

# Hodnocení možností prezentace a ovlivnění výsledků modelování

Petr Musial

Geoinformatika  
VŠB Technická univerzita Ostrava  
17. listopadu 15  
708 33 Ostrava Poruba  
Email: [pet.musial.st@vsb.cz](mailto:pet.musial.st@vsb.cz)

**Abstrakt.** Tato práce se zabývá testováním možností ovlivnění rozptylové studie při přípravě vstupních dat pro model, nastavováním parametrů modelu a zpracováním výsledků z modelu. Pro výpočet rozptylu znečišťující látky v ovzduší je využit statistický model SYMOS'97, jehož metodika je ověřena a schválena ministerstvem životního prostředí pro celé území České republiky. Dalším cílem je navrhnout varianty prezentace výsledků z modelování, posoudit vhodnosti jednotlivých variant a popsat jak mohou ovlivnit výsledek rozptylové studie.

**Klíčová slova:** GIS, modelování, rozptylová studie, SYMOS'97, ovlivnění výsledku, kartografické znázornění

**Abstract.** This work deals with option testing of the influence of dispersion study during preparing the inputting data for a model, setting parameters for a model and result processing. For air pollution disperse calculation is used a statistic model SYMOS'97 whose methodic is verify and approved by the Ministry of Environment of the Czech Republic. Another objective is proposal variants presentation modelling results, review the variants propriety and describe how it could influence an effect of dispersion study.

**Keywords:** GIS, modelling, dispersion study, SYMOS'97, influence result, cartographic representation

## 1 Úvod

Znečišťování ovzduší je jedna z antropogenních činností, která nejvíce poškozuje životní prostředí, a proto je velice důležité tuto činnost sledovat a snažit se ji co nejvíce omezit. Pro sledování znečišťování ovzduší byla v roce 1997 nově vydána metodika pro modelování šíření znečišťující látky v ovzduší SYMOS'97, která měla za úkol sjednotit výsledky rozptylových studií v jednotlivých částech celé České republiky. K tomuto účelu byl vytvořen programový produkt nazvaný stejně jako metodika, ze které vychází, SYMOS'97.

Ale ne vždy jsou výsledky totožné. Pokud rozptylovou studii dělají různí lidé, volí samozřejmě různé postupy při přípravě dat, nastavování parametrů modelu a

zpracování a vyhodnocení výsledků modelování. Tyto postupy jsou závislé na dostupném programovém vybavení a zkušenostech jednotlivce.

Problematika tvorby rozptylových studií je multidisciplinární. Může se tedy stát, že odborník, který dokonale rozumí procesům ovlivňující rozptyl látek v ovzduší, nemá až tak dobrý přehled v oblasti zpracování a prezentace prostorových dat, a tak může i korektní výsledky do určité míry ovlivnit. Opačný případ by neměl nastat, a to z důvodů, že tvůrce rozptylových studií musí mít určitou praxi v oboru a být pověřenou osobou MŽP vykonávat tuto činnost.

V této práci se budu zabývat tím, do jaké míry lze neúmyslně ovlivnit výsledek rozptylové studie nevhodně zvolenými postupy při její tvorbě. Budou popsány jednotlivé kroky a testovány ty, které mohou do větší míry ovlivnit celkový výsledek.

## 2 Cíle práce

Cílem této práce je navrhnout metodiku testování možností ovlivnění prezentace výsledků modelování, a to manipulací se vstupními daty do modelu SYMOS'97, nastavováním parametrů modelu a postupy zpracování výsledků.

V první řadě bude provedeno testování, do jaké míry ovlivní nastavování vstupních dat do produktu SYMOS'97 a nastavování parametrů modelu výsledky modelování. Bude sestaven přehled jednotlivých kroků, které mohou ovlivnit výsledek modelování a detailně popsány a testovány ty, které mohou do větší míry ovlivnit tyto výsledky.

Dále je nutné popsat kroky následného zpracování výsledku z modelování pro vizualizaci rozptylu znečišťující látky (postprocessing). Upozornit na takové zpracování, které může ovlivnit výsledek rozptylové studie. Protože v této oblasti není přesně stanovena metodika, může docházet k odlišným interpretacím výsledků od různých tvůrců rozptylových studií. Na tuto skutečnost je důležité upozornit a popsat její nástrahy.

Dalším cílem je zjistit jaké jsou kladeny legislativně právní požadavky na prezentaci výsledků modelování rozptylu znečišťující látky a dle toho navrhnout varianty prezentace tohoto jevu. Navrhnout nejvhodnější variantu a nechat posoudit osobou „úředníkem“, která s výsledky rozptylových studií přichází denně do styku.

## 3 Legislativní požadavky na rozpylové studie

Požadavky na skladbu a obsah odborného posudku a zásady pro vypracování rozptylových studií z hlediska zákona č. 86/2002 Sb., o ovzduší v platném znění, jsou uvedeny na stránkách MŽP [http://www.env.cz/AIS/web.nsf/pages/pokyny\\_oov](http://www.env.cz/AIS/web.nsf/pages/pokyny_oov).

V případě popisu obsahu rozptylové studie je uvedeno, že má obsahovat:

- Popis vstupních údajů - charakteristika zdroje, charakteristika lokality, klimatické a meteorologické charakteristiky území a imisní charakteristika lokality
- Popis metodiky výpočtu - metoda, referenční body (jejich umístění), imisní limity
- Výstupní údaje:

- **Typ vypočtených charakteristik** – krátkodobé, dlouhodobé, maximální, průměrné.
- **Prezentace výsledků v tabulkové formě** v případě výpočtu pro jednotlivě vybrané referenční body.
- **Kartografická interpretace výsledků** – na vyžádání objednavatele je nutno pracovat se softwary GIS, mapové podklady pro interpretaci by měly obsahovat výškopis (např. topografická mapa) a zástavbu; předpokládá se dodržení základních kartografických zásad (legenda, měřítko, srozumitelné popisky).
- **Diskuse výsledků** - zahrnující zhodnocení příspěvku plánovaného zdroje k imisní zátěži v území; srovnání s limitními hodnotami viz bod 2, písm. c). Velmi důležitou součástí je zahrnutí imisního pozadí do celkového hodnocení vlivu zdroje na znečištění ovzduší v dané lokalitě. [10]

## 4 Použita data

Pro tuto práci byla použita data, které dodala firma ENVIROAD s.r.o. Tato firma sídlí v Ostravě na ulici Chelčického 533/4 a zabývá se hodnocením vlivů staveb na životní prostředí podle zákona č. 100/2001 Sb., zejména se jedná o rozptylové studie a hlukové studie. V této firmě byly také provedeny výpočty modelů v programovém produktu SYMOS'97 v2006.

Jedná se o data z plánované přestavby rychlostí silnice R52 na čtyřproudovou komunikace v úseku Pohořelice - Iván na trase Brno - Vídeň. Délka úseku činí 6,9 km a vede z části po původní trase silnice I/52 a z části pak v nové trase (obchvat Nové Vsi). Projekt této stavby byl vytvořen firmou HBH projekt s.r.o. a investorem je Ředitelství silnic a dálnic ČR. Situace je zobrazena v příloze č. 1.

### 4.1 Potřebná data pro modelování šíření znečišťující látky v ovzduší

Modelování imisí bylo prováděno pomocí programového produktu SYMOS'97 v2006. Potřebné vstupní údaje pro tento produkt lze rozdělit na tyto kategorie:

- Údaje o zdrojích
- Meteorologické a klimatické poklady
- Údaje o topografickém rozložení referenčních bodů, ve kterých se bude výpočet provádět
- Výškový model terénu

Vstupem do programu je pět souborů v textovém formátu nebo ve formátu XML. Přesné znění textových formátů je uvedeno v literatuře [13].

## 5 Identifikace kroků, které mohou ovlivnit výsledek

Při provádění rozptylových studií lze, ať už úmyslně nebo neúmyslně, ovlivnit výsledky modelování. Průběh rozptylové studie lze rozdělit do tří fází. V každé z těchto fází lze do jisté míry ovlivnit výsledky modelování. Možné zásahy je nezbytné identifikovat.

- Příprava dat
- Nastavení modelu SYMOS'97
- Presentace výsledků

### 5.1 Příprava vstupních dat do modelu

Některé kroky pro přípravu dat jsou přesně dány a popsány v metodice nebo v systémové příručce, ale některé prostorové vlastnosti nebo hodnoty atributů vstupních dat mají určitou míru volnosti, kde je na uživateli, jak tyto vlastnosti a hodnoty nastaví. Byly vytyčeny kroky, které mají určitou míru volnosti a mohou tak do větší či menší míry ovlivnit samotný výsledek modelování rozptylu znečišťující látky:

- Nastavování velikosti liniového segmentu
- Hustoty rozložení referenčních bodů
- Podrobnost výškového modelu terénu
- Emisní hodnoty určené z intenzity dopravy
- Výška exhalací nad zdrojem

#### Zhodnocení

Z oblasti přípravy dat pro model SYMOS'97 bude následně testován vliv dvou faktorů: velikost liniového segmentu a hustota rozložení referenčních bodů. Pro každý faktor budou namodelovány tři stavy, tudíž vznikne 9 modelových situací.

### 5.2 Nastavení modelu SYMOS'97

Po importu vstupních dat do prostředí produktu SYMOS'97 v2006 je nutno nastavit potřebné parametry. Jedná se o:

- **Nastavení veličiny**
  - Krok větrné růžice
  - Setrvání znečišťujících látek v ovzduší
  - V případě plynné veličiny: počítat NO<sub>2</sub> podle NO<sub>x</sub>
  - V případě prachové veličiny: počítat spad prachových částic podle PM10
- **Výpočet koeficientů Theta, Delta a ZMax**
  - Vzdálenost vnitřních bodů výškopisu
  - Způsob stanovení výšky bodu
  - Volba vypočítat koeficienty TDZ
- **Nastavení výpočtu**
  - Natočení větrné růžice
  - Výpočet pro volnou atmosféru
  - Výpočet podílu skupin zdrojů

### **Zhodnocení**

Z oblasti nastavování parametrů modelu bude následně testován pouze krok větrné růžice, do jaké míry jeho nastavení může ovlivnit samotný výsledek rozptylové studie. Ostatní nastavování nebude testováno, neboť možnosti nastavení hodnot těchto parametrů jsou dobře popsány v metodice programového produktu SYMOS'97.

### **5.3 Prezentace výsledků z modelování**

Následné zpracování výsledků z modelování bývá velice podceňováno. Často se klade větší důraz na přípravu dat a samotné modelování než na následné zpracování a konečnou interpretaci a vizualizaci. Při konečném zpracování lze výsledek rozptylové studie ještě velice ovlivnit a to v těchto krocích:

- Interpolační metoda
- Kartografické znázornění
- Psychologické působení barev
- Slovní interpretace

### **Zhodnocení**

Z oblasti prezentace výsledků z modelování bude následně posuzována volba interpolační metody a volba kartografického znázornění jevu.

## **6 Testování vybraných kroků**

Testování bylo prováděno vždy jen pro jednu znečišťující plynnou látku a to pro oxidy dusíku ( $\text{NO}_x$ ) z důvodu, že hodnoty imisní koncentrace znečištění touto látkou se nejvíce ze všech základních látek emitovaných motorovými vozidly přibližují imisním limitům. Hodnoty průměrné roční imisní koncentrace znečištění emitované pouze silniční dopravou málokdy překračují imisní limity, ale musíme mít na paměti, že se jedná jenom o příspěvek k ostatním zdrojům znečištění.

### **6.1 Velikost liniového segmentu a hustota referenčních bodů**

Výsledek rozptylové studie lze ovlivnit jak zvolenou délkovou velikostí liniového segmentu zdroje znečištění tak i hustotou referenčních bodů. Velikost liniového segmentu ovlivňuje možné rozmístění referenčních bodů v blízkosti zdroje, proto bylo provedeno testování obou faktorů současně.

Pro správné provádění modelování znečištění ovzduší od liniového zdroje, je nutno provést segmentaci linie zdroje (silnice, železnice), tedy rozdělení celého zdroje na jednotlivé dílčí linie (segmenty liniového zdroje). Také je nutné dodržení pravidla stanovené v metodice, které říká, že při následném vyhodnocení výsledků z modelování se nesmí započítávat hodnoty znečištění z referenčních bodů, které jsou ovlivněny blízkostí zdroje znečištění. Proto byly referenční body odstraněny, a to do určité vzdálenosti od zdroje znečištění. Tato vzdálenost je závislá na velikosti délky segmentu liniového zdroje. Čím větší délku segment má, tím větší je vzdálenost, do

které je nutno referenční body odstranit. Vztah této závislosti je popsán v metodické příručce [3].

Byla tvořena pouze čtvercová síť referenčních bodů, proto hustotou referenčních bodů je myšlena vzdálenost mezi těmito body. Jiná než čtvercová síť nebyla vytvářena z důvodů, že se nejedná o přímý úsek silnice, ale je zakřiven. Musela by se provést segmentace linie na přímé úseky a vytvořit k těmto úsekům vhodné rozložení referenčních bodů. Toto tedy nebylo prováděno.

Pro oba faktory byly nasimulovány tři stavy, čímž vzniklo 9 možných variant.

- Velikost liniového segmentu: **5 m, 20 m, 100 m**
- Hustota referenčních bodů: **25 m, 100 m, 400 m**

Hodnoty nastavení obou faktorů byly voleny tak, že při zvolených nejnižších hodnotách byl očekáván nejpřesnější výsledek a pro zvolené vyšší hodnoty byl výsledek postupně zkreslován.

Za nejmenší možnou velikost liniového segmentu byla zvolena hodnota 5 metrů a to z důvodů, abychom dostali co nejpřesnější výsledky z blízkosti zdroje. Po odstranění blízkých referenčních bodů jsme získali informace o znečištění ve vzdálenosti 15 metrů od osy silnice. Při zvyšování velikosti liniového segmentu roste vzdálenost nutného odstranění referenčních bodů, a tedy se snižuje přesnost výsledné koncentrace znečištění v blízkosti zdroje, kdy je nutno oblast, kde se nenacházejí referenční body, dopočítat pomocí vhodné interpolační metody.

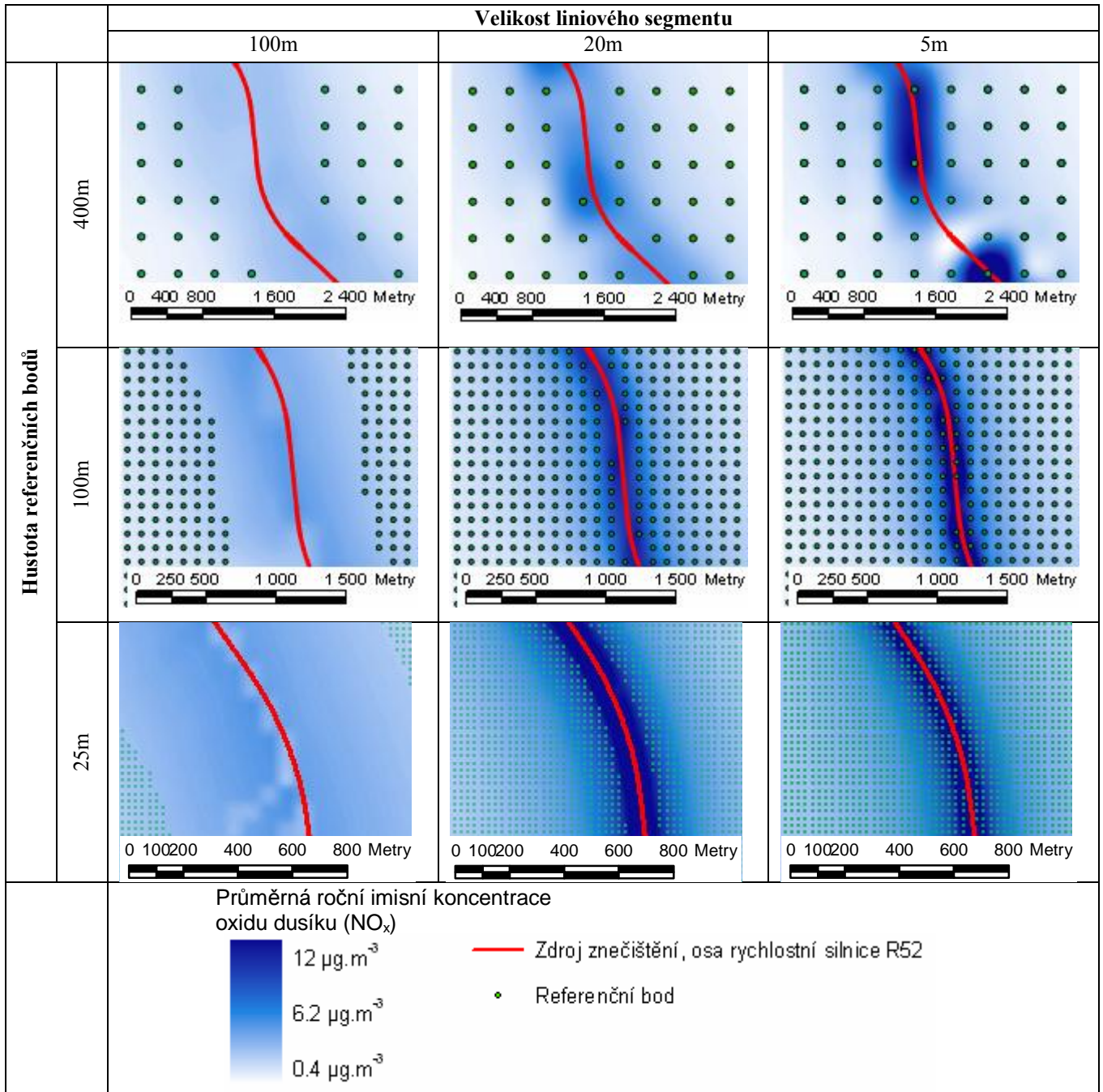
Za nejnižší zvolenou hodnotu hustoty referenčních bodů byla zvolena hodnota 25 metrů. Lze zvolit i hustší síť referenčních bodů, ale tím by už vzniklo velké množství bodů a samozřejmě by se prodloužila i doba výpočtu. Další hodnoty hustoty referenčních bodů byly postupně zvyšovány na hodnoty 100 a 400 metrů.

## Vyhodnocení

Vyhodnocení jednotlivých variant bylo provedeno pomocí porovnání základních statistických ukazatelů a pomocí vizuálního porovnání tabulka č. 1.

Pro vizuální porovnání, byly zobrazeny výsledky z hodnot referenčních bodů, které byly interpolační metodou splinových funkcí převedeny na rastrové data o prostorovém rozlišení 10 metrů. Tato data byla vizualizována kartografickou metodou „znázornění spojitého pole hodnot“ spolu s referenčními body, ze kterého byla výsledná rastrová data vypočítána. Pro snazší porovnávání byly všechny výsledky jednotlivých varianty znázorněny pomocí stejné stupnice se spojitými hodnotami v rozsahu  $0,4 - 12 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  s lineárním růstem hodnot.

Tabulka 1. Kombinace nastavované velikosti liniového segmentu a hustoty referenčních bodů



Vizuálním porovnání bylo potvrzeno, že při velké velikosti liniového segmentu a následného odstranění receptorů do patřičné vzdálenosti, dochází ke značnému zkreslení výsledků snížením velikosti koncentrace znečištění v blízkém okolí zdroje. Dále je nevhodné kombinovat menší hustotu referenčních bodů s menšími velikostmi liniových segmentů. Kdy referenční hodnoty v blízkosti zdrojů dosahují výrazně vyšší hodnoty než v okolních bodech. Pak se výsledné znečištění jeví jakoby bylo emitované od bodových zdrojů. Toto ovlivnění výsledků je na první pohled patrné. Při kombinaci velikosti liniového segmentu 5 m, 20 m a hustoty referenčních bodů 25 m, 100 m jsou výsledky podobné s tím, že při menší velikosti liniového segmentu je výsledek v blízkosti zdroje detailnější.

### **Zhodnocení**

Volbou větší velikosti liniových segmentů dochází ke značnému ovlivnění výsledků. Je to způsobeno nutností odstranit referenční body do větší vzdálenosti od zdroje znečištění. Vztah mezi velikostí liniového segmentu a vzdálenosti, do které je nutno odstranit referenční body, je popsáno v metodice výpočtu. Při odstranění referenčních bodů z okolí zdroje ztrácíme informaci o hodnotách koncentrace znečištění v těchto oblastech. Při dopočtení těchto hodnot pomocí interpolační metody již nedosáhneme dostatečně vysokých hodnot koncentrace znečištění, které se v těchto místech reálně vyskytují. Při vizualizaci výsledků s nastavenou větší velikostí liniového segmentu nemusí být hned patrné, že hodnoty znečištění v blízkosti zdroje neodpovídají skutečnosti, ale jsou dosti nižší. Při neznalosti chování šíření látek v ovzduší může interpret vizualizované výsledky posoudit špatně, proto je nutno v dokumentu rozptylové studie popsat postup práce a nastavení jednotlivých parametrů vstupních dat a upozornit na to, že v blízkosti zdroje prudce narůstají hodnoty znečištění. Nelze říct, jaké nastavení hodnot velikosti liniového segmentu a hustoty referenčních bodů je optimální. Závisí to na velikosti modelovaného území. Je nutno volit takové nastavení, aby byla dosažena co nejvyšší přesnost, tedy co nejmenší velikost liniového segmentu zdroje znečištění a co nejhustší síť referenčních bodů. Nastavení těchto parametrů je třeba volit s ohledem na dobu výpočtu. Proto je nutné každou modelovanou situaci posuzovat individuálně.

## **6.2 Krok větrné růžice**

Metodika výpočtu programového prostředku SYMOS'97 bere v úvahu statistické rozložení směru a rychlosti větru vztažené ke třídám stability mezní vrstvy ovzduší podle klasifikace Bubníka a Koldovského. Do programu vstupují tato data ve formě větrné růžice. Standardní větrná růžice obsahuje popis relativních četností 11 kombinací tříd stability a rychlosti větrů pro každý z 8 směrů větru plus stav bezvětří. Přesnost výsledků imisních koncentrací znečištění může být ovlivněno nastavením velikosti kroku větrné růžice. Tento parametr určí jak detailně budou známé hodnoty relativních četností osmi směrů větru rozpočítány na detailnější krok, tedy na menší úhly směru větru. Standardní vstupní větrnou růžici je větrná růžice rozpočítaná do 8 směrů, tedy po 45°. Pro zpřesnění výsledků je nutno rozpočítat větrnou růžici na menší intervaly. Velikost kroku rozpočtení větrné růžice lze volit z intervalu 0,5° až 45° s podmínkou, že číslo 45 musí být beze zbytku dělitelné hodnotou zvoleného kroku.



Při nastavení menšího kroku se zvyšuje přesnost výpočtu, ale také se prodlužuje jeho doba trvání.

**Bylo nastaveno 5 hodnot parametru kroku větrné růžice: 0.5°, 1°, 3°, 15°, 45°.**

Výsledky modelování pro jednotlivé zvolené kroky rozpočtení větrné růžice byly mezi sebou porovnány statistickou metodou i vizuálním porovnáním. V následující tabulce jsou uvedeny základní statistické ukazatele pro jednotlivé statistické soubory obsahující hodnoty imisní koncentrace znečištění v referenčních bodech.

**Tabulka 2.** Základní statistické ukazatele pro jednotlivé kroky větrné růžice

Krok větrné růžice [°]	Počet referenčních bodů	Aritmetický průměr [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Median [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Směrodatná odchylka [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Minimální hodnota [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Maximální hodnota [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Dolní kvartil [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Horní kvartil [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
0.5	1944	2.5855	1.9031	1.8431	0.6227	10.6917	1.3468	3.122
1	1944	2.5855	1.9031	1.8431	0.6227	10.6917	1.3468	3.122
3	1944	2.5855	1.9031	1.8431	0.6227	10.6929	1.3468	3.1219
15	1944	2.5863	1.9125	1.8493	0.6159	10.9284	1.3393	3.1092
45	1944	2.5701	1.9925	1.7641	0.5198	15.0303	1.4433	3.0021

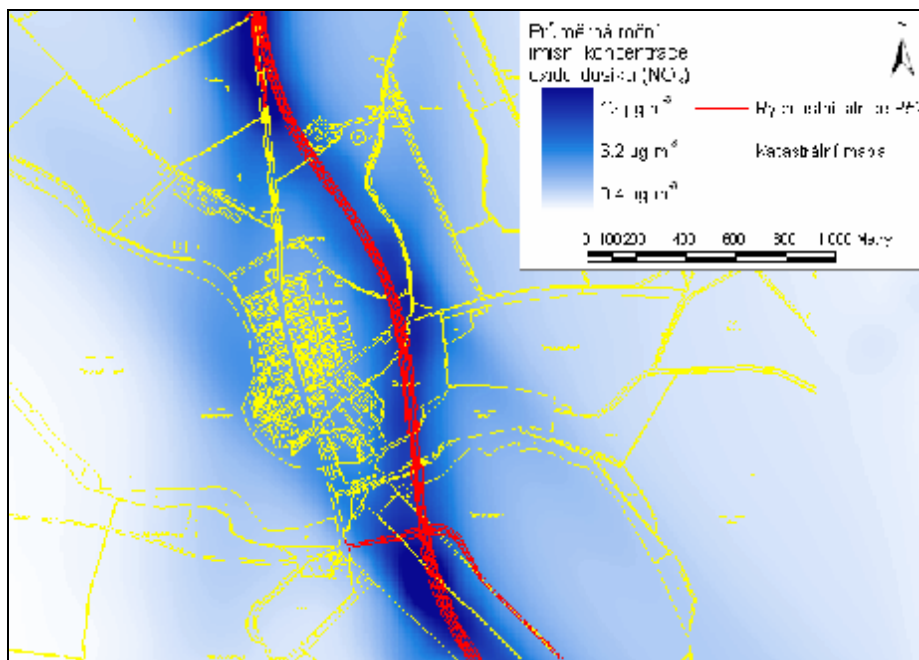
Z hodnot uvedených v tabulce vidíme, že jednotlivé statistické soubory se od sebe výrazně neliší. Menší odlišnosti lze pozorovat až na prvním či až na druhém místě za desetinnou tečkou, což už jsou statisticky zanedbatelné rozdíly. Jedinou výraznější odlišnost lze pozorovat u maximální hodnoty statistického souboru s nastaveným krokem větrné růžice 45°.

Porovnání všech statistických souborů bylo provedeno pomocí **Kruskal - Wallisova** testu. Nebyla zamítnuta hypotéza o rovnosti jednotlivých statistických souborů a to na hladině významnosti 95%.

Výsledné hodnoty jednotlivých statistických souborů nejsou statisticky významně odlišné. Ale při vizuálním porovnání rozložení hodnot v prostoru byly zjištěny určité odlišnosti. Pro jednodušší porovnání byly výsledky z referenčních bodů převedeny na rastrové data s prostorovým rozlišením 10 metrů pomocí interpolační metody splinových funkcí. Tyto rastrové soubory byly vizualizovány kartografickou metodou „znázornění spojitého pole hodnot“ se stejnou stupnicí spojitých hodnot v rozsahu 0,4 - 12  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  s lineárním růstem hodnot.

Při vizualizaci bylo zjištěno, že rozložení hodnot v prostoru pro první tři výsledky s nastavenými hodnotami kroku větrné růžice 0.5°, 1° a 3° je shodné. U výsledků s nastavenými hodnotami kroku větrné růžice 15° a 45° lze pozorovat odlišné rozložení hodnot v prostoru, což ovlivňuje samotný výsledek. Projevuje se to nerovnoměrným šířením znečišťující látky v ovzduší v různých směrech.

V případě výsledků s nastaveným krokem 15° není toto nerovnoměrné šíření příliš patrné, ale pro výsledek s nastaveným krokem 45° je zcela evidentní. Výsledek průměrné roční koncentrace znečišťující látky s nastavenou hodnotou parametru krok větrné růžice rovnu 45° je uveden na následujícím obrázku.



**Obr. 1.** Výsledek pro nastavenou hodnotu parametru krok větrné růžice rovnu  $45^\circ$

Na obrázku lze jasně pozorovat, že šíření znečišťující látky od zdroje není rovnoměrné. Výsledek se jeví, jakoby se znečištění šířilo v některých směrech intenzivněji. Je to způsobeno tím, že rozpočítání kroku větrné růžice není dostatečně podrobné, z čehož vyplývá právě intenzivnější šíření v těch směrech, které byly stanoveny při rozpočítání větrné růžice. Matematický aparát modelu provádí výpočet jen ve směrech, které byly stanoveny rozpočítáním větrné růžice, čímž potlačí ostatní směry.

Na obrázku č. 5 je zobrazen výsledek s nastavenou hodnotou rozpočítání větrné růžice po  $45^\circ$ , čímž vzniklo 8 směrů, ve kterých se znečišťující látky šíří. Jsou zde patrnější směry, které svírají s průběhem liniového zdroje tupý úhel. Směry šíření blízké se kolmému směru na průběh liniového zdroje nejsou patrné, což je způsobeno geometrickými vlastnostmi, rozmístění referenčních bodů a segmentů liniového zdroje.

### Zhodnocení

Různým nastavením velikosti kroku pro rozpočítání větrné růžice v možném rozsahu se nemění velikosti hodnot imisní koncentrace znečištění, což bylo prokázáno testovou statistikou o rovnosti jednotlivých souborů hodnot, ale mění se prostorové rozložení koncentrací. To se projevuje tím, že převládá šíření znečišťující látky v určitých směrech. Proto bych doporučoval volit menší hodnoty kroku pro rozpočítání větrné růžice. Výsledky s nastavenou hodnotou kroku větrné růžice  $15^\circ$  a  $45^\circ$  ovlivní výsledek rozptylové studie a to hlavně pro krok  $15^\circ$ , kdy nemusí být na

první pohled patrné změny v šíření znečišťující látky. Pro krok 45° je ovlivnění výsledku jasně patrné.

Větrná růžice pro oblast Pohořelice - Mikulov, která byla pro porovnávání použita, je poměrně stejnorodá s tím, že v území výrazně nepřevažuje jeden směr větru. V jiném případě, kdyby převažoval jeden směr proudění větru (např. v oblasti s úzkým údolím), by mohli výsledky vyjít odlišně s tím, že při větším kroku větrné růžice by výsledky byly ovlivněny do větší míry.

Hodnoty imisní koncentrace byly počítány pouze pro znečišťující látku oxidu dusíku. Tato látka má stanoveny pouze imisní limity pro ochranu ekosystému a vegetace s dobou průměrování jeden rok. Proto bylo testování možného ovlivnění výsledků různým nastavením velikosti kroku větrné růžice prováděno pouze pro výpočet ročních imisních koncentrací. Testování vlivu tohoto parametru nebylo provedeno pro výpočet průměrné denní nebo hodinové koncentrace. Předpokládám, že tyto koncentrace budou stejně nebo více citlivé na volbě nastavení velikosti kroku pro rozpočítání větrné růžice.

### 6.3 Porovnání vhodnosti interpolačních metod

Pro stanovení optimální nebo určení nevhodné interpolační metody bylo provedeno testování a statistické porovnání výsledků třech interpolačních metod. A to metody **Splinových funkcí**, metody **inverzních vzdáleností (IDW)** a metody **krigování**.

Při tomto testování byl použit výsledek z modelování s hustotou referenčních bodů 100 metrů a zvolenou velikostí liniového segmentu 20 m. Bylo tedy nutno odstranit referenční body a to do vzdálenosti 60 m od osy silnice. Hodnoty v této oblasti bylo nutno správně dopočítat.

Výpočet byl proveden v programovém produktu ArcGIS 9.1, kdy při nastavování interpolačních metod byly zachovány defaultní hodnoty a u metody krigování byl nastaven semivariogram na gaussův model. Výsledná rastrová data byla vypočtena v prostorovém rozlišení 10 m. Protože se jedná o rozsáhlejší oblast, a tudíž o velké množství bodů, byl pro následné statistické vyhodnocení vybrán jen vzorek dat z menší plochy okolo silnice s rozlohou 49,5 ha. Vzniklo tak 4950 bodů.

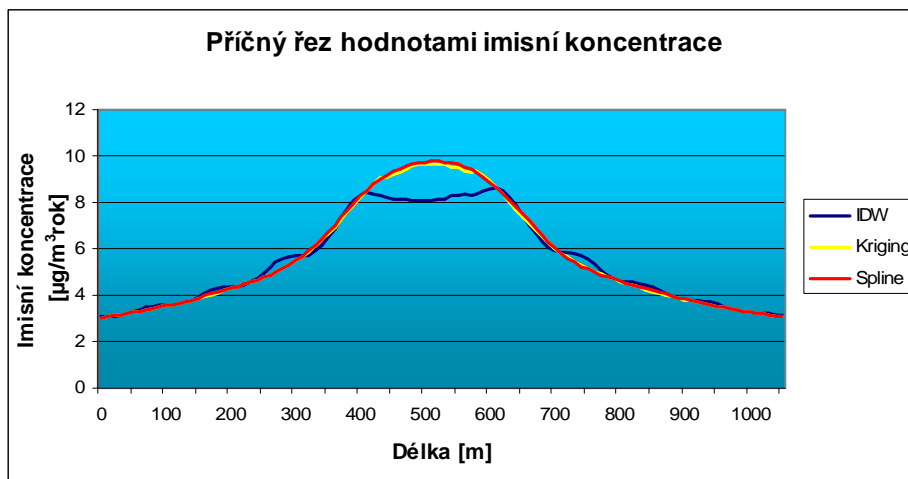
**Tabulka 3.** Porovnání jednotlivých interpolačních metod se základními statistickými ukazateli

Interpolační metoda	Počet	Aritmetický průměr [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Median [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Směrodatná Odchylka [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Minimální hodnota [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Maximální hodnota [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Rozsah hodnot [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
IDW	4950	6,47657	6,48315	1,47457	3,74721	10,316	6,56882
Kriging	4950	6,96262	6,52145	2,16276	3,62538	12,8973	9,27192
Spline	4950	6,97993	6,55371	2,16756	3,63704	11,203	7,56593

Z tabulky lze vyčíst, že hodnoty vzniklé pomocí interpolační metody IDW se liší od ostatních dvou metod, a to jak nejvyšší minimální, tak nejnižší maximální hodnotou. Průměrná hodnota je také nejnižší z toho důvodu, že soubor neobsahuje vysoké hodnoty, které ostatní soubory mají. Z důvodu nejmenšího rozsahu hodnot má tento soubor i nejmenší standardní odchylku.

Pomocí **Kruskal - Wallisova** testu byla zamítnuta hypotéza o rovnosti jednotlivých statistických souborů, a to na hladině významnosti 95 %. A následně nebyla zamítnuta hypotéza o rovnosti statistických souborů vzniklých interpolačními metodami splinových funkcí a krigování na hladině významnosti 95 %.

Pro vizuální porovnání byl sestaven příčný řez přes hodnoty imisní koncentrace. V místě maximálních hodnotách imisní koncentrace, určených interpolačními metodami splinové funkce a krigování, prochází zdroje znečištění (silnice). Oproti tomu v obou lokálních maximech statistického souboru vytvořených interpolační metodou IDW se nachází dva nejbližší referenční body o známých hodnotách imisní koncentrace. Mezi těmito body byly odstraněna dva referenční body a vznikla tak oblast o délce 180m, kde nejsou známy hodnoty imisní koncentrace znečištění. Tuto oblast je nutno správně dopočítat.



Obr. 2. Porovnání interpolačních metod IDW

### Zhodnocení

Interpolační metoda IDW není pro ten účel vhodná z důvodu, že průběh vytvořené plochy není hladký, ale je rozkmitaný. A hodnoty v oblasti okolo zdroje znečištění indikují místo nárůstu pokles hodnot, což určitě není správně. Tato skutečnost byla potvrzena statistickým porovnáním jednotlivých interpolačních metod, kdy byla zamítnuta hypotéza o rovnosti interpolačních metod. Tudíž při volbě této interpolační metody dojde k zkreslení a ovlivnění výsledných hodnot, tak že tato metoda nedokáže vypočítat vyšší hodnotu než je maximální známá hodnota a místo potřebného nárůstu hodnot indikuje pokles.

Statistické porovnání interpolačních metod splinové funkce a krigování nebylo zamítnuto. Výsledky odhadovaných hodnot obou interpolačních metod můžeme považovat za stejné.

Za nejvhodnější interpolační metodu byla zvolena metoda splinových funkcí a to z důvodu, že výsledný povrch se více hladší než u metody krigování. A další m

důvodem je její jednodušší nastavování parametrů, kdy oproti tomu u metody krigování bývá často obtížné určit vhodný semivariogram s vhodnými parametry.

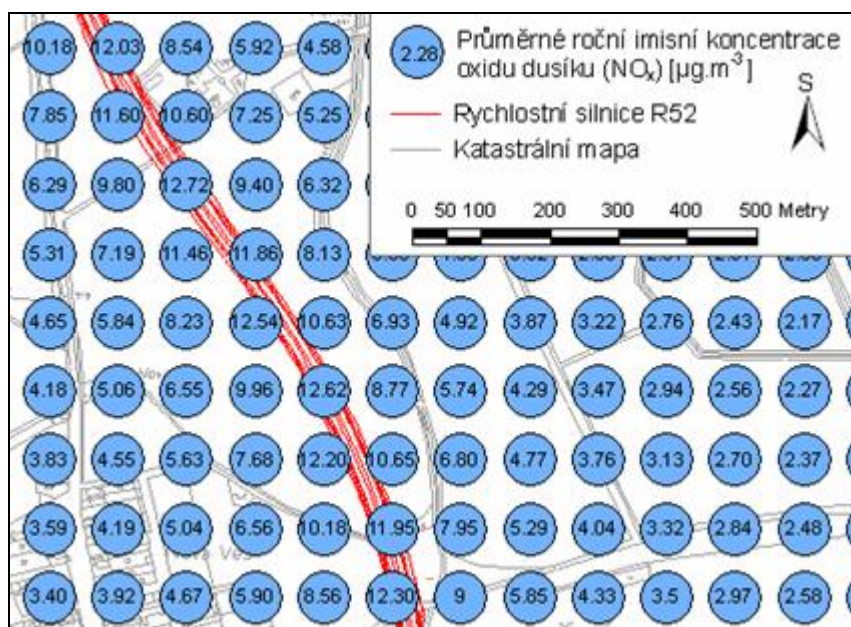
#### **6.4 Volba kartografického znázornění výsledků z modelování**

Výsledek z modelování lze znázornit v podobě mapy pomocí různých kartografických metod. Bylo vybráno 5 metod, popsány v kapitole **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**, kterými lze znázornit kvantitativní spojitý jev. Každá z těchto metod do určité míry ovlivňuje určitým způsobem vnímání a následnou interpretaci spojitého jevu. Z mapového výstupu by mělo být jasně patrné, že reprezentuje spojitý jev, ale na druhou stranu by hodnoty koncentrací znečištění měly být v každém místě jasně čitelné. Skloubení těchto dvou vlastností není zcela jednoduché, proto vždy dochází k určité generalizaci informace.

##### **Znázornění jevu pomocí bodů s hodnotou**

Jedná se o přímé znázornění hodnot imisní koncentrace znečišťující látky do mapového pole. Je vytvořena síť bodů, jejíž body jsou zobrazeny spolu s příslušnou hodnotou koncentrace znečištění. Výhodou takto zobrazeného jevu je, že při dostatečně husté síti bodů lze dobře vyčíst přesné hodnoty koncentrace v libovolném místě. Nevýhodou je, že naopak při příliš husté síti bodů se mapa stává nečitelnou a též zaniká podkladová mapa, proto je nutno volit vhodnou generalizaci, čímž samozřejmě dochází k ovlivnění výsledku.

Další nevýhodou je, že je velice obtížné pozorovat průběh a intenzitu šíření znečišťující látky. Mapa není z větší vzdálenosti vůbec čitelná, podstatnou informaci z ní lze vyčíst až s podrobnějším pozorováním. Těmito vlastnostmi omezuje čtenářovu správnou interpretaci, čímž je ovlivněn i samotný výsledek.



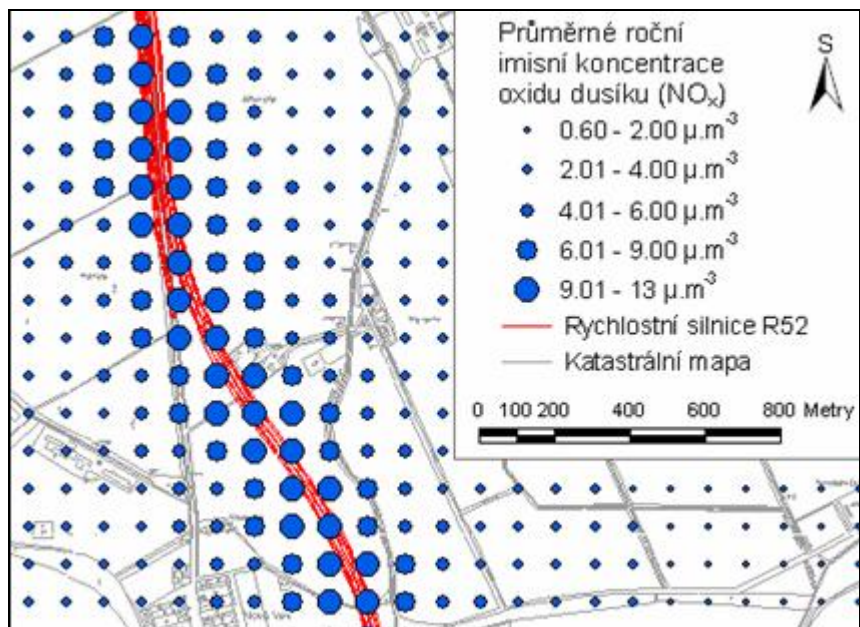
Obr. 3 Znázornění spojitého jevu pomocí bodů s hodnotou

### Metoda teček

Metoda teček se podobá předchozímu znázornění jevu v tom, že spojitý jev se opět znázorní sítí bodů. Hodnota jevu je ale znázorněna velikostí příslušného symbolu, v tomto případě bylo použito symbolu tečky. Velikosti bodů jsou rozděleny do tříd. Nevhodné zvolení počtu a velikostí intervalu jednotlivých tříd může ovlivnit výsledek celé rozptylové studie.

Tato metoda není příliš vhodná pro znázorňování spojitého jevu. Používá se spíše při znázornění intenzity jevu, který má danou svou prostorovou polohu a intenzita jevu se znázorní pomocí velikosti symbolu. Při použití této metody lze z mapy vyčíst pouze oblasti hodnot patřící do jednotlivých tříd. Tyto oblasti jsou ovšem hůře čitelné, protože nejsou ohraničeny žádnou hranicí (izolinií).

Při této metodě může opět dojít, při volbě husté sítě bodů, k zakrytí podkladové mapy a tím i ke zhoršení orientace v mapě. Tuto metodu bych pro znázornění koncentrace znečištění nedoporučoval volit, protože z mapového výstupu není hned jasné, že se jedná o vizualizaci spojitého jevu a navíc volba počtu a velikostí tříd může do větší míry ovlivnit celkový výsledek.



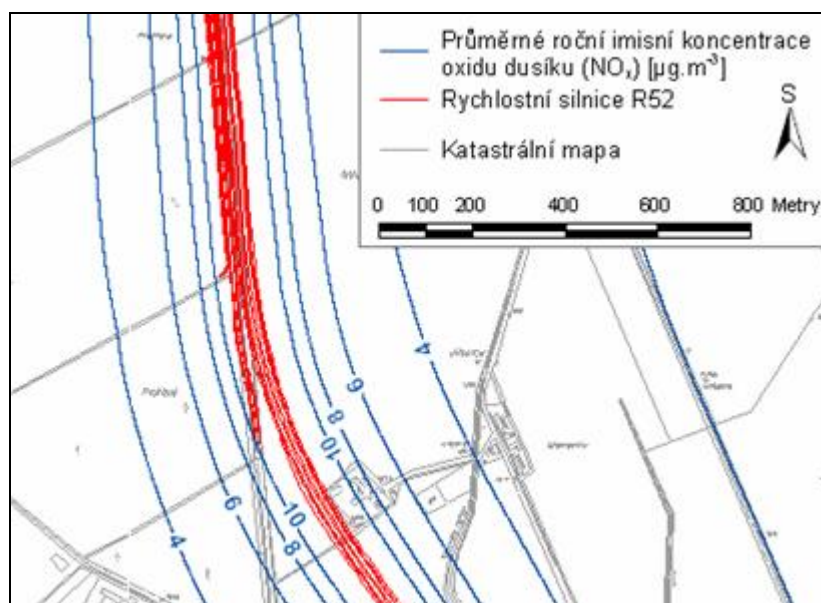
**Obr. 4** Znázornění spojitého jevu metodou teček

### Metody izolinií

Metoda izolinií je jednou z vhodnějších metod pro znázornění kvantitativního spojitého jevu. Pomocí izolinií, které spojují místa stejných hodnot jevu, se oddělí jednotlivé oblasti s hodnotami koncentrace znečištění ležícími v určitém intervalu hodnot. Izolinie se převážně vytvářejí s konstantním krokem, tedy s hodnotou určující velikost rozestupu mezi hodnotami jednotlivých izolinií. Toto nemusí být vždy vhodné z důvodu, že rozptyl znečišťujících látek se řídí inverzním gaussovým rozdělením. Vznikají tak velké oblasti ve větší vzdálenosti od zdroje znečištění, kde se nevyskytují žádné izolinie a naopak v blízkosti zdroje může docházet k velkému nahuštění izolinií. K tomuto může dojít při vyhodnocování větších oblastí a při volbě malého kroku mezi izoliniemi, což může vést ke zhoršené čitelnosti a tím také k ovlivnění výsledku.

Výhodou je také, že izolinie nezakrývají podkladovou mapu, což umožňuje dobrou orientaci a také možnosti vizualizace více jevů pomocí kombinace s jinou kartografickou metodou (např. metoda barevných vrstev).

Jednotlivé linie mohou být od sebe odlišeny různými způsoby: odlišeny barevně, šířkou izolinie nebo popiskem. Při větším počtu izolinií s různými hodnotami nemusí být barevné odlišení nebo odlišení pomocí různých šířek příliš vhodné. Může se zhoršit interpretační schopnost při odlišování jednotlivých izolinií, čímž dojde k ovlivnění výsledku. Proto je při volbě jakéhokoliv způsobu nutno dbát na to, aby jednotlivé izolinie byly dobře vizuálně odlišitelné.



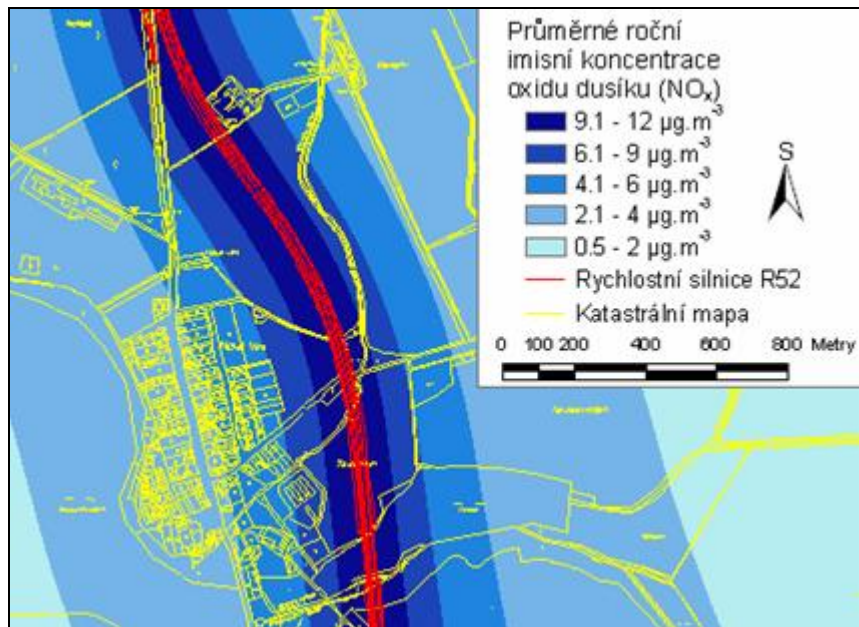
**Obr. 5** Znáornění spojitého jevu metodou izolinii

### **Metoda barevných vrstev**

Metoda barevných vrstev vychází principiálně z předchozí metody. Pomocí izolinii se vytváří plochy s velikostí hodnot spadajících do určitého intervalu hodnot. Tyto plochy se nazývají izoplochy a jsou od sebe odlišeny pomocí barevné škály hodnot. V případě této metody bývá běžnější, že velikosti intervalu hodnot nejsou konstantní. Velikosti těchto intervalů, nazývané třídni intervaly, mohou být nepravidelně nebo pravidelně rostoucí či klesající. Nevhodným počtem a velikostí třídni intervalů může dojít k nepřesnému znázornění daného jevu a tím k ovlivnění celé rozptylové studie.

Tato metoda je velice vhodná pro vizualizaci kvantitativního spojitého jevu, kdy jsou jednotlivé třídy dobře identifikovatelné a mapový výstup je přehledný a dobře čitelný.



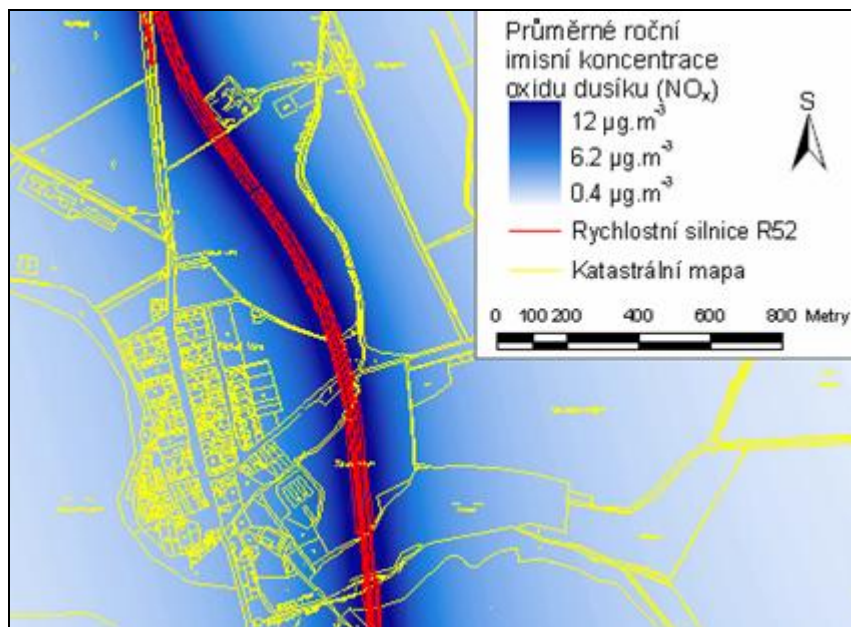


**Obr. 6** Znáznornění spojitého jevu metodou barevných vrstev

#### **Metoda znázornění spojitého pole hodnot**

Metoda znázornění spojitého pole hodnot znázorňuje kvantitativní spojitý jev pomocí spojitě barevné stupnice. Její velkou výhodou je to, že dokáže věrohodně zobrazit spojitý jev bez nežádoucích hran. Je to realizováno pomocí velkého počtu třídních intervalů, přičemž každá tato třída je znázorněná určitým barevným odstínem a ve výsledku vzniká plynulý barevný přechod.

Nevýhodou této metody je obtížnější odečítání přesné hodnoty z určitého místa, čímž je do jisté míry ovlivněn výsledek. Pro zjednodušení odečítání hodnot se často tato metoda kombinuje s metodou izolinií. Toto opatření podstatně zmenší míru ovlivnění výsledku.



**Obr. 7** Znáornění spojitého jevu metodou znázornění spojitého pole hodnot

#### Posouzení vhodnosti jednotlivých metod

Vhodnost výše popsaných metod byla posouzena osobou, která s výsledky rozptylových studií přichází denně do styku. Byl osloven odbor životního prostředí a zemědělství na Moravskoslezském kraji, přičemž inženýr Jiří Freisler, referent pro ochranu ovzduší a energetiku posoudil vhodnost jednotlivých metod.

„Z hlediska přehlednosti a získání základních informací o imisních koncentracích v dotčené lokalitě byla vyhodnocena jako nejvhodnější příloha č. 7, kdy jednotlivé izoliny, označené konkrétní hodnotou, přehledně vymezují oblasti s jednotlivými imisními koncentracemi. Pro podrobnější vyhodnocení imisního zatížení konkrétního místa se pak jeví jako vhodná příloha č. 5, kde se ovšem může poněkud "ztrácet" mapový podklad. Z předložených příloh, pro nejlepší posouzení imisního zatížení dané lokality, by proto bylo vhodné předložit výše uvedené přílohy společně.“

Při volbě vhodné kartografické metody pro zobrazení koncentrace znečištění nejsou odborníci na danou oblast jednotného názoru. Jedni říkají, že metoda znázornění spojitého pole hodnot není vhodná z toho důvodu, že nevytváří oddělené plochy s výskytem hodnot koncentrací v určitém intervalu, a že nelze přesně odečítat hodnoty z konkrétních míst.

Můj názor je ten, že metoda znázornění spojitého pole hodnot je pro zobrazení koncentrací znečištění vhodná z toho důvodu, že dobře znázorňuje spojitý jev a směr a intenzitu šíření znečišťující látky. Je třeba si uvědomit, že výsledné hodnoty koncentrace znečištění jsou zatíženy určitou chybou. Při odečítání hodnot z mapového výstupu vytvořeného pomocí této metody si tuto chybu lépe uvědomíme. Každý čtenář mapového výstupu hned zjistí, že nelze stanovit přesnou hodnotu v konkrétním

místě a hned si sám stanoví určité rozmezí toho, jaká hodnota se zde může vyskytovat. Tato skutečnost často čtenáře odradí od používání této metody a použije raději metodu izolinií nebo metodu barevných vrstev, které znázorňují hranice výskytu hodnot v určitém intervalu. Proto doporučuji použití kompromisu, kdy se použije metoda znázornění spojitého pole hodnot spolu s izoliniemi. Zachová se tak vjem znázornění spojitého jevu a zpřesní se schopnost odečítat hodnoty.

## 6.5 Zhodnocení

Ze všech identifikovaných kroků, které mohou ovlivnit výsledek rozptylové studie byly vybrány čtyři, u kterých byla předpokládána vyšší míry ovlivnění výsledku. Tyto čtyři kroky byly následně testovány a bylo zjištěno, že ve všech případech při nevhodně zvolených parametrech nebo nevhodnou manipulací s výsledky z modelování došlo ke většímu, či menšímu ovlivnění rozptylové studie.

Na případné nevhodně zvolené parametry nebo postupy při manipulaci s výsledky modelování bylo upozorněno, a to tak aby se tvůrce rozptylových studií vyvaroval případným chybám nebo aby člověk, který se věnuje vyhodnocováním rozptylových studií lépe odhalil případné nesrovnalosti a tím lépe posoudil situaci znečištění ovzduší v příslušné oblasti.

Tato práce může být dále rozšířena o testování ostatních kroků, které mohou ať už úmyslně nebo neúmyslně ovlivnit výsledek celé rozptylové studie. Pro následné zpracování testování bych doporučil krok stanovení hodnot emisí pro jednotlivé segmenty zdroje z toho důvodu, že nesprávným určením této hodnoty dojde do větší míry k ovlivnění výsledku modelování.

Tato práce je zaměřena na testování ovlivnění výsledku rozptylové studie od liniových zdrojů znečištění, pro znečišťující látku oxidu dusíku a pro výpočet průměrné roční imisní koncentrace. Tato omezení mohou být další možnostmi k rozšíření této práce.

## 7 Metodika testování možností ovlivnění výsledků modelování

Metodika byla stanovena na základě testování možného ovlivnění rozptylové studie. Pro modelování rozptylu znečištění byl použit programový produkt SYMOS'97, proto jednotlivé kroky vytvořené metodiky vznikly na základě použití toho programového produktu. Byla snaha o vytvoření obecné metodiky, aby mohla být použita v jiných případech testování než jen na rozptyl znečišťující látky v ovzduší a to např. na testování ovlivnění modelování šíření hluku nebo modelování odtoku srážek z území. Ve stanovené metodice se předpokládá neúmyslné ovlivnění prezentace výsledků modelování bez záměru je zmanipulovat.

### Metodika:

- Identifikace kroků, které mohou ovlivnit výsledek modelování. Výsledek modelování lze ovlivnit ve třech fázích: fáze přípravy dat, fáze nastavování modelu a fáze zpracování výsledků z modelování.

- Popis jednotlivých kroků, určení stupně volnosti nastavovaných parametrů tvůrcem a stanovení míry do jaké mohou ovlivnit výsledek.
- Dle předchozího popisu vybrat konkrétní kroky, které mají vyšší volnost nastavovaných parametrů nebo mohou do vyšší míry ovlivnit výsledek. (Při testování neúmyslného ovlivnění výsledků modelování se nemusejí vybírat ty kroky, jejichž možná volba nastavovaných hodnot je důkladně popsána v příslušné metodice modelování)
- Určit způsob jak budou tyto kroky testovány: testování vlivu jednoho faktoru, nebo vliv více faktorů najednou.
- Volba možného nastavení jednotlivých kroků: počet zvolených variant a hodnoty nastavovaného parametru.
- Zvolit způsob a metody vyhodnocování a porovnávání výsledků.
- Vyhodnocení výsledků
- Učinit závěry, které kroky a do jaké míry ovlivní výsledky modelování.
- Popsat zjištěné skutečnosti.

### **Zhodnocení**

Tato metodika by měla vést tvůrce ke správnému postupu testování možného ovlivnění výsledků při použití různých druhů modelů. Po vypracování výše popsaného postupu by měl vzniknout dokument, ve kterém by byly popsány zjištěné skutečnosti, jenž byly získány v průběhu testování. Dokument by měl také obsahovat doporučení čeho se má tvůrce modelované situace vyvarovat, aby nedošlo k ovlivnění výsledků. Dále by měl sloužit pro osobu, která má z výsledků něco vyhodnotit tak, že si je pak lépe schopná uvědomit a odhalit případné zkreslení a ovlivnění výsledků z modelování.

## **8 Závěr**

Byly navrženy různé varianty prezentace výsledků z modelování znečištění ovzduší. Byla posouzena jejich vhodnost i případné ovlivnění výsledků při jejich použití. Vhodnost jednotlivých navržených variant byla posouzena zainteresovanou osobou, tedy osobou, která s výsledky rozptylových studií přichází běžně do styku. Za optimální řešení zvolil přiložení k rozptylové studii dva mapové výstupy zobrazující stejný jev znázorněný pomocí dvou různých metod. Metody izolinií a metody znázornění daného jevu pomocí bodů s hodnotou. Přikláním se k používání metody pro znázornění spojitého pole hodnot spolu s izoliniemi, protože tato metoda negeneralizuje zobrazované hodnoty a věrohodně zobrazuje spojitý jev. Použití této metody spolu se zobrazenými izoliniemi zjednoduší a zpřesní možné odečítání hodnot z mapy.

Byla provedena identifikace všech kroků, které mohou ovlivnit výsledky rozptylových studií. Tyto kroky byly popsány a ty, u kterých se předpokládala větší

míra ovlivnění výsledků, byly testovány, aby se zjistilo, jak a do jaké míry mohou ovlivnit výsledek. Tímto byla vytvořena určitá metodika testování pro posuzování ovlivnění výsledků z modelování.

Každý z testovaných kroků při nevhodně zvolených parametrech nebo metodách do určité míry ovlivnil výsledek modelování. Do jaké míry došlo k ovlivnění výsledků je popsáno v praktické části tohoto dokumentu.

Tato práce by měla napomoci tvůrcům rozptylových studií vytvořených pomocí modelu SYMOS'97 k tomu, aby se vyvarovali případným chybám při manipulaci se vstupními daty, podmínkami modelování a při postupech zpracování výsledků z modelování. Měla by také napomoci lidem, kteří pomocí rozptylových studií vyvozují závěry o míře znečištění ovzduší v dané oblasti, pro lepší rozhodování, tím že si uvědomí možné nedostatky a možná ovlivnění výsledků z modelování.

## Reference

1. *ArcGIS Desktop Help*, ESRI Inc. c2005.
2. BRIŠ, Radim. *Speciální metody analýzy dat*. Ostrava : VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky, 2004. Dostupný na WWW: <<http://www.am.vsb.cz/bris/>>.
3. BUBNÍK J., KEDER J., MACOUN J.: *Symos 97, Systém modelování stacionárních zdrojů, metodická příručka*. Praha: ČHMÚ, 1998. 57 s. ISBN 80-85813-55-6.
4. HORÁK, Jiří. *Prostorové analýzy s aplikacemi na trhu práce : habilitační práce*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta hornicko-geologická, 2002. 143 s.
5. HORÁK, Jiří. *Úvod do geostatistiky a interpolací prostorových dat*. Ostrava : VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta hornicko-geologická, 2005. Prezentace.
6. *IDEA-ENVI s.r.o.* [online]. c2005 [cit. 2006-12-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.idea-envi.cz/>>.
7. JANČÍK, Petr. *Geoinformační technologie pro řízení kvality ovzduší : habilitační práce*. Ostrava : VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství, 2003. 130 s.
8. KAŇOK, J.: *Tematická kartografie*. Skripta OU Ostrava, 1999, 318 stran, ISBN 80-7042-781-7.
9. KOSEK, Jiří. *XML pro každého*. 2000. 160 s. ISBN 80-7169-860-1.
10. *Ministerstvo životního prostředí ČR*, [online]. [2002] [cit. 2006-11-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.env.cz/>>.
11. *Nářízení vlády 429/2005 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 350/2002 Sb., kterým se stanoví imisní limity a podmínky a způsob sledování, posuzování, hodnocení a řízení kvality ovzduší, ve znění nařízení vlády č. 60/2004 Sb.* [online], 26-10-2005 [cit. 15-1-2007]. Dostupný na WWW: <<http://www.mvcr.cz/sbirka/2005/sb148-05.pdf>>.

12. *Ředitelství silnic a dálnic ČR* [online]. c2007 [cit. 2007-02-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.rsd.cz/>>.
13. *Symos97v2003, Systém modelování stacionárních zdrojů, : Uživatelská příručka.* 2003. 54 s. Dostupný z WWW: <<http://www.idea-envi.cz/symos.html>>.
14. ÚŠELOVÁ, Miriam. *Vliv automobilové dopravy na imisní situaci v rámci okresu : Diplomová práce.* Ostrava : VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství, 2001. 65 s.
15. VOŽENÍLEK, Vít. *Aplikovaná kartografie I. Tematické mapy. Olomouc, Univerzita Palackého, přírodovědecká fakulta, 2001, 187 s., ISBN 80-24-0270-X.*
16. VOŽENÍLEK, Vít. *Zásady tvorby mapových výstupů.* Univerzita Palackého Olomouc, Přírodovědecká fakulta, Ostrava : 2002. 42 s. Dostupný z WWW: <[http://gis.vsb.cz/PAN/Skoleni\\_Texty/TextySkoleni/kartografie.pdf](http://gis.vsb.cz/PAN/Skoleni_Texty/TextySkoleni/kartografie.pdf)>.
17. *W3 Schools* [online]. c1999 [cit. 2006-12-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.w3schools.com/>>.
18. *Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí), ve znění zákona č. 163/2006 Sb., 24-3-2006 [cit. 15-1-2007].*