

**VÝVOJ APLIKACE
PRO MODELOVÁNÍ
ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ
DLE METODIKY SYMOS'97**

-

OpenSymos

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor: Bc. Karel Psota

Vedoucí: Ing. Jan Růžička, Ph.D.

Cíl práce

- Vývoj aplikace pro modelování znečištění ovzduší dle metodiky SYMOS'97
 - Návrh
 - Implementace
 - Testování
 - Zveřejnění pod libovolnou svobodnou licenci



Motivace k vývoji aplikace

- Současnost:
 - Komerční aplikace SYMOS´97 (Idea-Envi) pro OS Windows
- Hlavní idea:
 - multiplatformní opensource aplikace implementující metodiku SYMOS´97

K čemu slouží modelování znečištění ovzduší?

- Tvorba rozptylových studií
 - Předpokládaný vliv navrhovaných zdrojů na úroveň znečištění
 - Mezilehlé hodnoty v imisních mapách
 - Podíly konkrétních zdrojů na znečištění

Co je SYMOS'97?

- SYstém MOdelování Stacionárních zdrojů
- ČHMÚ 1998
- Závazná podle zákona pro výpočet rozptylu znečišťujících látek v ovzduší v ČR

Co SYMOS´97 umožňuje?

- Výpočet znečištění plynnými částicemi a prachem
 - Maximální krátkodobé koncentrace
 - Průměrné roční koncentrace
 - Doby překročení zvolených koncentrací
- Bodové, liniové a plošné zdroje
- Výpočet pro hustou síť bodů
- Rozložení směru a rychlosti větru vztažené ke třídám stability ovzduší
- Průběh terénu
- Omezení:
 - Zástavba
 - nad 100 km od zdroje

Vstupní a výstupní data

- Vstupní:
 - Data o zdrojích (poloha, výška komína, množství látky, teplota a rychlost spalin,...)
 - Data o terénu
 - Meteorologická data (větrná růžice)
 - Referenční body (body pro které probíhá výpočet)
 - Imisní limity
- Výstupní:
 - Referenční body s vypočtenými hodnotami koncentrací

Role aplikace OpenSymos

PŘÍPRAVA DAT

Terén
Zdroje znečištění
Větrná růžice
Referenční body
(Imisní limity)

ArcGIS
Grass GIS
Quantum GIS
OpenJUMP
XML editor

XML
ASCII
grid

MODELOVÁNÍ ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ

OpenSymos

GML
SHP

VIZUALIZACE VÝSLEDKŮ

Referenční body
s vypočtenými
hodnotami
koncentrací

ArcGIS
Grass GIS
Quantum GIS
OpenJUMP

Diagram případů užití

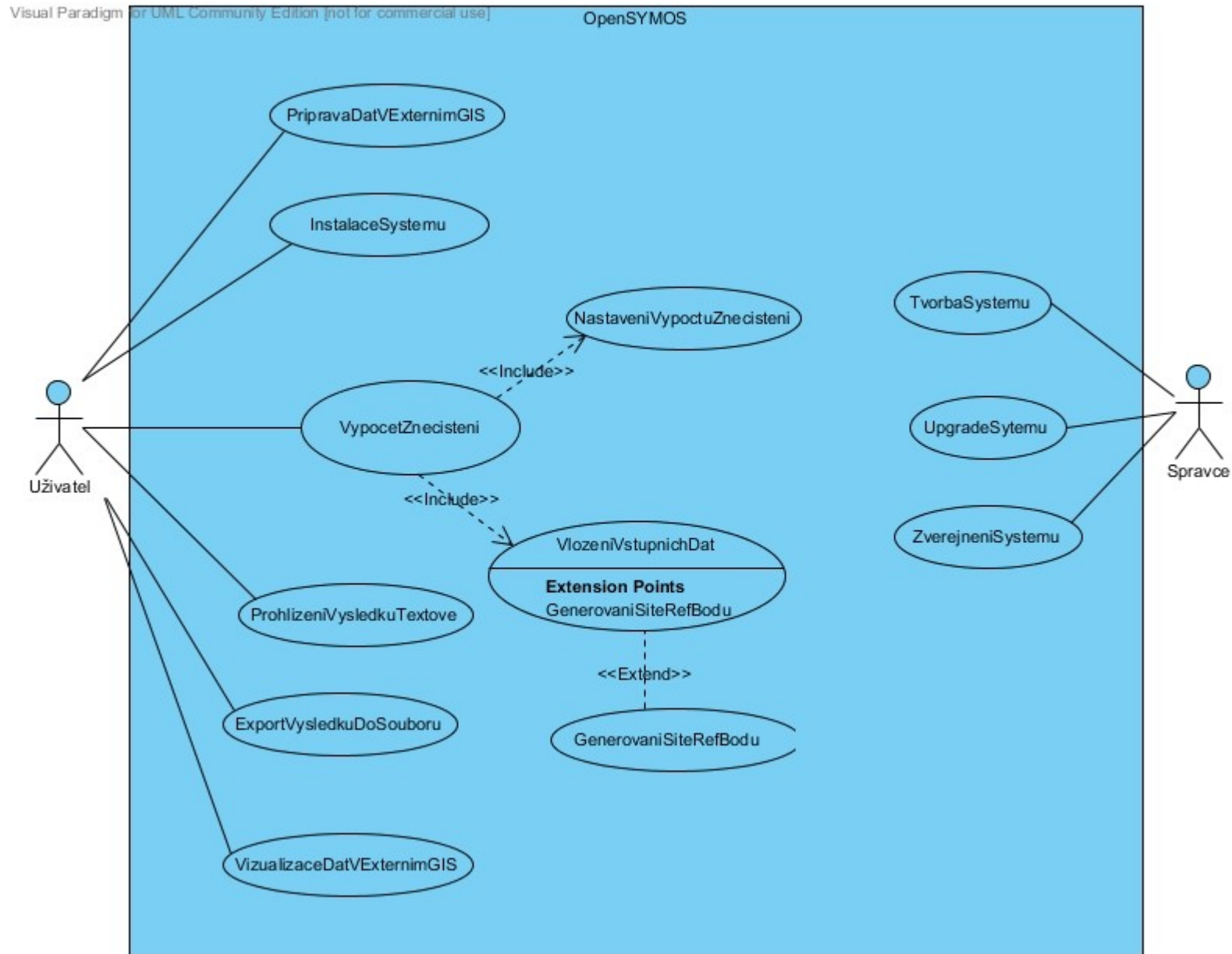
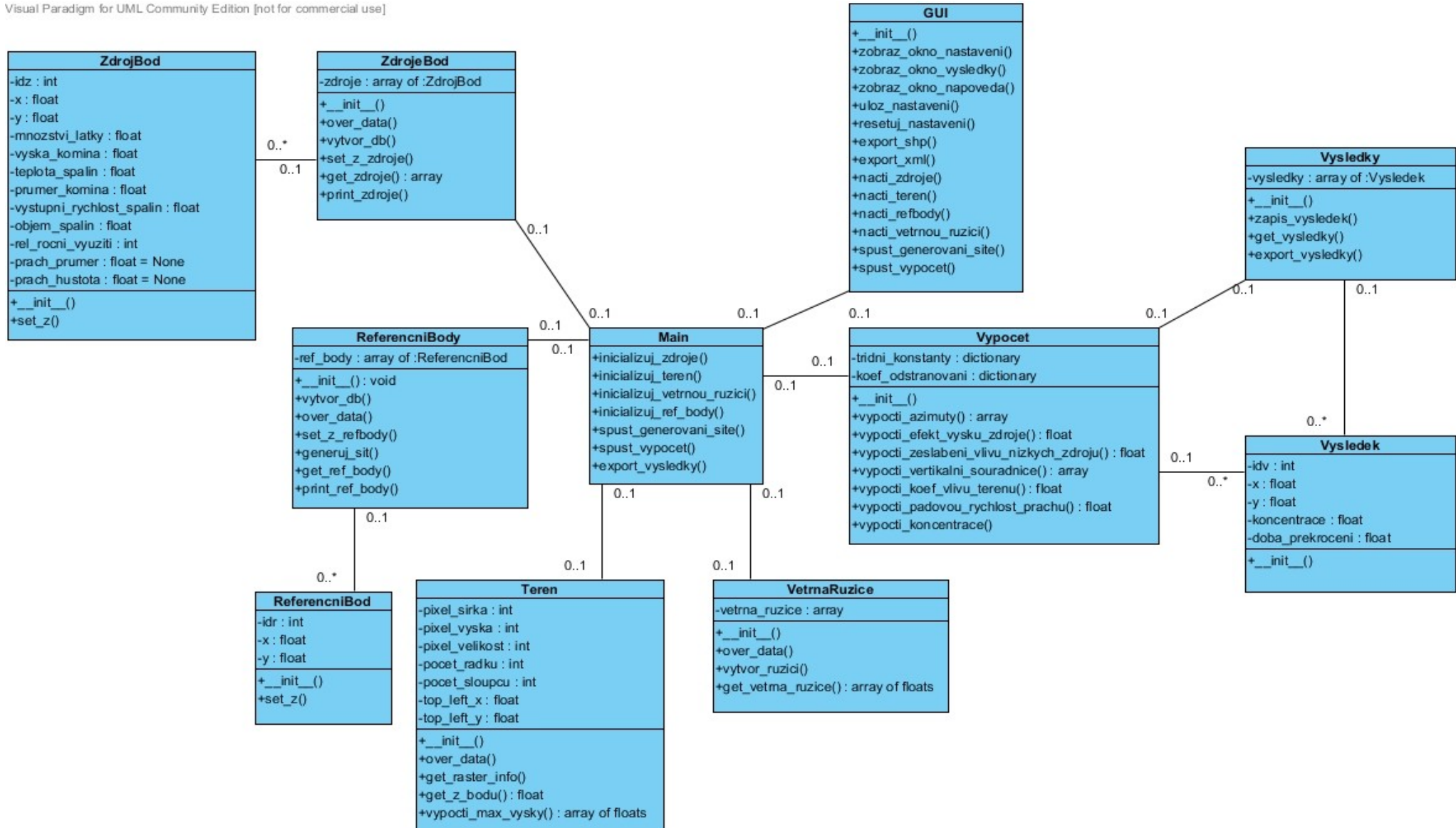


Diagram tříd

Visual Paradigm for UML Community Edition [not for commercial use]



Technologie implementace

- Desktop aplikace, napsána v Pythonu
- Python knihovny:
 - GDAL/OGR: práce s prostorovými daty
 - NumPy, SciPy a Math: matematické operace
 - Tkinter: Grafické uživatelské rozhraní
- Formáty vstupních dat: XML, ASCII grid
- Formáty výstupních dat: GML, SHP



Funkčnost OpenSymos

- Výpočet znečištění ovzduší z bodových zdrojů pro plyn nebo prach:
 - Maximálních krátkodobých koncentrací
 - Průměrných ročních koncentrací
 - Dob překročení zvolených koncentrací
- Data z větrné růžice
- Pravidelná síť referenčních bodů
- Rovinný nebo zvlněný terén
- Výsledky GML, SHP

Ukázka hotové aplikace OpenSymos

- Nastavení výpočtu

76 OpenSymos

Projekt Nápověda

Nastavení projektu

Nastavení výpočtu

Zvolte znečišťující látku: oxid_siricity

Zvolte typ výpočtu: maximální krátkodobé koncentrace

Bodové zdroje

Zvolte soubor s bodovými zdroji: Procházet

Terén

Zvolte soubor s terénem: Procházet

Nebo zvolte stejnou nadm. výšku pro všechny body [m]: 0

Větrná růžice

Pro výpočet průměrných dlouhodobých koncentrací nebo dob překročení zvolte soubor s větrnou růžicí: Procházet

Referenční body

Zadejte parametry pro generování pravidelné sítě:

	X [m]	Y [m]
Levý horní roh:	-477061.143	-1084610.351
Pravý dolní roh:	-476784.04	-1084848.607
Vzdálenost mezi body [m]:	100	

Pro vložení vlastních referenčních bodů zvolte soubor: Procházet

Zvolte výšku bodů nad terénem, přednastaveno na 0 [m]:

Limit imisí

Pro výpočet dob překročení zadejte limit: 5

Resetuj nastavení Ulož nastavení Start výpočet

Ukázka hotové aplikace OpenSymos - Výsledky

```
7% OpenSymos
Projekt  Nápořěda
Výsledky
VÝSLEDKY VÝPOČTU: Maximální krátkodobé koncentrace oxid_siricity
Referenční bod: 0 x: 0.0 y: 0.0
trida stability, rychlost vetru, smer vetru, max. koncentrace
1, 1.7, 44, 1.452517 [ug/m3]
2, 1.7, 44, 2.213143 [ug/m3]
2, 5.0, 45, 3.682959 [ug/m3]
3, 1.7, 44, 2.289601 [ug/m3]
3, 5.0, 45, 2.982654 [ug/m3]
3, 11.0, 45, 1.77485 [ug/m3]
4, 1.7, 44, 2.567817 [ug/m3]
4, 5.0, 45, 2.272007 [ug/m3]
4, 11.0, 45, 1.250595 [ug/m3]
5, 1.7, 44, 2.091595 [ug/m3]
5, 5.0, 44, 0.981995 [ug/m3]
trida stability, rychlost vetru, smer vetru, totální max. koncentrace
2, 3.6, 45, 3.912943 [ug/m3]

Referenční bod: 1 x: 0.0 y: 500.0
trida stability, rychlost vetru, smer vetru, max. koncentrace
1, 1.7, 134, 1.452517 [ug/m3]
2, 1.7, 134, 2.213143 [ug/m3]
2, 5.0, 135, 3.682959 [ug/m3]
3, 1.7, 134, 2.289601 [ug/m3]
3, 5.0, 135, 2.982654 [ug/m3]
3, 11.0, 135, 1.77485 [ug/m3]
4, 1.7, 134, 2.567817 [ug/m3]
4, 5.0, 135, 2.272007 [ug/m3]
4, 11.0, 135, 1.250595 [ug/m3]
5, 1.7, 134, 2.091595 [ug/m3]
5, 5.0, 134, 0.981995 [ug/m3]
trida stability, rychlost vetru, smer vetru, totální max. koncentrace
2, 3.6, 135, 3.912943 [ug/m3]

Referenční bod: 2 x: 500.0 y: 0.0
trida stability, rychlost vetru, smer vetru, max. koncentrace
1, 1.7, 314, 1.452517 [ug/m3]
2, 1.7, 314, 2.213143 [ug/m3]
2, 5.0, 315, 3.682959 [ug/m3]
3, 1.7, 314, 2.289601 [ug/m3]
3, 5.0, 315, 2.982654 [ug/m3]
3, 11.0, 315, 1.77485 [ug/m3]
4, 1.7, 314, 2.567817 [ug/m3]
4, 5.0, 315, 2.272007 [ug/m3]
4, 11.0, 315, 1.250595 [ug/m3]
5, 1.7, 314, 2.091595 [ug/m3]
5, 5.0, 314, 0.981995 [ug/m3]
trida stability, rychlost vetru, smer vetru, totální max. koncentrace
2, 3.6, 315, 3.912943 [ug/m3]

Referenční bod: 3 x: 500.0 y: 500.0
```

Testování aplikace

- Správnost implementace
 - (Porovnání výsledků OpenSymos a SYMOS'97 Idea-Envi)
 - Rovinný terén – téměř absolutní shoda výsledků
 - Zvlněný terén – výsledky se liší, dáno rozdílnými algoritmy pracujícími nad terénem
- Časová náročnost výpočtů
 - Řády desítek sekund až minut
 - Zvyšuje se s rostoucím počtem zdrojů, referenčních bodů a s vyšším rozlišením gridu

Závěr

- Implementace:
 - výpočet pouze pro bodové zdroje
- Výsledky korektní pro situaci modelování v rovinném terénu
- Modelování ve zvlněném terénu výsledky odlišné
- Aplikace multiplatformní, testováno Ubuntu 10.10 a Windows 7

Literatura

- Bubník, J., Keder, J., Macoun, J., Maňák, J.: *SYMOS'97 – Systém modelování stacionárních zdrojů*. Metodická příručka. Nakladatelství ČHMÚ. Praha 1998. 60 s.
- Brunclík, T.: *Aplikace GIS pro výpočet rozptylu emisí v atmosféře*. Disertační práce. Univerzita Pardubice, Ústav ochrany životního prostředí. 2002. 184 s.
- Vach, M.: *Ochrana ovzduší*. Diplomová práce. Česká Zemědělská Univerzita v Praze, fakulta životního prostředí. 2010. 69 s.
- Pilgrim, M.: *Dive Into Python*. 2004. 327 s.
- Švec, J.: *Létající cirkus*. Python tutoriál. 2002. 119 s.
- Vondrák, I.: *Úvod do softwarového inženýrství*. Skripta VŠB-TU Ostrava 2002. 74s.
- Garrard, Ch.: *Geoprocessing with Python using Open Source GIS*. 2009. Dostupné na WWW:
<http://www.gis.usu.edu/~chrisg/python/2009/>

Konec

Děkuji za pozornost

Dotazy?

<http://opensymos.ic.cz/>
karel.psota@gmail.com