

Modely znečišťování ovzduší a GIS

P. Jančík: Air Pollution Models and GIS. Život. Prostr., Vol. 37, No. 1, 39 – 41, 2003.

Presently the air pollution is predicted by mathematical models that are either dynamic or statistic. Dynamic models were developed especially for simulation of fluid flows, statistical models exist for hundred years for solution of dispersion of air pollutants from stationary sources of pollution. Up to now both models are used for simulation of a few numbers of pollution sources in a limited area. In the context of GIS, new possibilities appear for simulation of environmental components by both types of models. Our team has obtained experience with application of the new information technologies for environmental control and protection. During last years, statistical models of dispersion of air pollutants were linked to the GIS and contemporary we have started also with the dynamic ones.

Znečištění ovzduší se předpovídá již delší dobu pomocí matematických modelů. Lze k tomu využít dynamických nebo statistických modelů. Oba druhy se dosud využívaly pro modelování menšího počtu zdrojů na omezeném území.

• **Dynamické modely** lze použít např. pro modelování rozptylu znečišťujících látek v ovzduší. Jsou vhodné všude tam, kde chceme sledovat vliv dynamiky zdroje znečišťování (změny emisí ze zdroje s časem), například v případě havarijních úniků znečišťujících látek, nebo jejich rozptylu ve složitých podmínkách (uvnitř zástavby, v členitém terénu). K modelovému vyjádření takových případů je třeba složitého matematického popisu, který většinou zahrnuje přes desítku parciálních diferenciálních rovnic, z nichž většina nemá analytické řešení. Používají se proto numerické metody (metoda konečných objemů) a specializované počítačové programy. Problém s jejich využitím pro modelování znečištění ovzduší spočívá v tom, že jsou určeny zejména pro řešení proudění v hydraulických mechanismech, případně aerodynamických úloh a předpokládají poměrně jednoduché tvary jako okrajové podmínky pro výpočet. V Laboratoři GIS na Katedře ochrany životního prostředí v průmyslu VŠB – TU v Ostravě se proto využívají GIS pro přípravu vstupních dat pro definici okrajových podmínek modelování (reálný terén, zástavba, atd.) a pro znázornění výsledků modelování.

Dynamické modely lze použít pro detailní řešení omezeného území a konkrétní meteorologické podmínky (směr a síla větru, teplota), nejsou vhodné pro

rozsáhlá území se zahrnutím statisticky zpracovaných dat o počasí za delší období. Pro tyto případy se využívají výhradně statistické modely.

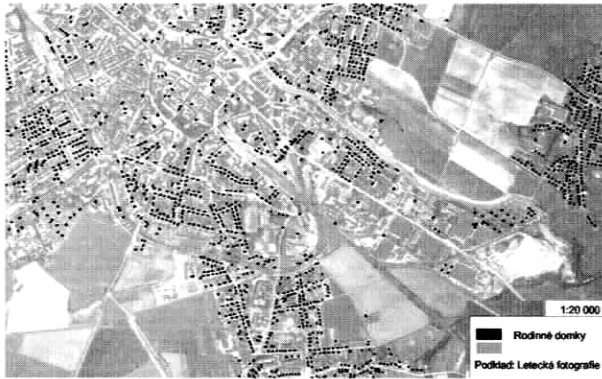
• **Statistické modely** používají analytické řešení pomocí upravené rovnice difúze zjednodušené na základě praktických pozorování. Popisují skutečné proudění zjednodušeným způsobem, vycházejí ze zjednodušených předpokladů a okrajových podmínek:

- znečištění je bod s konstantním únikem znečišťujících látek,
- neexistují prostorové omezující podmínky,
- modelovaný případ je statický,
- difúze (rozptyl) znečišťujících látek má statistické rozložení ve směru $os\ y, z$.

V naší laboratoři se používají nejčastěji dva druhy statistických modelů – ISC3 (metodika vyvinutá EPA USA) a zejména SYMOS'97 (závazná metoda v ČR). Využívá se především software firmy Idea Envi, s. r. o., zejména pro posuzování vlivů na životní prostředí (EIA při umísťování nových staveb, změnách technologií), ale také pro komplexní řešení problematiky znečišťování v rozsáhlém území. Rozsáhlé a podrobné modelování není však možné bez aplikace GIS. Využíváme jej pro tři oblasti:

- analýzy geometrie a umístění zdrojů a receptorů,
- zpracování a analýzy výsledků modelování,
- prezentace výsledků modelování v mapových kompozicích.

Využití GIS pro modelování kvality ovzduší prezentujeme na reálném případě – studii řešené pro Okresní úřad v Opavě.

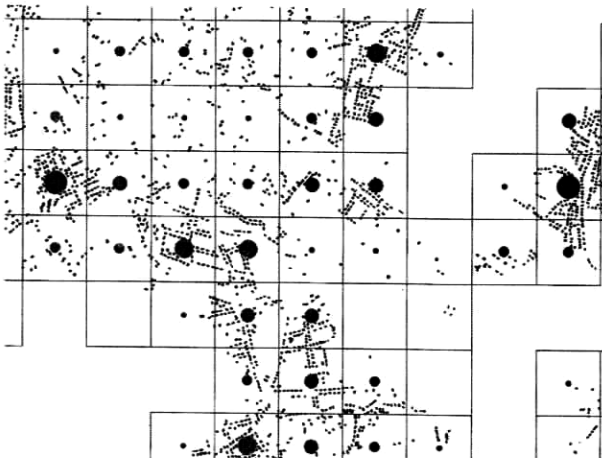


1. Analýza druhu zástavby z letecké fotografie

2. Reprezentace rodinných domů čtvercovým gridem pokrývajícím celé území



3. Zdroje pro statistický model s emisemi rozpočtenými podle množství reprezentovaných rodinných domů



Vstupní data pro modelování

Všechna data vstupují do modelu obvykle jako textové soubory se stanoveným formátem. Pro model SYMOS '97 jsou potřebná následující vstupní údaje:

- **Meteorologická data** – v dané oblasti nejsou dále prostorově lokalizována a mohou být editována v modulu "Větrná růžice" nebo načtena z textového souboru. GIS umožňuje správný výběr meteorologické stanice pro určité území (v závislosti na orografii) a stanovení hranic, ve kterých jsou tyto data platná pro modelovaný případ.

- **Data o terénu** – SYMOS '97 zpracovává údaje o terénu z dat v textovém formátu, který je shodný s výstupním formátem ARC/INFO ASCII GRID. Je téměř vyloučeno, že by bylo možné terén editovat ručně. Zde je použití GIS pro přípravu dat prakticky pro jakkoli rozsáhlou oblast nezbytné. V GIS je možné také kombinovat různé zdroje údajů. Například pro spomínanou studii byly k dispozici tyto zdroje dat o terénu:

- data z DMÚ 25 (vrstevnice vytvořené z DMR 200 pro oblast okresu Opava a části okresů Nový Jičín a Bruntál,
- data z Geografického informačního systému města Ostrava – podrobné digitalizované vrstevnice z map v měřítku 1 : 5 000,
- digitalizované vrstevnice ze základní mapy ČR v měřítku 1 : 500 000.

Ze všech zdrojů dat byly vytvořeny vektorové digitální modely terénu v nepravidelné trojúhelníkové síti (TIN) a převedeny na jeden společný model. Z něj byl vytvořen rastrový model terénu (LATTICE) s krokem 50 m.

- **Data o zdrojích.** Zdroje mohou být bodové, plošné nebo liniové. Pokud jsou známy souřadnice jednotlivých zdrojů, je možné tyto údaje zadat ručně – editací v přípravném modulu "Zdroje znečištění". To je však velmi obtížné v případě řešení rozptylu z mnoha zdrojů najednou. Například v rámci okresu Opava šlo o 436 velkých zdrojů, 473 středních a 683 malých zdrojů znečišťování, 1 064 plošných zdrojů (zástavba, lokální topeniště) a 19 618 liniových zdrojů (doprava). Takové množství zdrojů nelze zpracovat bez využití GIS. Střední zdroje znečišťování byly lokalizovány s využitím mobilního GIS a GPS (Global Positioning System). Navíc byly navrženy zcela nové postupy reprezentace plošných zdrojů (obcí se zástavbou rodinných domů) s využitím analýz v GIS (obr. 1, 2, 3).

Liniové zdroje (silnice s provozem motorových vozidel) byly zpracovány s využitím GIS tak, že byly vytvořeny geografické vrstvy zahrnující všechny komunikace s dostupnými informacemi o četnosti průjezdů vozidel. Navíc se provedly analýzy a doplnily chybějící údaje o četnosti dopravy na úsecích silnic nižších kategorií

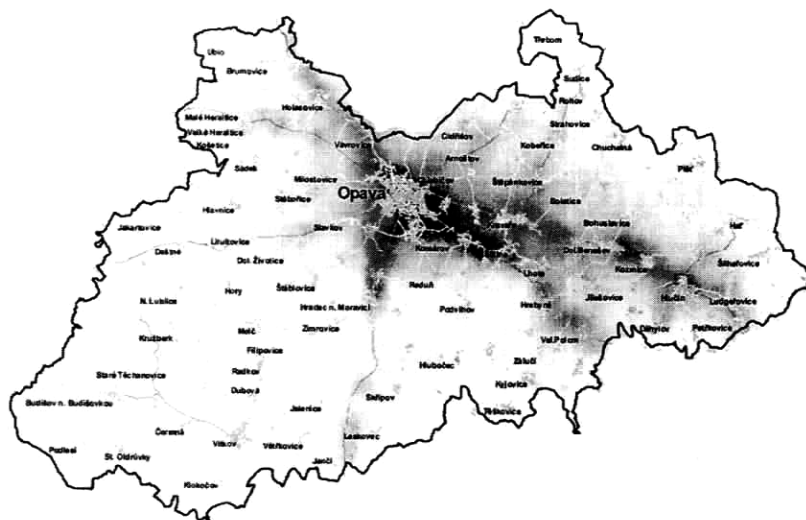
(např. v závislosti na množství obyvatel v sídlech a orografii terénu). Naše pracoviště vyvinulo postup automatizovaného vytváření úsečkových zdrojů o definované délce z takovýchto prostorových dat a z nich pak vstupních souborů pro SYMOS '97. Pro okres Opava bylo např. vytvořeno 19 618 úsečkových zdrojů o délce 20 m, u kterých lze rozlišit typ dopravy (městská, mimoměstská, rychlostní, stoupání, klesání atd.). Výsledkem programu v GIS je vstupní soubor pro modelování s emisemi vztaženými k jednotlivým úsekům – zdrojům.

● **Receptory.** Jsou to body lokalizované souřadnicemi x, y, z , pro které se vypočítávají koncentrace znečišťujících látek. Rozmístění receptorů je možno volit v zájmovém území libovolně, nebo jako pravidelnou síť. Obvykle se volí kombinace obou možností – pravidelná síť a další receptory, například v místech monitorovacích stanic. Platí zde stejný předpoklad jako u zdrojů: pokud je receptorů menší počet, je možné je editovat ručně nebo využít možnosti vytvoření pravidelné sítě přímo v softwaru SYMOS. Pro složitější tvorbu velkého počtu receptorů je použití GIS nezbytné. Pak je možné například zahustit síť receptorů v místech většího spádu znečišťujících látek nebo v určitých místech, případně za dodržení určitých podmínek ve vztahu ke zdrojům.

Vyhodnocení výsledků modelování, výstupy

Výsledkem modelování je databázový soubor ve formátu dbf, který obsahuje číslo, souřadnice a výsledky modelování pro každý použitý receptor. Z těchto výsledků je možno vytvořit v GIS prostorová data – body. Přírodním zobrazením těchto bodů na mapovém podkladě je možno vytvořit výstupy, které přesně vyjadřují výsledky modelování (například výpisem koncentrace ke každému bodu nebo barevnou škálou bodových symbolů). Přehlednější vyjádření však dosáhneme dalším zpracováním těchto dat.

S využitím analytických možností GIS je možno vytvořit z výsledků na receptorech spojitě prostorové plochy vyjadřující koncentrace v podobě gridu (mřížky), tzn. rastru pokrývajícího sledované území. Pro jejich vytvoření lze využít vhodnou prostorovou interpolační metodu ("SPLINE"). Takto zpracované výsledky modelování je možno vzájemně kombinovat do výsledných výstupů a provádět další analýzy. Například vyhodnotit místa s převládajícím vlivem určitých zdrojů, nebo upra-



4. Prezentace výsledků modelování jako spojitého jevu v území (znečištění ovzduší v okrese Opava ze silniční dopravy)

vovat výstupy z modelu dalšími matematickými operacemi. Výsledná data je pak možno v GIS efektně zobrazovat v libovolných mapových kompozicích tak, aby byla správně vystihnuta podstata výsledku modelování (obr. 4).

* * *

GIS není pouze vhodnou technologií pro vizualizaci výstupů a vytváření hezkých mapek, ale je to analytický nástroj pro modelování prostorových jevů v životním prostředí. Detailní zpracování většího území si autor bez využití GIS nedokáže představit. Pokud je to vůbec možné, tak pouze za cenu ztráty přesnosti výsledků nebo s obrovskou pracností. Další výhodou používání GIS je možnost přehledně ukládat data v jednom systému pro další použití a kdykoli se k nim vrátit a vytvářet tak například časové řady v určitém území.

Modelování s využitím uvedených metod bylo ověřeno na různých velikých územích (největší pokrývá dva okresy). Metody přípravy a vstupu dat jsou však navrženy tak, že stejným způsobem, tzn. stejně podrobně, je možno modelovat i větší území. Výhodou tak velké agregace dat o znečišťování ovzduší je fakt, že budou k dispozici podrobná data v regionálním měřítku, a to umožní lepší popis některých jevů v životním prostředí, které, jak známo, neznají správních hranic.

Ing. Petr Jančík, PhD., Katedra ochrany životního prostředí v průmyslu Fakulty metalurgie a materiálového inženýrství Vysoké školy báňské – Technické univerzity v Ostravě, Třída 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava
petr.jancik@vsb.cz