vyhotovenia projektu tejto diplomovej práce boli z týchto služieb využité len WMS – ortofoto a WMS – ZM10. Formáty URL pripojenia týchto WMS služieb:

- ortofoto: http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx?
- ZM 10: http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM10_PUB/WMSservice.aspx?



Obr. č. 12 - ČÚZK WMS služby ortofoto a ZM10 [34], [35]

6 Energetické spotreby niektorých budov

Ako už bolo spomínané v lokalite Nového Lískovca prebiehala a aj stále postupne prebieha revitalizácia jednotlivých budov a to hlavne panelových bytových domov. Z tohto dôvodu sú niektoré z týchto budov už niekoľko rokov monitorované. Monitoring budov prebieha v rámci projektu ČR Centra kompetence TE02000077 – Smart Regions. Hodnoty, ktoré sa zaznamenávajú sú spotreba ústredného kúrenia a ohrev teplej vody. Pre túto diplomovú prácu bolo vybraných jedenásť panelových domov a jeden polyfunkčný dom. Jedná sa o panelové domy adresných miest: *Oblá 2, Oblá 3, Oblá 5, Oblá 7, Oblá 11, Oblá 14, Oblá 17, Svážna 3, Kamínky 6, Kamínky 27, Kamínky 33* a o polyfunkčný dom adresného miesta *Oblá 75a*.

6.1 Priemerné mesačné spotreby budov

V mojej diplomovej práci boli použité zaznamenané spotreby od roku 2001 do roku 2013. Spotreba ústredného kúrenia aj spotreba ohrevu teplej vody bola zaznamenávaná spolu za celú budovu. Jednotlivé hodnoty spotrieb sa zaznamenávali každý týždeň. Následne z toho boli určené mesačné spotreby a súhrnná ročná spotreba. Taktiež bola vypočítaná aj priemerná mesačná spotreba ohrevu teplej vody a ústredného kúrenia jednotlivých budov. Tieto hodnoty boli obsiahnuté v súbore programu MicrosoftExcel. Pomocou atribútovej tabuľky triedy prvkov *priemerné_spotreby* v prostredí programu ArcGis, boli tieto excelovské hodnoty priemerných mesačných spotrieb pripojené k daným monitorovaným budovám na základe rovnakeho poľa *FID* pomocou funkcie *Join table*. Týmto vznikli v atribútovej tabuľke vrstvy *priemerné_spotreby* stĺpce pre jednotlivé roky monitorovania, ktoré obsahujú danú hodnotu spotreby ústredného kúrenia a spotreby ohrevu teplej vody pre jednotlivé budovy.

Hlavným cieľom týchto priemerných mesačných spotrieb bolo ukázať úsporu spotreby energií po zateplení jednotlivých budov. Preto následne boli tieto hodnoty vyhodnotené, a to samostatne pre ústredné kúrenie a osobitne pre ohrev teplej vody. Vo vlastnostiach vrstvy *priemerné_spotreby* boli pomocou funkcie *Symbology* vytvorené tzv. stĺpcové grafy. Tieto grafy sa viažu k jednotlivým budovám. Horizontálna os tohto grafu je časová os, zobrazujúca jednotlivé roky chronologicky za sebou a vertikálna os zobrazuje hodnotu spotrebovanej priemernej mesačnej energie ústredného kúrenia a ohrevu teplej vody v GJ. Tento značný vplyv zníženia spotreby na celú budovu môžeme vidieť na grafoch spotreby ústredného kúrenia a spotreby ohrevu teplej vody pre dané monitorované budovy v tomto časovom intervale od roku 2001 do roku 2013. Pomocou týchto grafov bolo dokázané, že zateplenie

a celková revitalizácia týchto panelových domov mala veľký vplyv na energetické úspory jednotlivých spotrieb, s ktorými úzko súvisia finančné náklady obyvateľov za dané spotreby a taktiež teda aj výška nájomného za jednotlivé bytové jednotky.



Obr. č. 13 - Priemerná mesačná spotreba ústredného kúrenia a ohrevu teplej vody v GJ pre vybrané budovy v lokalite Nového Lískovca v rokoch 2001-2013 [35], [45]

6.2 Prepočítané spotreby z hľadiska bývania

Hodnoty spotreby ústredného kúrenia a ohrevu teplej vody udávané pre celé panelové domy kvôli rôznorodosti týchto bytových domov nie sú vhodné na vzájomné porovnanie. Je jasné, že 8 – poschodový panelový bytový dom, v ktorom sa nachádza 32 bytových jednotiek bude mať podstatne väčšiu spotrebu energie ako bytový dom, ktorý má len 4 poschodia a v celom objekte sa nachádza 12 bytových jednotiek. Pre vstup do multikriteriálnej analýzy táto hodnota ako vstupné kritérium nebola vhodná v tomto tvare. Z tohto dôvodu vznikla potreba schopnosti vzájomného porovnania týchto hodnôt jednotlivých budov medzi sebou.

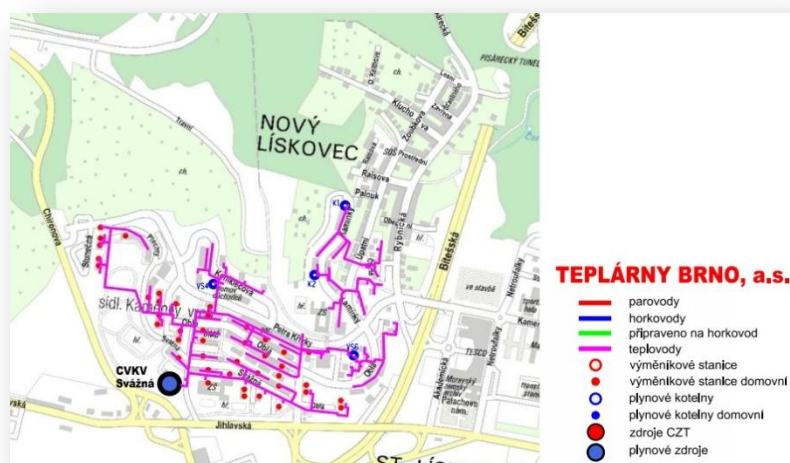
Zrovnanie týchto hodnôt jednotlivých panelových bytových domov nastalo prepočtom spotrebovanej energie ústredného kúrenia na 1m^2 vykurovanej plochy bytového domu. Keďže hodnota spotreby vody pre jednotlivé bytové domy nebola k dispozícii, bol údaj o spotrebe energie potrebnej k ohrevu teplej vody vzťahnutý a prepočítaný na 1 obyvateľa. Táto hodnota je však veľmi relatívna, keďže každý obyvateľ spotrebuje iné množstvo teplej vody. Táto hodnota predstavuje veľmi približný údaj o tom, koľko GJ energie spotrebuje priemerný obyvateľ na ohrev teplej vody. Údaje o počte obyvateľov a počte bytových jednotiek spolu s ich výmerami pre jednotlivé vybrané panelové domy boli obsiahnuté v súbore programu AdobeReader a MicrosoftExcel, ktoré boli poskytnuté obecným bytovým

fondom v Novom Lískovci. Údaj o počte obyvateľov bol uvádzaný pre rok 2013. Po prepočítaní týchto hodnôt pre jednotlivé bytové domy bolo možné údaje použiť ako jedno z kritérií pre riešenie multikriteriálnej analýzy bývania v lokalite mestskej časti Nového Lískovca.

Adresné miesto	počet obyvateľov	Celková plocha [m ²]	Vykurovaná plocha [m ²]
<i>Oblá 2</i>	72	2876,07	2472,44
<i>Oblá 3</i>	39	1442,41	1213,89
<i>Oblá 5</i>	30	833,97	718,09
<i>Oblá 7</i>	22	828,95	702,17
<i>Oblá 11</i>	26	827,08	730,20
<i>Oblá 14</i>	83	2898,17	2457,00
<i>Oblá 17</i>	21	823,112	699,00
<i>Kamínky 6</i>	86	2889,05	2478,09
<i>Kamínky 27</i>	51	1645,86	1376,87
<i>Kamínky 33</i>	42	1648,03	1373,28
<i>Svážna 3</i>	170	5743,57	4412,28

Tab. č. 4 - Údaje o bytových domoch [41], [42]

V rámci prepočtu spotrieb na určenú jednotku, či už na m² pri ústrednom kúrení, alebo na 1 obyvateľa pri spotrebe energie za ohrev teplej vody, bolo možné vyjadriť aj finančné náklady za tieto spotreby. Cena za teplo sa vzťahuje k jednotke spotrebovaného tepla, ktoré sa bežne udáva v GJ. Pre bytový, ale aj nebytový sektor sa tieto ceny regulujú spôsobom vecného usmerňovania cien na základe zákona č. 526/1990 Sb., o cenách. Výrobca a distribútor tepla môže zahrnúť v cene za teplo len určité ekonomicky oprávnené náklady, ktoré sú definované Energetickým regulačným úradom. Základom určenia ceny tepla je cena palív a energií. [28]



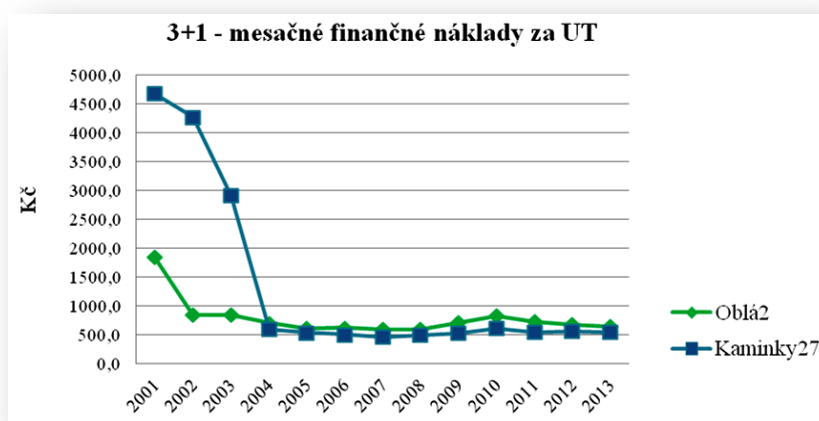
Obr. č. 14 - Mapa dodávok tepla z Teplární Brno v oblasti Nového Lískovca [44]

V prípade Teplární Brno, ktoré poskytujú tepelnú energiu aj panelovým domom, ktoré sú predmetom záujmu tejto práce, sa jedná o zemný plyn. Stanovená cena Teplární Brno za 1 GJ je 644,35 Kč – stanovená pre dodávky tepla merané na výmeníkových stanicích a plynových kotolniach. [27] Prepočítané finančné údaje ukazujú hodnoty udávajúce cenu za priemernú mesačnú spotrebu ústredného kúrenia na 1m² plochy obytného vykurovaného priestoru jednotlivých panelových domov. Tieto hodnoty boli následne vložené do atribútovej tabuľky vrstvy *priemerné_spotreby*. V atribútovej tabuľke bol ďalej zahrnutý aj údaj o spotrebe energie ohrevu teplej vody na 1 obyvateľa bytového domu. Pre názorný príklad bude uvedená ukážka prepočtu jednotiek spotreby energií na Kč a 1 obyvateľa pre bytový panelový dom adresného miesta Oblá 2.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Priemerné mesačné náklady za spotrebu ústredného kúrenia na 1m ² [kč]	8,1	7,7	7,8	9,3	10,9	9,5	8,8	8,4
Priemerné ročné náklady za spotrebu ústredného kúrenia na 1m ² [kč]	97,3	92,9	93,2	111,6	131,0	114,1	106,0	101,3
Priemerné ročné náklady za spotrebu ústredného kúrenia pre byt typu 3+1 (76,42m ²) [kč]	7432,7	7098,1	7122,0	8532,0	10013,8	8723,2	8101,8	7743,4

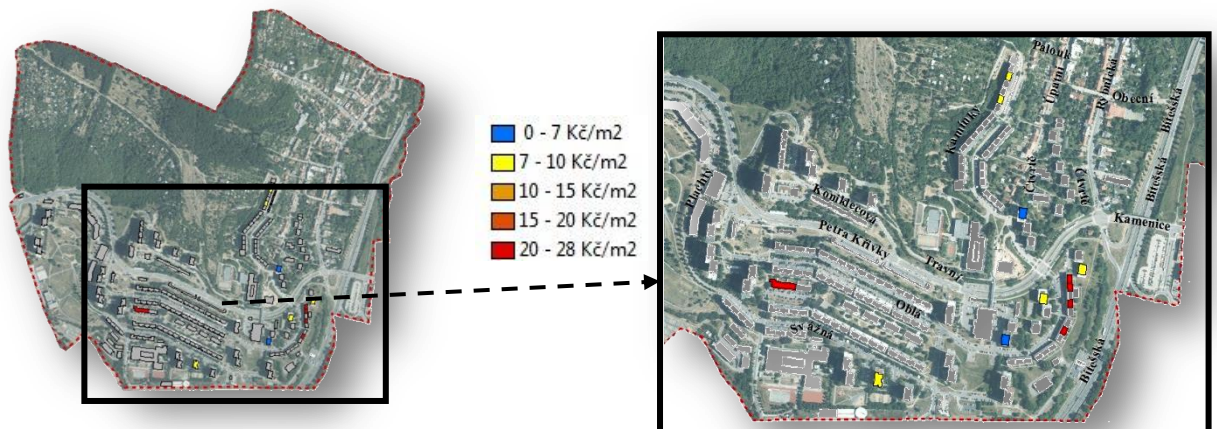
Tab. č. 5 - Oblá 2 – náklady na ústredné kúrenie v rokoch 2006-2013

Na vypočítaných hodnotách môžeme vidieť pokles spotreby energií a tým aj pokles finančných nákladov za tieto energie v závislosti na vykonanej revitalizácii na týchto budovách.

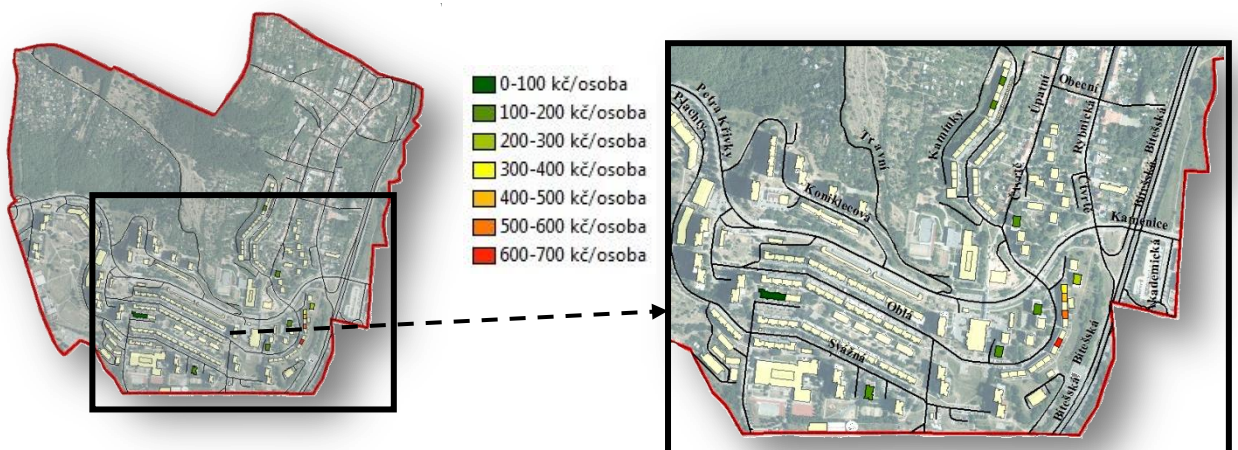


Obr. č. 15 - Graf mesačných priemerných nákladov za spotrebu ústredného kúrenia bytu typu 3+1 pre budovu Oblá 2 a Kamínky 27 v rokoch 2001-2013

Hodnoty finančných nákladov na množstvo spotrebovanej energie pre ústredné kúrenie na 1m^2 a ohrev teplej vody na 1 osobu v rokoch 2001-2013 boli pomocou funkcie *Join* pripojené k jednotlivým monitorovaným budovám. Ako kritérium z týchto hodnôt sa bude považovať rok 2013. Keďže poskytnuté údaje o počte obyvateľov sú z tohto roku, aby bola zaistená kompatibilita spotrebovaného ústredného kúrenia aj energie potrebnej na ohrev teplej vody bude sa uvažovať rok 2013.



Obr. č. 16 - Finančné náklady na mesačnú spotrebu ústredného kúrenia na 1m^2 v roku 2013 na vybraných budovách [34], [45]



Obr. č. 17 - Finančné náklady na mesačnú spotrebu energie potrebnej na ohrev teplej vody na 1 obyvateľa v roku 2013 na vybraných budovách [34], [45]

7 Priestorové analýzy v danej lokalite

Priestorové analýzy predstavujú základ pre GIS. Udávajú kde sa veci nachádzajú, ako spolu súvisia, čo všetko predstavujú a do ktorých činností môžu byť zahrnuté. Priestorové analýzy predstavujú proces skúmania lokalít, atribútov a vzťahov jednotlivých vrstiev v priestorových údajoch pomocou rôznych analytických techník s cieľom riešiť danú otázku, alebo získať užitočné poznatky. Priestorové analýzy vytťahujú, alebo vytvárajú nové informácie z priestorových dát. Jadro GIS-u predstavuje modelovanie, transformácia dát a priestorové analýzy. Práve táto oblasť GIS-u oproti iným systémom a softvérom, ktoré pracujú s geografickými dátami (napr. CAD) GIS vymedzuje. [16]

Výsledky priestorových analýz po kartografických úpravách, a pomocou kartografickej prezentácie a vizualizácie udávajú veľmi dobré a zrozumiteľné podklady pre ich budúce spracovanie inými odborníkmi. Medzi priestorové analýzy patria napríklad:

- vzdialenostné analýzy
- sieťové analýzy
- analýzy vytvárania zón
- štatistické analýzy
- mapová algebra
- analýzy modelu terénu
- analýzy logických operácií
- a ďalšie iné

Priestorové analýzy sú dôležité a často využívané napríklad pre developerské, stavebné, architektonické, či ďalšie iné firmy a inštitúcie. Taktiež nachádzajú uplatnenie aj v oblasti cestovného ruchu či odvetvia realitných spoločností. Využívanie priestorových analýz býva často zahrnuté aj v analýzach pre krízový manažment, pre riešenia záplav, požiarov, či pri riešení iných rizikových opatrení v krízových situáciách.

Najčastejšie bývajú výsledky týchto analýz prezentované pomocou dynamických či interaktívnych máp, po ktorých je v dnešnej dobe stále zlepšujúcich sa technológií veľký záujem. Softvéry na prezentáciu, či prehliadanie týchto interaktívnych máp sú v dnešnej dobe dobre dostupné a kompatibilné s akýmkoľvek zariadením, či sa jedná o výkonný statický počítač, prenosný notebook, tablet, či dokonca o tzv. smartphone. Práve kvôli využívaniu interaktívnych máp pre smartphony sú priestorové analýzy veľmi prít'azlivou alternatívou napríklad pri cestovaní. Využitie pohodlia mať všetky potrebné informácie priamo vo svojom

mobilnom telefóne už s vyznačenými výsledkami záujmových priestorových analýz (napr. najkratšia pešia, či dopravná trasa do centra mesta od železničnej stanice) dáva dnešným výrobcom podnet pre stále zlepšovanie a nové produkovanie prostriedkov na poskytovanie týchto údajov. Takisto ako aj ich prepojenie s GPS navigáciami a podobne.

Pre účely riešenia bývania v konkrétnej oblasti - v prípade tejto diplomovej práce v oblasti Nového Lískovca, vstupovalo do priestorových analýz mnoho faktorov. Bola skúmaná cestná infraštruktúra a časová dostupnosť či už pešia alebo dopravná od skúmaných panelových domov k jednotlivým objektom, ktoré sú z hľadiska bývania zaujímavé. Napríklad tu môžeme spomenúť MHD zastávky, školu, materskú škôlku, hlavnú železničnú stanicu, centrum mesta, kontajnery separovaného odpadu, atď. Taktiež bolo potrebné skúmať aj rôzne negatívne vplyvy bývania na panelových sídliskách ako sú: hluk, nedostatok mestskej zelene a parkov, oddychových zón, parkovacích miest, znečistené ovzdušie vplyvom nejakej blízkej továrne, skládky odpadov, nedostatočná občianska vybavenosť atď. Najväčším negatívnym faktorom tejto lokality je hluk. Riešenie hlukových zón v dennej a nočnej dobe v tejto oblasti taktiež spadalo medzi riešenie priestorových analýz z hľadiska bývania. Iné negatívne faktory v tejto oblasti nebolo potrebné riešiť, keďže panelové domy sú obklopené mestskou zeleňou a parkami, v blízkosti týchto budov sa nenachádza žiadna továreň ani skládka odpadov a lokalita má veľmi dobrú občiansku vybavenosť.

7.1 Analýzy vzdialenosti

Jednou z priestorových analýz, ktoré sú dôležité pre riešenie problému tejto diplomovej práce je určite vzdialenostná analýza. Či už sa bude jednať o vzdialenosť od miesta bývania k zastávkam MHD, škole, najbližším potravinám, pošte, alebo vzdialenosť k najbližšej rieke v prípade povodní. Vzdialenosť je určite veľmi dôležitý faktor multikriteriálnej analýzy z pohľadu bežného obyvateľa. Program ArcGis vo svojom prostredí ponúka niekoľko rôznych nástrojov pre výpočet vzdialeností. Základným kritériom pre výber týchto funkcií je uvaženie, či sa jedná o rastrovú alebo vektorovú reprezentáciu výpočtu vzdialenosti: [10]

- *Pre rastrové reprezentácie* – tvorba vzdialenostného povrchu. Určuje sa vzdialenosť každej bunky rastra od zdroja.
- *Pre vektorové reprezentácie* – funkcie na vytváranie tzv. obalových zón.

Podľa zámeru výpočtu vzdialenosti môžeme medzi analýzy vzdialeností zaradiť:

- Euklidovská (priama) vzdialenosťná analýza
- Vážená vzdialenosťná analýza
- Vážená vzdialenosťná analýza s obmedzením pohybu vo vertikálnom alebo horizontálnom smere
- Nákladová vzdialenosťná analýza [10]

Pri určovaní vzdialeností od zdrojov v mojej diplomovej práci bola využitá priama vzdialenosťná analýza. Vykonáva sa pomocou nástroja *Buffer*, ktorý vytvorí tzv. obalovú zónu okolo požadovaných objektov. Objekty môžu byť bodového, líniového, ale aj polygónového charakteru. Vstupnou vrstvou pre túto analýzu bola vrstva *MHD*, ktorej prvky tvoria bodové objekty definujúce zastávky IDS JMK v lokalite Nového Lískovca a jeho okolí. Túto vrstvu, keďže nebola k dispozícii už z dostupných podkladov bolo potrebné vytvoriť – *Editovať*. Následne v nástrojových možnostiach *ArcToolbox* bola vybratá funkcia *Buffer*, pomocou ktorej sa vytvorili obalové zóny okolo zastávok IDS JMK a to vo vzdialenosti 100, 200, 300 a 400 metrov. Následne na to bola do projektu vložená vrstva *Budovy*, ktorá obsahuje polygóny pôdorysov bytových domov v oblasti Nového Lískovca. Pomocou funkcie *Near* sme do atribútovvej tabuľky vrstvy *Budovy* pridali informáciu o vzdialenosti jednotlivých budov k IDS JMK zastávkam. Na základe tohto poľa v atribútovvej tabuľke vrstvy boli jednotlivé budovy rozklasifikované pomocou kolónky *Symbology* vo vlastnostiach danej vrstvy. Interval rozklasifikovania bol stanovený na 100m. Vytvorenie obalovej zóny pre prípadné povodne v okolí riek a potokov v tejto oblasti nie je potrebný, pretože cez oblasť Nového Lískovca nepreteká žiadna rieka.

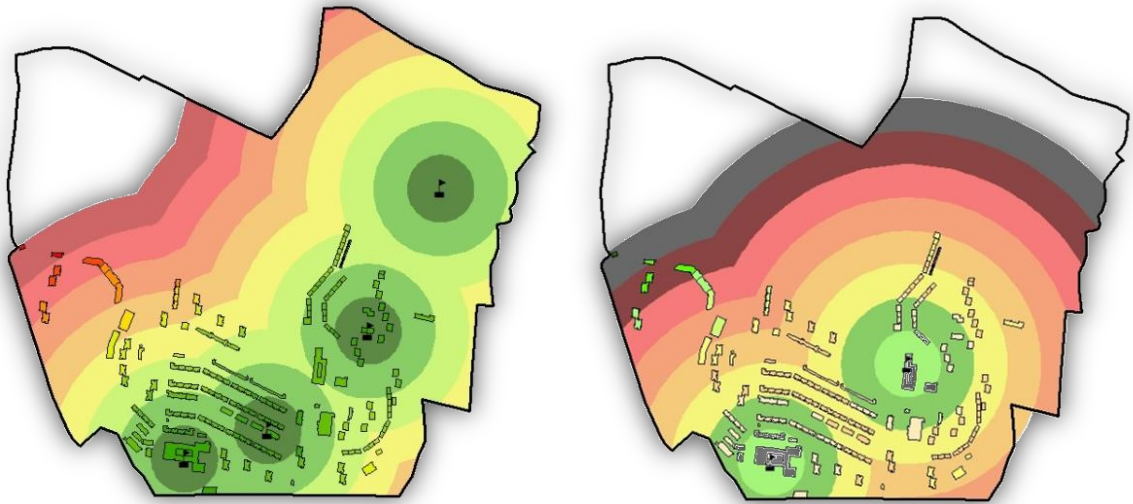


Obr. č. 18 - Obalová zóna IDS JMK zastávok do 400m [34], [45]



Obr. č. 19 - Rozklasifikovanie budov na základe vzdialenosti k zastávkam IDS JMK [34], [45]

Takýmto istým spôsobom bola určená vzdialenosť k najbližším materským, základným a stredným školám nachádzajúcim sa v oblasti Nového Lískovca, či k najbližším kontajnerom separovaného odpadu.



Obr. č. 20 - Vzdialenosť k materským a základným školám nachádzajúcim sa v lokalite Nového Lískovca [36] ,[45]

7.2 Analýzy sietí

Ďalšou priestorovou analýzou bola sieťová analýza. Táto sieťová analýza v programovom prostredí ArcGis poskytuje nástroje pre analýzu siete v priestore pre riešenia zložitých problémov trasovania či analýzu smerov. Využíva nastaviteľný dátový model dopravnej siete, ktorý umožňuje užívateľom presne reprezentovať svoje jedinečné požiadavky na vytvorenie danej siete. Pri sieťových analýzach je možné plánovanie trasy, výpočet doby jazdy, či pešej chôdze, lokalizovanie zariadení, či ďalšie problémy súvisiace so sieťou. Dané problémy a požiadavky je možné riešiť v rámci celej siete, ale taktiež aj v rámci len jej časti.

Využitie sieťových analýz môže byť veľmi užitočné napríklad pre rôzne verejné dopravné spoločnosti a to napríklad pre autobusových dopravcov či doručovateľské spoločnosti. Zníženie prejdenej kilometrov a tým zmenšenie nákladov za palivo, alebo ušetrenie času pri nájdení rýchlejšej cesty môžu byť tiež výsledky sieťových analýz. [12]

Sieť je vždy tvorená jednou, alebo viacerými líniovými vrstvami. Môžu to byť líniové vrstvy riek, telekomunikačnej siete, inžinierskych sietí, ciest, turistických chodníkov, atď.. V GIS sú siete využívané pre dva typy modelovania:

1. *Dopravná sieť (Transportation network)* – patria tu tzv. neriadené siete. Jednotlivým hranám vytvorenej siete je možné priradiť smer.
2. *Úžitkové siete (Utility network)* – predstavuje tzv. riadenú sieť. Dráha a smer je daný vopred.

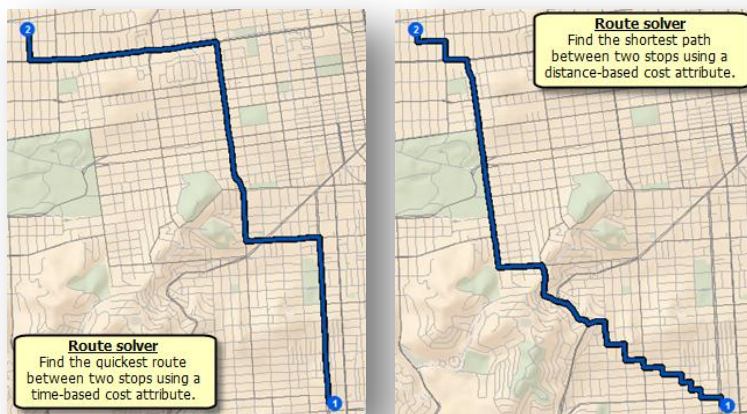
V prostredí programu ArcGis sú pre dopravnú sieť využívané sieťové dátové sady (*network dataset*) a pre úžitkovú sieť geometrické dátové sady (*geometric dataset*). [8]

Geometrické dátové sady sú riadené. Pri použití tohto typu pre sieťovú analýzu nie je možný obojstranný pohyb po hranách v tom istom čase. Geometrické dátové sady používajú vlastné sieťové funkcie (jednoduché a komplexné hrany a uzly) na modelovanie častí siete. Pri úprave jednotlivých zložiek geometrickej siete je táto logická sieť neustále aktualizovaná. Typickým príkladom geometrickej siete je riečna sieť, kde prúdenie a smer toku udáva, ktorým smerom bude sieť riadená. [11]

Sieťové dátové sady majú sieťové zdroje definované pomocou jednoduchých funkcií. Tieto funkcie nepostupujú žiadnej modifikácií, ale môžu sa podieľať na topológii. Tieto dátové sady sú lepšie pri vytváraní neorientovaných sietí. Umožňujú prúdenie v ľubovoľnom priamom smere a pri narazení na obmedzenie otočenie smeru. Najčastejšie sú využívané a optimalizované pre veľké dopravné siete. [13]

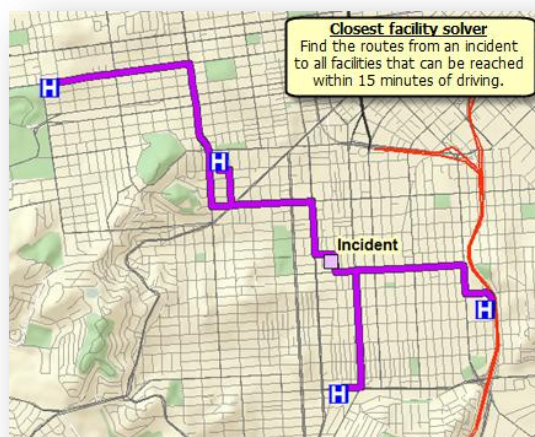
Pre sieťové analýzy sa v prostredí programu ArcGis používa niekoľko typov operácií, ktoré umožňujú riešiť bežné sieťové problémy ako je nájdenie najlepšej cesty cez mesto, nájdenie najbližšieho vozidla, alebo zariadenia pohotovostnej služby, určenie plochy okolo záujmových miest, spravovanie vozových dráh, alebo výber najlepších zariadení. Operácie sieťových analýz sú:

- *Route* – analýza najlepšej cesty umožňuje nájsť najlepší spôsob ako sa dostať z jedného miesta na druhé, alebo ako navštíviť viacero miest. Miesta môžu byť zadané interaktívnym umiestnením bodov na obrazovke, vložení adresy, alebo použitím bodov z už existujúcej vrstvy. Pojem najlepšia cesta môže za rôznych podmienok znamenať niečo iné. Najlepšia trasa môže byť chápaná ako najrýchlejšia, najkratšia, alebo najmalebnejšia. Závisí to od zvolenej impedancie. Ak touto impedanciou je čas, potom najlepšia trasa bude tá, ktorá je najrýchlejšia. Z tohto dôvodu teda najlepšia trasa môže byť definovaná ako trasa s najnižšou impedanciou, kde impedancia je zvolená používateľom. [12]



Obr. č. 21 – Ukážka určenia najrýchlejšej a najkratšej trasy pomocou analýzy najlepšej cesty [12]

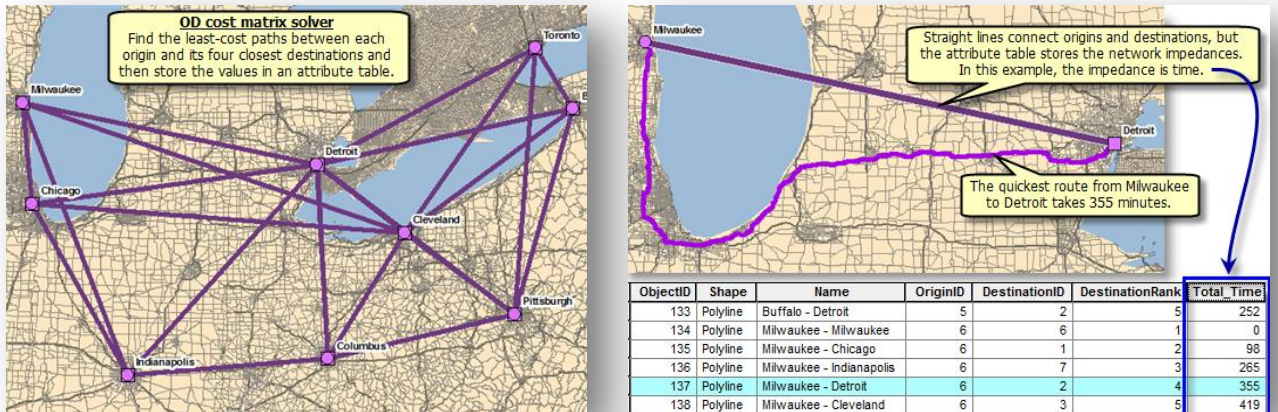
- *Closest facility* – analýza najbližšieho zariadenia, príkladom pre túto analýzu môže byť nájdenie najbližšej nemocnice pri nehode, najbližšej policajnej stanice, auta na mieste činu, alebo najbližšieho obchodu od zákazníkovej adresy. Pri zadávaní analýzy najbližšieho zariadenia je možné definovať koľko zariadení má byť vyhľadovaných a či smer cesty je od nich, alebo k nim. Po nájdení týchto najbližších zariadení je možné zobrazit' najlepšiu cestu a smer k nim. Taktiež je možné nastaviť hranicu zobrazovania. Napríklad pri vyhľadávaní najbližšej nemocnice od miesta nehody do 15 minút pešej chôdze sa nemocnice, ktoré sú ďalej nebudú zobrazovať. [12]



Obr. č. 22 - Ukážka analýzy najbližšieho zariadenia [12]

- *Analýza OD (origin-destination) cost matrix* – pomocou tejto analýzy je možné vytvoriť sieť z viacerých vychádzajúcich miest k viacerým cieľovým miestam. OD cost matrix je akousi tabuľkou, ktorá obsahuje sieťové impedancie od jednotlivých vychádzajúcich miest do cieľových. Najlepšia cesta siete je objavená pre každý pár vychádzajúceho a cieľového miesta osobitne a je uložená do atribútovej tabuľky výstupných línií. Aj napriek

tomu, že línie sú rovné a priame, tak stále obsahujú sieťové informácie, neobsahujú vzdialenosť priamych línií. [12]



Obr. č. 23 - Sieť OD cost matrix pre viacero vychádzajúcich a cieľových miest, s ukázkou zachovania informácie z vytvorenej siete [12]

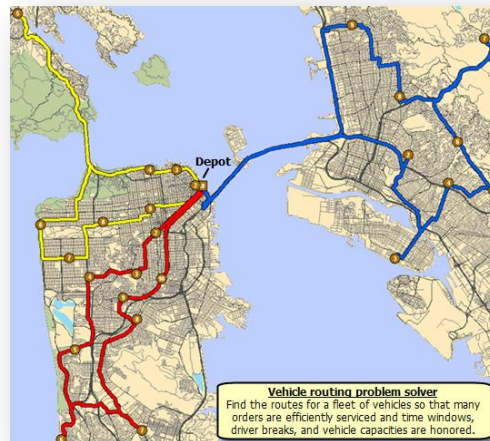
- *Location – Allocation* – táto analýza pomáha vybrať zariadenia zo sady všetkých zariadení, ktoré pracuje na základe vzájomného styku s požadovanými bodmi. Používa sa pre prípady nájdenia vhodného umiestnenia zariadenia na základe určitých požiadaviek. Napríklad kde by mala byť postavená továreň, aby vzdialenosť k všetkým distribučným centrám bola čo najmenšia. Cieľom môže byť minimalizovanie celkovej vzdialenosti medzi zariadeniami a bodmi dopytu, maximalizovanie počtu dopytových bodov nachádzajúcich sa v určitej vzdialenosti od zariadenia, maximalizovanie rozdelenia čiastky dopytu, ktorá sa rozkladá s narastajúcou vzdialenosťou od zariadenia alebo maximalizovanie čiastky dopytu zachytenej v prostredí spolupracujúcich či konkurenčných zariadení. [12]



Obr. č. 24 - Location - Allocation, príklad hasičských staníc, ktorých prevádzkovanie môže byť pozastavené a neporuší sa tým pokrytie všetkých miest s časovou dostupnosťou 3 min.

[12]

- *Vehicle routing problem* – predstavuje problémy spojené s riadením a smerovaním vozidiel ako je dispečerské riadenie vozového parku. Cieľom pri riešení týchto problémov je zabezpečiť vysokú úroveň zákazníckych služieb, dodržiavanie časových rozvrhov pri zachovaní celkovej prevádzky a zníženie investičných nákladov pre každú trasu čo možno najnižšie. [12]



Obr. č. 25 - Analýzy *vehicle routing problem*, pre tri doručovateľské autá, ktoré majú čo v najkratšom čase, najmenšej vzdialenosti, za čo najmenšie náklady doručiť tovar na vybrané miesta a vrátiť sa späť na centrálu [12]

- *Service Area* – vytváranie oblastí okolo akejkoľvek lokality v sieti. Pri cestnej sieti zahŕňa všetky cesty, ktoré môžu byť dosiahnuté od určitého miesta do nejakej stanovenej hodnoty. Táto sieťová analýza bola použitá v diplomovej práci na určenie pešej časovej dostupnosti od jednotlivých panelových domov k zastávkam mestskej hromadnej dopravy a taktiež časová dostupnosť do centra mesta. [12], [23]

7.2.1 Časová dostupnosť k zastávkam MHD

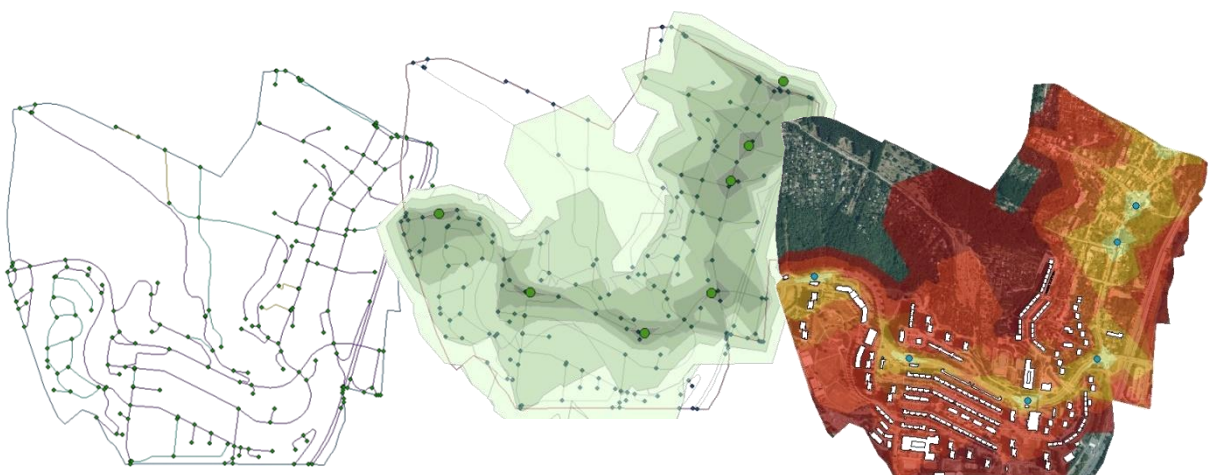
Časová dostupnosť pešej chôdze k zastávkam mestskej hromadnej dopravy je určite dôležitým faktorom ovplyvňujúcim výber bývania v nejakej lokalite.

Pred začatím vytvárania siete bolo potrebné pripraviť si všetky podklady. Zhromaždiť a analyzovať, ktoré vrstvy budú potrebné na vytvorenie siete a čo všetko musia obsahovať. Bolo potrebné vytvoriť v atribútových tabuľkách líniových vrstiev, z ktorých sa sieť vytvárala, pole s informáciami o čase jednotlivých úsekov. Ako priemerná rýchlosť chodca bola zvolená hodnota 4,2km/hod. Následne na to bola dĺžka jednotlivých líniových prvkov v atribútových tabuľkách vrstiev prepočítaná na čas pomocou *Field Calculator*. Ďalej bolo potrebné tieto líniové vrstvy zjednotiť, aby bolo možné z nich vytvoriť sieť. A tak bola

vytvorená personálna geodatabáza, do ktorej boli tieto vrstvy importované a to konkrétne vrstvy: *cesty*, *chodníky* a *ulice*, ktoré boli získané ako podklady zo ZABAGED.

Z geodatabázy bola vytvorená sieť, ktorá obsahovala 432 hrán a 207 uzlov. Táto sieť následne vstupovala do samotnej priestorovej sieťovej analýzy. Pomocou funkcie *Service Area* bola vytvorená oblasť časových dostupností do ktorej vstupovala ako *Facilities* bodová vrstva *MHD* zastávok, ktorá tam bola pridaná funkciou *Add Location*. Pri vytváraní *Service Area* boli nastavené hodnoty impedancie ako časové intervaly od jednotlivých *MHD* zastávok a ako analytické ohodnotenia grafu boli zvolené minúty. *Default Breaks* boli určené v intervale do 1,3,5,10 a 15 minút. Pomocou funkcie *Solve* bola *Service Area* kompletne vyhodnotená.

Z výsledkov bolo jasné, že všetky panelové domy v lokalite Nový Lískovec sa nachádzajú maximálne 15 minút pešej chôdze od zastávok IDS JMK. Do prostredia ArcGis bola vložená vrstva s budovami v Novom Lískovi, do ktorej tabuľky atribútov pomocou funkcie *Near* boli vložené údaje o časovej dostupnosti k najbližšej *MHD* zastávke. Uvádžanie o ktorú konkrétnu *MHD* zastávku sa jedná nebolo potrebné, keďže názov a vzdialenosť od tejto zastávky už v atribútoch bola obsiahnutá z predošlej vzdialenostnej analýzy. Nastal však rozpor, či každá najbližšia *MHD* zastávka je zároveň aj časovo najdostupnejšia. Preto bolo vykonané porovnanie týchto hodnôt, z ktorých následne bolo zistené, že platí predpoklad, ktorý uvádzal, že každá zastávka, ktorá sa nachádza najbližšie pri bytovom panelovom dome je zároveň aj tá ku ktorej sa dostane obyvateľ konkrétneho bytového domu najrýchlejšie.



Obr. č. 26 - Sieťová analýza časovej dostupnosti *MHD* zastávok v Novom Lískovci
[34], [35], [45]

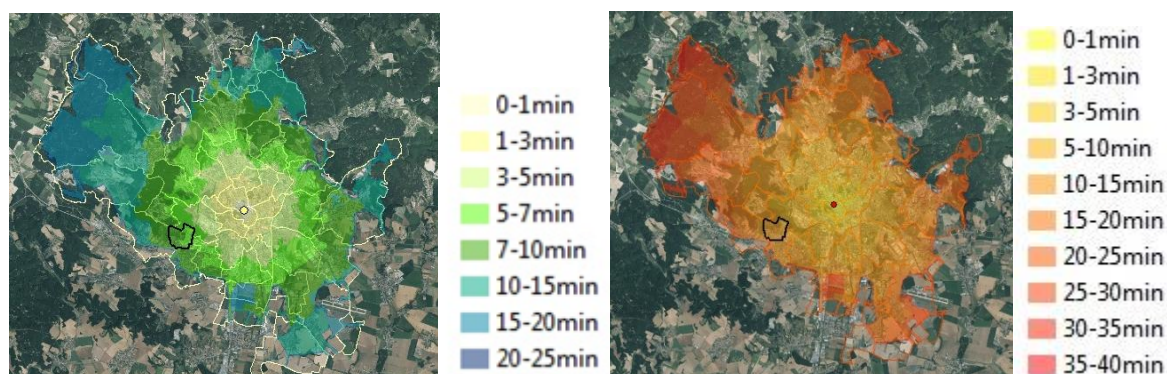
7.2.2 Časová dostupnosť do centra

Informáciou o ktorú sa bude obyvateľ, ktorý hľadá bývanie v nejakom meste určite zaujímať je časová dostupnosť do centra mesta, v tomto konkrétnom prípade časová dostupnosť z lokality Nového Lískovca do lokality centra mesta Brno-střed.



Obr. č. 27 - Vyznačenie lokality Nového Lískovca a cieľovej lokality Brno-střed [34], [45]

Na vykonanie tejto sieťovej analýzy bolo potrebné takisto ako v predchádzajúcom prípade najskôr určiť vrstvy, ktoré do analýzy budú vstupovať a potom prepočítať vzdialenosti v atribútových tabuľkách na čas. V tomto prípade bolo ako dopravný prostriedok uvažované osobné auto. Jeho rýchlosť bola stanovená na 50km/hod pri bežnej premávke a 30km/hod v čase dopravnej špičky. Rovnakým postupom ako pri analýze časovej dostupnosti k zastávkam IDS JMK bola vytvorená *Service Area*, do ktorej ako cieľová lokalita bola určená zastávka Česká nachádzajúca sa na ulici Joštova, Brno-střed. Z výsledkov môžeme jasne vidieť, že časová dostupnosť autom do centra mesta Brna pri bežnej premávke je okolo 7 minút, maximálne 10 minút. V prípade obmedzenia priemernej rýchlosti jazdy na 30km/hod sa čas jazdy medzi týmito dvomi lokalitami zvýši asi o 5 minút. Samozrejme táto hodnota je stanovená veľmi približne. Je potrebné však brať do úvahy aj momentálnu cestnú premávku, aktuálne dopravné rýchlostné obmedzenia, či prípadné dopravné a iné nehody. Od všetkých týchto faktorov bude záležať rýchlosť jazdy, ktorá ovplyvní čas.



Obr. č. 28 - Časová dostupnosť z centra mesta Brna do okolitých častí pri uvažovaní rýchlosti 50km/hod (vľavo) a 30km/hod (vpravo) [34], [45]

Pre zaujímavosť bola pomocou internetových stránok dopravného podniku mesta Brno informatívne zistená aj časová dostupnosť do centra Brna použitím mestskej hromadnej dopravy a to konkrétne zo zastávok: Oblá, Koniklecova, Čtvrť, Raisova, Kamenný vrch a Kluchova. Ako cieľová zastávka bola určená zastávka Česká a zastávka Hlavní nádraží. Informácie o časovej dostupnosti pomocou IDS JMK sú zobrazené v tabuľke:



Zo zastávky	Česká	Hlavní nádraží
<i>Oblá</i>	25 min	22 min
<i>Koniklecova</i>	24 min	21 min
<i>Čtvrť</i>	19 min	20 min
<i>Raisova</i>	18 min	19 min
<i>Kamenný vrch</i>	26 min	23 min
<i>Kluchova</i>	17 min	18 min

Tab. č. 6 - Časové dostupnosti do centra mesta Brno pomocou MHD

Obr. č. 29 – Zastávky IDS JMK [34], [45]

Porovnanie časovej dostupnosti na zastávku Česká na ulici Joštova, Brno-střed zo zastávok IDS JMK v lokalite Nového Lískovca pomocou mestskej hromadnej dopravy a osobných automobilov. Rýchlosť osobných automobilov stanovená na 50km/hod.

Zo zastávky	Na zastávku Česká	
	mestská hromadná doprava	osobná automobilová doprava
<i>Oblá</i>	25 min	max 10 min
<i>Koniklecova</i>	24 min	max 7 min
<i>Čtvrť</i>	19 min	max 7 min
<i>Raisova</i>	18 min	max 7 min
<i>Kamenný vrch</i>	26 min	max 10 min
<i>Kluchova</i>	17 min	max 7 min

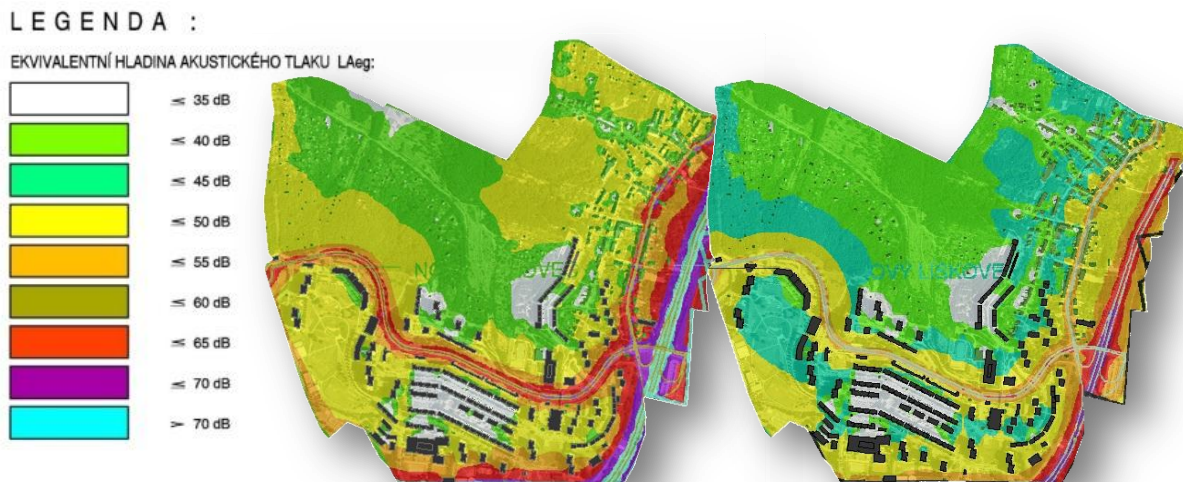
Tab. č. 7 - Porovnanie časových dostupností k zastávke Česká pomocou MHD a osobných áut zo zastávok IDS JMK

8 Hlukové zóny

Hluk neodmysliteľne patrí ku každému mestu. Väčšinou býva zapríčinený automobilovou, železničnou, električkovou a inou dopravou, ale aj hlukom z rôznych klubov, nočných podnikov, policajných sirén, tovární a závodov atď. Oproti pokojnému a tichému vidieku sa v meste s hlukom musí počítať. Z tohto dôvodu bývajú vytvorené tzv. hlukové mapy, ktoré udávajú hodnotu hladiny akustického tlaku v decibeloch. Hlukové mapy bývajú rôzne pre dennú a nočnú dobu. Pod dennou dobou sa myslí čas od 6 - 22 hod. a pod nočnou hlukovou mapou rozumieme hodnotu hladiny hluku od 22 - 6 hod.

Hluková mapa pre moju diplomovú prácu bola vo formáte pdf voľne dostupná zo serveru magistrátu mesta Brno. Pre použitie mapy v programovom rozhraní ArcGis bolo treba mapu konvertovať a to pomocou funkcie *From PDF to TIFF* v nástrojoch ArcGisu. Keďže záujmová lokalita Nový Lískovec sa nachádzala na dvoch mapových listoch, bolo potrebné zjednotenie týchto dvoch rastrov do jedného. Zoskupenie rastrov bolo vykonané pomocou funkcie *Mosaic to new raster* z nástrojovej lišty *Data Management Tools, Raster Dataset*. Následne bol raster georeferencovaný na vektorovú vrstvu hraníc mestskej časti Nového Lískovca. Po reklasifikovaní a ďalších úpravách bol raster konvertovaný na polygónový shapefile pomocou funkcie *Raster to Polygone*. Vytvorená vrstva obsahovala pre dennú dobu 1061 polygónov a pre nočnú dobu 1103 polygónov. Polygóny boli rozklasifikované na základe 9 typov sieťových kódov z atribútovej tabuľky.

Na záver boli jednotlivé maximálne hlukové hodnoty pridané do atribútovej tabuľky vrstvy Budovy.



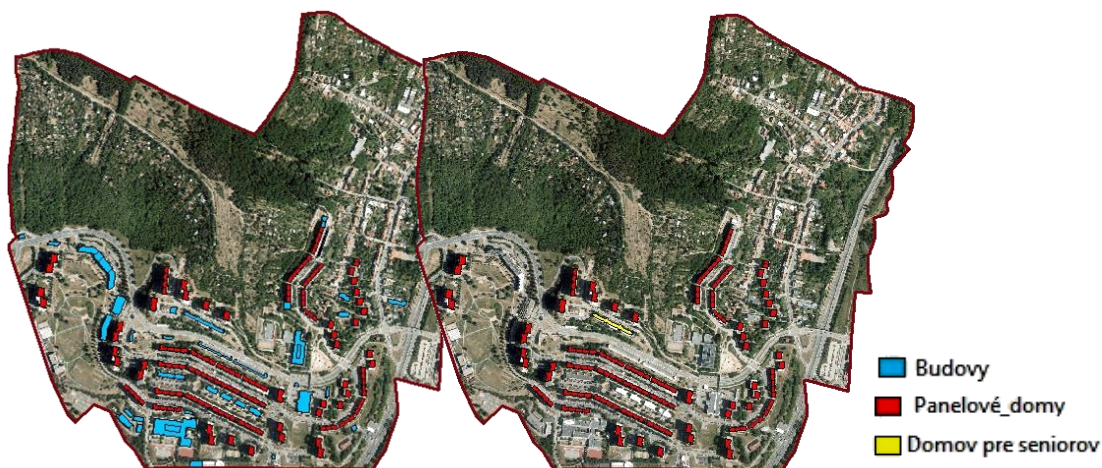
Obr. č. 30 – Hlukové zóny v Novom Lískovci počas dennej (vľavo) a nočnej doby (vpravo)
[34], [44]

9 Vyhodnotenie variant

Záverom celej multikriteriálnej analýzy je vyhodnotenie najlepšej varianty na základe stanovených kritérií. Po predchádzajúcich čiastkových úkonoch a analýzach bolo získaných mnoho informácií, ktoré mohli byť použité ako hodnotiace kritériá ovplyvňujúce výber bývania v lokalite Nového Lískovca.

Všetky potrebné údaje pre vyhodnotenie boli postupne pridané do atribútovej tabuľky triedy prvkov *Budovy*. Táto trieda prvkov obsahuje 219 polygónových objektov charakterizujúcich pôdorysy niektorých budov v lokalite Nového Lískovca. Údaje obsiahnuté v atribútovej tabuľke tejto triedy prvkov sú: identifikačné číslo budovy, výška budovy, názov a vzdialenosť k najbližšej zastávke IDS JMK, pošte, základnej, materskej a strednej škole, vzdialenosť ku kontajnerom separovaného odpadu, časový údaj o pešej dostupnosti k zastávkam IDS JMK a o dostupnosti do centra mesta pomocou osobného automobilu pri uvážení rýchlosti 50 km/hod pri normálnej prevádzke a 30 km/hod v čase dopravnej špičky, informácie o hladine akustického tlaku počas dennej aj nočnej doby, počte poschodí, počte bytov, informácia o vybavenosti budovy výťahom, hodnoty priemernej mesačnej spotreby ústredného kúrenia a energie potrebnej na ohrev teplej vody celej budovy od roku 2001 do roku 2013, finančné náklady za priemerné mesačné spotrebované ústredné kúrenie vzťahnuté k 1m² vykurovanej plochy a energie potrebnej na ohrev teplej vody na 1 obyvateľa taktiež pre roky 2001 až 2013 a informácie o výmere a type bytov, ktoré sa v panelovom dome nachádzajú. Dĺžkové atribúty sú udávané v metroch, časové v minútach, hodnoty hlukových zón v decibeloch a finančné údaje v českých korunách.

Tieto jednotlivé údaje predstavovali hodnotiace kritériá na základe ktorých bol posudzovaný výber najlepšej varianty, v tomto prípade najvhodnejšieho panelového domu na bývanie. Práve preto nastala potreba vyčlenenia z triedy prvkov *Budovy*, len tie, ktorých zvislé nosné konštrukcie boli určené ako stenové panely. Táto informácia bola získaná z údajov RÚIAN. Definovaním tejto podmienky bola pomocou funkcie *Select* vytvorená nová trieda prvkov s názvom *panelové_domy* obsahujúca 145 objektov. Z týchto objektov však ešte bolo potrebné odstrániť tie, ktoré neboli určené ako bytový dom. Po preskúmaní výsledkov bol zistený len jeden objekt s iným spôsobom využitia a to bola stavba občianskeho vybavenia, v ktorej sa nachádza domov pre seniorov na ulici Koniklecová. Tento objekt bol z triedy prvkov *Panelové domy* odstránený.



Obr .č. 31 - Panelové domy v lokalite Nový Lískovec [34], [45]

9.1 Analýza bývania v panelových domoch

Ako už bolo spomenuté v kapitole 4.3, existuje niekoľko rôznych metód vyhodnocovania viackriteriálnych analýz. Po zvážení všetkých kritérií a variant, ktoré môžu nastať, bola zvolená metóda WLC. Použitím tejto metódy vzniká v jej závere zoznam variant, ktorý je usporiadaný od najlepšej po najhoršiu. Pre tento prípad udáva obyvateľovi, ktorý hľadá bývanie v lokalite Nového Lískovca usporiadaný zoznam panelových domov zoradených od toho, ktoré kritériám najviac vyhovuje až po panelový dom, ktorý kritériám vyhovuje najmenej. Týmto spôsobom má obyvateľ možnosť si prezrieť jednotlivé panelové domy v postupnosti tohto zoznamu a zistiť, ktorý panelový dom v akej miere spĺňa ním zadané kritériá. Metóda booleovského hodnotenia rozdeľuje objekty na tie, ktoré kritériu vyhovujú alebo nevyhovujú, ale tá pre riešenie bývania v panelových domoch v tejto oblasti nebola vhodná. Váhy pre jednotlivé kritériá boli určené metódou poradia.

Pre určenie hodnôt kritérií a ich usporiadania od najdôležitejšieho po najmenej dôležité boli oslovené tri vekovo, ekonomicky a sociálne rôzne osoby. Na základe rôznosti zadaných kritérií hodnotenia je možné jasne vidieť, že výsledky po multikriteriálnej analýze nadobúdajú navzájom iné usporiadanie panelových domov.

Vyhodnotenie z pohľadu obyvateľa A.

Prvým zadávateľom kritérií pre nájdenie vhodného panelového domu na bývanie bola osoba staršia ako 50 rokov pracujúca v centre Brna. Posudzované hodnoty kritérií sú obsiahnuté v nižšie uvedenej tabuľke.

KRITÉRIÁ	Zadávatel' A
Vzdialenosť k MHD	< 100m
Vzdialenosť k MŠ	< 200m
Vzdialenosť k ZŠ	< 800m
Vzdialenosť k SŠ	< 1000m
Vzdialenosť k pošte	< 500 m
Vzdialenosť ku kontajnerom separovaného odpadu	< 10m
Časová dostupnosť do centra 50km/hod	< 7 min
Časová pešia dostupnosť k zastávkam MHD	< 5min
Hluková zóna cez deň 6-22hod	< 50db
Hluková zóna cez noc 22-6hod	< 40db
Kč za priemernú spotrebovanú energiu UK na 1m ² v roku 2013	< 15 kč
Kč za priemernú spotrebovanú energiu TV na 1 osobu v roku 2013	< 300 kč
Výťah	nie
Počet poschodí	< 4
Počet bytov	< 16
Typ bytu, výmera	2+1, >55 m ²

Tab. č. 8 - Hodnoty kritérií obyvateľa A

KRITÉRIÁ	Dôležitosť	Váha	
Vzdialenosť k MHD	5	0,064103	
Vzdialenosť k MŠ	1	0,012821	
Vzdialenosť k ZŠ	1	0,012821	
Vzdialenosť k SŠ	1	0,012821	
Vzdialenosť k pošte	3	0,038462	
Vzdialenosť ku kontajnerom separovaného odpadu	Papier	5	0,064103
	Sklo	5	0,064103
	Plast	5	0,064103
Časová dostupnosť do centra 50km/hod	4	0,051282	
Časová pešia dostupnosť k zastávkam MHD	5	0,064102	
Hluková zóna cez deň 6-22hod	2	0,025641	
Hluková zóna cez noc 22-6hod	3	0,038462	
Kč za spotrebovanú energiu UK na 1m ²	7	0,089744	
Kč za spotrebovanú energiu TV na 1 osobu	7	0,089744	
Výťah	6	0,076923	
Počet poschodí	6	0,076923	
Počet bytov	6	0,076923	
Typ bytu, výmera	6	0,076923	
SUMA :	78	∑ 1	

Tab.č. 9 - Poradie dôležitosti kritérií a váhy

Hodnoty dôležitosti jednotlivých kritérií boli použité k výpočtu váhy kritéria metódou poradia. Dvomi rôznymi kritériami mohla byť pridelená rovnaká váha v rozsahu 1 až n

stanovenom obyvateľom. Hodnota 1 predstavovala najmenej dôležité kritérium a hodnota n kritérium, ktoré bolo pre hodnotiaceho obyvateľa považované za najdôležitejšie. Následne na to bola každá hodnota dôležitosti kritériá podelená sumou všetkých hodnôt dôležitosti a tým bola získaná váha pre jednotlivé kritériá. Sumár váh všetkých kritérií sa rovná 1.

Nasledujúcim krokom bolo postupne upravenie hodnôt v rámci jedného kritériá triedy prvkov *panelové_domy* metódou neurčitosti tzv. *fuzzy metódou*. Stanovená škála bola 0-255, kde hodnoty 255 boli považované ako najlepšie a hodnoty 0 ako najhoršie. Postupne týmto spôsobom boli preložené všetky hodnoty v rámci jednotlivých kritérií. Výpočet bol vykonaný na základe exportovania atribútovej tabuľky triedy prvkov *panelové_domy* do formátu XLS programu Microsoft Excel 2007. Panelovým domom, ktoré vyhovovali kritériu bola priradená najvyššia hodnota, čiže 255. Pre ostatné panelové domy bol použitý vzťah na výpočet hodnôt neurčitosti pre metódu WLC (viď. 4.3.3) uvedený v kapitole 4.3.1 upravený na tvar

$$x_i = \frac{(R_i - R_{max})}{(R_{min} - R_{max})} \cdot SR, \quad (9.1)$$

a to kvôli minimalizačným hodnotám väčšiny kritérií. To znamená, že panelové domy, ktorých vzdialenosť od MHD je najmenšia, budú mať v tomto kritériu najväčšiu hodnotu.

FID	MHD_DIS	<i>fuzzy</i>	MS_DIS	<i>Fuzzy</i>	HLUK_DEN	<i>fuzzy</i>	ČAS_MHD	<i>fuzzy</i>
0	228,1593657	87,41	249,4718	162,41	55	0	15	0
1	256,915912	60,84	119,1908	255	55	0	15	0
2	195,3799086	117,68	229,2645	170,43	50	255	15	0
3	274,5833381	44,52	105,4105	255	50	255	15	0
4	322,788409	0	114,5072	255	50	255	15	0
5	178,834174	132,96	120,8035	255	50	255	10	105,83

Tab. č. 10 - Preloženie hodnôt v rámci jednotlivých kritérií škálou neurčitosti

Vynásobením hodnoty získanej metódou neurčitosti s prislúchajúcou váhou daného kritériá sa získa výsledok vhodnosti pre každý prvok obsiahnutý v triede prvkov *panelové_domy* podľa daného kritéria. Určenie celkového počtu vhodnosti variant je dané sumou všetkých výsledkov pre jednotlivý panelový dom v každom kritériu. Usporiadáním celkových výsledkov od najväčšieho po najmenší dostaneme zoznam obsahujúci všetky panelové domy v Novom Lískovci zoradené od tých, ktoré sú najviac odporúčané pre daného obyvateľa podľa jeho zadaných kritérií až po tie, ktoré kritériám vyhovujú najmenej.

Poradie	Celkový počet vhodnosti	FID	Adresné miesto
1	197,6885	81	Oblá 3
2	189,2340	72	Oblá 5
3	181,8054	64	Oblá 7
4	174,2119	106	Čtvrť 4
5	174,0102	143	Kamínky 33
6	165,2199	100	Kamínky 10
7	165,1835	114	Čtvrť 6
8	164,6763	22	Oblá 14
9	162,5205	140	Kamínky 27
10	161,6918	58	Oblá 2

Tab. č. 11 - Desať najvhodnejších variant pre obyvateľa A

Na základe odporúčania vhodnosti variant má obyvateľ možnosť preskúmať a zobrazíť si jednotlivé panelové domy graficky a taktiež preskúmať polohu a atribúty, ktoré daný panelový dom obsahuje a nakoľko spĺňa ním zadané kritériá.



Obr. č. 32 - Grafické znázornenie najvhodnejších panelových domov pre obyvateľa A [34], [37], [45]

KRITÉRIÁ	Podmienky obyvateľa A	Hodnoty panelového domu			
		Oblá 3	Oblá 5	Oblá 7	
Vzdialenosť k MHD	< 100m	96,06 m	123,6 m	140,89 m	
Vzdialenosť k MŠ	< 200m	164,49 m	175,46 m	193,02 m	
Vzdialenosť k ZŠ	< 800m	240,04 m	222,15 m	230,30 m	
Vzdialenosť k SŠ	< 1200m	352,46 m	379,23 m	396,94 m	
Vzdialenosť k pošte	< 500 m	645,15 m	620,38 m	620, 48 m	
Vzdialenosť ku kontajnerom separovaného odpadu	Papier	< 10m	35,72 m	35,72 m	35,72 m
	Sklo		23,32 m	23,32 m	23,32 m
	Plast		13,69 m	13,69 m	13,69 m
Časová dostupnosť do centra 50km/hod	< 7 min	7 min	7 min	7 min	
Časová pešia dostupnosť k zastávkam MHD	< 5min	5 min	3 min	5 min	
Hluková zóna cez deň 6-22hod	< 50db	55 db	55 db	55 db	
Hluková zóna cez noc 22-6hod	< 40db	50 db	50 db	50 db	
Kč za priemernú mesačnú spotrebovanú energiu UK na 1m ²	< 15 Kč	8,6 Kč	20,82 Kč	21,29 Kč	
Kč za spotrebovanú energiu TV na 1 osobu	< 300 Kč	213,13 Kč	339,36 Kč	462,76 Kč	
Výťah	nie	nie	nie	nie	
Počet poschodí	< 4	4	4	4	
Počet bytov	< 16	16	12	12	
Typ bytu, výmera	2+1, >55m ²	nie	áno	áno	
vyhovuje kritériu		nevyhovuje kritériu			

Tab. č. 12 - Atribúty troch najvhodnejších panelových domov pre obyvateľa A

Keďže energetické spotreby ústredného kúrenia a energie potrebnej na ohrev teplej vody boli k dispozícii len z 11 panelových domov v lokalite Nového Lískovca, tak vo veľa prípadoch tento údaj nie je k dispozícii. Budúce doplnenie týchto informácií môže značne ovplyvniť výsledok viackritériálneho hodnotenia.

Rovnakým spôsobom ako pri vyhodnocovaní výsledkov zadaných prvým obyvateľom boli vyhodnotené výsledky pre druhého aj tretieho obyvateľa.

Vyhodnotenie z pohľadu obyvateľa B

Druhým zadávateľom bola osoba hľadajúca vhodné bývanie pre mladú trojčlennú rodinu.

KRITÉRIÁ		Zadávateľ B	Dôležitosť	Váha
Vzdialenosť k MHD		< 200 m	5	0,053191
Vzdialenosť k MŠ		< 200 m	6	0,063830
Vzdialenosť k ZŠ		< 500 m	6	0,063830
Vzdialenosť k SŠ		< 1200 m	1	0,010638
Vzdialenosť k pošte		< 300 m	6	0,063830
Vzdialenosť ku kontajnerom separovaného odpadu	Papier	<200 m	4	0,042553
	Sklo		4	0,042553
	Plast		4	0,042553
Časová dostupnosť do centra 50km/hod		< 10 min	3	0,031915
Časová pešia dostupnosť k zastávkam MHD		< 10 min	5	0,053191
Hluková zóna cez deň 6-22hod		< 40 db	9	0,095745
Hluková zóna cez noc 22-6hod		< 35 db	9	0,095745
Kč za spotrebovanú energiu UK na 1m ²		< 10 Kč	8	0,085106
Kč za spotrebovanú energiu TV na 1 osobu		< 300 Kč	8	0,085106
Výťah		Áno	7	0,074468
Počet poschodí		< 14	2	0,021277
Počet bytov		< 160	2	0,021277
Typ bytu, výmera		3+1, < 80m ²	5	0,053191
SUMA			Σ94	Σ 1

Tab. č. 13 - Hodnoty kritérií, dôležitosti a váh obyvateľa B

Poradie	Celkový počet vhodnosti	FID	Adresné miesto
1	214,3525	143	Kaminky 33
2	210,0091	97	Kaminky 6
3	206,5476	140	Kaminky 27
4	206,2273	22	Oblá 14
5	198,0319	39	Oblá 47
6	198,0319	42	Oblá 49
7	198,0319	50	Oblá 53
8	198,0319	67	Oblá 63
9	198,0319	70	Oblá 65
10	193,179	74	Oblá 67

Tab. č. 14 - Desť najvhodnejších variant pre obyvateľa B



Obr. č. 33 - Grafické znázornenie najvhodnejších panelových domov pre obyvateľa B [34], [37], [45]

KRITÉRIÁ	Podmienky obyvateľa B	Hodnoty panelového domu			
		Kaminky 33	Kaminky 6	Kaminky 27	
Vzdialenosť k MHD	< 200m	260,66 m	139,51 m	299,78 m	
Vzdialenosť k MŠ	< 200m	269,82 m	39,10 m	227,75 m	
Vzdialenosť k ZŠ	< 500m	349,97 m	105,87 m	296,33 m	
Vzdialenosť k SŠ	< 1200m	223,09 m	287,69 m	230,35 m	
Vzdialenosť k pošte	< 300 m	664,84 m	535,05 m	616,93 m	
Vzdialenosť ku kontajnerom separovaného odpadu	Papier Sklo Plast	< 200m	12,44 m	118,29 m	36,36 m
			9,91 m	74,83 m	41,31 m
			18,75 m	97,27 m	42,49 m
Časová dostupnosť do centra 50km/hod	< 10 min	10 min	7 min	10 min	
Časová pešia dostupnosť k zastávkam MHD	< 10 min	10 min	5 min	10 min	
Hluková zóna cez deň 6-22hod	< 40 db	45 db	50 db	50 db	
Hluková zóna cez noc 22-6hod	< 35 db	35 db	45 db	35 db	
Kč za priemernú mesačnú spotrebovanú energiu UK na 1m ²	< 10 kč	7,51 kč	6,94 kč	7,11 kč	
Kč za spotrebovanú energiu TV na 1 osobu	< 300 kč	181,03 kč	172,33 kč	136,45 kč	
Výťah	áno	áno	áno	áno	
Počet poschodí	< 14	8	9	8	
Počet bytov	< 160	24	32	24	
Typ bytu, výmera	3+1, < 80 m ²	áno	áno	áno	
vyhovuje kritériu					
nevyhovuje kritériu					

Tab. č. 15 - Atribúty troch najvhodnejších panelových domov pre obyvateľa B

Vyhodnotenie z pohľadu obyvateľa C

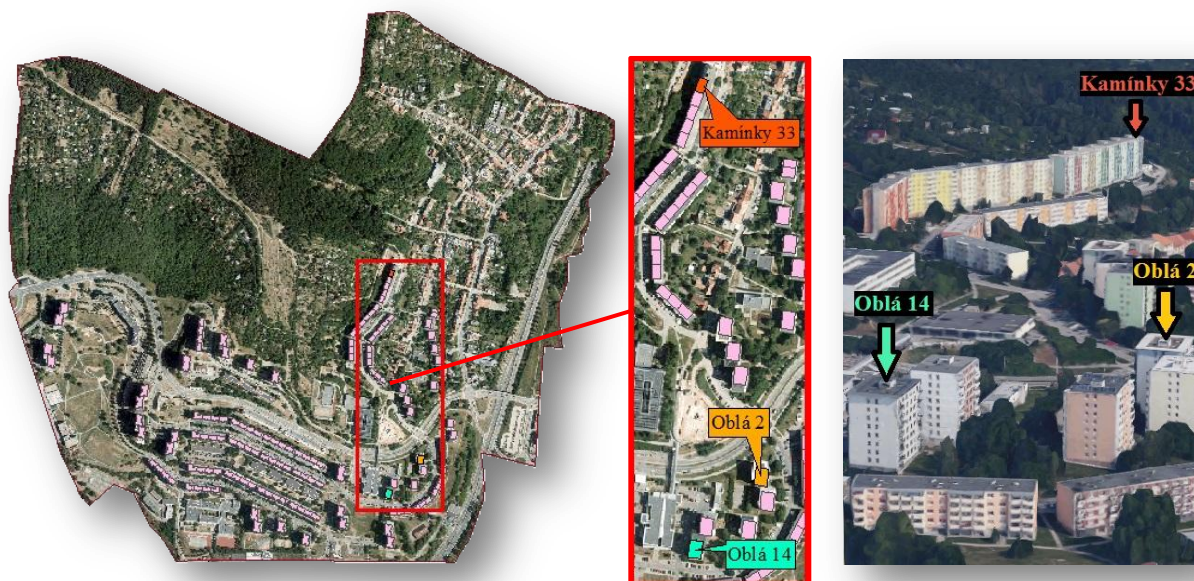
Posledným, tretím zadávateľom hodnôt kritérií bola skupina šiestich mladých študentov mladších ako 25 rokov, študujúcich v Brne.

KRITÉRIÁ		Zadávateľ C	Dôležitosť	Váha
Vzdialenosť k MHD		< 200 m	10	0,082645
Vzdialenosť k MŠ		< 500 m	1	0,008264
Vzdialenosť k ZŠ		< 800 m	1	0,008264
Vzdialenosť k SŠ		< 1200 m	1	0,008264
Vzdialenosť k pošte		< 400 m	6	0,049587
Vzdialenosť ku kontajnerom separovaného odpadu	Papier	<20 m	7	0,057851
	Sklo		7	0,057851
	Plast		7	0,057851
Časová dostupnosť do centra 50km/hod		< 10 min	12	0,099174
Časová pešia dostupnosť k zastávkam MHD		< 7 min	9	0,07438
Hluková zóna cez deň 6-22hod		< 50 db	4	0,033058
Hluková zóna cez noc 22-6hod		< 45 db	5	0,041322
Kč za spotrebovanú energiu UK na 1m2		< 15 Kč	13	0,107438
Kč za spotrebovanú energiu TV na 1 osobu		< 299 Kč	14	0,115702
Výťah		áno	8	0,066116
Počet poschodí		< 10	3	0,024793
Počet bytov		< 60	2	0,016529
Typ bytu, výmera		3+1, < 80 m ²	11	0,090909
		SUMA	Σ121	Σ 1

Tab. č. 16 - Hodnoty kritérií, dôležitosti a váh obyvateľa C

Poradie	Celkový počet vhodnosti	FID	Adresné miesto
1	225,5010	22	Oblá 14
2	216,3849	58	Oblá 2
3	215,5256	143	Kamínky 33
4	205,6373	97	Kamínky 6
5	201,2238	140	Kamínky 27
6	199,5504	81	Oblá 3
7	190,4679	3	Svážna 3
8	171,3774	79	Oblá 75
9	166,5943	87	Oblá 42
10	162,9964	85	Oblá 40

Tab. č. 17 - Desť najvhodnejších variant pre obyvateľa C



Obr. č. 34 - Grafické znázornenie najvhodnejších panelových domov pre obyvateľa C
[34], [37], [45]

KRITÉRIÁ	Podmienky obyvateľa C	Hodnoty panelového domu			
		Oblá 14	Oblá 2	Kamínky 33	
Vzdialenosť k MHD	< 200m	112,99 m	143,04 m	260,66 m	
Vzdialenosť k MŠ	< 500m	209,30 m	207,48 m	269,82 m	
Vzdialenosť k ZŠ	< 800m	226,16 m	193,71 m	349,97 m	
Vzdialenosť k SŠ	< 1200m	548,97 m	434,60 m	223,09 m	
Vzdialenosť k pošte	< 400 m	489,08 m	560,43 m	664,84 m	
Vzdialenosť ku kontajnerom separovaného odpadu	Papier Sklo Plast	< 20m	9,97 m	26,83 m	118,29 m
			31,80 m	31,80 m	74,83 m
			12,25 m	38,59 m	97,27 m
Časová dostupnosť do centra 50km/hod	< 10 min	10 min	7 min	10 min	
Časová pešia dostupnosť k zastávkam MHD	< 7 min	10 min	5 min	10 min	
Hluková zóna cez deň 6-22hod	< 50 db	50 db	55 db	45 db	
Hluková zóna cez noc 22-6hod	< 45 db	45 db	50 db	35 db	
Kč za priemernú mesačnú spotrebovanú energiu UK na 1m ²	< 15 kč	6,58 kč	8,44 kč	7,51 kč	
Kč za spotrebovanú energiu TV na 1 osobu	< 299 kč	173,90 kč	180,78 kč	181,03 kč	
Výťah	áno	áno	áno	áno	
Počet poschodí	< 10	9	9	8	
Počet bytov	< 60	32	32	24	
Typ bytu, výmera	3+1, < 80 m ²	áno	áno	áno	
vyhovuje kritériu		vyhovuje kritériu		nevyhovuje kritériu	

Tab.č. 18 - Atribúty troch najvhodnejších panelových domov pre obyvateľa C

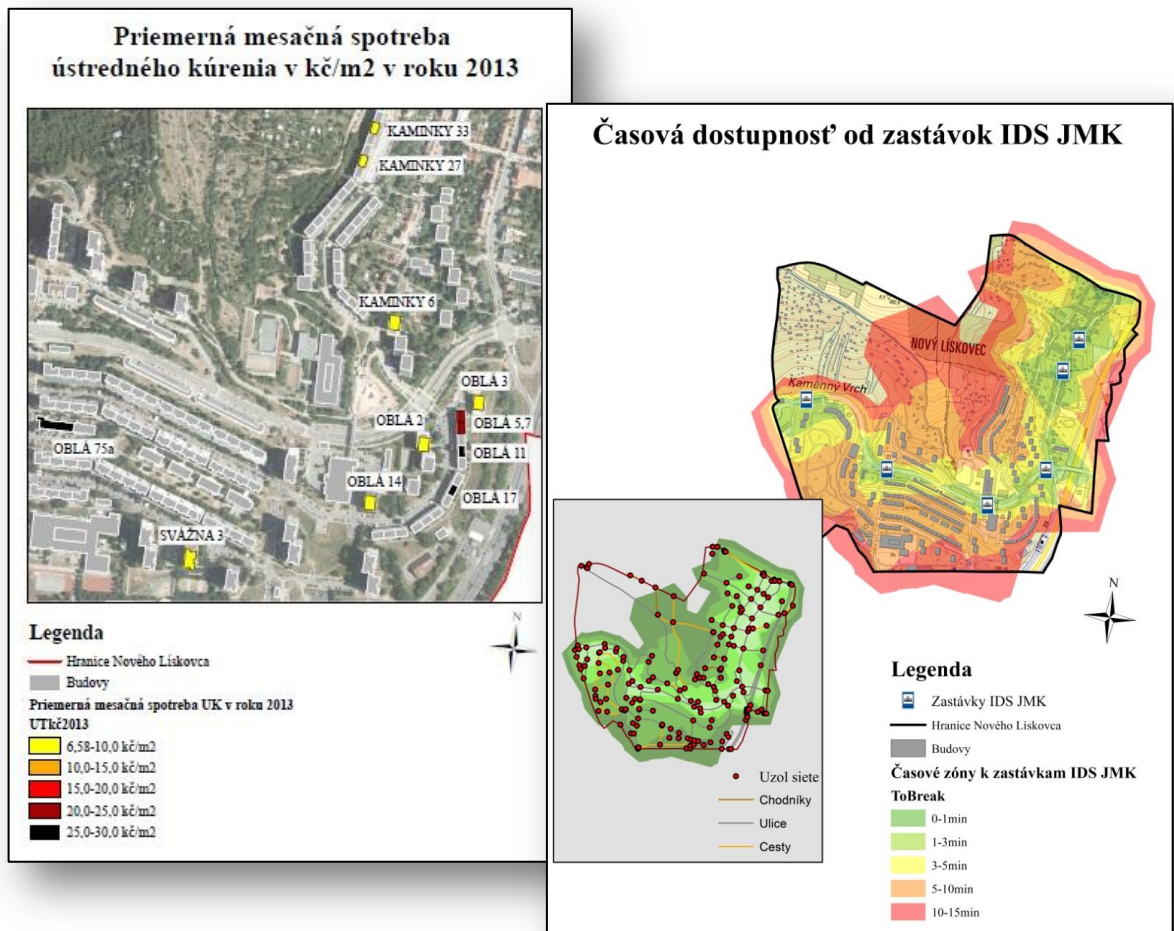
9.2 Zhodnotenie analýz

Z vyhodnotených výsledkov pre tri rôzne typy obyvateľov môžeme vidieť tri rôzne usporiadania panelových domov pre bývanie vyplývajúce zo zadaných kritérií. Určenie toho panelového domu, ktorý danému zadávateľovi vyhovuje najviac však nemusí byť práve ten, ktorý je po viackriteriálnej analýze vyhodnotený ako najlepší. Práve preto mal každý vyhodnocovateľ k dispozícii celý zoznam panelových domov v Novom Lískovci zoradený od najlepšej po najhoršiu variantu a mohol tak preskúmať všetky údaje obsiahnuté v atribútových tabuľkách, ale aj grafické a polohové určenie objektu z mapy. Multikriteriálna analýza ako už bolo spomínané je veľmi subjektívna z pohľadu len jedného vyhodnocovateľa, čo práve v tomto prípade je veľmi výhodné, pretože osoba, ktorá hľadá bývanie si určuje hodnoty kritérií podľa seba a nepotrebuje do rozhodovania o tom, ktorá možnosť je pre ňu najvýhodnejšia zahrnúť názor niekoho iného.

Použitou metódou pre vyhodnotenie bola metóda WLC. Výber tejto metódy umožnil vyvážiť varianty dosahujúce slabé hodnoty v niektorých kritériách, vysokými hodnotami v iných kritériách. A to na základe vynásobenia hodnoty váhy s hodnotou škály neurčitosti, ktorou boli jednotlivé hodnoty v danom kritériu preložené. Práve z dôvodu, že pre každého zadávateľa majú kritériá iné usporiadanie dôležitosti bolo využitie metódy WLC veľmi výhodné. Pokiaľ zadávateľ určil jedno kritérium ako výrazne dôležitejšie oproti všetkým ostatným je zrejmé, že práve tie varianty, ktoré dosahujú v tomto kritériu najlepšie hodnoty, budú ohodnotené ako najodporúčanejšie. Použitie metódy WLC pre multikriteriálnu analýzu z hľadiska bývania predstavuje pre zadávateľa hľadajúceho bývanie rýchle a jednoduché vyplnenie vstupných parametrov. Zadávateľ určí len svoje hraničné hodnoty kritérií a následne na to zoradí kritéria od tých, ktoré sú pre neho najviac dôležité až po tie, ktoré na jeho výber bývania majú najmenší vplyv. Ďalšou výhodou je ohodnotenie dvoch kritérií ako rovnako dôležitých. Pokiaľ sa zadávateľ nevie rozhodnúť, ktoré z kritérií je pre ňo dôležitejšie, môže obidvom priradiť rovnakú hodnotu dôležitosti. Týmto spôsobom tak môže byť celá škála kritérií rozklasifikovaná na rôzny počet hodnôt dôležitosti.

Všetky vyhodnotené výstupy, či už sa jednalo o čiastkové analýzy podľa jedného kritéria, alebo výsledné multikriteriálne výsledky boli konvertované z programového prostredia ArcGis 10.3 do formátu AdobeReader s príponou PDF. Program ArcGis obsahuje programové rozhranie s názvom *Layout View*, kde je možné danú vytvorenú mapu upravovať, vkladať do mapy grafickú aj číselnú mierku, vytvárať hlavičku, popisové pole, vkladať rôzne názvy, poznámky, automaticky generovať legendu z použitých vrstiev, či zobrazíť orientáciu

k severu pomocou vloženia severky. Takýmto spôsobom bolo vytvorených 14 mapových podkladov, ktoré sú zahrnuté v prílohách tejto práce.



Obr.č. 35 - Mapové výstupy priestorových analýz [35], [45]

10 Záver

V diplomovej práci bola riešená multikriteriálna analýza v GIS aplikovaná v lokalite Nový Lískovec. Analýza bola posudzovaná z hľadiska bývania v panelových domoch nachádzajúcich sa v tejto lokalite využitím metódy WLC. Hlavným cieľom práce bolo grafické zobrazenie viackriteriálneho hodnotenia pomocou programu ArcGis 10.3. V práci bol postupne obsiahnutý teoretický základ potrebný k pochopeniu GIS a multikriteriálnej analýzy, príprava zhromažďovania potrebných údajov a dát a praktické vyhotovenie projektu jednotlivých priestorových analýz aj celého viackriteriálneho hodnotenia lokality Nový Lískovec z hľadiska bývania.

Výber vhodného bývania ovplyvňuje mnoho faktorov, ktoré predstavovali jednotlivé kritériá na základe ktorých boli tieto panelové domy analyzované. Po zozbieraní všetkých potrebných podkladov a určení všetkých kritérií na základe ktorých bude posudzovaný výber bývania, boli vykonávané jednotlivé priestorové analýzy pomocou aplikácie *ArcMap*. Jednalo sa o vzdialenostnú analýzu k zastávkam IDS JMK, vzdelávacím zariadeniam, kontajnerom separovaného odpadu a pošte, ďalej o sieťovú analýzu pešej časovej dostupnosti k zastávkam IDS JMK a dopravnej dostupnosti do centra mesta Brna (na zastávku Česká) počas bežnej prevádzky, ale aj v čase dopravnej špičky. Tieto analýzy boli vykonané pomocou nástrojových rozhraní *Spatial Analyst Tools* a *Network Analyst Tools*. Viac ako časové a vzdialenostné analýzy bola však potreba vyriešiť analýzu energetických spotrieb týchto budov, z čoho vyplynuli dve kritériá udávajúce priemerné mesačné finančné náklady na spotrebu ústredného kúrenia na 1m^2 vykurovanej plochy domu a priemerné mesačné finančné náklady potrebné na ohrev teplej vody na 1 obyvateľa. Práve tieto dve kritériá boli pre všetkých zadávateľov hodnôt kritérií posudzované ako jedny z najdôležitejších. Následne boli vykonané analýzy hlukových zón počas dennej aj nočnej doby a boli zistené informácie o počte poschodí, počte bytov, vybavenosti panelových domov výťahom a informácia o typoch bytov, ktoré sa v danom panelovom dome nachádzajú. Všetky tieto informácie aj výsledky dielčích priestorových analýz sú obsiahnuté v atribútovej tabuľke triedy prvkov *panelové_domy*. Každý panelový dom si tak nesie v sebe informácie vstupujúce do viackriteriálneho hodnotenia. Jednotlivé analýzy boli následne exportované a tak vzniklo 14 súborov formátu PDF, ktoré sú prílohami tejto práce.

Multikriteriálne hodnotenie bolo vykonané pomocou metódy WLC na základe určenia hodnôt kritérií tromi rôznymi osobami hľadajúcimi bývanie v tejto mestskej časti. Výsledkom

každej analýzy bol usporiadaný zoznam panelových domov od tých, ktoré zadaným kritériám vyhovujú najviac až po tie, ktoré kritériám vyhovujú najmenej a následne na to boli tieto varianty graficky zobrazené rozklasifikovaním budov podľa tohto zoznamu. Zadávatel' mal tak možnosť si preskúmať panelový dom v rámci umiestnenia tohto domu v danej lokalite pomocou vytvorenej interaktívnej mapy a vybrať, ktorá možnosť bývania sa mu javí ako najlepšia.

Projekt tejto práce môže byť veľmi prospešným a zaujímavým pre realitné kancelárie či servery bytovej inzercie. Grafickým vyjadrením možnosti bývania spojeným s potrebnými údajmi obsiahnutými v databáze tak môže vzniknúť prítiahlivejšia forma pre tých, ktorí hľadajú bývanie. Do budúcnosti vidím veľmi zaujímavým rozšírenie tohto projektu transformovaním shapefile panelových domov do 3D formátu, kde by neboli jednotlivé budovy ako celky, ale boli by rozdelené na jednotlivé byty, presne podľa ich usporiadania v danej budove. Nastala by tak možnosť rozšíriť zoznam kritérií ovplyvňujúcich bývanie o ďalšie údaje. Mohla by to byť napríklad výmera bytu, typ bytu, pozícia bytu (na ktorom poschodí sa nachádza, či je rohový atď.) či orientácia bytu na slnečnú stranu, výhľad z okna a mnohé iné.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] **ARCDATA PRAHA.** ArcGIS Desktop 10: *Nástroje pro správu, editaci a analýzu prostorových dat* [online]. vyd. Praha, 2011 [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: http://download.arcdata.cz/doc/popis_sw/Arcgis_desktop_10_mail.pdf
- [2] **BŘEHOVSKÝ, M. JEDLIČKA, K.** *Úvod do geografických informačních systémů*. el. skriptá [online]. ZČU Plzeň, Fakulta aplikovaných věd, 2007. 116 s. [cit. 2016-03-28]. Dostupné: <http://gis.zcu.cz/studium/ugi/e-skripta/ugi.pdf>
- [3] **CITY OF SHREVEPORT LOUISIANA.** *GIS MAPS*. *Shreveportla.gov* [online]. ©2016 [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <https://www.shreveportla.gov/index.aspx?NID=1334>
- [4] **ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ.** *FAQ – výměnný formát RUIAN (VFR)* [online]. Praha: ČÚZK, 2014 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: [http://www.cuzk.cz/Uvod/Produkty-a-sluzby/RUIAN/2-Poskytovani-udaju-RUIAN-ISUI-VDP/Vymenny-format-RUIAN/Vymenny-format-RUIAN-\(VFR\)/faq-vymenny-format-ruian-vfr-v04-20130108-\(1\).aspx](http://www.cuzk.cz/Uvod/Produkty-a-sluzby/RUIAN/2-Poskytovani-udaju-RUIAN-ISUI-VDP/Vymenny-format-RUIAN/Vymenny-format-RUIAN-(VFR)/faq-vymenny-format-ruian-vfr-v04-20130108-(1).aspx)
- [5] **ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ.** *Prohlížečské služby – WMS – úvod:* [online]. Praha: ČÚZK, 2016 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(pumabucq3ucnzqkjnyo5gh14\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&text=WMS.verejne.uvod&head_tab=sekce-03-gp&menu=311](http://geoportal.cuzk.cz/(S(pumabucq3ucnzqkjnyo5gh14))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&text=WMS.verejne.uvod&head_tab=sekce-03-gp&menu=311)
- [6] **ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ.** *Základní báze geografických dat České republiky* [online]. Praha: ČÚZK, 2016 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(zv2cxkduedqu15daq20r0y0o\)\)/default.aspx?mode=TextMeta&text=dSady_zabaged&side=zabaged&menu=24](http://geoportal.cuzk.cz/(S(zv2cxkduedqu15daq20r0y0o))/default.aspx?mode=TextMeta&text=dSady_zabaged&side=zabaged&menu=24)
- [7] **DRÁPALOVÁ, J.** *Regenerace panelových domů*. Brno ERA, 2006. ISBN:80-7366-054-7
- [8] **DROBNE, S. LISEC, A.** *Multi-attribute Decision Analysis in GIS: Weighted Linear Combination and Ordered Weighted Averaging*, *Inflow: Informatica* [online]. 2009, 33. pp. 459-474 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/af19/98650b324cf3dafa2e04952d75d3c795aa3a.pdf>
- [9] **ESTMAN, J. R.** *Multi - criteria evaluation and GIS* [online]. In: Longley, P., Goodchild, M. F., Maguire, D. J. and Rhind, D.W. (eds) *Geographical information*

- systems*, 2nd ed. New York/Toronto: Wiley, 2005, pp. 493-502 [cit. 2016-04-22].
Dostupné z: http://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch35.pdf
- [10] **ESRI**. ArcGis for Desktop. *An overview of the Distance toolset*. Desktop.arcgis.com [online]. ©2016 [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/an-overview-of-the-distance-tools.htm>
- [11] **ESRI**. ArcGis for Desktop. *Geometric networks in ArcGIS*. Desktop.arcgis.com [online]. ©2016 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/manage-data/geometric-networks/what-are-geometric-networks-.htm>
- [12] **ESRI**. ArcGis for Desktop. *Types of network analysis layers*. Desktop.arcgis.com [online]. ©2016 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/guide-books/extensions/network-analyst/types-of-network-analyses.htm>
- [13] **ESRI**. ArcGis for Desktop. *What is a network dataset?*. Desktop.arcgis.com [online]. ©2016 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/network-analyst/what-is-a-network-dataset.htm>
- [14] **FIALA, P.** *Modely a metody rozhodování*. 2. přeprac. vyd. Praha: Oeconomica, 2008, 292 s. ISBN 978-80-245-1345-4
- [15] **FRIEBELOVÁ, J.** *Vícekritériální analýza variant za jistoty* [online]. České Budějovice, 2007 [cit. 2016-04-22]. Dostupné z: http://www2.ef.jcu.cz/~jfrieb/rmp/data/teorie_oa/VICEKRIT_HODNOCENI.pdf
- [16] **GOODCHILD, M. F. LONGLEY, P. A.** *The future of GIS and spatial analysis* [online]. In: Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J. and Rhind D. W. (eds) *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications*. Hoboken, N. J.: Wiley, 2005, pp. 567 – 80 [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: http://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch40.pdf
- [17] **HRUBÝ, M.** *Geografické Informační Systémy (GIS)* Studijní opora [online]. Brno, Vysoké učení technické, 2006, 91 s. [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <http://perchta.fit.vutbr.cz/vyuka-gis/uploads/1/GIS-final2.pdf>
- [18] **KAINZ, W.** *Geographic Information Science (GIS)* [online]. 2nd ed. Wien, Kartographie und Geoinformation Institut für Geographie und Regionalforschung Universität Wien, 2004, pp. 99 [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <http://www.geografie.webzdarma.cz/GIS-skriptum.pdf>

- [19] **KLICNÁROVÁ, J.** *Vícekritériální hodnocení variant – metody* [online]. České Budějovice, Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, 2010, 30 s. [cit. 2016-04-22]. Dostupné z: http://home.ef.jcu.cz/~janaklic/oa_zsf/VHV_II.pdf
- [20] **KORVINY, P.** *Teoretické základy vícekritériálního rozhodování* [online]. 2008, 30 s. [cit. 2016-04-18]. Dostupné z: http://korviny.cz/mca7/soubory/teorie_mca.pdf
- [21] **OGC.** *Web Map Service*. OpendeSpatial.org [online]. USA, Wayland. 2016 [cit. 2016-05-02]. Dostupné: <http://www.opendeSpatial.org/standards/wms>
- [22] **OLIVKOVÁ, I.** *Aplikace metod vícekritériálního rozhodování při hodnocení kvality veřejné dopravy. Inflow: Elektronický odborný časopis o technologii a logistice v dopravě* [online]. Perner's Contact, 2011, roč. 4, č. Univerzita Pardubice, 2011, s. 293-303 [cit. 2016-04-18]. Dostupné z: http://pernerscontacts.upce.cz/23_2011/Olivkova.pdf
- [23] **RAJPUT, S. R.** *Network analysis* [online]. Roll NO:19, M. tech 1st year, 20 s. [cit. 2016-05-11]. Dostupné: <http://www.slideshare.net/SwapnilRajput/network-analysis-in-gis>
- [24] **RAPANT, P.** *Úvod do geografických informačních systémů, skripta PGD* [online]. Ostrava, VŠB-TU, 2002, 110 s. [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <http://gis.vsb.cz/dokumenty/ugis>
- [25] **SKUBINČAN, P.** *Identifikovanie, hodnotenie a mapovanie povodňového rizika v prostredí GIS s využitím priestorovej multikritériálnej analýzy*. In: Symposium GIS 2012: Současné výzvy geoinformatiky, Ostrava 23.-25.1.2012 [online]. Ostrava: VŠB, Technická univerzita Ostrava, HGF, Institut geoinformatiky, 2012 [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2012/sbornik/papers/skubincan.pdf
- [26] **STATUTÁRNÍ MĚSTO BRNO.** **MĚSKÁ ČÁST NOVÝ LÍSKOVEC.** *Novy-liskovec.cz* [online]. ©2016 [cit. 2016-04-02]. Dostupné: <http://www.novy-liskovec.cz/>
- [27] **TEPLÁRNY BRNO.** *Ceník tepla platný pro topnou sezónu 2015/2016*. *Teplarny.cz* [online]. ©2014 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.teplarny.cz/stranka/63/cena-tepla/>
- [28] **TEPLÁRNY BRNO.** *Jak vzniká cena tepla*. *Inflow: Teplárny Brno. NEWSLETTER* [online]. 2013, roč. 2, č. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: http://www.novy-liskovec.cz/data/odbor_spravy_bytu_a_domu/nl_02_unor_final.pdf

- [29] **ÚTVAR ROZVOJE HL. M. PRAHY**, Odbor prostorových informací, *Geoportál: Co je GIS?* [online]. Praha, 2010 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://www.geoportalpraha.cz/cs/clanek/11/co-je-gis#.V0QEdfmLTIU>
- [30] **XU, L. YANG, J. B.** *Introduction to Multi-Criteria Decision Making and the Evidential Reasoning Approach* [online]. Manchester, University of Manchester Institute and Technology 2001, 21 s. [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: https://phps.portals.mbs.ac.uk/Portals/49/docs/jyang/XuYang_MSM_WorkingPaperFinal.pdf
- [31] **ZELEŇÁKOVÁ, M. GÁŇOVÁ, L. PURCZ, P. KUZEVIČOVÁ, Ž.** *Multikriteriálne hodnotenie pravdepodobnosti vzniku povodňového rizika*. In: Manažment povodí a povodňových rizík: vedecká konferencia: zborník príspevkov. Časť - Papiernička 6.-8.12.2011 [online]. Bratislava: VÚVH, 2011, 1-8 s. [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: http://www.vuvh.sk/download/ManazmentPovodi_rizik/zbornikPrispevkov/Konferencia/Prispevky/SekciaD/Zelenakova_a_kol.pdf
- [32] **ŽÍDEK, V.** *Analýza v GIS a zpracování dat DPZ pro pokročilé*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, 2001, 107 s. ISBN 80-7157-506-2.

ZOZNAM POUŽITÝCH DÁT

- [33] ČÚZK. *Dáta z RÚIAN*. Typ: Basic, verzia 1.6. Formát: VFR. 2015. [cit. 2016-05-25].
- [34] ČÚZK. *Prohlížečí služba WMS – Ortofoto*. 2016. Formát: WMS služba. Dátum aktualizácie: 29.1.2016. [cit. 2016-05-25].
- [35] ČÚZK. *Prohlížečí služba WMS – ZM 10*. 2015. Formát: WMS služba. Dátum aktualizácie: 11.5.2015 [cit. 2016-05-25].
- [36] ČÚZK. *Základná báza geografických dát Českej republiky (ZABAGED) – polohopis*. 2015. Formát: SHP (JTSK). 2015. [cit. 2016-05-25].
- [37] GOOGLE MAPS. *Maps.google.com* [online mapa]. Formát: JPEG. ©2016. [cit. 2016-05-25].
- [38] JIHMORAVSKÝ KRAJ. *Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje*, Mapa zastávek s jízdními řády [online mapa]. Brno: KORDIS JMK. 2014. Formát: JPEG. 2014 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://idsjmk.jrbrno.cz/>
- [39] MAGISTRÁT MĚSTA BRNA. *Hluková mapa z pozemní dopravy pro území statutárního města Brna* [online]. Brno. 2004 Formát: PDF. 2004 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <https://www.brno.cz/sprava-mesta/magistrat-mesta-brna/usek-rozvoje-mesta/odbor-uzemniho-planovani-a-rozvoje/dokumenty/upp/hlukova-mapa/>
- [40] SPOTREBY BUDOV. *Kaminky_6, Kaminky_27, Kaminky_33, Obla_2, Obla_3, Obla_5,7, Obla_11, Obla_14, Obla_17, Obla_75a, Svazna_3*. 2001 - 2013 Formát: XLS. 2016. [cit. 2016-05-25].
- [41] SPRÁVA BYTŮ A DOMŮ. *Počty spolubydlících osob*. 2016. Formát: XLS. Dátum aktualizácie: 4.4.2016 [cit. 2016-05-25].
- [42] SPRÁVA BYTŮ A DOMŮ. *Plochy pro OTOP*. 2016. Formát: PDF. Dátum aktualizácie: 4.4.2016. [cit. 2016-05-25].
- [43] STATUTÁRNÍ MĚSTO BRNO. *Mapový portál* [online]. Brno, Formát: JPEG. ©2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://gis.brno.cz/ags/Odpady/>
- [44] TEPLÁRNY BRNO. *Mapa rozvodů. Teplarny.cz* [online]. Brno, Formát: PDF. ©2015 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.teplarny.cz/mapa-rozvodu/>
- [45] HÍREŠOVÁ, T. *DP_MCA*. Projekt diplomovej práce v ArcGis. 2016. Formát: ESRI ArcMap Document. Dátum aktualizácie: 24.5:2016. [cit. 2016-05-25].

ZOZNAM PRÍLOH

- Príloha č.1* Nový Lískovec – katastrálne územie
- Príloha č.2* Mapový podklad ZABAGED – polohopis
- Príloha č. 3* Priemerné mesačné monitorované spotreby
- Príloha č. 4* Spotreba ústredného kúrenia v kč/m² v roku 2013
- Príloha č. 5* Vzďialenosťná dostupnosť od zastávk IDS JMK
- Príloha č. 6* Vzďialenosťná dostupnosť od vzdelávacích zariadení
- Príloha č. 7* Vzďialenosťná dostupnosť od kontajnerov separovaného odpadu
- Príloha č. 8* Časová dostupnosť do centra Brna – Česká, rýchlosť 50km/hod
- Príloha č. 9* Časová dostupnosť do centra Brna – Česká, rýchlosť 30km/hod
- Príloha č. 10* Časová dostupnosť od zastávk IDS JMK
- Príloha č. 11* Hlukové zóny
- Príloha č. 12* Vyhodnotenie troch najlepších panelových domov z pohľadu obyvateľa A
- Príloha č. 13* Vyhodnotenie troch najlepších panelových domov z pohľadu obyvateľa B
- Príloha č. 14* Vyhodnotenie troch najlepších panelových domov z pohľadu obyvateľa C

Prílohy v elektronickej podobe:

- Príloha č. 15* DP_MCA. Projekt diplomovej práce v ArcGis. (ESRI ArcMap Document)

ZOZNAM SKRATIEK

AHP	Analytical hierarchy process (analytický hierarchický proces)
AIS	Agendový informačný systém
ČÚZK	Český úrad zememeračský a katastrálny
CAD	Computer aided design (počítačovo podporované navrhovanie)
GIS	Geografický informačný systém
GPS	Global positioning system (rádionavigačný systém pre určenie polohy a času)
HW	Hardvér
IDS JMK	Integrovaný dopravný systém Juhomoravského kraja
MHD	Mestská hromadná doprava
OGC	Open Geospatial Consitorium
OWA	Ordered weighted average (usporiadaný vážený priemer)
RÚIAN	Register územnej identifikácie, adries a nehnuteľností
SW	Softvér
TIN	Triangulated irregular network (nepravidelná trojuholníková sieť)
VFR	Výmenný formát RÚIAN
VDP	Verejný diaľkový prístup
WLC	Weighted linear combination (vážená linerárna kombinácia)
WMS	Web map service (webová mapová služba)
ZABAGED	Základná báza geografických dát

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. č. 1	<i>Schéma GIS</i>	14
Obr. č. 2	<i>Prostredie ArcGis</i>	16
Obr. č. 3	<i>Vyznačenie mestskej časti Nový Lískovec v okrese Brno město</i>	17
Obr. č. 4	<i>Erb mestskej časti Nový Lískovec</i>	17
Obr. č. 5	<i>Letecký snímok časti panelovej zástavby Nového Lískovca</i>	18
Obr. č. 6	<i>Panelový dom Oblá 3 pred a po regenerácii</i>	19
Obr. č. 7	<i>Schéma metód pre multiriteriálne hodnotenie</i>	30
Obr. č. 8	<i>Schéma hierarchie AHP metódy</i>	32
Obr. č. 9	<i>ZABAGED polohopis</i>	37
Obr. č. 10	<i>Mapa hlukových zón v dennej a nočnej dobe</i>	38
Obr. č. 11	<i>Zobrazenie vybavenosti budov výťahom - RÚIAN</i>	40
Obr. č. 12	<i>ČÚZK WMS služby ortofoto a ZM10</i>	41
Obr. č. 13	<i>Priemerná mesačná spotreba ústredného kúrenia a ohrevu teplej vody v GJ pre vybrané budovy v lokalite Nového Lískovca v rokoch 2001-2013</i>	43
Obr. č. 14	<i>Mapa dodávok tepla z Teplární Brno v oblasti Nového Lískovca</i>	44
Obr. č. 15	<i>Graf mesačných priemerných nákladov za spotrebu ústredného kúrenia bytu typu 3+1 pre budovu Oblá 2 a Kamínky 27 v rokoch 2001-2013</i>	45
Obr. č. 16	<i>Finančné náklady na mesačnú spotrebu ústredného kúrenia na 1m² v roku 2013 na vybraných budovách</i>	46
Obr. č. 17	<i>Finančné náklady na mesačnú spotrebu energie potrebnej na ohrev teplej vody na 1 obyvateľa v roku 2013 na vybraných budovách</i>	46
Obr. č. 18	<i>Obalová zóna IDS JMK zastávok do 400m</i>	49
Obr. č. 19	<i>Rozklasifikovanie budov na základe vzdialenosti k zastávkam IDS JMK</i>	49
Obr. č. 20	<i>Vzdialenosť k materským a základným školám nachádzajúcim sa v lokalite Nového Lískovca</i>	50
Obr. č. 21	<i>Ukážka určenia najrýchlejšej a najkratšej trasy pomocou analýzy najlepšej cesty</i>	52
Obr. č. 22	<i>Ukážka analýzy najbližšieho zariadenia</i>	52
Obr. č. 23	<i>Sieť OD cost matrix pre viacero vychádzajúcich a cieľových miest, s ukážkou zachovania informácie z vytvorenej siete</i>	53
Obr. č. 24	<i>Location-Allocation, príklad hasičských staníc, ktorých prevádzkovanie môže byť pozastavené a neporuší sa tým pokrytie všetkých miest s časovou</i>	

<i>dostupnosťou 3 min</i>	53
Obr. č. 25 <i>Analýzy vehicle routing problem, pre tri doručovateľské autá, ktoré majú čo v najkratšom čase, najmenej vzdialenosti, za čo najmenšie náklady doručiť tovar na vybrané miesta a vrátiť sa späť na centrálu</i>	54
Obr. č. 26 <i>Sieťová analýza časovej dostupnosti MHD zastávok v Novom Lískovci</i>	55
Obr. č. 27 <i>Vyznačenie lokality Nového Lískovca a cieľovej lokality Brno-střed</i>	56
Obr. č. 28 <i>Časová dostupnosť z centra mesta Brna do okolitých častí pri uvažovaní rýchlosti 50km/hod (vľavo) a 30km/hod (vpravo)</i>	56
Obr. č. 29 <i>Zastávky IDS JMK</i>	57
Obr. č. 30 <i>Hlukové zóny v Novom Lískovci počas dennej (vľavo) a nočnej doby (vpravo) ...</i>	58
Obr. č. 31 <i>Panelové domy v lokalite Nový Lískovec</i>	60
Obr. č. 32 <i>Grafické znázornenie najvhodnejších panelových domov pre obyvateľa A</i>	63
Obr. č. 33 <i>Grafické znázornenie najvhodnejších panelových domov pre obyvateľa B</i>	66
Obr. č. 34 <i>Grafické znázornenie najvhodnejších panelových domov pre obyvateľa C</i>	68
Obr. č. 35 <i>Mapový výstup pri priestorových analýz</i>	70

ZOZNAM TABULIEK

<i>Tab. č. 1</i> Všeobecná schéma hrubého párového porovnania Saatyho metódy.....	26
<i>Tab. č. 2</i> Ukážka hrubého párového porovnania Saatyho metódy	26
<i>Tab. č. 3</i> Príklad Saatyho matice pre 4 kritériá	27
<i>Tab. č. 4</i> Údaje o bytových domoch	44
<i>Tab. č. 5</i> Oblá 2 – náklady na ústredné kúrenie v rokoch 2006-2013	45
<i>Tab. č. 6</i> Časové dostupnosti do centra mesta Brno pomocou MHD	57
<i>Tab. č. 7</i> Porovnanie časových dostupností k zastávke Česká pomocou MHD a osobných áut zo zastávok IDS JMK	57
<i>Tab. č. 8</i> Hodnoty kritérií obyvateľa A	61
<i>Tab. č. 9</i> Poradie dôležitosti kritérií a váhy	61
<i>Tab. č. 10</i> Preloženie hodnôt v rámci jednotlivých kritérií škálou neurčitosti	62
<i>Tab. č. 11</i> Desať najvhodnejších variant pre obyvateľa A	63
<i>Tab. č. 12</i> Atribúty troch najvhodnejších panelových domov pre obyvateľa A.....	64
<i>Tab. č. 13</i> Hodnoty kritérií, dôležitosti a váh obyvateľa B	65
<i>Tab. č. 14</i> Desať najvhodnejších variant pre obyvateľa B	65
<i>Tab. č. 15</i> Atribúty troch najvhodnejších panelových domov pre obyvateľa B	66
<i>Tab. č. 16</i> Hodnoty kritérií, dôležitosti a váh obyvateľa C	67
<i>Tab. č. 17</i> Desať najvhodnejších variant pre obyvateľa C	67
<i>Tab. č. 18</i> Atribúty troch najvhodnejších panelových domov pre obyvateľa C	68