

# INFORMAČNÍ SYSTÉMY PRO KRIZOVÉ ŘÍZENÍ

POUŽITÍ INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ PRO MODELOVÁNÍ A SIMULACE  
KRIZOVÝCH SITUACÍ - T6

---

ING. JIŘÍ BARTA

Operační program Vzdělávání pro konkurenceschopnost

Projekt: ***Vzdělávání pro bezpečnostní systém státu***

(reg. č.: CZ.1.01/2.2.00/15.0070)



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Použití informačních systémů pro modelování a simulace krizových situací

- Úvod.
- Opakování základních pojmů.
- Využití softwarů pro modelování znečištění ovzduší dle metodiky SYMOS 97 v rámci krizového managementu.
- Praktická ukázka nasazení softwaru SYMOS 97.
- Zadání úloh na praktické procvičení SW SYMOS 97.
- Vyhodnocení vypracovaných úloh.
- Úkoly na samostudium.

# Úvod

- Cílem je vypracování studie využití modelování znečištění ovzduší dle metodiky SYMOS 97, aby jste si osvojili dovednosti v softwarového nástroje modelování a odhad následků znečištění ovzduší.
- Tento SW je na trhu k dispozici v omezené licenci pro nekomerční využití, která dostačuje výukovým účelům.
- Získat širší nahléd o možnostech a informacích.

# Základní pojmy

- Nebezpečná látka
- Emise
- Imise
- Mimořádná událost s únikem nebezpečné látky
- Druhy ohrožení
- Kritická infrastruktura
- Objekty a subjekty kritické infrastruktury
- . . . .

# SYMOS 97

- Programový nástroj pro výpočty transportu a rozptylu znečištění v atmosféře
- Modelování znečištění podle metodiky SYMOS 97
- Tato metodika je celorepublikově doporučena ministerstvem životního prostředí
- Systém modelování stacionárních zdrojů, která vznikla v rámci Státního programu péče o životní prostředí Ministerstva životního prostředí ČR ve spolupráci s ČHMÚ Praha
- Lokální aplikace pro počítače PC

# Charakteristika SYMOS 97

- Zahrnuje základní faktory, ovlivňující šíření škodlivých emisí a prachu v atmosféře
  - Geografické faktory
    - Tvar a charakteristika terénu
    - Výškopis oblasti
    - Převýšení zdrojů znečištění
  - Meteorologické faktory
    - Větrná růžice
    - Teplotní stabilita atmosféry
    - Četnost výskytu horní hranice inverze
  - Vlastnosti znečišťujících zdrojů
    - Morfologické tvary zdrojů (bodové, plošné, liniové, shluky)
    - Kategorie znečišťujících látek
    - Doby setrvání v atmosféře
    - Druh reakce s atmosférou (chemické, fyzikální)
    - Depozice látek (suchá, mokrá)

# Charakteristika SYMOS 97

Metodiky výpočtů umožňují modelovat **znečištění ovzduší plynnými látkami a prachem** z bodových, liniových a plošných zdrojů, stanovit charakteristiky v síti referenčních bodů se započítáním výše uvedených, převážně statisticky zadávaných ovlivňujících faktorů. Výsledkem jsou v síti referenčních bodů (vzdálených do 100km od znečišťujících zdrojů) maximální krátkodobé (hodinové) koncentrace znečišťujících látek, průměrné roční koncentrace znečišťujících látek a doby trvání koncentrací převyšující zadané limity (imisní limity).

# Zadání modelového případu

Modelový případ znečištění ovzduší SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> (NO+NO<sub>2</sub>) a prachem z teplárenského zařízení.

Parametr	Hodnota	Poznámka
Typ zdroje	1 stacionární zdroj (komín)	
Nadmořská výška	220 m	
Výška koruny komína nad terénem	35 m	
Využití zdroje	Celý rok 24 h denně, 15 dní v roce odstávka	
Objem spalin	1m <sup>3</sup> za sekundu	Průměrná hodnota
Emise NO <sub>x</sub>	2 025 tun/rok	Podle ČEZ (Mělník 2)
Emise SO <sub>2</sub>	1 428 tun/rok	Podle ČEZ (Mělník 2)
Emise prachu	4 000 tun/rok	Částice 20um



# Vstupní parametry

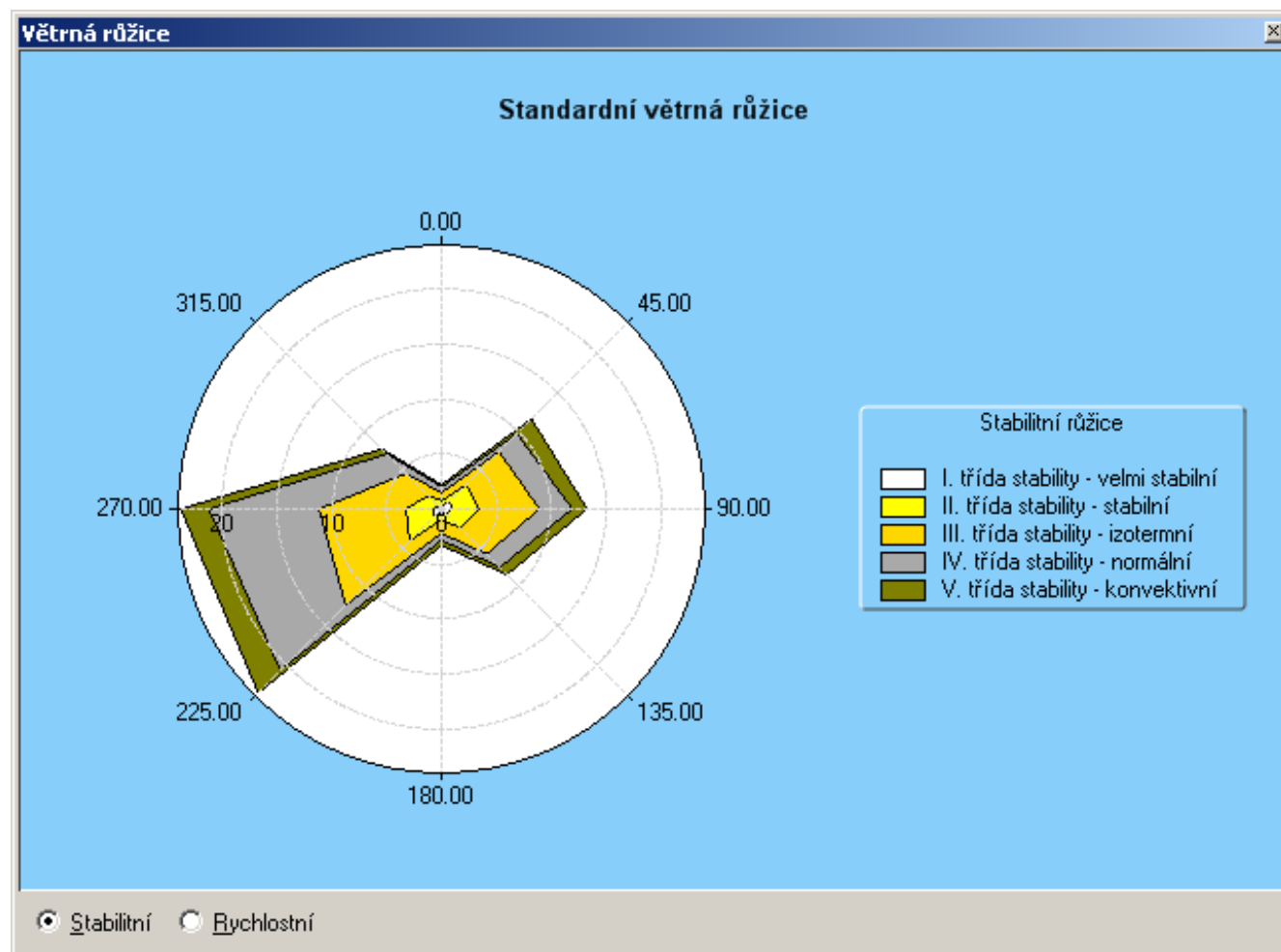
## Větrná růžice – tabulka hodnot

Hodnoty četnosti výskytu větru - větrná růžice [%]

Směr větru:	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	CALM	Součet
<b>I. třída stability - velmi stabilní</b>										
1,70 m/s	0,21	1,01	0,97	0,68	0,22	0,88	0,77	0,31	2,61	7,66
5,00 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11,00 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>II. třída stability - stabilní</b>										
1,70 m/s	0,52	1,98	2,34	1,68	0,73	3,07	2,34	1,34	1,76	15,76
5,00 m/s	0,01	0,14	0,13	0,05	0,03	0,17	0,13	0,05	0	0,71
11,00 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>III. třída stability - izotermní</b>										
1,70 m/s	0,42	1,67	1,97	1,69	0,75	3,78	3,44	1,55	0,72	15,99
5,00 m/s	0,31	2,59	3,5	1,68	0,48	4,43	4,47	1,3	0	18,76
11,00 m/s	0	0	0,01	0	0	0	0,02	0,01	0	0,04
<b>IV. třída stability - normální</b>										
1,70 m/s	0,16	0,69	1	0,71	0,35	1,87	1,44	0,49	0,66	7,37
5,00 m/s	0,33	1,55	1,91	0,99	0,26	6,45	7,88	1,81	0	21,18
11,00 m/s	0,04	0,08	0,07	0,03	0,01	0,09	0,72	0,2	0	1,24
<b>V. třída stability - konvektivní</b>										
1,70 m/s	0,15	0,82	0,79	0,58	0,37	1,94	1,37	0,4	0,37	6,79
5,00 m/s	0,07	1,06	0,57	0,34	0,11	0,93	1,17	0,25	0	4,5
11,00 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Celková růžice</b>										
1,70 m/s	1,46	6,17	7,07	5,34	2,42	11,54	9,36	4,09	6,12	53,57
5,00 m/s	0,72	5,34	6,11	3,06	0,88	11,98	13,65	3,41	0	45,15
11,00 m/s	0,04	0,08	0,08	0,03	0,01	0,09	0,74	0,21	0	1,28
součet	2,22	11,59	13,26	8,43	3,31	23,61	23,75	7,71	6,12	100

# Vstupní parametry

## Větrná růžice – graf





# Vstupní parametry

## Mapový podklad

SYMOS97 - [E:\zakazky\UNOB\2011\symos97\Projekt\Emise\_vzorova.s97]

Soubor Nástroje Nápořádě


Popis projektu Situační mapa

Soubor s mapou: E:\zakazky\UNOB\2011\symos97\Projekt\mapa.png


Souřadnice

Levý horní roh (x,y) [m]:

Pravý dolní roh (x,y) [m]:

Souřadnice podle rozsahu 

Souřadnice podle dvou bodů

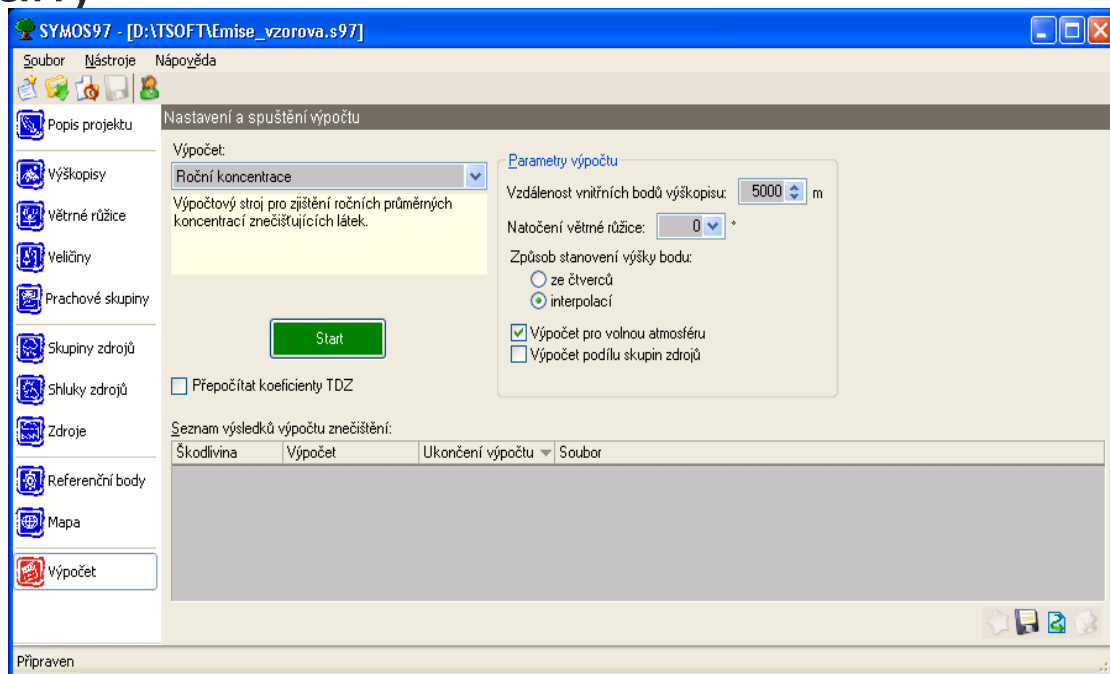


Aktuální pozice: [13880,89; 8286,119]

Připraven

# Výpočty

- Výpočty podle metodiky SYMOS 97
  - Roční koncentrace výskytu škodlivin
  - Denní koncentrace výskytu škodlivin
  - Maximální koncentrace výskytu škodlivin
  - Detailní výsledky pro jednotlivé referenční body
  - Doby překročení imisních limitů
- Všechny hodnoty počítány pro definovanou síť referenčních bodů
- Tvorba izolinií pro definované mezní koncentrace
- Promítnutí hodnot do mapového podkladu



# Příklady výsledků výpočtů

- Celkový přehled provedených výpočtů

Seznam výsledků výpočtu znečištění:

Škodlivina	Výpočet	Ukončení výpočtu ▼	Soubor	
◆ SO <sub>2</sub>	Maximální koncentrac	2011-11-29 08:00:56	2011-11-29 08-00-56 SO <sub>2</sub> Maximální koncentrace.sre	
◆ Prach	Maximální koncentrac	2011-11-29 08:00:56	2011-11-29 08-00-56 Prach Maximální koncentrace.sre	
◆ NO <sub>x</sub>	Maximální koncentrac	2011-11-29 08:00:56	2011-11-29 08-00-56 NO <sub>x</sub> Maximální koncentrace.sre	
◆ SO <sub>2</sub>	Denní koncentrace	2011-11-29 07:54:04	2011-11-29 07-54-04 SO <sub>2</sub> Denní koncentrace.sre	
◆ Prach	Denní koncentrace	2011-11-29 07:54:04	2011-11-29 07-54-04 Prach Denní koncentrace.sre	
◆ NO <sub>x</sub>	Denní koncentrace	2011-11-29 07:54:04	2011-11-29 07-54-04 NO <sub>x</sub> Denní koncentrace.sre	
◆ SO <sub>2</sub>	Roční koncentrace	2011-11-29 07:33:04	2011-11-29 07-33-04 SO <sub>2</sub> Roční koncentrace.sre	
◆ Prach	Roční koncentrace	2011-11-29 07:33:04	2011-11-29 07-33-04 Prach Roční koncentrace.sre	
◆ NO <sub>x</sub>	Roční koncentrace	2011-11-29 07:33:04	2011-11-29 07-33-04 NO <sub>x</sub> Roční koncentrace.sre	

# Příklady výsledků výpočtů

- Roční koncentrace výskytů SO<sub>2</sub>

## Výsledky pro SO<sub>2</sub>



Veličina: Oxid siřičitý

Zahájení: 2011-11-29 07:33:04

Ukončení: 2011-11-29 07:33:04

Výpočet: Roční koncentrace

Verze programu: 6.0.3903.24194

### Parametry výpočtu

Vzdálenost vnitřních bodů výškopisu: 5000 m

Natočení větrné růžice: 0 °

Způsob stanovení výšky bodu:

ze čtverců

interpolací

Výpočet pro volnou atmosféru

Výpočet podílu skupin zdrojů

### Zobrazit

1. Detailní výsledky

2. Doby překročení

3. Podíly skupin zdrojů

### Seznam referenčních bodů a příslušných výsledků:

Číslo	Souřadnice X	Souřadnice Y	Nadmořská výška	Výška nad terémem	Detail
1	0	0	200		10 Avg: 1,243868; Max: 22,534580
2	5000	0	235		10 Avg: 0,004017; Max: 0,565406
3	10000	0	245		10 Avg: 0,001848; Max: 0,385973
4	15000	0	550		10 Avg: 0,586294; Max: 22,280155
5	0	5000	300		10 Avg: 0,009090; Max: 0,386473
6	5000	5000	271,25		10 Avg: 6,848815; Max: 119,090759
7	10000	5000	295		10 Avg: 5,279208; Max: 160,731583
8	15000	5000	361,25		10 Avg: 0,040001; Max: 0,559780
9	0	10000	235		10 Avg: 0,019545; Max: 0,565405
10	5000	10000	277,5		10 Avg: 6,051243; Max: 135,625881
11	10000	10000	286,25		10 Avg: 12,678577; Max: 159,854558
12	15000	10000	267,5		10 Avg: 0,018228; Max: 0,386279
13	0	15000	220		10 Avg: 1,147605; Max: 27,431642
14	5000	15000	232,5		10 Avg: 0,003193; Max: 0,385774
15	10000	15000	228,75		10 Avg: 0,006651; Max: 0,565256
16	15000	15000	210		10 Avg: 2,147229; Max: 24,262202

# Příklady výsledků výpočtů

- Detailní výsledky roční koncentrace výskytů SO<sub>2</sub>

## Výsledky pro SO<sub>2</sub>



Veličina: Oxid siřičitý

Zahájení: 2011-11-29 07:33:04

Ukončení: 2011-11-29 07:33:04

Výpočet: Roční koncentrace

Verze programu: 6.0.3903.24194

### Parametry výpočtu

Vzdálenost vnitřních bodů výškopisu: 5000 m

Natočení větrné růžice: 0 °

Způsob stanovení výšky bodu:

ze čtverců

interpolací

Výpočet pro volnou atmosféru

Výpočet podílu skupin zdrojů

### Zobrazit

1. Detailní výsledky

2. Doby překročení

3. Podíly skupin zdrojů

### Seznam referenčních bodů a příslušných výsledků:

Číslo	Souřadnice X	Souřadnice Y	Nadmořská výška	Výška nad terénem	Detail
1	0	0	200	10	Avg: 1,243868; Max: 22,534580
2	5000	0	235	10	Avg: 0,004017; Max: 0,565406
3	10000	0	245	10	Avg: 0,001848; Max: 0,385973
4	15000	0	550	10	Avg: 0,586294; Max: 22,280155
5	0	5000	300	10	Avg: 0,009090; Max: 0,386473
6	5000	5000	271,25	10	Avg: 6,848815; Max: 119,090759
7	10000	5000	295	10	Avg: 5,279208; Max: 160,731583
8	15000	5000	361,25	10	Avg: 0,040001; Max: 0,559780
9	0	10000	235	10	Avg: 0,019545; Max: 0,565405
10	5000	10000	277,5	10	Avg: 6,051243; Max: 135,625881
11	10000	10000	286,25	10	Avg: 12,678577; Max: 159,854558
12	15000	10000	267,5	10	Avg: 0,018228; Max: 0,386279
13	0	15000	220	10	Avg: 1,147605; Max: 27,431642
14	5000	15000	232,5	10	Avg: 0,003193; Max: 0,385774
15	10000	15000	228,75	10	Avg: 0,006651; Max: 0,565256
16	15000	15000	210	10	Avg: 2,147229; Max: 24,262202

Počet: 16

Zavřít




# Příklady výsledků výpočtů

- Doby překročení imisních limitů

## Nastavené meze

## Doby překročení

Veličina typu: PLYN



**Základní vlastnosti**

Zkratka:

Název:

Větrná růžice:

Krok větrné růžice:

Koncentrace pro výpočet doby překročení:

Zagnuto

**Speciální vlastnosti**

Průměrná doba setrvání v atmosféře:

I - 20 hodin

II - 6 dní

III - 2 roky

Počítat NO2 podle NOx

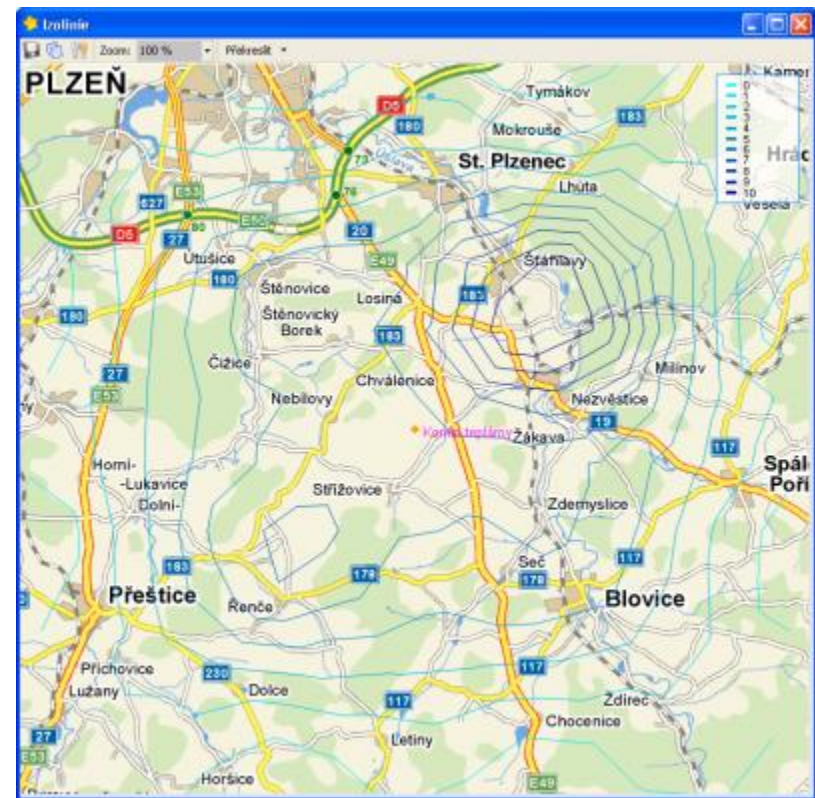
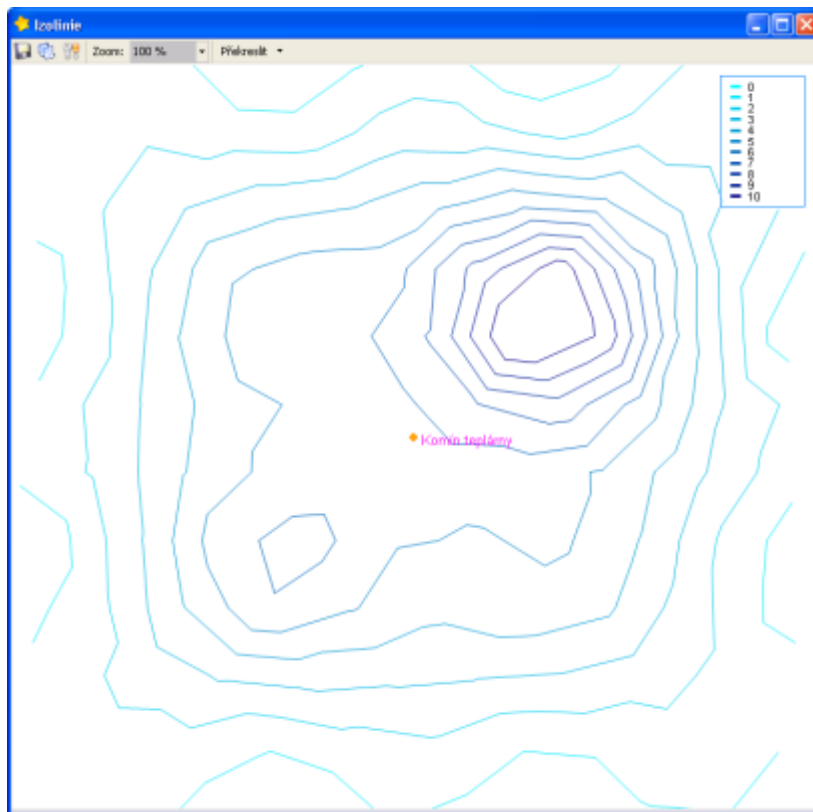
Počítat 8 hodinovou koncentraci

**Doba překročení koncentrace**

Koncentrace [µg·m <sup>-3</sup> ]	Doba překročení [h·rok <sup>-1</sup> ]
10	440,75
20	294,29
50	0,00

# Příklady výsledků výpočtů

- Izolinie výskytu SO<sub>2</sub> s potlačením mapy nebo s mapou



# Praktické cvičení

## Elektrárny a teplárny spalující hnědé uhlí

- Příklad řeší vliv umístění tohoto pro Českou republiku typického zdroje emisí do oblasti Západočeského kraje v okolí města Plzeň. Skutečné hodnoty emisí odpovídají stávajícímu provozu Elektrárny a teplárny Mělník 2. Pro oblast máme k dispozici standardní osmisměrnou větrnou růžici (zdroj: ČHMÚ) pro všechny třídy stability ovzduší. V příkladu zkoumáme znečištění pro oblast 15 x 15 km v rastru referenčních bodů 5km. Tím se dostáváme k celkovému počtu 16 zkoumaných bodů, které si snadno a přehledně zobrazíme na situační mapě.
- Výškopis definujeme opět v rastru 5 km, což je pro použití v praxi příliš hrubé, (běžně je to 10 – 50 metrů) nicméně pro přehledné zobrazení hodnot a ukázkou možností práce s těmito daty (exporty apod.) jsou výsledky názorné a přehledné.
- Zkoumané veličiny jsou oxid siřičitý (SO<sub>2</sub>) a oxidy dusíku, počítané a označované v souhrnu NO<sub>x</sub> (je to především NO a NO<sub>2</sub>). Dále jsou to prachové částice, kde pro jednoduchost uvažujeme jednu prachovou skupinu s velikostí částic 20μm.
- Výsledkem výpočtů na základě výše uvedených vstupních údajů budou roční, denní a maximální koncentrace uvedených škodlivin v jednotlivých referenčních bodech. Na získaných výsledcích pak ukážeme možné formy prezentace, typy výstupů a možných exportů dat.

# Praktické cvičení

- Shrnutí parametrů znečišťujícího zdroje je pro přehlednost v následující tabulce. Pro konkrétní hodnoty emisí jsme použili parametry elektrárny/teplárny Mělník 2 v roce 2009

## Charakteristiky znečišťujícího zdroje

Parametr	Hodnota	Poznámka
Typ zdroje	1 stacionární zdroj (komín)	
Nadmořská výška	220 m	
Výška koruny komína nad terénem	35 m	
Využití zdroje	Celý rok 24 h denně, 15 dní v roce odstávka	
Objem spalin	1m <sup>3</sup> za sekundu	Průměrná hodnota
Emise NO <sub>x</sub>	2 025 tun/rok	Podle ČEZ (Mělník 2)
Emise SO <sub>2</sub>	1 428 tun/rok	Podle ČEZ (Mělník 2)
Emise prachu	4 000 tun/rok	Částice 20um



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



UNIVERZITA  
JABLONEC  
PŘÍRODOVĚDECKÝ ÚSTAV

# Vyhodnocení cvičení

# Úkoly na samostudium

- Pročtěte si webové stránky programu pro podrobnější informace: <http://www.idea-envi.cz/>
- Jaké zdroje znečištění jsou ve vašem okolí?

# Děkuji za pozornost.

Ing. Jiří BARTA

- Katedra ochrany obyvatelstva
- Univerzita obrany
- Kounicova 65
- 662 10 Brno
- e-mail: [jiri.barta@unob.cz](mailto:jiri.barta@unob.cz)
- tel.: +420 973 443 435



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA  
OBRANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ