

**ČESKÁ ZEMĚDELSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**  
**KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLÓGIE**



**HODNOTENIE VPLYVU DOPRAVNÝCH STRATÉGIÍ NA ZNEČISTENIE  
OVZDUŠIA V RÁMCI POSUDZOVANIA VPLYVOV NA ŽIVOTNÉ  
PROSTREDIE (SEA) S POMOCOU GEOGRAFICKÉHO INFORMAČNÉHO  
SYSTÉMU**

DIPLOMOVÁ PRÁCA

**Vedúci práce: Ing. Vladimír Zdražil, Ph.D.**  
**Diplomant: Bc. Nikola Fabianová**

2016

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Nikola Fabianová

Ochrana přírody

Název práce

**Hodnotenie vplyvu dopravných stratégií na znečistenia ovzdušia v rámci posudzovania vplyvov na životné prostredie (SEA) s pomocou geografického informačného systému.**

Název anglicky

**Evaluation of air pollution in transport strategies within assessment of environmental impact (SEA) by using geographic information system.**

---

### Cíle práce

Vyhodnotiť metodické prístupy k znečisteniu ovzdušia v rámci vplyvov dopravných stratégií na životné prostredie (SEA) a stanoviť hlavné kritériá pre hodnotenie znečistenia ovzdušia v posudzovaniach SEA s využitím geografických informačných systémov. Čiastkovým cieľom je aplikovať stanovené kritériá na stratégiu rozvoja dopravy mesta Košice.

### Metodika

V rámci literárnej rešerše bude spracovaný prehľad o použití geografického informačného systému (GIS) pri hodnotení kvality ovzdušia, aplikácia týchto metód v procesoch hodnotenia životného prostredia a význam environmentálneho modelovania v rámci analýz vplyvov dopravných stratégií v budúcnosti. V metodickej časti budú stanovené analýzy a metódy pre výpočet emisných hodnôt vybraných znečisťujúcich látok. Vo výslednej časti budú stanovené kritériá, ktoré by mali byť splnené pre efektívne hodnotenie vplyvu dopravnej stratégie na znečistenia ovzdušia v rámci SEA, na troch úrovniach podrobnosti – národnej, regionálnej a lokálnej. Podľa podrobnosti a rozsahu budú vybrané najvhodnejšie analýzy a modely a vyhodnotené podľa ich významu v posudzovaniach SEA. Zároveň budú stanovené kritériá pomocou GIS aplikované na vyhodnotenie vplyvu dopravnej stratégie na kvalitu ovzdušia vybraného mesta.

**Doporučený rozsah práce**

60 stran

**Klíčová slova**

znečištění ovzduší, dopravné strategie, SEA, GIS

---

**Doporučené zdroje informací**

- BAI H., WANG H. & ZHU T., 2010: Quantitative evaluation of air pollution in transport strategic environmental assessment: a case study based on uncertainty analysis and graphic information system technology. *Journal of Zhejiang University* 11 (5): 370 – 381 s.
- JENSEN S.S., 1999: A geographic approach to modelling human exposure to traffic air pollution using GIS. National Environmental Research Institute, Roskilde, Denmark, 165 s.
- MATĚJČEK L., BENEŠOVÁ L. & TONIKA J., 2002: Environmental modelling in urban areas with GIS. *Karlova Univerzita v Praze*, 65 s.
- PIOR M. & OSMAN O., 1997: Air pollution assessment applying GIS integrated system. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 2, No. 6: 2071-2081 s.
- RODRIGUEZ-BACHILLER A., 2000: Geographical information systems and expert systems for impact assessment, Part I and II. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management* 2(3): 369–448 s.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/16 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Vladimír Zdražil, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra aplikované ekologie

---

Elektronicky schváleno dne 4. 4. 2016

**prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 4. 4. 2016

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 04. 04. 2016

## **ČESTNÉ PREHLÁSENIE**

Čestne prehlasujem, že na diplomovej práci som pracovala na základe praktických a teoretických poznatkov samostatne, konzultácií a štúdia odbornej literatúry, ktorej úplný prehľad je uvedený v zozname použitej literatúry.

V Prahe dňa 18.4.2016

.....

## **POĎAKOVANIE**

Touto cestou si dovoľujem poďakovať sa vedúcemu práce Ing. Vladimírovi Zdražilovi, Ph.D. za pomoc, pripomienky a odborné vedenie pri vypracovaní tejto diplomovej práce a Integra Consulting s.r.o. pre poskytnutie podkladov.

## **ABSTRAKT**

Rast mestskej populácie, hospodársky rozvoj, zvýšená spotreba energie, rastúci dopyt po doprave a zvyšujúce sa životné štandardy zohrávajú významnú úlohu pri rozptyle znečistených látok v atmosfére. Táto práca sa zameriava na hodnotenie metód a prognózu kvality ovzdušia vplyvom líniovej dopravy pomocou geografického informačného systému (GIS). Efektívne hodnotenie bolo vyvinuté s cieľom skúmať funkčný vzťah medzi cestnou dopravou a možnými emisiami látok znečisťujúcich ovzdušie. Popisuje ciele a metódy hodnotenia pre účinnejšie posudzovanie vplyvov dopravných stratégií a plánov na životné prostredie (SEA), pomocou použitia rôznych modelov a analýz na rôznych úrovniach podrobnosti. Strategické hodnotenia sú často hmlisté a kvalita dát je neuspokojivá, preto sa v práci opisujú aj alternatívne scenáre ako riešiť nejasnosti a problémy ohľadom dát a interpretácie výsledkov.

**Kľúčové slová:** znečistenie ovzdušia, dopravné stratégie, SEA, GIS

## **ABSTRACT**

Urban population growth, economic development, increasing energy consumption, growing traffic demand and rising living standards play an important role in pollution exposure in the atmosphere. This work aims to evaluate and forecast air quality due to road transport by using geographic information system (GIS). An effective assessment was developed to examine the functional relationship between the road transport and the possible emission of air pollutants. This work describes the criteria by using different models and analysis, at different levels of details, processed in GIS for more effective impact assessment of transport policies and plans on the environment (SEA). Strategic assessments are often hazy and quality of the dataset are unsatisfactory, so this work describes alternative scenarios and how to solve the problems and uncertainties about the data and interpret the results.

**Key words:** air pollution, road transport strategies, SEA, GIS

## OBSAH

1	ÚVOD .....	8
2	CIELE PRÁCE .....	9
3	LITERÁRNA REŠERŠ .....	10
3.1	Využitie geografických informačných systémov pri hodnotení kvality ovzdušia ....	10
3.2	Hodnotenie ovzdušia v rámci SEA.....	15
3.3	Prognózy založené na expertných odhadoch .....	17
3.3.1	SWOT analýza .....	17
3.3.2	Brainstorming .....	17
3.3.3	Morfologická analýza .....	17
3.3.4	Stromy významnosti .....	17
3.3.5	Delfská metóda .....	18
3.3.6	Ganttov diagram – grafická metóda plánovania .....	18
3.4	Prognózy založené na simulácií.....	18
3.4.1	Plánovanie scenárov .....	18
3.4.2	Rozptylové štúdie .....	18
3.5	Modely pre výpočet emisií.....	19
3.5.1	Model MEFA.....	20
3.5.2	Model TREM .....	20
3.5.3	Model COPERT III. ....	21
4	METODIKA.....	22
4.1	Stanovenie hodnotenia metód a techník prognózovania .....	22
4.2	Postup pre stanovenie cieľov a ich rozboru .....	22
4.3	Posudzovanie navrhnutých cieľov pre SEA .....	23
4.4	Výpočet emisií z lineárnej dopravy.....	25
5	ZÁKLADNÉ CHARAKTERISTIKY STAVU OVZDUŠIA .....	28
5.1	Klimatické pomery .....	28
5.1.1	Zrážky.....	28
5.1.2	Teplota .....	28
5.1.3	Veternosť.....	28
5.2	Znečistenie ovzdušia.....	29
5.3	Demografické pomery .....	30
6	VÝSLEDKY .....	32
6.1	Efektivita jednotlivých metód hodnotenia.....	32
6.2	Stanovenie cieľov pre vyhodnotenie SEA.....	33
6.3	Vyhodnotenie cieľov mestskej (lokálnej) úrovni .....	49
6.4	Vyhodnotenie dopravnej stratégie podľa navrhovaných cieľov .....	51
7	DISKUSIA.....	57
8	ZÁVER .....	60
9	PREHLAD LITERATÚRY A POUŽITÝCH ZDROJOV .....	61
10	PRÍLOHY.....	66

## 1 ÚVOD

Mnoho miest po celom svete, najmä v rozvojových krajinách, zažívajú rýchly rast. V prípade neexistencie adekvátnej environmentálnej politiky sa tento rast objavuje ako značný a často zvyšuje ekonomické a sociálne náklady. Efektívny proces plánovania a riadenia ochrany životného prostredia (SEA) pomáha k tomu, aby sa formulovali a vykonávali realistické stratégie a plány na zlepšenie kvality ovzdušia. Tieto akčné plány a stratégie musia systematicky riešiť krátkodobé a dlhodobé príčiny znečistenia ovzdušia v mestách a pomôcť tým dosiahnuť trvalo udržateľný rast.

V prvej časti sa práca zameriava na alternatívne metódy a techniky pomocou ktorých je možné účinnejšie vyhodnotenie SEA posudzovaní. V ďalšej časti sa rieši problém znečistenia ovzdušia na základe cieľov dopravných stratégií a plánov na národnej, regionálnej a lokálnej úrovni. Prináša hlavné ciele, ktoré by mala navrhovaná stratégia alebo plán spĺňať pre skvalitnenie znečisteného ovzdušia. Na základe zložitosti a rozsiahlosti plánov a stratégií sú uvedené potrebné analýzy, dáta a modely, ktoré poskytujú účinné výsledky na základe ktorých je možné vyvodiť závery a nájsť problémové miesta, ktoré je potrebné v budúcnosti riešiť. Pomocou geografických informačných systémov, oblasti ovplyvnené znečistením ovzdušia a ich úroveň môže byť zobrazovaná presnejšie a objektívnejšie, čo následne pomôže pri prezentovaní SEA. Navrhovaný systém vytvorí rozumné zázemie pre rozhodovanie a riešenie problémov, napr. aj s ohľadom na nedostatok podkladov. V poslednej časti práce sú vyhodnotené environmentálne účinnosti jednotlivých cieľov na lokálnej úrovni a aplikácie týchto cieľov na súčasnú dopravnú stratégiu mesta Košice.



## 2 CIELE PRÁCE

Cieľom tejto diplomovej práce je vyhodnotiť riešenia a metódy hodnotenia kvality ovzdušia znečistenej líniovou dopravou. Pre účinnejšie posudzovanie vplyvov dopravných stratégií na ovzdušie v rámci SEA je cieľom vyhodnotenie metód a kritérií, ktoré skvalitnia rozhodovací proces a následne ich aplikácia na vybrané ciele ohľadom kvality ovzdušia na troch úrovniach podrobnosti.

Čiastkovým cieľom je aplikovanie cieľov lokálnej úrovne na dopravnú stratégiu mesta Košice. Použitím programu GIS a matematických modelov je účelom vytvoriť mapové a tabuľkové výstupy, ktoré pomôžu odhadnúť súčasný vplyv líniovej dopravy v meste Košice na kvalitu ovzdušia a vytvoriť prognózy o zvýšení alebo znížení celkových emisií znečisťujúcich látok po aplikovaní nových dopravných riešení.

### 3 LITERÁRNA REŠERŠ

#### 3.1 Využitie geografických informačných systémov pri hodnotení kvality ovzdušia

Geografické informačné systémy (GIS) tvoria sadu počítačových nástrojov pre zber, ukladanie, vyhľadávanie, transformáciu a zobrazovanie priestorových údajov (ESRI, 2015). Obsahujú kombináciu počítačového mapovania a systémov riadenia databázy. Táto technológia sa stále viac používa v priestorových systémoch pre podporu rozhodovania a ukladá priestorové údaje v digitálnom prostredí zobrazených v mapových formách. Digitálna základná mapa môže byť prekrytá s údajmi alebo inými vrstvami obsahujúce nové informácie aby sa presnejšie zobrazili vzťahy medzi jednotlivými zložkami (MCHARG, 1968 ex. GLASSON et al., 2005). Dátovou základňou atribútov možno analyzovať viacero otázok a spojiť ich inými databázami rôznych projektov aby to nakoniec dospelo k obrazu o súčasnej situácii v danej oblasti (KEENAN, 1997). Modelovanie hypotetických výstupov zo skutočných vstupov je užitočný nástroj, ktorý môže pomôcť rozhodovacej právomoci tým, že predpovedá budúce dopady. Preto môže byť usporiadanie a prezentácia priestorových údajov pomocou GIS efektívnejšia.

Mnoho definícií (SCHALLER, 1990 ex. GLASSON et al., 2005) popisuje schopnosti GIS riešiť širokú škálu problémov životného prostredia, ktoré súvisia s mestskými oblasťami. Ich aplikácia v oblasti posudzovania environmentálnych vplyvov je rôznorodá, vrátane vplyvov na životné prostredie, charakterizácie miesta, inventarizácie prírodných zdrojov, posúdenia riadenia havarijného plánovania a monitorovania, dopravných zmien v trasách a koridoroch a aj pre výber vhodných lokalít pre realizáciu projektov (napr. elektrární). EIA (posudzovanie vplyvov zámerov na životné prostredie) a SEA (posudzovanie vplyvov koncepcií na životné prostredie) procesy požadujú správy o možných vplyvoch navrhovaných činností. Vďaka využitiu nástrojov GIS pre modelovanie možno potenciálne vplyvy predvídať a zahrnúť ich do riadiacich a monitorovacích programov. Tieto modely by nemali byť definitívnym zdrojom predpovedí, ale mali by ich dopĺňať terénne prieskumy a ďalšie hodnotenia.

Prekrývanie máp bolo používané pri plánovaní v oblasti životného prostredia od roku 1960 (MCHARG, 1968 ex. GLASSON et al., 2005) predtým, než zákon o ochrane prírody bol prijatý. Séria vrstiev sa používa na identifikáciu, predpovede, priradenie relatívneho významu a riešenie dopadov. Základná mapa väčšinou ukazuje všeobecnú oblasť, v ktorej môže byť projekt umiestnený. Postupné prekrývanie transparentných máp obsahujú zložky životného prostredia, ktoré by mohli byť ovplyvnené projektom alebo naopak (napr. poľnohospodárstvo, lesy, hluk, znečistenie). Miera vplyvu projektu na životné prostredie sa ukazuje intenzitou tieňovania, to znamená, že tmavšie tieňovanie predstavuje väčšinou väčší dopad resp. výrazné zmeny. Celkový dopad projektu na okolité životné prostredie sa dá vyčítať z navrstvených máp všímaním relatívnej intenzity tieňovania. Prázdne oblasti sú tie, kde projekt nebude mať významný vplyv. Alternatívne, rovnaký postup sa môže vykonávať za použitia GIS a priradením rôznych dôležitostí koeficientom

umožňuje analýzu citlivosti, ktoré sú dôležité pre zistenie vplyvov meniacich sa predpokladov.

Podľa KOREŇA (2002), tvorba a ochrana životného prostredia, environmentálne databázy, optimalizácia využitia prírodných zdrojov, vplyv ľudskej činnosti na životné prostredie a monitoring prírodného prostredia sú podnetom na vytvorenie mnohých geografických databáz a modelov krajiny. Vytvorené počítačové simulácie integrujú rôzne priestorové premenné a sú základom pre krátkodobé až dlhodobé modely krajinných systémov.

SVETOVÁ ZDRAVOTNÍCKA ORGANIZÁCIA (2010) tvrdí, že znečistené ovzdušie je zodpovedné za približne 25 percent celkového zaťaženia chorobou na celom svete. K dispozícii sú početné látky a zlúčeniny, ktoré sú považované za látky znečisťujúce ovzdušie a mnoho z nich sa uvoľňuje do vzduchu v dôsledku ľudskej činnosti, ako je spaľovanie fosílnych palív v priemyselných odvetviach a dopravné prostriedky. Znečistenie je zdrojom mnohých problémov ako:

- smog v mestských oblastiach,
- zhoršenie historických budov a pamiatok,
- strata vegetácie,
- poškodenie materiálov v dôsledku zrýchlenej korózie,
- ujma na zdraví v dôsledku vdýchnutia plynov a častíc (DANISH, 2013).

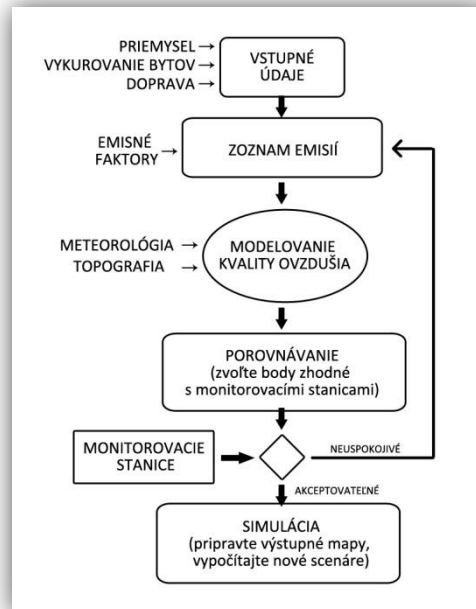
Odhliadnuc od závažných lokálnych účinkov má znečistenie ovzdušia hlboké regionálne a globálne dôsledky. Mestské emisie prispievajú k problematike úbytku ozónovej vrstvy, globálnemu otepľovaniu a klimatickým zmenám (JENKIN & CLEMITSCHAW, 2000; ALCAMO et al., 2002; DYOMINOV & ZADOROZHNY, 2005; VAUTARD & HAUGLUSTAINE, 2007; KINNEY, 2008; RAMANATHAN & FENG, 2009; JACOB & WINNER, 2009). Znečistenie ovzdušia tiež spôsobuje ochorenie dýchacích ciest (SCHWARTZ, 1993; DEVALIA et al., 1994; SELGRADE, 2000; JALALUDIN et al., 2004; LEE et al., 2007). Na riešenie týchto problémov na regionálnej úrovni, musí byť sledovaná a riadená kvalita vzduchu v mestách.

Efektívny proces plánovania a riadenia ochrany životného prostredia pomáha s rozhodnutím aby sa formulovali a vykonávali realistické a efektívne stratégie a akčné plány na zlepšenie kvality ovzdušia. Tieto stratégie a akčné plány musia systematicky riešiť krátkodobé a dlhodobé príčiny znečistenia ovzdušia v mestách a pomôcť mestu dosiahnuť trvalo udržateľný rast. Aplikácia systémov pre podporu rozhodovania je príležitosť pre zlepšovanie kvality ovzdušia vo veľkých mestách. Rozhodovacie systémy všeobecne zahŕňajú emisné inventúry, sledovanie kvality ovzdušia, modelovanie, mapovanie, vplyv kvality ovzdušia a posúdenia rôznych stratégií kontroly. Príklady systémov pre podporu rozhodovania využívajú miestne orgány vo veľkých európskych mestách, ako sú Štokholm, Lisabon, Miláno, Berlín, Ženeva, Viedeň, Paríž, Oslo a Atény sú švédsky AirViro (SMHI, 2009 ex. ELBIR et al., 2010), rakúsky AirWare (FEDRA & HAURIE, 1999), nórsky AirQUIS (BOHLER et al., 2002) a švédsky EnviMan (TARODO, 2003) systém.

Obrázok č. 1 znázorňuje hlavné komponenty a kroky systému pre podporu rozhodovania. Tento systém bol vyvinutý zo spoločnej metodiky opísanej a

používané niekoľkými nedávnymi štúdiami (FINZI et al., 1991; JENSEN et al., 2001; LIN & LIN, 2002; PULIAFITO et al., 2003; ELBIR & MUEZZINOGLU, 2004; LIM et al., 2005; GUERRERO et al., 2008). Prvým krokom je zber dát. Je potrebné zbierať informácie o zdrojoch dopravy, hlavných ťahoch, hustoty obyvateľstva. Ďalej sú potrebné emisné faktory na prípravu emisných záťaží.

Obr. č. 1: Štruktúra rozhodovacieho systému



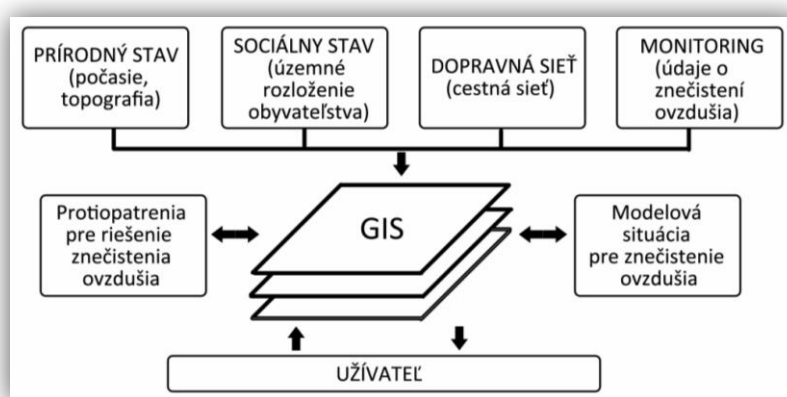
Zdroj: ELBIR et al. (2010)

Implementácia modelov kvality ovzdušia v prostredí GIS je jeden zo silných vlastností systému pre podporu rozhodovania. GIS techniky sú schopné poskytovať geopriestorové modely kvality ovzdušia, teda kedykoľvek a akékoľvek umiestnenie každého, kto má prístup ku kvalite ovzdušia v oblasti (JENSEN, 1999). V simulačnom modeli, je vzduch, stav znečistenia simulovaný a analyzovaný prostredníctvom aktualizácie, skladovania a načítania atribútov údajov v GIS. Pomocou týchto analýz môžu byť protipatrenia vyvinuté v ďalšej fáze. Po výbere voľby je možné účinky protipatrení simulovať a analyzovať. Výstupy sú zobrazené a vykreslené taktiež pomocou aplikácií GIS. Umožňuje to odborníkovi s rozhodujúcou právomocou analyzovať procesy, ktoré ovplyvňujú rozptýlenie znečistených látok zo zdrojov a zistiť riziká spojené s touto úrovňou znečistenia. GIS je integrovaný systém, ktorý je možný v oblastiach znečistenia ovzdušia využívať aj ako je znázornené na obr. č. 2.

Je vyvinutých viacero modelov GIS, pre rôzne situácie. LOIBL et al. (2001) vyvinuli model pre vykonanie modelu rozptylu pre NO<sub>x</sub> (oxidy dusíka) za použitia GIS nástroja. Používali existujúce údaje z registra emisií o odhadu priemerných ročných emisných NO<sub>x</sub>. Tento model sa osvedčil pri identifikácii dlhodobého znečistenia ovzdušia, tzv. hotspotov. Môže byť tiež použitý na zlepšenie emisnej siete a na odhad koncentrácie znečisťujúcich látok, pre ktoré neexistujú k dispozícii údaje z monitorovania. Ďalšie výskumné štúdiá vykonali JENSEN et al. (2001), ktorí predstavujú prototyp modelu pomenovaného AirGIS na pomoc miestnym orgánom

pri riadení kvality ovzdušia vo veľkých dánskych mestách. Model integruje digitálne mapy, administratívne databázy, model prevádzkového znečistenia a GIS. Umožňuje mapovanie emisií z dopravy a odhady úrovne kvality ovzdušia na uliciach. Tento model ukázal zlepšenie hodnotenia expozície v porovnaní s existujúcimi systémami. Autori LIN & LIN (2002) tiež vyvinuli model pre vyhodnotenie znečistenia ovzdušia súvisiacich s dopravnou situáciou v mestskej oblasti. Vyvinutý model integruje model emisií vozidiel, znečisťujúci model rozptyľovania, model trajektórie a relevantné priestorové a atribútové dáta v rámci GIS. Využíva priestorové informácie a popisuje mestskú cestnú sieť a distribúciu znečisťujúcich látok v ovzduší. Celý systém je potom aplikovaný pri odhade emisií motorových vozidiel a analyzuje priestorové rozloženie látok znečisťujúcich ovzdušie v Taichung City v Taiwane.

Obr. č. 2: Použitie modelov GIS pri hodnotení kvality ovzdušia



Zdroj: PIOR & OSMAN, 1997

GULLIVER et al. (2011) predstavili model rozptyľovania založený na GIS, STEM-Air (Space Time Exposure Modeling System-Air pollution) pre simuláciu znečistenia ovzdušia súvisiacich s prevádzkou. Predstavený model má štyri komponenty:

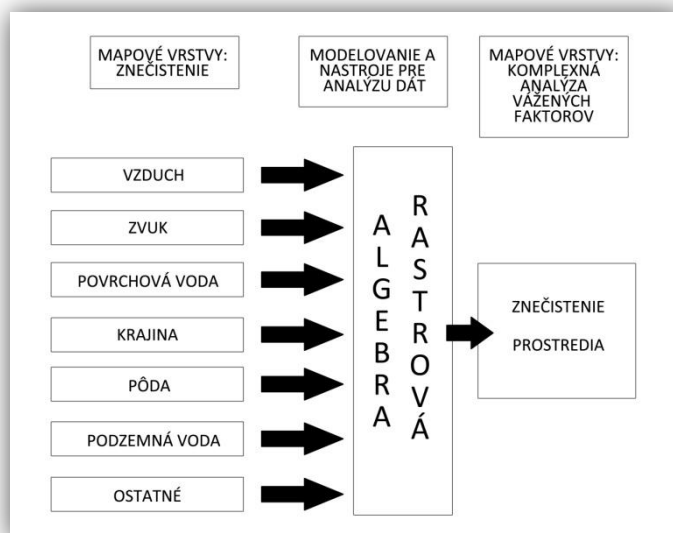
- 1) model emisií,
- 2) meteorologické predpovede,
- 3) model rozptylu vzduchu založený na GIS, a
- 4) hodnotenie expozície na základe GIS nástrojov.

Model pracuje v dvoch režimoch, krátkodobý (denný) a dlhodobý (ročný) a bol aplikovaný na skúmanie znečistenia dopravy v Londýne.

Modely prostredia a analýzy MATĚJČEK et al. (2002) rozdeľuje do niekoľkých tried. Jednotlivé triedy sú zamerané na vzduch, povrchovú vodu, krajinu, pôdu a podzemné vody. Každá trieda obsahuje modelovanie a analytické nástroje. Tieto dátové a modelovacie nástroje sú doplnené ďalšími informáciami potrebnými pre rozhodovanie procesu (katastrálne mapy a záznamy, verejné služby, atď.). Modelové riešenia sú zhromaždené a analyzované spoločne s nástrojmi v rámci GIS. Obr. č. 3 znázorňuje základnú schému životného prostredia modelovania a dátové interakcie. Modelovacie nástroje, ktoré sú zamerané na simuláciu individuálnych javov (znečistenie ovzdušia, znečistenie vody, atď.) sú uzavreté na samostatné moduly. Výsledky sú dovážané späť do GIS. Tieto modelovacie nástroje, ktoré zahŕňajú rastrovú algebru, umožňujú komplexnú analýzu všetkých

údajov z jednotlivých simulácií a analýzy dát. Nástroje rastrovej algebry pracujú s bázou buniek modelovania. Každá bunka vo vstupnej vrstve obsahuje atribút (koncentrácia, množstvo alebo iný faktor). Atribút bunky v rovnakej pozícii vo výstupnej vrstve sa vypočíta z atribútu buniek zo vstupných vrstiev MATĚJČEK et al. (2002).

Obr. č. 3: Spracovanie dát a agregácia

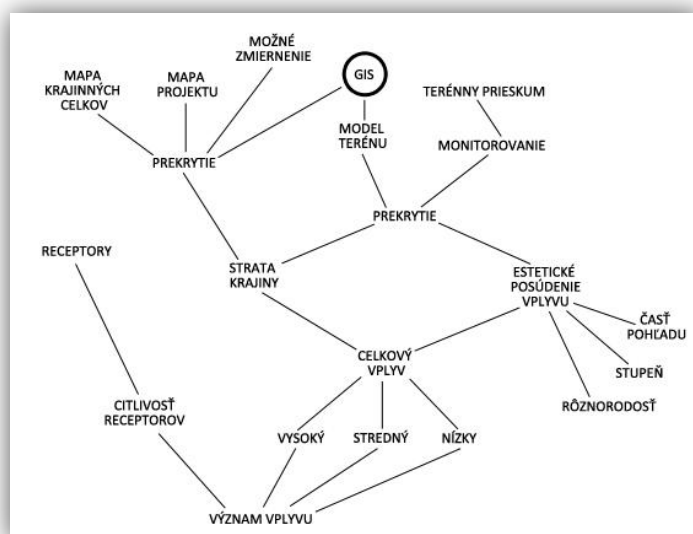


Zdroj: MATĚJČEK et al., 2002

Povaha a výber metódy predikcie sa mení v závislosti na dopade v rámci úvahy. RODRIGUEZ-BACHILLER & GLASSON (2003) identifikovali nasledujúce typy:

- Ťažko modelované dopady: predikcie dopadov, kde matematické modely hrajú ústrednú úlohu. Patria medzi ne napríklad dopady na ovzdušie a hluk. Predpoveď vplyvu znečistenia ovzdušia je založený na tzv. Gaussovom modeli rozptylu, ktorý simuluje tvar oblaku znečistenia podľa vývoja v rámci koncernu (ELSOM, 2001).
- Ľahko modelované dopady: predikcie dopadov, kde je použitie matematickej simulácie modelu prakticky nemožné. Ako príklad to zahŕňa pozemnú ekológiu a krajinu. Pozemná ekológia závisí na poli výberového zisťovania pre rastlinné a živočíšne druhy a to vyžaduje vnímanie a posúdenie experta, čo hrá dôležitú rolu (MORRIS & THURLING, 2001). Vnímanie je taktiež dôležité pre posúdenie krajiny, ale jednoduché použitie GIS môže taktiež pomôcť v predikcii vplyvov (WOOD, 2000; THERIVEL, 2001). Obrázok č. 4 poskytuje prehľad o kľúčových krokoch pri hodnotení krajiny.
- Zmiešané modelovanie dopadov: predikcie dopadov, kde simulované modely sú doplnené (a niekedy nahradené) o viacero technických prístupov na nižšej úrovni. Dopravné modely využívajú často modelovanie, ale často s nejakým vstupom, napr. prieskumom. Socioekonomické vplyvy môžu používať jednoduché diagramy a matematické modely hlavne pre ekonomické dôsledky, ale majú tendenciu stavať na metódach prieskumu a odborného posúdenia.

Obr. č. 4: Kľúčové kroky v posudzovaní vplyvov na životné prostredie



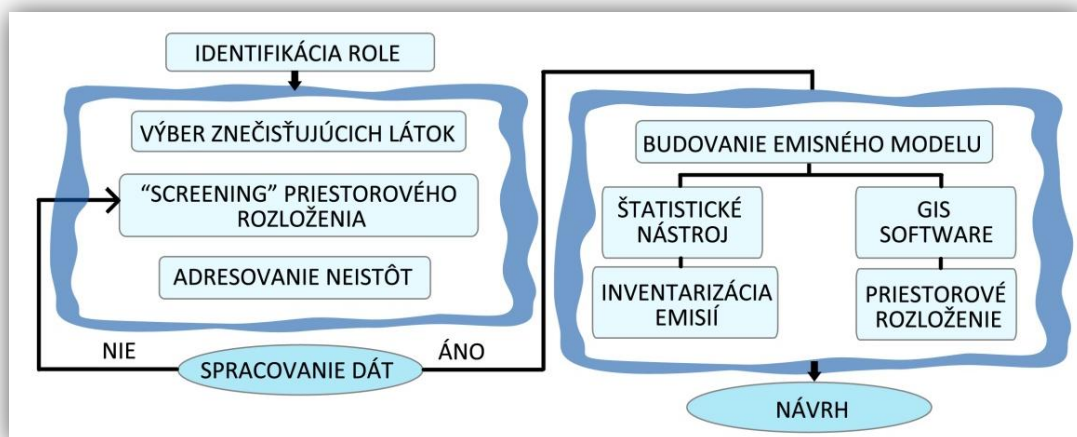
Zdroj: RODRIGUEZ-BACHILLER & GLASSON, 2003

### 3.2 Hodnotenie ovzdušia v rámci SEA

Rámec pre hodnotenie znečistenia ovzdušia z dopravy v SEA podľa štúdií BAI et al. (2010) je znázornený na obr. č. 5. Kľúčové znečisťujúce látky a ich priestorové rozloženie sú označené ako prvé na základe analýzy plánu, až potom nasledujú použité vhodné metódy (napr. analýza návrhu) na riešenie nejasností. Zhromažďované údaje sú spracované tak, aby spĺňali modely emisií. Prijatím účastníkov cestnej premávky do úvahy, SEA identifikuje súčasnú emisnú intenzitu a inventarizáciu znečisťujúcich látok z automobilových výfukov na určitých cestných úsekoch a priestorové rozloženie najviac znečistených oblastí. Zameranie je nutné z 2 dôvodov:

1. SEA má zhodnotiť problematiku životného prostredia zo strategického hľadiska,
2. podrobnejšie údaje a technológie sú často nedostupné.

Obr. č. 5: Rámec procesu vyhodnocovania



Zdroj: BAI et al., 2010

Medzi najvýznamnejšie znečisťujúce látky podľa EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (2013) vypúšťané líniovou dopravou patria:

- prekursori ozónu (CO – oxid uhoľnatý, NO<sub>x</sub> – oxidy dusíka, VOC – prchavé organické zlúčeniny);
- skleníkové plyny (CO<sub>2</sub> – oxid uhličitý, CH<sub>4</sub> - metán, N<sub>2</sub>O – oxid dusný);
- okysľujúce látky (NH<sub>3</sub> - amoniak, SO<sub>2</sub> – oxid siričitý);
- prachové častice (PM);
- karcinogénne druhy;
- toxické látky a
- ťažké kovy.

Empirické dôkazy ukázali, že existujú 2 typy znečistenia ovzdušia spôsobené cestnou premávkou (FAIZ, 1993):

- látky znečisťujúce ovzdušie, ako prach a dym asfaltu (ktoré sú dočasné) vyrobené vo fáze výstavby,
- znečistenie z výfukových plynov vrátane hlavných znečisťovateľov ovzdušia vyrobených najmä v prevádzkovej fáze, ktorá je kľúčovou pri väčšine SEA.

Je zrejmé, že vplyvy na životné prostredie z dopravy sa líšia, pokiaľ ide o ich priestorové rozloženie od globálnej po lokálnu (FISCHER, 2006). Priestorové rozšírenie určitej znečisťujúcej látky je určená jej vlastnými atribútmi a životným prostredím, ako je napríklad aj meteorologický stav (MEDIAVILLA-SAHAGÚN & APSIMON, 2006; JOAO, 2007; OZDEN et al., 2008). Čo sa týka skleníkových plynov, ako je CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> a N<sub>2</sub>O, globálna koncentrácia je v záujme bez ohľadu na okamžitý meteorologický stav, takže celkové emisné zásoby sú cenné v poskytovaní odhadu príspevkov z dopravy na znečistenie ovzdušia v porovnaní s inými aktivitami (FAIZ, 1993).

Líniová doprava sa líši od ostatných zdrojov znečistenia v tom, že jeho emisie sú uvoľňované v tesnej blízkosti ľudských receptorov. Tým sa znižuje možnosť zriedenia emisií v atmosfére, aby ich urobila menej pravdepodobnými k poškodeniu ľudského zdravia. Rozdelenie ľudských receptorov je ťažké identifikovať a potrebné meteorologické údaje nie sú často k dispozícii, avšak je potrebné zväžiť negatívne dopady automobilových výfukových plynov na okolitých ľudí. Je všeobecne uznané, že vo väčšine prípadov dochádza k zvýšeniu emisií v mieste a čase aktívnej dopravy (COLVILE et al., 2001) a znečisťujúce látky sú vtedy dočasne lokalizované pri povrchu vozovky.

Na identifikáciu dôležitých otázok, vrátane hlavných znečisťujúcich látok a metód na riešenie nečistôt, zber dát by mal byť jednoduchý, avšak pri zbere dát dochádza často ku komplikáciám (RODRIGUEZ-BACHILLER, 2000):

- skutočne neexistuje alebo existuje len málo údajov o niektorých otázkach,
- obmedzenie množstva dát, ktoré môžu byť zhromaždené kvôli určitej časovej lehote,
- existuje množstvo dát, ale nízkej kvality,
- údaje zozbierané z rôznych odvetví sú väčšinou rôznych mierok.



### **3.3 Prognózy založené na expertných odhadoch**

Plánovanie je komplexná činnosť, ktorá využíva široké spektrum metód a techník. Ich úlohou je umožniť vypracovanie plánu, resp. jeho časti, presnejšie a efektívnejšie. Jednotlivé metódy a techniky využité pri stratégiách a plánoch pre prognózy sú uvedené nižšie.

#### **3.3.1 SWOT analýza**

SWOT analýza je metóda za ktorej pomoci je možné identifikovať silné a slabé stránky, príležitosti a hrozby, ktoré sú spojené s plánom, stratégiou a pod. Pomocou tejto analýzy je možné komplexne vyhodnotiť fungovanie plánu, nájsť problémy alebo nové alternatívne riešenia. Je súčasťou strategického, dlhodobého plánovania (KOTLER, 2004). Základ metódy spočíva v klasifikácii a ohodnotení jednotlivých faktorov, ktoré sú rozdelené do 4 základných skupín. Vzájomnou interakciou faktorov, na jednej strane silných a slabých stránok voči príležitostiam a nebezpečenstvu, na strane druhej je možné získať kvalitatívne informácie, ktoré charakterizujú a hodnotia úroveň ich vzájomného stretu (TOMEK, 2001). V rámci analýzy je vhodné hľadať vzájomné väzby, ktoré môžu byť použité pre stanovenie stratégie alebo rozvoja a pod.

#### **3.3.2 Brainstorming**

Podľa STOJANOVA (2006) je táto metóda používaná hlavne v prípravnej fáze projektu. Jedná sa o skupinovú techniku zameranú na generovanie čo najviac alternatív na danú problematiku a je založená na výkone skupiny. Nosnou myšlienkou je predpoklad, že ľudia v skupine na základe podnetov ostatných vymyslia viacej, než by vymysleli jednotlivo (MIKOLAJ et al., 2005). Brainstorming prináša nové nápady ako riešiť problémy a napomáha k zmierneniu konfliktov. Táto metóda je organizačne rozdelená do prípravnej fáze, vlastného sedenia, kde sa aj určia pravidlá vedenia brainstormingu a nakoniec hodnotenia a implementácie výsledkov.

#### **3.3.3 Morfológická analýza**

Táto analýza vychádza z identifikácie riešenia všetkých možných problémov, ktoré následne vytvárajú základňu pre možnú budúcnosť. Aplikácia morfologickej analýzy vyžaduje od členov tímu odborné znalosti problému ako aj samotnej metódy a podmienku otvorenej a kritickej spolupráce členov tímu. Postup aplikácie metódy definoval STOJANOV (2006) nasledovne:

- definovanie problému,
- systematické identifikovanie všetkých alternatív,
- eliminácia možností so zohľadnením ich reálnej možnosti aplikácie,
- výber možnosti a zdôvodnenie.

#### **3.3.4 Stromy významnosti**

Metóda Stromu významnosti je podľa STOJANOVA (2006) založená na členení širokej témy do stále užších tém. Výsledkom je stromový diagram, ktorého jeden z cieľov je uľahčenie pochopenia témy. Metóda má hierarchickú štruktúru od viac abstraktných až ku konkrétnym detailom. Aspekty sú radené a kvantitatívne hodnotené podľa relatívnej významnosti. Jednotlivé vetvy predstavujú rozhodovacie úrovne, príp. alternatívne spôsoby riešenia (MIKOLAJ et al., 2005).

### **3.3.5 Delfská metóda**

Pre riešenie problému touto metódou je vytvorený riešiteľský a expertný tím. Riešiteľský má za úlohu sformulovať otázky, ktoré následne predá tímu expertov, ktorý nájde na ne odpovede (MIKOLAJ et al., 2005). Patria medzi najužívanejšie kvalitatívne analýzy a metódy expertného odhadovania. Podobne ako brainstorming, sa využíva na generovanie nových neobvyklých nápadov, ale na rozdiel od neho je jej hlavnou nevýhodou časová náročnosť. Princípom tejto metódy podľa LACKA (2001) sú nezávislý experti, ktorí pracujú anonymne a odhad je upresňovaný cez niekoľko kôl pomocou spätnej väzby. Výsledky sú štatisticky spracované a odôvodnené expertmi.

### **3.3.6 Ganttov diagram – grafická metóda plánovania**

Ganttov diagram je možné využiť k zobrazeniu časovej náročnosti a postupnosti jednotlivých častí projektu. Pre riadenie a kontrolu je potrebné primerane detailné a zároveň realistické plánovanie (PŮLPITEL, 2011). Okrem nadväznosti jednotlivých čiastkových častí projektu sa sleduje aj miera plnenia zadaných úloh a celková časová náročnosť. Slúži hlavne ako vizuálny prehľad o priebehu sledovaného procesu. Proces spracovania diagramu MIKOLAJ et al. (2005) charakterizuje takto:

- identifikácia hlavných činností projektu,
- priradenie trvania činnosti a časovej sekvencie činnosti.

## **3.4 Prognózy založené na simulácií**

### **3.4.1 Plánovanie scenárov**

Simuláciu opisuje MIKOLAJ et al. (2005) ako modifikovanie vstupných premenných s cieľom zmeniť výstupné veličiny modelového procesu. Zvyčajne sa postup spája s tvorbou matematického modelu. Výsledok je možné analyzovať vo vzťahu k deklaroványm cieľom zo strategického plánu a pod. Ide vlastne o generovanie scenárov na základe zmenených vstupných dát a predpokladov. Simuláciou je možné ohodnotiť pravdepodobné riziká a s ohodnotením rizík na vstupné premenné je možné odhadnúť potrebu alternatívneho riešenia. Uvedený postup bez konštrukcie formálneho modelu nie je jasne štruktúrovaný a tým môže dôjsť k neistotám pri výsledných scenároch. V spojení s počítačovou technikou tvorí veľmi silný a účinný nástroj plánovania.

### **3.4.2 Rozptylové štúdie**

ATEM s.r.o. (2013) opisuje rozptylové štúdie ako výsledky modelových výpočtov, miery ovplyvnenia kvality ovzdušia jedným alebo viacerými zdrojmi znečisťujúcich látok, ktoré sú spracované na základe záväzných metód pre výpočet rozptylu znečisťujúcich látok v ovzduší. Pre územné plány a rozvojové koncepcie rozptylové štúdie predstavujú podklad pre porovnávanie rôznych variant riešení, súčasť SEA posúdení a podklady pre vhodné umiestňovanie plôch obytnej zástavby, prípadne potrebu realizácie nových obchvatov z hľadiska uľahčenia komunikácie od líniovej dopravy a tým pádom aj menšie záťaže na zdravie obyvateľstva. Rozptylové štúdie môžu byť spracované pre jednotlivé lokality cez väčšie oblasti ako krajské a národné štúdie. Modelové výpočty sú väčšinou spracované v systémoch a programoch adaptabilných s GIS, aby bolo možné ďalšie spracovanie zadávateľom.

Podľa štúdií NATIONAL INSTITUTE OF WATER AND ATMOSPHERIC RESEARCH (2004), rozptylové štúdiá sú založené na matematických simuláciách fyziky a chémie vyplývajúcich z dopravy, disperzií a transformácií škodlivín v ovzduší. Pomocou odhadov smeru vetra a imisných koncentrácií sú poskytnuté informácie o emisiách znečisťujúcich látok a povahy atmosféry (JOHNSON et al., 2010 ex. DANISH 2013). Proces modelovania znečistenia ovzdušia je zložená zo štyroch fáz (vstupné dáta, disperzné výpočty, vyplývajúce koncentrácie a analýza). Presnosť a neistota každej fázy musí byť známa a vyhodnotená s cieľom zabezpečiť spoľahlivé posúdenie významu každého potenciálneho nepriaznivého účinku. V súčasnej dobe sú najčastejšie používané rozptylové modely na základe Gaussovského modelu rozptylu.

Výsledky modelovania podľa NATIONAL INSTITUTE OF WATER AND ATMOSPHERIC RESEARCH (2004) môžu byť použité na:

- posudzovanie zhôd emisií s kvalitou ovzdušia, kritériami a štandardmi,
- plánovanie nových stavieb,
- správu existujúcich emisií,
- navrhovanie nových monitorovacích sietí,
- určenie hlavných prispievateľov do súčasných problémov spojených so znečistením ovzdušia,
- hodnotenie politík a zmiernenie stratégií,
- predpovedanie trendov znečistenia,
- hodnotenie rizík a plánovanie pre riadenie výnimočných udalostí, ako sú náhodné úniky nebezpečných látok,
- odhad vplyvu geofyzikálnych faktorov na disperziu.

### **3.5 Modely pre výpočet emisií**

Existencia spoľahlivých emisných faktorov je základom pre výpočet emisií z líniovej dopravy (ĎURČANSKÁ & MORAVČÍK, 2003). Charakterizujú produkciu emisií znečisťujúcich látok pre všetky základné kategórie cestných motorových vozidiel rôznych emisných úrovní (bez katalyzátora, s katalyzátorom) v závislosti od inžiniersko-dopravných informácií (rýchlosť jazdy, sklon vozovky) a použitej pohonnej hmoty (benzín, motorová nafta, LPG – skvapalnený ropný plyn, zemný plyn).

Nasledujúce modely predstavujú rôzne úrovne metodologickej zložitosti. Matematické modelovanie sa vykonáva na základe dopravnej prognózy. Trasa komunikácie musí byť umiestnená do súradnicového systému. Študované územie okolo trasy alebo objektu sa rozdelí na sieť bodov so vzájomnou vzdialenosťou 10 až 100m, podľa veľkosti územia pre ktoré sa vypočítava produkcia emisií (ĎURČANSKÁ & MORAVČÍK, 2003). Výsledkami sú väčšinou výpočty celkovej produkcie škodlivín do voľnej atmosféry (kg/deň) a koncentrácie škodlivín v ovzduší ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

V závislosti od typu modelu sú potrebné rozdielne vstupné údaje, ale medzi základné údaje patria (ĎURČANSKÁ & MORAVČÍK, 2003):

- emisné faktory pre súčasný a budúci vozový park,

- objem dopravy a jej zloženie podľa druhov vozidiel,
- pozdĺžny sklon komunikácie,
- mestský režim dopravy (plynulosť jazdy vozidla, zástavba v okolí cesty),
- časový interval hodnotenia produkcie emisií,
- rýchlosť jazdy vozidla,
- poveternostné podmienky (smer a rýchlosť vetra),
- klimatické podmienky (podľa Pasquill-Giffordovských kategórií stability).

### 3.5.1 Model MEFA

Program umožňuje výpočet univerzálnych emisných faktorov pre všetky základné kategórie vozidiel rôznych emisných úrovní, pričom zohľadňuje tiež ďalšie zásadné vplyvy na hodnotu emisných faktorov – rýchlosť jazdy, pozdĺžny sklon vozovky i starnutie motorových vozidiel. Program umožňuje výpočet emisných faktorov pre široké spektrum znečisťujúcich látok. Zahŕňa nielen hlavné zložky výfukových plynov, ale aj látky rizikové pre ľudské zdravie (aromatické a polyaromatické uhľovodíky, aldehydy), reaktívne organické zlúčeniny, ktoré predstavujú hlavné prekursorov tvorby prízemného ozónu a fotooxidačného smogu (alkény).

Výpočet emisných faktorov pre motorové vozidlá vyžaduje zadanie nasledujúcich vstupných údajov (ATEM s.r.o., 2013):

- výpočtový rok: determinuje emisnú úroveň vozidla,
- kategória vozidla: osobný automobil, ľahký nákladný automobil, ťažký nákladný automobil,
- palivo: benzín, nafta,
- emisná úroveň: časový harmonogram vstupu emisných limitov EURO do platnosti v Európskej únii,
- rýchlosť jazdy,
- pozdĺžny sklon vozovky.

### 3.5.2 Model TREM

Model je zameraný na znečisťujúce látky CO, NO<sub>x</sub>, VOC, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> a PM<sub>10</sub>. Celkové emisie znečisťujúcej látky  $E_p$  za každý jednotlivý úsek vozovky sa odhaduje podľa modelu nasledovne (BORREGO et al., 2004):

$$E_p = \sum (e_{ip}(v) \times N_i) \times L, \quad (1)$$

kde  $e_{ip}(v)$  je emisný faktor (g/km) pre znečisťujúcu látku  $p$  vozidla triedy  $i$ , definovaný ako funkcia priemernej rýchlosti  $v$  (km/h),  $N_i$  počtu vozidiel triedy  $i$  a  $L$  dĺžky úseku cesty (km). Okrem priemernej rýchlosti, emisný faktor závisí aj od druhu paliva, objemu motora a technológie.

Model TREM spĺňa dve kritériá:

- udržanie úrovne dostupných detailov z pôvodnej metodiky,
- umožní použitie modelu, kedy podrobný opis vozového parku nie je možný.

Výstup dát obsahuje mieru emisií pre každý jednotlivý úsek vozovky s časovým rozlíšením závislých na vstupných informáciách o objeme prevádzky. Týmto spôsobom môžu byť emisie odhadnuté na hodinovej, dennej alebo ročnej báze. Pre ľahšie spracovanie priestorových údajov a zlepšenie výsledných emisných dát do

požadovaného formátu, TREM je spojený s GIS (BORREGO et al., 2004). TREM je pripravený na čítanie vstupných dát priamo zo súboru \*.dbf a ukladať nové výpočty do pôvodného súboru. Odhady emisií tak možno vizualizovať, analyzovať a spracovávať pomocou GIS.

### 3.5.3 Model COPERT III.

Metodika COPERT III. sa vzťahuje na emisie výfukových plynov CO, NO<sub>x</sub>, VOC, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, SO<sub>x</sub>, prachové častice (PM), PAH (polycyklické aromatické uhľovodíky) a POP (perzistentné organické polutanty), dioxíny, furány a ťažké kovy obsiahnuté v palive. Podrobné rozdelenie VOC je taktiež zahrnuté v modely, pre rozlíšenie emisií uhľovodíkov. Podľa podrobnosti dostupných informácií a metodiky pre výpočet emisií, vyššie uvedené znečisťujúce látky môžu byť rozlíšené do nasledujúcich skupín uvedených podľa autorov NTZIACHRISTOS & SAMARAS (2000):

- Znečisťujúce látky, u ktorých existujú podrobné údaje a na základne konkrétnych emisných faktorov pokrývajú rôzne dopravné situácie a stavy motora,
- Emisie závislé na spotrebe pohonných hmôt. Spotreba paliva je počítaná so špecifickými faktormi spotreby,
- Znečisťujúce látky, u ktorých sa používa zjednodušená metodika kvôli absencii podrobných údajov,
- VOC profily sú odvodené ako podiel z celkových emisií VOC.

Vstupné premenné sú:

- palivo (spotreba, špecifikácia podľa druhu),
- údaje o činnosti (počet vozidiel podľa typu, najazdené kilometre podľa rôznych podmienok),
- podmienky jazdy (priemerná rýchlosť daného typu vozidla),
- ostatné premenné ( klimatické podmienky, priemerná jazdná vzdialenosť, atď.).

Výstupy opisujú emisné faktory podľa typu emisií (horúce, chladné, evaporácia), kategórie vozidla a kategórie cesty. Z týchto výsledkov je možné vypočítať emisie všetkých znečisťujúcich látok pre typy vozidiel cestnej premávky.

## 4 METODIKA

### 4.1 Stanovenie hodnotenia metód a techník prognózovania

Metódy pre tvorbu prognóz uvedené v literárnej rešerši boli posudzované podľa jednotlivých kritérií, ktoré hodnotia ich účinnosť a tým zefektívnia proces SEA. Vybrané kritériá boli poskladané na základe štúdií od DONELLYHO et al. (2006) a MIKOLAJA et al. (2005):

- vstupné dáta – vyhodnocuje metódy z hľadiska získania podkladových dát od najľahšie po najťažšie získaného, vhodných pre vypracovanie cieľa;
- čas – posudzuje metódy tvorby prognóz z hľadiska časovej náročnosti od najkratšej až po najdlhšiu dobu vypracovania prognózy;
- financie – vyhodnocuje metódy s ohľadom na náročnosť nákladov potrebných k uskutočneniu analýz a vyhodnoteniu cieľa;
- vyhodnotenie dlhodobých trendov – hodnotí efektivitu metódy z hľadiska tvorby prognóz od dlhšieho časového obdobia (roky) po kratšie časové obdobie (mesiace);
- kvalita výstupov:
  - presnosť – posudzuje metódy podľa ich presnosti vo výstupoch;
  - neistoty – hodnotí metódy podľa neistôt ktoré sa môžu vyskytnúť vo výstupoch.

### 4.2 Postup pre stanovenie cieľov a ich rozboru

Podľa štúdií od FISCHERA (2006) sú rozdelené vplyvy dopravy od globálnych po lokálne. Na tomto základe boli vytvorené tabuľky na troch úrovniach podrobnosti – národnej, regionálnej a lokálnej. Každá úroveň má svoje hlavné ciele prebraté z dopravných stratégií a plánov a sú zamerané na kvalitu ovzdušia. Následné sú rozpísané podľa potrebných podkladových údajov a možnosti zdrojov pre získanie týchto údajov. Poslednou časťou rozboru je stanovenie aktuálnych metód hodnotenia cieľa v rámci procesy SEA a návrh metód a techník, ako by sa efektívne mali hodnotiť ciele vytvorených na základe teórií RODRIGUEZ-BACHILLERA & GLASSONA (2003).

Vymenované stratégie sú zozbierané z informačného portálu CENIA Českej republiky, cez ich vytvorený informačný systém SEA a na Slovenku z informačného portálu rezortu Ministerstva životného prostredia, cez ich informačný systém EIA/SEA. Zahraničné stratégie neboli zahrnuté v tejto práci, keďže neboli nájdené vhodné databázy SEA projektov.

Stratégie sú vybrané na základe troch úrovní - národná, regionálna a mestská (lokálna). Na národnej úrovni boli vybrané Dopravné politiky Slovenskej a Českej republiky a stratégie súvisiace s vývojom dopravnej infraštruktúry. Na regionálnej úrovni sú to koncepty a programy ohľadom znižovania emisií v Libereckom, Karlovarskom a Zlínskom kraji. V tejto úrovni nie sú uvedené slovenské príklady, keďže ich ciele sa väčšinou zhodujú. Územný generel Bratislavy a Strategický plán pre mesto Chrudim sú uvedené na mestskej úrovni. Regionálna a mestská úroveň je taktiež doplnená cieľmi z národných dopravných plánov a stratégií. Ciele v rámci

jednotlivých SEA boli vybrané na základe významnosti nakoľko ovplyvňujú kvalitu ovzdušia a sú rozdelené do úrovní, na ktorých majú byť riešené.

### **4.3 Posudzovanie navrhnutých cieľov pre SEA**

Environmentálne kritériá pre vyhodnotenie cieľov sú prevzaté zo štúdie o vylepšení procesov SEA od DONELLY et al. (2006). Tieto kritériá sú stanovené na zabezpečenie environmentálnych cieľov pre splnenie kritérií vyhodnotení v SEA a v práci sú aplikované na navrhované ciele „Stratégie rozvoja dopravy a dopravných stavieb mesta Košice“ (ďalej len „dopravná stratégia“) z roku 2015. Touto štandardizáciou by mal byť proces efektívnejší, náklady znížené, opakované úsilie minimalizované a súdržnosť zaistená, čím by sa zvýšil potenciál pre SEA posudzovanie.

Aby bolo možné vyhodnotiť navrhované ciele SEA pre dopravnú stratégiu mesta Košice, bola vypracovaná metodika čo presne majú spĺňať stanovené kritériá. Ak cieľ nespĺňa väčšinu kritérií, môže byť vyradený. Kritériá podľa štúdie DONELLY et. al (2006) sú nasledovné:

- Relevantnosť k existujúcim politikám

Toto kritérium zaisťuje, že cieľ je v súlade s významnými cieľmi politik životného prostredia, noriem, záväzkov už existujúcich na rôznych úrovniach plánovania. Napríklad ciele týkajúce sa zámerov stanovených Európskou úniou ako je „Európa 2020: Stratégia pre inteligentný, udržateľný a inkluzívny rast“, „Biela kniha - Plán jednotného európskeho dopravného priestoru - vytvorenie konkurencieschopného dopravnému systému efektívne využívajúceho zdroje“, „Biela kniha- Adaptácia na zmenu klímy: Európsky rámec opatrení“ v európskom meradle, „Národná stratégia BESIP“ pre ČR v národnom meradle a rôzne iné národné a miestne normy by sa mali zahrnúť do SEA cieľov.

- Rozsah environmentálnych dopadov

Opatrenia a riešenia stanovených cieľov by mali pokrývať rôzne stresori a situácie. V tomto prípade by mali opatrenia schopné reagovať na širšie rozmedzie podmienok životného prostredia týkajúceho sa vplyvu, hodnotiaceho sa vo vhodnom časovom rámci a geografickom rozsahu. Zber údajov pre splnenie cieľa môže niekedy presahovať konkrétny problém, zhromaždené informácie môžu presahovať objem údajov skutočne nameraných, ktoré sú v hlavnom záujme. Toto kritérium by mohlo znížiť náklady a zdvojenie úsilia, zatiaľ čo v rovnakej dobe zaisťuje maximálne využitie zdrojov.

- Sledovanie trendov

Toto kritérium potrebuje dáta zbierané dostatočne dlhý čas, aby mohol ukázať trendy, ktoré majú byť identifikované a analyzované. Indikátory na splnenie stanoveného cieľa by mali byť citlivé na zmeny (už malé zmeny môžu ukázať merateľné výsledky) a merateľné (mal by byť kvantifikovaný jednoducho použitím štandardnej metodológie so známym stupňom výkonu a presnosti). Okrem toho by malo byť možné pravidelné aktualizovanie (v ideálnom prípade byť súčasťou existujúcej monitorovacej siete malo byť nastavené minimálne časové oneskorenie

medzi zberom a vykazovaním dát, aby bolo zabezpečené hlásenie aktuálnych trendov). V rámci cieľa by trendy mali byť na vhodnom časovom a geografickom horizonte v súlade so stratégiou alebo plánom. Pomocou týchto trendov by mohli byť rozlíšené významné rozdiely v ekologických stavoch s vysokým stupňom rozlíšenia, v závislosti od získaných dát a v prípade núdze rýchlo a vhodne reagovať na vplyvy.

- Láhka zrozumiteľnosť

Opatrenia pre splnenie cieľa by mali byť vysvetlené na patričnej úrovni pre rozhodovaciu právomoc a širokú verejnosť. Napríklad, index kvality vody môže byť zložený z niekoľkých chemických a biologických parametrov, ale to, čo je dôležité pre rozhodovateľa a verejnosť je, či voda je vhodná na kúpanie alebo pitie, alebo či je možné v nej udržať populáciu rýb. Nie je nutné poznať technické detaily za výpočtami, má sa ale poukázať na zlepšujúci alebo zhoršujúci sa trend v čase. Odôvodnenie navrhovaných opatrení pre splnenie cieľov by mal byť jednoduchý, jasný, dostatočne pochopiteľný s krátkym vysvetlením.

- Vhodnosť a kvalita dát

Údaje použité pre stanovenie výsledkov by mali byť dostatočne podporené metodikami, systémom pre správu zozbieraných dát, postupmi zabezpečenia kvality s cieľom zabezpečiť vhodnú reprezentáciu cieľa. Údaje by mali byť jasne definované, overiteľné, vedecky prijateľné a ľahko reprodukovateľné. Matematické metodiky, napr. pre výpočet emisií a imisií sú praktické ale môžu byť nákladné a technicky zložité. Problémy často spôsobujú náklady na monitorovanie, dostupnosť skúsených špecialistov, praktické uplatnenie technológie a vplyv použitého systému na životné prostredie.

- Uprednostňovanie kľúčových problémov a poskytovanie včasných varovaní

Významom tohto kritéria je, aby ciele obsahovali nástroje pre stanovenie priorít, ktoré časti životného prostredia sú najproblémovejšie. Sledovaním environmentálnych indikátorov by mohli byť zvýraznené oblasti vystavené najväčšiemu riziku poškodenia, čím sa definujú prioritné problémy, ktoré vyžadujú väčšie množstvo pozornosti. Napríklad regionálny lesný plán môže mať významný vplyv na pôdy (vzhľadom použitia ťažkej techniky pri výsadbe) a povrchové vody (prebytok nerozpustených látok v odtoku v priebehu určitých operácií). Pritom tam je nevýznamný vplyv na ľudské zdravie a podnebie. Preto väčšie množstvo zdrojov by sa mal klásť na zistenie a kontrolu vhodného ukazovateľa pôdy a vody, než na iné receptory v oblasti životného prostredia, na preukázanie vplyvov. Okrem toho, ukazovatele môžu poskytnúť včasné varovanie potenciálnych problémov, ako je zmena podmienok prostredia. Účelom mechanizmu včasného varovania je aplikácie včasných systémov než dôjde nenapraviteľná škoda.

- Adaptabilita

Monitorovanie pôvodných ukazovateľov rozhoduje o zabezpečení meraní, čo sa má merať a dosiahnuť tým určený cieľ. V rôznych fázach plánu sa môže stať prvoradý indikátor aj nadbytočným. Napríklad, kvalita ovzdušia v zmysle prachových častíc (PM<sub>10</sub>) môže byť dôležitým vplyvom pri výstavbe ciest, ale ak sa výstavba skončí, ostatné znečisťujúce látky sa môžu stať významnejšími prispievateľmi k emisiám.



Preto je po čase vždy potrebné aktualizovať stav, aby odrážal zmenu. (KURTZ et al., 2001).

- Identifikovanie konfliktu medzi cieľmi plánu a cieľom SEA

Vo viacerých prípadoch vzniká konflikt medzi rozvojom a ochranou životného prostredia. Vyhodnotené ciele v procese SEA by mali obsahovať environmentálne indikátory, ktoré sú schopné rozoznať konflikt pri rannom štádiu, aby sa mohol dosiahnuť kompromis. Napríklad, pri tvorbe dopravných plánov zasahujúcich do určitých častí chráneného územia, by mal byť vyvinutý prah, ktorý určí akú časť by mohol zabráť dopravný plán bez výrazného zasiahnutia a ovplyvnenia chránenej oblasti. Ak sa tento prah prekročí, musí sa navrhnúť alternatívne riešenie.

#### 4.4 Výpočet emisií z lineárnej dopravy

V práci je použitá rovnica zo štúdií BAI et al. (2010), na základe ktorej sa vypočíta intenzita emisií znečisťujúcich látok ovplyvnená objemom dopravy, pomerom typov vozidiel, koeficientom škodlivín, podielom vozidiel používajúcich rôzne palivá a spotrebou paliva. Na základe kritérií časovej náročnosti, presnosti výsledku a potrebných dát v porovnaní s inými rovnicami, uvedených v dokumente od EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2013) a rovníc ktoré vychádzajú z Gaussovho modelu rozptylu, je rovnica podľa BAI et al. (2010) vhodným výberom pre výpočet emisií v tejto práci. Podklady k spracovaniu emisných máp a analýz boli získané na základe spolupráce s INTEGRA CONSULTING s.r.o. na „Stratégií rozvoja dopravy a dopravných stavieb mesta Košice“ z roku 2015. Pre výpočty a tvorbu emisných máp bol použitý software ArcGIS 10.3.

Podľa BAI et al. (2010), emisie znečisťujúcich látok do ovzdušia z líniových zdrojov je možné rozdeliť na dve časti v závislosti na pohonných hmotách (benzín alebo nafta). V práci bola použitá nasledujúca rovnica využívajúca benzín ako pohonnú hmotu:

$$P_g = \sum A_{gi} \times E_{gi} \times L_{gi} \times \rho_g \times 10^{-11}, \quad (2)$$

kde  $P_g$  znamená intenzitu emisií znečisťujúcej látky z vozidla používajúcej motor poháňaný benzínom na určitej časti cesty (t/km),  $A_{gi}$  je počet vozidiel typu  $i$  s benzínovým motorom,  $E_{gi}$  je emisný faktor znečisťujúcej látky z benzínového motora (g/kg pohonnej hmoty),  $L_{gi}$  je spotreba paliva na 100km vozidla typu  $i$  s benzínovým motorom (L/100 km) a  $\rho_g$  je hustota benzínu (747 kg/m<sup>3</sup>).

Aplikáciou rovnice v GIS dostaneme výpočet emisií znečisťujúcich častíc CO, VOC, NO<sub>x</sub>, N<sub>2</sub>O a NH<sub>3</sub>. Pre výpočet emisií prachových častíc PM<sub>10</sub> bol použitý dokument od EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2013). Táto rovnica môže byť použitá pre odhad emisií s vymedzeným priestorovým a časovým rozlíšením výberom vhodných hodnôt pre veľkosť a aktivitu (kilometre) vozového parku. Za účelom výpočtu emisií PM<sub>10</sub> zahrnutím oterov vozovky, pneumatík a brzdového obloženia je navrhnutá nasledujúca rovnica:

$$TE = \sum_j N_j \times M_j \times EF_{i,j}, \quad (3)$$

kde  $TE$  sú celkové emisie  $PM_{10}$  na definované časové obdobie a priestorové hranice (g),  $N_j$  je počet vozidiel v kategórii  $j$ ,  $M_j$  je priemerný počet prejazdených kilometrov na vozidlo v kategórii  $j$  (km) a  $EF_{i,j}$  je hmotnostný emisný faktor pre znečisťujúcu látku  $i$  a kategóriu vozidla  $j$  (g/km).

Emisné faktory pre jednotlivé znečisťujúce látky sú prebrané od EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2013) stanovené na základe priemerných hodnôt emisií získaných pri emisných skúškach a meraných často pri celkom odlišných podmienkach, prípadne bez zohľadnenia niektorých dôležitých faktorov, ovplyvňujúcich ich výslednú hodnotu, ako môžu byť podmienky v záujmovom území. Stanovené emisné faktory sa vzájomne značne odlišujú od emisných hodnôt vypočítaných modelmi ako MEFA a pod.

Pomocou programu ArcGIS 10.3 boli nasledujúce podklady použité k spracovaniu dát a mapových výstupov:

- ❖ *0\_2015.shp* - líniová vrstva znázorňujúca cestnú sieť v roku 2015, obsahujúcu údaje v atribútovej tabuľke:
  - o intenzite dopravy pre jednotlivé smery a typy vozidla (osobná doprava tam, osobná doprava späť, nákladná doprava tam, nákladná doprava späť),
- ❖ *0\_2030.shp* - líniová vrstva znázorňujúca cestnú sieť v roku 2030 bez zmien, obsahujúca údaje v atribútovej tabuľke:
  - o intenzite dopravy pre jednotlivé smery a typy vozidla (osobná doprava tam, osobná doprava späť, nákladná doprava tam, nákladná doprava späť),
- ❖ *1\_2030.shp* - líniová vrstva znázorňujúca cestnú sieť v roku 2030 po realizácii dopravnej stratégie, tzn. po realizácii obchvatu, obsahujúca údaje v atribútovej tabuľke:
  - o intenzite dopravy pre jednotlivé smery a typy vozidla (osobná doprava tam, osobná doprava späť, nákladná doprava tam, nákladná doprava späť).

Líniové dátové vrstvy sú vypracované s rozlíšením 50m. Dátová vrstva emisnej hustoty si umožňuje vytvoriť dobrú predstavu o rozložení znečisťujúcich látok a vytipovať najviac a najmenej zaťažené miesta a tiež oblasti, v ktorých dôjde k zmenám vplyvom realizácie koncepcie, vrátane ich relatívnej veľkosti.

Do atribútovej tabuľky líniových vrstiev *0\_2015.shp*, *0\_2030.shp* a *1\_2030.shp* boli pridané stĺpce s hodnotami jednotlivých emisných faktorov znečisťujúcich látok CO, VOC, NO<sub>x</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> a PM<sub>10</sub>. Emisné faktory boli rozdelené podľa typov vozidiel na osobné a nákladné. Ako motorové palivo bolo pri všetkých vozidlách použitý benzín, bez úvahy na ostatné palivá, kvôli nedostatku podkladových dát.

Nasledujúcim krokom bol výpočet spotreby paliva. Pre spotrebu paliva boli použité údaje od EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2013) a jednoduchý výpočet. Pre osobné vozidlá je uvedená spotreba benzínu 70g/km a pre nákladné vozidlá to je 100g/km. Keďže dátový podklad v GIS je rozdelený na 50 m úseky, spotreba paliva bola podľa tohto prepočítaná. Pre osobné vozidlá vyšla spotreba benzínu 3,5g na

50m a pre nákladné vozidlá to je 5g na 50m. Tieto hodnoty boli následne pridané do atribútových tabuliek vrstiev *0\_2015.shp*, *0\_2030.shp* a *1\_2030.shp*.

Emisie boli vypočítané použitím uvedených rovníc (2) a (3) aplikáciou *Raster Calculator* zvlášť pre osobné a nákladné vozidlá s benzínovým motorom. Výsledky z rôznych typov vozidiel boli spočítané pre vyhodnotenie celkových emisií jednotlivých znečisťujúcich látok. Ako mapový výstup bola spracovaná len častica PM<sub>10</sub>. V prílohe č. 1 a 2 sú uvedené výstupy pre nulový stav v roku 2030 a návrhový stav po realizácii dopravnej stratégie v roku 2030. Emisné toky látok CO, VOC, NO<sub>x</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> a PM<sub>10</sub> sú uvedené v tabuľke č. 9.

## 5 ZÁKLADNÉ CHARAKTERISTIKY STAVU OVDUŠIA

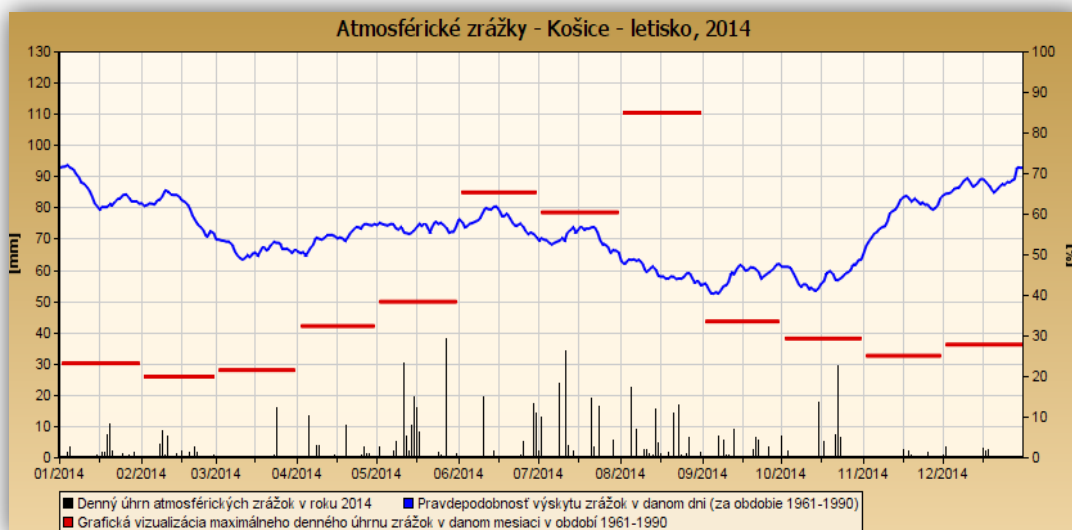
### 5.1 Klimatické pomery

Mesto Košice sa nachádza v Košickej kotline pretínanej údolím Hornádu. Klimatické pomery značne ovplyvňuje orografia územia. Z juhozápadu zasahuje do oblasti Slovenský kras, na východe Slanské vrchy a na severe sa rozkladá Slovenské rudohorie.

#### 5.1.1 Zrážky

Oblasť Košíc patrí do klimaticko-geografického typu nížinnej klímy teplej s ročným úhrnom zrážok 600 –850 mm. Klimatické pomery sú prevzaté zo zrážkovej stanice SHMÚ Košice – Letisko.

Obr. č. 6: Atmosférické zrážky za rok 2014



Zdroj: SHMÚ, 2015

#### 5.1.2 Teplota

Klíma v regióne je teplá a mierna vlhká, ovplyvňovaná kontinuálnym charakterom podnebia. Priemerná ročná teplota vzduchu za obdobie 1901-2000 je 8,6°C, pričom v posledných rokoch sa mierne zvyšuje priemerná teplota, pri menšej zrážkovej činnosti a pri súčasnom nameraní väčšej sumy slnečného svitu za rok. Extrémne hodnoty teploty vzduchu kolíšu v rozmedzí +37 až - 30°C. V roku sa vyskytuje v priemere 10 tropických (nad 30°C), 55 letných (nad 25°C), 116 mrazových a 37 ľadových dní (SHMÚ, 2015).

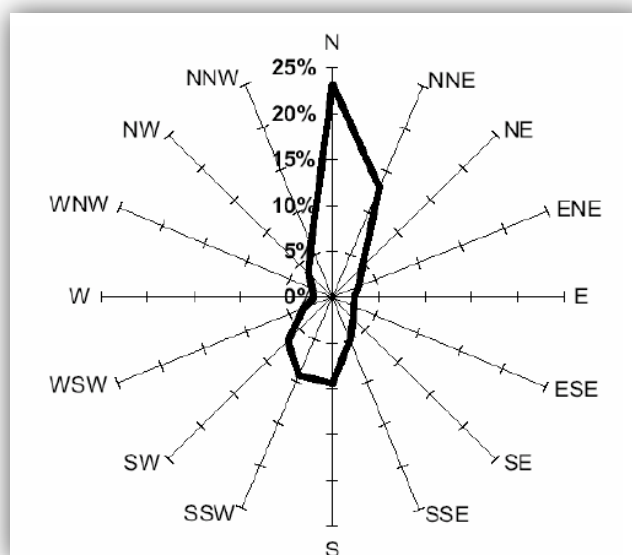
Čo sa týka vlhkosti vzduchu Košická kotlina patrí k oblastiam s najnižšou hodnotou tejto charakteristiky v regióne s ročným priemerom relatívnej vlhkosti vzduchu 75%. V roku sa v priemere vyskytuje 58 jasných a 126 zamračených dní, priemerné trvanie slnečného svitu je 2035 hodín do roka.

#### 5.1.3 Veternosť

Veterné pomery sú určené orografickou polohou oblasti. V priestore mesta Košice je

dominantné severné a južné prúdenie, ako je vidno na obrázku č. 7. Priemerná ročná rýchlosť vetra dosahuje 4,4 m/s, výskyt klimatického bezvetria je 10,3 % (SHMÚ, 2015). Najvyššiu priemernú rýchlosť dosahujú severné zložky prúdenia. Nepriaznivý stav pre mesto nastáva v prípade prúdenia vetrov južných smerov. Znečisťujúce látky sú unášané vetrom smerom do centra mesta. V meste sa nachádza veľké množstvo budov a iných terénnych prekážok, čo zhoršuje rozptyl škodlivých látok.

Obr. č. 7: Veterná ružica – Košická kotlina



Zdroj: SHMÚ, 2015

## 5.2 Znečistenie ovzdušia

Územie mesta Košíc patrí z hľadiska znečistenia ovzdušia medzi stredne až silne znečistené, pričom úroveň znečistenia je závislá prevažne na prevládajúcom smere prúdenia vetra (SHMÚ, 2015). Zo znečisťujúcich látok sa na znečistení ovzdušia podieľajú hlavne tuhé látky, ktoré prekračujú limitné hodnoty a sú následkom činností veľkých zdrojov znečisťovania, sekundárnej prašnosti a silnej automobilovej premávky v dopravných uzloch mesta. Imisie plyných látok - oxidu dusičitého  $\text{NO}_2$  a oxidu siričitého  $\text{SO}_2$  neprekračujú platné limitné hodnoty. Ostatné sledované plyné škodliviny, ako aj emitované tuhé kovy spĺňajú platné imisné limity priemernej ročnej koncentrácie.

Emisie pochádzajú predovšetkým z veľkých stacionárnych priemyselných zdrojov znečistenia ovzdušia lokalizovaných v oblasti Košíc. Najväčší podiel na znečistení ovzdušia majú železiarne (do r. 2000 VSŽ Košice, od r. 2000 U.S. Steel Košice), mestská tepláreň TEKO Košice a mestská spaľovňa tuhého komunálneho odpadu KOSIT.

K zdrojom znečistenia ovzdušia v Košiciach stále viac patrí automobilová doprava a to predovšetkým v hlavných dopravných koridoroch mesta a v obslužných komunikáciách centra mesta. Nárast intenzity cestnej dopravy spôsobuje zvyšovanie celoplošnej zaťažnosti komunikácií a zvyšuje množstvo emisií z

výfukových plynov (najmä CO, NO<sub>x</sub>, VOC), sekundárnu prašnosť a tým negatívne ovplyvňuje ovzdušie v dýchacej zóne človeka pri obmedzených rozptylových podmienkach v dôsledku mestskej zástavby. Limitné hodnoty PM<sub>10</sub> sú stanovené vo vyhláske Ministerstva pôdohospodárstva, životného prostredia a regionálneho rozvoja SR č. 360/2010 o kvalite ovzdušia, kde je stanovená 24 hodinová limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí a to 50 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>10</sub>, ktorá sa nesmie prekročiť viac ako 35 krát za kalendárny rok. Ročná limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí je 40 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>10</sub>. Výsledné emisné hodnoty pre častice PM<sub>10</sub> sú uvedené v tabuľke č. 1.

Tab. č. 1: Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt na ochranu ľudského zdravia za rok 2012.

Znečisťujúca látka	Ochrana zdravia									
	SO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	Benzén	
	1 hod.	24 hod.	1 hod.	1 rok	24 hod.	1 rok	1 rok	8 hod.	1 rok	
Limitná hodnota µg/m <sup>3</sup> (počet povolených prekročení)	350 (24)	125 (3)	200 (18)	40	50 (35)	40	28	10000	5	
<b>KOŠICE</b>										
Štefániková			0	32,3	<b>58</b>	34,9	22,1		1,7	
Amurská					<b>31</b>	28,7	19,3			

Zdroj: OKRESNÝ ÚRAD KOŠICE, 2014

Na zvýšenej úrovni znečistenia ovzdušia sa podieľajú najmä tuhé prašné častice a čiastočne aj oxidy dusíka. V meste Košice úroveň znečistenia tuhými časticami prekročila platné limitné hodnoty (ročné i denné) v niekoľkých predchádzajúcich rokoch. Zároveň možno skonštatovať, že toto znečistenie každým rokom narastá. Limitné hodnoty stanovené pre ostatné znečisťujúce látky neboli prekročené. V roku 2013 bol počet smogových dní (42) nameraných v Košiciach na lokálnej meracej stanici na Štefánikovej ulici (SHMÚ, 2014). Limitné hodnoty pre SO<sub>2</sub> a NO<sub>2</sub> sú uvedené v tabuľke č. 1.

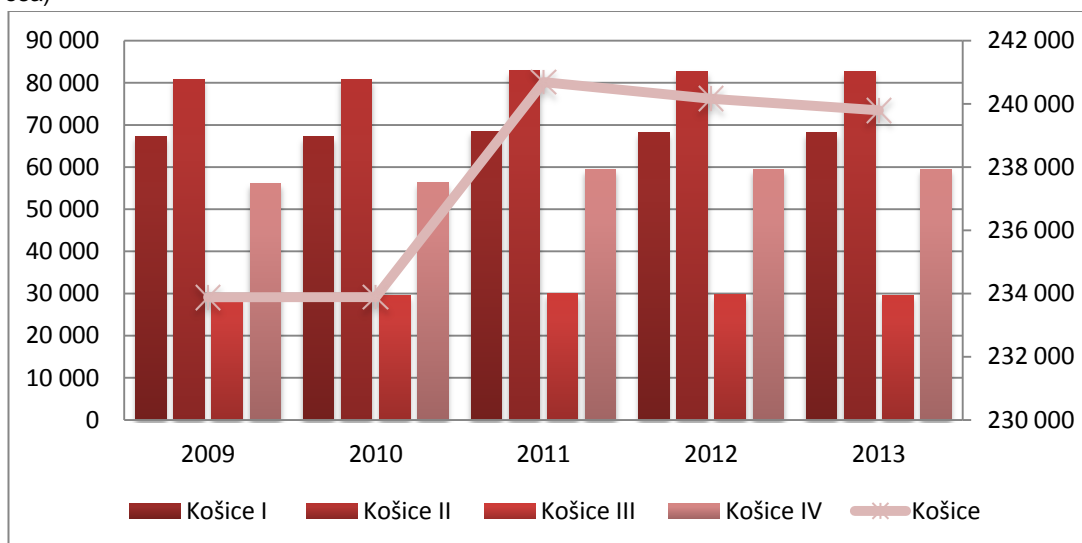
### 5.3 Demografické pomery

Mesto Košice je druhým najväčším a zároveň druhým najľudnatejším mestom Slovenskej republiky. Podľa Štatistického úradu SR k 31.12.2014 malo mesto Košice 239 464 obyvateľov, 114 790 mužov a 124 674 žien. Rozloha Košíc je 243 728 305 m<sup>2</sup> a hustota obyvateľstva bola v roku 2014, 983 obyvateľov/km<sup>2</sup>. V posledných rokoch má počet obyvateľov stagnujúci ráz alebo slabo klesá. Počet žien je vždy nepatrne vyšší než mužov. Vývoj počtu obyvateľov Košíc v rokoch 2009 až 2013 ukazuje nasledujúci obr. č. 8.

Veková štruktúra populácie Košíc prebehla v posledných dvoch desaťročiach pomerne dramatickými zmenami. Predlžovanie strednej dĺžky života a hlavne pokles plodnosti a počtu narodených detí predstavujú najvýraznejší prejav predchádzajúceho demografického vývoja na charakter vekovej pyramídy. V roku

2013 tvorilo obyvateľstvo vo veku do 14 rokov 17,3% a vo veku 65 a viac rokov 12,4% obyvateľstva. Výrazná tendencia starnutia je v okresoch Košice I a Košice IV.

Obr. č. 8: Vývoj počtu obyvateľov Košíc v rokoch 2009 – 2013 (pre celkový počet obyvateľ platí pravá osa)



Zdroj: JANUSOVÁ A., 2015

Ochorenie dýchacích ciest je rovnako významnou príčinou hrubej úmrtnosti u mužov a menej u žien. Úmrtnosť na ochorenie dýchacích ciest sa v sledovaných rokoch líši len málo. K zvýšeniu hrubej miery úmrtnosti v rokoch 2009 – 2013 dochádza v roku 2013 u žien, pravdepodobne spolu s nárastom fajčenia, čo ale nie je overené, avšak fajčenie u žien je významným zlozvykom ovplyvňujúcim zdravie žien v strednej Európe.

Tab. č. 2: Štandardizované miery úmrtnosti pre vybrané príčiny v Košiciach

	1996-2000	2006-2010	1996-2000	2006-2010
	muži		ženy	
<b>novotvary</b>	307,2	255,2	175,4	152,4
<b>choroby obehovej sústavy</b>	634,1	513,8	437,2	351,9
<b>choroby dýchacieho systému</b>	93,1	73,6	53,3	39,4
<b>choroby tráviaceho systému</b>	56,7	69,7	72	73
<b>vonkajšie príčiny</b>	106,6	82,7	24,3	26,2
<b>ostatné</b>	69,5	82,3	53,1	54

Zdroj: ŠPROCHA & ŠÍDLO, 2012

## 6 VÝSLEDKY

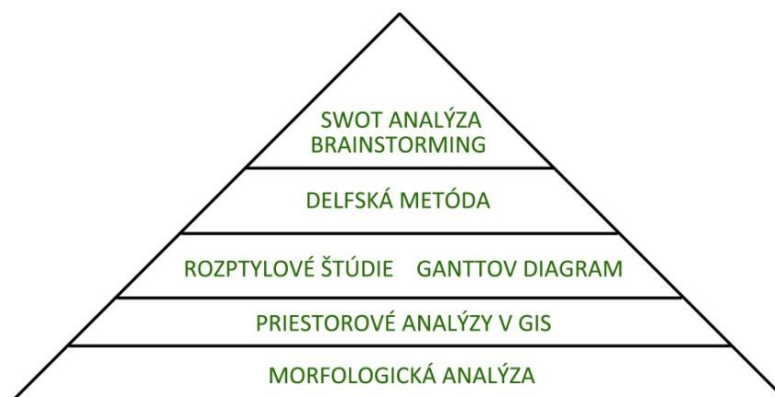
### 6.1 Efektivita jednotlivých metód hodnotenia

Ako najefektívnejšie pre hodnotenie cieľov v rámci SEA sú techniky a metódy, ktoré sú časovo úsporné, nákladovo nízke, výsledky neprinášajú so sebou neistoty a získavanie podkladov a dát pre tvorbu výstupov je ľahká, taktiež kvalita výstupov je vysoká a ukazuje dlhodobé trendy. Na základe týchto kritérií je vytvorená nasledujúca tabuľka č. 3., ktorá vyhodnocuje jednotlivé metódy expertných odhadov a priestorových analýz. Jednotlivé metódy sú zoradené podľa najúčinnejších až po menej účinné.

Tabuľka č. 3: Vyhodnotenie metód prognózovania

VSTUPNÉ DÁTA (od najľahšie získaného)	ČAS (od najkratšej doby)	FINANCIE (od najmenších nákladov)	VYHODNOTENIE DLHODOBYCH TRENDOV	KVALITA VÝSTUPOV	
				PRESNOŠŤ (od najväčšej)	NEISTOTY (od najmenších)
brainstorming	brainstorming	brainstorming	priestorové analýzy v GIS	rozptylové štúdiá	rozptylové štúdiá
Strom významnosti	SWOT analýza	SWOT analýza	rozptylové štúdiá	Ganttov diagram	Delfská metóda
SWOT analýza	Strom významnosti	Strom významnosti	brainstorming	Delfská metóda	Ganttov diagram
morfologická analýza	Ganttov diagram	Delfská metóda	Delfská metóda	priestorové analýzy v GIS	priestorové analýzy v GIS
Delfská metóda	morfologická analýza	morfologická analýza	morfologická analýza	SWOT analýza	morfologická analýza
Ganttov diagram	priestorové analýzy v GIS	Ganttov diagram	SWOT analýza	morfologická analýza	SWOT analýza
priestorové analýzy v GIS	Delfská metóda	priestorové analýzy v GIS	Strom významnosti	Strom významnosti	Strom významnosti
rozptylové štúdiá	rozptylové štúdiá	rozptylové štúdiá	Ganttov diagram	brainstorming	brainstorming

Výsledkom z tabuľky č. 3 je uvedená pyramída významnosti, ktorá ukazuje najefektívnejší spôsob pre tvorbu prognóz a opatrení pre splnenie daných cieľov dopravnej stratégie, čím uľahčí aj vyhodnocovanie SEA. Pyramída bola vytvorená spriemerovaním jednotlivých metód podľa ich poradia.





Ako najefektívnejšie nástroje na základe výsledkov sú brainstorming a SWOT analýza hlavne z hľadiska časovej úspornosti a kvality výstupov. Ďalšou účinnou metódou je Delfská analýza, ktorá je časovo náročnejšia, ale z hľadiska výstupov poskytuje kvalitné výsledky. Rozptylové štúdie a Ganttov diagram je spoľahlivý kvôli kvalitným podkladovým dátam a taktiež výstupom vysokej podrobnosti. Priestorové analýzy v GIS za použitia matematických rovníc sú širokého využitia pre rôzne situácie, ale prinášajú viacero neistôt vo výsledkoch, najmä kvôli problémom s podkladovými dátami. Morfológická analýza sa dostala podľa hodnotenia na koniec pyramídy, ako najmenej efektívna metóda hodnotenia spomedzi vybraných analýz.

## **6.2 Stanovenie cieľov pre vyhodnotenie SEA**

Na základe dopravných plánov a stratégií uvedených nižšie boli vybrané ciele, ktoré najviac ovplyvňujú kvalitu ovzdušia. Stanovením cieľov, na ktoré by sa SEA mala sústrediť sú porovnané výsledky na troch úrovniach, národnej, regionálnej a mestskej (lokálnej). V nasledujúcich tabuľkách č. 4, 5 a 6 sú rozbery cieľov podľa podkladových dát, ktoré boli potrebné aby sa mohli vyhodnotiť ciele. Ďalej sú uvedené zdroje odkiaľ je možné čerpať potrebné podklady a akou metodikou či postupom sa dostali k samotnému výsledku. Následne sú v poslednom stĺpci navrhnuté metódy, ktoré by sa mali používať na dosiahnutie ideálneho stavu.

Vybrané stratégie SEA sú zozbierané z informačných portálov Českej a Slovenskej republiky, kde sú vytvorené databázy SEA. Ciele sú vybrané z týchto uvedených stratégií SEA:

- Dopravná politika ČR pre obdobie 2014-2020 s výhľadom do roku 2050 (DP ČR)
- Operačný program Doprava 2014-2020 (OPD),
- Dopravná sektorová stratégia 2. fáza - 2013 (DSS),
- Dopravná politika SR do roku 2015 (DP SR),
- Strategický plán rozvoja dopravnej infraštruktúry SR do roku 2020 (SPRDI),
- Koncept znižovania emisií a imisií znečisťujúcich látok do ovzdušia v Libereckom kraji – 2006 (KZEL),
- Aktualizácia Programu znižovania emisií a Programu k zlepšeniu kvality ovzdušia Karlovarského kraja - 2010 (PZEKK),
- Koncept znižovania emisií a imisií v Zlínskom kraji – 2005 (KZEZ),
- Územný generel dopravy hlavného mesta SR Bratislavy – 2015 (ÚGD SR),
- Strategický plán udržateľného rozvoja mesta Chrudim 2015-2030 (CH).

Tab. č. 4: Ciele definované v uvedených stratégiách na národnej úrovni a ich rozbor

<b>NÁRODNÁ ÚROVEŇ</b>				
<b>CIELE (STRATÉGIA)</b>	<b>DÁTA</b>	<b>ZDROJE</b>	<b>SÚČASNÉ METÓDY STANOVENIA VPLYVOV</b>	<b>NAVRHOVANÉ METÓDY STANOVENIA VPLYVOV</b>
<b>Pokračovať v zavádzaní prísnejších legislatívnych obmedzení emisií z vozidiel (DP ČR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>počet vozidiel rozdelených podľa noriem EURO</li> </ul>	Štatistický úrad Ministerstvo dopravy Národné záväzky o znížení emisií Ministerstvo životného prostredia	Expertný odhad (nedefinované)	Expertný odhad (brainstorming)
<b>Pokračovať v príprave všetkých úsekov transeurópskej siete TEN-T a akcelerovať ich realizáciu (DSS)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>súčasná sieť TEN-T</li> <li>navrhovaná sieť TEN-T</li> </ul>	Eurostat Ministerstvo dopravy	Expertný odhad (Delfská metóda)	Expertný odhad (SWOT analýza, brainstorming)
<b>Znížiť emisie znečisťujúcich látok (NO<sub>x</sub>, VOC, PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>) zo sektoru líniovej dopravy (DP ČR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>emisie znečisťujúcich látok</li> </ul>	Hydrometeorologický ústav Eurostat Národné záväzky o znížení emisií Register emisií a zdrojov znečistenia ovzdušia Ministerstvo životného prostredia	Expertný odhad (Delfská metóda) Mapové výstupy o rozlohe a koncentrácií emisií v minulosti Tabuľkový výstup o koncentráciách v minulosti	Priestorové analýzy v GIS Mapové výstupy o rozlohe a koncentrácií emisií Tabuľkový výstup o koncentráciách
<b>Minimalizovať negatívne vplyvy dopravy na verejné zdravie, stabilitu ekosystémov v krajine, ich štruktúry, väzby a funkcie (DP ČR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podiel obyvateľov trpiacich chorobami dýchacích ciest</li> <li>súčasná emisie v regiónoch</li> <li>hustota obyvateľstva v</li> </ul>	Štatistický úrad Register emisií a zdrojov znečistenia ovzdušia Ministerstvo dopravy Ministerstvo zdravotníctva Ministerstvo životného	Priestorové analýzy v GIS Mapové výstupy o nových navrhovaných úsekoch prekrytých s hustotou obyvateľstva Expertný odhad (Delfská metóda)	Priestorové analýzy v GIS Mapové výstupy emisií prekrytých s hustotou obyvateľstva Expertný odhad (Delfská metóda)

	jednotlivých regiónoch	prostredia Štátny zdravotný ústav WHO (Svetová zdravotnícka organizácia) Európska komisia	(multikriteriálne metódy)	
<b>Vybudovať kvalitnú dopravnú infraštruktúru a vybaviť ju modernými technológiami ITS (DP ČR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• najproblémovejšie úseky cestnej siete</li> <li>• nehodovosť</li> </ul>	Ministerstvo dopravy Centrum dopravného výskumu	Expertný odhad (nedefinované)	Expertný odhad (Delfská metóda, morfologická analýza)
<b>Zohľadňovať dopravné problémy v plánoch rozvoja dopravy krajov na dosiahnutie emisných limitov (DP ČR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• denné limity znečisťujúcich látok</li> <li>• lokality s nadlimitnými hodnotami</li> <li>• intenzita dopravy v nadlimitných oblastiach</li> </ul>	Hydrometeorologický ústav Lokálne meracie stanice Register emisií a zdrojov znečistenia ovzdušia Ministerstvo dopravy	Expertný odhad (nedefinované)	Priestorové analýzy v GIS Expertný odhad (brainstorming)
<b>Zavádzať opatrenia k vyššiemu využívaniu koľajovej a vodnej dopravy (DP ČR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podiel železničnej, leteckej, vodnej a automobilovej dopravy využívanými obyvateľmi</li> </ul>	Štatistický úrad Ministerstvo dopravy	Expertný odhad (nedefinované)	Expertný odhad (brainstorming)
<b>Zavádzať opatrenia na dodržiavanie maximálnej povolenej rýchlosti na diaľniciach a rýchlostných cestách (DP ČR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• existujúce opatrenia pre kontrolu rýchlosti na hlavných ťahoch</li> <li>• povolené rýchlosti na vybraných komunikáciách</li> <li>• možné alternatívne opatrenia</li> </ul>	Ministerstvo dopravy Európska komisia Ministerstvo vnútra	Expertný odhad (nedefinované)	Posúdenie na základe priestorových analýz

<b>Oddeľovať motorovú a nemotorovú dopravu v závislosti na intenzite prevádzky (DSS)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• komunikácie najviac využívané cyklistami</li> <li>• intenzita dopravy na vybraných komunikáciách</li> <li>• existujúce cyklistické trasy</li> </ul>	Ministerstvo dopravy Krajské úrady	Expertný odhad (nedefinované)	Expertný odhad (morfológická analýza)
<b>Využiť možnosti satelitných navigačných systémov pre lokalizáciu nehodových miest a upozornenia vodičov (DSS)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nehodové lokality</li> <li>• podiel automobilov s navigačnými systémami</li> </ul>	Ministerstvo dopravy Európska komisia Centrum dopravného výskumu	Expertný odhad (nedefinované)	Expertný odhad (brainstorming, morfológická analýza)
<b>Vybudovať kvalitnú databázu pre plánovanie rozvoja dopravného sektoru (SPRDI)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• súčasné databázy na čerpanie podkladov pre plánovanie dopravy</li> </ul>	Ministerstvo dopravy Centrum dopravného výskumu	Expertný odhad (Delfská metóda)	Expertný odhad (brainstorming, Strom významnosti)
<b>Podporovať opatrenia vedúce k zvýšeniu podielu nízkoemisnej dopravy (OPD)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• počet vozidiel podľa druhu paliva</li> <li>• čerpacie stanice s alternatívnymi palivami</li> </ul>	Ministerstvo dopravy Štatistický úrad Krajské úrady	Expertný odhad (nedefinované)	Expertný odhad (brainstorming)
<b>Znižovať spotreby benzínu a motorovej nafty v doprave a ich náhrada alternatívnymi palivami (OPD)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• počet vozidiel podľa druhu paliva</li> <li>• druhy alternatívnych palív</li> </ul>	Štatistický úrad Ministerstvo dopravy Európska komisia	Expertný odhad (nedefinované)	Expertný odhad (Delfská analýza)

<b>Vytvárať podmienky pre vybavenie dopravnej infraštruktúry napájacími a plniacimi stanicami pre alternatívne energie (DP ČR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• existujúce stanice pre alternatívne energie</li> <li>• podiel vozidiel používajúcich alternatívne palivá</li> </ul>	Ministerstvo dopravy Európska komisia	Expertný odhad (nedefinované)	Expertný odhad (brainstorming, Strom významnosti)
<b>Vytvoriť podmienky pre rozvoj elektromobility (DSS)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podiel vozidiel poháňaných elektrickou energiou</li> <li>• lokality s nabíjacími stanicami</li> </ul>	Ministerstvo dopravy Európska komisia Krajské úrady	Expertný odhad (nedefinované)	Expertný odhad (brainstorming)

Na národnej úrovni boli najpoužívanéjšie pre vyhodnotenie cieľov expertné odhady bez použitia priestorových analýz. Väčšinou boli výsledky stanovené na základe brainstormingu. Šlo najmä o ciele, ktoré nemajú najväčšiu prioritu z hľadiska významu pre kvalitu ovzdušia ako zavádzanie opatrení pre vyššie využívanie koľajovej a vodnej dopravy, oddeľovať nemotorovú a motorovú dopravu, využiť možnosti satelitných systémov, rozvoj elektromobility, vytvárať plniace stanice s alternatívnymi energiami a pod. Ciele ako rozširovanie úsekov TEN-T, zníženie emisií, prekračovanie limitných hodnôt znečisťujúcich látok a súvisiace ciele boli vyhodnotené na základe skupiny špecialistov. Pri vypracovaní SEA pre Dopravnú sektorovú stratégiu v 2. fáze boli vytvorené skupiny z odborných pracovníkov príslušných sekcií ministerstva, jeho organizácií, agentúr a relevantných aktérov v každom zo spracovávaných dopravných módov. Na čele každej skupiny stál odborný garant reprezentovaný generálnym riaditeľom príslušnej sekcie a práca skupín bola v rámci skupiny koordinovaná externými expertmi. Všetky skupiny vypracovali analýzy za príslušný dopravný mód, ktoré identifikovali jeho kľúčové disparity a potenciálne faktory rozvoja. Tento princíp expertných odhadov je založený na Delfskej metóde. Vo väčšine dopravných stratégiách neboli vyhodnotené emisné hodnoty pre budúci stav. Odhady o emisiách boli založené na hodnotách z minulých rokov, ktoré neposkytovali podrobnejšie údaje. Mapové výstupy boli prevzaté z výstupov hydrometeorologických staníc. Pri niektorých stratégiách alebo politikách sú vypracované mapové výstupy ako výsledky priestorových analýz v GIS, ktoré ukazujú prípadné strety navrhovaných dopravných úsekov s hustotou obyvateľstva, ochranou prírody a krajiny. Taktiež boli spracované pomocou GIS výstupy o plánovaných a súčasných úsekoch TEN-T. Niektoré stratégie použili multikriteriálnu analýzu pre vyhodnotenie vplyvov emisií na verejné zdravie či ekosystémy.

Tab. č. 5: Ciele definované v uvedených stratégiách na regionálnej úrovni a ich rozbor

REGIONÁLNA ÚROVEŇ				
CIELE (STRATÉGIA)	DÁTA	ZDROJE	SÚČASNÉ METÓDY STANOVENIA VPLYVOV	NAVRHOVANÉ METÓDY STANOVENIA VPLYVOV
<b>Modernizovať dopravnú infraštruktúru s ohľadom na zabezpečenie kvalitnej dostupnosti všetkých krajov a s ohľadom na podporu regiónov (DP ČR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hustota cestnej siete v krajoch</li> <li>• kapacita cestných spojení</li> </ul>	Ministerstvo dopravy Krajské úrady Európska komisia	Expertný odhad (nedefinované)	Expertný odhad (SWOT analýza)
<b>Zlepšiť kvalitu ovzdušia znížením záťaže obyvateľov spôsobenej znečisťujúcimi látkami (NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> a benzo(a)pyrén) (PZEKK)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• emisie zneč. látok</li> <li>• denné limitné hodnoty</li> <li>• lokality s nadlimitnými hodnotami</li> </ul>	Lokálne meracie stanice Hydrometeorologický ústav Krajské úrady Štatistický úrad Ministerstvo životného prostredia WHO	Mapové výstupy koncentráciách v minulosti Tabuľkové výstupy o koncentráciách v minulých rokoch	Priestorové analýzy v GIS Mapové výstupy koncentrácií emisií prekrytých s hustotou obyvateľstva Tabuľkové výstupy o koncentráciách
<b>Upravovať identifikované nehodové lokality (DP ČR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nehodové lokality</li> </ul>	Ministerstvo dopravy Krajské úrady Ministerstvo vnútra	Expertný odhad (nedefinované)	Expertný odhad (Delfská analýza) Mapový výstup o polohe nehodových lokalít
<b>Obmedziť resuspenziu emitovaných častíc ich odstránením (KZEL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• najviac znečistené lokality, najmä prachovými časticami (PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>)</li> </ul>	Hydrometeorologický ústav Európska komisia Lokálne meracie stanice	Expertný odhad (nedefinované)	Expertný odhad (brainstorming, Strom významnosti)

<b>Obmedzovať emisie a imisie znečisťujúcich látok (NO<sub>x</sub>,PM<sub>10</sub> a benzo(a)pyrén) (PZEKK)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• emisie znečisťujúcich látok</li> </ul>	Hydrometeorologický ústav Lokálne meracie stanice Krajské úrady Ministerstvo životného prostredia WHO	Expertný odhad (nedefinované)	Priestorové analýzy v GIS Mapové výstupy koncentrácií emisií v jednotlivých krajoch
<b>Obmedziť emisie primárnych častíc prekursorov prízemného ozónu a sekundárnych častíc (PZEKK)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvýšená koncentrácia prízemného ozónu</li> <li>• prekročené hodnoty prachových častíc</li> <li>• prekročené hodnoty zneč. látok (hlavne SO<sub>2</sub> a NO<sub>2</sub>)</li> </ul>	Lokálne meracie stanice Hydrometeorologický ústav Štatistický úrad Ministerstvo životného prostredia WHO	Expertný odhad (nedefinované)	Posúdenie na základe priestorových analýz
<b>Zabezpečiť rozvoj a potrebný štandard údržby, opráv a systematickej obnovy cestnej siete (DPSR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• problémové úseky cestnej siete</li> </ul>	Ministerstvo dopravy Európska komisia	Expertný odhad (nedefinované)	Expertný odhad (brainstorming)
<b>Zvýšiť kapacitu siete diaľnic a rýchlostných komunikácií (SPRDI)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hustota cestnej siete</li> <li>• kapacita komunikácií</li> </ul>	Ministerstvo dopravy štatistický úrad	Priestorové analýzy v GIS Expertný odhad (Delfská metóda)	Posúdenie na základe priestorových analýz
<b>Znížiť emisné zaťaženie znečisťujúcimi látkami pod úroveň stanovenú platnými limitmi v lokalitách, kde sú tieto hodnoty prekročené (KZEZ)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• limitné hodnoty</li> <li>• lokality s prekročenými hodnotami</li> <li>• súčasné namerané hodnoty</li> </ul>	Hydrometeorologický ústav Krajské úrady Národné záväzky o znížení emisií Ministerstvo životného prostredia	Expertný odhad (SWOT analýza) Výpočet emisií pre súčasný a budúci stav	Posúdenie na základe priestorových analýz Tabuľkový výstup o prekračovaných hodnotách

<b>Podporiť monitoring kvality ovzdušia (PZEKK)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• monitorovacie stanice</li> </ul>	Hydrometeorologický ústav Lokálne meracie stanice Európska komisia	Expertný odhad (nedefinované)	Expertný odhad (brainstorming, Strom významnosti)
<b>Podporiť využitie alternatívnych palív v doprave (PZEKK)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podiel vozidiel používajúce alternatívne palivá</li> <li>• poloha plniacich staníc</li> </ul>	Ministerstvo dopravy Európska komisia	Expertný odhad (nedefinované)	Expertný odhad (brainstorming, Delfská metóda)
<b>Podporiť rozvoj hromadnej verejnej dopravy (PZEKK)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• existujúce spojenia hromadnej verejnej dopravy medzi krajinami</li> <li>• podiel obyvateľov využívajúcich hromadnú dopravu</li> </ul>	Ministerstvo dopravy Ministerstvo vnútra Krajské úrady Štatistický úrad	Expertný odhad (nedefinované)	Expertný odhad (brainstorming)
<b>Odkloniť nákladnú dopravu mimo oblasti obytnej zástavby (DP ČR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kapacita cestnej siete</li> </ul>	Krajské úrady Ministerstvo dopravy	Expertný odhad (nedefinované)	Posúdenie na základe priestorových analýz

Na regionálnej úrovni boli použité metódy ako SWOT analýza, Delfská metóda a priestorové analýzy v GIS. Väčšina cieľov bola riešená na základe brainstormingu, prípadne morfolologickej analýzy pre identifikovanie a riešenie problémov. SWOT analýza bola použitá hlavne pri hľadaní opatrení pre zníženie emisnej záťaže a iných cieľov súvisiacich s limitnými hodnotami znečisťujúcich látok. Delfská metóda bola používaná pri cieľoch ako zvýšenie kapacity siete diaľnic a rýchlostných komunikácií a modernizovaní infraštruktúry, kde sú potrebné názory dopravných odborníkov. Pre vyhodnotenie emisných príspevkov boli používané mapové a tabuľkové výstupy z minulých rokov, resp. niektoré stratégie a politiky si vypracovali samostatne mapové a tabuľkové výstupy pre návrhové varianty. Základom týchto výstupov boli výpočty emisií pre súčasný a navrhovaný stav.



Tab. č. 6: Ciele definované v uvedených stratégiách na lokálnej úrovni a ich rozbor

<b>MESTSKÁ ÚROVEŇ</b>				
<b>CIELE (STRATÉGIA)</b>	<b>DÁTA</b>	<b>ZDROJE</b>	<b>SÚČASNÉ METÓDY STANOVENIA VPLYVOV</b>	<b>NAVRHOVANÉ METÓDY STANOVENIA VPLYVOV</b>
<b>Znížiť emisie znečisťujúcich látok (CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> a benzo(a)pyrén) z dopravných prostriedkov (ÚGD SR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>emisie znečisťujúcich látok</li> </ul>	Lokálne meracie stanice Hydrometeorologický ústav Register emisií a zdrojov znečistenia ovzdušia	Priestorové analýzy v GIS s použitím modelu MEFA Mapové výstupy o emisných tokoch Tabuľkové výstupy o koncentráciách	Rozptylové štúdie emisné alebo priestorové analýzy v GIS Mapové výstupy o koncentráciách a rozlohe
<b>Znížiť celkovú expozíciu obyvateľstva nadlimitnými koncentraciami znečisťujúcich látok (ÚGD SR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nadlimitné hodnoty daných látok</li> <li>súčasnú nameranú hodnotu daných látok</li> </ul>	Lokálne meracie stanice Hydrometeorologický ústav Register emisií a zdrojov znečistenia ovzdušia	Priestorové analýzy v GIS s použitím modelu MEFA Mapové výstupy o koncentráciách a rozlohe prekrytých s hustotou obyvateľstva Tabuľkové výstupy o koncentráciách na obyvateľstvo	Rozptylové štúdie imisné alebo priestorové analýzy v GIS Mapové výstupy o koncentráciách a rozlohe
<b>Obmedziť objem automobilovej dopravy v centrách (KZEL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kapacita cestnej siete</li> <li>počet vozidiel na vybraných komunikáciách</li> </ul>	Magistrát mesta Ministerstvo dopravy	Expertný odhad na základe modelovania koncentrácií zneč. látok pomocou modelu MEFA	Posúdenie na základe rozptylovej štúdie alebo priestorových analýz
<b>Podporiť alternatívne spôsoby dopravy (ÚGD SR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>počet vozidiel podľa typov</li> <li>využitie cyklistickej dopravy obyvateľstvom</li> </ul>	Dopravný podnik mesta Ministerstvo dopravy Lokálny prieskum Štatistický úrad	Expertný odhad (nedefinované)	Expertný odhad (SWOT analýza)

<b>Zvýšiť plynulosť a bezpečnosť cestnej premávky (ÚGD SR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kapacita cestných sietí v meste</li> <li>• nehodovosť</li> <li>• zápchy</li> </ul>	Magistrát mesta Ministerstvo dopravy Dopravný podnik mesta	Expertný odhad na základe modelovania intenzít dopravy	Posúdenie na základe rozptylovej štúdie alebo priestorových analýz
<b>Zvýšiť podiel ľudí využívajúcich verejnú osobnú dopravu voči individuálnej automobilovej doprave (CH)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• počet osôb využívajúcich verejnú dopravu</li> <li>• počet osôb využívajúcich individuálnu dopravu</li> </ul>	Magistrát mesta Lokálny prieskum Štatistický úrad Dopravný podnik mesta	Expertný odhad (nedefinované)	Expertný odhad (Strom významnosti, brainstorming)
<b>Ekologizovať existujúce vozidlá verejnej dopravy, príp. využiť alternatívne palivá (KZEL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• počet vozidiel podľa typu používaného paliva</li> </ul>	Štatistický úrad Magistrát mesta Dopravný podnik mesta	Expertný odhad (Delfská metóda)	Expertný odhad (Delfská metóda)
<b>Uplatňovať moderné systémy integrácie dopravy ako Bike and Ride (DP SR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• počet obyvateľov využívajúcich cyklistickú dopravu</li> <li>• riešenie parkovania bicyklov v meste</li> </ul>	Magistrát mesta Dopravný podnik mesta	Expertný odhad (Delfská metóda)	Expertný odhad (morfológická analýza)
<b>Podporiť prevádzku a výstavbu krytých parkovísk (KZEL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riešenie parkovania v meste</li> <li>• kapacita parkovacích miest</li> </ul>	Magistrát mesta	Expertný odhad (nedefinované)	Expertný odhad (Ganttov diagram)
<b>Budovať cestné obchvaty (KZEL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• existujúce obchvaty</li> <li>• preťažené komunikácie</li> </ul>	Magistrát mesta Ministerstvo dopravy	Expertný odhad na základe modelovania koncentrácií zneč. látok pomocou modelu MEFA	Expertný odhad (Ganttov diagram)

<b>Prepojiť systémy verejnej osobnej, individuálnej automobilovej a cyklickej dopravy (hlavne systémy Park and Ride a Bike and Ride) (DP SR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>počet osôb využívajúcich verejnú, individuálnu a cyklistickú dopravu</li> </ul>	Magistrát mesta Dopravný podnik mesta	Expertný odhad (Delfská metóda)	Expertný odhad (Strom významnosti, Delfská metóda, brainstorming)
--	--	--	------------------------------------	--

Na lokálnej úrovni boli použité pre stanovenie emisných hodnôt výsledky pomocou modelu MEFA, ktoré poskytlo vhodné podklady pre vyhodnocovanie ostatných cieľov. Vznikli tak podrobnejšie mapové výstupy o koncentráciách emisií znečisťujúcich látok pre súčasný a navrhovaný stav. Tieto výsledky boli podkladom pre vyhodnotenie cieľov ako zníženie expozície obyvateľstva nadlimitným koncentráciám, obmedzenie dopravy v centrách, zvýšenie plynulosti cestnej premávky a budovanie cestných obchvatov. Ciele ako ekologizovanie existujúcich vozidiel verejnej dopravy či uplatňovanie nových systémov Park and Ride a Bike and Ride boli riešené na základe Delfskej metódy.

Na základe tabuliek č. 4, 5 a 6 bola vytvorená nasledujúca matica, ktorá ukazuje jednotlivé použité metódy rozdelené podľa úrovni. Prvý stĺpec opisuje súčasný stav, tzn. metódy, ktoré boli použité pri tvorbe SEA hodnotení. Druhý stĺpec poukazuje na metódy, ktoré by mohli byť aplikované v rámci uvedených cieľov pre účinnejšie a rýchlejšie hodnotenie SEA. Najviac používanou metódou v súčasnosti je Delfská metóda a priestorové analýzy s použitím programu GIS, príp. rovníc, väčšinou pre výpočet koncentrácií emisií. Na lokálnej úrovni sú používané modely ako MEFA pre presnejšie určenie koncentrácií. Pri navrhovaných metódach sú najčastejšie aplikované stanovenia prognóz pomocou brainstormingu, Delfskej metódy a Stromu významnosti. Pre určenie hodnôt emisií sú najviac používané priestorové analýzy, ale objavujú sa tu aj podrobnejšie rozptylové štúdie na lokálnej úrovni.

Tabuľka č. 7 : Využívanie jednotlivých metód pre stanovenie opatrení a prognóz pre rôzne úrovne podrobnosti.

ÚROVNE PODROBNOSTI	NÁRODNÁ ÚROVEŇ (súčasný a navrhovaný stav)		REGIONÁLNA ÚROVEŇ (súčasný a navrhovaný stav)		MESTSKÁ ÚROVEŇ (súčasný a navrhovaný stav)		SPOLU (súčasný a navrhovaný stav)	
METÓDY STANOVENIA PROGNÓZ								
Expertný odhad (nedefinované)	11	X	10	X	3	X	24	X
Expertný odhad (multikriteriálne metódy)	1	X	0	X	0	X	1	X
Expertný odhad (SWOT analýza)	0	1	1	1	0	1	1	3
Expertný odhad (brainstorming)	X	9	X	5	X	2	X	16
Expertný odhad (Delfská metóda)	3	3	1	2	3	2	7	7
Expertný odhad (Ganttov diagram)	X	0	X	0	X	2	X	2
Expertný odhad (morfológická analýza)	X	3	X	0	X	1	X	4
Expertný odhad (Strom významnosti)	X	2	X	2	X	2	X	6
Expertné odhady na základe emisných hodnôt z minulých rokov	1	X	1	X	0	X	2	X
Priestorové analýzy v GIS a matematické rovnice – mapové výstupy	1	4	2	7	2	4	5	15
Rozptylové štúdie alebo použitie modelov pre výpočet emisií	0	0	0	0	2	4	2	4

Pri porovnaní metód použitých a navrhovaných je možné vidieť chyby v súčasných procesoch SEA. Pri navrhovaných metódach na národnej úrovni by bolo vhodné ako prvé aplikovať metódu Stromu významnosti, ktorá stanoví prvoradé ciele najdôležitejšie z hľadiska realizácie. Podľa stanovenia významnosti cieľov by nasledovali tvorby postupných riešení pre ich dosiahnutie. Opatrenia a riešenia ako napr. budovanie novej infraštruktúry, vytváranie a vyhľadávanie lokalít pre stanice s alternatívnymi palivami, znižovať spotreby benzínu a motorovej nafty by bola

vhodná morfológická analýza z hľadiska identifikovania vhodných alternatív a nakoniec výber najvhodnejšieho riešenia pre vhodné plnenie cieľa. SWOT analýza by bola vhodná pre riešenie otázok ohľadom siete TEN-T, nájsť najvhodnejší spôsob prepojenia krajiny s ostatnými, aby z toho mal štát najväčší prospech. Delfskou metódou by boli riešené ciele ako minimalizovanie negatívnych vplyvov na verejné zdravie a ekosystémy, riešenia ohľadom ITS systémov a pod. Táto metóda je časovo náročnejšia, ale opatrenia pre ochranu ekosystémov alebo verejného zdravia vyžadujú názor a riešenia odborníkov z viacerých oblastí. Pomocou brainstormingu by sa mohli riešiť ciele menej významné podľa Stromu významnosti ako posilnenie rozvoja elektromobility, riešenia ohľadom legislatívy, zvýšenie koľajovej a vodnej dopravy. Ciele vyžadujúce opatrenia ohľadom zníženia emisií alebo spotreby palív je možné najlepšie riešiť po priestorovej analýze (simulácií) – aplikovaní modelu pre tvorbu emisných a imisných máp, ktoré by ukazovali jednotlivé smery pri znižovaní spotreby palív. Pre tvorbu emisných máp je vhodné použiť matematické modely, ktorých výpočty je možné uskutočniť v programe GIS. Následne z emisných máp a intenzít vozidiel je možné navrhnúť opatrenia.

Na regionálnej úrovni by sa už viacej používali priestorové analýzy, hlavne pomocou matematických výpočtov v rámci programu GIS. Týka sa to najmä rozptylu emisií pre získanie lokalít s najväčšou potrebou aplikovania protiopatrení. Pre zistenie rôznych stupňov významnosti by bolo možné použiť Strom významnosti aj na národnej úrovni. Pre ciele ako modernizovanie dopravnej infraštruktúry na zabezpečenie dostupnosti krajov alebo odklonenie dopravy mimo obytných zástavieb, by bolo vhodné použiť analýzy SWOT. Vytvoriť alternatívne scenáre a pre tie scenáre zostaviť silné a slabé stránky, resp. príležitosti a hrozby pre najefektívnejšie rozhodovanie. Pre podporu monitoringu ovzdušia, využitia alternatívnych palív v doprave, rozvoja hromadnej dopravy by bolo možné použiť brainstorming. Morfológickou analýzou by bolo možné získať opatrenia pre ciele ako zvýšenie kapacity preťažených komunikácií, systematickej obnovy ciest alebo riešenie nehodových lokalít. Pre alternatívy ako obmedziť emisie by bola vhodnou metódou aj Delfská na základe vytvorených emisných máp.

Na mestskej úrovni by bolo vhodné vypracovanie rozptylových štúdií, ktoré sú podrobnejšie ako vytvárané emisné mapy na regionálnej alebo národnej úrovni. Rozptylové štúdie vytvárajú podrobný prehľad o emisiách a ich zdrojoch a sú vhodné pre lokalizovanie najhoršie zasiahnutých lokalít. Sú časovo aj nákladovo náročnejšie, ale pomocou rozptylovej štúdie je možné vytvárať opatrenia ohľadom zmien v intenzitách alebo rýchlostiach na jednotlivých úsekoch ciest, kde sú potrebné najviac zmeny vozového parku. Taktiež v rámci rozptylových štúdií je možnosť vyhodnotiť imisné príspevky, čo sa väčšinou pomocou matematických výpočtov vyjadriť nedá. Priestorové analýzy v GIS sú vhodné najmä na výpočty emisných hodnôt. Prípadné neistoty by bolo možné riešiť SWOT analýzou. Strom významnosti na tejto úrovni nie je až tak významný, keďže stanovené ciele v rámci dopravnej stratégie mesta sú väčšinou jednotne dôležité a nie sú medzi nimi výrazné rozdiely. Morfológická analýza by bola vhodná pre ciele ako riešenia Park and Ride a Bike and Ride systémov, ktoré sú relatívne nové a problém je v ochote obyvateľov prejsť na nový typ dopravy. Pomocou morfológickej analýzy by bolo vhodné nájsť odpovede na otázky ako prinútiť viacej obyvateľov na používanie

týchto systémov pri každodennom živote, ktorý by im uľahčil dopravu po meste. Pri vytváraní a budovaní krytých parkovísk alebo obchvatov by bolo vhodné použiť Ganttov diagram, ktorý časovo navrhne výstavbu projektu a určí úlohy pre splnenie cieľa čo najefektívnejšie.

### 6.3 Vyhodnotenie cieľov mestskej (lokálnej) úrovni

Pomocou modifikovanej metodiky od DONELLYHO et al. (2006) sú v tabuľke č. 8. vyhodnotené ciele pre mestskú úroveň, ktorá vychádza zo „Stratégie rozvoja dopravy a dopravných stavieb mesta Košice“ z roku 2015. Kritériá môžu byť používané pre všetky úrovne podrobnosti, národné aj regionálne. Pomáhajú vyhodnocovať ciele z hľadiska efektivity a stanovujú tým najvýznamnejšie ciele, ktoré by mali byť plnené prioritne, keďže ich význam z hľadiska ochrany životného prostredia je najdôležitejší. Táto metodika hodnotenia cieľov uľahčuje aj proces SEA. Ak navrhovaný cieľ nespĺňa viacero kritérií, môže byť na základe vyhodnotenia vyradený.

Tab. č. 8: Hodnotenie cieľov mestskej úrovne

CIELE	STANOVENÉ ENVIRONMENTÁLNE KRITÉRIÁ							
	Relevantnosť k existujúcim politikám	Rozsah environmentálnych dopadov	Sledovanie trendov	Zrozumiteľnosť	Vhodné dáta	Kľúčové problémy a včasné varovanie	Adaptabilita	Identifikovanie potenciálneho konfliktu
Znížiť emisie znečisťujúcich látok (CO, NO <sub>x</sub> , VOC, CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NH <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> a PM <sub>2,5</sub> ) z dopravných prostriedkov	A	A	D, DN	V	K, ŤD	A	A	A
Znížiť celkovú expozíciu obyvateľstva nadlimitnými koncentraciami znečisťujúcich látok	A	A	D, DN	L', V	K, LD	A	A	A
Obmedziť objem automobilovej dopravy v centrách	A	A	D, M	L'	K, ŤD	A	A	N
Zmeniť vozový park mesta s prihliadnutím na zásady znižovania uhlíkovej stopy	A	A	D, M	P	K, ŤD	A	A	A
Podporiť alternatívne spôsoby dopravy	A	A	D, R	P	N, ŤD	A	A	A
Zvýšiť plynulosť a bezpečnosť cestnej premávky	A	A	D, M	L'	K, ŤD	A	N	N
Zvýšiť podiel ľudí využívajúcich verejnú osobnú dopravu voči individuálnej automobilovej doprave	A	N	D, R	L'	N, LD	A	A	N
Ekologizovať existujúce vozidlá verejnej dopravy, príp. využiť alternatívne palivá	A	A	D, R	P	N, LD	N	A	N

Uplatňovať moderné systémy integrácie dopravy ako Bike and Ride	A	A	D, R	P	K, ŤD	N	A	A
Podporiť prevádzku a výstavbu krytých parkovísk	N	N	K, M	P	K, ŤD	N	N	N
Budovať cestné obchvaty	N	N	K, M	P	K, ŤD	N	N	N
Prepojiť systémy verejnej osobnej, individuálnej automobilovej a cyklistickej dopravy (hlavne systémy Park and Ride a Bike and Ride)	A	A	D, R	L'	N, L'D	A	A	N

Vysvetlivky:

Relevantnosť k existujúcim politikám:

A = áno, cieľ je v súlade s uvedenými politikami;

N = nie, cieľ nie je v súlade s uvedenými politikami.

Rozsah environmentálnych dopadov:

A = áno, pokrýva viacero environmentálnych cieľov, ako napr. verejné zdravie, ochrana ekosystémov;

N = nie, cieľ nie je schopný pokryť viacero environmentálnych cieľov.

Sledovanie trendov:

K = krátkodobý efekt, D = dlhodobý efekt;

DN = denný, T = týždenný, M = mesačný, P = polročný, R = ročný.

Zrozumiteľnosť:

P = pochopiteľné, L' = ľahko pochopiteľné,

V = vizualizovateľné.

Vhodné dáta:

K = údaje a súvisiaca metodika je kvalitná; N = údaje a metodika je nekvalitná;

L'D = údaje sú ľahko dostupné/ za rozumné ceny; ŤD: údaje sú ťažko dostupné/ za väčšie náklady.

Kľúčové problémy a včasné varovanie:

A = áno, môže poskytnúť včasné varovanie;

N = nie, neposkytuje včasné varovanie.

Adaptabilita:

A = áno, cieľ je schopný zmeny ohľadom aplikovaných opatrení;

N = nie, cieľ je úzko zviazaný, s rizikom schopnosti splnenia cieľa.

Identifikovanie potenciálneho konfliktu:

A = áno, je schopný včas identifikovať prípadné konflikty a napraviť včas škody;

N = nie, nie je schopný včas napraviť prípadné škody.

Pri kritérií o relevantnosti k existujúcim politikám boli brané do úvahy nasledujúce politiky a stratégie:

- Stratégia Európa 2020
- Národný program reforiem 2015 pre ČR aj SR
- Biela kniha - Plán jednotného európskeho dopravného priestoru – Vytvorenie konkurencieschopného dopravného systému efektívne využívajúceho zdroje (2011)
- Biela kniha - Adaptácia na zmenu klímy: Európsky rámec opatrení (2009)

- Zelená kniha - TENT-T: preskúmanie politiky smerom k lepšie integrovanej transeurópskej dopravnej sietiv službách spoločnej dopravnej politiky (2009)

#### 6.4 Vyhodnotenie dopravnej stratégie podľa navrhovaných cieľov

Cieľom poslednej časti práce bolo aplikovať vybrané ciele lokálnej úrovne na dopravnú stratégiu mesta Košice. Ako prvé bolo nutné vypočítať emisné hodnoty, použitím matematických rovníc popísaných v metodologickej časti. Čiastkovým výsledkom bolo potvrdenie, či tieto analytické modely sú vhodné pre SEA posudzovanie, alebo sú potrebné rozsiahlejšie a podrobnejšie rozptylové štúdie.

##### Znížiť emisie znečisťujúcich látok z dopravných prostriedkov

Pre výpočet emisných hodnôt boli vybrané znečisťujúce látky CO, NO<sub>x</sub>, VOC, NH<sub>3</sub> a PM<sub>10</sub>. Výsledné hodnoty vypočítané rovnicou podľa BAI et al. (2010) a EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2013) sú uvedené v tabuľke č. 9. Súčasný stav predstavuje hodnoty za rok 2015, nulový stav hodnoty bez realizácie dopravnej stratégie v roku 2030 a návrhový stav ukazuje emisie po realizácii dopravnej stratégie v roku 2030.

Tab. č. 9: Emisné hodnoty znečisťujúcich častíc za rok

	<b>CO (t/rok)</b>	<b>NO<sub>x</sub> (t/rok)</b>	<b>VOC (t/rok)</b>	<b>NH<sub>3</sub> (t/rok)</b>	<b>PM<sub>10</sub> (t/rok)</b>
<b>Súčasný stav</b>	944	628	489	584	449
<b>Nulový stav</b>	935	718	592	687	544
<b>Návrhový stav</b>	1071	687	557	622	514
<b>Rozdiel</b>	+12,6%	-4,5%	-6,2%	-10,4%	-5,8%

Výsledky neodrážajú presné hodnoty, kvôli chýbajúcim podkladom a emisným faktorom vychádzajúcich z celoeurópskych priemerov. Výpočet emisných faktorov modelom ako MEFA, by poskytovali presnejšie výsledné hodnoty. Pre vyhodnotenie koncentrácie emisií v budúcnosti by bolo najvhodnejšie vypracovanie rozptylových štúdií za pomoci modelov COPERT III. alebo TREM, podľa ktorých by sa mohli presnejšie vyhodnotiť aj ďalšie uvedené ciele. Rozptylové štúdie sú viacej vhodné pre presnejšie vyhodnotenie problematických miest, prípadne v rámci procesu EIA, pre vytvorenie ďalších vhodných krokov v budúcnosti. Vhodnou alternatívou sú aj priestorové analýzy v GIS za pomoci matematických rovníc.

Prílohy č. 1 a 2 dokazujú, že aj tieto výsledky môžu pomôcť pri vytipovaní miest s vysokými emisnými príspevkami, poukázať na lokality, ktoré potrebujú modernizáciu a posúdiť či dopravná stratégia na tieto potreby vhodne reaguje.

##### Znížiť celkovú expozíciu obyvateľstva nadlimitnými koncentraciami znečisťujúcich látok

Dopravná stratégia plánuje znížiť expozíciu obyvateľstva nadlimitnými koncentraciami hlavne kvôli vplyvu na zdravie obyvateľov a navrhuje stanoviť nízkoemisnú zónu v centre mesta a mestskej časti Západ. Pre zníženie koncentrácií stratégia podporuje vyšší podiel hromadnej dopravy v del'be prepravnej práce



reštriktívnou politikou voči dlhodobému parkovaniu v centrálnej zóne, čo bude odradzovať dochádzajúcich od používania auta. Ďalším opatrením je umiestňovať nový rozvoj bývania a komerčných zón do blízkosti liniek hromadnej dopravy, v prvom rade pozdĺž hlavných električkových tratí a vysokokapacitných autobusových liniek.

Pre vyhodnotenie tohto cieľa by bola najefektívnejšou metódou brainstorming na základe výsledkov rozptylových štúdií alebo priestorových analýz v GIS. Výstupmi by boli mapové prílohy emisných koncentrácií prekrývajúcich sa s hustotou obyvateľstva pre vytipovanie najzaťaženejších miest.

#### Obmedziť objem automobilovej dopravy v centrách

Za rok 2015 bola intenzita dopravy mesta Košice 3858 vozidiel na km. Podľa prognóz v nulovom stave bez realizácie stratégie v roku 2030 bude intenzita vozidiel vyššia, 4680 vozidiel na km a v návrhovej variante po realizácii dopravnej stratégie sa to zníži na 4242 vozidiel na km. Plánovaná cestná sieť v návrhovej variante by mala byť o 203 km dlhšia kvôli vybudovaniu obchvatu.

Z predikovaných intenzít je možné posúdiť zníženie dopravy, teda aj emisií. V nasledujúcej tabuľke č. 10 sú vyhodnotené zmeny intenzít po aplikovaní dopravnej stratégie a je uvedených 5 najfrekventovanejších častí mesta:

1. križovatka Palackého a rýchlostnej cesty PR3 (mestská časť Juh)
2. okružná križovatka Moldavská - Alejová - Trieda SNP (Železníky)
3. križovatka Prešovská cesta – Hlinkova (Furča)
4. križovatka Námestie osloboditeľov – Štúrova – Južná trieda (Staré Mesto)
5. Ulica Hviezdoslavova a Komenského (Staré Mesto)

Tab. č. 10: Zmeny intenzity dopravy na kľúčových spojeniach

<b>LOKALITA</b>	<b>1.</b>	<b>2.</b>	<b>3.</b>	<b>4.</b>	<b>5.</b>
<b>Súčasný stav (2015)</b>	12 215	1 850	19 496	1 393	11 133
<b>Nulový stav (2030)</b>	16 575	2 312	23 165	1 620	13 329
<b>Návrhový stav (2030)</b>	15 627	2 342	19 632	1 609	13 290
<b>Rozdiel</b>	-6%	+1%	-18%	-1%	0%

Najväčšia zmena z hľadiska objemu dopravy nastane na križovatke Prešovská cesta – Hlinkova, objem dopravy sa zníži až okolo 18%. Ako je vidno z tabuľky č. 10, v centrálnych mestských častiach nedôjde k výrazným zmenám v intenzitách dopravy čo naznačuje, že chystaný obchvat odľahčí dopravu viacej v okrajových častiach mesta než v centre. Dôkazom toho je aj 6% zníženie na križovatke Palackého a rýchlostnej cesty PR3, ktorá vedie cez odľahlejšie časti mesta. V centre mesta bude zriadená nízkoemisná zóna (vo vnútri vonkajšieho mestského okruhu). Intenzity vozidiel sú v mapových podobách uvedené v prílohách č. 3 a 4.

Niektoré navrhnuté opatrenia dopravnou stratégiou pre obmedzenie objemu dopravy sú:

- ponechanie Hlavnej ulice pre peších,

- povolenie premávky bicyklov s obmedzenou rýchlosťou vo vyhradenom jazdnom pruhu,
- zlepšenie centrálnej pešej zóny na Hlavnej zrušením kríženia s dopravou na Bačíkovej, Zbrojničnej, Rooseveltovej a Sennom trhu,
- zlepšenie usporiadania obslužnej prevádzky a cyklistických pruhov.

Posúdením výsledkov z rozptylových štúdií alebo priestorových analýz by bolo možné vytvoriť výstup o predikovaných intenzitách po vybudovaní obchvatu a na základe týchto podkladov vytvoriť analýzu SWOT pre navrhnuté opatrenia pre splnenie cieľa. Tým by bolo možné vyhodnotiť výhody a nevýhody jednotlivých opatrení a aké príležitosti by vznikli po realizácii navrhnutých riešení.

#### Podporiť alternatívne spôsoby dopravy

Navrhovaná dopravná stratégia sa sústreďuje na nové cyklistické trasy, hlavne pre účely rekreácie a skrátenia času dochádzky do zamestnania. Pre posilnenie cyklistickej dopravy sú navrhnuté bezplatné prepravy bicyklov v mestskej hromadnej doprave (MHD), zabezpečenie zvýšeného počtu bicyklov na rekreačných linkách, budovanie nových státi, vytvorenie bezpečných cyklistických trás ku školám z blízkych sídlisk a pod. Pre zlepšenie priechodnosti mesta pre chodcov sú v pláne bezpečnejšie priechody, budovanie nových peších cestičiek a modernizácia starých.

Navrhnutými opatreniami pre splnenie tohto cieľa boli:

- zriaďovať hlavné, doplnkové a miestne trasy, prevádzku cyklistov oddeľovať od peších tam, kde je vyššia frekvencia peších ciest,
- prevádzať cyklistické trasy cez riadené križovatky pre umožnenie komfortného prejazdu bicyklov,
- nový most cez Hornád a železnicu do Masarykovej ulice s cyklistickými pruhmi,
- rekonštrukcia dopravných systémov na sídliskách aby bola umožnená logická a bezpečná prevádzka cyklistov, parkovanie aj obslužná doprava.

Optimálnou metódou vyhodnotenia by bola SWOT analýza, ktorá by zmapovala silné a slabé stránky čo sa týka navrhovaných opatrení, prípadne by vytvorila nové riešenia, ktoré by vylepšili pôvodné návrhy v rámci príležitostí a upozorňovala na nebezpečenstvá z hľadiska znečistenia ovzdušia.

#### Zvýšiť plynulosť a bezpečnosť cestnej premávky

Pre zvýšenie plynulosti a bezpečnosti sú v rámci stratégie navrhnuté zmeny rýchlostí na viacerých úsekoch, hlavne na rýchlostných cestách u priechodov a zastávok MHD. Ďalej sú navrhnuté nové mimoúrovňové a okružné križovatky. Pre bezpečnosť budú na niektorých uliciach znížené počty jazdných pruhov a budú zriadené cyklistické a parkovacie pruhy. Zvýšením plynulosti dopravy klesne spotreba, čím sa znížia emisie. Tento cieľ bude splnený hlavne zmenami maximálnych rýchlostí ako zníženie rýchlosti na hlavnej rýchlostnej ceste PR3 – R2 s dnešnými limitmi 90 km/h alebo 130 km/h, definovanie zón s rýchlosťou 30 km/h v obytných mestských častiach a obmedzením parametrov na cestách, ktoré nie sú v prospech plynulosti a bezpečnosti cyklistických chodníkov a parkovísk - dvojpruhové riešenie triedy KVP, Južnej (severná časť) a Komenského.

Vhodné riešenia by bolo možné vyvodiť z vytvorených rozptylových štúdií alebo priestorových analýz, ktoré by poukázali na problémové cestné úseky a pomocou brainstormingu by sa vyhodnotili navrhované opatrenia.

#### Zvýšiť podiel ľudí využívajúcich verejnú osobnú dopravu voči individuálnej automobilovej doprave

Stratégia navrhuje vybudovanie nových električkových tratí s novými bezpečnejšími prestupovými uzlami a novými autobusovými linkami. Tým chce zvýšiť atraktivitu kratšími intervalmi, jednoduchým usporiadaním liniek, ľahkými prestupmi a vyššou rýchlosťou zaistenou preferenciou na križovatkách a vyhradenými jazdnými pruhmi.

Opatrenia, ktorými chcú zvýšiť využívanie verejnej dopravy sú:

- zlikvidovať fyzické bariéry na hlavných trasách a na prístupoch k zastávkam hromadnej dopravy,
- zavádzať moderné informačné systémy poskytujúce on-line informácie o odjazdoch a spojeniach na zastávkach a pre mobilné telefóny,
- zaviesť vyhradené autobusové pruhy (s možným vjazdom aj pre vozidlá taxi so zákazníkom pre cyklistov a možným obmedzením iba na dopravné špičky) na všetkých úsekoch s preťažením takým spôsobom, že bude dávať prednosť hromadnej doprave, ale nebude znižovať kapacitu pre automobilovú dopravu,
- zriaďovať prestupné terminály s optimalizáciou dochádzkových vzdialeností medzi zastávkami a,
- zaviesť systém zdieľania áut pre zníženie problému nadužívania automobilov a parkovísk,
- zvýhodňovať predplatiteľov integrovanej MHD.

Keďže dopravná stratégia navrhuje viacero riešení pre splnenie tohto cieľa metódou Stromu významnosti, by sa vytvoril zoznam prvoradých opatrení, ktoré by najviac pomohli kvalite ovzdušia. Podľa tohto zoznamu by mohli byť následne aj časovo realizované opatrenia. Tie riešenia, ktoré by boli vyhodnotené ako najefektívnejšie z hľadiska splnenia cieľa, by boli zrealizované ako prvé.

#### Ekologizovať existujúce vozidlá verejnej dopravy, príp. využiť alternatívne palivá

Stratégia podporuje električkovú prevádzku, použitie elektrických autobusov v závislosti na vývoji technológií, zavedenie nového systému elektrických - hybridných autobusov na hlavných tratiach po roku 2030 a podporuje individuálnu elektromobilitu. Do roku 2040 stratégia počíta s ekologickou dopravou na troch autobusových linkách. Výraznou zmenou k zlepšeniu kvality ovzdušia by bolo ukončenie prevádzky existujúcej trolejbusovej siete, zachovať časti infraštruktúry, ktoré sú stále v dobrej kondícii a pripraviť projekt ekologických duobusov, elektrobusev a trolejbusov.

Stratégia by mohla zahrnúť do svojich plánov aj výstavbu plniacich staníc s alternatívnymi palivami pre podporu a rozširovanie týchto metód šetrnejších ku kvalite ovzdušia. K vyhodnoteniu tohto cieľa by bola vhodná Delfská metóda kvôli potrebe odborníkov z oblasti zabývajúcimi sa alternatívnymi palivami pre efektívne plánovanie a pripomienkovanie nahrnutých opatrení.

### Uplatňovať moderné systémy integrácie dopravy ako Bike and Ride

Systém Bike and Ride má úzku väzbu na cyklotrasy v mestách, tým že cestujúci má možnosť odstaviť bicykel pri zástavkách MHD na určenom parkovisku, prípadne úschovni a ďalej má možnosť pokračovať spojom hromadnej dopravy. Dopravná stratégia sa zaoberá myšlienkou tejto ideí, ktorá by výrazne pomohla cestujúcim, hlavne na okrajových častiach mesta, zjednodušiť prepravu do centra. Tento systém taktiež výrazne prispieva k zníženiu emisií v doprave a zníženiu individuálnej automobilovej dopravy, zníženiu kongescií a skráteniu času dochádzky. V stratégií sa opisuje využitie existujúcej infraštruktúry s inteligentným zdieľaním priestoru s hromadnou dopravou a bicyklami, riešenie úzkych a nebezpečných miest, tvorba väčšieho priestoru pre peších a cyklistov a doplnenie chýbajúcich spojení. Umožnenie parkovania bicyklov pri dôležitých cieľoch a zavedenie systému zdieľania bicyklov so zvýhodnením pre predplatiteľov MHD by mohol rozšíriť systém Bike and Ride medzi obyvateľmi.

Morfologickou analýzou by sa mohlo prísť na riešenie problému, prečo obyvatelia nevyužívajú cyklistickú dopravu a akými spôsobmi alebo za akých podmienok by sa mohol zvýšiť záujem obyvateľov, hlavne z okrajových častí pre využívanie cyklistickej dopravy pre každodenný život.

### Prepojiť systémy verejnej osobnej, individuálnej automobilovej a cyklistickej dopravy (hlavne systémy Park and Ride a Bike and Ride)

Jednou z možností prepojiť verejnú dopravu s individuálnou je systém Park and Ride, ktorý chce aplikovať dopravná stratégia hlavne v okrajových častiach mesta, kde sú pri staniciach terminálov mestskej hromadnej dopravy umiestnené parkoviská, kde cestujúci môže svoje auto zaparkovať a pokračovať v ceste nadväzujúcou hromadnou dopravou. Účelom je obmedzenie vjazdu vozidiel automobilovej dopravy do centra mesta, čím by sa znížila intenzita vozidiel a taktiež aj expozícia obyvateľstva znečisťujúcim látkam. Dôležitá je pritom aj modernizácia systému elektronických informačných tabúľ, ktoré cestujúcich informujú o stave voľných miest na parkoviskách a o najbližšom odjazde prostriedku hromadnej dopravy.

Spojenie Park and Ride a Bike and Ride by viedlo k novému systému používania verejnej hromadnej dopravy, zníženiu znečistenia, menej automobilov a väčšej aktivity obyvateľstva používajúcich pravidelne bicykel, čo by prispelo aj k ich zlepšeniu zdravotného stavu. Pre efektívne vyhodnotenie týchto problémov by bola vhodná Delfská metóda, ktorá by poskytla riešenie a návrhy, príp. vylepšenia z pohľadu odborníkov z oblasti MHD a ľudí podporujúcich cyklistickú dopravu v meste.

### Budovať cestné obchvaty

Výstavba východného obchvatu D1-R2 je najväčším zásahom do krajiny v rámci dopravnej stratégie. Pozemné komunikácie z hľadiska životného prostredia tvoria bariéry predovšetkým ich technickým riešením (šírka, výškové vedenie oproti okolitému terénu, zvodidla, ploty, protihlukové steny) a intenzitou dopravy (riziko stretu so zvieratám, hluková a pachová záťaž okolia). Taktiež z hľadiska znečistenia

vôd a pôdy predstavujú cestné komunikácie potenciálny zdroj plošného znečistenia. Zrážkové vody z pozemných komunikácií môžu kontaminovať povrchové i podzemné vody a okolitú pôdu. V rámci plánov dopravnej stratégie by sa malo sústrediť aj na tieto aspekty.

Zo všeobecných princípov platí, že dopravné stavby prinášajú do územia ďalšie líniové prvky infraštruktúry, ktoré môžu priamo a nepriamo narušovať stav osobitne chránených území a lokalít sústavy Natura 2000 a ich predmetov ochrany, rušiť živočíchy hlukom, svetlom pri stavbe aj prevádzke a zvyšovať fragmentáciu krajiny. Pri vytváraní podrobných plánov pre obchvat by sa tieto vplyvy mali dôkladne vyhodnotiť v rámci EIA a aplikovať metódu Ganttovho diagramu pre účinnejšie riešenie problémových situácií.

#### Podporiť prevádzku a výstavbu krytých parkovísk

Stratégia ráta s postupne sa sprísňujúcimi pravidlami v centre mesta a okolí čo sa týka parkovania zväčšením zón plateného parkovania a tvorbou nových parkovacích miest a garáží na sídliskách. Výhodnejším by bolo vytvoriť plány pre tvorbu krytých parkovísk, ktoré šetria miestom hlavne v centrálnych častiach a pohyb vozidiel by sa stal plynulejším. Pre vyhodnotenie tohto cieľa by bola vhodná Delfská metóda a v nasledujúcich etapách taktiež tvorba Ganttovho diagramu

## 7 DISKUSIA

Prvá časť práce analyzuje metódy pre tvorbu prognóz. Opisované metódy a techniky podľa STOJANOVA (2006) a MIKOLAJA et al. (2005) zabezpečujú vyhodnotenie rôznych riešení pomocou odborných znalostí, s ktorými výsledky práce súhlasia. Ako najúčinnnejšie spomedzi uvedených metód boli vyhodnotené analýzy SWOT, brainstorming a Delfská metóda. Uvedené stratégie a plány tieto vyhodnotenia potvrdzujú keďže tieto 3 metódy predikcie dopadov boli najpoužívanejšie v rámci expertných odhadov.

Vyhodnotenie jednotlivých metód expertných odhadov, simulácií a rozptylových štúdií :

- zabezpečí aby hlavné ciele stratégií a plánov boli riešené efektívne a pritom čo najrýchlejším spôsobom,
- určuje metódy, ktoré nie sú dostatočne dostupné z hľadiska podkladových dát,
- zdôrazňuje, ktoré metódy prinášajú najväčšie neistoty a sú irelevantné v niektorých prípadoch,
- ukazuje, ktoré metódy sú najlepšie z hľadiska dlhodobých prognóz,
- a navrhuje ktoré metódy majú najkvalitnejšie výstupy, s ohľadom taktiež na kvalitu vstupných dát.

V praxi to bude mať za následok optimálny súbor metód hodnotenia pre SEA, čo povedie k efektívnemu sledovaniu stratégie či plánu, znížené náklady a maximalizovanie zdrojov. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2005) vysvetľuje, že zvolená metóda by mala pomôcť užívateľovi rozhodnúť či je potrebné zmeniť, vytvoriť nové alebo zrušiť navrhované opatrenia pre splnenie cieľa v súvislosti ochrany životného prostredia, s čím práca súhlasí.

Práca na základe štúdie od FISCHERA (2006) rozdeľuje ciele pre zlepšenie kvality ovzdušia na 3 úrovne. Výsledky v tejto časti opisujú metódy na troch úrovniach, ktoré sú v rozpore s tvrdeniami v práci od autorov RODRIGUEZ-BACHILLERA & GLASSONA (2003), ktorý rozdeľujú metódy pre vyhodnotenie cieľov na ťažko, ľahko alebo zmiešane modelované na základe podrobnosti stratégie alebo plánu. Ciele na mestskej úrovni súhlasia opisu medzi ťažko modelované predikcie dopadov, kedy sú využité zložitejšie matematické modely. V uvedených stratégiách a plánoch neboli vždy aplikované potrebné metódy pre dosiahnutie náležitej úrovne podrobnosti. Nedostačujúce výsledky boli hlavne pri cieľoch, ktoré v rámci vyhodnotenia dopadov potrebovali výpočet emisií. Väčšina stratégií riešila hodnotenie emisií expertnými odhadmi na základe hodnôt z minulých rokov, bez vízií do budúcnosti, hlavne po realizácii stratégií alebo plánov. V rámci procesu SEA by bolo vhodné použiť matematické modely, príp. modelovanie pomocou programu GIS, ktoré by uľahčilo proces rozhodovania a ukázal smer vývoja v budúcnosti. Medzi účinné vyhodnotenie vplyvu emisií boli použité matematické rovnice podľa Gaussovho modelu rozptylu, ktorých použitie podporuje aj ELSOM (2001). WOOD (2000) a THERIVEL (2001) vo svojich štúdiách podporuje použitie programu GIS ako pomoc pri predikcii vplyvov. Práca s týmto tvrdením súhlasí a podporuje využitie programu ako efektívny nástroj pri procesoch SEA.

Pri aplikácii cieľov mestskej úrovni na dopravnú stratégiu mesta Košice došlo ku komplikáciám, ktoré opisuje vo svojej práci aj RODRIGUEZ-BACHILLER (2000). Poukazuje to hlavne na chyby v systéme rozhodovania a o nevyhnutnosti vytvorenia systému pre tvorbu a výmenu dát s cieľom zlepšiť kvalitu posúdení SEA. Pri vyhodnotení cieľov došlo k problémom ohľadom chýbajúcich podkladov pre výpočet emisií. Pri vypracovaní práce bol vynaložený značný čas a úsilie na nájdenie základných údajov alebo iných štúdií dopravných projektov z odvetvia cestnej dopravy, ktoré by mohli byť použité pri posudzovaní kvality ovzdušia. Nájdenie vhodnej matematickej rovnice pre výpočet emisných hodnôt bol založený na informáciách, ktoré boli dostupné. Podľa týchto kritérií bol vybraný pre výpočet znečisťujúcich látok CO, VOC, NO<sub>x</sub>, N<sub>2</sub>O a NH<sub>3</sub> rovnica opísaná v práci od BAI et al. (2010). Vo výsledkoch práce je vidno, že kvôli nedostatku kvalitných podkladov, sú výsledné emisné hodnoty skreslené. Tieto výsledky ukazujú približné smery trendov, ktoré budú nasledovať v budúcnosti a je možné lokalizovať miesta s najhoršími emisnými hodnotami, ale neposkytujú podrobné a spoľahlivé údaje v rámci väčšej podrobnosti. Práca ale potvrdzuje, že kombinácia funkcií programu GIS a uvedených matematických modelov, je jedným z vhodných techník na tvorbu predikcií čitateľných z rozdielov medzi rôznymi časovými úsekmi.

Ciele regionálnej úrovne spadajú podľa opisu RODRIGUEZ-BACHILLERA & GLASSONA (2003) pod zmiešané modelované dopady, kde modelovanie dopadov je doplnené o technické prístupy na nižšej úrovni. Rozbor uvedených cieľov na regionálnej úrovni vo väčšine prípadov je v rozpore s týmto tvrdením. Ciele sú vyhodnotené expertnými odhadmi bez akýchkoľvek simulácií dopadov, príp. stanovení stretov. Vyhodnotenia expertných odhadov sú založené na podkladoch z minulých rokov, niekedy aj s väčšími časovými medzermi. Z hľadiska efektívnosti sú tieto odhady neúčinné, schopné predikovať dopady len na krátku časovú vzdialenosť s vysokou úrovňou neistoty.

Medzi ľahko modelované dopady (RODRIGUEZ-BACHILLER & GLASSON, 2003) patria ciele uvedené na národnej úrovni. Výsledky práce spĺňajú podmienky opísané v práci. Vyhodnotenie cieľov je založené na odhadoch odborníkov špecializovaných pre isté oblasti. Výsledky práce taktiež potvrdzujú vhodnosť využitia Delfskej metódy (MIKOLAJ et al., 2005) pri procesoch SEA, ako efektívny nástroj.

Práca poukazuje na výhodu použitia rozptylových štúdií na lokálnej úrovni podrobnosti a súhlasí s tvrdeniami ATEM s.r.o. (2013), ktorý opisuje rozptylové štúdie ako súčasť procesov SEA. Dopravné stratégie opísané v tejto práci však tieto metódy pre výpočet rozptylu znečisťujúcich látok aplikujú len málo krát, kvôli nedostatku podkladových dát, finančných a časových obmedzení.

Pri vyhodnotení cieľov celkovo na všetkých troch úrovniach podrobnosti uvedených dopravných stratégií a plánov, bol použitý jeden typ metód vyhodnocovania. Avšak TOMEK (2001) uvádza, že pokiaľ ide o ochranu biodiverzity, jedna metóda hodnotenia nepokryje všetky žiaduce kritériá, preto je nutné kombinovať niektoré metódy. S týmto tvrdením súhlasí aj RODRIGUEZ\_BACHILLER & GLASSON

(2003). Návrhová časť práce podporuje tvrdenia týchto autorov keďže súčasné hodnotenia SEA sa javia ako nedostatočné.

Ďalšia časť práce hodnotí environmentálnu účinnosť cieľov uvedených na lokálnej úrovni, na základe „Stratégie rozvoja dopravy a dopravných stavieb mesta Košice“. Pre vyhodnotenie cieľov boli vybrané kritéria zo štúdie od DONELLY et al. (2006). Práca súhlasí so stanovenými kritériami a ich vhodnosti použitia na predikovanie dopadov cieľov dopravnej stratégie na kvalitu ovzdušia na všetkých troch úrovniach podrobnosti. Kritériá sú vhodné na aplikovania na všetkých troch úrovniach podrobnosti a aj iné oblasti zamerania, nie je ohľadom kvality ovzdušia.

Výsledky poslednej časti práce poukazujú na aplikáciu vybraných metód na dopravnú stratégiu mesta Košice a využitie programu GIS, ako efektívneho nástroja pri procesoch SEA. Tieto výsledky potvrdzujú aj štúdie od autorov BAI et al. (2010), RODRIGUEZ-BACHILLERA & GLASSONA (2003) a MATĚJÍČKA et al. (2002).

Problémom celkovo je aj nedostatok štúdií, ktoré by sa venovali problematike vyhodnotenia SEA, pre ich zvýšenie efektivity a tým aj zlepšenie životného prostredia.



## 8 ZÁVER

Výsledky práce poukazujú na slabé miesta v procesoch vyhodnotenia SEA väčších rozmerov, hlavne ohľadom metód spracovania cieľov pre ochranu kvality ovzdušia na úrovniach národnej, regionálnej a lokálnej.

Hlavným cieľom práce bolo vyhodnotenie účinných metód pre SEA. Porovnaním niekoľkých metód expertných odhadov a simulácií bolo poukázané na možné smery v budúcnosti pre zefektívnenie hodnotenia vplyvov na životné prostredie. Výsledky práce poukázali na výhodu použitia brainstormingu, SWOT analýzy a Delfskej metódy pri procesoch SEA, ktoré sa najviac používajú v praxi a navrhuje použitie ďalších metód, ktoré nie sú väčšinou aplikované v praxi pre zvýšenie efektívnosti vyhodnotenia pri SEA.

Vybrané ciele na zlepšenie kvality ovzdušia v rámci stratégií a plánov na troch rôznych úrovniach podrobnosti priblíži posudzovateľom SEA hlavné ciele, na ktoré by sa mali sústrediť. Práca opisuje vhodné techniky pre výpočet emisií okrem vypracovania rozptylových štúdií a aplikáciou na dopravnú stratégiu mesta Košice poukazuje na ich výhody a nevýhody matematických modelov v kombinácii s programom GIS.

Dosiahnuté výsledky pomôžu optimalizovať počet environmentálnych opatrení požadovaných v SEA a zamerať sa na proces zhromažďovania základných údajov a následné monitorovanie životného prostredia. Taktiež na základe vyhodnotenia uvedených metód na predikcie dopadov, umožňuje výber najefektívnejších metód z hľadiska rôznych kritérií pre účinné stanovenie opatrení a riešení cieľa.

## 9 PREHLAD LITERATÚRY A POUŽITÝCH ZDROJOV

**ALCAMO J., MAYERHOFER P., GUARDANS R., HARMELEN T., MINNEN J., ONIGKEIT J., POSCH M. & VRIES B., 2002:** An integrated assessment of regional air pollution and climate change in Europe: findings of the AIR-CLIM project. *Environmental Science & Policy* 4: 257-272 s.

**ATEM s.r.o., 2013:** Program MEFA – Aktualizace 2013, online: <http://www.atem.cz/mefa.php>, cit. 3.1.2016

**BAI H., WANG H. & ZHU T., 2010:** Quantitative evaluation of air pollution in transport strategic environmental assessment: a case study based on uncertainty analysis and graphic information system technology. *Journal of Zhejiang University* 11 (5): 370 – 381 s.

**BOHLER T., KARATZAS K., PEINEL G., ROSE T. & SAN JOSE R., 2002:** Providing multi-modal access to environmental data-customizable information services for disseminating urban air quality information in APNEE. *Computers, Environment and Urban Systems* 26: 39-61 s.

**BORREGO C., TCHEPEL O., SALMIN L., AMORIM J.H., COSTA A.M. & JANKO J., 2004:** Integrated modelling of road traffic emissions, application to Lisbon air quality management. *Cybernetic Systems: An International Journal*, 35: 535-548 s.

**COLVILE R.N., HUTCHINSON E.J., MINDELL J.S. & WARREN R.F., 2001:** The transport sector as a source of airpollution. *Atmospheric Environment*, 35(9): 1537-1565 s.

**ČEPELÁK J., 1980:** Živočíšne regióny 1 : 1 000000. In: **SAV** [ed]: Atlas SSR. *Slovenský úrad geodézie a kartografie*, 93 s.

**DANISH F., 2006:** Examination of the Performance of AERMOD Model under Different Wind Conditions. *M.S. Thesis, University of Toledo*, 42 s.

**DANISH F., 2013:** Application of GIS in visualization and assessment of ambient air quality for SO<sub>2</sub> in Lima Ohio. *The University of Toledo, Toledo, USA*, 95 s.

**DEVALIA J. L., RUSZNAK C. & DAVIES R. J., 1994:** Air pollution in the 1990s-cause of increased respiratory disease. *Respiratory Medicine* 88: 241-244 s.

**DONELLY A., JONES M., O'MAHONY T. & BYRNE G., 2006:** Selecting environmental indicator for use in strategic environmental assessment. *Environmental Impact Assessment Review* 27: 161-175 s.

**DOPRAVNÝ PODNIK MESTA KOŠICE, 2015:** Výročná správa za rok 2014, online: <http://www.dpmk.sk/sites/default/files/images/stories/vyrocnne-spravy/vyrocnna-sprava-dpmk-2014.pdf>, cit. 2.2.2016

**DYOMINOV I.G. & ZADOROZHNY A.M., 2005:** Greenhouse gases and recovery of the Earth's ozone layer. *Advances in Space Research* 35: 1369-1374 s.

**ĎURČANSKÁ D. & MORAVČÍK M., 2003:** Posudzovanie vplyvu automobilovej dopravy na znečistenie ovzdušia. *Komunikácie* 1: 5-16 s.

**EDA SLOVAKIA S.R.O., 2011:** Určenie spoločných indikátorov, Projektová úloha 3.2 v rámci projektu BICY. *Košický samosprávny kraj*, 13 s.

**ELBIR T. & MUEZZINOGLU A., 2004:** Estimation of emission strengths of primary air pollutants in the city of Izmir, Turkey. *Atmospheric Environment* 38: 1851-1857 s.

**ELBIR T., MANGIR N., KARA M., SIMSIR S., EREN T. & OZDEMIR S., 2010:** Development of a GIS-based decision support system for urban air quality management in the city of Istanbul. *Atmospheric Environment* 44: 441-454 s.

**ELSOM D., 2001:** Air quality and climate. In: **MORRIS P. & THERIVEL R.** [eds]: Methods of Environmental Impact Assessment. *Spon Press, London*, 320-337 s.

**ESRI, 2015:** The ArcGIS Book, online: <http://learn.arcgis.com/en/arcgis-book/chapter2/>, cit. 12.12.2015.

**EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2013:** EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013, online: <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>, cit. 11.1.2016.

**FAIZ A., 1993:** Automotive emissions in developing countries – relative implications for global warming, acidification and urban air quality. *Transportation Research*, 27(3): 167-186 s.

**FEDRA K. & HAURIE A., 1999:** A decision support system for air quality management combining GIS and optimization techniques. *International Journal of Environment and Pollution* 12: 125-146 s.

**FINZI G., ZANI L. & ZECCHINI M., 1991:** A decision support system for the design of air quality monitoring networks. *Environmental Software* 6: 55-60 s.

**FISCHER T.B., 2006:** Strategic environmental assessment and transport planning: towards a generic framework for evaluating practice and developing guidance. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 24 (3): 183-197 s.

**FUTÁK J., 1980:** Fytogeografické členenie. In: **MAZÚR E.** [ed]: Atlas Slovenskej socialistickej republiky. *Slovenská akadémia vied. Bratislava*, 88 s.

**GLASSON J., THERIVEL R. & CHADWICK A., 2005:** Introduction to Environmental Impact Assessment, Third Edition. *Taylor & Francis, London*, 448 s.

**GUERRERO P.J., JORBA O., BALDASANO J.M. & GASSO S., 2008:** The use of a modelling system as a tool for air quality management: annual high-resolution simulations and evaluation. *Science of the Total Environment* 390: 323-340 s.

**GULLIVER J. & BRIGGS D., 2011:** STEMS-Air: A simple GIS-based air pollution dispersion model for city-wide exposure assessment. *Science of the Total Environment* 409: 2419–2429 s.

**INTEGRA CONSULTING s.r.o., 2015:** Správa o hodnotení strategického dokumentu. Stratégia rozvoja dopravy a dopravných stavieb mesta Košice. *Integra Consulting, Praha*, 78 s.

**JACOB D.J. & WINNER D.A., 2009:** Effect of climate change on air quality. *Atmospheric Environment* 43: 51-63 s.

**JANUSOVÁ A., 2015:** Krajské mesto Košice 2014. *Štatistický úrad SR, Košice*, 74 s.

**JALALUDIN B.B., O'TOOLE B.I. & LEEDER S.R., 2004:** Acute effects of urban ambient air pollution on respiratory symptoms, asthma medication use, and doctor visits for asthma in a cohort of Australian children. *Environmental Research* 95: 32-42 s.

**JENKIN M.E. & CLEMITSHAW K.C., 2000:** Ozone and other secondary photochemical pollutants: chemical processes governing their formation in the planetary boundary layer. *Atmospheric Environment* 34: 2499-2527 s.

**JENSEN S.S., 1999:** A Geographic Approach to Modelling Human Exposure to Traffic Air Pollution Using GIS. *National Environmental Research Institute, Roskilde, Denmark*, 165 s.

**JENSEN S.S., BERKOWICZ R., HANSEN H.S. & HERTEL O., 2001:** A Danish decision-support GIS tool for management of urban air quality and human exposures. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 6: 229-241 s.

**JOAO E., 2007:** A research agenda for data and scale issues in Strategic Environmental Assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 27(5):479-491 s.

**KEENAN P., 1997:** Using a GIS as a DSS generator. *University College Dublin, Faculty of Commerce, Department of Management Information Systems*, 25 s.

**KINNEY P.L., 2008:** Climate change, air quality, and human health. *American Journal of Preventive Medicine* 35: 459-467 s.

**KOREŇ M., 2002:** Priestorové modely krajiny. *Kartografické listy*, 12: 37-47 s.

**KOTLER P., 2004:** Marketing. *Grada, Praha*, 855 s.

- KURTZ J., JACKSON L.E. & FISHER W.S., 2001:** Strategies for evaluating indicators based on guidelines from the Environmental Protection Agency's Office of Research and Development. *Ecol Indic*, 1: 49–60 s.
- LACKO B., 2001:** Projektové řízení – nástroj pro zvýšení konkurenční schopnosti. *IT system*, 3(3): 46 s.
- LEE J., SON J. & CHO Y., 2007:** The adverse effects of fine particle air pollution on respiratory function in the elderly. *Science of the Total Environment* 385: 28-36 s.
- LIN M.D. & LIN Y.C., 2002:** The application of GIS to air quality analysis in Taichung city, Taiwan, ROC. *Environmental Modelling and Software* 17: 11-19 s.
- LIM L.L., HUGHES S.J. & HELLAWELL E.E., 2005:** Integrated decision support system for urban air quality assessment. *Environmental Modelling & Software* 20: 947-954 s.
- LOIBL W. & ORTHOFER R., 2001:** From national emissions totals to regional ambient air quality information for Austria. *Advances in Environmental Research* 5: 395-404 s.
- MATĚJÍČEK L., BENEŠOVÁ L. & TONIKA J., 2002:** Environmental Modelling in Urban Areas with GIS. *Karlova Univerzita v Praze*, 65 s.
- MEDIAVILLA-SAHAGÚN A. & APSIMON H.M., 2006:** Urban scale integrated assessment for London: which emission reduction strategies are more effective in attaining prescribed PM<sub>10</sub> air quality standards by 2005? *Environmental Modelling & Software*, 21(4): 501-513 s.
- MIKOLAJ J., KLŮČKA J. & VANČO B., 2005:** Plánovanie a prognostika. *FŠI ŽU, Žilina*, 235 s.
- MORRIS P. & THURLING D., 2001:** Phase 2–3 ecological sampling methods. In: **MORRIS P. & THERIVEL R.** [eds] : Methods of Environmental Impact Assessment, Second Edition. *Spon Press, London*, 250-275 s.
- NÁRODNÉ CENTRUM ZDRAVOTNÍCKYCH INFORMÁCIÍ, 2015:** Zdravotnícka ročenka SR 2013, online: [http://www.nczisk.sk/Documents/rocenky/2013/zdravotny\\_stav\\_obyvatelstva.pdf](http://www.nczisk.sk/Documents/rocenky/2013/zdravotny_stav_obyvatelstva.pdf), cit. 11.12.2015
- NATIONAL INSTITUTE OF WATER AND ATMOSPHERIC RESEARCH, 2004:** Good Practice Guide for Atmospheric Dispersion Modelling. *Ministry for Environment, New Zealand*, 152 s.
- NOOROLLAHI Y., 2005:** Application of GIS and remote sensing in exploration and environmental management of Námafjall geothermal area, N-Iceland. *University of Iceland, Reykjavik, Icelan*, 114 .s
- NTZIACHRISTOS L. & SAMARAS Z., 2000:** COPERT III Computer programme to calculate emissions from road transport. *European Environment Agency*, 86 s.
- OKRESNÝ ÚRAD KOŠICE, 2014:** Informácia o kvalite ovzdušia a o podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v Košickom kraji za rok 2012. *Krajský úrad životného prostredia Košice*, 32s.
- OZDEN O., DEOFEROGLU T. & KARA S., 2008:** Assessment of ambient air quality in Eskisehir, Turkey. *Environmental International*, 34(5): 678-687 s.
- PIOR M. & OSMAN O., 1997:** Air pollution assessment applying GIS integrated system. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 2, No. 6: 2071-2081 s.
- PULIAFITO E., GUEVARA M. & PULIAFITO C., 2003:** Characterization of urban air quality using GIS as a management system. *Environmental Pollution* 122: 105-117 s.
- PŮLPITEL M., 2011:** Ganttův diagram, historogram zdrojů. *ČVUT, Praha*, 15 s.
- RAHMATIZADEH SH., DELAVAR M.R. & MOTESADDI S., 2005:** Design and development of a customised GIS for air quality management. *M.S. Thesis, KNT university, Tehran*, 4 s.
- RAMANATHAN V. & FENG Y., 2009:** Air pollution, greenhouse gases and climate change: global and regional perspectives. *Atmospheric Environment* 43: 37-50.

**RODRIGUEZ-BACHILLER A., 2000:** Geographical Information Systems and Expert Systems for Impact Assessment, Part I and II. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management* 2(3): 369–448 s.

**RODRIGUEZ-BACHILLER A. & GLASSON J., 2003:** Expert Systems and Geographical Information Systems. *Taylor & Francis, London*, 408 s.

**RÚVZ, 2015:** Výročná správa RÚVZ Košice za rok 2014, *online:* <http://www.ruvzke.sk/sites/default/files/vs-ke2014.pdf>, cit. 22.12.2015

**SAŽP, 2002:** Správa o stave životného prostredia Košického kraja k roku 2002, *online:* [http://www.sazp.sk/slovak/periodika/sprava/ks2002/ks2002\\_ke.pdf](http://www.sazp.sk/slovak/periodika/sprava/ks2002/ks2002_ke.pdf), cit. 22.12.2015

**SELGRADE M. K., 2000:** Air pollution and respiratory disease: extrapolating from animal models to human health effects. *Immunopharmacology* 48: 319-324 s.

**SHMÚ, 2008:** Kvalita povrchových vôd na SR v rokoch 2007-2008, *online:* <http://www.shmu.sk/File/KvalitaPV2008/rocenka0708text.pdf>, cit. 15.12.2015

**SHMÚ, 2014:** Správa o kvalite ovzdušia a podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v SR 2012, *online:* [http://www.shmu.sk/File/SHMU\\_Sprava\\_o\\_kvalite\\_ovzdušia\\_SR\\_2012.pdf](http://www.shmu.sk/File/SHMU_Sprava_o_kvalite_ovzdušia_SR_2012.pdf), cit. 20.12.2015

**SHMÚ, 2015:** Hodnotenie kvality ovzdušia v SR 2014, *online:* [http://www.shmu.sk/File/2014\\_Hodnotenie\\_KO\\_v\\_SR.pdf](http://www.shmu.sk/File/2014_Hodnotenie_KO_v_SR.pdf), cit. 20.12.2015

**SCHWARTZ J., 1993:** Particulate air pollution and chronic respiratory disease. *Environmental Research* 62: 7-13 s.

**SLOVENSKÁ PLYNÁRENSKÁ SPOLOČNOSŤ, 2007:** SPP rozširuje kapacitu plniacej stanice CNG v Košiciach, *online:* <http://www.spp.sk/sk/vsetky-segmeny/o-spp/media/28-spp-rozsiruje-kapacitu-plniacej-stanice-cng-v-kosiciach/>, cit. 1.2.2016

**SLOVENSKÁ SPRÁVA CIEST, 2014:** Dopravná nehodovosť na diaľniciach a rýchlostných cestách v roku 2014. *Slovenská správa ciest, Bratislava*. 5s.

**SOKHI R.S., MAO H.J., SRIMATH S.T.G., FAN S.Y., KITWIROON N., LUHANA L., KUKKONEN J., HAAKANA M., KARPPINEN A., VAN DER HOUT K.D., BOULTER P., 2008:** An integrated multi-model approach for air quality assessment: Development and evaluation for the OSCAR Air Quality Assessment System. *Environmental Modelling and Software*, 23(3): 268-281 s.

**SOLAZZO E., CAI X.M. & VARDOULAKI S., 2009:** Improved parameterization for the numerical modeling of air pollution without an urban street canyon. *Environmental Modelling and Software*, 24: 381-388 s.

**STOJANOV R., 2006:** Strom významnosti a morfológická analýza. In: **POTŮČEK M.** [ed]: Manuál prognostických metod. *SLON, Praha*, 70-77 s.

**STURM P.J., BALTENSPERGER U. & BACHER M., 2003:** Roadside measurements of particulate matter size distribution. *Atmospheric Environment*, 37(37): 5273-5281 s.

**ŠPROCHA B. & ŠÍDLO L., 2012:** Demografický portrét Bratislavy a Košíc. *Slovenská štatistika a demografia*, 22,1: 18-43 s.

**TARODO J., 2003:** Continuous emission monitoring. *World Cement* 34: 67-72 s.

**THERIVEL R., 2001:** Landscape. In: **MORRIS P. & THERIVEL R.** [eds]: Methods of Environmental Impact Assessment, Second Edition. *Spon Press, London*, 145-178 s.

**TOMEK J., 2001:** Základy strategického marketingu. *Západočeská univerzita v Plzni*, 307 s.

**VALLO SADOVSKY ARCHITECTS, S.R.O., 2009:** Urbanistická štúdia Košice Nemocnica I., kat. územie Terasa. *Magistrát mesta Košice*, 39 s.

**VAUTARD R. & HAUGLUSTAINE D., 2007:** Impact of global climate change on regional air quality: introduction to the thematic issue. *Comptes Rendus Geosciences* 339: 703-708 s.

Vyhláška č. 360/2010 Zb. Ministerstva pôdohospodárstva, životného prostredia a regionálneho rozvoja SR o kvalite ovzdušia

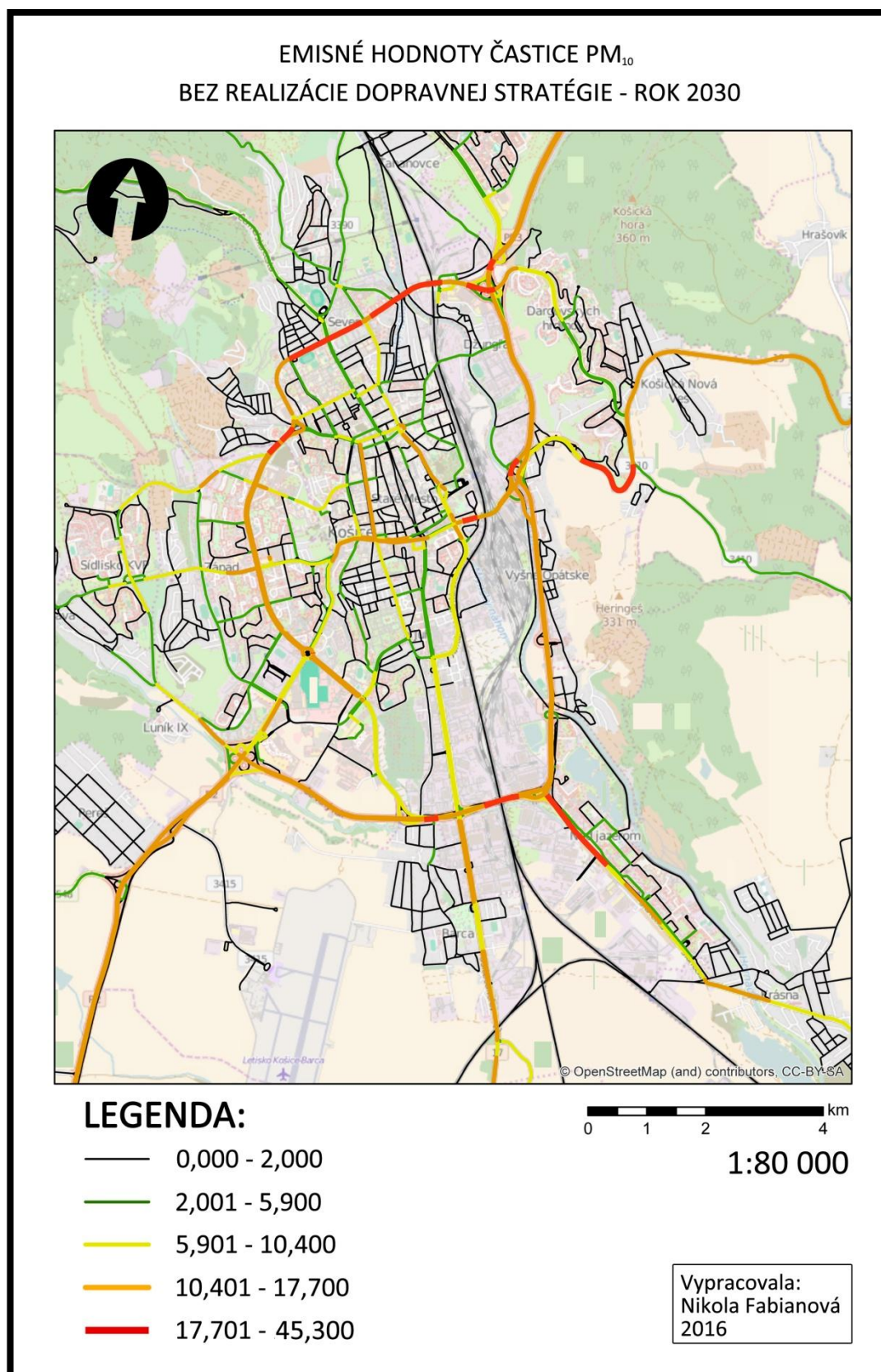
**WHO, 2010:** 10 facts on preventing disease through healthy environments, *online:* [http://www.who.int/features/factfiles/environmental\\_health/environmental\\_health\\_facts/en/](http://www.who.int/features/factfiles/environmental_health/environmental_health_facts/en/), cit. 11.12.2015

**WOOD G., 2000:** Is what you see what you get? Post-development auditing of methods used for predicting the zone of visual influence in EIA. *Environmental Impact Assessment Review 20/5:* 537–560 s.

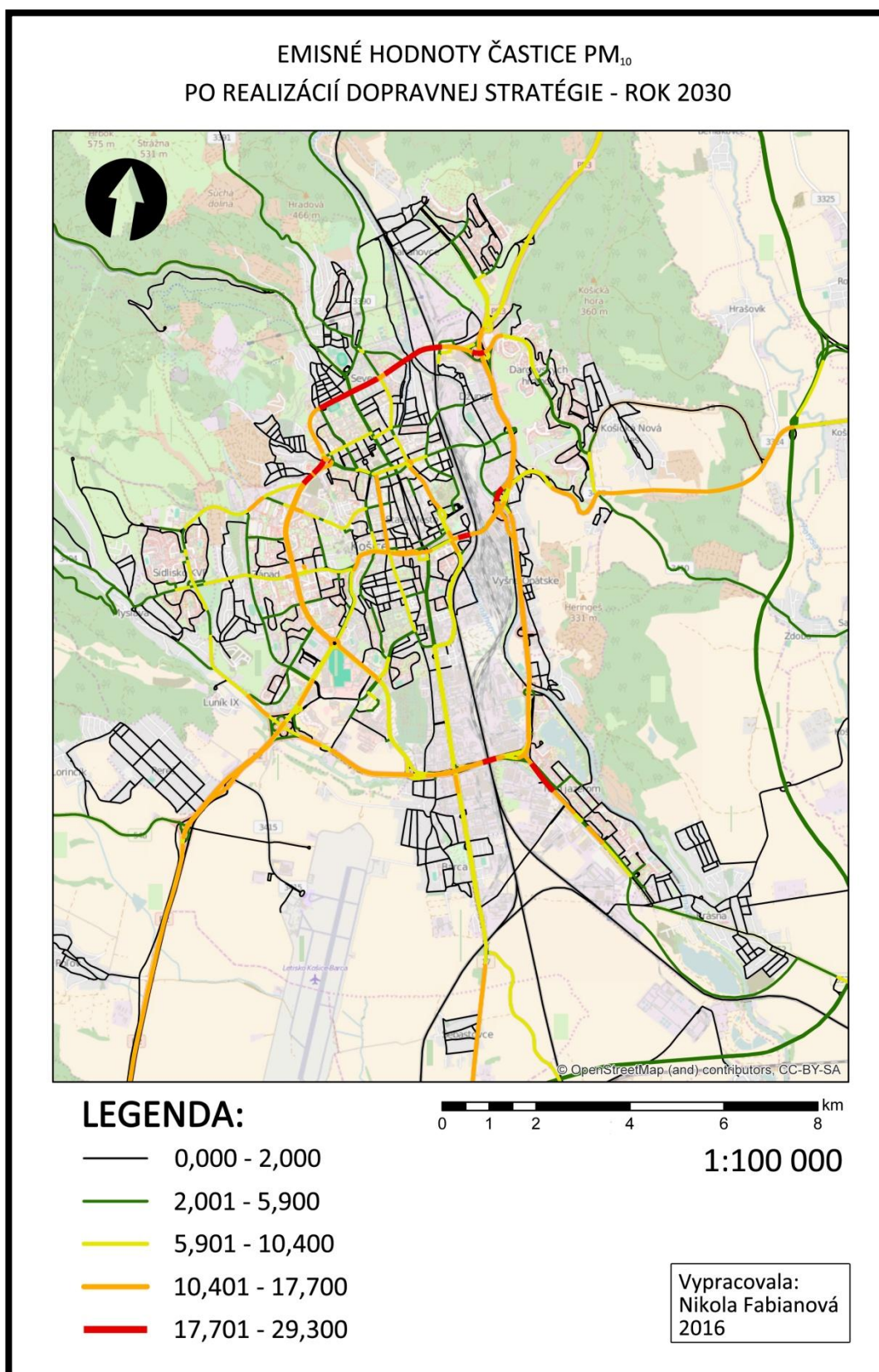
Zákon č. 137/2010 Zb. o ovzduší, v platnom znení

## 10 PRÍLOHY

Príloha č. 1: Emisné hodnoty pre znečisťujúcu látku PM<sub>10</sub> (g/0,05km/rok) – nulový stav



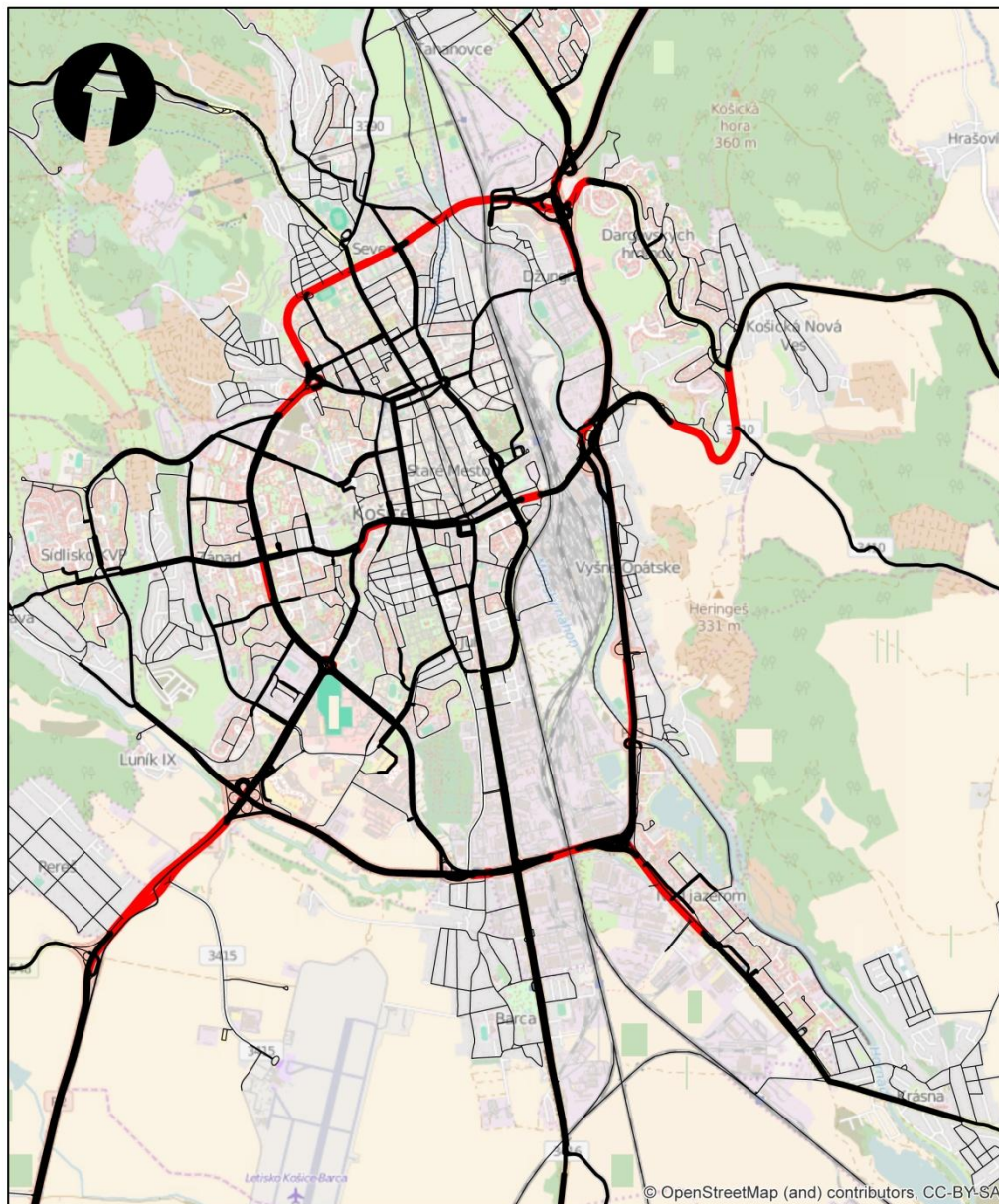
Príloha č. 2: Emisné hodnoty pre znečisťujúcu látku PM<sub>10</sub> (g/0,05km/rok) – návrhový stav





Príloha č. 3: Intenzita vozidiel v nulovej variante (vozidlo/0,05km/rok)

### INTENZITA VOZIDIEL BEZ REALIZÁCIE DOPRAVNEJ STRATÉGIE - ROK 2030



#### LEGENDA:

- 0 - 3528
- 3529 - 10532
- 10533 - 21622
- 21623 - 61295

0 1 2 4 km

1:80 000

Vypracovala:  
Nikola Fabianová  
2016

Príloha č. 4: Intenzita vozidiel v návrhovej variante (vozidlo/0,05km/rok)

