

Kvalita ovzdušia na Slovensku



Martin Kremler, SHMÚ

Dozviete sa

- **Zloženie atmosféry**
- **Kolobeh látok v atmosfére**
- **Environmentálne problémy**
- **Zdroje emisií: prírodné a antropogénne**
- **Znečisťujúce látky**
- **Rozptylové podmienky v atmosfére**
- **Inverzie**
- **Smog a SVS**
- **NMSKO**
- **Projekt SNMSKO**
- **Informácie na webe SHMÚ**
- **Príklady z praxe**

Zloženie atmosféry + kolobeh látok

- **Suchý vzduch: dusík, kyslík, ...**
- **Vodná para**
- **Atmosférický aerosól**
- **Kolobeh látok v atmosfére:**
 - **emisia do atmosféry**
 - **rozptyl**
 - **fyzikálna a chemická transformácia**
 - **depozícia**

Delenie environmentálnych problémov

- **Vplyv problému závisí od:**
 - veľkosti emisie
 - doby zotrvania látky v atmosfére
- **Globálne:**
 - ?
 - ?
- **Regionálne:**
 - ?
 - ?
- **Lokálne:**
 - ?
 - ?

Zdroje emisií do ovzdušia

- **Prírodné:**

- biologické procesy (fotosyntéza, dýchanie, rozklad organickej hmoty)
- odplynovanie zemskej kôry (najmä sopečná činnosť)
- veterná erózia
- morský spray
- rádioaktívny rozpad
- prirodzené lesné požiare
- kozmický prach



Zdroje emisií do ovzdušia

- **Antropogénne:**

- vykurovanie domácností
- energetika
- priemysel
- doprava
- likvidácia odpadov
- poľnohospodárstvo a lesné hospodárstvo
- stavebné a búracie práce



Znečisťujúce látky v ovzduší

Prachové častice – PM_{10} , $PM_{2.5}$ (z angl. Particulate matter)

(dôsledne – atmosférický aerosól – pevná látka a kvapôčky vody rozptýlené v ovzduší)

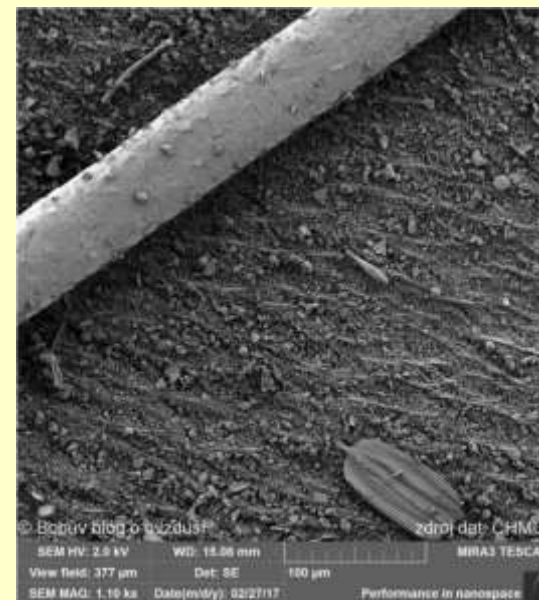
- **Najvýznamnejší problém znečistenia ovzdušia na Slovensku v súčasnosti**

- **Prírodné zdroje:**

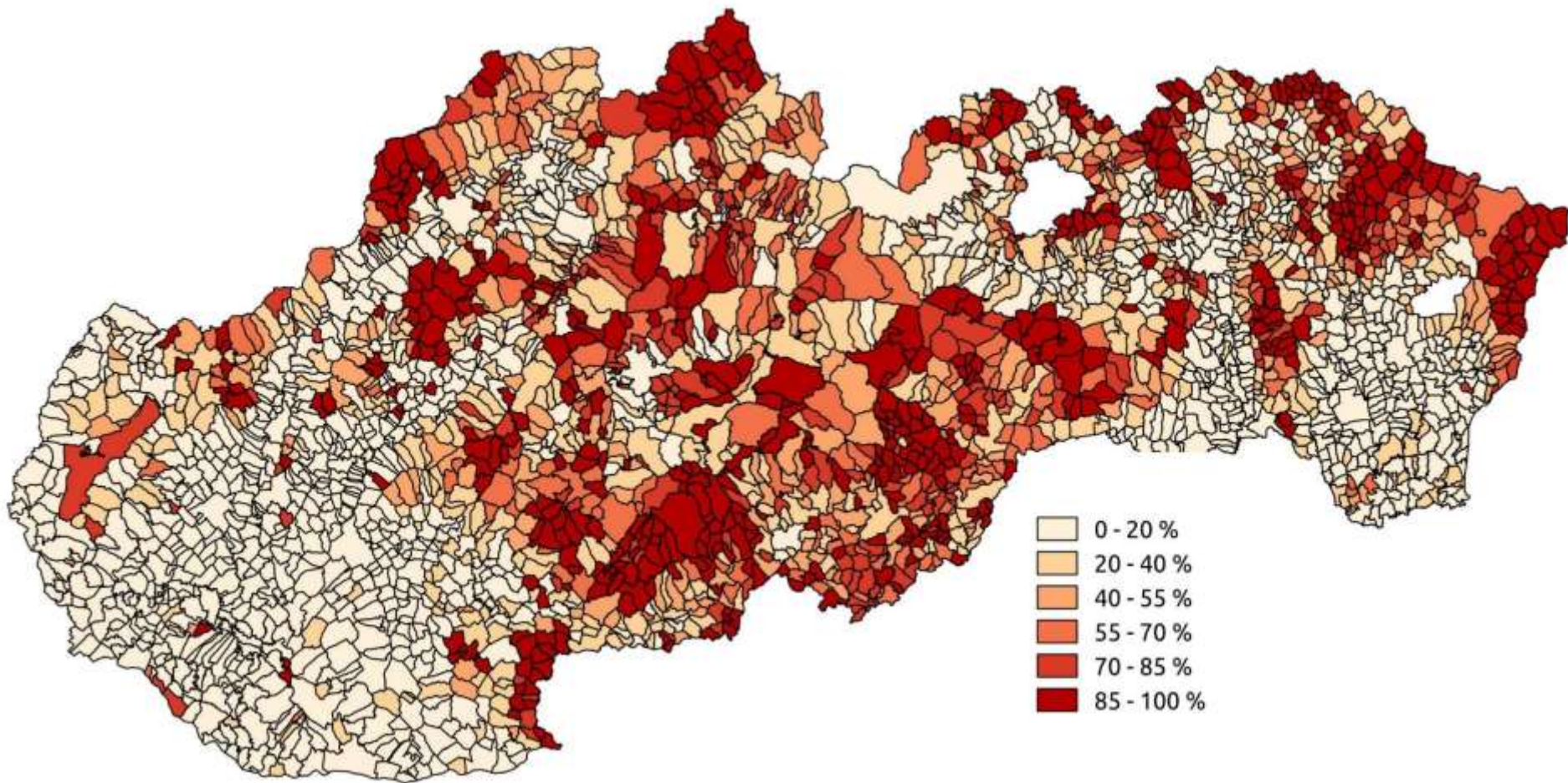
- resuspenzia prachu z nepokrytej pôdy
- saharský piesok
- vulkanická činnosť
- morská soľ
- peľ, baktérie, ...

- **Antropogénne zdroje:**

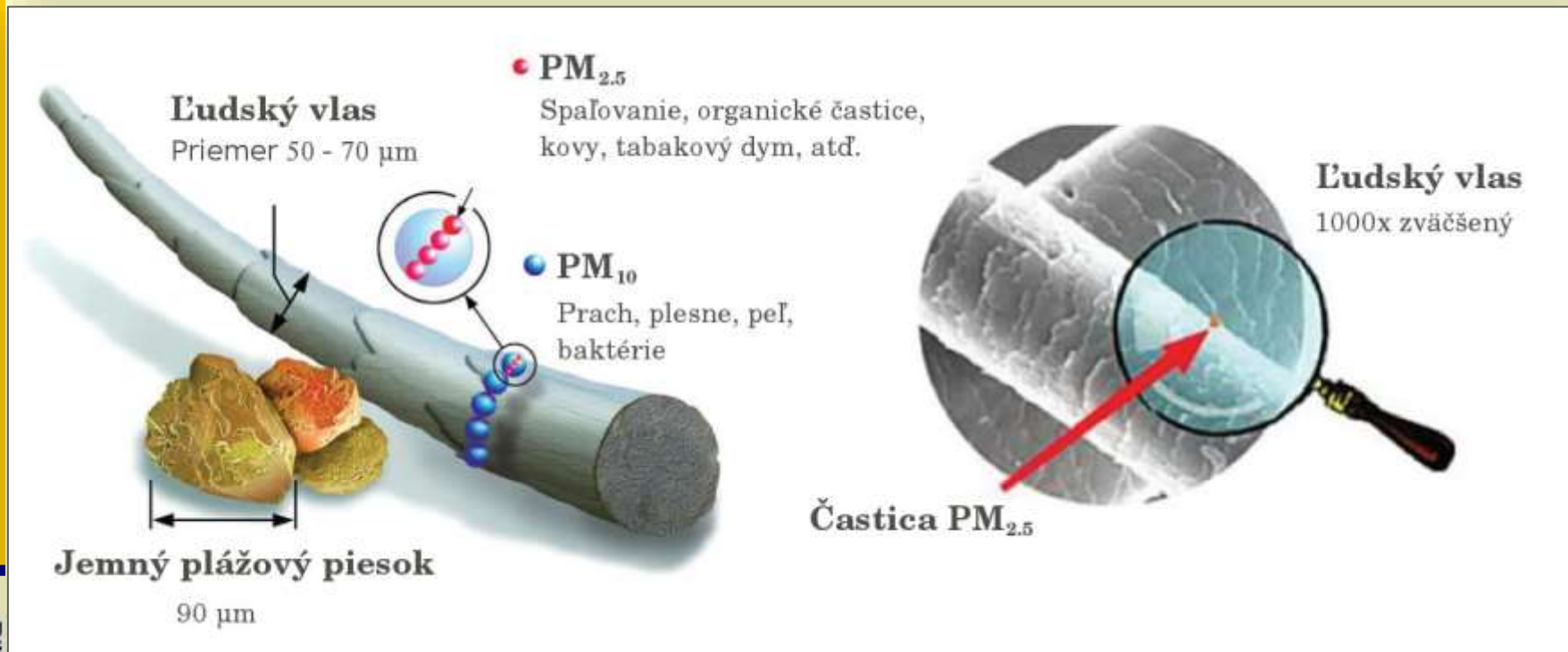
- **vykurovanie domácností – tuhé palivá**
- cestná doprava
- energetika
- priemyselné procesy (metalurgia, cementárne)
- stavebné a búracie práce, poľnohospodárstvo



Podiel použitia tuhých palív pre vykurovanie domácností v obciach



Ilustrácia veľkosti PM častíc



Plynné znečisťujúce látky

SO₂

zdroj

- najmä tepelné elektrárne vykurované uhlím s vysokým obsahom síry

NO, NO₂

Zdroj:

- najmä cestná doprava,
- spaľovacie procesy v priemysle a energetike.

O₃ (prízemný)

zdroj

- fotochemické reakcie v atmosfére, prekursori – NO_x z cestnej dopravy a VOC
- prenos zo stratosféry

CO

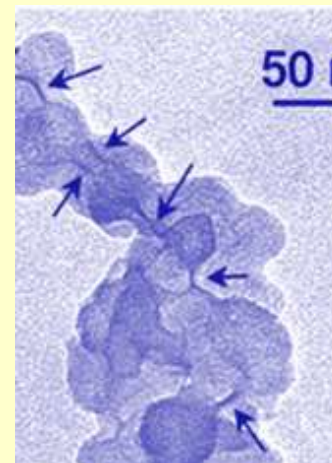
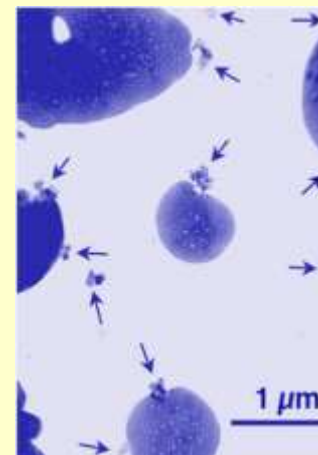
zdroj

- najmä cestná doprava, spaľovacie procesy v priemysle a energetike



Limitné a cieľové hodnoty pre ochranu ľudského zdravia

	Priemerované obdobie	Limitná hodnota (max. počet prekročení) $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Oxid siričitý SO_2	1 hodina	350 (24)
	24 hodín	125 (3)
Oxid dusičitý NO_2	1 hodina	200 (18)
	1 rok	40
Častice PM_{10}	24 hodín	50 (35)
	1 rok	40
Olovo Pb	1 rok	0.5
Oxid uhoľnatý CO	max. 8 h priemer	10000
Benzén	1 rok	5
Častice $\text{PM}_{2.5}$	1 rok	20
Arzén As	1 rok	6 ng/m^3
Kadmium Cd	1 rok	5 ng/m^3
Nikel Ni	1 rok	20 ng/m^3
Benzo(a)pyrén	1 rok	1 ng/m^3
Ozón O_3	max. denný 8 h priemer priemerovaný za posledné 3 roky	120 (25)



Aktuálna kvalita ovzdušia

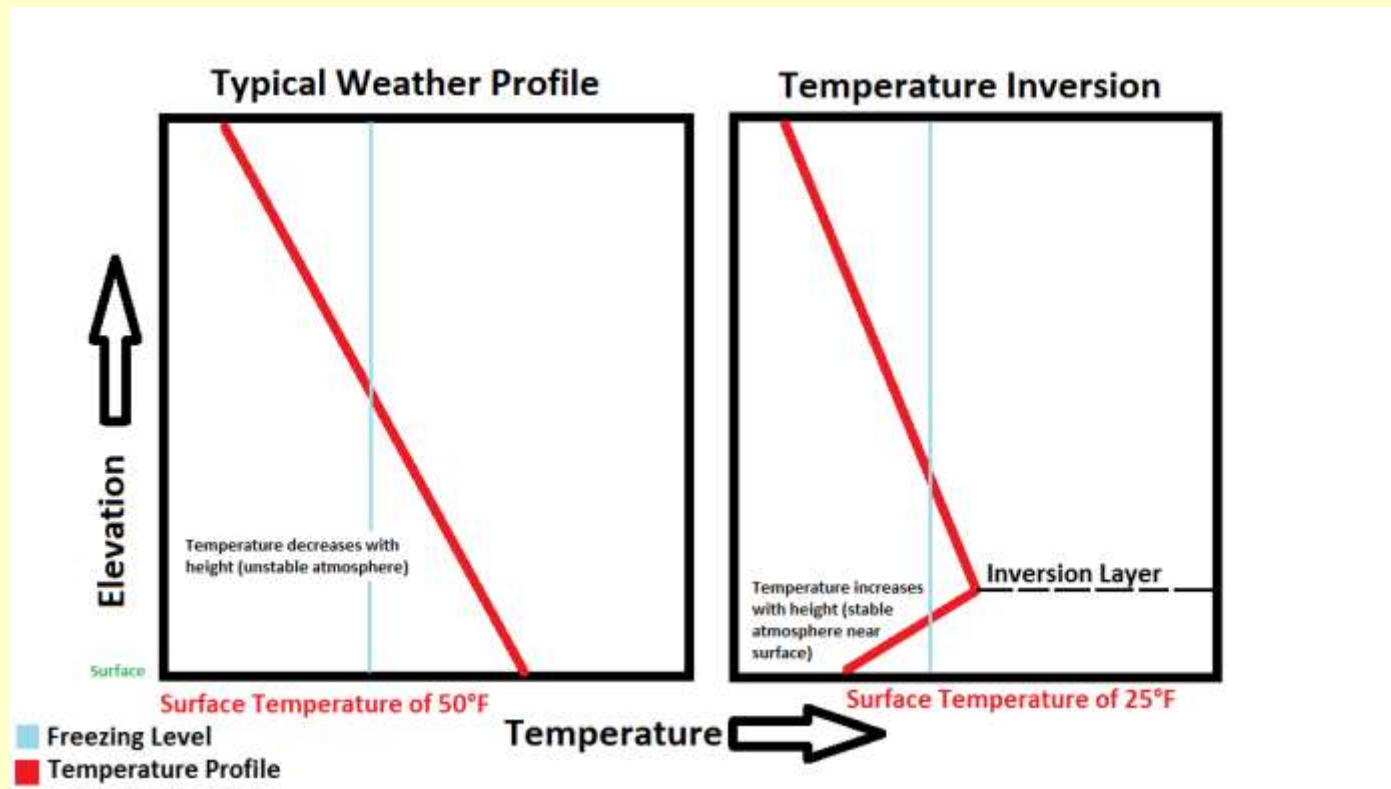
- **Koncentrácie znečisťujúcich látok - aktuálna kvalita ovzdušia závisí od:**
 - množstva emisií vypustených do ovzdušia
 - rozptylových podmienok v atmosfére

Rozptylové podmienky

Zhoršenie rozptylových podmienok	Zlepšenie rozptylových podmienok
<ul style="list-style-type: none">• zotrvávanie vzduchu na jednom mieste• bezvetrie alebo len slabý vietor• anticyklóna – tlaková výš• v lete slnečné počasie s vysokými teplotami vzduchu• v zime v nízkych polohách hmla alebo nízka oblačnosť• inverzia teploty vzduchu	<ul style="list-style-type: none">• prechod atmosférického frontu• zvýšenie rýchlosti vetra• cyklóna – tlaková níz• dážď• sneh

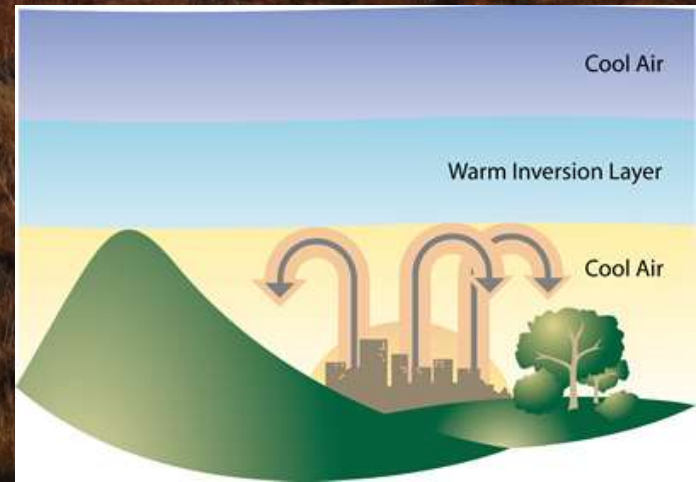
Inverzie teploty vzduchu

- **Inverzia teploty vzduchu – teplota vzduchu v niektorej vrstve troposféry s výškou narastá**

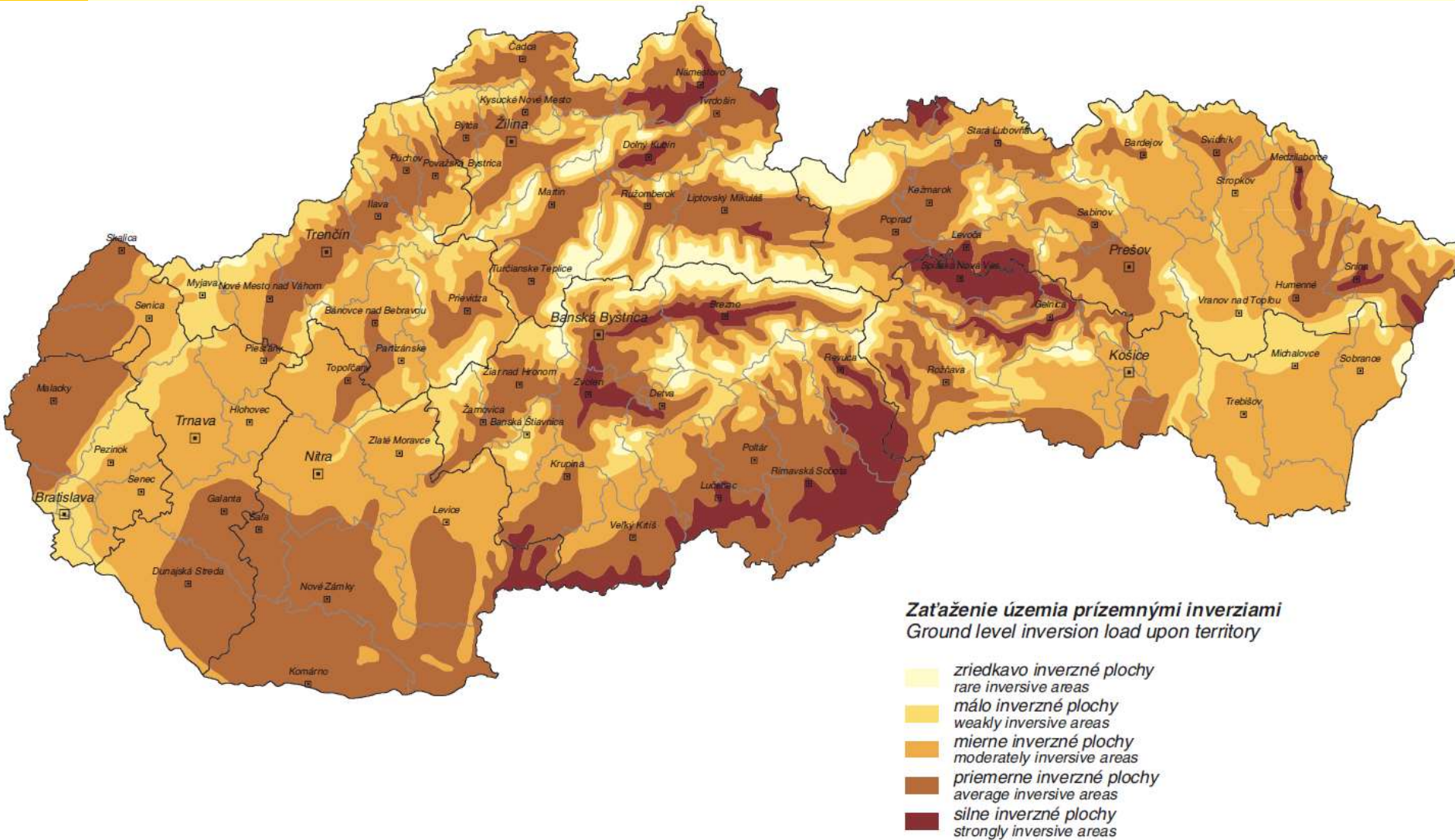




Pohľad z Nízkyh Tatier, 2017
Foto: Dušan Štefánik



Zaťaženie územia prízemnými inverziami



Zaťaženie územia prízemnými inverziami
Ground level inversion load upon territory

- zriedkavo inverzné plochy
rare inversive areas
- málo inverzné plochy
weakly inversive areas
- mierne inverzné plochy
moderately inversive areas
- priemerne inverzné plochy
average inversive areas
- silne inverzné plochy
strongly inversive areas



Smog

- **Smog = smoke + fog**
- **Extrémny prípad znečistenia ovzdušia**
- **SHMÚ prevádzkuje Smogový varovný systém:**
 - **PM10**
 - **O3**
 - **SO2**
 - **NO2**
- **Informačný prah – oznámenie o vzniku smogovej situácie**
- **Výstražný prah – výstraha pred závažnou smogovou situáciou**

Informačné a výstražné prahy

	PM₁₀	O₃	SO₂	NO₂
Informačný prah	100 µg.m ⁻³ 12-hodinový kľzavý priemer	180µg.m ⁻³ hodinový priemer	-	-
Výstražný prah	150 µg.m ⁻³ 12-hodinový kľzavý priemer	240µg.m ⁻³ hodinový priemer	500 µg.m ⁻³ 3 po sebe nasledujúce hodinové priemery	400 µg.m ⁻³ 3 po sebe nasledujúce hodinové priemery



*Zákon č. 137/2010 Z. z., vyhláška 244/2016 Z. z.
(v znení vyhlášky č. 296/2017 Z. z.) - účinnosť od 01.12.2017*

NMSKO

- Národná monitorovacia sieť kvality ovzdušia - v súčasnosti 38 staníc
- Typy staníc:
 - Pozad'ové
 - Dopravné
 - Priemyselné
- Typy oblastí:
 - mestské
 - predmestské
 - vidiecke



Merací program

■ **Kontinuálne merania** (-> hodinové koncentrácie)

- PM₁₀
- PM_{2.5}
- Oxidy dusíka
- Oxid siričitý
- Ozón
- Oxid uhoľnatý
- Benzén



■ **Manuálne merania:** (-> 24-hodinové koncentrácie)

- Ťažké kovy - As, Cd, Ni, Pb
- Polyaromatické uhľovodíky - B(a)P

Chopok

Regionálne
znečistenie



LOGICK
SICAL INS

Kamenné Námestie



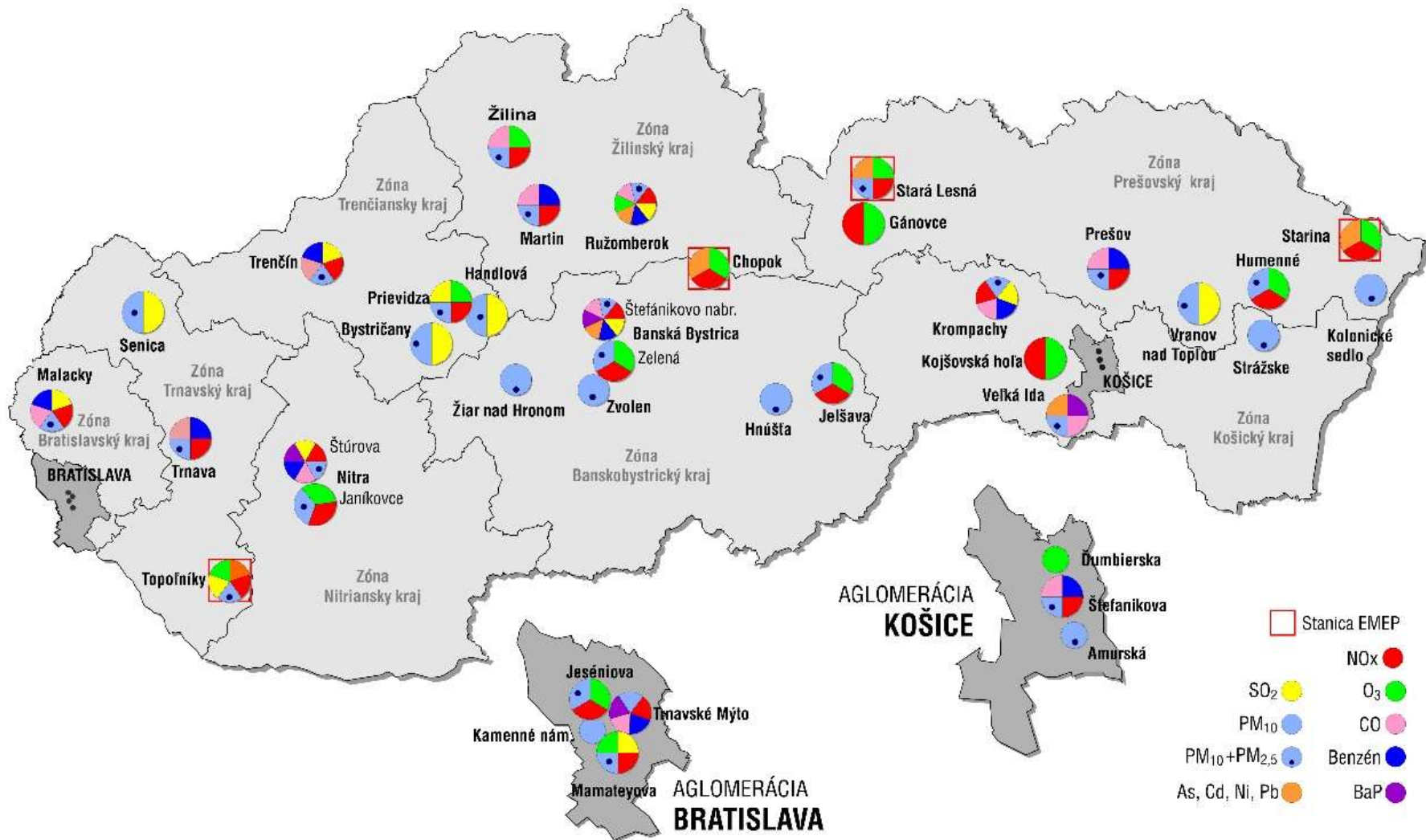
Mestské pozadie

Rôzne umiestnenia staníc



Dopravná stanica
Trnavské mýto

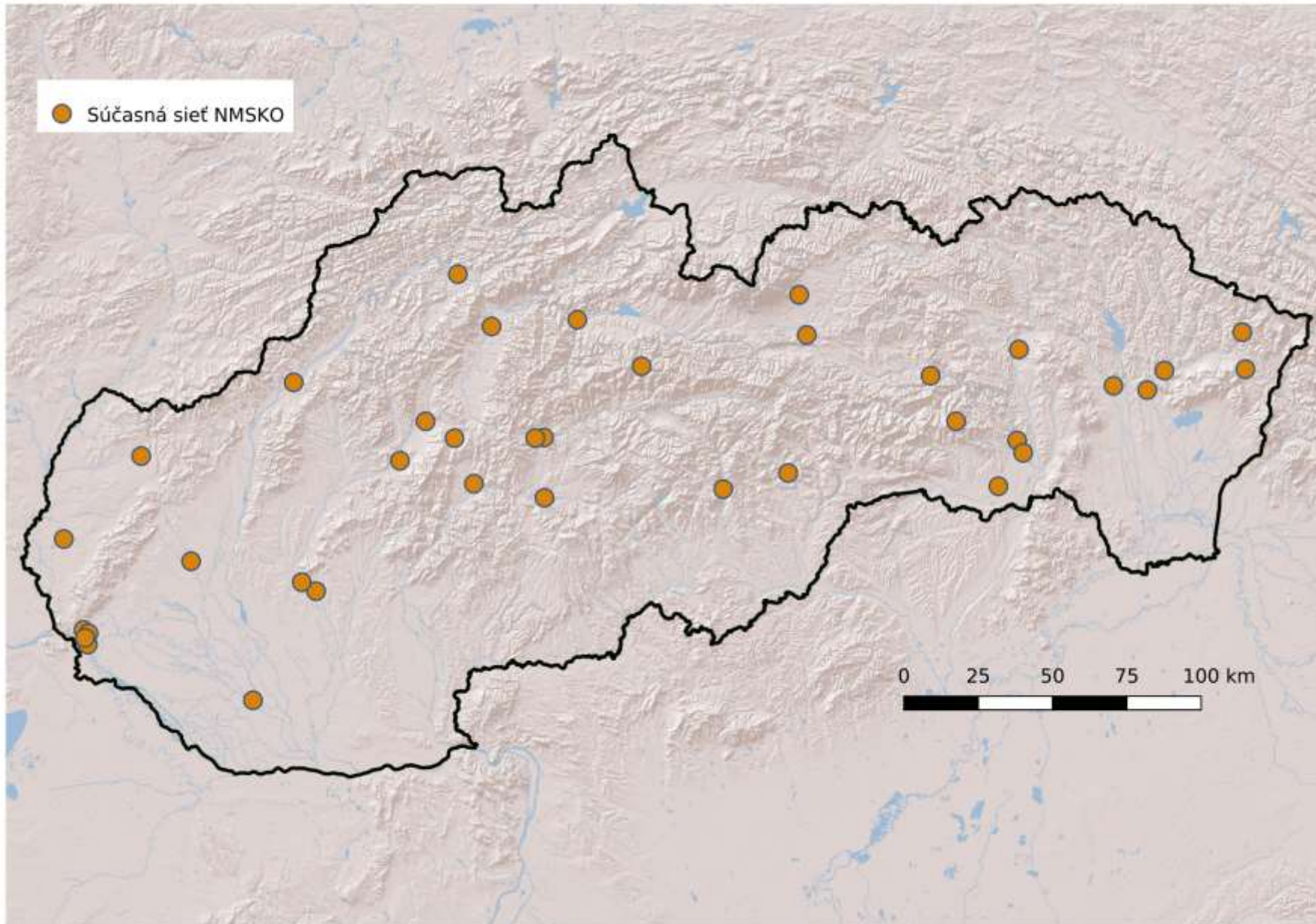
Monitorovací program



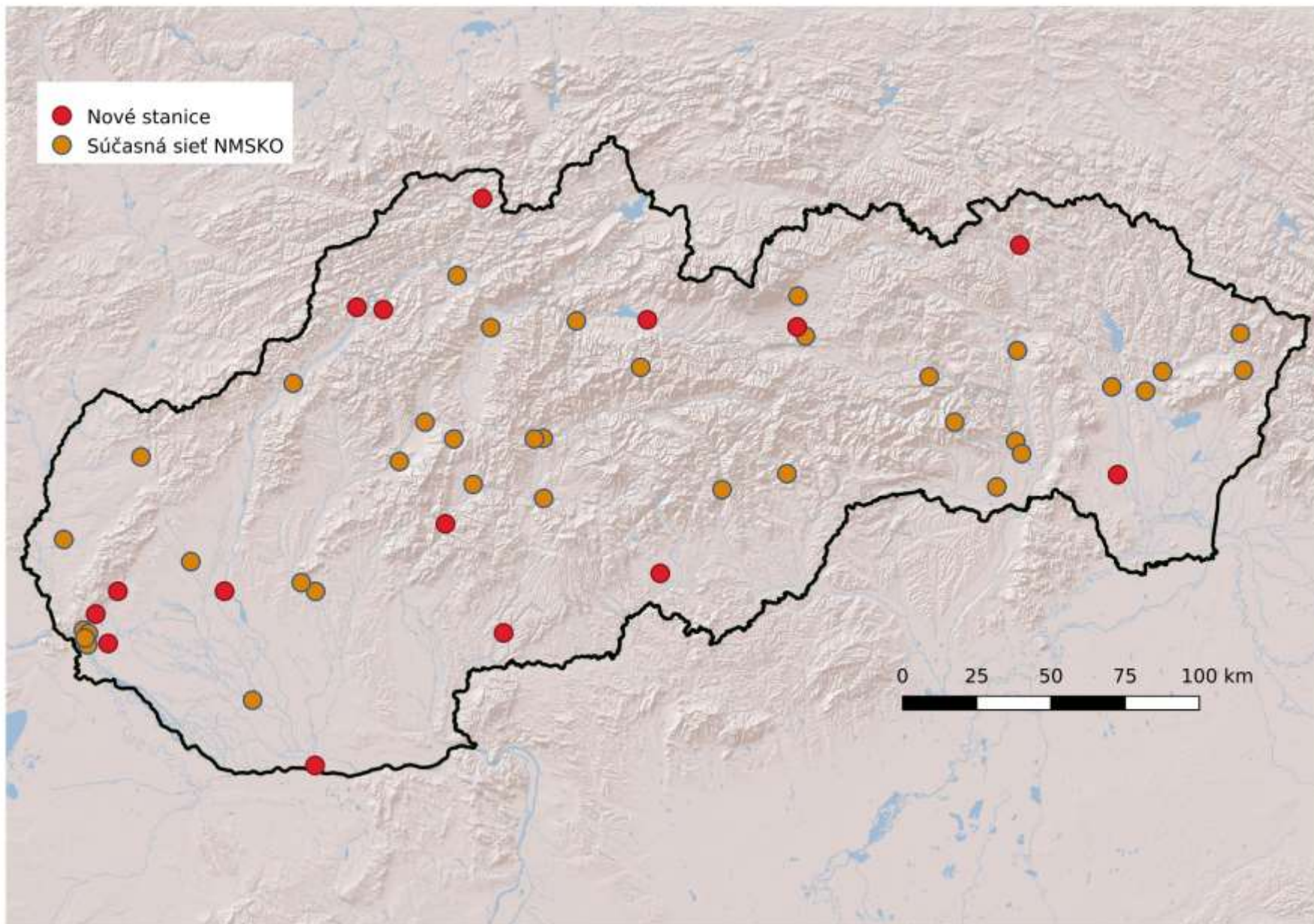
Projekt SNMSKO

- Projekt **Skvalitnenie Národnej monitorovacej siete kvality ovzdušia** - podaný 27.3.2018 – výzva OPKZP-PO1-SC141-2017-25
- Laboratórne prístrojové vybavenie pre Skúšobné laboratórium SHMÚ
- Analyzátory a prístroje pre Kalibračné laboratórium SHMÚ
- Obnova prístrojov NMSKO – PM častice
- Kompletné AMS na 15 nových lokalitách
- Obnova AMS BA – Trnavské mýto
- Servisné vozidlá
- Mobilné monitorovacie stanice

Súčasná NMSKO



NMSKO po rozšírení



Nové stanice

Zóna / Aglomerácia	Umiestnenie	Typ oblasti	Typ stanice
Bratislava	Bratislava Rača	S	T
	Bratislava Podunajské Biskupice	S	B
Banskobystrický kraj	Lučenec	U	T
	Žarnovica	U	B
Bratislavský kraj	Pezinok	U	B
Košický kraj	Trebišov	U	T
Nitriansky kraj	Plášťovce	R	B
	Komárno	U	T
Prešovský kraj	Poprad	U	B
	Bardejov	U	B
Trenčiansky kraj	Považská Bystrica	U	B
	Púchov	U	I
Trnavský kraj	Sereď	U	B
Žilinský kraj	Liptovský Mikuláš	U	B
	Oščadnica	R	B

Mobilná stanica



Kvalita ovzdušia na webe SHMÚ

- **Aktuálne koncentrácie ZL - tabuľka:**

- http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=oko_imis

- **Aktuálne koncentrácie ZL - mapy:**

- http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=oko_imis_map_pm10
- http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=oko_imis_map_o3&p=O3
- http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=oko_imis_map_co&p=CO
- ..

- **Ročenky / mesačné správy:**

- <http://www.shmu.sk/sk/?page=997>
- <http://www.shmu.sk/sk/?page=2381>

- **Smogový varovný systém:**

- http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=oko_varovny_system

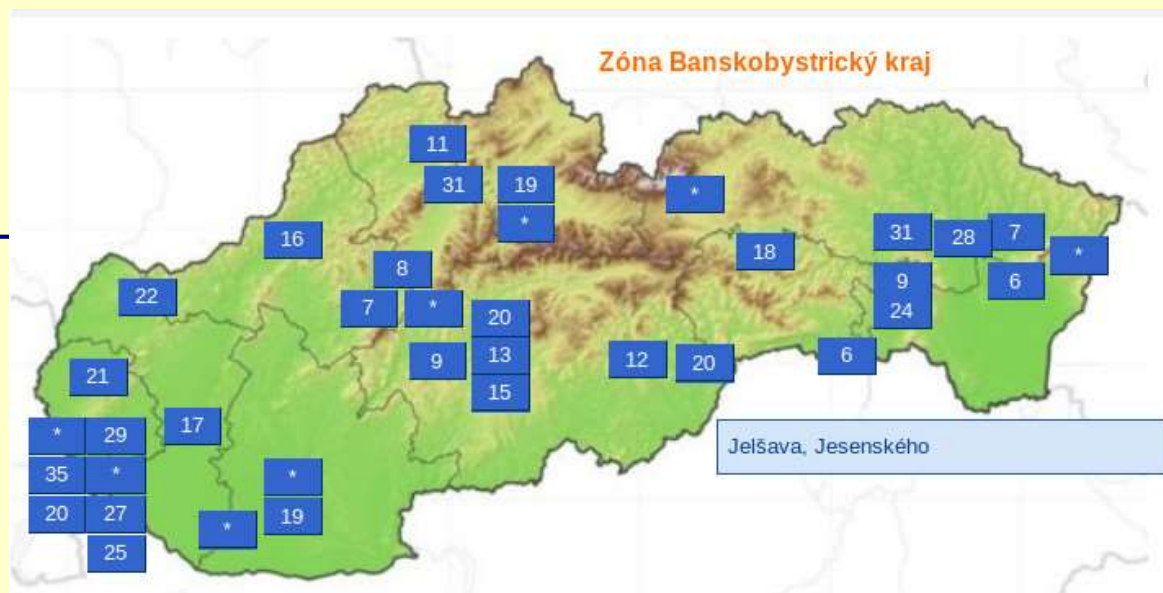
Tabuľka

Stanice SHMÚ

Stanica	PM ₁₀	PM _{2.5}	O ₃	SO ₂	CO	NO ₂	NO _x	Benzén	Hg
Bratislava, Kamenné nám.	27	33							
Bratislava, Trnavské Myto	27				404	32	128	0.7	
Bratislava, Jeseniova	25	21	11	5		19	27		
Bratislava, Mamateyova	19	16	21	3		11	17		
Malacky, Mierové námestie	22	16		12	223	12	25	0.5	
Nitra, Štúrova	16	4		15	523	22	62	0.6	
Nitra, Janíkovce	13	10	29			6	6		
Topoľníky, Aszód, EMEP	17	*	17	16		*	*		1.3
Senica, Hviezdoslavova	16	10		5					
Trnava, Kollárova	15	3			403	20	43	0.6	
Trenčín, Hasičská	14	5		*	350	28	75	0.6	
Bystričany, Rozvodňa SSE	11	6		8					
Handlová, Morovianska cesta	*	6		*					
Prievidza, Malonecpalská	11	*	41	12		8	18		
Banská Bystrica, Štefánikovo nábregie	18	11		16	*	28	107	0.7	
Banská Bystrica, Zelená	12	4	29			8	10		
Jelšava, Jesenského	19	14	21			8	13		
Hnúšťa, Hlavná	8	4							
Zvolen, J. Alexyho	11	7							
Žiar nad Hronom, Jilemnického	6	5							
Chopok, EMEP			54			2	8		
Martin, Jesenského	38	15			366	24	56	0.6	
Ružomberok, Riadok	16	8	31	*	*	22	58	0.8	
Žilina, Obežná	17	13	38		247	14	31		
Košice, Ďumbierska			25						
Košice, Amurská	2	*							
Košice, Štefánikova	16	4		3	446	29	66	0.6	
Kojšovská Hoľa			43			2	6		
Veľká Ida, Letná	7	6			87				
Strážske, Mierová	6	7							
Kropáčky, SNP	15	6		6	328	14	38	1.4	
Humenné, Nám. slobody	5	4	47			5	12		
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	11	11	33			11	17		
Gánovce, Meteo. st			*			7	14		
Prešov, Arm.gen. L. Svobodu	33	11			283	43	175	1	
Starina, Vodná nádrž, EMEP			55			2	7		1.6
Kolonické sedlo	7	4							
Vranov nad Top., M.R.Štefánika	155	21		2					

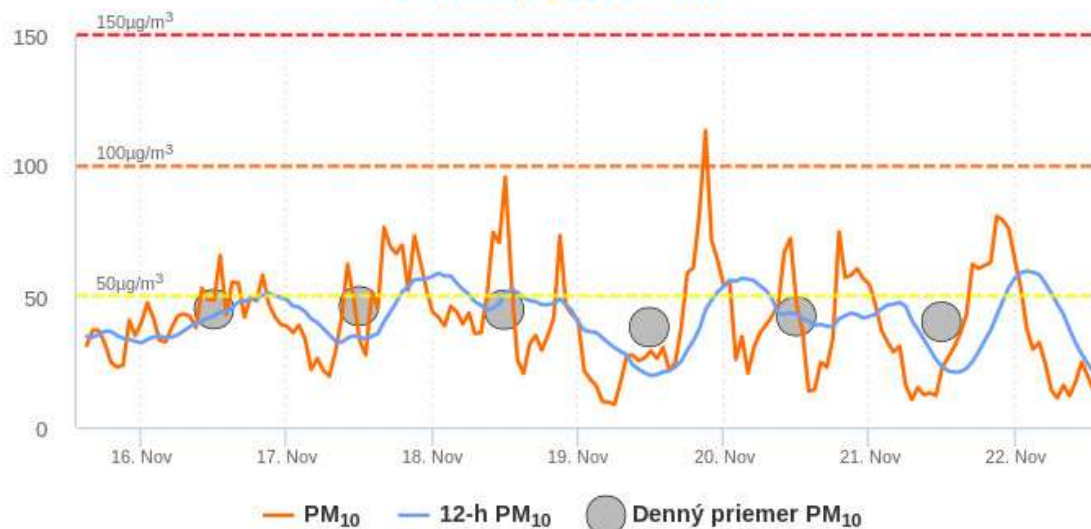
Stanice ostatných prevádzkovateľov

Mapa



- Všetky hodnoty okrem Hg sú v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mikrogramoch na meter kubický) prepočítané pri teplote 20°C ($293,15\text{ K}$) a tlaku $101,325\text{ kPa}$.
- Hodnoty pre Hg sú v ng/m^3 (nanogramoch na meter kubický)
- Údaje sú nevalidované
- * - hodnoty pre túto znečisťujúcu látku nie sú dostupné
- ** - reínštalácia stanice

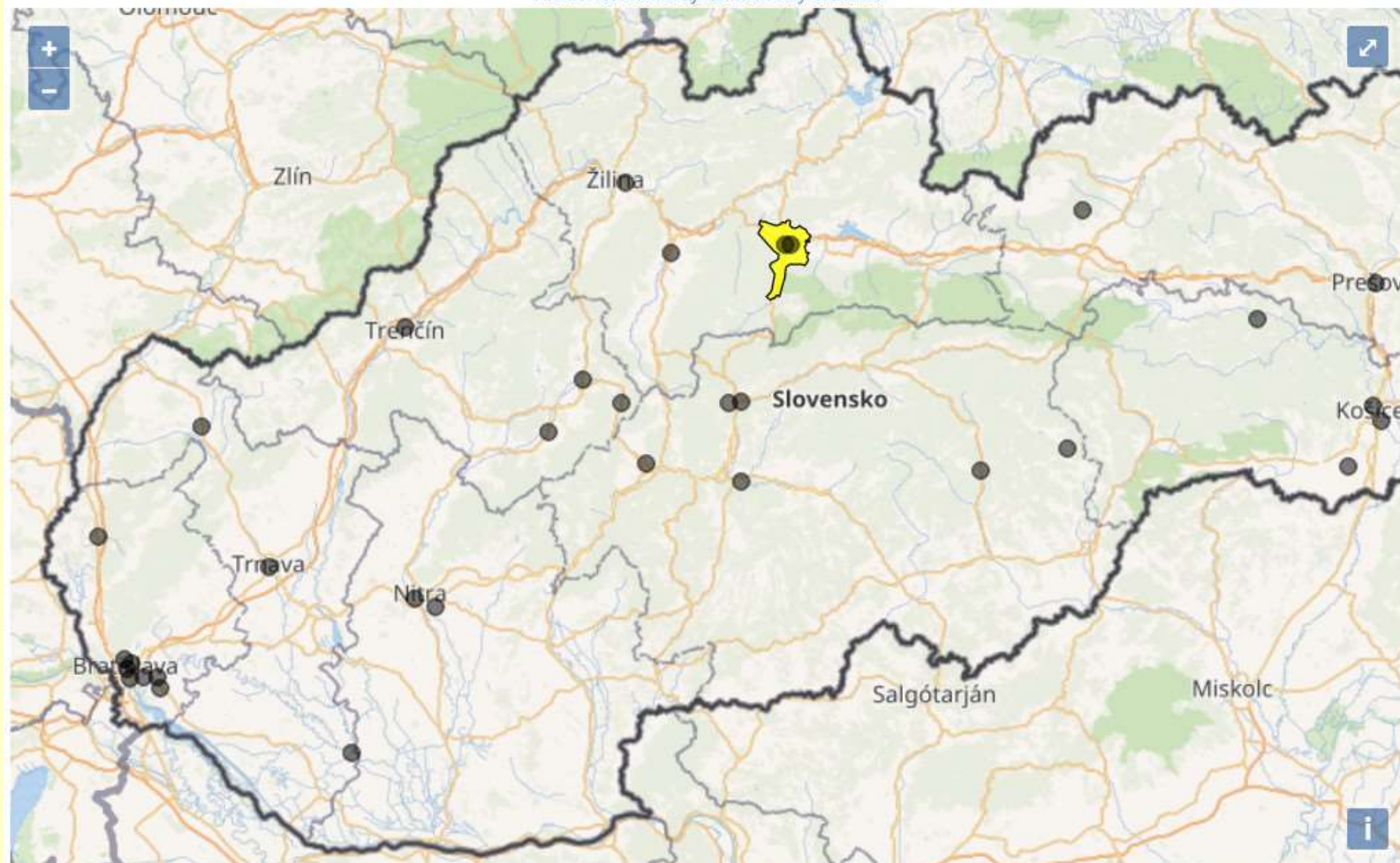
Jelšava, Jesenského



SVS

Veličina	Typ	Oblasť	Popis	Detail
PM₁₀	Informácia	• Ružomberok	Oznamujeme, že v predchádzajúcich hodinách došlo na stanici Mondi SCP a.s., Supra k prekročeniu informačného prahu pre PM10, nenastali však podmienky pre vydanie upozornenia na smogovú situáciu - v najbližších 24 hodinách sa očakáva zlepšenie rozptylovej situácie.	-

Archív varovného systému kvality ovzdušia



Príklady z praxe

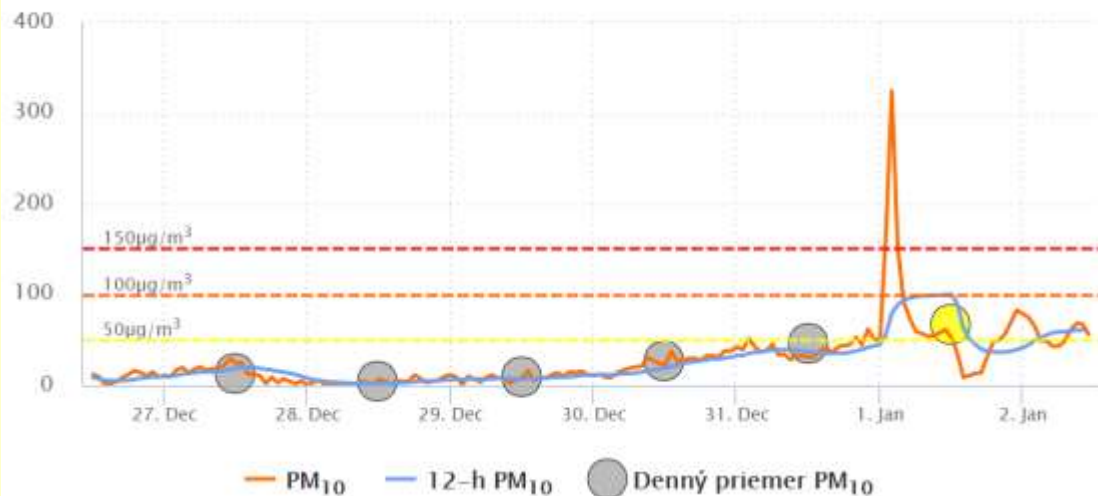
- Silvestrovská noc

Stanice SHMÚ

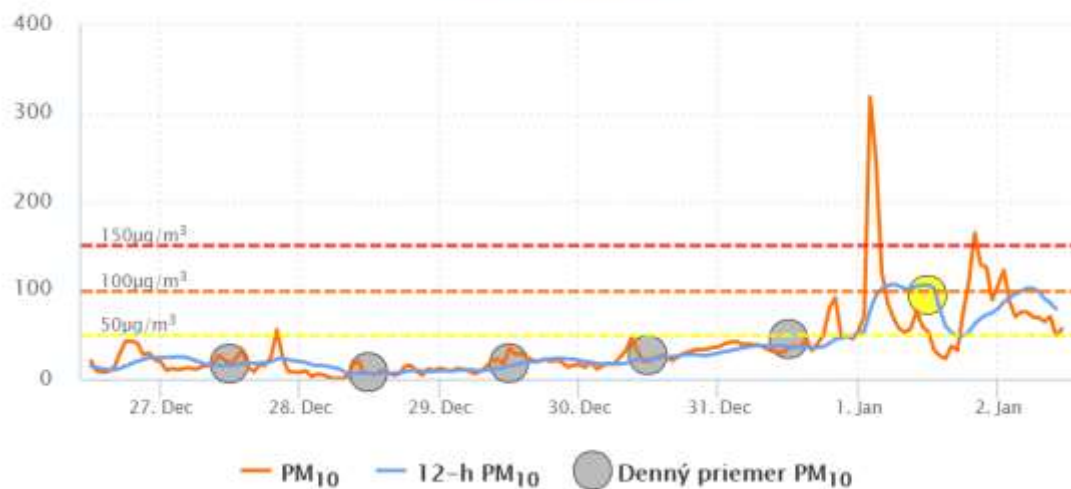
Stanica	PM ₁₀	PM _{2,5}	O ₃	SO ₂	CO	NO ₂	NOx	Benzén	Hg
Bratislava, Kamenné nám.	36	*							
Bratislava, Trnavské Mýto	25				231	12	20	0.4	
Bratislava, Jeséniova	22	19	PDL	3		7	10		
Bratislava, Mamateyova	120	119	32	PDL		23	35		
Malacky, Mierové námestie	240	192		PDL	624	16	103	1.6	
Nitra, Janíkovce	41	32	50			9	8		
Rovinka, mobilná AMS	33			29	179	12	14		
Nitra, Štúrova	34	20		16	447	16	35	0.4	
Topoľníky, Aszód, EMEP	54	*	*	PDL		7	14		1.4
Senica, Hviezdoslavova	252	195		2					
Trnava, Kollárova	175	153			566	40	74	1.1	
Trenčín, Hasičská	24	15		PDL	333	9	14	0.6	
Bystričany, Rozvodňa SSE	17	18		*					
Handlová, Morovianska cesta	21	17		24					
Prievidza, Malonecpalská	41	107	41	12		25	48		
Banská Bystrica, Štefánikovo nábrežie	89	73		15	*	26	42	0.9	
Banská Bystrica, Zelená	17	4	59			PDL	PDL		
Jelšava, Jesenského	159	128	10			9	15		
Hnúšťa, Hlavná	74	76							
Zvolen, J. Alexyho	47	40							
Žiar nad Hronom, Jilemnického	10	9							
Chopok, EMEP			83			2	7		
Martin, Jesenského	36	25			464	9	13	0.6	
Ružomberok, Riadok	42	36	63	PDL	374	7	10	0.5	
Ružomberok, mobilná AMS	54			1	365	3	6		
Žilina, Obežná	181	185	4		1040	28	73		
Košice, Ďumbierska			6						
Košice, Amurská	324	237							
Košice, Štefánikova	273	235		3	710	26	87	3.3	
Kojšovská Hoľa			69			2	2		
Veľká Ida, Letná	318	273			1338				
Strážske, Mierová	60	52							
Krompachy, SNP	13	6		8	364	4	6	0.6	
Humenné, Nám. slobody	74	72	9			20	25		
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	35	27	71			4	9		
Gánovce, Meteo. st			65			7	14		
Prešov, Arm.gen. Ľ. Svobodu	99	94			553	21	38	2.8	
Starina, Vodná nádrž, EMEP			33			7	7		1.8
Kolonické sedlo	77	70							
Vranov nad Top., M.R.Štefánika	140	117		3					

Príklady z praxe

Košice, Amurská



Veľká Ida, Letná



Príklady z praxe

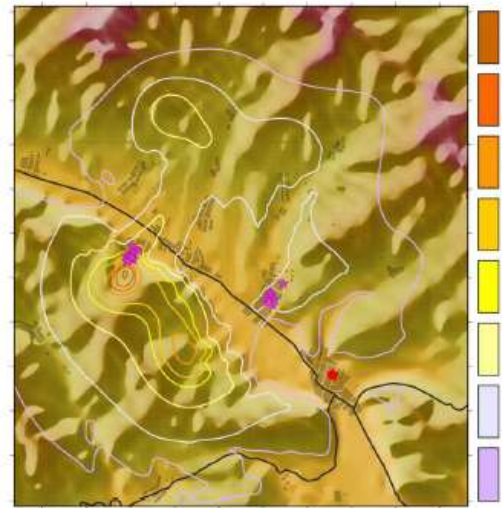
- **Jelšava**



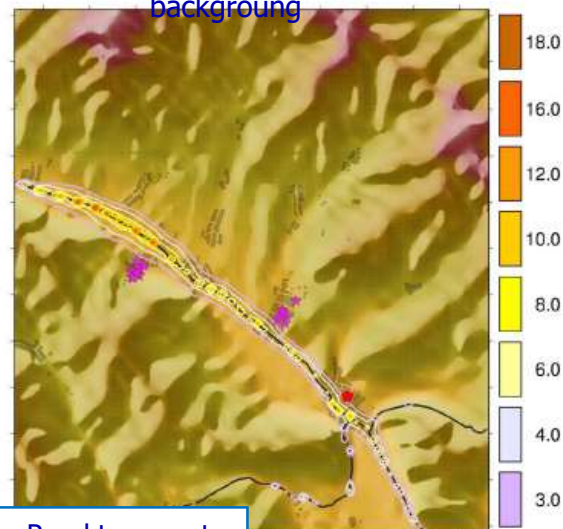
Výstup modelovania kvality ovzdušia s vysokým rozlíšením (250 m) Jelšava



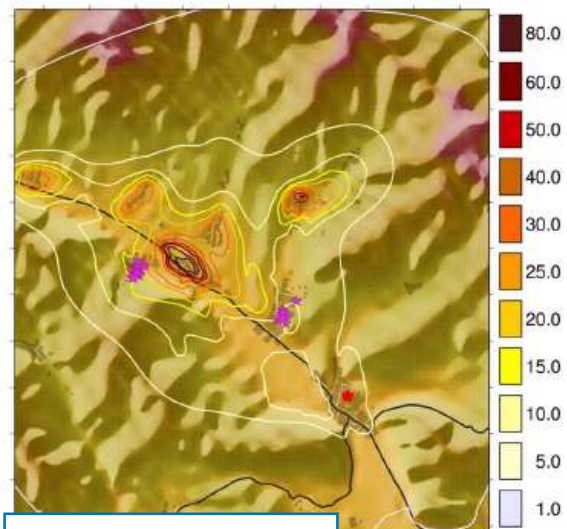
All sources, including background



Industry



Road transport



Residential heating

Príklady z praxe

- **Ružomberok**



Príklady z praxe



ĎAKUJEM ZA POZORNOST!

