

# **Koncentrace tuhých částic v ovzduší v bezesrážkových epizodách**

**The concentration of airborne in episode  
without precipitation**

Gražyna Knozová

Robert Skeřil



Český hydrometeorologický ústav, Brno

# Zdroje znečištění ovzduší PM<sub>10</sub>

- přírodní
  - sopečné erupce, požáry, krystaly mořské soli, rostlinné pyly
- antropogenní
  - lokální topeniště, průmysl, doprava
- chemické reakce v atmosféře
  - vznik sekundárních částic z plynných prekurzorů (krystalky síranů, dusičnanů)
- dálkový přenos znečištění
- re-emise
  - opětovná emise již dříve usazených částic



# Zdroje re-emisí částic

- skládky sypkých materiálů
- povrchová těžba
- zemní a stavební práce
- zemědělské práce
- urbanizované oblasti:
  - doprava způsobuje několikanásobně vyšší znečištění ovzduší re-emisí než z výfukových plynů (***Jaecker-Voirol, Pelt, 2000***)
  - úklid silnic vede ve zvláštních meteorologických podmínkách k výskytu epizod zvýšené koncentrace suspendovaných částic (***Hosiokangas et al., 2004; Salonen et al, 2004***).

# Re-emise

- Re-emise vzniká mechanickým způsobem a její hlavní příčinou je pohyb vzduchu způsobený
  - větrem
  - dopravou
- Významným faktorem pro dynamiku procesu re-emise je velikost a morfologie samotných částic a mikro-měřítkové vlastnosti rozhraní částic a aktivního povrchu, jako jsou chemismus a objem vody (***Loosmore, 2003***).
- Důležitým faktorem je rovněž rychlost proudění vzduchu

# Hypotéza

Re-emise tuhých částic významně přispívá k celkové koncentraci  $PM_{10}$  v suchých obdobích

## Cíle práce

- Analýza koncentrací  $PM_{10}$  v suchých obdobích
- Charakteristika epizod zvýšené koncentrace  $PM_{10}$  způsobené re-emisí (charakteristika dalších meteorologických podmínek)

# Metoda práce

- Bezesrážkové období bylo určeno jako minimálně pět po sobě jdoucích dnů, kdy v jednotlivých dnech nebyla naměřena žádná srážka.
- základní statistická charakteristika výskytu bezesrážkových epizod
- pro každou epizodu byla charakterizována koncentrace  $PM_{10}$  a vypočteny průměrné hodnoty jednotlivých meteorologických prvků

# Datové podklady

data ze stanice Brno-Tuřany

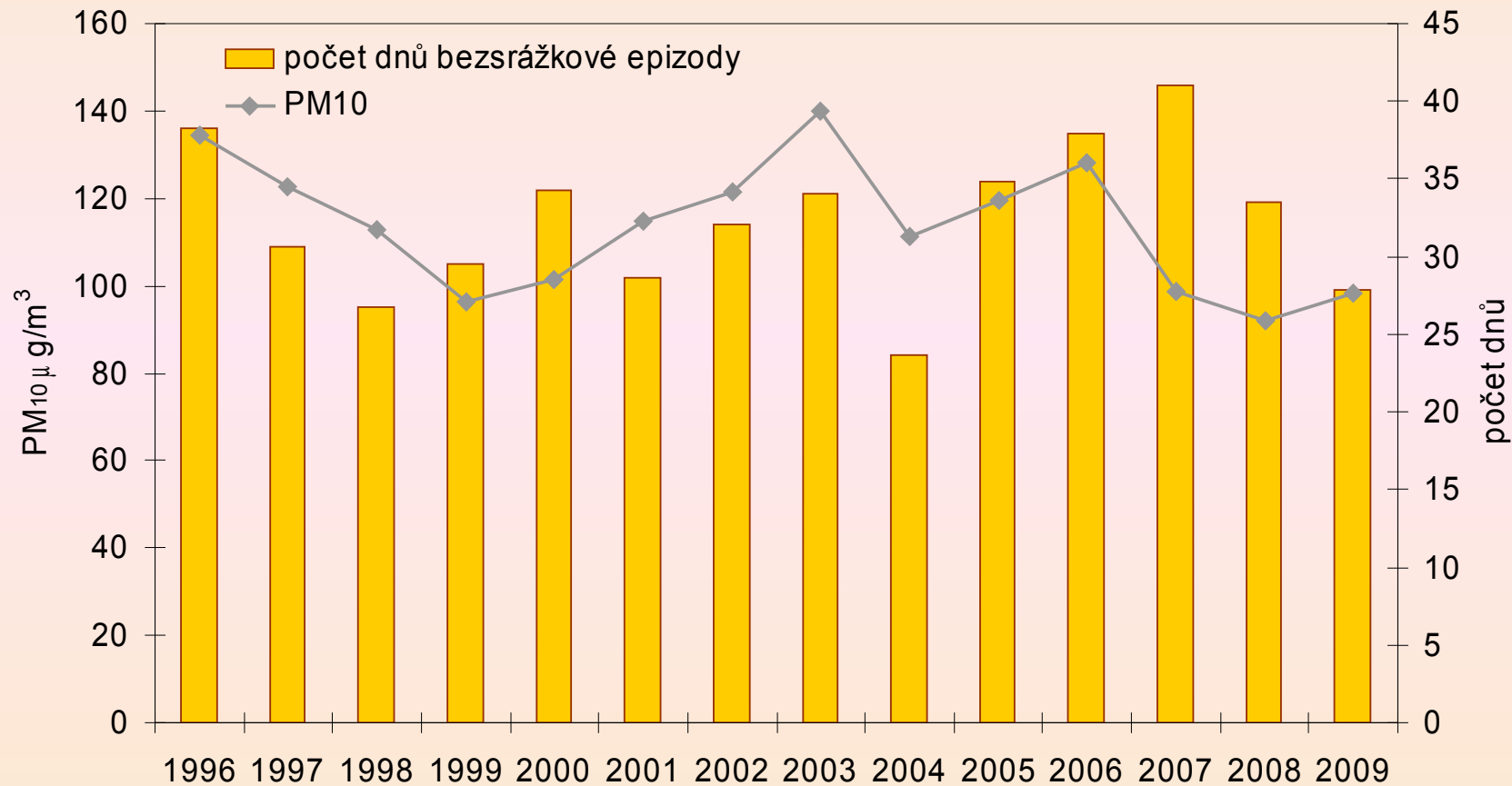
- průměrné 24hodinové koncentrace  $PM_{10}$  (1996-2009)
- denní hodnoty meteorologických prvků
  - srážky
  - teplota vzduchu
  - rychlost větru
  - relativní vlhkost vzduchu
  - sluneční svit



# Vztah atmosférických srážek a suspendovaných částic v ovzduší

- Výskyt srážek působí mokrou depozici při srážkách koncentrace  $PM_{10}$  klesá
  - Nepřítomnost srážek přispívá k re-emisi v suchém období koncentrace  $PM_{10}$  roste
  - Suspendované částice jsou kondenzačními jádry pro srážky
- přítomnost suspendovaných částic v ovzduší přispívá k výskytu srážek

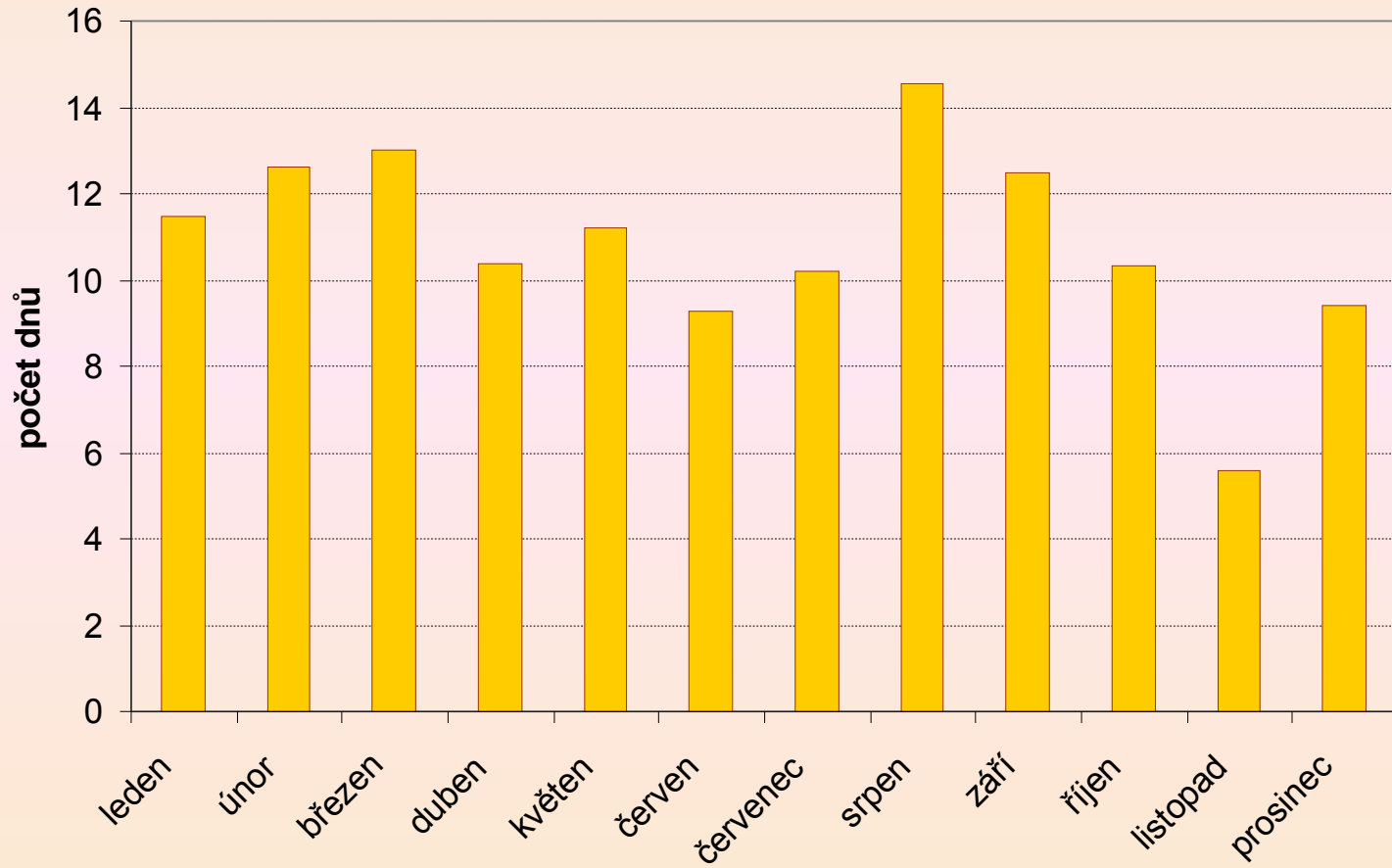
# Průměrná roční koncentrace PM<sub>10</sub> [μg/m<sup>3</sup>] a souhrn dnů bezsrážkových epizod



# Charakteristika bezesrážkových epizod v Brně-Tuřanech v období 1996-2009

průměrná délka epizody	<b>8 dní</b>
maximální délka epizody	<b>23 dní</b>
průměrná změna koncentrací PM <sub>10</sub> v průběhu epizody	<b>+10,8 µg/m<sup>3</sup></b>
počet epizod s růstem koncentrací PM <sub>10</sub>	<b>158 (78,5 %)</b>
počet epizod s poklesem koncentrací PM <sub>10</sub>	<b>43</b>
průměrná rychlost větru	<b>3,4 m/s</b>
průměrná teplota vzduchu	<b>10,8 °C</b>
průměrná relativní vlhkost vzduchu	<b>68 %</b>
průměrný denní úhrn slunečního svitu	<b>7,4 h</b>

# Průměrný počet dnů bezesrážkové epizody (1996-2009)



# Charakteristika bezesrážkových epizod s největší změnou koncentrace PM<sub>10</sub> v Brně-Tuřanech v období 1996-2009

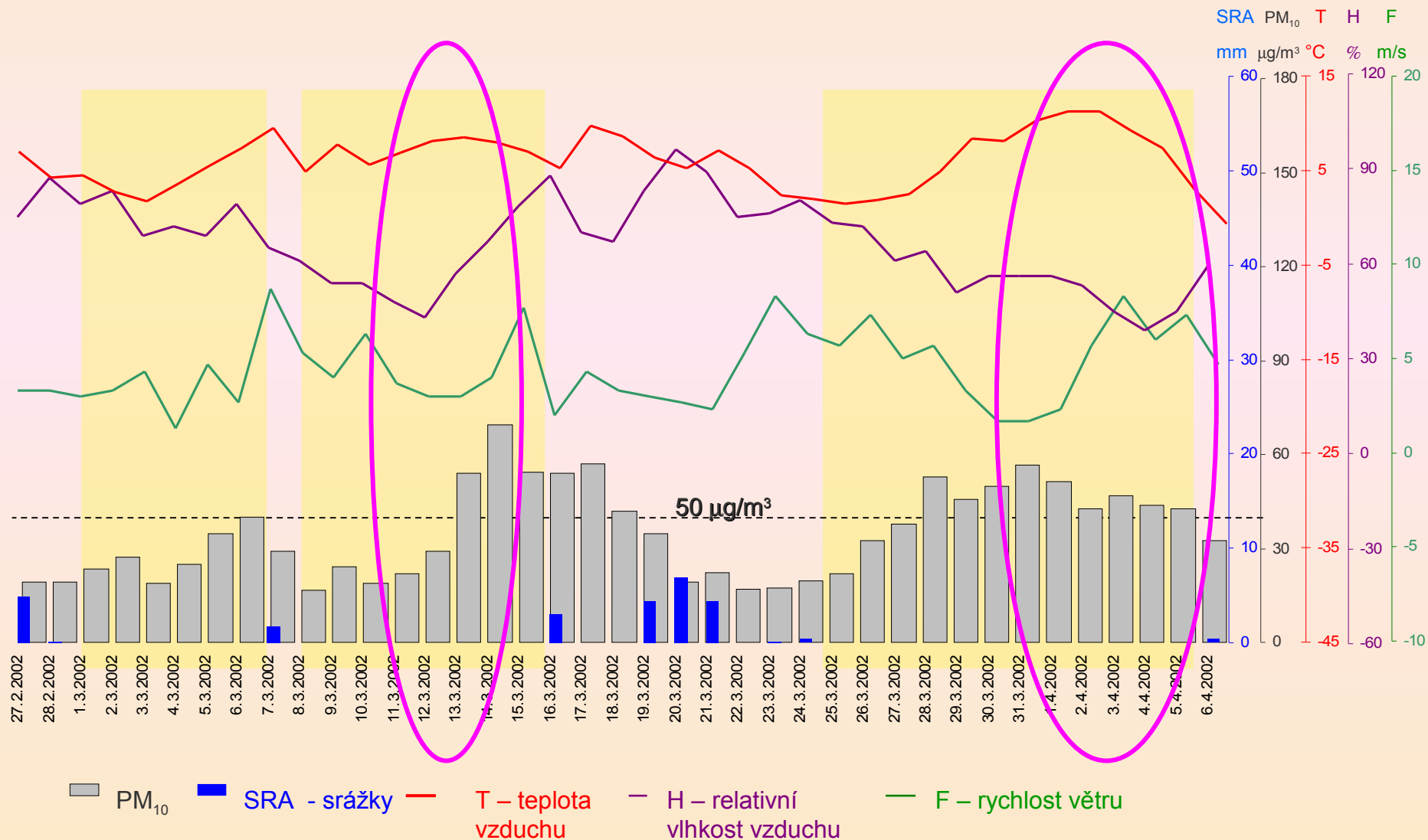
Znaménko „-“ označuje pokles koncentrací PM<sub>10</sub> v průběhu epizody a „+“ růst koncentrací PM<sub>10</sub> v průběhu epizody

<b>Změna koncentrace PM<sub>10</sub> v průběhu epizody [µg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>-114,2</b>	<b>-91,5</b>	<b>-52,4</b>	<b>...</b>	<b>+53,1</b>	<b>+55,0</b>	<b>+58,8</b>	<b>+72,2</b>	<b>+124,4</b>	<b>+132,6</b>
Měsíc výskytu	3	1	3	x	9	3	2	1/2	2/3	12
Délka epizody [dny]	5	5	8	x	9	5	10	11	14	8
Průměrná koncentrace PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	102,7	80,3	40,1	x	51,3	51,2	53,7	52,5	72,6	77,1
Průměrná rychlost větru [m/s]	3,0	1,9	3,5	x	3,0	2,7	4,4	3,7	3,3	5,1
Průměrná teplota vzduchu [°C]	-0,1	-6,5	10,4	x	18,3	3,8	-3,8	-2,1	-0,9	-7,1
Průměrná relativní vlhkost vzduchu [%]	83	96	72	x	59	68	73	80	73	83
Průměrný denní úhrn slunečního svitu [h]	3,6	0,0	5,7	x	10,2	8,1	4,6	3,5	6,4	2,9

# Charakteristika nejdelších bezesrážkových epizod v Brně-Tuřanech v období 1996-2009

<b>Délka epizody [dny]</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>23</b>
Měsíc výskytu	10	9	2	4/5	3/4	3/4	8/9	2/3	12/1	3/4
Změna koncentrace PM <sub>10</sub> v průběhu epizody [μg/m <sup>3</sup> ]	16,3	-0,9	4,0	-11,4	16,0	16,6	-1,7	41,4	31,0	-18,1
Průměrná koncentrace PM <sub>10</sub> [μg/m <sup>3</sup> ]	43,6	23,0	48,2	27,4	41,4	51,5	36,9	64,9	48,8	35,1
Průměrná rychlost větru [m/s]	3,2	2,7	2,6	3,5	4,4	3,8	2,9	4,0	3,8	3,8
Průměrná teplota vzduchu [°C]	10,5	12,3	1,6	11,9	14,1	6,4	18,3	-2,8	-3,5	10,1
Průměrná relativní vlhkost vzduchu [%]	68	69	78	45	57	58	67	73	86	50
Průměrný denní úhrn slunečného svitu [h]	7,9	8,8	4,6	11,2	10,0	8,2	8,1	5,0	0,5	8,8

# Koncentrace $PM_{10}$ a meteorologické podmínky v období 27.02-6.04.2002



Rozdíl mezi průměrnou koncentrací  $PM_{10}$  [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] ve dnech bezesrážkových epizod a ve všech dnech (1996-2009) je rovný  **$6,1\mu\text{g}/\text{m}^3$**

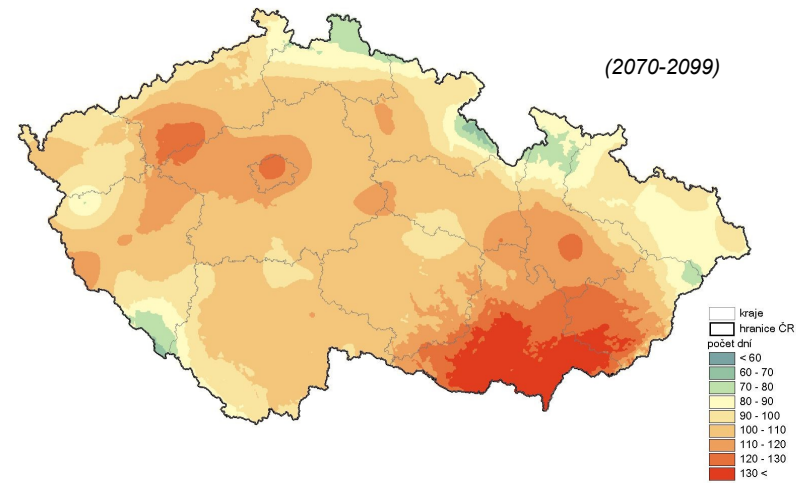
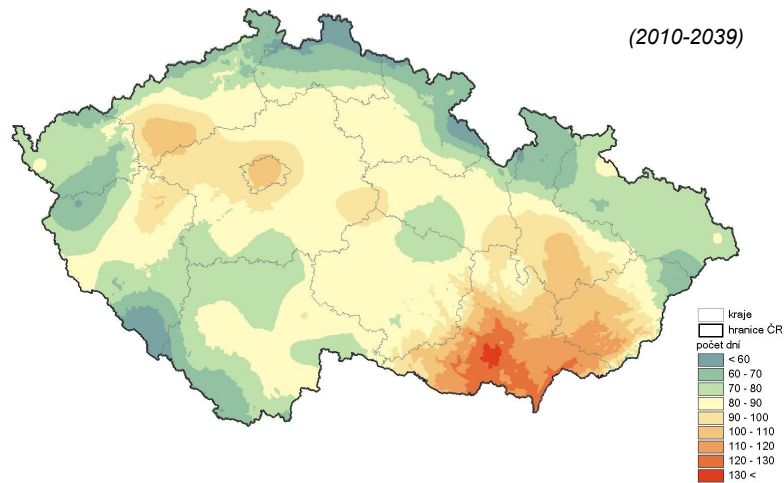
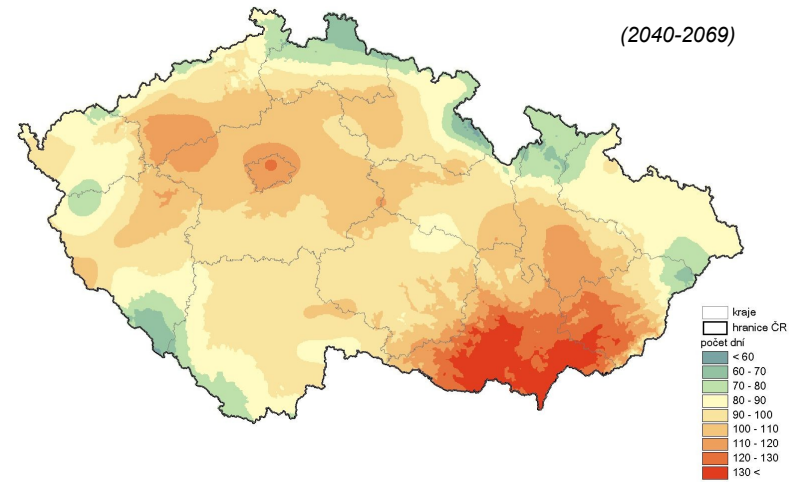
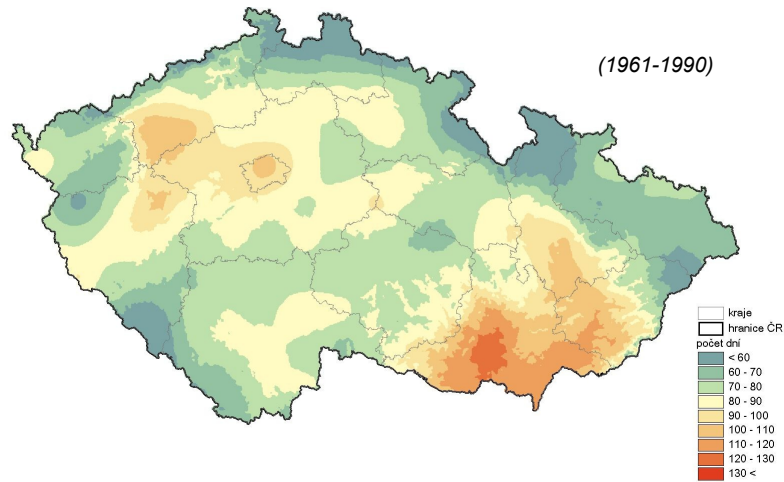
Koncentrace  $PM_{10}$  je vyšší ve dnech bezesrážkových epizod



# Závěry

- existuje korelace mezi koncentrací  $PM_{10}$  a počtem dnů v bezesrážkových epizodách (měsíční a roční hodnoty)
- největší počet bezesrážkových epizod se vyskytuje v únoru, březnu, srpnu a září
- re-emise částic v bezesrážkových epizodách přispívá ke zvýšení koncentrací  $PM_{10}$ , o čemž svědčí skutečnost, že průměrná koncentrace  $PM_{10}$  v dnech započítaných k bezesrážkovým epizodám je větší nežli průměrná koncentrace  $PM_{10}$  stanovená ze všech dní
- v průběhu bezesrážkových epizod koncentrace  $PM_{10}$  zpravidla roste, ale při vyšších rychlostech větru jsou suspendované částice dostatečně rozptylovány a přenášeny do větších vzdáleností
- v kontextu měnících se klimatických podmínek, jako je pozorovaná a predikovaná intenzifikace sucha, lze očekávat, že problém re-emise tuhých částic bude v oblasti České republiky narůstat

# Počet dnů bezesrážkového období na území ČR, scénář podle modelu ALADIN-CLIMATE/CZ



Zdroj: Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření, VaV – SP/1a6/108/07 , 2010, kapitola 4.2.1.4 ,

Studie byla vyhotovena s finančním příspěvkem grantu GAČR „Víceúrovňová analýza městského a příměstského klimatu na příkladu středně velkých měst“

GA205/09/1297