

PLÁN ZLEPŠOVANIA KVALITY OVZDUŠIA

STRATEGICKÝ PLÁN MESTA RUŽOMBEROK

ENVitech Bohemia s.r.o., Ovocná 34, 161 00 Praha 6, Czech Republic

T +420 257 312 750, F +420 257 311 780, E eb@envitech.eu

IČ 47119209, DIČ CZ47119209, OR Městský soud v Praze, oddíl C, vložka 12701

Bankovní spojení: KB Praha, č. ú.: 50905051/0100

www.envitech.eu



Plán byl zpracován na základě smlouvy č. 2020/12/01, ze dne 4.12.2020

Zpracovatel: Envitech Bohemia s.r.o., Ovocná 1022/34, Praha 6

Zpracovatelé/ odborná garance

Mgr. Jiří Bílek, Ph.D., klíčový expert - odborný garant

Ing. Pavel Chaloupecký

Ing. Tomáš Balcar

Ing. Ondřej Bílek

zaměstnanci ENVitech Bohemia s.r.o.

v Praze, 22.12.2020

Mgr. Pavel Chaloupecký, Obchodní ředitel



ENVitech Bohemia s.r.o., Ovocná 34, 161 00 Praha 6, Czech Republic

T +420 257 312 750, F +420 257 311 780, E eb@envitech.eu

IČ 47119209, DIČ CZ47119209, OR Městský soud v Praze, oddíl C, vložka 12701

Bankovní spojení: KB Praha, č. ú.: 50905051/0100

www.envitech.eu



Obsah

A. Popisná část.....	7
1. Identifikace lokality	8
1.2. Imisní situace	12
1.2.1 Umístění stanic v Ružomberku	12
1.2.2 Měřicí programy.....	16
1.2.3 Hodnocení od roku 1996 pro všechny běžně měřené látky	18
1.2.4 Výběr parametrů nesplňujících limit.....	26
1.2.5. Vymezení oblastí řízení kvality ovzduší.....	27
1.2.6. Znečišťující látky.....	28
1.2.7 Trend a jeho odhad do roku 2030, 2050.....	49
1.3. Emisní situace.....	53
1.3.1 Průmyslové zdroje.....	57
1.3.2 Doprava	89
1.3.3 Lokální topeniště.....	101
1.3.4 Zemědělské chovy	113
1.3.5. Porovnání významu typů zdrojů	114
1.4 Transmise	118
1.4.1 HYSPLIT (Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory)	119
1.4.2 Receptorové modelování – model Chemical Mass Balance.....	121



envitech

1.5 Meteorologie	123
1.6 Souvislosti	135
2. Existující studie	142
2.1. „Identifikácia pôvodcov znečisťovania ovzdušia v meste Ružomberok“ , Envitech Bohemia 2015.	142
2.2. „Monitoring perzistentných organických látok	144
v Slovenskej Republike“ , kolektiv autorů, 2003, www.shmu.sk/about/pop/index.	144
2.3. „Vplyv zápachajúcich sírnych zlúčenín vznikajúcich pri výrobe celulózy na zdravotný stav pracovníkov celulózky a obyvateľov mesta Ružomberok, ÚVZ Banská Bystrica, 2006	144
2.4. „Šíření vlhkosti ze zdrojů Mondi SCP a.s. a její vliv na tvorbu námrazy a inverze“ , AV ČR - kolektiv autorů, 2015,.....	145
2.5. „Autorizované měření imisí v obci Ružomberok - Hrbořtová“ , TESO Ostrava, 2014	146
2.6. „Vplyv diaľnice D1 na znečistenie ovzdušia mesta Ružomberok“ , Zdroj MONDI SCP ze studie FIDOP s.r.o. Žilina, 2018	146
3. Aktivity města	148
B. Definice požadovaných výstupů	149
4. Definice možných opatření ve všech segmentech.....	150
4.1.Efektivita jednotlivých opatření podle typu zdrojů znečišťování ovzduší	151
5. Opatření podle segmentů	151

ENVitech Bohemia s.r.o., Ovocná 34, 161 00 Praha 6, Czech Republic

T +420 257 312 750, F +420 257 311 780, E eb@envitech.eu

IČ 47119209, DIČ CZ47119209, OR Městský soud v Praze, oddíl C, vložka 12701

Bankovní spojení: KB Praha, č. ú.: 50905051/0100

www.envitech.eu



envitech

5.1. Průmysl (PR)	152
5.2. Lokální zdroje (RD)	155
5.3. Doprava (DO)	156
5.4. Zeleň	177
C. Seznam realizovatelných opatření	192
6. Priority	193
Nastavené snížení emisí podle jednotlivých typů zdrojů	193
Sumarizace opatření doprava	193
E3,E4,E,E6 - emisní normy EURO	194
Sumarizace opatření lokální topeniště	194
Pozn.: 3ET,4ET,5ET - emisní třídy spalovacího zařízení (kotle)	195
6.1. Opatření na úrovni města	195
6.2. Opatření na městské a regionální úrovni (v kompetenci Města Ružomberok).....	196
6.3. Opatření na krajské úrovni.....	206
6.4. Opatření na národní a mezinárodní úrovni.....	207
7. Financování stanovených opatření	207
8. Literatura.....	209
9. Použité zkratky	212
Příloha č.1 : Návrh opatření pro roky 2021 - 2024	

ENVitech Bohemia s.r.o., Ovocná 34, 161 00 Praha 6, Czech Republic

T +420 257 312 750, F +420 257 311 780, E eb@envitech.eu

IČ 47119209, DIČ CZ47119209, OR Městský soud v Praze, oddíl C, vložka 12701

Bankovní spojení: KB Praha, č. ú.: 50905051/0100

www.envitech.eu



Preambule

Tento "Strategický plán" vznikl jako materiál, který umožní Městu Ružomberok, při správném použití nastavit postupnou realizaci opatření pro ochranu ovzduší tak, aby ve stanovených lhůtách došlo k bezpečnému plnění platných imisních limitů. Cílem "Plánu" je zajištění kvality ovzduší na úrovni neohrožující zdraví, v souladu s ústavním právem občanů. Navržená opatření bude realizovat Město Ružomberok postupně podle finančních možností, politické, ekonomické a sociální situace. Strategickým plánem nevzniká přímý finanční závazek, ale morální příslib občanům.

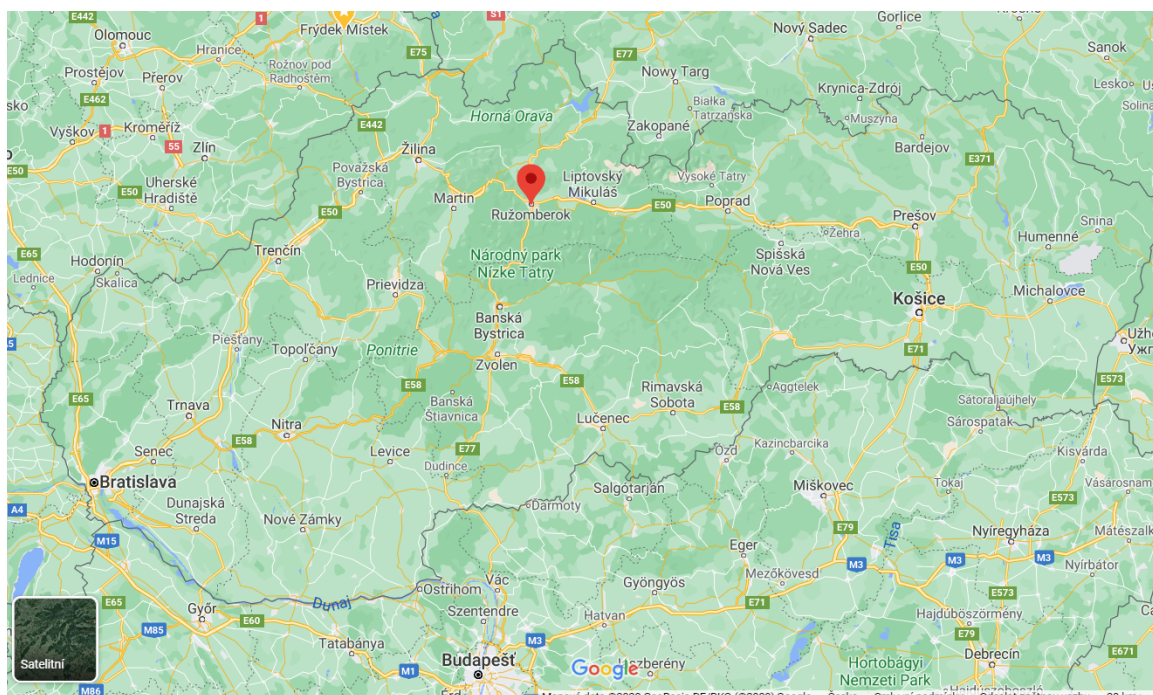


A. Popisná část

1. Identifikace lokality

Ružomberok

Ružomberok je univerzitní město na severu Slovenska, ležící v Žilinském kraji. Ružomberok je centrem Dolního Liptova, leží na soutoku Váhu a Revúce v západní části Liptovské kotliny na rozhraní významných slovenských pohoří – Velké Fatry, Chočských vrchů a Nízkých Tater. Žije zde přibližně 26.500 obyvatel. Rozloha města je 126,7 km², hustota zalidnění se tedy pohybuje na úrovni cca 210 obyvatel na km². Ružomberok je 24. největší město na Slovensku.



Jedná se o historické město, první písemná zmínka pochází již z roku 1233. Městské výsady Ružomberku uděлил z pověření Magistra rytíře Donče,



zvolenského župana, ostrihomský arcibiskup Tomáš v roce 1318. V roce 1340 král Karel Robert výsady městu potvrdil a rozšířil. Součástí výsad bylo také vymezení hranic městského území, ve kterém se vytvořily sady, tzv. ulice města Bílý Potok, Černová, Vlkolínek a Villa Ludrová.

Slibný rozvoj královského města zastavil v roce 1390 král Zikmund, který dal Ružomberok do majetku Likavskému panství. Zde se začínají staletími se táhnoucí spory mezi městem Ružomberok a Likavským panstvím.

Ružomberok – Obchod a průmysl

K tradiční zemědělské, dřevařské, ovčácké a tržně-obchodní tradici se přidružilo řemeslnictví, které se později sdružilo do početných cechů. Z nich se začaly vytvářet menší podniky, ze kterých se v poslední třetině 19. století, také díky vybudování Košicko-bohumínské železnice, začal rodit významný slovenský průmysl. Konkrétně šlo o rozvoj papírenského a textilního průmyslu, zpracování dřeva, ale také o rozvoj cihelny (1871), brynzárny (1850) a sirkárně (1890).

S rozvojem průmyslu ve městě vznikaly také slovenské peněžní ústavy. V poslední třetině 19. a v první polovině 20. století se Ružomberok stal významným finančním a průmyslovým centrem Slovenska.

Na tradici výroby papíru navázala v roce 1883 založená továrna na dřevotřísku a lepenku (Bílý Potok). Z těchto tradic došlo k vzniku nového závodu Sóló (1880) a v letech 1907 a 1908 k vzniku dalšího závodu, který časem dostal jména Supra. V západní části města začal koncem 19. století (1894) vyrůstat další velký průmyslový kolos – Rybárpolská textilka, která se postupně stala největší v Uhersku.



Mimo velkého průmyslu působilo ve městě mnoho středních a menších podniků. I navzdory tomu, se město hlavně díky významné křižovatce, na které leží, vyvíjelo v přirozené obchodně-tržně-řemeslnické centrum.

V současné době patří mezi 9 největších zaměstnavatelů tyto subjekty: ÚVN SNP Ružomberok, Mondi SCP, a.s., Katolícka univerzita v Ružomberku, SAD LIORBUS, a. s., GATE, s.r.o, Mesto Ružomberok, ENRICO PRODUKTIONS, s.r.o., SVP, š.p., Správa horného Váhu, KÚPELE LÚČKY a.s.

Ružomberok – geografické vymezení

Z pohledu této studie je velmi důležité popsat základní geografické vymezení území města Ružomberok. Katastr města Ružomberok se nachází ve velmi širokém spektru nadmořských výšek. Nejnižší nadmořská výška je velmi nadprůměrných 485 m n. m. a nejvyšší pak dokonce na úrovni 1.530 m n. m. (Smrekovica). Většina obyvatel města se však běžně pohybuje v širším centru města a bydlí tedy v nadmořských výškách okolo 500 m n. m. Takto vysoké rozdíly nadmořských výšek samozřejmě způsobují velmi odlišné klimatické podmínky na malém území. Kromě rozdílných teplot jsou rozdílné i množství srážek a intenzita a směr větru. Právě srážky a vítr jsou přitom zásadní přírodní pomocníci při zvyšování kvality ovzduší.

Liptovská kotlina

Z širšího vymezení území se Ružomberok rozkládá v Liptovské kotlině. Liptovská kotlina je podcelek geomorfologického celku Podtatranská kotlina. Tvoří její západní část. Je to výrazná mezihorská sníženina. Dosahuje délky 80 km a maximální šířky 20 km.



Ze severu ji obklopují Tatry, respektive Tatranské podhorie a Chočské vrchy, ze západu Velká Fatra a z jihu Nízké Tatry a Kozie chrbty. Na východě na ni navazuje Popradská kotlina.

Středem kotliny protéká řeka Váh, která tu vytvořila poměrně širokou nivu a soustavu šesti říčních teras. Převládá pahorkatinový typ reliéfu. Ploché hřbety se střídají s terasovitými dolinami a náplavovými kužely. Nejvyšším bodem kotliny je vrch Hrubý Grúň (973,3 m). Liptovská kotlina tvoří jádro regionu Liptov s městy Liptovský Mikuláš, Ružomberok a Liptovský Hrádok. V kotlině se nachází přehradní nádrž Liptovská Mara.

Od okolních pohoří je oddělená soustavou zlomů, v nichž se nacházejí početná zřídla minerálních pramenů (např. Lúčky, Bešeňová, Liptovský Ján, Liptovské Sliache, Smrečany, Uhorská Ves) a termálních pramenů (Bešeňová, Liptovský Ján, Ráztoky u Liptovského Mikuláše). V lokalitách Bešeňová a Liptovské Sliache se vytvořily travertinové terasy (Sliachske travertíny). Kotlina patří k vysoce položeným kotlinám Slovenska a její dno vyplňují třetihorní říční naplaveniny štěrků a písků. Ty byly nanесeny na třetihorní pískovce a břidlice.

Původní smrkové a jedlové lesy nahradily louky a pastviny. Liptovská kotlina se skládá z těchto geomorfologických částí: Ľubel'ská pahorkatina, Galovianske háje, Chočské podhorie, Matiašovské háje a Smrečianska pahorkatina. (zdroj: wikipedie).

1.2. Imisní situace

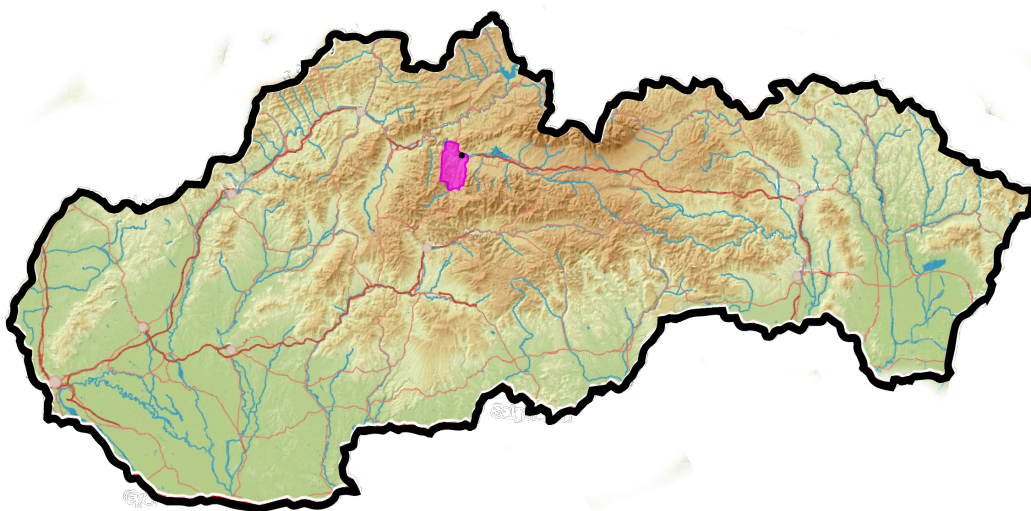
1.2.1 Umístění stanic v Ružomberku

Lokalita města zahrnuje území západní části Liptovské kotliny na soutoku řeky Váh s Revúca a Likavka. Hranicí na západě je pohoří Velké Fatry, na severu Chočské pohoří a na jihu Nízké Tatry. Klimaticky je lokalita charakterizována jako chladnější s průměrnou roční teplotou 7,1 ° C. Nejčastěji proudění vzduchu je ze západu s průměrnou rychlostí 1,6 m.s⁻¹. Znečištění ovzduší klasickými škodlivinami je primárně způsobeno provozem technologií pro zajištění tepla, a teplé vody (centrální i lokální). Největší průmyslový zdroj představují severoslovenského celulózy a papírny. Značný podíl na tomto znečištění mají i malé lokální zdroje. Pachově specifické znečištění ovzduší je způsobeno směsí převážně organosírných sloučenin, které mohou neplánovaně uniknout z technologie výroby celulózy.

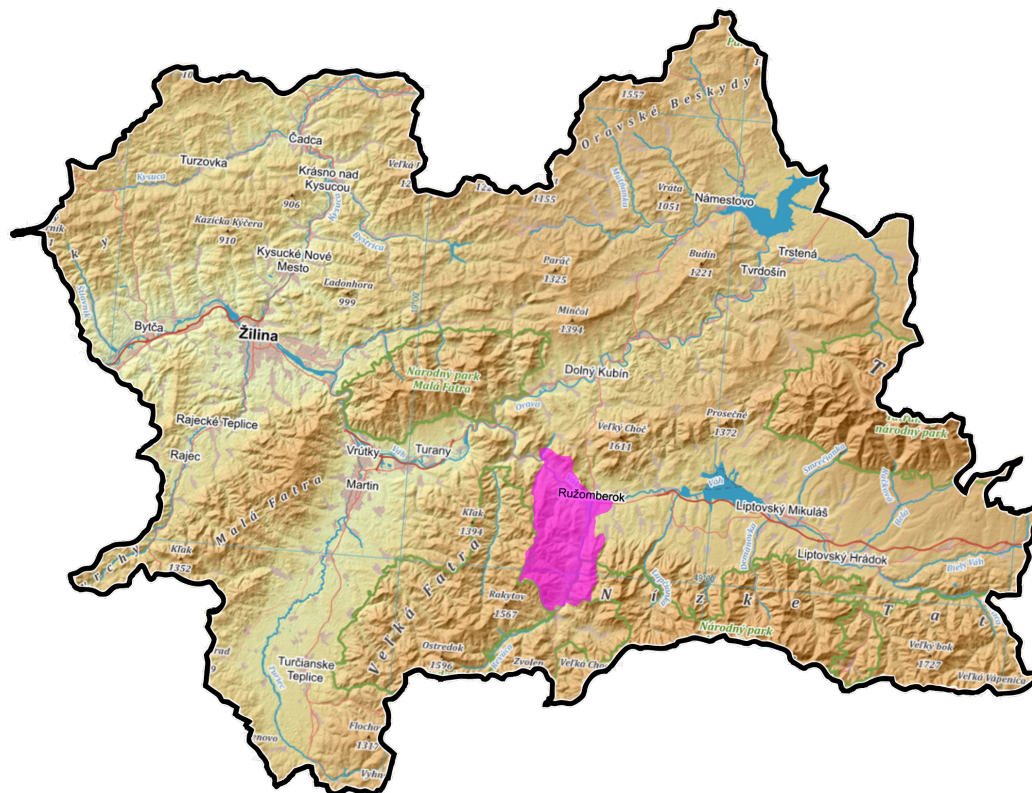
Vlastník	SHMÚ			Mondi SCP, a.s., Ružomberok					
Obec, lokalita	Ružomberok Sihoň	Ružomberok Polík	Ružomberok Riadok	Tatranská cesta/ Mondi Supra	Ružomberok Riadok	Ružomberok mobilní	Lisková	Černová	Hrboľtová
Lokalizace	19°18'27" 49°04'32" 485 m	19°17'11" 49°05'03" 467 m	19°18'09" 49°04'45" 475 m	19°19'11" 49°04'43" 462 m	19°18'09" 49°04'45" 475 m	n	n	n	n
V provozu	1996–1998	1996–1998	1999 - trvá	2004 - trvá	2004 - trvá	2004–2008	2002 – trvá	2002 – trvá	2004- trvá

Stanice Ružomberok – Riadok

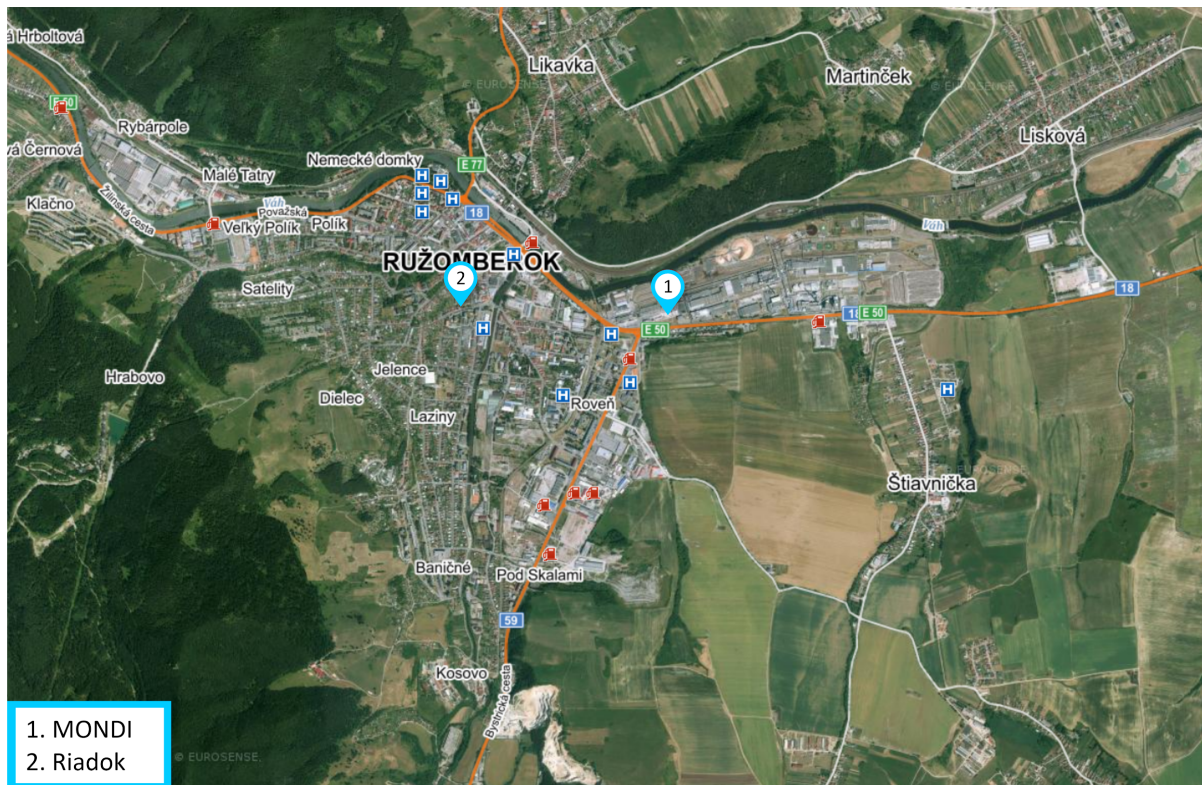
Stanice je umístěna v zahrádce mateřské školy v blízkosti komunikace s málo frekventovanou dopravou. V okolí převládá nízká zástavba rodinných domů. Největší priemyselný zdroj znečištění SCP Ružomberok se nachází SV od monitorovací stanice.



Obr.: Vyznačení okresu Ružomberok na mapě SR



Obr.: Vyznačení okresu Ružomberok na mapě Žilinského kraje



Obr.: Umístění stanic Automatického imisního monitoringu v Ružomberku

Monitoring imisí prošel za posledních 30 let bouřlivým vývojem. SHMÚ provozovalo měřící stanic na 3 různých lokalitách, dnes funguje pouze lokalita Ružomberok – Riadok. MONDI SCP se vždy historicky zapojovalo do monitoringu ovzduší a měřilo v různých lokalitách ve městě a jeho okolí. Dnes je v registru SHMÚ zavedená stanice MONDI – Supra. Mondí SCP provozuje i další stanice pro interní účely. Provoz stanic slouží zejména k záchytu “neočekávaných změn” kvality ovzduší v důsledku technologické chyby.

1.2.2 Měřicí programy

Vlastník	SHMÚ			Mondi SCP, a.s., Ružomberok a)					
Obec, lokalita	Ružomberok Sihoň	Ružomberok Polík	Ružomberok Riadok	Tatranská cesta	Ružomberok Riadok	Ružomberok /Mondi Supra	Lisková	Černová	Hrboľtová
SO₂	1996 - 1998	1996 - 1998	1999 - 2001	2004 - trvá	-	2001 - trvá	-	-	-
NO_x	1996 - 1998	1996 - 1998	1999 - 2006 2016 - trvá	2004 - trvá	-	2001 - trvá	-	-	-
CO	-	-	2016 - trvá	-	-	-	-	-	-
TSP	1996 - 1998	-	1999 - 2000	-	-	-	-	-	-
PM₁₀	-	-	2001 - trvá	2004 - trvá	-	2001 - trvá	-	-	-
PM_{2.5}	-	-	2010 - trvá	-	-	--	-	-	-
H₂S	1996 - 1998	1996 - 1998	1999 - 2003	-	-	2001 - 2008	-	-	2004 - trvá
TRS	-	-	-	2004 - trvá	1999 - trvá	2001 - trvá	2002 - trvá	2002 - trvá	2004 - trvá
O₃	1996 - 1998	-	1999 - 2006	-	-	-	-	-	-
VOC - benzen	-	-	2016 - trvá	-	-	-	-	-	-
Těžké kovy (Pb, Cd, As, Ni)	-	-	2000 - trvá	-	-	-	-	-	-

Tab.: Měřicí program na stanicích v okrese Ružomberok – časová řada 1996 - současnost Zdroj: Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ

Stejně jako počet monitorovacích stanic se historicky velmi měnil rozsah měřených látek. Důvodů ke změnám bylo více, jako například vymezení znečišťujících látek v legislativě, zkvalitnění monitorovací techniky, harmonizace v rámci EU apod. Změny jsou pak zřetelné na všech měřicích programech v rámci SR, ale stejné proběhly v celé EU. "Celková prašnost" - tuhé suspendované částice, tj. vše co bylo ve stavu vznosu (cca nad 100 mikrometrů) byly nahrazeny respirabilní frakcí PM₁₀ a následně ještě rozděleny na PM₁₀ a PM_{2.5}, podle zdravotního účinku. Tato změna souvisela také s



příchodem nové generace prachoměrů, zejména na optickém principu. Ještě v 90. letech se měřil intenzivně oxid siřičitý, ale po odsíření elektráren a dalších technologií to ztratilo na významu. Dnes sleduje SO₂ pouze několik stanic V SR, jako pozadí a jeho koncentrace většinou dosáhnou tak 10 % limitu. V Ružomberku se měří oxid siřičitý (SO₂), sulfan (H₂S) a organické látky s obsahem síry (TSR – celková redukovaná síra) z důvodu existence technologie, která může být zdrojem jejich emisí. MONDI SCP historicky toto měření provádí, a to jak u emisí, tak u imisí.

Výpadek při měření NO_x může souviset s přechodem limitu z NO na NO₂ a nákupem nových analyzátorů. Význam NO₂, zejména díky spalovacím procesům včetně dopravy je nepopíratelný, a proto se na stanici Riadok kontinuálně sleduje jako NO/NO₂/NO_x od roku 2016.

Přízemní ozón se přestal monitorovat v roce 2006, protože nemá antropogenní zdroj a souvisí pouze s UV slunečním zářením, je to však pro město nevýhodné, protože ozón se podílí na tvorbě fotochemického smogu z dopravy a ta je v Ružomberku velmi intenzivní.

VOC – těkavé organické látky jsou sledovány také od roku 2016, a to zejména benzen. Jedná se o sumační vzorky za 24 hodin a limit je stanoven jako cílová roční hodnota.

Těžké kovy se odebíraly na papírové filtry jako frakce TSP, ale i zde došlo ke změně a odebírá se respirabilní frakce PM₁₀. Dlouhodobě se sledují Pb, Cd, As, Ni. Po odstranění aditiva benzínu s Pb, zmizel jeden z největších zdrojů znečištění. Dnes může být zajímavým zdrojem dřevní hmota, která při spalování může emitovat těžké kovy.



1.2.3 Hodnocení od roku 1996 pro všechny běžně měřené látky

Díky výše uvedenému je hodnocení naměřených koncentrací ovlivněno dostupností dat. Je nezbytné srovnávat pouze srovnatelné – stejné metody, stejné látky, stejná místa atd. Nejdelší časovou řadu poskytuje stanice SHMÚ Riadok. Následující grafy zobrazují vždy samostatně monitorovací stanici Riadok a všechny dostupná data o měřené látce. Zdrojem níže uvedených koncentrací jsou data SHMÚ, publikovaná v Ročenkách o kvalitě ovzduší a privátní data MONDI SCP a.s.

Průměrné roční koncentrace základních znečišťujících látek

	PM ₁₀	počet PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	benzen	CO
1996	n	n	n	n	n	n
1997	n	n	n	n	n	n
1998	n	n	n	59,4	n	n
1999	n	n	n	26,6	n	n
2000	36,6	n	n	28,7	n	n
2001	33,5	149,0	n	19,9	n	n
2002	41,6	38,0	n	28,0	n	n
2003	47,0	120,0	n	20,2	n	n
2004	37,7	57,0	n	13,3	n	n
2005	58,9	173,0	n	12,3	2,3*	n
2006	67,8	199,0	n	20,1	n	n
2007	50,9	135,0	n	n	n	n
2008	37,2	70,0	n	n	n	n
2009	46,3	94,0	n	n	n	n
2010	50,6	143,0	26,7	n	n	n
2011	50,6	131,0	31,8	n	n	n
2012	40,1	72,0	29,0	n	n	n
2013	35,0	47,0	21,0	n	n	n
2014	34,0	51,0	23,0	n	n	n
2015	26,0	17,0	17,0	n	n	n
2016	25,0	16,0	20,0	20,0	0,4	2499,0
2017	30,0	44,0	24,0	21,0	0,8	3091,0
2018	27,0	35,0	21,0	20,0	1,2	2220,0
2019	24,0	24,0	18,0	18,0	1,1	2353,0

*pasivní odběr, n – není měřeno nebo chybí údaj Zdroj: SHMÚ, Zprávy o kvalitě ovzduší

Nejdelší časovou řadu poskytuje PM₁₀, a to jak průměrné koncentrace, tak počet překročení denních limitů. Vzhledem k tomu, že PM₁₀ je zásadní škodlivinou pro Ružomberok, je časová řada přínosem pro nastavení dalších opatření.

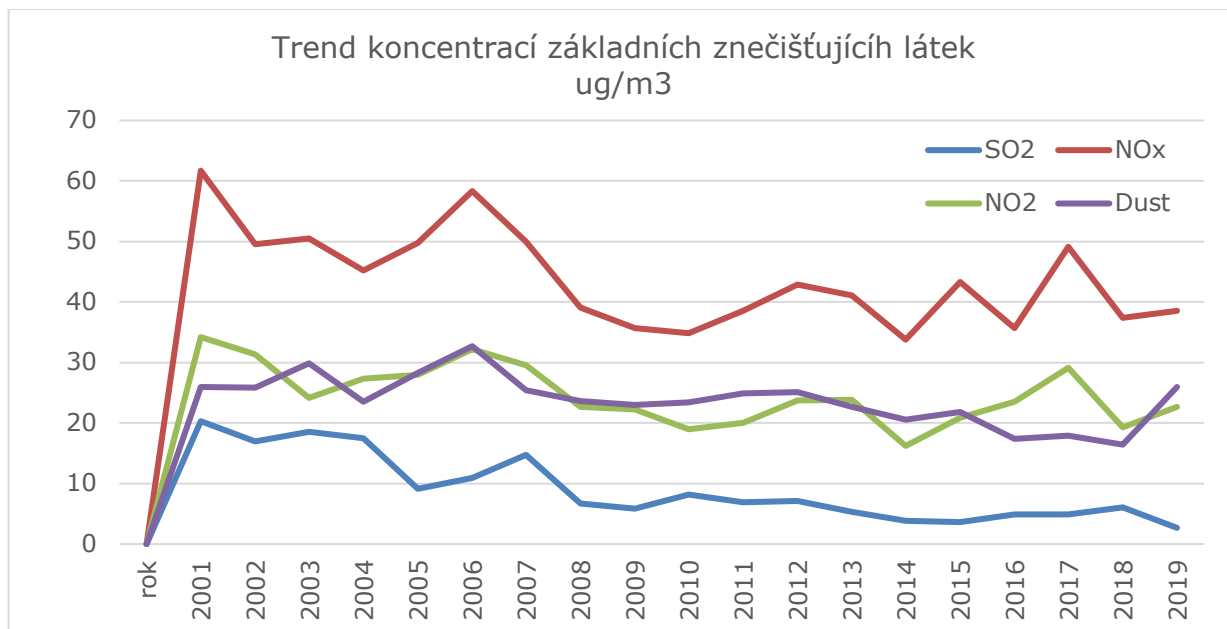
Tabulka průměrných ročních koncentrací látek obsahujících síru

	SO ₂	H ₂ S	TRS
1996	n	n	n
1997	n	n	n
1998	18,6	4,6	n
1999	15,0	3,0	n
2000	20,7	6,1	n
2001	21,7	5,3	n
2002	n	n	n
2003	n	n	5,5
2004	n	n	4,3
2005	n	n	5,0
2006	n	n	4,4
2007	n	n	3,4
2008	n	n	3,0
2009	n	n	4,0
2010	n	n	3,8
2011	n	n	3,8
2012	n	n	3,4
2013	n	n	2,1
2014	n	n	2,1
2015	n	n	1,9
2016	n	n	n
2017	n	n	n
2018	n	n	n
2019	n	n	2,8

n – není měřeno nebo chybí údaj Zdroj: SHMÚ, Zprávy o kvalitě ovzduší

Tabulka průměrných ročních koncentrací látek měřených na stanicích MONDI SCP - základní látky

rok	MONDI SUPRA				Hrboltová
	SO₂	NO_x	NO₂	Dust	H₂S
2001	20,3	61,7	34,2	26,0	n
2002	17,0	49,6	31,3	25,8	n
2003	18,6	50,5	24,2	29,9	n
2004	17,5	45,2	27,3	23,5	n
2005	9,1	49,8	28,0	28,3	1,3
2006	10,9	58,3	32,2	32,7	2,5
2007	14,7	50,0	29,6	25,4	1,6
2008	6,7	39,1	22,7	23,6	1,9
2009	5,8	35,7	22,2	23,0	3,5
2010	8,2	34,8	19,0	23,4	5,7
2011	6,9	38,5	20,0	24,9	4,3
2012	7,1	42,9	23,7	25,1	2,6
2013	5,3	41,1	23,8	22,7	2,1
2014	3,8	33,8	16,2	20,6	2,0
2015	3,7	43,3	20,9	21,8	1,9
2016	4,9	35,7	23,5	17,4	n
2017	4,9	49,1	29,1	17,9	n
2018	6,0	37,4	19,3	16,5	n
2019	2,7	38,6	22,7	26,0	1,0



Graf: Vývoj koncentrací základních znečišťujících látek na stanicích v Ružomberku, Zdroj: MONDI SCP

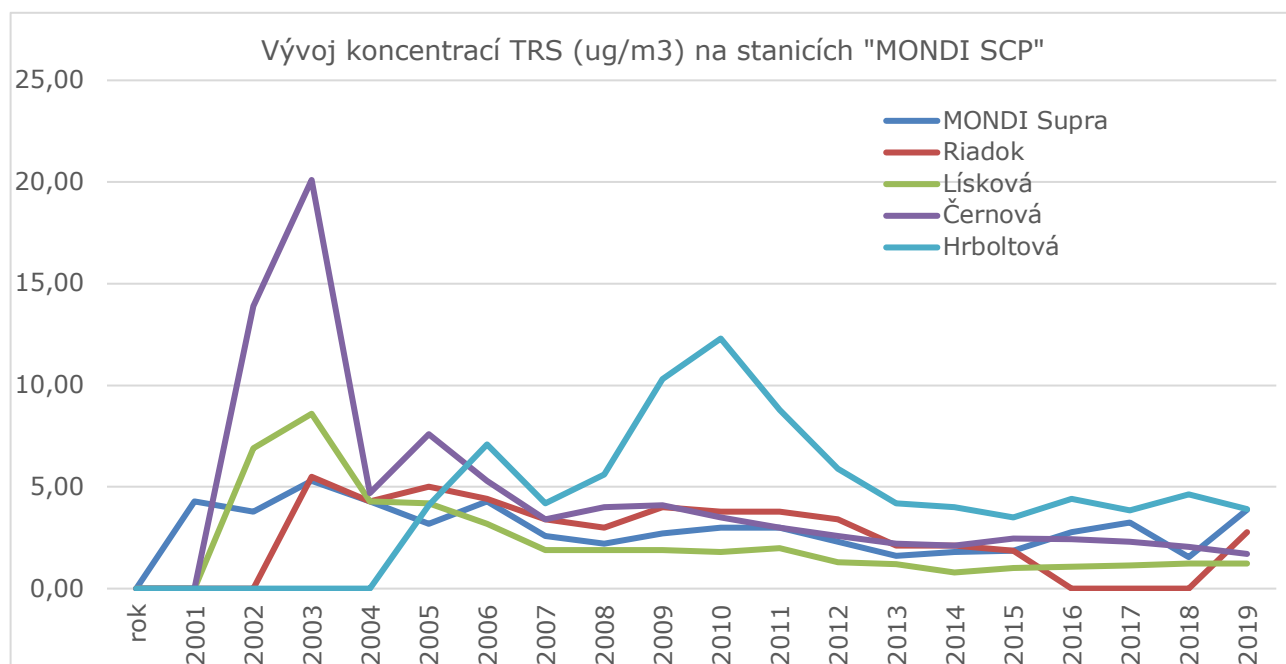
Tabulka průměrné roční koncentrace látek měřené na stanicích MONDI SCP

TRS

	MONDI Supra	Riadok	Lísková	Černová	Hrboltová
rok	TRS	TRS	TRS	TRS	TRS
2001	4,3	n	n	n	n
2002	3,8	n	6,9	13,9	n
2003	5,3	5,5	8,6	20,1	n
2004	4,3	4,3	4,3	4,7	n
2005	3,2	5,0	4,2	7,6	4,1
2006	4,3	4,4	3,2	5,3	7,1
2007	2,6	3,4	1,9	3,4	4,2

2008	2,2	3,0	1,9	4,0	5,6
2009	2,7	4,0	1,9	4,1	10,3
2010	3,0	3,8	1,8	3,5	12,3
2011	3,0	3,8	2,0	3,0	8,8
2012	2,3	3,4	1,3	2,6	5,9
2013	1,6	2,1	1,2	2,2	4,2
2014	1,8	2,1	0,8	2,1	4,0
2015	1,9	1,9	1,0	2,5	3,5
2016	2,8	n	1,1	2,4	4,4
2017	3,2	n	1,1	2,3	3,9
2018	1,6	n	1,2	2,1	4,6
2019	3,9	2,8	1,2	1,7	3,9

n – není měřeno nebo chybí údaj Zdroj: SHMÚ, Zprávy o kvalitě ovzduší



Graf: Vývoj koncentrací TRS na stanicích v Ružomberku, Zdroj: MONDI SCP



Na všech stanicích je zřetelný pokles všech koncentrací od počátku monitoringu. Interpretaci zdravotního významu látek obsahujících síru se věnuje studie Vliv zapáchajících sirných sloučenin, vznikajících při výrobě celulózy na zdravotní stav pracovníků celulóžky a obyvatelů města Ružomberok a okolí. Studie se věnuje expozicím a neuvádí zdravotní význam pro obyvatele - resp. zda látky obsahující síru představují zvýšené zdravotní riziko. Zpráva však už v roce 2003 uvádí potřebu:

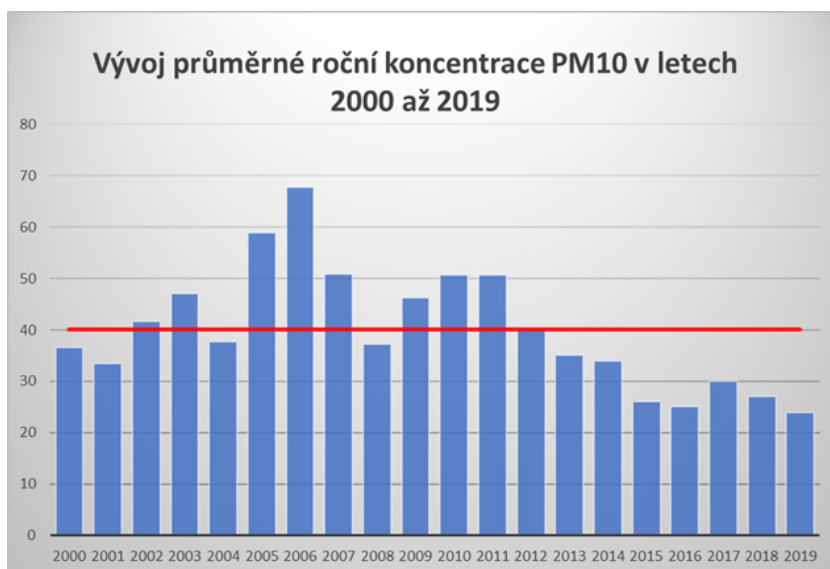
- snižovat koncentrace látek obsahujících síru
- provádět trvalý a pravidelný monitoring
- vytvořit informační a varovný systém pro obyvatele (zejména v době zhoršených podmínek)
- zapojit do hodnocení zdravotníky (zdravotní studie provádět cíleně a opakovaně)

Důvody pro ukončení monitoringu SO_2 jsou popsány výše a jak je zřejmé na koncentracích z let 1998–2001, měřené koncentrace byly velmi příznivé a nepředstavují pro obyvatele zdravotní riziko. Pro připomenutí je dobré uvést, že čichový práh SO_2 je až 30x vyšší než měřené koncentrace a závažnější zdravotní účinky mají koncentrace nad 1000 mikrogramů v m^3 .

Pokud jde o H_2S , je problém složitější. Jedná se o látku, která má čichový práh velmi nízký, resp. nižší, než je koncentrace s prokazatelným vlivem na zdraví (WHO uvádí 0,2 - 2,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Znamená to, že zápach H_2S může za určitých okolností vyvolat snížení komfortu, ale nemusí ohrozit zdraví přímo. Z tohoto důvodu byla v československé legislativě uvedena doporučená hodnota 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Fyzické podráždění např. spojivek nastává u cca 15 mg/m^3 a s rostoucí koncentrací přibývá účinků jako ztráta čichového smyslu (210–350 mg/m^3) a plicní embolie (450 750 mg/m^3). To jsou však

velmi vysoké koncentrace a WHO doporučuje limitní hodnotu $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ při 24hodinové expozici. Jak je vidět z tabulky, nikdy nebyla naměřena koncentrace vyšší než $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a tedy i přes možné obtěžování zápachem je vliv koncentrace H_2S na zdraví minimální.

Problematika TRS látek je složitější z důvodu, že přepočtená síra pochází z velmi rozdílných chemických individuí. Zahrnuje v sobě sirovodík, sirouhlík, karbonylsulfid, dimetylsulfid, metylmerkaptan, dimetyldisulfid a další podle použité metody a vše se následně přepočítává po odstranění SO_2 na ekvivalent H_2S . Vazba mezi zápachem a zdravotními účinky je ještě složitější než u čistého H_2S . Mezi nejvýznamnější zdroje patří celulózky, papírny a čističky odpadních vod.



Graf.: Vývoj průměrné roční koncentrace PM_{10} v letech 2000 až 2019. Zdroj: data SHMU, Roční zprávy o kvalitě ovzduší

Průměrné roční koncentrace PM_{10} překračují roční imisní limit $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pouze do roku 2012. Zajímavý je dlouhodobý trend, který ukazuje, že od roku 2000

koncentrace rostly a od roku 2010 klesají. Malé výkyvy v trendu jsou spíše vlivem meteorologických podmínek, což hodnotíme v kapitole 1.5. Od roku 2015 jsou všechny zimy teplotně nadprůměrné a díky vysokých teplot je výrazně slabším zdrojem emisí PM₁₀ lokální vytápění. Naopak zima 2006 byla velmi studená, což mohlo ovlivnit i PM₁₀.

1.2.4 Výběr parametrů nesplňujících limit

Limity a jejich překračování

Kvalita ovzduší (podle §5 odstavce 4 Zákona č. 137/2010 Z. z. o ovzduší ve znění pozdějších) je považovaná za dobrou, jestliže je úroveň znečištění ovzduší nižší než limitní hodnota, nebo cílová hodnota.

Limitní hodnotou (v souladu s §5 odstavcem 5 Zákona č. 137/2010 Sb. O ovzduší ve znění pozdějších předpisů - dále jen zákon o ovzduší) je úroveň znečištění ovzduší určena na základě vědeckých poznatků za účelem zabránění, předcházení nebo snížení škodlivých účinků na lidské zdraví nebo životní prostředí jako celek, která se má dosáhnout v daném čase a od té doby nesmí být překročena; mezní hodnoty a podmínky jejich platnosti jsou stanoveny vykonávacím předpisem podle § 33 písm. b) pro oxid siřičitý, oxid dusičitý, oxid uhelnatý, olovo, benzen, částice PM₁₀ a částice PM_{2,5}.

Tabulka platných limitů

	Interval průměrování	Limitní hodnota*	Mez na hodnocení [µg/ m ³]	
		[µg/ m ³]	Horní*	Dolní*
SO₂	1h	350 (24)		
SO₂	24h	125 (3)	75 (3)	50 (3)
NO₂	1h	200 (18)	140 (18)	100 (18)
NO₂	1r	40 (-)	32 (-)	26 (-)

PM₁₀	24h	50 (35)	35 (35)	25 (35)
PM₁₀	1r	40 (-)	28 (-)	20 (-)
Pb	1r	0,5 (-)	0,35 (-)	0,25 (-)
CO	8h (maximální)	10 000 (-)	7 000 (-)	5 000 (-)
Benzen	1r	5 (-)	3,5 (-)	2 (-)
PM_{2,5}	1r	25**	17	12

Tab.: Přehled platných imisních limitů Zdroj: Zákon o ochraně ovzduší

Ružomberok patří mezi oblasti s řízením kvality ovzduší. SHMÚ na základě hodnocení kvality ovzduší v zónách a aglomeracích (3 po sobě jdoucí roky), podle § 8 odst. 3 zákona č. 137/2010 Z. z. o ovzduší ve znění platných předpisů vymezuje oblast města Ružomberok a obce Likavka jako oblast řízení kvality ovzduší SR pro PM₁₀. Tato situace se nemění od roku 2004, kdy byl systém zaveden. PM₁₀ představuje největší riziko pro zdraví obyvatel Ružomberku.

1.2.5. Vymezení oblastí řízení kvality ovzduší

SHMÚ na základě hodnocení kvality ovzduší v zónách a aglomeracích v letech 2017–2019, podle § 8 odst. 3 zákona č. 137 /2010 Sb. o ovzduší ve znění pozdějších předpisů navrhuje aktualizaci vymezení oblastí řízení kvality ovzduší SR na rok 2020. Znečišťující látka bude vyňata z oblasti řízení kvality ovzduší až poté, kdy dosáhne tři po sobě jdoucí roky úroveň pod limitní hodnotou.

V roce 2020 došlo ke změně ve vymezení zón a aglomerací, kterou obsahuje vyhláška Ministerstva životního prostředí Slovenské republiky č. 32/2020 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva životního prostředí Slovenské republiky č. 244/2016 Sb. o kvalitě ovzduší, ve znění vyhlášky č. 296/2017 Sb. Tato



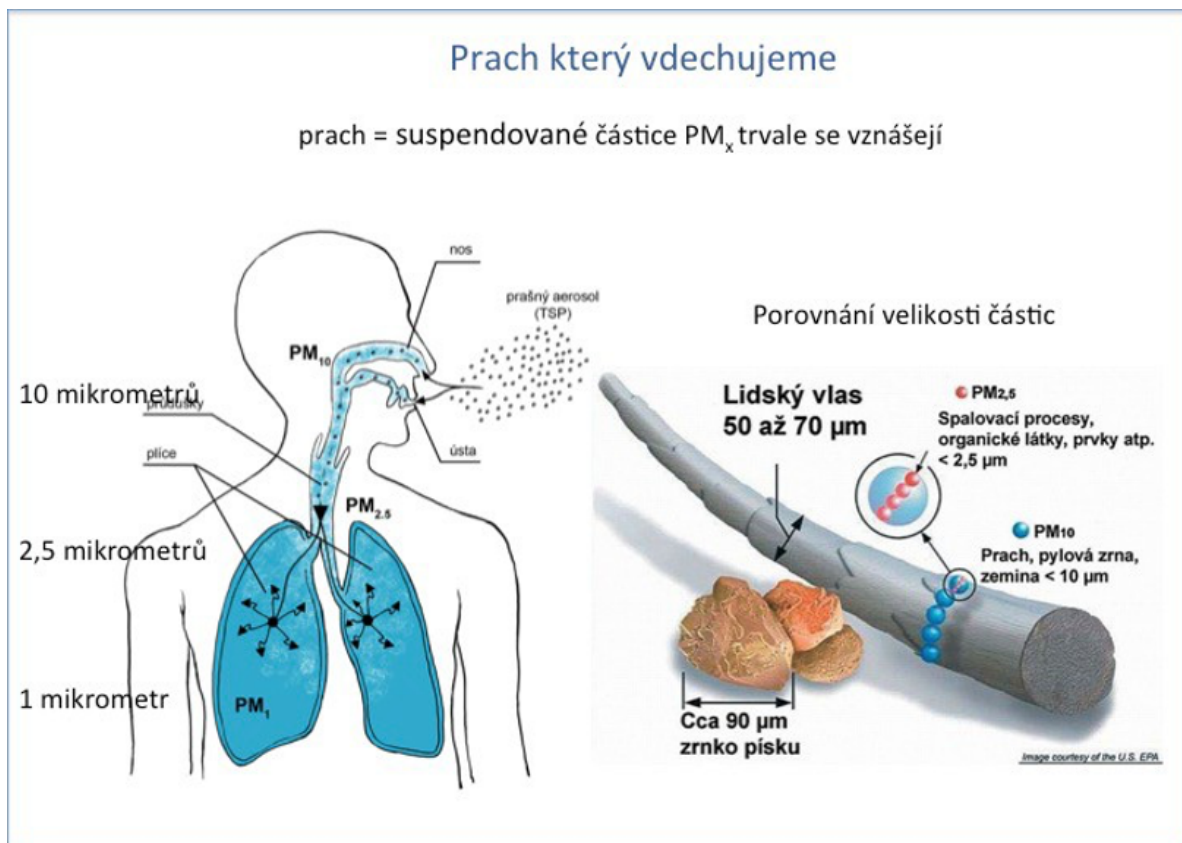
novela vstoupila v platnost 1. března 2020. Návrh vymezení oblastí řízení kvality ovzduší pro rok 2020 proto odpovídá této změně.

Aglomerace/ zóna	Vymezená oblast řízení kvality ovzduší	Znečišťující látka
Žilinský kraj	území města Ružomberok a obce Likavka	PM ₁₀

1.2.6. Znečišťující látky

Suspendované částice PM₁₀

Za prach jsou považovány malé částice tuhých látek, které se po rozptýlení pohybují v důsledku gravitační síly směrem k zemi. Jedná se o částičky různé velikosti. Pod pojmem aerosol jsou zahrnovány tuhé a kapalné částice, které po rozptýlení v klidném prostředí tvoří stabilní systém se zanedbatelným gravitačním pohybem. Nejvýznamnější roli mají jemné částice PM₁₀ s velikostí 10µm a menší, resp. částice PM_{2,5} s rozměrem 2,5µm a menší.



Obr. : Schéma záchytu částic PM_x v dýchacích cestách, Zdroj : WHO

- Hrubé prachové částice (menší než 10 μm) jsou zadržovány v horních cestách dýchacích, mohou být spolknuty, vykašlány nebo vykýchány.
- Menší částice (menší než 2.5 μm) se zachycují postupně v horních cestách dýchacích.
- Nejmenší částice (menší než 1 μm) pronikají hlouběji až do plicních sklípků.

Samotný prach nemá toxické, ale mechanické účinky – drážděním sliznic dýchacích cest, spojivek očí a pokožky, u citlivějších osob i alergickými reakcemi. Prostřednictvím suspendovaných částic se mohou do organismu



dostávat další látky, které jsou nebezpečné, např. polyaromatické uhlovodíky, těžké kovy, dioxiny. Tyto látky mohou mít karcinogenní, mutagenní nebo teratogenní účinky.

Prachové částice pocházející přímo ze zdrojů se označují jako primární částice. Sekundární částice vznikají jako důsledek fyzikálně-chemických procesů. Sekundární prašností rozumíme částice reemitované ze zemského povrchu vlivem proudění někdy se používá termín resuspendované částice.

Krátkodobé i dlouhodobé expozice vedou ke zvýšení úmrtnosti, zvýšení počtu příznaků onemocnění dýchacího a kardiovaskulárního systému, zvýšení počtu akutních hospitalizací a zvýšené spotřebě léků.

Situace v Ružomberku

Suspendovaná částice PM_x se sledují na kvalitní analytické úrovni od roku 2000. Dříve sledované TSP - "celková prašnost" obsahovala částice od 100 mikrometrů níže. Hmotnější částice, tj. nad 10 mikrometrů jsou těžké a velké a nevstupují do dýchacích cest. Mají tedy menší význam pro zdraví, mohou však způsobit škody na majetku a slouží jako transport látek do půdy a tím případně do potravních řetězců.

Koncentrace PM_{10} v Ružomberku překročila roční limitní koncentraci naposledy v roce 2011, přesto dochází k překročení maximálních denních koncentrací pravidelně v topné sezóně a to 20–40 x za rok. Pokud se jedná o kontinuální epizodu při smogové situaci, může být příčinou snížení komfortu života obyvatel města a může navýšit počet respiračních onemocnění, hospitalizací nebo zkrátit délku života obyvatel. Tyto nepříznivé účinky prachu jsou popsány v mnoha zdrojích a je žádoucí dosáhnout trvale plnění limitu, bezpečně pod jeho úrovní. Je nutné upozornit, že poslední 4 roky jsou klimaticky a



meteorologicky velmi příznivé a nemusí odrážet úspěch v ekologických opatřeních, ale velmi dobrý rozptyl látek.

PM_{2.5} má ještě větší význam pro zdraví a daleko přísnější limit. Přirozené pozadí je velmi vysoké a hůře se realizují opatření pro snížení jejich koncentrace. Zatímco byl limit PM₁₀ naplněn v posledních 2 letech z cca 60 % u PM_{2.5} to je již 72 %.

PM₁₀ a PM_{2.5} jsou nejzávažnější škodliviny, které je potřeba v Ružomberku snížit pod platný limit.

Oxid siřičitý

Oxid siřičitý přechází fotochemickou cestou nebo katalytickou reakcí na oxid sírový. Vzniklý oxid sírový je ihned pohlcen vzdušnou vlhkostí na aerosol kyseliny sírové, která se mění na sírany. Ty sedimentují na zemský povrch, nebo jsou z ovzduší vymývány srážkami. Vznikají tak kyselé deště, které poškozují vegetaci, ničí půdní mikroorganismy, znehodnocují vodu a způsobují úhyn ryb.

Působí dráždivě zejména na horní cesty dýchací, dostavuje se kašel, v těžších případech může vzniknout až edém plic. Menší koncentrace vyvolávají záněty průdušek a astma. Chronická expozice oxidu siřičitém negativně ovlivňuje krvetvorbu, způsobuje rozedmu plic, poškozují srdeční sval, negativně působí na menstruační cyklus. Značně toxický je oxid siřičitý pro rostliny, neboť reaguje s chlorofylem a narušuje tak fotosyntézu.



Situace v Ružomberku

Oxid siřičitý byl závažným problémem minulého století. Díky odsíření klesla úroveň jeho koncentrací tak výrazně, že jeho měření začíná být "nezajímavé". Výjimku tvoří místa s tradičními zdroji SO₂.

V posledních letech je stále patrnější, že jsme opět něco přehlédli. Oxidy síry společně s oxidy dusíku vytvářejí v atmosféře sekundární aerosoly. Řada studií dnes uvádí, že sekundární aerosol může úspěšně konkurovat tomu primárnímu. Jednoduše řečeno, snížení vypouštěných emisí SO₂ a NO₂ pod úroveň ovlivňující přímo zdraví nemusí být dostačující s ohledem na suspendované částice, které vznikají i z toho množství co se vypouští nyní.

Koncentrace SO₂ v Ružomberku nepředstavují pro obyvatele zdravotní riziko a není nutné je pravidelně monitorovat a zaměřovat na ně zásadní opatření.

Oxidy dusíku

Vlastnosti hlediska ochrany ovzduší se pod termínem oxidy dusíku (NO_x) rozumí směs oxidu dusnatého (NO) a oxidu dusičitého (NO₂). NO₂ je agresivní, prudce jedovatý plyn s charakteristickým odporně nasládlým zápachem.

Oxidy dusíku se podílejí na tvorbě přízemního ozónu a fotochemického smogu. Část NO₂ zreaguje na kyselinu dusičnou, která se podílí na kyselých deštích. Dusík, který se dostane do půdy, působí jako hnojivo, což je pozitivní. Ve vodě velké koncentrace dusíku napomáhají eutrofizaci, přemnožení některých vodních rostlin a často dochází k úhynu ryb

Oxid dusnatý silně dráždí dýchací cesty, způsobuje cyanózu a brání tak přenosu kyslíku v krvi, hemoglobin mění na oxidovaný methemoglobin. Již ve velmi nízkých koncentracích působí dráždivě na dýchací cesty. Akutní otrava se projevuje úporným kašlem, může vznikat edém plic či jiná plicní poškození.



V krvi se objevuje methemoglobin, což se projevuje cyanózou (zmodrání). V těžších případech to vede až k šoku, křečím, zástavě dechu a smrti. Oxid dusičitý způsobuje záněty dýchacích cest od lehkých forem až po edém plic. Nitrózní plyny jsou podezřelé z karcinogenity. Poškozují rostliny, účastní se na vzniku smogu a poškozují ozonovou vrstvu.

Situace v Ružomberku

Na rozdíl od SO₂ jsou oxidu dusíku progresivní škodlivinou, která do svého maxima teprve roste. Díky trvalému růstu "tradiční" dopravy a růstu potřeby energií (získávaných často spalováním) koncentrace NO₂ roste. Primární NO, vznikající při nedokonalém spalování rychle přecházejí (v řádu minut) na NO₂. NO₂ je dnes nejzávažnější škodlivinou evropských měst a odhaduje se, že 80% obyvatel velkých evropských měst jsou vystaveny nadlimitnímu působení NO₂. Situace se dlouhodobě spíše zhoršuje, než zlepšuje.

V Ružomberku se monitoruje na stanici Riadok NO₂ poslední 4 roky a roční průměrná koncentrace dosahuje cca 50 % limitu. Stanice Riadok, ale není klasifikovaná jako dopravní a situace podél průtahu město bude jednoznačně odlišná. Dalším významným dopravním zdrojem jsou křižovatky, kruhové objezdy, kde dochází ke zpomalení nebo zastavení dopravy.

Koncentrace NO₂ nepředstavuje v současnosti pro obyvatele Ružomberku zvýšené zdravotní riziko, ale opatření musí být s ohledem na charakter škodliviny zaměřeny i na něj, a to zejména v lokalitách zatížených dopravou.

Ozon

Ozon je nezbytný pro vznik fotochemického smogu. Vzniká buď fotolýzou kyslíku či oxidu dusičitého. Tvorbu ozonu podporuje přítomnost těkavých uhlovodíků z dopravy. Při fotochemických reakcích ozónu vznikají volné



radikály, látky s volným elektronem, které jsou velmi reaktivní a představují vysoké zdravotní riziko.

Ozon je vysoce toxický a reaktivní plyn. Ozon je škodlivý zejména tvorbou velmi reaktivních volných radikálů (částic s nepárovým elektronem). Dráždí dýchací cesty a může vyvolat až plicní edém. Ke snížení plicních funkcí dochází při průměrné koncentraci $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v délce trvání hodin až dnů. Působí též nepříznivě na centrální nervovou soustavu, což se projevuje podrážděností, bolestmi hlavy a únavou. Akutní dráždivé účinky jsou pálení očí, nosu, krku, případně tlak na hrudi, kašel a bolesti hlavy.

Situace v Ružomberku

Přízemní ozon je významnou škodlivinou, která se prakticky nedá regulovat. Vzhledem k tomu, že jeho koncentrace přímo souvisí se slunečním zářením, záleží pouze na počasí a další přímé zdroje neexistují. Ozon je velmi reaktivní látkou, která se ochotně účastní fotochemických reakcí a která může sekundárně vznikat díky oxidům dusíku, aldehydům, těkavým organickým látkám a řadě dalších sloučenin. Vzniklý komplikovaný propletenec fotochemických procesů vede až k tvorbě fotochemického smogu, tedy směsi anorganických a organických látek, které mají zásadní zdravotní účinky. Volné radikály, které jsou součástí komplikované směsi, jsou nejenom reaktivní v ovzduší, ale mohou interagovat s látkami v buňkách. Přítomnost fotochemického smogu je proto naprosto nežádoucí a je potřeba jeho tvorbě předcházet. Proto přisuzujeme O_3 a NO_2 v Ružomberku význam, i když nedochází k překročení platného imisního limitu.



Těkavé organické látky

Těkavou organickou látkou (VOC) je, podle zákona o ochraně ovzduší, jakákoli organická sloučenina nebo směs organických sloučenin, s výjimkou metanu, která má při 20 °C tlak par 0,01 kPa nebo více, nebo má odpovídající těkavost za konkrétních podmínek jejího použití. Těkavé organické látky (VOC) hrají důležitou úlohu v chemii ovzduší, a tedy i v oxidační síle atmosféry, což ovlivňuje stav a kvalitu ovzduší. Spolu s oxidy dusíku se VOC významně podílí na procesu tvorby přízemního ozonu a dalších fotooxidačních znečišťujících látek.

Spolupůsobením s oxidy dusíku vyvábí fotochemický smog, který poškozují zdraví lidí, zemědělskou a lesní vegetaci. Jsou spoluzodpovědné za snižování koncentrace stratosférického ozonu.

Ve vnějším ovzduší existuje limit pro benzen, ve vnitřním prostředí se pak dále sleduje např. toluen. Důvodem monitoringu benzenu je jeho karcinogenita, tedy vysoké karcinogenní riziko. Roční limit 5 µg/ m³ překročen není, jeho sledování má význam tam, kde se buď VOC používají (rozpouštědla, ředidla) nebo v místech intenzivní dopravy. Na stanici Riadok se benzen monitoruje od roku 2016 a jeho roční průměrné koncentrace se pohybují kolem 20 % limitu.

Pro obyvatele Ružomberku nepředstavuje koncentrace benzenu zvýšené zdravotní riziko, s ohledem na intenzivní dopravu je však vhodné situaci sledovat.



Benzen (VOC – TOL – těkavé organické látky)

Vlastnosti

Benzen je čirá a bezbarvá kapalina s charakteristickým zápachem. Je těkavý a hořlavý, je mírně lehčí než voda. Společně s dalšími polutanty se benzen podílí na fotochemických procesech, kterými vzniká smog obsahující oxidanty.

Výskyt

Hlavním zdrojem emisí benzenu do atmosféry jsou výfukové plyny automobilů, dále emise způsobené těkáním benzinu z palivové nádrže nebo během tankování. Další významné úniky pocházejí z chemického průmyslu, rafinerií ropy a plynu a ze spalování paliv (uhlí, oleje). Uvolňuje se při procesech v koksárenských pecích, těžbě a zpracování neželezných rud, zpracování dřeva, těžbě uhlí a výrobě textilu.

Ovzduší představuje hlavní cestu vstupu benzenu do těla. V těle je absorbováno okolo 50 % benzenu vdechovaného se vzduchem. Benzen má prokazatelně karcinogenní a hematotoxické vlastnosti. Benzen primárně poškozují centrální nervovou soustavu, imunitní systém a krevní tvorbu. Projevem otravy jsou závratě, bolesti hlavy, euforie a zmatenost. Může dojít až ke smrti z důvodu selhání dýchání a srdeční arytmiie. Chronická expozice poškozují červené i bílé krvinky a krevní destičky a může způsobit anemii.

Těžké kovy (As, Pb, Cd, Ni, Hg)

Těžké kovy znečišťují ovzduší zejména při spalování fosilních paliv, při výrobě kovů a vlivem dopravy. Vyšší koncentrace těžkých kovů se v současnosti objevují ojediněle a lokálně. Nebezpečí těžkých kovů spočívá spíše v jejich možném přechodu a akumulaci v jiných složkách životního prostředí.

Prvek	Vlastnosti	Toxicita
Arsen (As)	Arsen je polokov velmi podobný fosforu	Sloučeniny arsenu jsou vysoce jedovaté, a to jak akutně, tak chronicky. Některé jsou též prokázanými mutageny, karcinogeny a teratogeny, způsobuje poruchy krvetvorby.
Kadmium (Cd)	Kadmium je stříbřitý, měkký, kujný a tažný kov s nízkou teplotou tání	Kadmium se účastní potravinového řetězce. Je známá schopnost prostupovat z půdy do kořenové zeleniny. Kadmium je velmi toxický prvek výrazně poškozující ledviny. Způsobuje poruchy metabolismu vápníku, reprodukční toxicitu, neurotoxicitu, poškození ledvin a má karcinogenní účinky.
Olovo (Pb)	Olovo je lesklý měkký stříbrošedý kov s odolností vůči korozi, kujný a tažný a špatně vede elektrinu	Olovo se v organismu hromadí a vyvolává chronickou otravu. Působí na nervovou soustavu, způsobuje poškození ledvin a otok mozku.
Rtuť (Hg)	Rtuť je jediný kov, který je za normálních podmínek tekutý. Je špatným vodičem tepla ale dobrým elektrickým vodičem.	Rtuť je jeden z nejtoxičtějších prvků. Při akutní otravě rtuť se dostávají bolesti břicha, průjem a zvracení. Způsobuje poškození mozku a nervové soustavy, vypadávání vlasů, zažívací poruchy, různé neurologické a psychické potíže, chudokrevnost, revmatické poruchy či poškození ledvin.
Nikl (Ni)	Nikl je bílý, feromagnetický, kujný a tažný kov, je dobrým vodičem tepla a elektřiny	Nikl se v organismu hromadí a vyvolává chronickou otravu. Působí na nervovou soustavu, způsobuje poškození ledvin a otok mozku.



Mezi nejvýznamnější antropogenní zdroje těžkých kovů patří:

- spalování fosilních paliv (spaliny i popel a struska) a odpadů
- těžba a zpracování kovů, metalurgický průmysl, galvanické pokovování
- nadměrné užívání pesticidů, hnojiv, fungicidů, prostředky na konzervaci dřeva

Situace v Ružomberku

Těžké kovy se sledují na stanici Riadok už velmi dlouhou dobu. Jedná se o sumační 24 hodinové vzorky (záchyt PM₁₀), které se následně analyzují v laboratořích SHMÚ. Nejvýznamnější zdrojem olova byly olovnaté benzíny, která jsou však v současnosti zakázané.

Dlouhodobě monitorované koncentrace těžkých kovů nepřekračují platné imisní limity a nepředstavují pro obyvatele Ružomberku zvýšené zdravotní riziko. Jejich sledování v ovzduší má význam s ohledem na spalování dřeva jako tradičního paliva a zajímavé by bylo sledování akumulace v prostředí a přechod do potravních řetězců.

Dioxiny (PCDD/F)

Vlastnosti

Jedná se o označení dvou skupin toxických polychlorovaných organických heterocyklických sloučenin s propojenými benzenovými jádry, do kterých patří asi dvě stě látek.

Výskyt

Dioxiny vznikají jako produkty spalování obecních odpadů, avšak také při procesu hoření běžně používaného topiva, jako je dřevo či uhlí, nebo třeba i při kouření cigaret. Nejvýznamnějším zdrojem jsou hutní komplexy a



spalovny. Nejspolehlivější způsob odstranění je rozklad při teplotách přesahujících 1000 °C.

Toxicita

Dioxiny a jim podobné látky (především polychlorované bifenyly) se nerozpouštějí ve vodě a po dlouhou dobu přetrvávají v prostředí. Ukládají se v tukách. U lidí poškozují imunitní a hormonální systém, způsobují poruchy metabolismu. U mužů mohou dioxiny poškozovat strukturu varlat či způsobovat zmenšení pohlavních orgánů. Ženy mohou trpět poruchami funkce vaječnicků a vážnými onemocněními dělohy. Dioxiny se dostávají placentou i do organismu nenarozených dětí, kojenci je pijí s mateřským mlékem. U dětí dioxiny vedou například k vývojovým vadám a poškozují nervový systém. Každý organismus reaguje na tyto látky různě.

Limit

Imisní limit pro výskyt TCDD v ovzduší není stanoven. Koncentrace se vyjadřují v toxickém ekvivalentu TEQ – jedná se o přepočítání na nejtoxičtější 2,3,7,8 tetra-chlordibenzodioxin (jeho TEQ =1.)

Situace v Ružomberku

Monitoring dioxinů jako součásti POP's je velmi složitý, drahý a SHMÚ ho standardně neprovádí. Sledování dioxinů však souvisí se Stockholmskou úmluvou a všechny evropské země provádějí inventarizaci výskytu (i zdrojů) těchto látek. Dioxiny jsou vysoce perzistentní a v prostředí se akumulují, jejich vliv na zdraví je jednoznačný i když mechanismus jejich účinku je velmi komplikovaný. Odezva na dioxiny se může objevit již při velice nízkých koncentracích. Naopak nemusí být i při koncentracích vyšších. Mohou mít toxické, mutagenní, teratogenní a karcinogenní vlastnosti Nejlepším řešením



je pokud možno předcházet vzniku těchto látek a jejich únikům do životního prostředí. S tím je nutné začít u zdrojů jejich vzniku. Takový postup také stanovuje Stockholmská úmluva, kterou již ratifikovala i Česká republika a která vstoupí v platnost 17. května tohoto roku. Jde o mezinárodní dohodu o tzv. perzistentních organických látkách, ke kterým se řadí jak dioxiny, tak polychlorované bifenyly či DDT.

Sedmdesát kilo vážící člověk by podle WHO za den neměl přijmout více jak 70–280 pg TEQ dioxinů a dioxinům podobných PCB.

Zdrojem dioxinů a další POP's může být také domácí spalování odpadů, zejména plastů a proto je důležitá osvěta obyvatel. Doporučené koncentrace se v podle WHO pohybují mezi 20–50 fg/ m³ (10-15 g). Běžnou úroveň znázorňuje následující tabulka.

Aby dioxiny a furany neunikaly do okolí, dodržuje spalovna určitou minimální teplotu a dobu zdržení spalin (850 °C, 2 sec.), což je při spalování odpadů v domácích kamnech nemožné.

Výskyt dioxinů v ovzduší

Odběry a analýzy dioxinů jsou velmi drahé a jejich monitoring není běžný. Jejich monitoring se provádí zejména s ohledem na vysokou perzistenci a na závazky, které všechny vyspělé země přijali ve Stockholmské úmluvě a Kjótském protokolu. Velké množství dioxinů, PCB a dalších organických látek s obsahem chloru bylo do životního prostředí emitováno během posledních 50 let. Velkou roli sehrála neznalost toxicity a dalších vlastností těchto látek, ale díky toho se úspěšně dostaly do ovzduší, vody, půdy a potravních řetězců. Vzhledem ke schopnosti akumulace POP's v prostředí je obtížné se historické kontaminace zbavit, a to významnější je prevence. Závazný roční limit existuje

pro benzo(a)pyren, pro ostatní látky existují doporučené hodnoty WHO, US EPA nebo v národních předpisech.

skupina	zástupce	limit	normativ
PAU	benzo(a)pyren	1 ng/m ³	závazný limit
PCB	Suma PCB*	není stanoven pg/m ³	doporučené koncentrace
PCDD/F	2378 TCDD	20 fg/m ³ 50 fg/m ³	doporučené koncentrace

Limity pro PCB a dioxiny v ovzduší nejsou stanoveny s ohledem na složitost účinku, ale také proto, že se předpokládá expozice z ovzduší na úrovni 1-2 %. Významnější je například expozice z potravin.

Průměrné koncentrace v ovzduší, vycházející z měření uvádí následující tabulka.

typ lokality	benzo(a)pyren		Suma PCB		2378 TCDD	
	topná	netopná	topná	netopná	topná	netopná
městská	2-27	0,1 - 0,9	18-89	13-30	100-465	14-34
venkovská	2-27	0,1 - 0,3	3-50	3-10	10-300	2-14
průmyslové oblasti	30	1	1824	726	1046	109
město 30000 obyvatel					28-81	
město 100000 obyvatel					10-109	
město 300000 obyvatel					109-546	
hory 1000 m. n. m.					2-156	
pozadí střední Evropa	2	0,1	5	3	10	2

Zdroj: Národní inventura POP's ČR a reálná měření ZÚ Ostrava



Z tabulky je vidět, že koncentrace jsou ve velkém rozptylu a stanovení limitu pro PCDD/F i PCB není možné. POP's jsou společně s prachem unášeny i do pozadových lokalit ve vyšších nadmořských výškách. Přehled reálně měřených koncentrací je dalším argumentem pro přísné hlídání spalování odpadů, regulaci všech procesů, při kterých POP's vznikají a ideálně občasný screening uvedených látek. Zároveň je nutné objektivně informovat obyvatele, aby nedošlo ke zbytečnému šíření paniky. Studie prokazují, že ve vnitřním prostředí je více PCB než ve vnějším. Ideální je celou situaci prezentovat i s jasnými odkazy na strategii WHO a bránit tak nepodloženým konspiracím.

Na Slovensku se neprovádí pravidelný monitoring POP's, podobně jako na jiných místech v Evropě byl realizován v letech 1996/1997 v rámci PHARE projektu EU/93/AIR/22. Naměřené koncentrace PCB a PCDD/F byly podobné jako v jiných Evropských městech. Naměřené koncentrace se neliší od jiných městských nebo průmyslových aglomerací. V koncentracích jsou významné rozdíly v jednotlivých kampaních a je nutné brát v úvahu, že bylo odebráno velmi málo vzorků (v Ružomberoku pouze 8). Pro posouzení úrovně znečištění je nutné vždy používat průměr, protože u odběrů je velký rozptyl koncentrací, ačkoliv je nutné si zároveň uvědomit řád koncentrace $10e^{-15}$.

Pachové látky

Problematika obtěžování pachovými látkami je tedy velmi komplikovaná. Prakticky vždy se jedná o směs látek, která se chová jinak než jednotlivé chemické látky. Jednotlivé složky směsi se kombinují a výsledek není možné předpokládat. Vnímání pachových látek má pak výrazně hédonický charakter a každý jedinec je jinak vnímavý. 50 pachových jednotek – O_{Ue}/m³ může vnímat jeden člověk jako nesnesitelný zápach a druhý jako přijatelný. Rovněž



50 O_{Ue}/m³ pocházejících z lagun se nedá srovnat s 50 O_{Ue}/m³ pocházejících z čokoládovny. Zdravotní rizika z pachových látek jsou vnímána spíše jako stresový faktor. Přímý dopad na zdraví nebyl prokázán. Konkrétní látka může být vnímána intenzivně, ale její účinek na zdraví nemusí být významný (nízký čichový práh např. sirovodík).

U sirovodíku ve vyšších koncentracích jsou popisovány symptomy:

Dráždění v krku, zhoršené dýchání, tlak na plicích, kašel, bolesti hlavy, zmatek, nespavost.

Oxid siřičitý navíc dráždí oči, nos a kůži.

Všechny intenzivní negativně vnímané pachy snižují kvalitu života.

Co je to pach a jak funguje

Jednotlivé vůně a pachy jsou zjišťovány čichovými nervy, které v podobě chloupků vybíhají do horní části nosní dutiny a vstřebávají a analyzují molekuly z vdechnutého vzduchu. Čichové buňky jsou zvlhčovány sekretem čichových žlázek, jsou drážděny plynnými látkami ve vdechovaném vzduchu, které se v sekretu rozpouštějí, a teprve potom je vjem snímán. V hloubce sliznice vytvářejí čichové buňky ze svých vodivých výběžků pleteň, z níž vznikají vlákna čichového nervu. Ten vede čichový vjem do čichového bulbu a odtud do čichového centra mozku na spodině čelního laloku koncového mozku. Vyhodnocení vjemu je složitý proces. Přenesený signál musí být porovnán s tím, co již je uloženo v paměti, abychom byli schopni říct, zda je nám vůně příjemná, co právě cítíme nebo které ze známých vůní je to, co právě cítíme nejvíce podobné.



- člověk patří mezi tzv. mikrosomaty, tj. živočichy se slabě vyvinutým čichem
- jsme schopni rozlišovat látky v koncentracích, které jsou běžnými fyzikálními a chemickými metodami nezjistitelné. U růžového oleje je to například již množství 0,00000002 mg v jednom litru vzduchu.
- čich např. u vlka je asi milionkrát lepší než u člověka. Čichová tkáň vlka zabírá plochu 14 x větší, než čichová tkáň člověka a obsahuje asi 200 mil. smyslových buněk, zatímco lidská pouze 5 mil.!
- člověk je schopen rozeznat mnohem více odlišných vůní, než kolik dokáže rozlišit zvuků
- člověk dokáže rozlišit několik tisíc čichových kvalit, ale vůně a pachy se často nedají jako podněty přesně klasifikovat
- tzv. čisté čichové pocity poskytuje přibližně jen padesát látek, ty je možné rozdělit na vůně či pachy: kořenné, květinové, ovocné, pryskyřičné, hnilobné a spáleninové
- většina látek svou vůní vyvolává pocity smíšené a velmi často spojené s drážděním dalších čidel, např. chuťových
- ženy mají v průměru až o 20 procent jemnější čich a tuto přednost si uchovávají po celý život, geneticky predisponují jemnějším čichovým smyslem, věnují čichovým stimulům větší pozornost a vnímají v širším spektru



Trvalou ztrátu čichu mohou způsobit také výpary některých chemických látek, a to někdy již po jednorázovém působení. Mezi takové chemikálie patří např.: butylenglykol, kyselina benzoová, oxid siřičitý nebo fosforfluoridy

Přechodnou ztrátu čichu může vyvolat např.: sirovodík, sirouhlík, kyselina sírová a formaldehyd

- Čich se velmi snadno adaptuje, a proto za nějaký čas velmi snadno snášíme i velmi nepříjemné pachy. Jsou-li všechny čichové buňky dlouhodobě vystaveny určité vůni, přestanou vysílat signály do mozku.
- příjemné či nepříjemné vůně vyvolávají u jedince prospěšné nebo neprospěšné efekty
- hédonickou hodnotu vnímá každý jedinec subjektivně, závisí na tom, zda vůni známe nebo je pro nás cizí, jaká byla naše dřívější reakce, jaké podobnosti v nás vzbuzuje, co s ní spojujeme
- signální mechanismy v čichovém systému zasahují ty části mozku, které jsou odpovědné za naši ostražitost, pozornost, paměť a učení, náladu a pocity co dobře voní je dobré pro člověka
- pokud jsem obklopeni krásnými vůněmi cítíme se přirozeně lépe, zlepšuje se náš celkový zdravotní stav, vytváří se prostředí harmonie a pohody
- dochází k pozitivním nebo negativním neurochemickým pochodům
- čím příjemnější je okolní prostředí, tím vstřícnější je chování uvnitř něho působením libých stimulů je podporována tvorba nových mozkových buněk stres tuto tvorbu naopak potlačuje



- je-li prostředí zamořeno nepříjemným zápachem, vyvolává okamžitou reakci odporu
- tyto projevy afinity nebo averze lze pozorovat i při osobním parfémování, provonění bydlíšť, pracovišť atd.
- aromata vyvolávají prospěšné metabolické změny, zlepšující zdraví, náladu nebo chování
- zápach způsobuje nezdravé prostředí a neguje všechny stimuly i když jsou samostatně pozitivní, znemožňuje harmonii
- v příjemně provoněném prostředí se dokážeme lépe a bez stresu soustředit, dosahujeme rychleji cílů

V současné době neplatí žádný zákonný limit pro pachové látky (původní limit pro hranici pozemku na zdrojích byl 20 O_{Ue}/ m³ uvnitř intravilánů obcí). Vnášení pachových látek není sice přípustné na úrovni, která způsobuje obtěžování, definice obtěžování není však přesně stanovena.

Pro popis naměřených koncentrací proto je nutné použít srovnání se známými fakty:

- běžná koncentrace v „čisté“ oblasti tzv. pozadí je 3-10 O_{Ue}/ m³
- běžně měřené koncentrace na hranicích pozemku zdroje se u zemědělských zdrojů, ČOV pohybují podle typu od 10 do 100 O_{Ue}/ m³
- zemědělské chovy na halách a ve stájích se pohybují od 100 do 1500 O_{Ue}/ m³
- koncentrace na průmyslových zdrojích jsou i v desítkách tisíc O_{Ue}/ m³



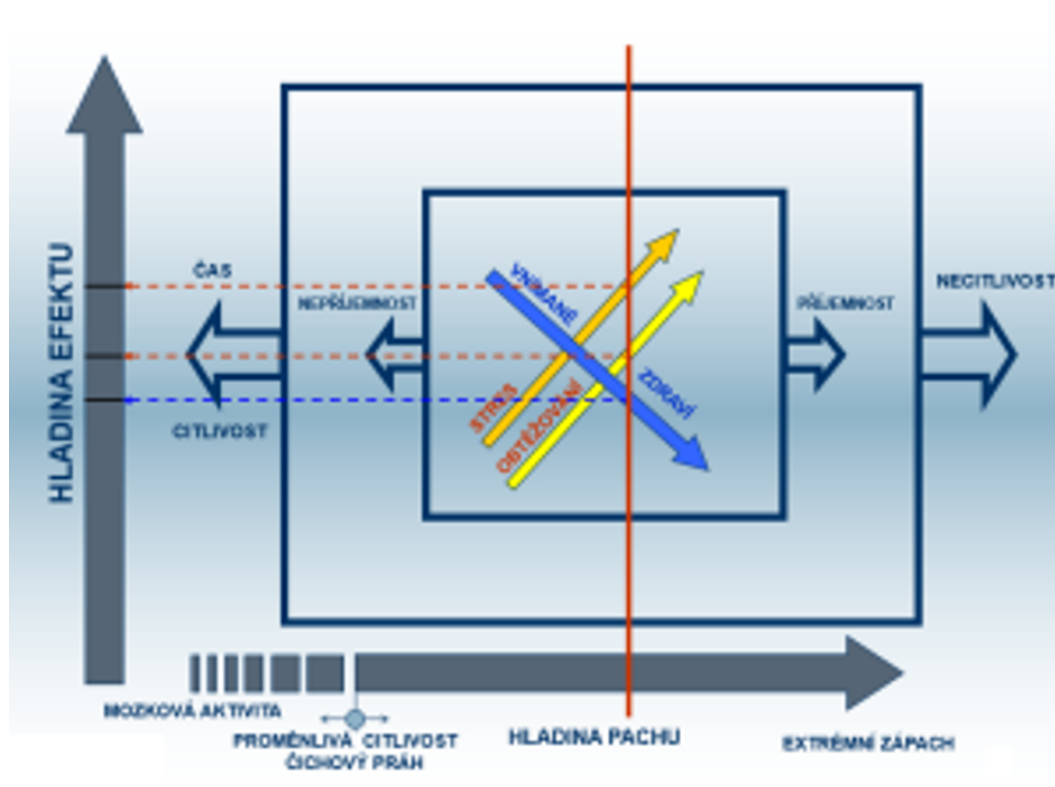
Úroveň koncentrací pachových látek významně ovlivňuje rovněž počasí – teplota, vlhkost, srážky a vítr. Při vyšších teplotách, nízkém atmosférickém tlaku dochází k vyššímu uvolňování pachových látek, které jsou následně intenzivněji vnímány. Nejhorší je však inverzní charakter počasí.

Nové výzkumy ukazují, že pachy a vůně mají nejsilnější účinky ze všech smyslových vjemů a působí bezprostředně na náš psychický stav. Žádná jiná smyslová funkce není tak silně spojena s informacemi uloženými v podvědomí jako čich.

Měřením a sledováním intenzity pachu ve vztahu ke zdraví obyvatel byla vyvrácena teorie, že zápach je zcela neškodný lidskému zdraví. Význam čichu spočívá především ve vybavování podmíněně reflexního vyměšování trávicích šťáv a v obranných reakcích organismu na dráždění a škodlivé látky v prostředí. Při dlouhých expozicích obtěžujícího zápachu může následně docházet k žaludečním problémům, jako je nechutenství, zvracení apod. Existuje hypotéza, že intenzivní, nebo dlouhodobě obtěžující pach ovlivňuje náladu, emoce, výběr partnera, imunitní systém a endokrinní systém, v extrémním případě i druhotně může poškodit kardiovaskulární systém v důsledku psychického vypětí a stresu. Obtěžování obyvatelstva pachem patří k nejběžnějším stížnostem obyvatel na znečišťování životního prostředí ve většině vyspělých států. Světová zdravotní organizace definuje zdraví nejen jako pouze zdraví fyzické, ale i jako psychickou pohodu a zdraví duševní.

Představme si, že bychom mohli na obrázku pohybovat jednotlivými čtverci. Posuneme-li malým vnitřním čtvercem směrem doprava směrem k příjemnému pachu, a přitom modrá šipka zdraví a oranžové šipky stresu a obtěžování zůstávají na jednom místě ve vnitřním čtverci, snížíme při stejné koncentraci pachových látek hladinu stresu a obtěžování a zvýšíme hodnotu

zdraví. Totéž se stane, posuneme-li oba vnitřní čtverce k individuální necitlivosti (směrem doprava). Zvýšíme-li dobu expozice (nebo citlivost, či nepříjemnost), tedy prodloužíme-li čas, kdy na člověka pach působí (vnitřní čtverce doleva) zvýší se hladiny stresu a obtěžování (žluté šipky) a sníží se hladina zdraví (modrá šipka). Totéž se stane, když za konstantních podmínek posuneme modrou kolmici (koncentrace pachových látek). Obrázek velmi názorně ukazuje vzájemné vlivy, které působí na stres a následně zdraví člověka v závislosti na kvalitě a kvantitě pachu v okolí.



Situace v Ružomberku

V Ružomberku se historicky pachové epizody objevují a závisí to na rozptylových podmínkách, teplotě a provozu významných zdrojů pachových



látek. Kromě MONDI SCP je dalším významným zdrojem ČOV, která je svou velikostí dimenzovaná na průmyslový zdroj, splašková kanalizace a poľnohospádrska činnosť hlavne v jesennom období. K pachově významným epizodám dochází zpravidla při nestandardním provozním stavu nebo při souhře více nevhodných okolností (inverze, bezvětří, dlouhotrvající sucho, kombinace zdrojů atd.).

Obyvatelé si při opakování pachových epizod nevytváří toleranci, ale naopak jsou daleko citlivější na každou i krátkou epizodu.

Nejlepším řešením je maximálně situacím předcházet, monitorovat je a komunikovat s veřejností.

Při komunikaci s provozovateli je nutné pečlivě zvažovat všechny technologie, rozvoj, navyšování výroby a vyžadovat plnění a implementaci BAT na základe BREF dokumentov. V ideálním případě vytvořit napr.kompenzační systém (napr.podpora výsadby zelene, čistenie komunikácií, podpora centrálného vykurovania). Provozovatel je součástí komunity a mělo by být i v jeho zájmu dosažení dohody např. institutem dobrovolných dohod. Tyto dohody pak musí být respektovány všemi zúčastněnými stranami.

1.2.7 Trend a jeho odhad do roku 2030, 2050

Odhad trendu vývoje koncentrací znečišťujících látek je vzhledem k nejistotě počasí, rozvoje průmyslu, transformace dopravy a socioekonomickým aspektům skutečně odhadem. Jeho vyhodnocení musí být provedeno ve

větším časovém odstupu. Autoři výpočtu si dovolí definovat několik základních předpokladů a jeho strategii tvoří:

- cílem je trvalé a bezpečné udržení platných limitů pro jednotlivé látky
- imise mají pro každou látku regionální pozadí, které se bude měnit jiným tempem než u lokálních zdrojů
- lokální zdroje emitují znečištění, které je přepočítáno pro jednotlivé látky do box modelu s hranami 5 km x 5 km s rozptylem do výšky max. 500 m, ve skutečnosti by měla být situace příznivější
- výpočet emisí vychází z NEIS, Slovenského statistického úřadu a případně pro přepočet emisními faktory podle norem nebo z ověřených měření VŠB
- veškeré parametry výpočtu jsou nastaveny systémem preventivní bezpečnosti, tj. situace bude nejhůře taková a lepší

Emise v roce 2019 - vstupy pro výpočty

	průmyslové zdroje (t)	lokální topeniště (t)	doprava(t)	celkem (t)
TZL	87	39–69	10	136–166
NO2	1147	100	80	1327

Imise v roce 2019

látky	měřené imise $\mu\text{g}/\text{m}^3$	imise box model $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM10	24	21,3 - 25,9
NO2	18	290

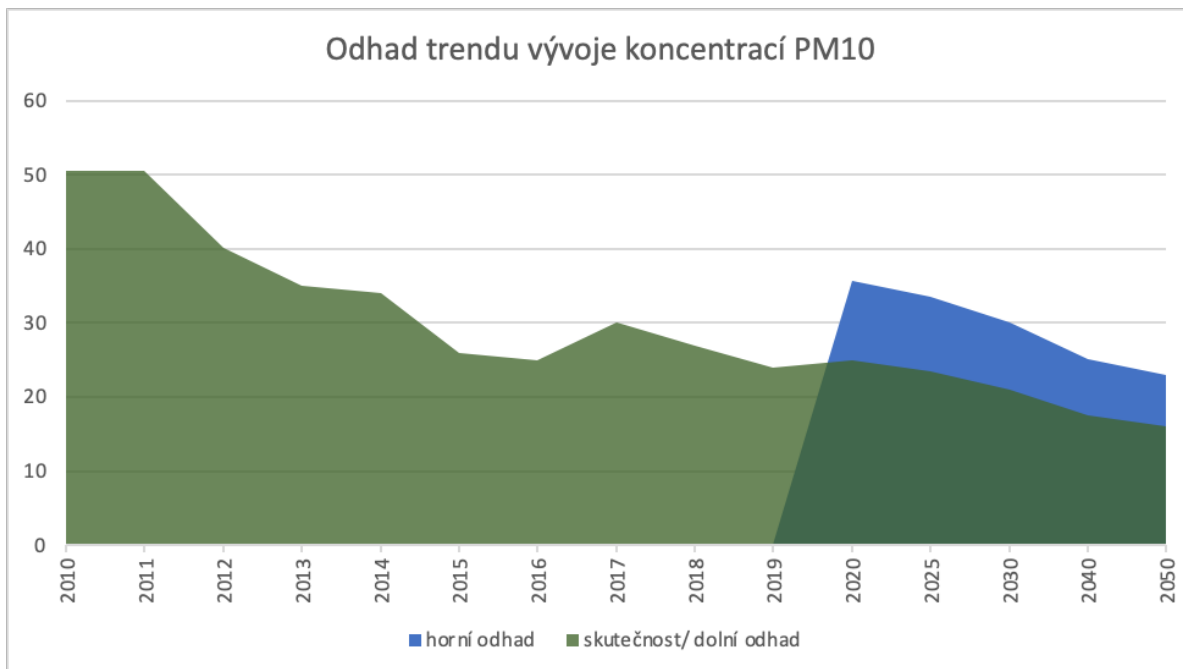
Pro přepočet TZL na PM₁₀ byl použitý faktor 0,7.



U NO₂ se projevuje technologie vysokých komínů v průmyslu. Nejedná se o tzv. nízkou emisi (rodinné domy) a navíc setrvání NO₂ v atmosféře závisí na UV záření a přítomnosti dalších látek. Stanice Riadok nezachytí NO₂ emitované zejména MONDI SCP. U vlivu dopravy je popsáno, že koncentrace podél E50 bude významně vyšší díky NO₂ z dopravy. Pokud by bylo MONDI SCP uzavřeno s Ružomberkem v boxu, pak by byly průměrné imisní koncentrace NO₂ více jak 10x vyšší.

Návrh omezení emisí a jeho vliv na imise

rok	vykazované emise	počítané emise	lokální topeniště		celkem emise	imise
	průmysl	doprava	optimistická	pesimistická	pesimistická	pesimistická
2019	87,0	10,0	39,0	69,0	166,0	36,4
2020	85,0	10,0	38,2	67,6	162,6	35,6
2025	80,0	8,0	37,1	65,6	153,6	33,6
2030	70,0	5,0	35,1	62,1	137,1	30,0
2040	60,0	5,0	28,1	49,7	114,7	25,1
2050	50,0	5,0	19,7	34,8	89,8	19,7



Graf: Odhad trendu vývoje koncentrací PM₁₀

Reálné koncentrace PM₁₀ budou závislé na dalších podmínkách, zejména rozptylových podmínkách a teplotě. Proto je v grafu zaveden horní odhad pro horší rozptylové podmínky, skutečná koncentrace PM₁₀ bude v případě běžného roku někde mezi horní (pesimistickou) a dolní (optimistickou) úrovní. Je nutné uvést, že tímto způsobem je definován cíl v případě, že budou emise sníženy na úroveň předcházející tabulky. Bez zásahu do emisí není možné garantovat automatické zlepšení ovzduší.

Vliv dálkového transportu

Dálkový transport škodlivin do údolí Liptova byl řešen v rámci studie „Identifikácia pôvodcov znečisťovania ovzdušia v meste Ružomberok“

Nejzávažnější zjištění jsou:



- je vysoce pravděpodobný dálkový transport částic, trajektorie v průběhu 24 hodin výrazně překračuje velikost okresu, kraje a často i republiky
- v případě „dlouhých“ trajektorií, které znamenají silnější vítr, jsou koncentrace PM₁₀ nízké
- přestože jsou počátky trajektorie v Polsku, Česku nebo Maďarsku, do údolí Liptova většinou vstupují z jihozápadu nebo západu
- trajektorie částic prochází údolím a směřuje přes město k závodu MONDI a nikoliv obráceně

Kvalitu ovzduší v Ružomberku může tedy ovlivnit dálkový transport, jeho příspěvek bude však za normálních okolností velmi nízký. Pokud nedojde k zásadním změnám zejména v Polsku a Česku, musíme příspěvek akceptovat bez možnosti lokálního ovlivnění, tedy jako součást pozadí v lokalitě. Vzhledem k významu lokálních zdrojů v Ružomberku, je řešení dálkového transportu nevýznamné. Pokud vítr přinese znečištění z lokalit vzdálených cca 100 km, musí být vítr silnější a ten zase zajišťuje dobrý rozptyl.

1.3. Emisní situace

Období let 1990–1999 se ve Slovenské Republice i v dalších zemích bývalého východního bloku vyznačovalo významnými změnami v oblasti životního prostředí. Součástí těchto změn bylo také výrazné zlepšení kvality ovzduší, ke kterému došlo zejména pozitivním vývojem emisí znečišťujících látek do ovzduší. Nejvýznamněji se na snížení množství emisí podílely postupné změny palivové základny, modernizace technologií a instalace zařízení pro snížení



emisí, vynucené uplatňováním emisních limitů pro velké a střední zdroje znečišťování ovzduší. K dalšímu snížení emisí došlo v souvislosti s plněním povinností daných členstvím v EU, mj. potřebou dosáhnout do r. 2010 předepsaných hodnot emisních stropů a také uvést do souladu s evropskou legislativou nejvýznamnější skupinu zdrojů – elektráren a velkých tepláren. Nejnovější etapa realizovaných opatření a na ně navazujících snížení emisí souvisí se směrnicí o průmyslových zdrojích 75/2010.

Pojem znečišťování ovzduší (emise) zahrnuje celou řadu procesů, při nichž dochází k vnášení znečišťujících látek do ovzduší. Zdroje znečišťování ovzduší mohou být přírodního nebo antropogenního původu, přičemž hranice mezi těmito typy zdrojů není vždy úplně jednoznačná. Mezi zdroje přírodního původu se obvykle řadí např. sopečná činnost, požáry, produkce znečišťujících látek rostlinami apod. Jako antropogenní zdroje jsou označovány činnosti způsobované člověkem. Rozlišuje se znečišťování ovzduší primární, kdy jsou znečišťující látky vnášeny do ovzduší přímo ze zdrojů. Kromě toho mohou znečišťující látky vznikat i sekundárně jako důsledek fyzikálně-chemických reakcí v atmosféře.

Legislativa z oblasti životního prostředí ukládá ekonomickým subjektům povinnost hlásit státní nebo veřejné správě informace o vlivu jejich ekonomické činnosti na životní prostředí. Tyto subjekty se tak stávají ohlašovatelé evidencí, příp. poplatků z oblasti životního prostředí, přičemž povinnost podání hlášení je uložena v příslušných právních normách. Povinností ohlašovatelů je doručit příslušná hlášení státním či veřejným institucím, které mají dotčenou právní normou uloženou povinnost hlášení kontrolovat, příp. vyměřovat poplatky. Evidence obsahují informace o



znečišťování ovzduší, vod, půdy, evidence odpadů či např. likvidace elektrozařízení nebo evidence autovraků v příslušných zařízeních.

Účelem sběru informací prostřednictvím uvedených hlášení je získání informací potřebných pro výkon státní správy v oblasti životního prostředí, jejímž primárním cílem je ochrana a zlepšování kvality životního prostředí.

Systém evidence emisí se průběžně vyvíjel a do povědomí se dostalo zejména členění zdrojů REZZO. Množství uvedených znečišťujících látek vypouštěných do ovzduší je rozčleněno v **Registru emisí a zdrojů znečišťování ovzduší (REZZO)** na:

Stacionární zdroje znečišťování ovzduší

REZZO 1 - Zvláště velké a velké zdroje znečišťování – stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu vyšším než 5 MW a zařízení zvláště závažných technologických procesů (elektrárny, teplárny, kotelny, průmyslové technologie).

REZZO 2 - Střední zdroje znečišťování – REZZO 2 – stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu od 0,2 do 5 MW, zařízení závažných technologických procesů, uhelné lomy a plochy s možností hoření, zapaření nebo úletu znečišťujících látek (ústřední vytápění a drobné výroby komunálního charakteru), spalování s výkonem 0,2 - 5 MW a významné technologie

REZZO 3 - malé zdroje, stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu nižším než 0,2 MW, zařízení technologických procesů, nespádající do kategorie velkých a středních zdrojů, plochy, na kterých jsou prováděny práce, které mohou způsobovat znečišťování ovzduší, skládky paliv, surovin, produktů



Mobilní zdroje znečišťování ovzduší

REZZO 4 - pohyblivá zařízení se spalovacími nebo jinými motory, zejména silniční motorová vozidla, železniční kolejová vozidla, plavidla a letadla (silniční, železniční, letecká a lodní doprava, mobilní zdroje apod.).

V současné době provozuje SHMÚ Národní emisní informační systém (NEIS), který slouží k evidenci množství vypouštěných znečišťujících látek za příslušný kalendářní rok u vyjmenovaných zdrojů znečišťování ovzduší.

Elektronické oznamování údajů do NEIS se provádí prostřednictvím portálu NEIS PZ WEB

<https://neispz.shmu.sk/> a souhrnné hodnocení je uvedeno v zprávách o kvalitě ovzduší, které SHMÚ publikuje.

Národní emisní informační systém (NEIS)

Národní emisní informační systém (NEIS) vznikl s cílem vytvořit komplexní databázi a jednotný systém sběru údajů o emisích a provozu velkých zdrojů a středních zdrojů znečišťování ovzduší. NEIS je koncipován jako více modulový systém. Správcem centrální databáze NEIS je SHMÚ. Databáze NEIS poskytuje orgánům ochrany ovzduší evidenci vybraných ukazatelů zdrojů a jejich zařízení a také přehled o jejich emisích do ovzduší. Údaje poskytnuté do NEIS po verifikaci slouží jako podklad pro vydání rozhodnutí o poplatcích. Provozovatelé velkých zdrojů a středních zdrojů mají povinnost každoročně předkládat souhrn vybraných údajů z evidence a roční emise ve stanoveném termínu elektronicky do NEIS. Základním úkolem NEIS je evidence emisí z velkých a středních zdrojů, která slouží jako podklad pro reporty pro prokazování plnění požadavků směrnic EU a také pro vypracování inventur a trendů v emisích znečišťujících látek do ovzduší a na definování



environmentálních priorit. Údaje z této databáze se využívají i pro modelování kvality ovzduší. Údaje z NEIS slouží i k určení poplatků za znečišťování ovzduší podle zákona č. 401/1998Sb. o poplatcích za znečišťování ovzduší ve znění pozdějších předpisů.

Hodnocení emisí je provedeno na základě dat z NEIS a Zpráv o kvalitě ovzduší v SR, zdroje SHMÚ jsou veřejně dostupné.

V roce 2018 bylo evidováno v žilinském kraji 91 velkých zdrojů (REZZO1), 1525 středních zdrojů (REZZO2).

1.3.1 Průmyslové zdroje

Nejvýznamnější průmyslové zdroje Žilinského kraje

Následující tabulky uvádějí 5 největších zdrojů v rámci SR, podle množství vypouštěných emisí ve vybraných letech hodnoceného období. Uvedené znečišťující látky představují riziko pro vysoké imisní koncentrace PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁, NO₂ a SO₂.

T

uhé znečišťující látky (TZL) - Žilinský kraj

1998	2005	2011	2019
Severoslov. celulóžky a papíerne, a.s., Celpap, Ružomberok	DOLVAP, s.r.o., Varín	Mondi scp, a.s., Ružomberok	Mondi scp, a.s., Ružomberok
Dolvap, s.r.o., Kameňolom a vápenka, Varín	Mondi scp, a.s., Ružomberok	DOLVAP, s.r.o., Varín	DOLVAP, s.r.o., Varín
Oravská televízna fabrika, a.s., Nižná	Žilinská teplárenská, a.s., Žilina	SOTE, s.r.o., Čadca	Bekam, s.r.o., Žilina
Oravské ferozliatinárske závody, a.s., prev. Široká	SOTE, s.r.o., Čadca	Žilinská teplárenská, a.s., Žilina	TEHOS, s.r.o., Dolný Kubín
Oravské ferozliatinárske závody, a.s., Istebné	Automobilová výroba Čadca	TEHOS, s.r.o., Dolný Kubín	D O L K A M Šuja, a.s., Žilina

Zdroj: SHMÚ, Zprávy o kvalitě ovzduší

Papírenský průmysl v Ružomberku (Celpap, Mondi) jsou po celé období hodnoceny jako významný zdroj TZL v SR a téměř nejvýznamnější v Žilinském kraji, a to i s ohledem na významný pokles emisí TZL v hodnoceném období.

V roce 2014 bylo Mondi SCP na 5 místě (146 t) v seznamu největších znečišťovatelů v SR, DOLVAP Varín byl na 7 místě (125 t). V roce 2018 se MONDI SCP umístilo na 6 pozici s emisemi TZL 77 t a podílelo se na celkových emisích TZL v SR 1,62 %.

Oxid siřičitý - Žilinský kraj

1998	2005	2011	2019
SEZ, š.p., Tepláreň Žilina	Žilinská teplárenská, a.s., Žilina	Martinská teplárenská, a.s., Martin	OFZ a.s., Dolný Kubín
SEZ, š.p., Tepláreň Martin	Martinská teplárenská, a.s., Martin	Žilinská teplárenská, a.s., Žilina	Martinská teplárenská, a.s., Martin
Severoslov.celulóžky a papierne, a.s., Celpap, Ružomberok	Mondi scp, a.s., Ružomberok	Mondi scp, a.s., Ružomberok	Žilinská teplárenská, a.s., Žilina
MAYTEX, a.s., Liptovský Mikuláš	SOTE, s.r.o., Čadca	OFZ, a.s., Itebné	ŽOS Vrútky a.s.
Oravská televízna fabrika, a.s., Nižná	Wienerberger-Slov. tehelne spol. s r.o., Ružomberok	SOTE, s.r.o., Čadca	SOTE, s.r.o., Čadca

Zdroj: SHMÚ, Zprávy o kvalitě ovzduší

Nejvýznamnější zdroje oxidu siřičitého v Žilinském kraji jsou energetické procesy (teplárny) a úprava kovů. V první desítce zdrojů SR se umísťují Žilinská a Martinská teplárenská a.s. Význam MONDI SCP aktuálně neustále klesá. V roce 2011 bylo na 3 místě seznamu největších zdrojů SO₂ v SR, v roce 2014 bylo MONDI SCP již na 14 místě (229 t) a v roce 2018 se MONDI SCP s emisemi SO₂ podílelo na celkových emisích SO₂ v SR nevýznamně, není mezi 20 nejvýznamnějšími zdroji uvedeno a příspěvek k celkovým emisím SO₂ je menší než 0,35 %.

Oxidy dusíku - Žilinský kraj

1998	2005	2011	2019
SEZ, š.p., Tepláreň Žilina	Mondi scp, a.s., Ružomberok	Mondi scp, a.s., Ružomberok	Mondi scp, a.s., Ružomberok
Severoslov.celulóžky a papierne, a.s., Celpap, Ružomberok	Žilinská teplárenská, a.s., Žilina	OFZ, a.s., Itebné	OFZ a.s., Dolný Kubín
Oravské ferozliatinárske závody, a.s., prev. Široká	Martinská teplárenská, a.s., Martin	Žilinská teplárenská, a.s., Žilina	Martinská teplárenská, a.s., Martin
Oravské ferozliatinárske závody, a.s., Itebné	Oravské ferozliatinárske závody, a.s., Itebné	Martinská teplárenská, a.s., Martin	Žilinská teplárenská, a.s., Žilina
SEZ, š.p., Tepláreň Martin	Slovenská paroplynová spoločnosť a.s., Ružomberok	Specialty Minerals Slovakia, s.r.o., Ružomberok	Rettenmeier Tatra Timber, s.r.o., Liptovský Mikuláš

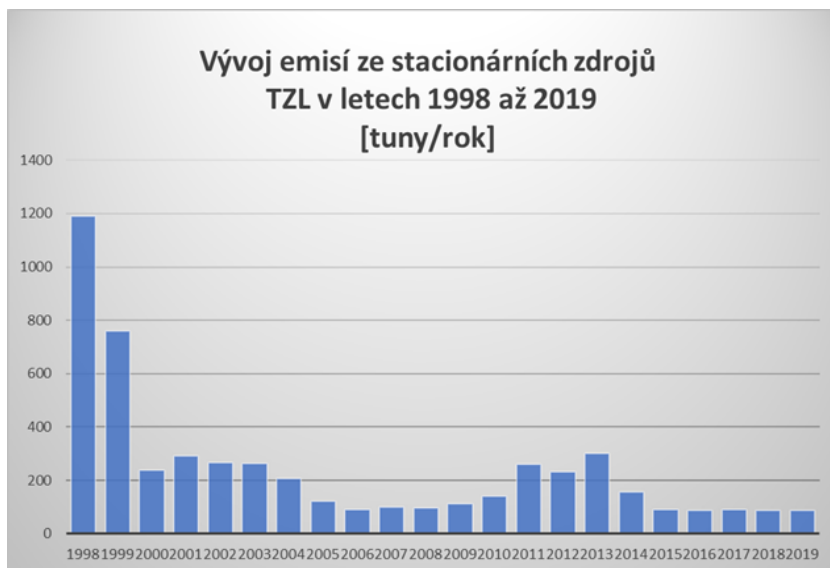
Zdroj: SHMÚ, Zprávy o kvalitě ovzduší

MONDI SCP je nejvýznamnějším zdrojem NO_x v Žilinském kraji, v roce 2014 bylo MONDI SCP na 6 místě zdrojů SR a emitovalo 914 t NO_x. V roce 2018 se MONDI SCP umístilo na 5 místě s emisemi NO_x 986 t a podílelo se na celkových emisích NO_x v SR 3,77 %.

Souhrnné emise emise ze stacionárních zdrojů – Ružomberok (tuny/rok)

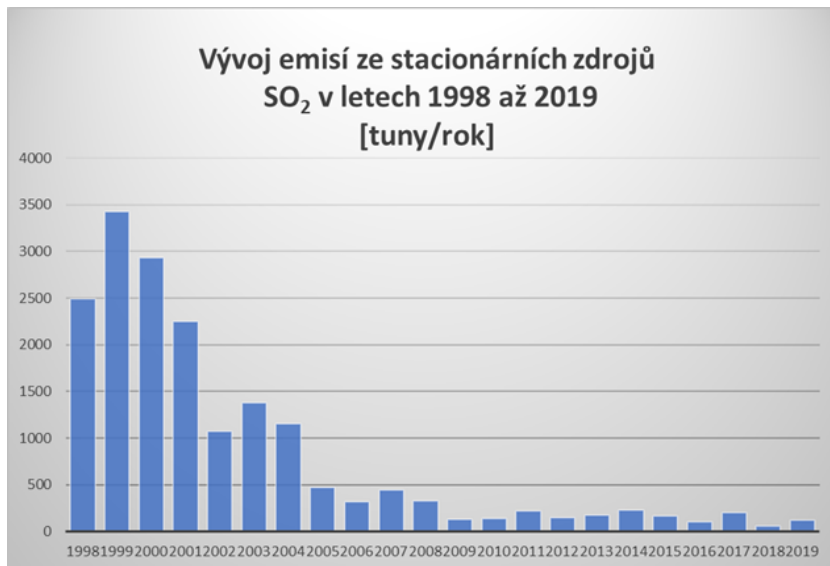
	TZL tuhé znečišťující látky (TZL) vyjádřené jako suma všech částic	SO₂	NO_x oxidy dusíku (NO_x) - oxid dusnatý a oxid dusičitý vyjádřené jako oxid dusičitý (NO₂)
1998	1189	2495	1235
1999	760	3427	1246
2000	238	2934	1149
2001	290	2249	1120
2002	267	1072	1054
2003	262	1377	1179
2004	207	1151	1448
2005	123	470	1338
2006	91	317	1354
2007	99	447	1266
2008	97	331	1206
2009	112	130	1251
2010	142	143	1382
2011	260	219	1392
2012	231	146	1256
2013	301	178	1111
2014	157	233	1021
2015	90	168	1176
2016	88	101	1235
2017	92	204	1199
2018	88	62	1090
2019	87	125	1147

Zdroj: SHMÚ, Zprávy o kvalitě ovzduší



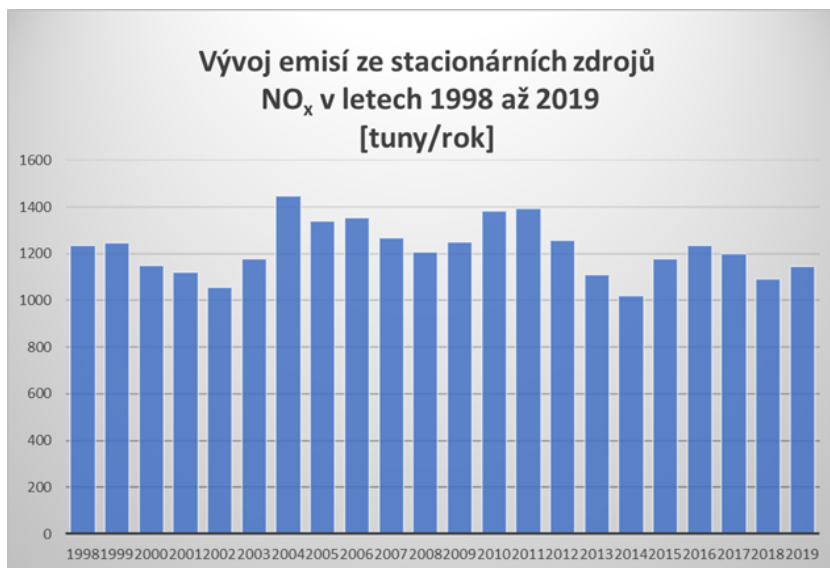
Vývoj emisí ze stacionárních zdrojů TZL v letech 1998 až 2019. Zdroj: data NEIS, Ročenky SHMÚ, www.shmu.sk

Trend vývoje TZL ze stacionárních zdrojů je možné rozdělit do 3 fází. Od roku 1998 je jednoznačný pokles emisí TZL, důvodem jsou výrazné změny na technologiích, které se provedly na počátku nového tisíciletí. Pak celkové emise s mírným kolísáním stále zvolna klesaly až do roku 2010, kdy došlo opět k nárůstu. V tomto období došlo pravděpodobně k navyšování výroby při maximálním využití stávajících technologií. V roce 2015 emise TZL poklesly a od té doby stagnují.



Vývoj emisí ze stacionárních zdrojů SO₂ v letech 1998 až 2019. Zdroj: data NEIS, Ročenky SHMÚ, www.shmu.sk

Trend vývoje emisí SO₂ odráží obecný trend ve všech zemích postsocialistického bloku. Emise SO₂ do roku 2005 výrazně poklesly a tento trend, i když mírnější je stále platný. V roce 2019 došlo k nárůstu emisí TZL na dvojnásobek roku 2018, což jednoznačně souvisí s emisemi kotle na biomasu MONDI SCP. Ale na toto zvýšení nebude mít zásadní vliv na imise SO₂, které jsou stále velmi příznivé.



Vývoj emisí ze stacionárních zdrojů NO_x v letech 1998 až 2019. Zdroj: data NEIS, Ročenky SHMÚ, www.shmu.sk

Jak již bylo popsáno výše, emise i imisní koncentrace NO₂ dlouhodobě spíše stagnují. Souvisí to se spalováním, zásobováním teplem a jinými energetickými potřebami, které spíše rostou. Emise ze stacionárních zdrojů jsou významným segmentem znečištění, zatím však nepředstavují riziko zvýšení imisních koncentrací NO₂. Dlouhodobě je potřeba tyto emise snižovat, protože se zužují možnosti regulace všech typů zdrojů, a navíc existuje stále více poznatků o tvorbě sekundárních aerosolů z SO₂ a NO₂.

Souhrnné emise vybraných látek z průmyslových zdrojů (tuny/rok)

	plynné anorganické sloučeniny chlóru vyjádřené jako HCl kromě ClO ₂	organické látky vyjádřené jako celkový organický uhlík (TOC)	sulfan	amoniak	Organické sloučeniny obsahující redukovanou síru, vyjádřené jako H ₂ S
2019	6,234	101,860	0,305	37,843	6,035
2018	3,170	113,573	0,570	41,883	6,899
2017	3,178	106,890	0,559	43,243	6,513
2016	4,483	110,177	0,487	41,170	5,115
2015	4,740	69,904	0,082	31,810	5,111
2014	8,662	47,431	0,080	30,713	4,658
2013	8,613	48,234	0,103	35,466	4,430
2012	8,452	44,909	0,098	36,596	4,951
2011	1,259	47,968	0,093	34,869	7,294
2010	2,703	39,982	0,094	38,723	6,006
2009	2,605	43,979	0,056	30,490	5,668
2008	4,301	72,869	0,038	28,367	5,222
2007	3,552	55,323	0,035	32,461	4,964
2006	2,027	34,874	1,247	31,231	14,268
2005	6,608	41,102	1,202	35,483	14,945
2004	11,210	61,282	0,110	46,960	18,569
2003	9,249	64,665	1,116	73,236	69,889
2002	0,6700	37,537	4,005	70,342	176,445
2001	0,653	62,184	30,862	72,376	213,337
2000	4,631	43,360			204,952

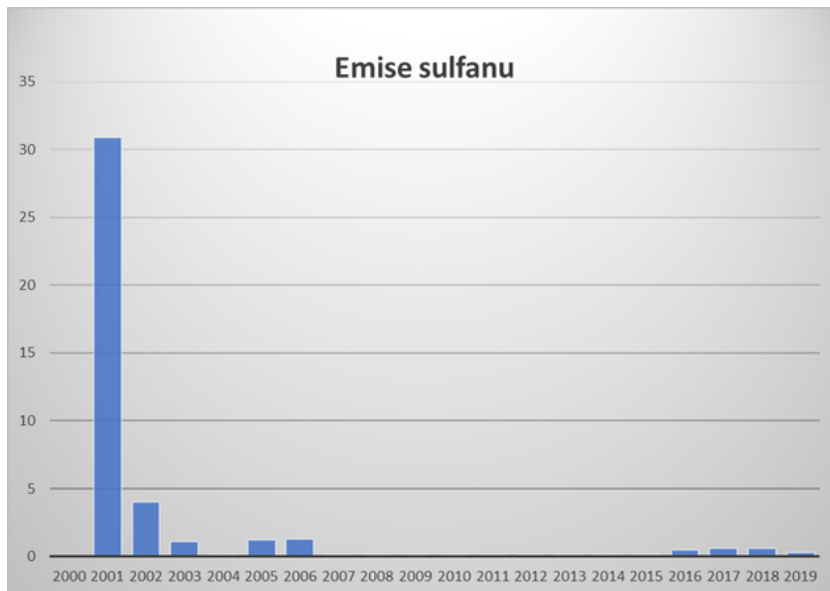
Zdroj: SHMÚ, Zprávy o kvalitě ovzduší

Látky uvedené v tabulce byly vybrány jako významné s ohledem na charakter zdrojů v okrese Ružomberok.



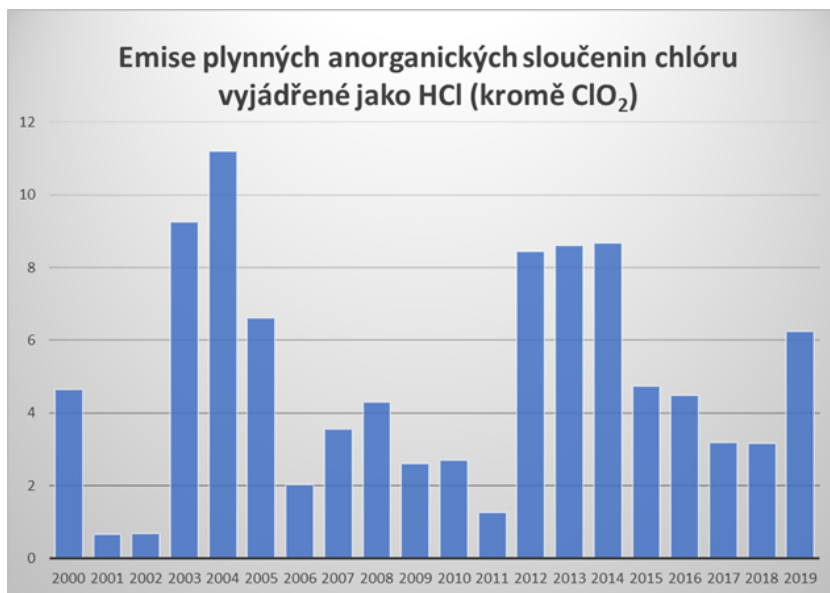
Emise organických látek vyjádřených jako celkový organický uhlík (TOC). Zdroj: data NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk

Trend vývoje emisí TOC není úplně optimální, emise postupně rostou, nicméně koncentrace benzenu v Ružomberku je velmi nízká a nic nenasvědčuje významu emisí TOC ze stacionárních zdrojů. Zároveň je potřeba vzít v úvahu, že mezi tyto látky patří také skupina organických látek s výrazným zápachem a jejich čichový práh je jistě nižší než zdravotně významná koncentrace. Takže jako zdroj VOC s významem pro zdraví je tato skupina emisí nevýznamná, ale může indikovat problém se zápachem.



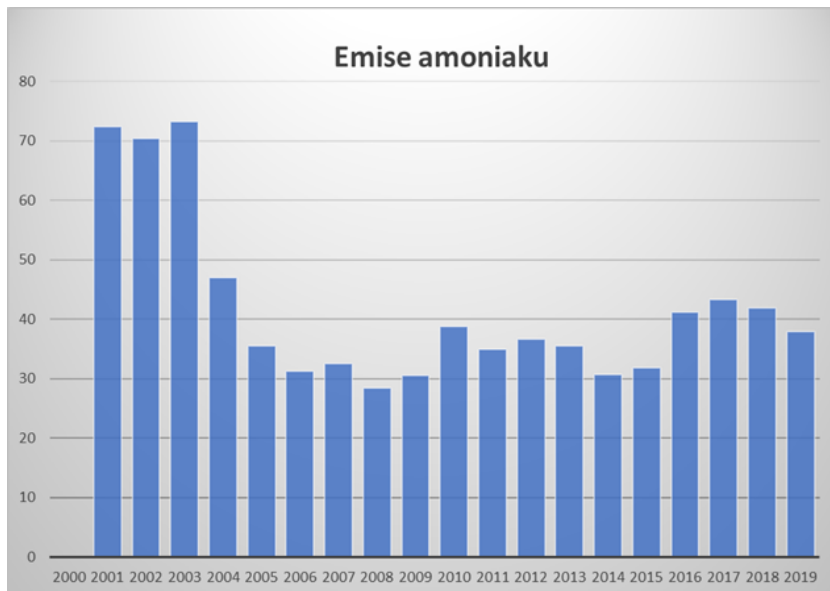
Emise sulfanu. Zdroj: data NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk

Sulfan je látkou, která má zásadní význam pro pachové epizody, a i velmi malé koncentrace H_2S v ovzduší mohou vyvolat nepříjemné vjemy. Z trendu emisí je vidět jejich naprosto radikální útlum, který neustále pokračuje a je zřejmé, že opatření na zdrojích emisí jsou velmi efektivní. Podle imisních přehledů SHMÚ se průměrné roční koncentrace H_2S pohybují v jednotkách mikrogramů na m^3 . Vzhledem k tomu, že se jedná o průměr a maximální koncentrace H_2S mohou být vyšší, dá se očekávat, že i stávající koncentrace H_2S mohou v epizodách způsobit nepříjemný pachový vjem. K přímému ohrožení zdraví však dojít nemůže.



Emise plyných anorganických sloučenin chlóru vyjádřené jako HCl (kromě ClO₂). Zdroj: data NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk

Emise anorganických plyných látek s obsahem chloru má svůj význam s ohledem na typický zdroj uvedených emisí MONDI SCP. Úroveň emisí je velmi nízká, vzhledem k rychlému rozptylu do ovzduší. Mezi uvedené anorganické sloučeniny patří chloridy, chlornany, chloritany, chlorečnany, chloristany atd. Většinou se jedná o látky, které jsou buď ve formě solí, jako primární a sekundární aerosol nebo se za přítomnosti dalších látek v ovzduší a slunečního záření mohou účastnit fotochemických reakcí. Obecně lze říct, že jakákoliv forma chloru v ovzduší představuje riziko pro následné procesy, proto je jejich přítomnost nežádoucí. Svoji roli hraje i významné spalování biomasy v lokalitě, která je bohatým zdrojem draslíku a sodíku. V žádném případě však není možné, aby se tyto látky účastnily tvorby POP's, resp. dioxinů nebo PCB. Mechanismus vzniku dioxinů je naprosto odlišný a souvisí se spalováním (teploty kolem 800 °C).



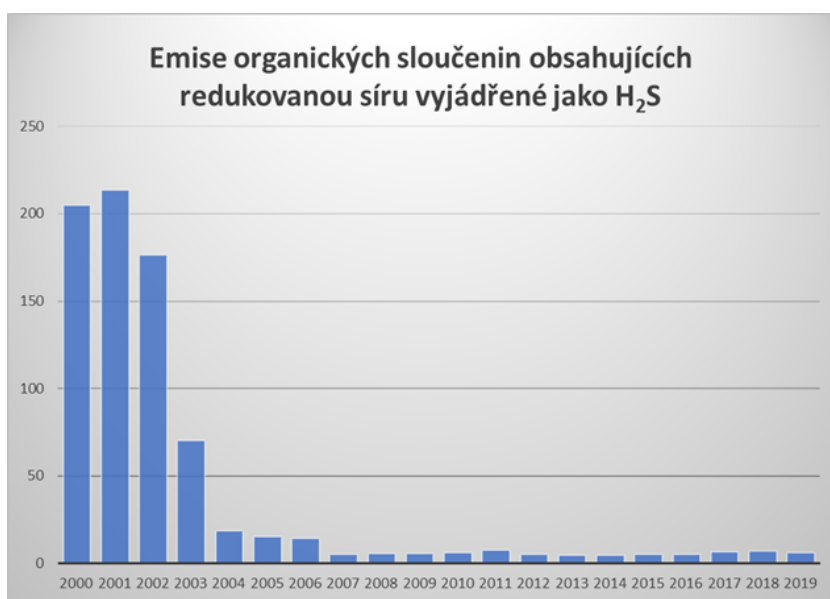
Emise amoniaku. Zdroj: data NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmi.sk

Amoniak a amonný iont (NH_4^+) jsou v současnosti jedním z nejdůležitějších polutantů zatěžujících ekosystémy. Plynný amoniak reaguje s kyselými polutanty (SO_2 , NO_x) za vzniku amonných solí (pevný aerosol). Amonný iont je také přítomen ve srážkách (déšť, mlha, rosa). Působením čpavku dochází k eutrofizaci přírodních nebo přírodě blízkých ekosystémů. Pro vodní organismy (zejm. ryby a obojživelníky) je amoniak toxický i v nízkých koncentracích. Vlivem čerpání amoniaku rostlinami a mikroorganismy ve formě amonného iontu, při kterém se do prostředí výměnou dodávají protony, dochází k sekundární acidifikaci půd.

Emise amoniaku uvádíme s ohledem na tradiční zemědělskou činnost v lokalitě, které je největším zdrojem amoniaku. Trend je v současnosti spíše setrvalý a spíše odráží výkyvy v zemědělské produkci. Amoniak je významnou látkou, která se podílí na sekundárních procesech v atmosféře. Typický je i

jeho zápach, který může za nevhodných rozptylových podmínek obtěžovat obyvatele.

Největším sektorovým zdrojem amoniaku je používání dusíkatých hnojiv, pak následuje chov skotu, prasat a drůbeže. Významným zdrojem jsou i mobilní zdroje (vznětové motory vybavené SCR katalyzátory). Amoniak vzniká redukcí oxidů dusíku roztokem močoviny.



Emise organických sloučenin obsahujících redukovanou síru vyjádřené jako H₂S. Zdroj: data NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk

TRS jsou sloučeniny redukované síry, převážně metylmerkaptan a metyl a dimetylsulfidy. Jedná se o látky pachově postižitelné již v nízkých koncentracích a vzhledem k charakteru zápachu mohou být zdrojem obtěžování obyvatel. V Ružomberku se sledují s ohledem na existenci jejich významného zdroje MONDI SCP. Na trendu je vidět razantní pokles v roce 2004 a setrvání na úrovni cca 6 t/rok. Vzhledem k charakteru těchto látek



může za špatných rozptylových podmínek dojít k obtěžování obyvatel zápachem. Přítomnost merkaptanů je v ovzduší naprosto nežádoucí (už při nízkých koncentracích sú zachytiteľné čuchom a považované za obťažujúce, ale nie zdraviu škodlivé) (jejich čichový práh je výrazně nižší než koncentrace s toxickým resp. zdraví škodlivým účinkem).

ENVitech Bohemia s.r.o., Ovocná 34, 161 00 Praha 6, Czech Republic

T +420 257 312 750, F +420 257 311 780, E eb@envitech.eu

IČ 47119209, DIČ CZ47119209, OR Městský soud v Praze, oddíl C, vložka 12701

Bankovní spojení: KB Praha, č. ú.: 50905051/0100

www.envitech.eu

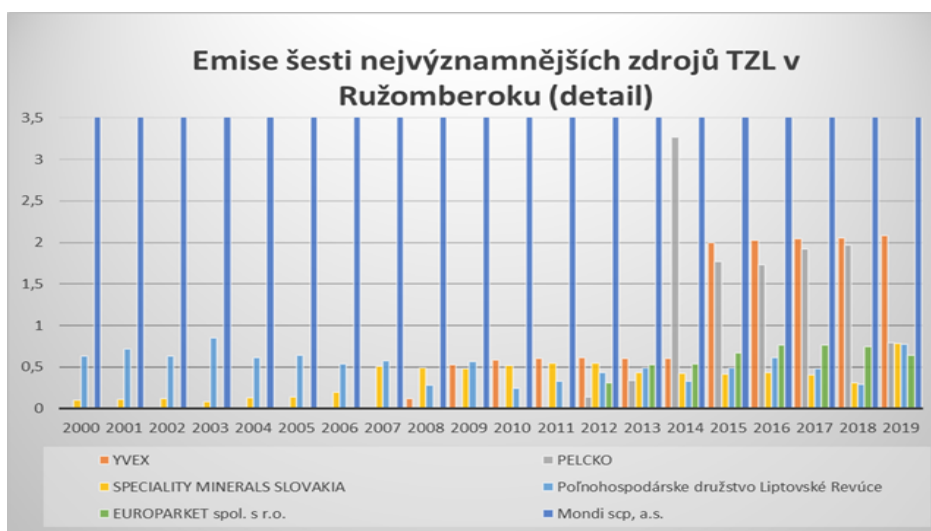
TZL - 6 Nejvýznamnějších zdrojů v Ružomberku

Rok	Mondi scp, a.s.	YVEX	PELCKO	SPECIALITY MINERALS SLOVAKIA	Poľnohospodárske družstvo Liptovské Revúce	EUROPARK ET spol. s r.o.
2019	75,770	2,076	0,792	0,780	0,777	0,641
2018	76,954	2,054	1,969	0,306	0,288	0,743
2017	80,783	2,046	1,920	0,406	0,482	0,768
2016	76,245	2,026	1,733	0,430	0,611	0,760
2015	77,156	1,994	1,769	0,415	0,485	0,671
2014	145,906	0,603	3,268	0,424	0,329	0,535
2013	178,087	0,607	0,334	0,431	0,491	0,529
2012	123,345	0,610	0,136	0,548	0,432	0,308
2011	252,238	0,604		0,545	0,324	
2010	132,814	0,586		0,514	0,246	
2009	99,209	0,530		0,483	0,569	
2008	80,827	0,118		0,490	0,281	
2007	82,995			0,505	0,573	
2006	72,174			0,191	0,540	
2005	86,273			0,143	0,643	
2004	162,293			0,130	0,611	
2003	196,780			0,085	0,853	
2002	200,354			0,117	0,630	
2001	218,024			0,107	0,713	
2000	165,558			0,098	0,631	

Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk



Emise 6 nejvýznamnějších zdrojů TZL v Ružomberku. Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk Emise ze zdroje MONDI SCP výrazně překračuje všechny ostatní emise TZL z průmyslu. Podíl dalších 5 zdrojů je uveden v následujícím grafu.

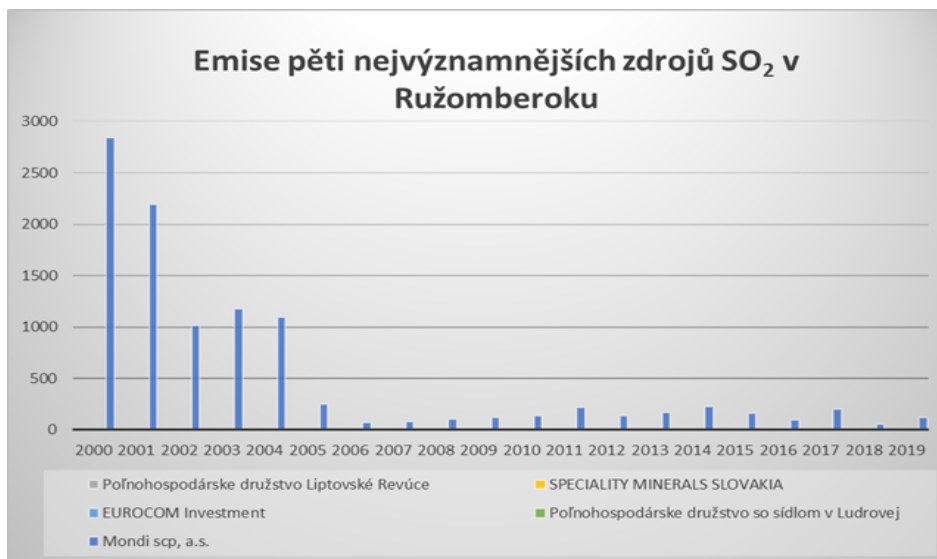


Emise 6 nejvýznamnějších zdrojů TZL v Ružomberku (detail). Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk

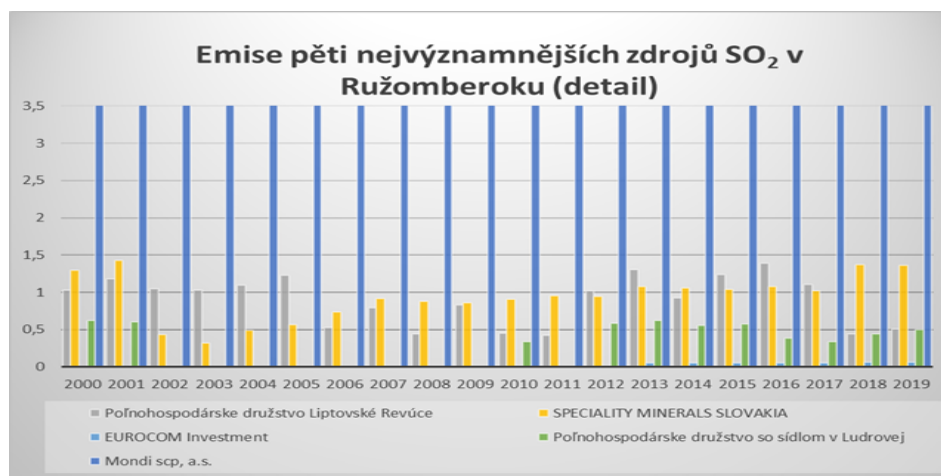
SO₂ - 5 Nejvýznamnějších zdrojů v Ružomberku

Rok	Mondi scp, a.s.	SPECIALITY MINERALS SLOVAKIA	Pol'nohospodár ske družstvo Liptovské Revúce	Pol'nohospodá rske družstvo so sídlom v Ludrovej	EUROCOM Investment
2019	121,972	1,365	0,508	0,499	0,064
2018	59,439	1,367	0,441	0,447	0,065
2017	200,236	1,019	1,109	0,337	0,051
2016	96,878	1,077	1,39	0,388	0,05
2015	163,61	1,041	1,238	0,572	0,053
2014	229,387	1,059	0,929	0,554	0,058
2013	170,328	1,077	1,304	0,626	0,057
2012	139,552	0,946	1,019	0,589	
2011	214,628	0,953	0,423		0,001
2010	135,584	0,904	0,45	0,335	0,001
2009	119,637	0,856	0,835		0,001
2008	101,347	0,875	0,443		0,001
2007	81,878	0,916	0,795		0,001
2006	72,295	0,732	0,526		0,001
2005	252,488	0,57	1,228		0,001
2004	1 093,14	0,493	1,095		
2003	1 176,52	0,322	1,026		
2002	1 015,42	0,431	1,053		
2001	2 187,92	1,425	1,177	0,603	
2000	2 841,64	1,296	1,032	0,625	

Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmi.sk



Emise 5 nejvýznamnějších zdrojů SO₂ v Ružomberku. Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmi.sk Emise SO₂ v Ružomberku od roku 2000 výrazně klesly, největším zdrojem je stále MONDI SCP. Následující graf zobrazuje další 4 významné zdroje SO₂.

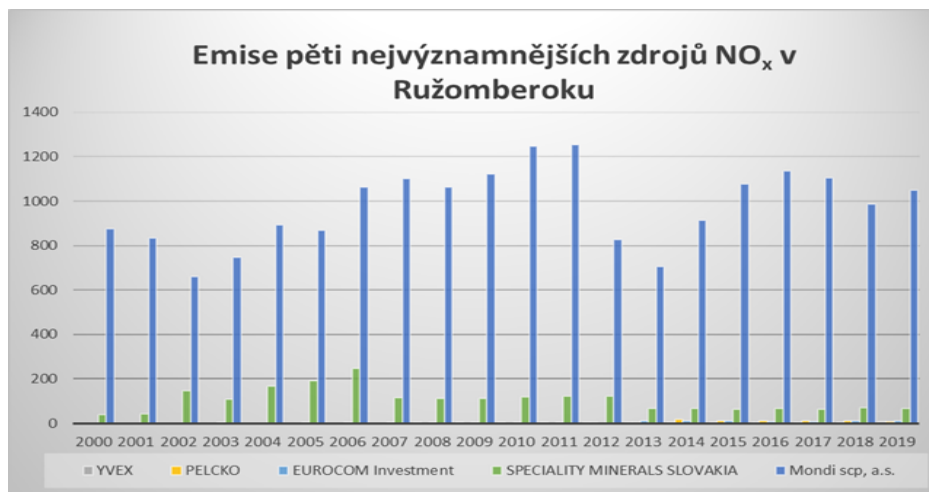


Emise 5 nejvýznamnějších zdrojů SO₂ v Ružomberku. Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk

NO_x - 5 Nejvýznamnějších zdrojů v Ružomberku

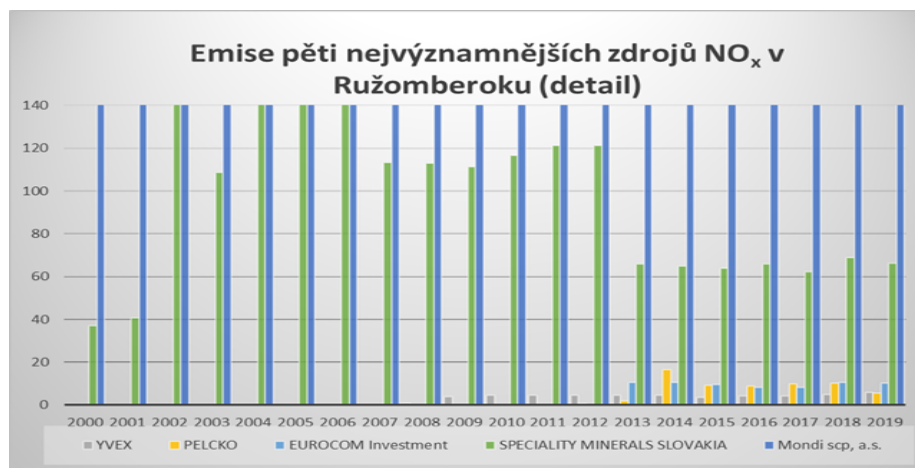
Rok	Mondi scp, a.s.	PELCKO	YVEX	SPECIALITY MINERALS SLOVAKIA	EUROCOM Investment
2019	1 049,220	5,536	6,011	66,144	10,340
2018	985,588	10,265	4,760	68,684	10,500
2017	1 102,710	10,017	4,408	62,339	8,280
2016	1 135,390	9,032	4,366	65,909	8,078
2015	1 077,680	9,351	3,475	63,734	9,667
2014	913,676	16,350	4,638	64,764	10,567
2013	703,721	1,790	4,669	65,896	10,503
2012	826,102	0,597	4,692	121,076	
2011	1 254,370		4,643	121,231	0,178
2010	1 246,970		4,509	116,644	0,232
2009	1 123,220		4,079	111,239	0,161
2008	1 061,190		0,907	112,840	0,143
2007	1 101,460			113,404	0,171
2006	1 062,090			246,984	0,197
2005	868,415			192,438	0,219
2004	892,653			166,521	
2003	746,278			108,508	0,015
2002	658,160			147,082	
2001	833,555			40,554	
2000	874,616			36,893	

Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk



Emise 5 nejvýznamnějších zdrojů NO_x v Ružomberku. Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmi.sk

U oxidů dusíku je obdobná situace jako u SO₂ a TZL. Detail uvádí následující graf.

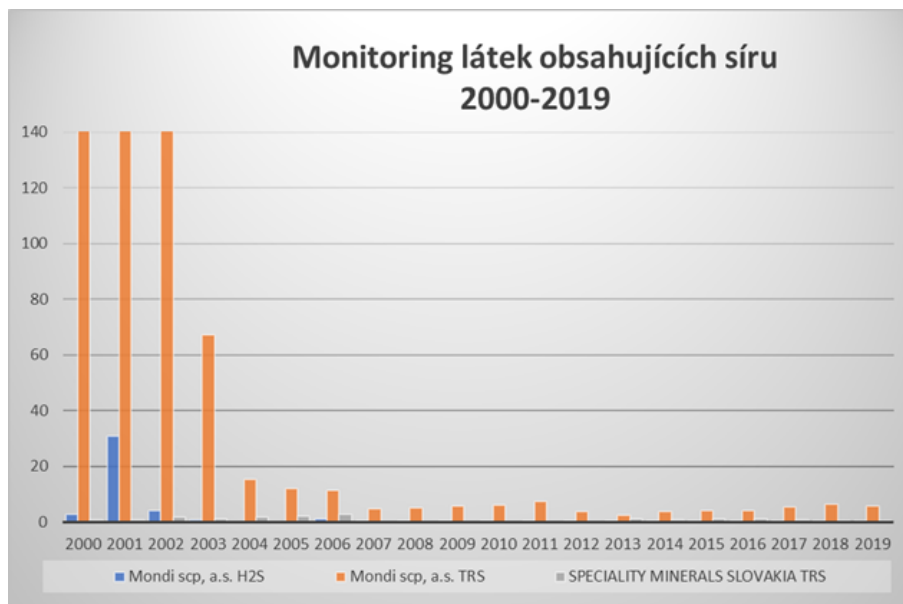


Emise 5 nejvýznamnějších zdrojů NO_x v Ružomberku (detail). Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk

Monitoring látek obsahujících síru (t/rok)

Rok	Mondi scp, a.s.		SPECIALITY MINERALS SLOVAKIA
	H ₂ S	TRS	TRS
2019	0,305	5,807	0,228
2018	0,57	6,551	0,348
2017	0,559	5,56	0,953
2016	0,487	4,112	1,003
2015	0,082	4,132	0,979
2014	0,08	3,706	0,952
2013	0,103	2,47	0,972
2012	0,098	3,738	
2011	0,093	7,294	
2010	0,094	6,006	
2009	0,056	5,668	
2008	0,038	5,17	
2007	0,035	4,829	
2006	1,247	11,368	2,815
2005		11,904	2,194
2004		15,454	1,898
2003	0,862	67,241	1,241
2002	4,005	174,762	1,683
2001	30,862	212,415	0,922
2000	2,626	204,112	0,839

Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk



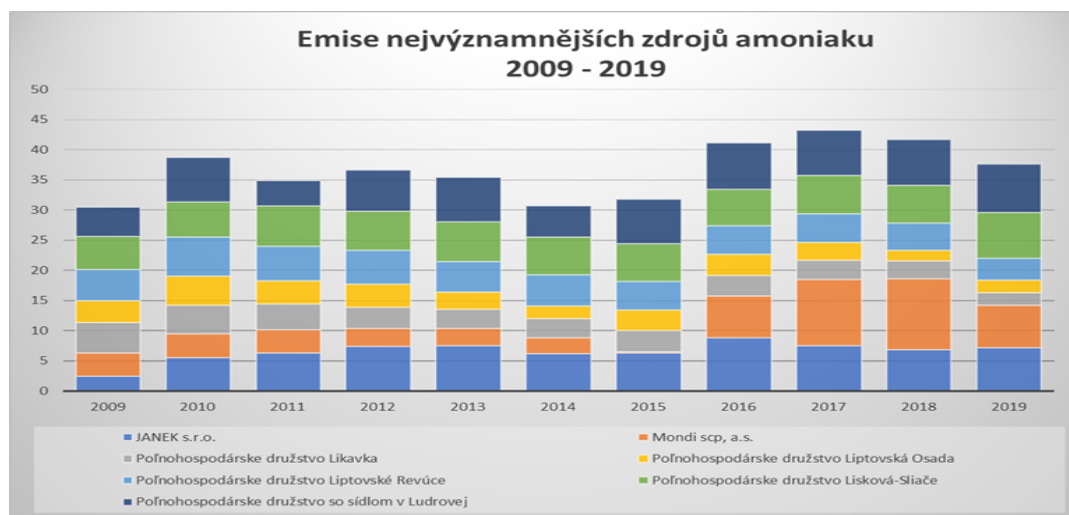
Monitoring látek obsahujících síru. Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk

MONDI SCP je také největším zdrojem látek obsahujících síru.

Významní producenti emisí amoniaku v okrese Ružomberok (t/rok)

rok	JANEK s.r.o.	Mondi scp, a.s.	Poľnohospodárske družstvo Likavka	Poľnohospodárske družstvo Liptovská Osada	Poľnohospodárske družstvo Liptovské Revúce	Poľnohospodárske družstvo Lisková-Sliače	Poľnohospodárske družstvo so sídlom v Ludrovej
2019	7,123	7,044	2,105	2,122	3,64	7,572	8,047
2018	6,794	11,79	3,025	1,743	4,462	6,278	7,63
2017	7,453	11,001	3,212	2,959	4,712	6,452	7,403
2016	8,86	6,871	3,386	3,606	4,679	6,069	7,646
2015	6,25	0,278	3,511	3,376	4,714	6,312	7,332
2014	6,222	2,637	3,14	2,073	5,224	6,241	5,152
2013	7,486	2,922	3,117	2,859	5,044	6,577	7,424
2012	7,425	2,977	3,521	3,773	5,612	6,547	6,742
2011	6,284	3,893	4,232	3,839	5,764	6,663	4,194
2010	5,557	3,929	4,71	4,832	6,551	5,829	7,315
2009	2,409	3,912	5,048	3,638	5,154	5,508	4,821

Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmi.sk



Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmi.sk

Na emisích amoniaku se nejvíce podílí zemědělství, což je v souladu s celostátní statistikou.

Aktuální emisní bilance v roce 2019 (NEIS)

Seznam nejvýznamnějších zdrojů znečišťování ovzduší v okrese Ružomberok v roce 2019 (údaje v tunách/ rok)

	Provozovatel	TZL	SO2	NOx
1	Mondi scp, a.s.	75,77	121,972	1 049,22
2	YVEX	2,076		6,011
3	PK METROSTAV, a.s., - široké okolí – výstavby komunikací	1,527		
4	PELCKO	0,792		5,536
5	SPECIALITY MINERALS SLOVAKIA	0,78	1,365	66,144
6	Poľnohospodárske družstvo Liptovské Revúce	0,777	0,508	0,332
7	EUROPARKET spol. s r.o.	0,641		0,602
8	EUROCOM Investment	0,53	0,064	10,34
9	Základná škola s materskou školou Liptovská Lúžna	0,496		0,567
10	BAŇA Ružomberok, spol. s r.o.	0,484		
11	RBR Betón s.r.o.	0,406		0,039
12	Obec Liptovská Lúžna	0,35		0,35
13	STARDREKO	0,337		
14	BIOMASA, združenie právnických osôb	0,273		0,518
15	Železnice Slovenskej republiky	0,27	0,264	0,127
16	CRH (Slovensko) a.s.(štrkovňa Veľké Úľany – Nové Osady)	0,212		0,028
17	LIBETO	0,183	0,48	0,234
18	Poľnohospodárske družstvo so sídlom v Ludrovej	0,176	0,499	0,877
19	Ústredná vojenská nemocnica SNP	0,102	0,012	1,97
20	GALMM s.r.o.	0,099	0,002	0,326

Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk

Seznam všech evidovaných zdrojů v Ružomberku – NEIS 2019

	Provozovatel
1	Mondi scp, a.s.
2	YVEX
3	PK METROSTAV, a.s.,
4	PELCKO
5	SPECIALITY MINERALS SLOVAKIA
6	Poľnohospodárske družstvo Liptovské Revúce
7	EUROPARKET spol. s r.o.
8	EUROCOM Investment
9	Základná škola s materskou školou Liptovská Lúžna
10	BAŇA Ružomberok, spol. s r.o.
11	RBR Betón s.r.o.
12	Obec Liptovská Lúžna
13	STARDREKO
14	BIOMASA, združenie právnických osôb
15	Železnice Slovenskej republiky
16	CRH (Slovensko) a.s.(štrkovňa Veľké Úľany – Nové Osady)
17	LIBETO
18	Poľnohospodárske družstvo so sídlom v Ludrovej
19	Ústredná vojenská nemocnica SNP
20	GALMM s.r.o.
21	STAMI RK
22	Metrostav DS, a.s.
23	EcoKont
24	Kúpele Lúčky
25	Základná škola s materskou školou
26	TBG Doprastav, a.s.
27	BAUTHERM SK
28	CIPI
29	Ústav na výkon trestu odňatia slobody
30	WOOD WORKING
31	Základná škola Jozefa Hanulu
32	AGRODRUŽSTVO BELAN, družstvo

33	RENOP s.r.o.
34	Likava – centrum sociálních služeb
35	TATRY-BETÓN, s.r.o.
36	SLOVAKIA REAL – IN, a.s.
37	Středná odborná škola polytechnická
38	Paul & Co. Slovensko, spol. s r.o.
39	CZT Ružomberok
40	Liečebňa pre dlhodobu chorých
41	Nábytkár
42	Liptovské pekárne a cukrárne VČELA Lippek k.s.
43	JANEK s.r.o.
44	Slovenský vodohospodársky podnik š.p.
45	Kaufland Slovenská republika v.o.s.
46	ENRICO , spol.s r.o.
47	TESCO STORES SR, a.s.
48	Základná škola svätého Vincenta
49	Gymnázium sv. Andreja
50	Rudos Ružomberok
51	FORESPO NR, a.s.
52	LEPAS
53	Obaly SOLO, s.r.o.
54	Ministerstvo obrany SR, Agentúra správy majetku, Stredisko prevádzky objektov
55	AGAP plus s.r.o.
56	TRAVERTÍN, s.r.o.
57	Domov sociálních služieb pre deti a dospelých
58	OMV Slovensko, s.r.o.
59	Normbenz Slovakia s. r. o.
60	KAMEA,Chemická čistiareň apráčovňa-Ing.Milkovičová
61	Ján Šindléry – TESFO
62	Vodárenská spoločnosť Ružomberok
63	Polnohospodárske družstvo Lisková-Sliače
64	MS BROS s.r.o.
65	JORSS
66	BENZINOL SLOVAKIA s. r. o.
67	Ing.Miroslav Mračko – EPOS

68	VOMS, s.r.o.,
69	Obec Lisková
70	Polnohospodárske družstvo Likavka
71	Benzol
72	Polnohospodárske družstvo Liptovská Osada
73	Petroltrade, s.r.o.
74	KINEKUS
75	VOMS SK, s.r.o.
76	AGRO-RACIO s.r.o. s.r.o.
77	TANKER, s.r.o.
78	MZ-BETA
79	DAS, s.r.o.
80	Slovnaft, a.s.
81	Mondi Packaging Ružomberok
82	AMOS-SERVICES
83	Technické služby Ružomberok, a.s.
84	SHELL Slovakia, s.r.o.

Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk

Nejvýznamnější průmyslové zdroje v Ružomberku

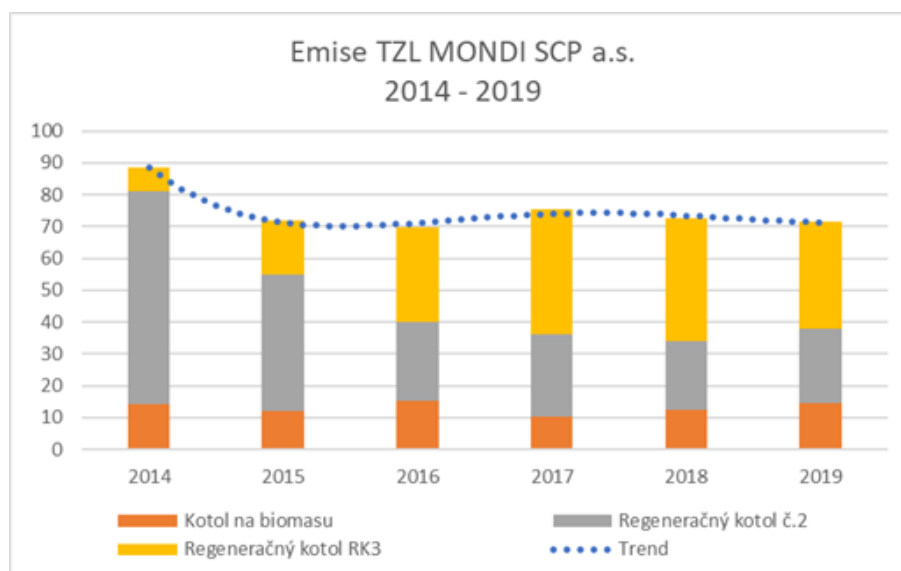
Nejvýznamnějším průmyslovým zdrojem je dlouhodobě papírenský průmysl nyní provozovatel MONDI SCP a.s.

Přehled základních emisí, vykazovaných v registru NEIS, včetně trendu změn od roku 2014.

TZL – tuhé znečišťující látky (údaje v tunách/ rok)

Rok	Kotel na biomasu	Regeneračný kotel č.2	Regeneračný kotel RK3	KB+RK2+RK3
2019	14,509	23,379	33,597	71,485
2018	12,396	21,473	38,881	72,750
2017	10,208	25,92	39,238	75,366
2016	15,288	24,738	29,753	69,779
2015	12,249	42,810	16,928	71,987
2014	14,189	66,810	7,475	88,474

Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmi.sk



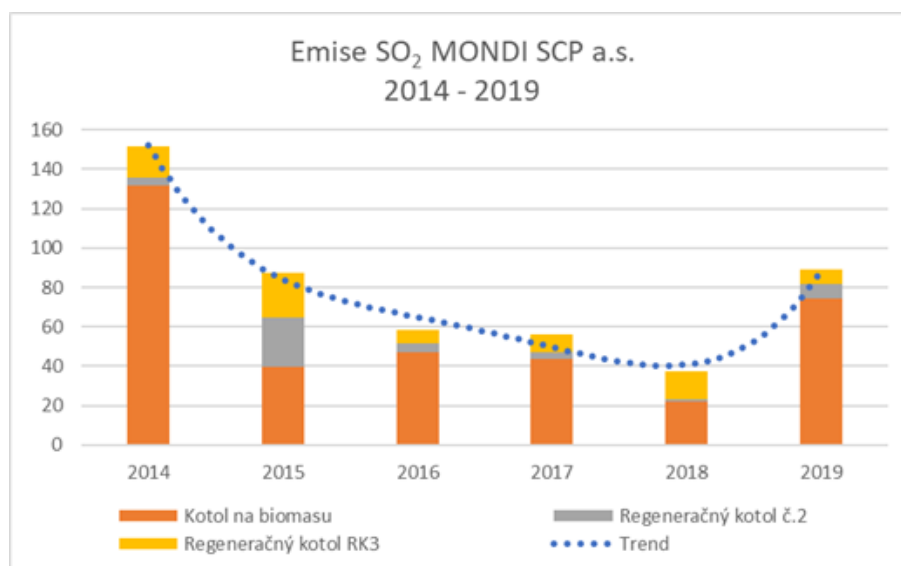
Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk

U TZL je zřejmá modernizace regeneračního kotle č.2, s výrazným poklesem emisí v roce 2016, stagnace emisí u kotle na biomasu a přes pokles emisí TZL v roce 2019 je patrné větší využívání regeneračního kotle č.3.

SO₂ – oxid siřičitý (údaje v tunách/ rok)

Rok	Kotel na biomasu	Regeneračný kotel č.2	Regeneračný kotel RK3	KB+RK2+RK3
2019	74,416	7,41	7,205	89,031
2018	22,176	1,106	14,288	37,57
2017	43,692	3,166	9,499	56,357
2016	47,137	4,202	6,827	58,166
2015	39,876	24,568	22,937	87,381
2014	131,95	3,824	15,537	151,311

Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk

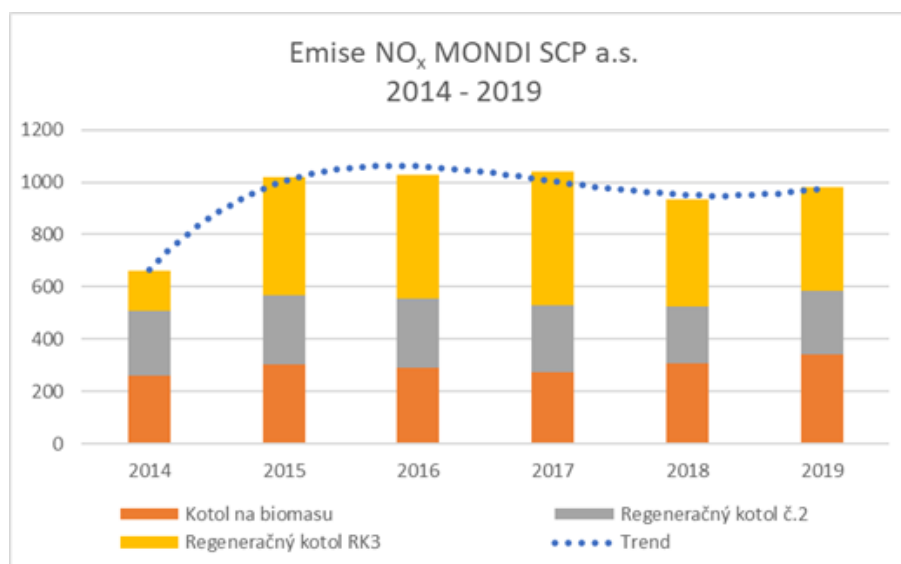


Zdroj: NEIS, SHMÚ

NO_x – oxidy dusíku jako NO₂ (údaje v tunách/ rok)

Rok	Kotel na biomasu	Regeneračný kotel č.2	Regeneračný kotel RK3	KB+RK2+RK3
2019	340,583	243,001	396,154	979,738
2018	306,908	218,719	408,688	934,315
2017	275,489	255,631	507,337	1038,457
2016	291,879	262,794	471,588	1026,261
2015	303,509	262,567	453,729	1019,805
2014	261,057	246,847	154,098	662,002

Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk

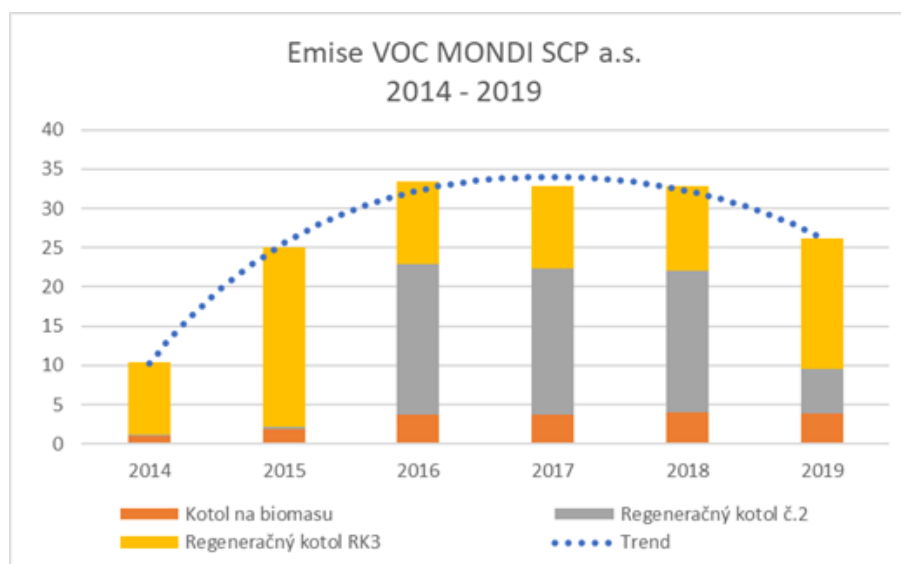


Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk

VOC – těkavé organické látky (údaje v tunách/ rok)

Rok	Kotel na biomasu	Regeneračný kotel č.2	Regeneračný kotel RK3	KB+RK2+RK3
2019	3,808	5,806	16,546	26,16
2018	4,061	18,031	10,699	32,791
2017	3,683	18,63	10,551	32,864
2016	3,792	19,137	10,457	33,386
2015	1,835	0,307	22,824	24,966
2014	0,975	0,198	9,185	10,358

Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk



Zdroj: NEIS, Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, www.shmu.sk

Nejvýznamnějším průmyslovým zdrojem v Ružomberku je MONDI SCP, který ovlivňuje kvalitu ovzduší u všech hodnocených škodlivin. Vzhledem k tomu, že je nutné "ušetřit" maximum emisí, je nutné jednat se všemi průmyslovými zdroji v TOP5 a zejména nepovolit bez kompenzací nové zdroje nebo zvýšení emisí.

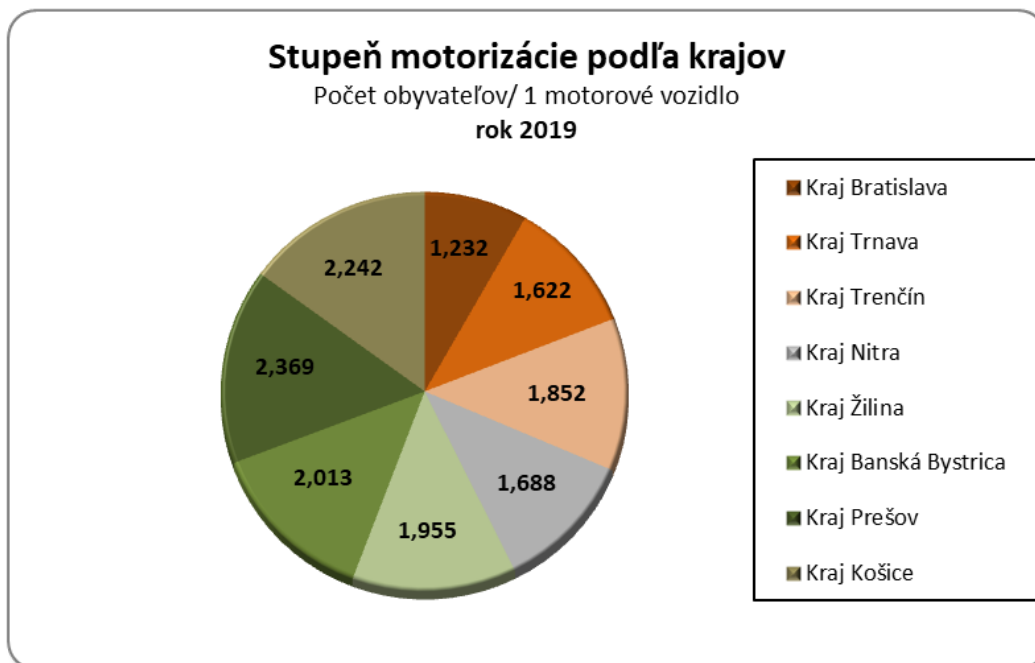


Zvláštní postavení mezi zdroji znečišťování ovzduší má ČOV v Hrbořtové. Nejedná se o zdroj, který svým charakterem výrazně ovlivňuje základní škodliviny uvedené v zákoně o ochraně ovzduší, může mít však významný vliv na emise pachových látek. ČOV v Hrbořtové je projektována s ohledem na čištění průmyslových vod z MONDI SCP a svou kapacitou mnohonásobně převyšuje kapacitu pro obyvatele města Ružomberok. ČOV je pro účel čištění průmyslových vod upravená, resp. vybrané technologie byly uzavřeny nebo jinak technicky ošetřeny, aby nedocházelo k úniku zapáchajících látek, přesto je díky své velikosti významným zdroje emisí pachových látek. Hrbořtová, resp. území dotčené ČOV, by mělo být pravidelně monitorováno s vazbou na informační a varovný systém a měření by mělo sloužit k nastavení dalších opatření v technologiích ČOV.

1.3.2 Doprava

Doprava, jako jeden z nejvýznamnějších zdrojů znečištění ovzduší, je v Žilinském kraji (do kterého Ružomberok přináleží) velmi rozvinutá. K hlavním ukazatelům patří především stupeň motorizace, intenzita dopravy, struktura využívaných typů dopravy či základní informace o infrastruktuře v dopravě.

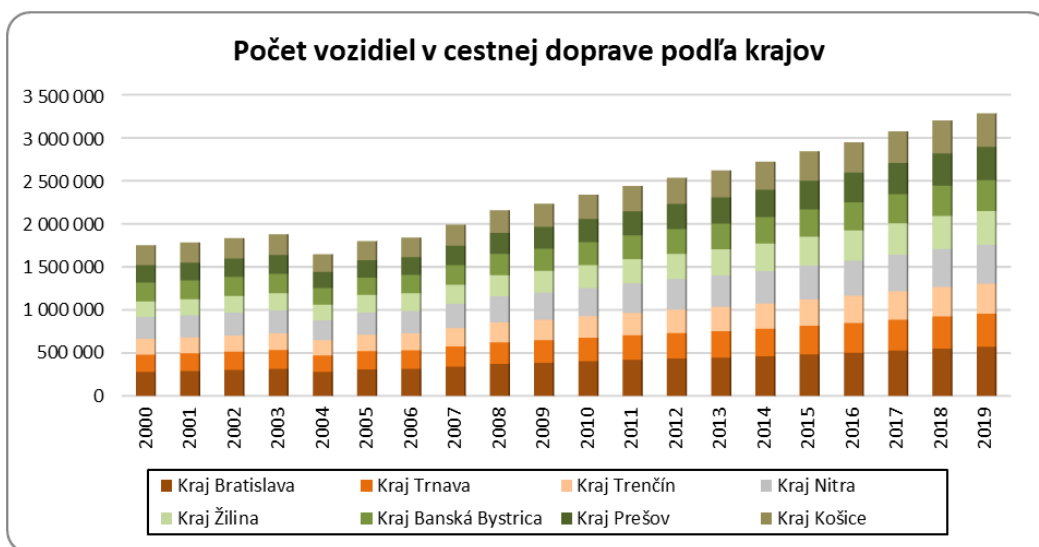
Stupeň motorizace



Dle oficiálních údajů Slovenského statistického úřadu připadá v Žilinském kraji na jedno vozidlo 1,955 obyvatel (ŠSÚ, 2019). Při propočtu na počet obyvatel samotného Ružomberku je tedy pravděpodobné, že obyvatelé města vlastní okolo 15.500 vozidel. Vývoj v západních krajích Slovenska (Bratislavský kraj, Kraj Trnava, Kraj Trenčín a Nitra) ovšem naznačuje, že se počet vozidel bude nadále zvyšovat. Při podobném stupni motorizace, jaký je aktuálně v Bratislavském kraji, by počet vozidel v Ružomberku stoupl na 21.500 vozidel. Takový stav by komplikoval samotnou dopravu v regionu, parkování vozidel, a především by tento stav měl velký vliv na množství exhalací z výfukových plynů a další zhoršení kvality ovzduší.

Očekávanému dalšímu nárůstu počtu vozidel nejen v Ružomberku odpovídá i následující statistika – vývoj počtu vozidel na Slovensku v letech 2000–2019.

Podle této statistiky se za posledních dvacet let zvýšil počet vozidel z 1,75 mil. vozidel na současných 3,26 vozidel. Tento nárůst představuje 86 % během 20 let.



Zdroj: Prezídium Policajného zboru

Silniční infrastruktura a intenzita dopravy

Ružomberok leží na významné křižovatce silnic. Ve směru západ-východ je to silnice č. 18 (spojující například města Žilina a Poprad), ve směru sever-jih je to pak silnice č. 59 (spojující například města Banská Bystrica a Dolný Kubín). Obě tyto silnice patří k páteřním komunikacím s nadstandardním provozem. První z nich navazuje na hlavní slovenskou dopravní tepnu s mezinárodním označením E50 a je přitom hlavním dopravním trhem pro celé Slovensko s návazností na dopravu do České republiky. Druhá silnice je pak z mezinárodního pohledu důležitá pro napojení na Polsko (Zakopané, Krakov). Z uvedeného je tedy zřejmé, že tato i intenzita dopravy na těchto páteřních silnicích je velmi vysoká. Složitá geomorfologická situace navíc neumožňuje

příliš alternativních dopravních řešení. Ružomberok leží uprostřed mezi Vysokými Tatrami, Nízkými Tatrami a Malou Fatrou.

Z tabulky níže je evidentní, že ve srovnání s jinými kraji nepatří Žilinský kraj v rámci Slovenska ke krajům s nejdelsí sítí silnic. A v Ružomberku je situace právě složitá v tom, že se zde doprava přímo sjíždí do centra města, zde se doprava hromadí a doprava se stává ucpanou.

Cestná sieť SR podľa krajov SR – NUTS 3

rok	Kraj – NUTS 3								NUTS 1
	Kraj Bratislava	Kraj Trnava	Kraj Trenčín	Kraj Nitra	Kraj Žilina	Kraj Banská Bystrica	Kraj Prešov	Kraj Košice	
	[km]								
2018	801,29	1 948,08	1 885,08	2 592,42	2 054,78	3 209,06	3 186,47	2 381,88	18 059,087

Zdroj: ŠÚ SR (1998-1999), SSC Odbor cestnej databanky (od roku 2000), Štátne štatistické zisťovanie MDV SR (od roku 2004) - Ročný výkaz o cestách a ich objektoch, Ročný výkaz o diaľniciach a rýchlostných cestách a ich objektoch

Intenzita dopravy

Na Slovensku proběhlo celostátní sčítání silniční dopravy v roce 2015, jako součást celoevropského sčítání silniční dopravy (E-Road Traffic Census), organizovaného Evropskou hospodářskou komisí při OSN v Ženevě a mezinárodní organizací EUROSTAT v Bruselu. Celostátní sčítání dopravy probíhá na území Slovenské republiky od roku 1963, od roku 1980 pravidelně každých 5 let na všech úsecích dálnic, rychlostních silnic, silnic I. a II. třídy a vybraných úsecích silnic III. třídy.

Rozsáhlý celostátní dopravní průzkum se provádí s cílem:



- získat údaje o intenzitě dopravy na silniční síti,
- získat podklady pro plánovací činnost a usměrnění investičních záměrů,
- získat podklady pro aktualizaci prognózy vývoje dopravy

Projekt "Výkon a vyhodnocení celostátního sčítání dopravy v roce 2015" byl realizován na základě smlouvy mezi objednatelem Slovenské správou silnic a zhotovitelem Výzkumným ústavem dopravním, a.s. ve spolupráci s Centrem dopravního výzkumu.

Výsledky celostátního sčítání dopravy

Celostátní sčítání dopravy v roce 2015 proběhlo ve smyslu nové "Metodiky výkonu a vyhodnocení celostátního sčítání dopravy 2015" schválené MDVRR SR dne 30.6.2015, tzn. výsledky nelze přímo porovnat s výsledky z předchozích období.

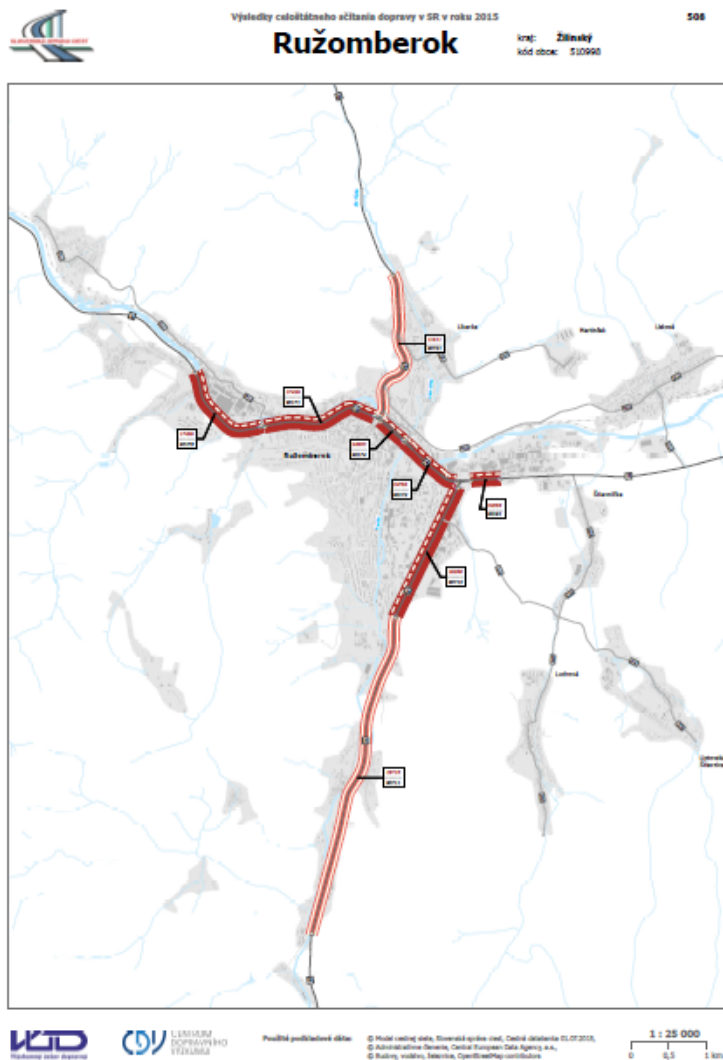
Pro výsledky ze sčítání dopravy v roce 2015 platí, že hodnota

"T" je součet počtu všech druhů nákladních vozidel

"S" je součet počtu osobních vozidel, počtu všech druhů nákladních vozidel, počtu motocyklů

tzn. že nákladní vozidla s přívěsy a tahače s návěsy se na rozdíl od předchozích CSD počítají za jedno vozidlo.

Výsledky je možné si prohlédnout přímo v následujícím obrázku. Je přitom zřejmé, že přes Ružomberok denně projede přes 90.000 vozidel (osobních i nákladních).



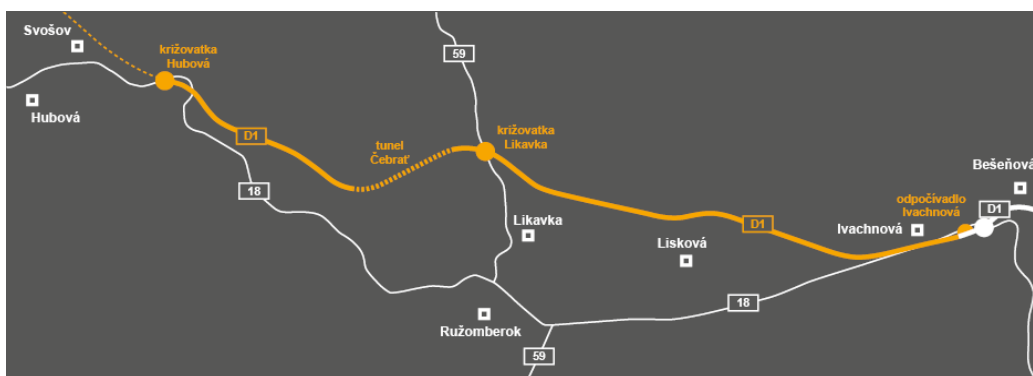
Zdroj: <https://www.ssc.sk/sk/cinnosti/rozvoj-cestnej-siete/dopravne-inzinerstvo/celostatne-scitanie-dopravy-v-roku-2015.ssc>

Dálnice D1 Hubová-Ivachnová

Významný vliv na změnu dopravy v Ružomberku bude mít dostavba dálničního obchvatu města Ružomberok, respektive celého úseku dálnice D1 v části

Hubová-Ivachnová. Právě tento chybějící úsek dálnice svede velmi výraznou část tranzitní dopravy mimo centrum města. Dle dostupných informací měl být tento úsek dálnice uveden do provozu již před rokem 2020. Dle informací z Národnej dialničnej spoločnosti se stavba zdržela neočekávaným sesuvem půdy. V současné době je jako cílové datum uvedení do provozu uváděno datum červen 2022.

Stavba přímo navazuje na připravovaný předchozí úsek D1 Turany – Hubová ve směru na Martin. Nový úsek dálnice D1 začíná mimoúrovňovou křižovatkou Houbová, jejímž prostřednictvím budou oba úseky dálnice napojeny na stávající cestu I / 18. Trasa křižuje řeku Váh, vede severním svahem údolí Váhu a obcí Hrboltová, za kterou vchází trasa dálnice do tunelu Čebrať a před mimoúrovňovou křižovatkou Likavka vychází z tunelu. Odtud pokračuje pod hradem Likavka, severním obchvatem obcí Martinček a Lisková a znovu křižuje řeku Váh. Po více než patnáct kilometrech se nový úsek dálnice na svém konci plynule napojí na zprovozněn úsek dálnice D1 do Prešova.



Zdroj: <https://www.ndsas.sk/stavby/vystavba/hubova-ivachnova>

V únoru roku 2020 NDS hlásí, že výstavba postupuje podle harmonogramu. Zároveň probíhá realizace opatření ke zlepšení dopravní situace v



Ružomberku. Provádějí se práce na dočasné protihlukové stěně u obce Ivachnová, probíhá výměna oken na domech v obci Likavka a Ivachnová – zhruba 60 rodinných domů. V minulém roce se dokončila 1. etapa Zelené vlny města Ružomberok, po skončení zimního období bude pokračovat 2. etapa a následně 3. etapa – optimalizace. Na jaře se práce rozběhnou i na příslušenství mostních objektů a na realizaci samotného tělesa dálnice. 18. 12. 2019 byl spuštěn do provozu most a přeložka silnice I / 18 při Ivachnové.

(Zdroj: <https://ekonomika.pravda.sk/krajina/clanok/541279-meskajuci-obchvat-ruzomberka-rastie-pozrite-si-najnovsie-zabery/>)

V pátek 7. srpna do Ružomberku přijel na kontrolní den Ministr dopravy Andrej Doležal. Na stavbě dálnice D1 Houbová-Ivachnová absolvoval mimořádný kontrolní den, podíval se i na postup prací v ražbě tunelu Čebrať. Výsledkem jsou informace o posunutých termínech dokončení – ten se bude zřejmě posouvat. Nyní (12/2020) se aktuálně hovoří o dokončení stavby do konce roku 2022. Dle vyjádření dopravního experta Tomáše Mišoviče dokončení a zprovoznění dálnice mohou být dva rozdílná data. Původní termín – konec roku 2022 je i následkem objektivních okolností problematický.

Emise z dopravy

Doprava se podílí na tvorbě fotochemického smogu. Díky slunečnímu záření a oxidům dusíku dochází ke tvorbě přízemního ozónu, který reaguje s řadou organických látek. Výsledkem je směs, pro kterou je typický namodralý opar. Fotochemický smog je jedním z nejzávažnějších problémů Evropy a odhaduje se, že je jím ohroženo až 30 % obyvatel Evropy. Doprava ovlivňuje zejména komunikace označované jako liniové zdroje. Emise z dopravy přispívají ke skleníkovému efektu. Podíl dopravy na znečišťování ovzduší je všech zemích Evropy



podobný. Doprava je největším "výrobce" oxidu dusičitého – přes 60 %. Silniční doprava tvoří přes 35 % těchto emisí.

Znečištění z dopravy vzniká zejména spalováním v motorech. Tímto způsobem vznikají:

- oxidy dusíku (NO_x , $\text{NO} + \text{NO}_2$)
- oxid uhelnatý (CO)
- suspendované částice PM_x
- těkavé organické látky (VOC)

Z dopravy pochází také částice vznikající z obrušování pneumatik a brzdového obložení, např. azbest a nanočástice. Zviřování prachu z povrchu komunikací se nazývá resuspenze nebo sekundární prašnost.

Nadlimitní koncentrace NO_2 jsou téměř výhradně spojeny s dopravou. Nejhorší situace nastává, pokud hlavní tranzitní komunikace prochází centrem města.

Dopady dopravy na lidské zdraví

Rychlý přehled zdravotních účinků emisí z dopravy

látky	účinek
oxid uhelnatý (CO)	blokuje přenos kyslíku krví
oxidy dusíku (NO_x)	dušení a nucení ke kašli, omezují přenos kyslíku krví, zvyšují pravděpodobnost onemocnění dýchacích cest
uhlovodíky (HC)	některé skupiny uhlovodíků dráždí sliznici a oči, některé karcinogenní
prachové částice (PM)	přímo zhoršují dýchací funkce, synergický efekt s jinými látkami, nosič dalších látek
oxid siřičitý (SO₂)	vstřebává se v horních cestách dýchacích; automobilové emise obsahují sice jen malé množství SO ₂ , ale může násobit efekt dalších látek
přízemní ozón (O₃)	toxický, snižuje plicní funkce, bolest hlavy, ovlivňuje nervový systém
polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)	karcinogenní, teratogenní, mutagenní
benzen (zástupce VOC)	ovlivňuje nervový systém, imunologický, karcinogenní
aldehydy	dráždí oči, sliznice, způsobují poruchy dýchání, kašel, nevolnost, astma, kožní alergie, zvyšují riziko rakoviny a leukémie
olovo (Pb)	olovo v emisích automobilů předtím desítky let způsobovalo především poškození mozku u dětí včetně poklesu jejich inteligence
nanočástice	díky své velikosti mohou ovlivnit organismus na úrovni buňky, velmi široké účinky

Efektivní opatření k minimalizaci dopadu dopravy na ovzduší

- nízkoemisní zóny
- technická opatření
- alternativní paliva
- osobní přístup – edukace

V České republice umožnil vznik nízkoemisních zón zákon 288/2011 Sb. Jednou z prvních obcí, která zónu vytvořila, byly Klimkovice v Moravskoslezském kraji. Jedná se o systém vytěsnění méně ekologických automobilů z center měst, případně hustě osídlených aglomerací. Vjezd vozidel do určitých oblastí je povolen podle dosažené úrovně normy EURO pro dané vozidlo.

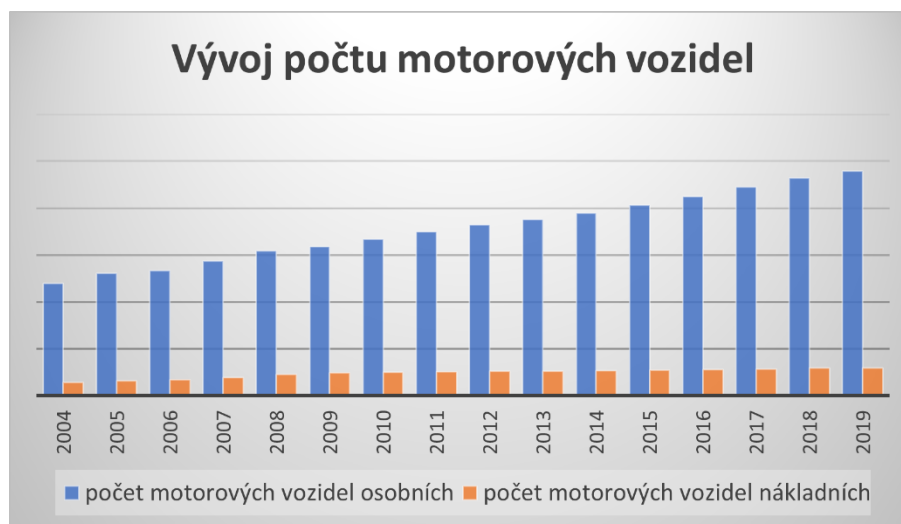
Nízkoemisní zóny má v Evropě Švédsko (od roku 1996), Německo (2007), Dánsko (2008), Nizozemí (2007), Velká Británie (Londýn 2008). Vjezd do zóny bývá většinou zpoplatněn. Tímto způsobem reguluje dopravu v centru města Londýn od roku 2003, ale například Singapur již od roku 1975. Úspěch zóny spočívá však v existující dopravní infrastruktuře jako jsou záchytná parkoviště, hromadná doprava, podpora pěší a cyklistické dopravy atd.

Norma (g/km)	CO	NOx	PČ	Platnost	Dieselové	benzínové
0				Do 1992	Red	Green
Euro 1	3,16	0,97	0,1400	1992		
Euro 2	1,00	0,90	0,1000	1996	Green	
Euro 3	0,64	0,50	0,0500	2000		
Euro 4	0,64	0,25	0,0250	2005		
Euro 5	0,50	0,18	0,0045	2009		
Euro 6	0,50	0,08	0,0045	2014		

- norma se připravuje, jedná se však o zásadní předpis

Přesun k Euro 7 bude naprosto zásadní s ohledem na emise, ale předpokládá změnu koncepce motorů. Bude se týkat vozidel prodávaných pravděpodobně od roku 2027 a i s posunem dopravy k elektromobilitě se dá očekávat významný vliv na emise od roku 2030. V této době by obměna vozového parku mohla vést ke změně emisí z dopravy. Zároveň se však objeví nové vlivy dopravy jako je používání nových látek do katalyzátorů, "odlučovačů" nebo

přechod k větším objemům motorů, více válcům apod. Je obtížné odhadnout, jak bude vypadat chemická úprava spalin, bránící např. vysokým emisím při studených startech. Také přechody k alternativním palivům přinesou nové problémy, elektřina se jeví jako velmi populární řešení, které vytěsňuje emise z měst, ale příliš čistá není. Pro odhady trendu je tedy nutné postupovat opatrně, ke zlepšení jednoznačně směřujeme, ve vývoji je však mnoho nejasností. Mezi rozumná opatření, která může přímo město podpořit, jsou dotace na ekologickou dopravu. Vždy je však nutné zvážit reálný přínos alternativních motorů.



Obr.: Vývoj počtu vozidel v SR od roku 2014, Zdroj: Slovenský statistický úřad to zelené jsou nákladní

Počet motorových vozidel neustále roste. Od roku 2014 se počet osobních i nákladních vozidel zdvojnásobil. Platí sice přísnější emisní normy pro nově prodáváná vozidla, přesto zatím vývoj ukazuje, že význam dopravy jako zdroje emisí neustále roste.



Pro Ružomberok je klíčový průtah městem, který je podle sčítání dopravy zatížen až 90000 vozidly denně. Obyvatelé Ružomberka pak sami disponují cca 15500 vozidly. Město je významný tranzitní uzel, ale má také intenzivní dopravu v intravilánu.

Klíčový úsek silnice E50, který prochází středem města měří cca 6 km. Pro 90000 vozidel denně jsou to emise cca 540000 km. V případě, že vozidla splňují EURO4 jsou denní emise NO₂ z tranzitní dopravy 135 kg denně, u CO je to 345,6 kg a u PM_x emituje doprava 13,5 kg částic. Skutečná zátěž může být však i vyšší, protože vozidla se na komunikaci zastavují na křižovatkách a v častých zácpách.

Pokud bychom uvažovali vliv těchto emisí v údolí širokém 1,5 km, v délce 6 km s dosahem do výšky 100 m, dosáhneme průměrné roční koncentrace NO₂ cca 55 µg/ m³ (box model). Reálně je nutné připočítat emise z vnitřní dopravy, ale také rozptyl a vymytí atmosféry. Uvedený výpočet deklaruje obrovský význam dopravy pro imisní koncentrace NO₂ ve městě a je důvodem proč se v opatřeních NO₂ zabývat.

1.3.3 Lokální topeniště

Lokální topeniště jsou v současné době jeden z největších znečišťovatelů ovzduší, a to hlavně z pohledu emisí tuhých znečišťujících látek a benzo(a)pyrenu. Domácnosti se podílí na emisích PM_{2,5} ze 78 % a na emisích benzo(a)pyrenu dokonce z 98 %. Vytápění pevnými palivy je jedním z nejvýznamnějších zdrojů emisí znečišťujících látek, dodržením zásad správného vytápění je možné dosáhnout výrazného snížení těchto emisí. I při dodržování všech níže uvedených zásad správného vytápění platí, že spalovací zdroje na pevná paliva, tedy kotle, kamna a krby, zůstávají velmi významným



zdrojem emisí znečišťujících látek (především prachových částic (PM₁₀ a PM_{2,5}) a na ně navázaného benzo(a)pyrenu).

Domácí kotle spadají do kategorie zařízení s výkonem do 50 kW.

O úrovni vypouštění emisí rozhodují 4 základní parametry.

1. typ a stav používaného paliva
2. typ spalovacího zařízení
3. nastavení parametrů správného = ekologického spalování
4. údržba spalovacího zařízení, včetně cest

Typ a stav paliva

V kotli či kamnech je nutné používat pouze takové palivo, které určil výrobce zdroje (kotle, kamen, krbu) a se kterým byl zdroj testován při uvádění na trh. Mezi nejčastější chyby ve výběru paliva patří spalování hnědého uhlí v litinových kotlích, které byly konstruovány pro černé uhlí nebo jen koks, případně nedodržení předepsaného maximálního obsahu vody v palivovém dřevě, nebo použití uhlí jiné zrnitosti nebo dokonce uhelných sort, jejichž spalování je zákonem zakázáno (hnědé energetické uhlí, lignit, proplástky a uhelné kaly).

Při spalování dřeva je nutné zachovat předepsanou velikost kusů a vyhnout se spalování např. dřevní štěpky v kotlech na kusové dřevo. Nejvýznamnějším parametrem kusového dřeva je jeho vlhkost, kde vyšší vlhkost vede nejen k vyšším emisím znečišťujících látek, ale i ztrátám tepla (všechnu vodu je nejprve nutné bez užitku odpařit). Horší hoření pak vede k zanášení kotle i spalinových cest (komínu a kouřovodu) a větší spotřebě dřeva. Optimální je skladovat dřevo v zastřešeném, ale provětrávaném, dřevníku izolovaném od



země, a to minimálně dva roky. U dřevěných pelet pak doporučujeme volit kvalitní, certifikované pelety. Pelety horší kvality mohou vést například k poškození podavače paliva a nemusí zajistit požadovaný výkon kotle.

Spalování odpadu vede zpravidla jen k malé finanční úspoře, ale kromě toho, že se jedná o porušení zákona o ochraně ovzduší pod pokutou, je to především velmi nezodpovědné chování. Při spalování odpadu mohou vznikat a do ovzduší unikat nebezpečné látky, současně je obtížné zachovat správný průběh procesu hoření, může docházet k nedokonalému hoření, které způsobí zanášení spalinových cest. Zdroj, ve kterém je odpad spalován, může být poškozen jak přílišným a nárazovým tepelným zatížením, tak zvýšenou korozí. Odpadem jsou nejen zbytky plastů a papíru z domácností, ale také zbytky dřevěných výrobků (nábytek, okna, krovky, pražce apod.), které jsou kontaminovány mořidly či barvami. Některé starší kusy dřeva mohou být ještě mořeny nebezpečnou rtutí nebo karcinogenními dehtovými látkami. Naopak současné standardní euro-palety většinou nejsou chemicky ošetřeny a je tak možné je spalovat. Nelegálním spalováním odpadu je také spalování použitých minerálních olejů ve speciálních hořácích.

Pokud máte možnost spalovat více druhů pevných paliv, můžete přizpůsobit volbu paliva aktuální situaci kvality ovzduší nebo rozptylovým podmínkám, nebo na další topnou sezonu koupit palivo s nižším dopadem na ovzduší. Při zhoršených rozptylových podmínkách volte sušší a tvrdší dřevo, nebo nahraďte kusové uhlí uhelnými briketami, nebo nejlépe kvalitními lisovanými dřevěnými briketami či koksem. U automatických kotlů pak můžete vyměnit uhlí za dřevěné pelety. Pokud můžete, ideální je v těchto situacích využít elektřinu nebo zemní plyn a vyhnout se například přitápění v krbu.



Zařízení pro spalování

Základním parametrem zdroje je jeho výkon, který musí odpovídat tepelné potřebě vytápěného domu, pokud došlo například k zateplení či k výměně oken díky čemuž se potřeba tepla snížila, je zdroj naddimenzován a bude velkou část roku provozován při příliš nízkém výkonu a s vyššími emisemi. Tento problém lze řešit instalací akumulací nádob.

Zdroji musí také odpovídat spalinové cesty (kouřovod a komín), které musí splňovat požadavky na teplotu a tah. Při každé změně zdroje je nutné provést revizi spalinové cesty kominíkem. Výměnu zdroje je však vhodné s kominíkem konzultovat předem, protože moderní kotle jsou poměrně náročné na tah komína a dosahují nízkých teplot spalin a dodatečné řešení tohoto problému může být velmi obtížné. Naopak při silném či kolísavém tahu komína může velmi pomoci instalace jednoduchého a relativně levného regulátoru tahu.

Instalaci zdroje přenechte prověřeným odborníkům, a to především u moderních kotlů. U starších kotlů může instalaci ověřit technik při kontrole technického stavu a provozu zdroje, jejíž provedení je povinné každé 3 roky. Doporučujeme nechat provést kontrolu jiným technikem, než který zdroj instaloval. Zajistěte dostatečný přívod vzduchu ke kotli – spalování paliv vyžaduje velké množství vzduchu. Výměna nebo jen zavření okna do kotelny může vést ke špatnému provozu kotle. U lokálních topidel (kamen, krbů) je tento problém ještě častější a ideální je zajistit samostatný, externí přívod vzduchu, a to především u nových či rekonstruovaných domů.

O dokonalém spalování hovoříme tehdy, pokud veškerá hořlavina shoří (uhlík na CO_2 a uhlovodíky na CO_2 a vodu). Tak jak to již v životě bývá, může reakce proběhnout dokonale, částečně anebo vůbec. Stejně tak je tomu i při spalování paliva, nic není dokonalé. Část uhlíku neshoří vůbec (černý popel, černé saze

a popílek v komíně) a část uhlíku shoří jen na CO. Nedokonalé spalování identifikujeme dle produktů nedokonalého spalování, za které hlavně považujeme CO, saze a polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU). Nedokonalé spalování nastane, pokud jedna ze čtyř výše uvedených podmínek není zcela v pořádku.

Kotle jsou zařazovány dle emisí a účinnosti do emisních tříd 1–5, kdy kotle tříd 1 a 2 bude od září roku 2022 zakázáno používat. Ideální jsou kotle splňující požadavky Ekodesignu. Vzhledem k významu lokálních topenišť na kvalitu ovzduší dochází průběžně ke zpříšňování limitů spalovacích zařízení. Následující tabulka porovnává emise TZL pro různé emisní třídy kotlů.

Přidávání paliva	Typ paliva	TZL (prach) mg/ m ³ při 10 % O ₂				
		Třída 1	Třída 2	Třída 3	Třída 4	Třída 5
Ruční	Biologické	200	180	150	75	60
	Fosilní	180	150	125	75	60
automatické	Biologické	200	180	150	60	40
	fosilní	180	150	125	60	40

Způsob provozování

Zvláště u moderních zdrojů spalování je nutné dodržovat předepsané postupy, ty se mohou od starších kotlů velmi lišit. Zásadní je u kotlů s ručním příkládáním zátop a příkládání, kdy vzniká největší množství emisí, a i zdánlivě drobné odchýlení od předepsaného postupu může tyto emise významně zvýšit. Problém může nastat také při přiložení příliš velkého množství paliva v situaci, kdy již není zajištěn odběr tepla (a akumulční nádoby jsou již nabité). V této situaci pak kotle se spalínovým ventilátorem přejdou do určitého nouzového stavu, při kterém palivo dohořívá za malého přístupu vzduchu a vysoké



produkce emisí. U jednoduchých či špatně zapojených kotlů může tento stav být i nebezpečný.

Pokud používáte pevná paliva jen doplňkově, omezte jejich použití při zhoršené kvalitě ovzduší, nebo zhoršených rozptylových podmínkách.

Údržba a nastavení

V souladu s návodem je nezbytné dodržet předepsanou údržbu. Každý kotel vyžaduje pravidelné čištění teplosměnných ploch – výměníku, čímž se zvýší jeho účinnost, a tedy míra využití energie paliva. Nejméně v termínech daných vyhláškou provádějte čištění a každoroční kontrolu spalinových cest (komína a kouřovodů). Vyhněte se však chemickým prostředkům na čištění komína s obsahem mědi, jejich použitím vzniká velké množství toxických dioxinů.

Každou závadu je nutné odstranit ihned – nedoléhající či chybějící spalinová klapka nebo netěsnící dvířka kotle či kamen (chybějící či opotřebované těsnění) mohou významně ovlivnit přístup vzduchu a tím zhoršit kvalitu spalování. Neřešená závada pak může vést k dalším problémům.

Nastavení zdroje u moderních kotlů je potřeba přenechat odborníkům a nezasahovat do něj bez potřebných znalostí. Změny nastavení vstupní a výstupní teploty kotle, otáček spalinového ventilátoru nebo rychlosti přikládání automatického hořáku mohou mít komplexní dopad na činnost zdroje. Často dobře míněný zásah (např. zvýšení účinnosti snížením teploty vody) může vést k negativním dopadům. K optimálnímu nastavení a provozu kotle je vhodné instalovat spalinový teploměr a udržovat teplotu spalin v předepsaném rozsahu. Moderní kotle však dosahují vysoké účinnosti mimo jiné snížením teploty spalin, což však za určitých okolností může mít negativní dopady na

vlastní spalovací proces. Někdy je tak vhodnější obětovat část tepla zvýšením teploty spalin a zajistit tím lepší hoření.

Kotlíkové dotace, podporované EU, jsou dnes podmíněny pořízením kotle, který splňuje emisní třídu 5 nebo Ekodesign. V nejstarších výzvách kotlíkových dotací byla povolena třída 3 a lepší, dnes je EU požadován Ekodesign. Největším problémem kotlíkových dotací je právě výměna nejstarších kotlů, zejména s ohledem na socioekonomické aspekty.

Co vzniká při spalování v domácím kotli

Tuhé znečišťující látky (TZL)	Typickým problémem kotlů na tuhá paliva, kdy jsou tvořeny především zbytky ze spalovaných paliv (tj. popel, saze apod.).
Oxid siřičitý (SO₂)	Historicky největší problém byl vždy při spalování uhlí, zejména hnědého s vysokým obsahem síry. Naopak výhodným palivem je dřevo, kde se síra prakticky nevyskytuje.
Polyaromatické uhlovodíky (PAH, PAU)	Jsou nejzávažnějším problémem lokálních topenišť. Podle statistik ČHMÚ jich domácí kotle vypustí do ovzduší přes 65 % z celkového množství emisí. Příčinou jsou relativně nízké teploty spalování, nekvalitní palivo, špatné provozní podmínky a spalování komunálního odpadu.
Dioxiny (PCDD/F)	Vznikají za nízkých teplot (300–600 °C) při domácím spalování. Podmínkou jejich vzniku je přítomnost chloru. Proto je velmi nevhodné spalování odpadů, zejména plastů.
Formaldehyd	Vzniká při spalování nábytku, ošetřeného dřeva.
Těžké kovy	Uvolňují se při spalování odpadů, dřevo obsahuje některé kovy.



Největší zdroj emisí tuhých částic TZL představují staré prohořivací kotle. Špatné spalovací zařízení v domě dokáže za sezónu vyrobit i více než 200 kg prachu.

Každý z provozovatelů spalovacího zařízení může částečně ovlivnit množství emisí. Z pohledu produkce znečišťujících látek u starších kotlů (prohořivací a odhořivací), je lépe přikládat častěji a menší dávku paliva. Po přiložení nechat palivo rozhořet, neuzavírat přívody spalovacích vzduchů. Moudrý člověk, pokud topí dřevem, tak je nechá vysušit aspoň dva roky, protože ví, že bude mít více tepla, spálí méně dřeva, méně se mu kouří z komínu a prodlouží životnost spalovacího zařízení.

Kolik prachu (TZL) vyprodukuje 1 dům za rok při vytápění tuhými palivy (kg)

typ spalovacího zařízení	hnědé uhlí	černé uhlí	buk	smrk	bio
automatický kotel	6	12			0,1 - 12
prohořivací kotel	249	59	16		
odhořivací kotel	32	52	15		
zplyňovací kotel	2		2-9	10	
krbová kamna			7		

Zdroj: <https://energetika.tzb-info.cz/8644-o-spalovani-tuhych-paliv-v-lokalnich-topenistich-2>

Náklady na vytápění

Výpočet je proveden za těchto podmínek:

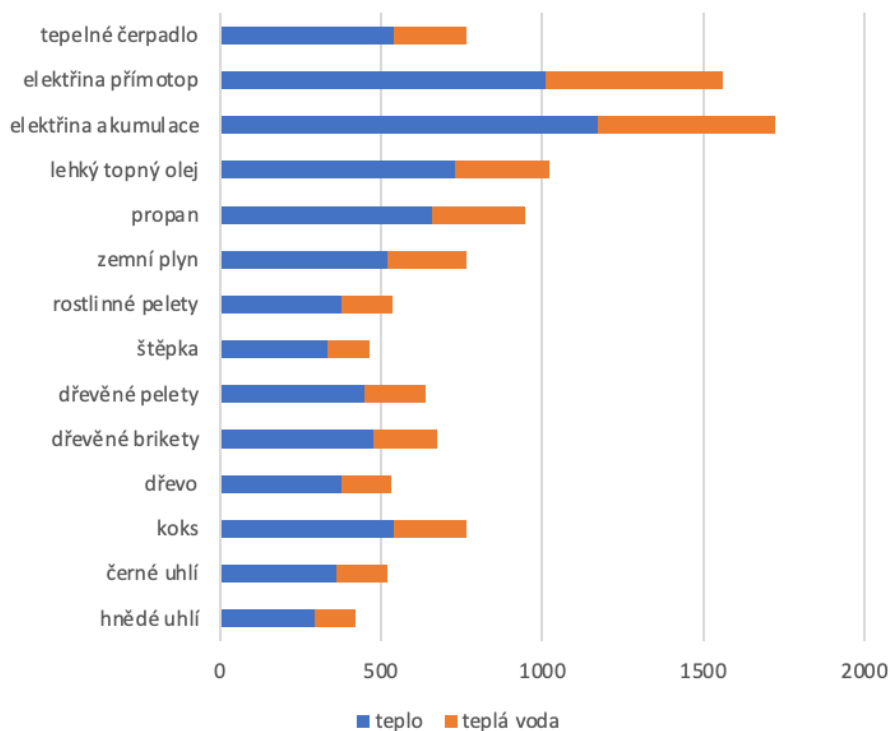
- střední klimatická oblast,
- rodinný dům 150 m² - 405 m³,
- 4 osoby,

- topné období 248 dnů
- elektřina je včetně paušálu

palivo	Teplo (Eur)	teplá voda (Eur)
hnědé uhlí	293	128
černé uhlí	361	158
koks	538	226
dřevo	377	153
dřevěné brikety	475	199
dřevěné pelety	448	190
štěpka	334	129
rostlinné pelety	377	157
zemní plyn	521	244
propan	657	291
lehký topný olej	727	296
elektřina akumulace	1172	553
elektřina přímotop	1012	551
tepelné čerpadlo	539	225

Zdroj: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapani-teplou-vodu-a-elektrickou-energii-tzb-info>

Náklady na vytápění v EUR/rok. Zdroj TZB-INFO



Zdroj: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapani-teplou-vodu-a-elektrickou-energii-tzb-info>

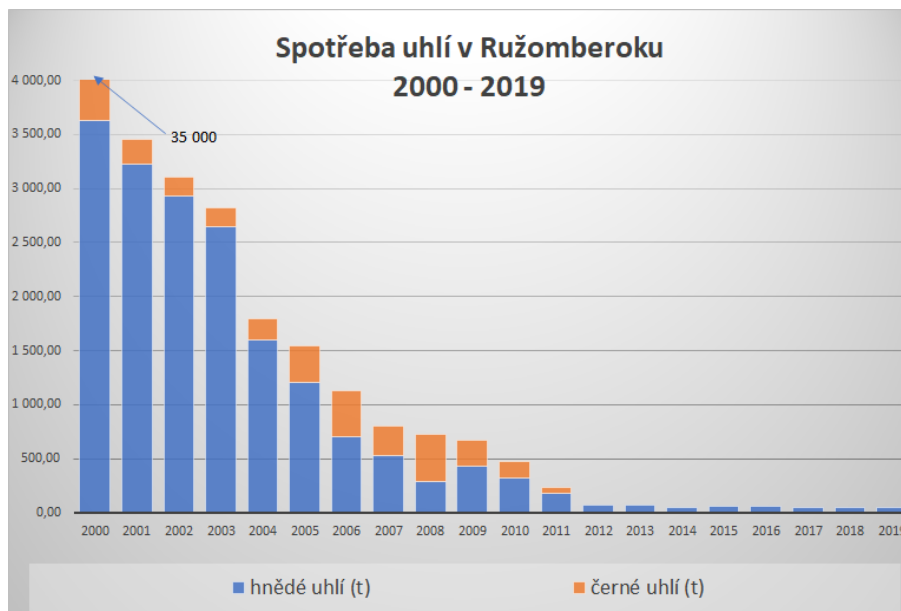
Porovnání nákladů na teplo a teplou vodu.

Graf jasně dokládá důvody setrvání u tradičních fosilních paliv. Situace v Ružomberku je však odlišná, "lokální" surovinou je dřevo.

Spotřeba uhlí v Ružomberku (t)

	hnědé uhlí (t)	černé uhlí (t)
2019	45,29	n
2018	52,09	n
2017	49,29	n
2016	57,9	n
2015	59,29	n
2014	49,23	n
2013	69,99	n
2012	66,55	n
2011	177,1	52
2010	326,254	149,22
2009	428,36	238,95
2008	290,81	433,07
2007	528,17	274,18
2006	705,132	420,135
2005	1 206,26	335,255
2004	1 599,14	201,445
2003	2 643,42	175,55
2002	2 927,10	181,03
2001	3 226,76	226,76
2000	3 633,92	31 856,00

Zdroj: Slovenský statistický úřad



Zdroj: Slovenský statistický úrad

Spotřeba černého i hnědého uhlí na Slovensku klesla na naprosto minoritní hodnotu, stejná situace je v Ružomberku. Nejčastěji používaným palivem je biomasa – dřevo. Otázkou je, do jaké míry je dřevo suché a zda i tak není vhodné přejít např. na pelety.

počet obyvatel okresu Ružomberok	56700	
počet domácností (podle typu)	18600 bytů	10700 RD
počet lokálních kotlů	3000–6000	
emise z lokálních kotlů výpočtem (t TZL/rok)	39-69	

Zdroj: Slovenský statistický úrad, SDBL 2011

Emisní faktory pro spalování biomasy

Emisní faktory CO, TZL a PAU kotel	TZL	CO	PAU	
	(g/GJ)	(g/GJ)	(g/GJ)	
prohořivací	HU	1 260	5 8760	5,21
BUK	100	4 840	2,16	
odhořivací	HU	256	4 320	2,08
BUK	95,2	4 170	1,12	
automatický	HU	46,6	450	0,0110
zplyňovací	HU	16,8	132	0,0299
BUK	14,7	237	0,0441	

Zdroj: Závěrečná zpráva k prvnímu dílčímu úkolu – Zpracování návrhu emisních faktorů pro Ministerstvo životního prostředí ČR, TESO Ostrava

Pro výpočet emisí bychom mohli definovat průměrnou roční spotřebu v 1 rodinném domě 150 GJ.

1.3.4 Zemědělské chovy

Antropogenní aktivity v zemědělství významně přispívají ke změnám koncentrací některých plynů v atmosféře. Za nejdůležitější plyn z hlediska vlivu na kvalitu ovzduší a životního prostředí se považuje amoniak. Zemědělství produkuje více než 90 % emisí amoniaku, zejména z chovu hospodářských zvířat a pěstování plodin. Amoniak ze zemědělství reaguje v ovzduší s ostatními znečišťujícími látkami emitovanými například z dopravy (oxidy dusíku), z velkých energetických průmyslových procesů (sírany), za vzniku částic o průměru cca 2,5 mikrometrů (PM_{2,5}). Amoniak takto přispívá k tvorbě sekundárního atmosférického aerosolu, a tudíž ke zhoršování kvality ovzduší.



V zemědělství vzniká kromě amoniaku i široké spektrum emisí různých plynů. Jsou to především oxid dusnatý (NO), emise částic (PM₁₀ a PM_{2,5}) a emise nemetanových těkavých organických látek (NMVOC).

Vznik emisí dusíku (NH₃ a NO) můžeme definovat jako ztrátu dusíku ve formě oxidů. Oxidy dusíku vznikají během celého cyklu, počínaje tvorbou organického odpadu (vylučování dusíku ve formě moči a exkrementů hospodářských zvířat) až po jeho využití při hnojení zemědělské půdy.

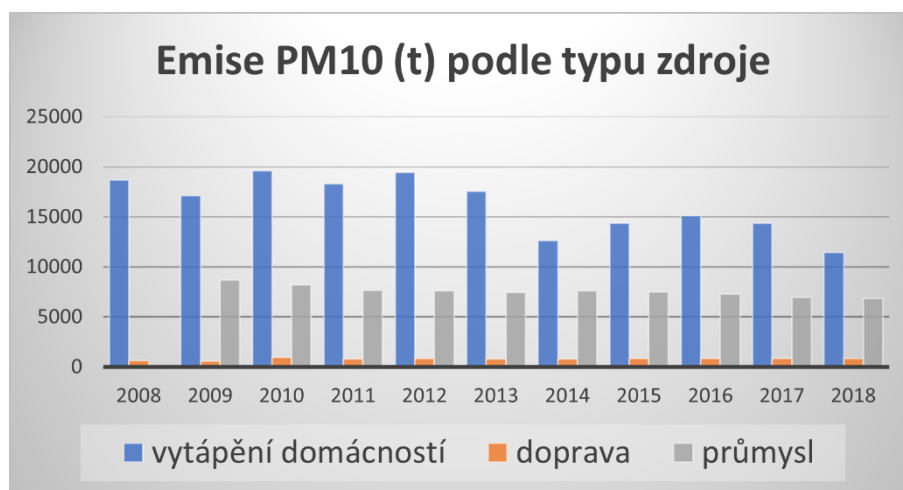
Dusík je elementární prvek, který je nezbytný pro růst zvířat a rostlin. Je přítomen v krmných dávkách a také v anorganických hnojivech. Včleňuje do pletiv rostlin, do svalů a kostí hospodářských zvířat. Nevyužitý dusík ve formě výměšky (moči a exkrementů) se musí před samotným zhodnocením jistý čas skladovat, přičemž vznikají emise. Využívá se jako hnojivo pro zemědělskou půdu nebo se energeticky zhodnocuje v bioplynových stanicích. Za jistých klimatických okolností může být aplikovaný dusík vymytý ze zemědělské půdy. Při všech těchto aktivitách podléhá dusík chemickým reakcím a tvoří emise, které jsou nepříznivé pro životní prostředí, zejména pro kvalitu ovzduší a vod.

1.3.5. Porovnání významu typů zdrojů

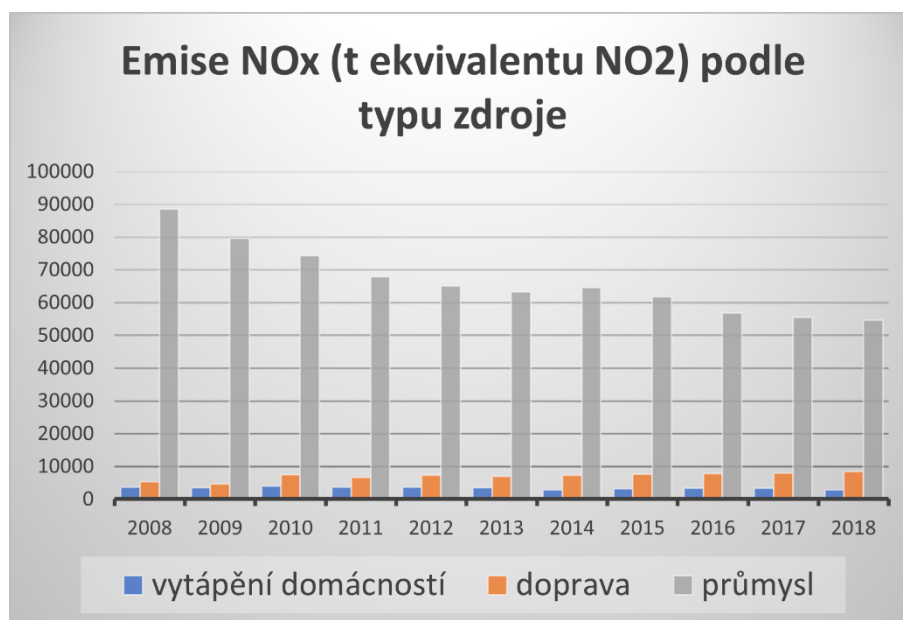
Kvalitu ovzduší ovlivňují významně jednotlivé typy zdrojů.

Nevýznamnějším zdrojem PM₁₀ je spalování v lokálních topeništích. Význam průmyslu spíše stagnuje, což je dáno realizací řady ekologických opatřeních v 90 letech a udržování technologií BAT. Doprava je zdrojem velmi jemných částic (PM_{2.5}) a její emise jsou při porovnání se spalovacími procesy domácností a průmyslu minoritní. V Ružomberku se dá odhadnout emise z

lokálního spalování na 100–200 tun TZL za rok (topnou sezónu). MONDI SCP vykázalo v roce 2019 celkem 75,7 tun TZL.

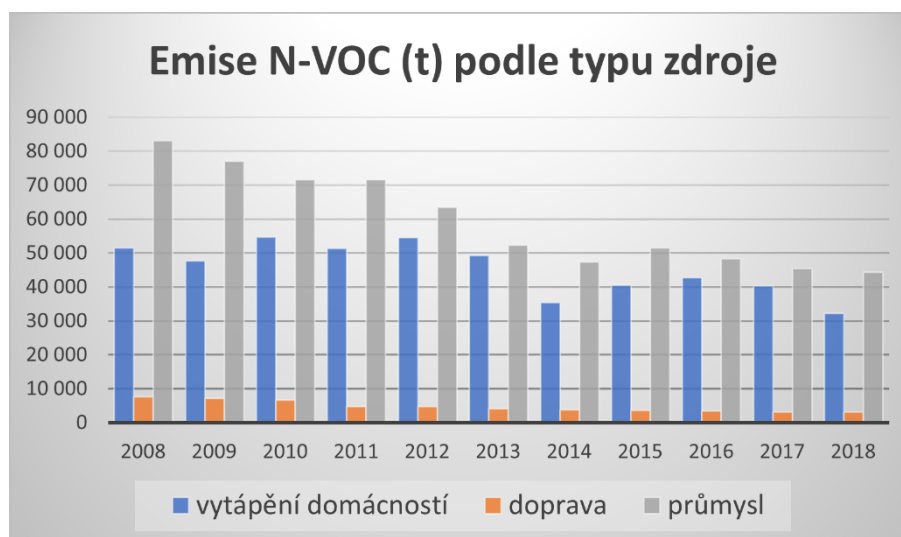


Obr.: Emise PM₁₀ podle typů zdroje od roku 2014, Zdroj: Slovenský statistický úřad



Obr.: Emise NO_x podle typů zdroje od roku 2014, Zdroj: Slovenský statistický úřad

Největší vliv na imisní koncentrace NO₂ mají emise oxidů dusíku z průmyslových zdrojů. Přestože se situace dlouhodobě zlepšuje, jsou průmyslové zdroje zdaleka nejvýznamnější. V Ružomberku je situace ovlivněna přítomností zásadního průmyslového zdroje MONDI SCP s emisemi NO_x 986 t (2018), doprava se pak podílí odhadem 90 t NO_x (2018) a lokální topeniště 50–200 t NO_x (podle typu paliva a kotle).



Obr.: Emise NVOC podle typů zdroje od roku 2014, Zdroj: Slovenský statistický úřad

Nejvýznamnějším typem zdrojů na Slovensku je průmysl, těsně následovaný lokálním vytápěním. V Ružomberku je možné odhadnout množství emisí nemetanických VOC na 50 - 150 kg/ rok u lokálních topenišť a u průmyslových zdrojů to bylo 101 kg v roce 2019.

Pro výpočet emisí byly použity faktory dle následující tabulky za předpokladu potřeby tepla 1 rodinného domu 150 GJ. Realita bude spíše horší, protože stav

lokálních topenišť, ani jejich údržba a užívání nejsou optimální. Jeden špatně provozovaný kotel může za topnou sezónu emitovat 200–250 kg TZL.

Znečišťující látka	Jednotka	EEA	Používané (ČHMÚ)	Stanovené (VŠB)
TZL	g/GJ	730	356	87,5
SO ₂	kg/GJ	0,020	0.068	X
NO _x	g/GJ	74,5	48,0	72,1
CO	g/GJ	5 300	68	4 090
NM VOC	g/GJ	925	61	733
CO ₂	kg/GJ	X	X	90,5
PCB	μg/GJ	0,06	247	2,63
TEQ PCDD/F	ng/GJ	700	342	25,3
Benzo[b]fluoranten	mg/GJ	220	223	45
Benzo[k]fluoranten	mg/GJ	130	74	33,9
Benzo[a]pyren	mg/GJ	210	170	89,2
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/GJ	140	121	50,6
Σ 4 PAU	mg/GJ	700	588	218
Fluoranten	mg/GJ	X	X	488

Tab.: Emisní faktory (různé přístupy) Zdroj: Stanovení emisních faktorů a emisních příspěvků stacionárních zdrojů pro účely zjednodušení přípravy a vyhodnocení žádostí o podporu z OPŽP, TESO 2015

1.4 Transmise

Popis vlivu vzdálených zdrojů, s dopadem na údolí Liptova. Přenos škodlivin z Polska a Česka.

Transportem (přenosem) znečišťujících látek v ovzduší rozumíme proces, při kterém dochází vlivem proudění k přemístění znečištění z jednoho místa na druhé. Při přenosu dochází ke rozředování a vzájemným reakcím. Přenášené látky se označují jako transmise. V průběhu transportu může docházet k jejich odstranění, depozici.

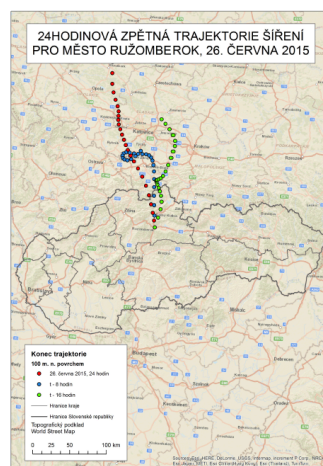
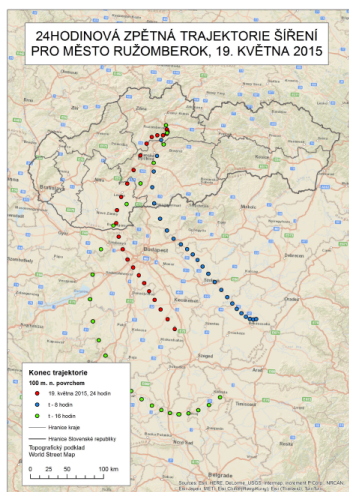
Přenos látek	Vlivy na území	Čas působení	Vliv zdrojů na imise	Depozice, transformace
Na krátké vzdálenosti	lokální jednotky až desítky km	minuty až hodiny	jeden zdroj nebo skupina nepříliš vzdálených zdrojů (kouřové vlečky se rozšiřují horizontálně i vertikálně)	Nedůležité
Na střední vzdálenosti	regionální stovky km	desítky hodin	Ize rozlišit vliv jednotlivých velkých zdrojů nebo skupin, ale nemusí být dominantní, může být převážen lokálním působením menších zdrojů	začínají se uplatňovat
Na dlouhé vzdálenosti	globální kontinenty celá Země	dny	nelze rozlišit příspěvky jednotlivých zdrojů	dominantní uplatnění

V současnosti je sdílení společného ovzduší díky transportu látek jedním z nejzávažnějších problémů světa. Klasickým případem transportu na velké vzdálenosti je acidifikace skandinávských jezer v důsledku přenosu znečištění z evropských zdrojů nebo občasné výskyty zvířeného saharského prachu ve střední Evropě

1.4.1 HYSPLIT (Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory)

Model HYSPLIT je schopen určit pohyb dané látky v reálném terénu. Výstupem modelu je trajektorie pohybu sledované látky (škodliviny). Z trajektorií je možné usoudit odkud se sledovaná látka do místa měření přesunula (transport).

Model HYSPLIT (Hybrid Single – Particle Lagrangian Integrated Trajectory) byl vyvinut Národním úřadem pro oceán a atmosféru (angl.: National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) v USA. Jedná se o lagrangeovský model pracující zejména s hodnotami směru a síly větru, který převládá v době měření. Jako zdroj meteorologických údajů využívá celosvětovou databázi GDAS obsahující data formou gridu. Informace v databázi jsou rozděleny do jednotlivých souborů. Každý z nich obsahuje údaje pro 7 po sobě jdoucích dní. Na vstupu modelu jsou kromě údajů o směru a síle větru také souřadnice sledovaného bodu, jeho výška nad terénem a čas konce měření. Volitelnými vstupními parametry jsou například: počet trajektorií, délka trvání trajektorie,





směr trajektorie (dopředné, zpětné), typ vertikálního pohybu vzdušných mas (vertikální proudění / izobarický děj / adiabatický děj), nebo maximální počet trajektorií. Jako výstupní formát je možné nastavit například formáty GIF, PDF, Postscript, nebo GIS formáty shapelfile (ESRI) a kmz (Google).

Je vysoce pravděpodobný dálkový transport částic, trajektorie v průběhu 24 hodin výrazně překračuje velikost okresu, kraje a často i republiky

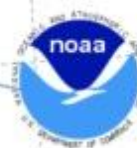
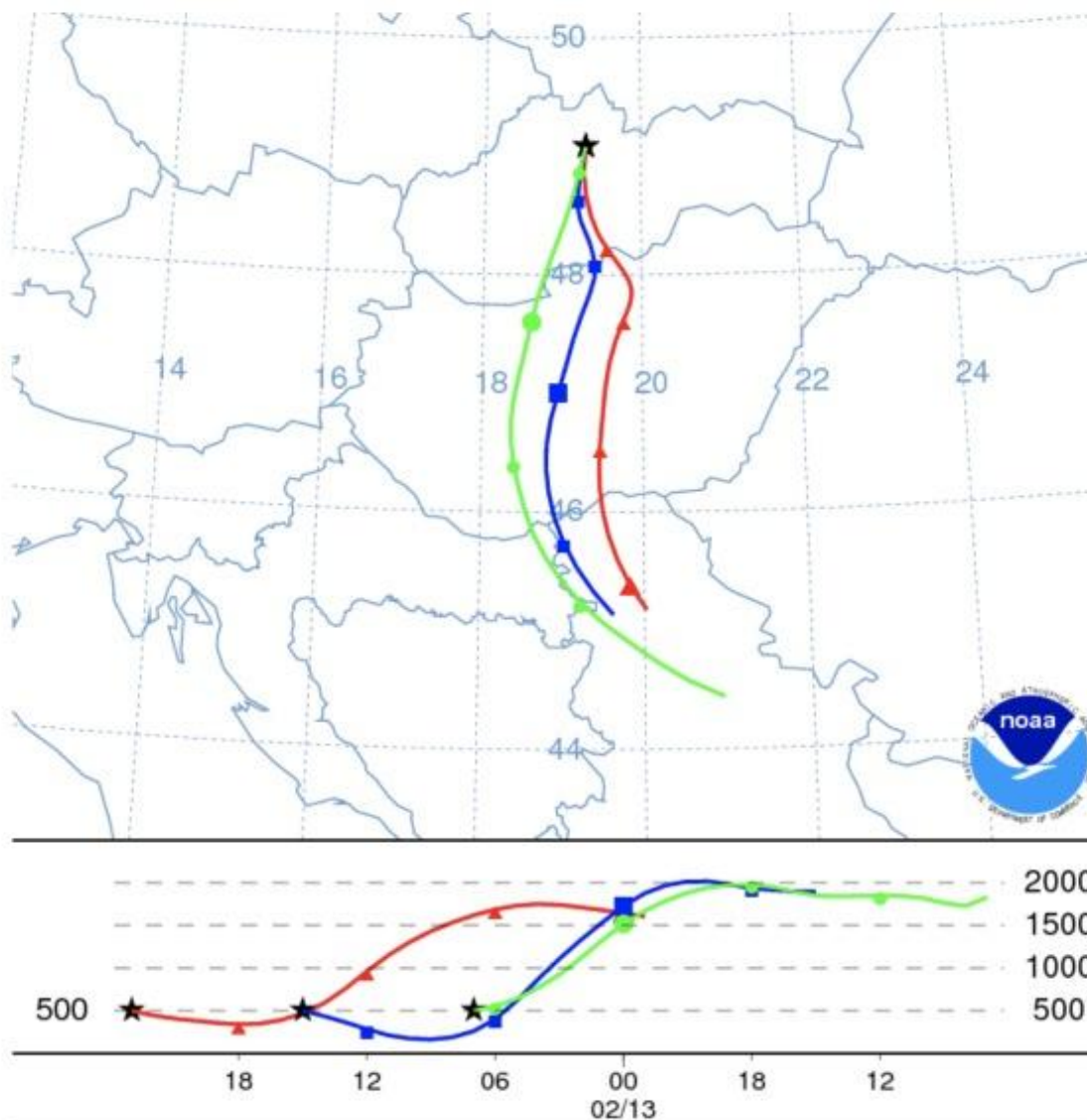
- v případě „dlouhých“ trajektorií, které znamenají silnější vítr, jsou koncentrace PM₁₀ nízké
- na trajektorii z 2.2.2015 je vidět již výše uvedené, rychlost větru se výrazně měnila v průběhu dne (24 hodin), zpomalení větru, pak vede k vyšším koncentracím PM₁₀, které skutečně byly naměřeny
- přestože jsou počátky trajektorií v Polsku, Česku nebo Maďarsku, do údolí Liptova většinou vstupují z jihozápadu nebo západu
- zvětšení konkrétních situací (viz. 4 obrázky z ledna 2015) ukazuje, že trajektorie částic prochází údolím a směřuje přes město k závodu MONDI a nikoliv obráceně
- z vypočtených trajektorií pouze 7.října 2015 mohlo dojít k zásadnímu přenosu emisí z MONDI do města, trajektorie jdou z východu, vítr byl však silný a výsledná koncentrace PM₁₀ byla cca 30 µg/ m³
- rovněž větrné růžice z měřených míst podporují hodnocení meteorologie v části 4, tj. východní směr větru se prakticky nevyskytuje
- trajektorie potvrzují, že i ve dnech s maximálními koncentracemi byly spíše příznivé podmínky, tj. byl teplejší rok s příznivými rozptylovými podmínkami



- průmyslový areál MONDI SCP a okolních firem se nachází na východní části města, a tudíž většinou jsou emise strhávány ze tohoto zdroje mimo území města
- obtěžování obyvatel města bude dáno malým výskytem epizod, kdy klesne rychlost větru a zhorší se rozptylové podmínky, i malá četnost takových situací může vést k vysokému obtěžování obyvatel (tento jev zvýšeného vnímání v populaci je normální a popisován)
- přestože se studie nezabývá pachovými látkami, ve studiích jsou popsány jako významný stresor, který ještě umocňuje vnímavost populace

1.4.2 Receptorové modelování – model Chemical Mass Balance

Receptorové modelování je králem mezi modely. Používá fyzikální a chemické charakteristiky plynů a tuhých částic změřené na zdroji znečišťování a v místě příjemce (receptoru) k identifikaci příspěvku konkrétního zdroje. Jedná se o složitý systém umožňující zjistit konkrétní podíl emisního zdroje na imisích v místě měření. Metoda umožňuje hodnotit fingerprint zdroje (otisk).



ENVitech Bohemia s.r.o., Ovocná 34, 161 00 Praha 6, Czech Republic

T +420 257 312 750, F +420 257 311 780, E eb@envitech.eu

IČ 47119209, DIČ CZ47119209, OR Městský soud v Praze, oddíl C, vložka 12701

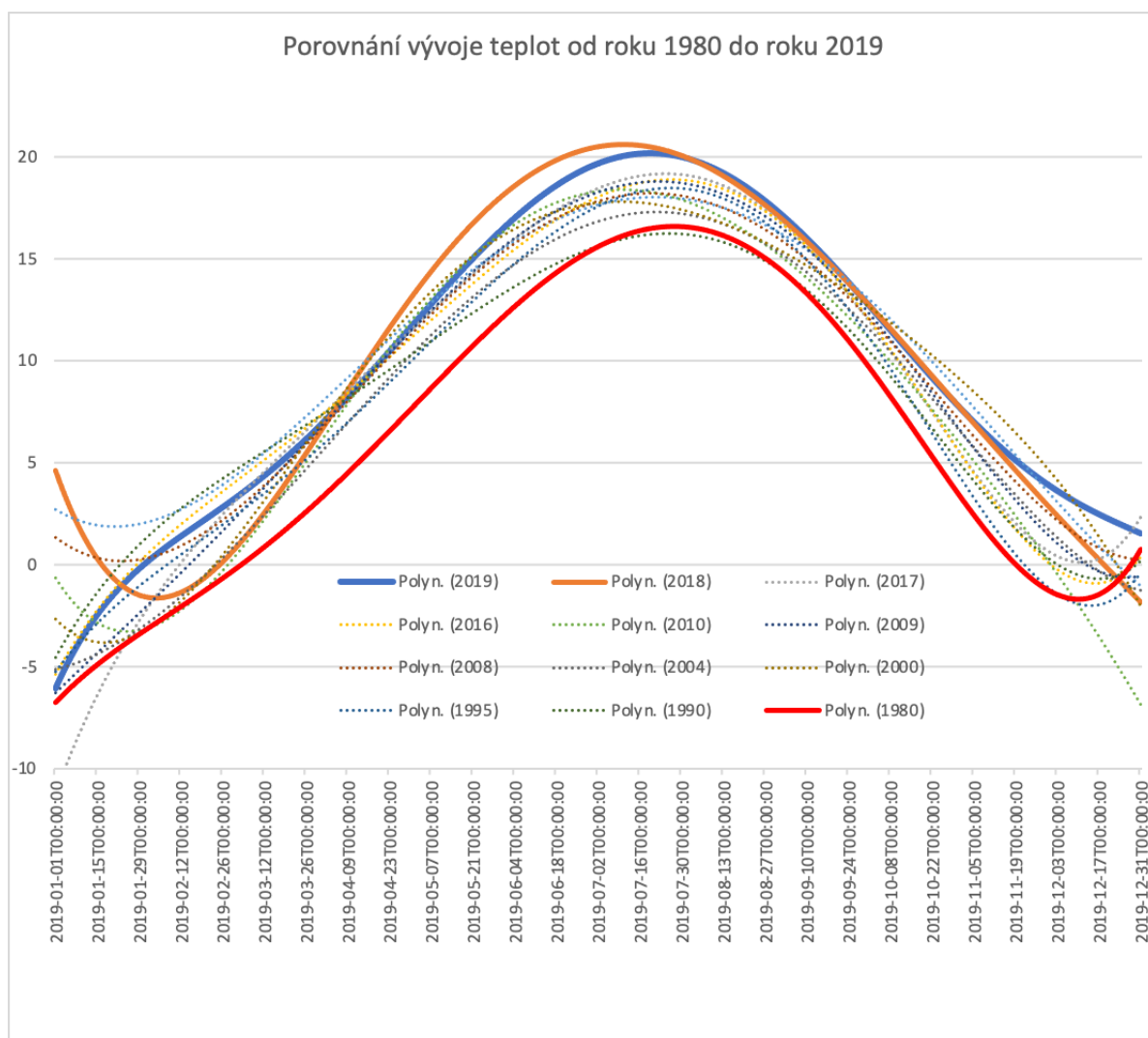
Bankovní spojení: KB Praha, č. ú.: 50905051/0100

www.envitech.eu

1.5 Meteorologie

Pro pochopení vlivu počasí a rozptylových podmínek je nutné vyhodnotit počasí v dlouhodobé perspektivě.

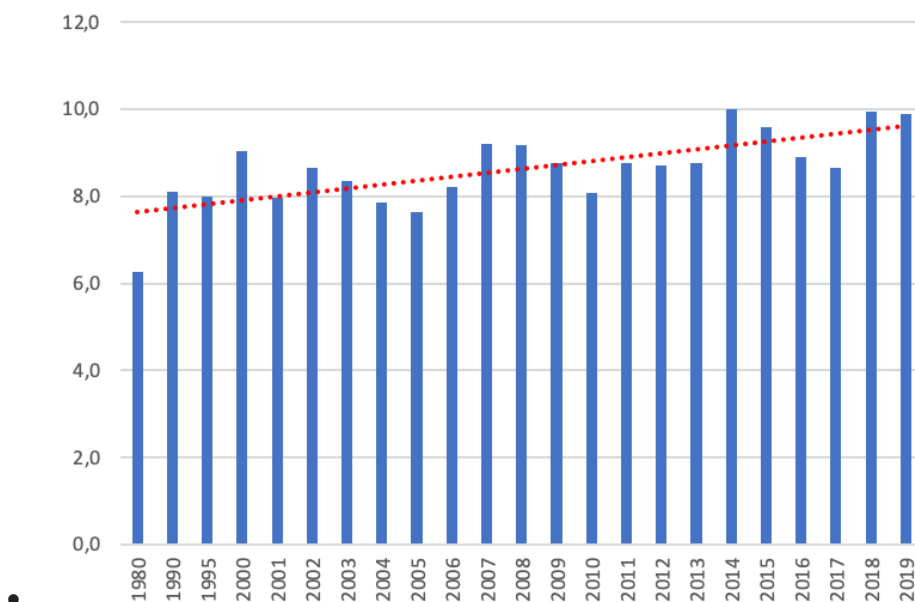
Teplota vzduchu



Zdroj: Meteoblue

Pro Ružomberok jsou dostupná podrobná data od roku 1979. Teploty v průběhu kalendářního roku mají podobný trend s maximem v létě a minimem v lednu. Pro pochopení jsou zvýrazněny křivky trendu 2019/2018 a 1980. Pokud budeme studovat roky podrobně, zjistíme několik zajímavostí:

- letní teplotní maximum se přesouvá z přelomu červenec/srpen do červen/červenec
- prokazatelně se průměrné teploty zvedají v čase
- topná sezóna do konce roku (září–prosinec) slábne, tj. vykazuje vyšší teploty



- Graf Vývoj průměrných ročních teplot Zdroj: Meteoblue

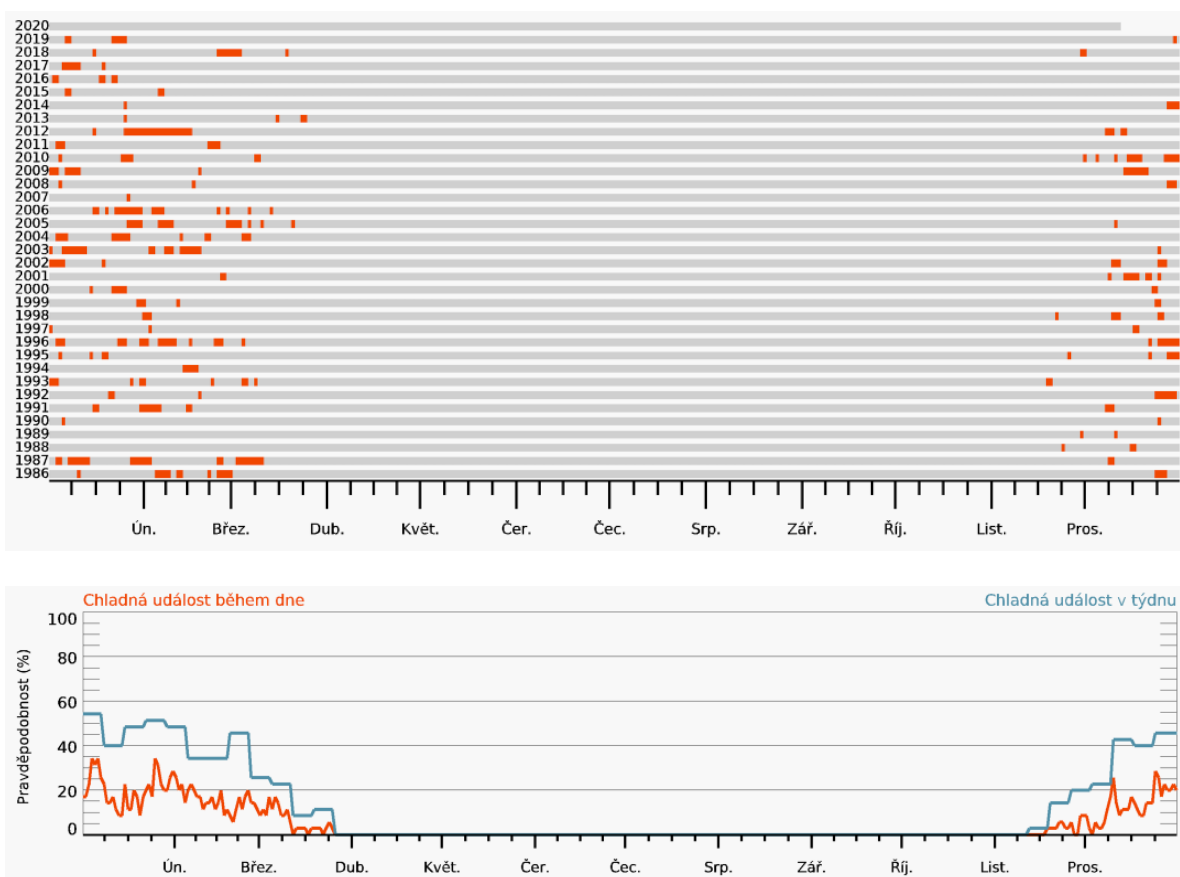
	teplota °C roční průměr
1980	6,3
1990	8,1
1995	8,0
2000	9,0
2001	8,0
2002	8,7
2003	8,4
2004	7,9
2005	7,6
2006	8,2
2007	9,2
2008	9,2
2009	8,8
2010	8,1
2011	8,8
2012	8,7
2013	8,8
2014	10,0
2015	9,6
2016	8,9
2017	8,7
2018	9,9
2019	9,9

Zdroj: Meteoblue

Teplotně byl rok 2019 mimořádně nadnormální. Průměrná roční teplota 9,5 °C byla o 1,6 °C vyšší než normál 1981–2010. Rok 2019 se tak po roce 2018 stává druhým nejteplejším rokem zaznamenaným v řadě průměrů od roku 1961.

Teplota vzduchu – výskyt chladných dnů

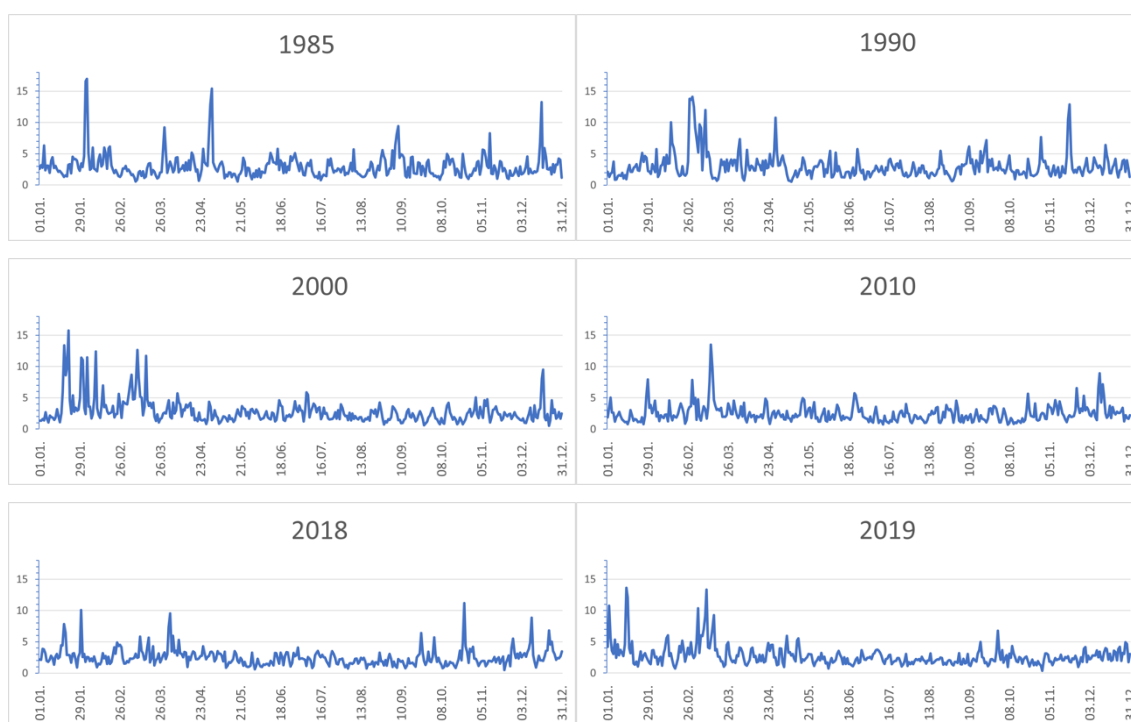
Chladné dny jsou důležité pro pochopení charakteru běžných zim v lokalitě Ružomberok. Chladné dny jsou také důležité pro lokální vytápění a zvyšují emise prachu, resp. imise PM_x. Trend výskytu chladných dnů nám umožní lépe pochopit změny v klimatu a odhadnout jaké počasí může být v příštích letech pro Ružomberok (Liptov) typické.



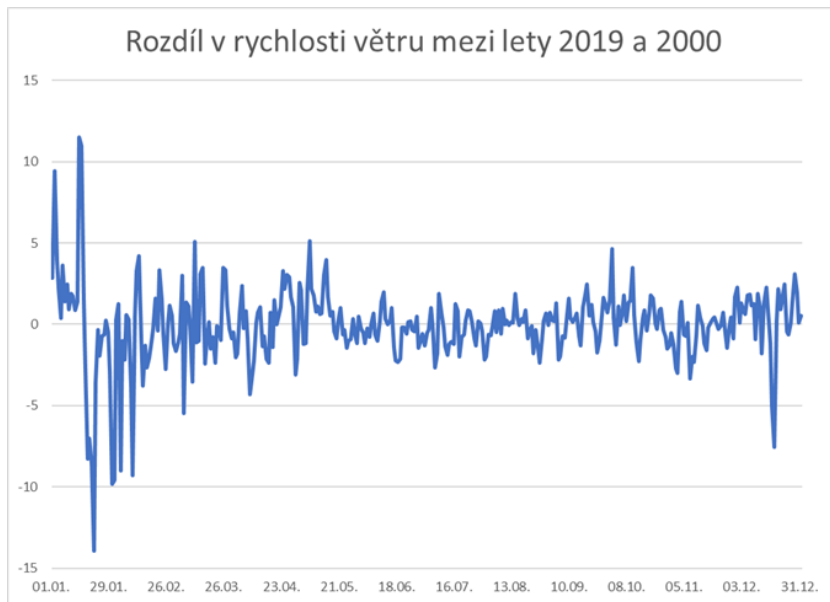
Výskyt chladných dnů v jednotlivých letech (1986–2020) Zdroj Meteoblue

Za posledních 35 let dochází k posunu chladných dnů do období leden/únor. Horní grafické schéma zobrazuje, že v letech 2003–2006 byl výskyt chladných dnů výrazně častější než v letech 2013–2020.

Výše uvedený graf zobrazuje rozložení chladných dnů v roce a délku možných epizod.



Průběh rychlostí větrů ve vybraných letech. Zdroj: Meteoblue



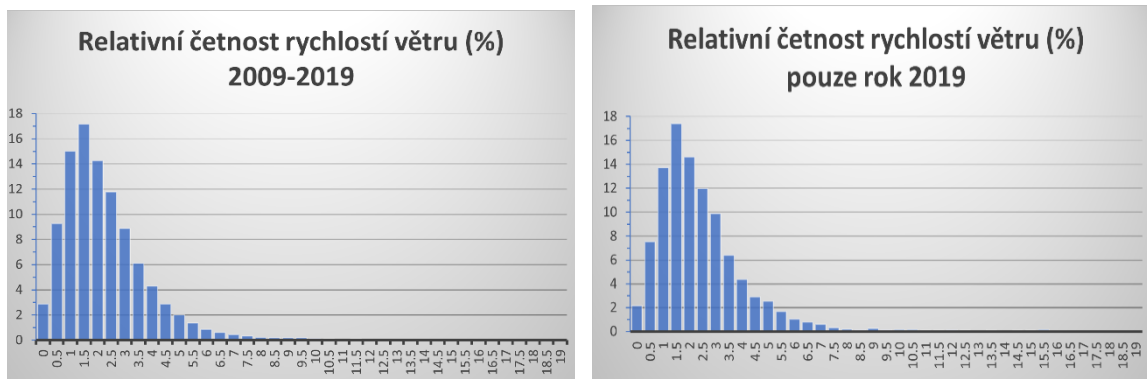
Rozdíl v rychlosti větru mezi lety 2019 a 2000. Zdroj: Meteoblue

Největší změny v rychlostech větru jsou v období leden/ únor.

Četnost rychlosti větrů v desetiletí

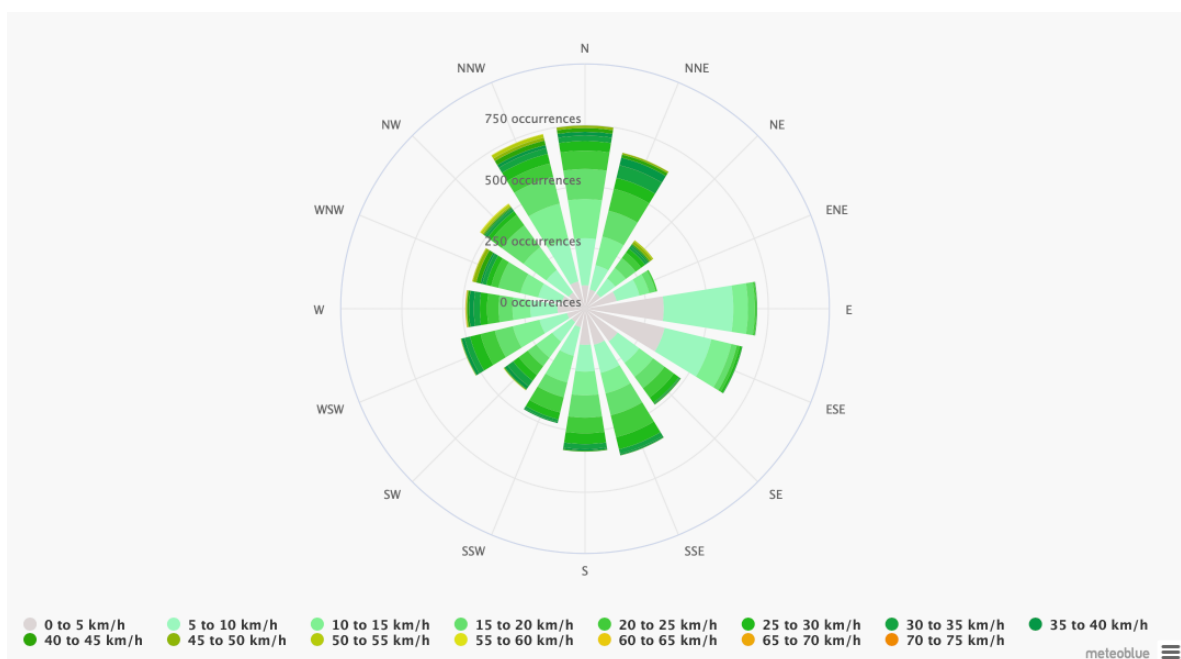
rychlost větru (m/sec)	četnost (%)	rychlost větru (m/sec)	četnost (%)
0	2,8846	11.5	0,1058
0.5	9,2586	12	0,0757
1	15,0257	12.5	0,0685
1.5	17,1552	13	0,0736
2	14,2509	13.5	0,0799
2.5	11,7895	14	0,0736
3	8,8654	14.5	0,0778
3.5	6,1022	15	0,0405
4	4,2901	15.5	0,0373
4.5	2,8628	16	0,0384
5	2,0133	16.5	0,0311
5.5	1,3588	17	0,0176
6	0,8713	17.5	0,0166
6.5	0,6047	18	0,0114
7	0,4336	18.5	0,0104
7.5	0,3184	19	0,0228
8	0,2251	19.5	0,0052
8.5	0,1981	20	0,0010
9	0,1950	20.5	0,0010
9.5	0,1815	21	0,0010
10	0,1276	21.5	0,0000
10.5	0,1068	22	0,0021
11	0,0892		

Relativní četnosti rychlostí větru – Zdroj: Meteoblue



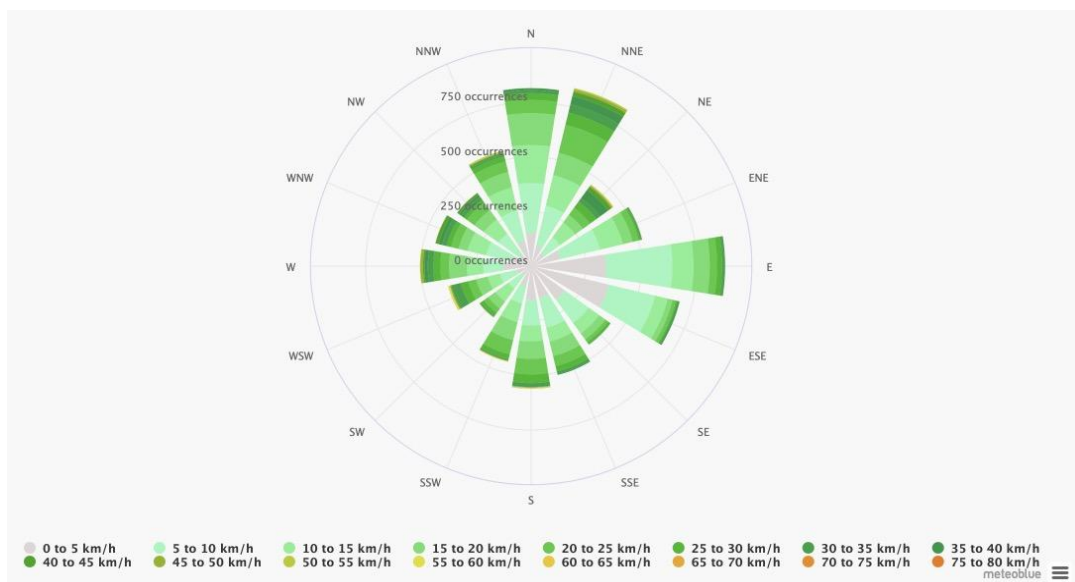
Větrné růžice a hodnocení převládajících směrů větrů.

2019



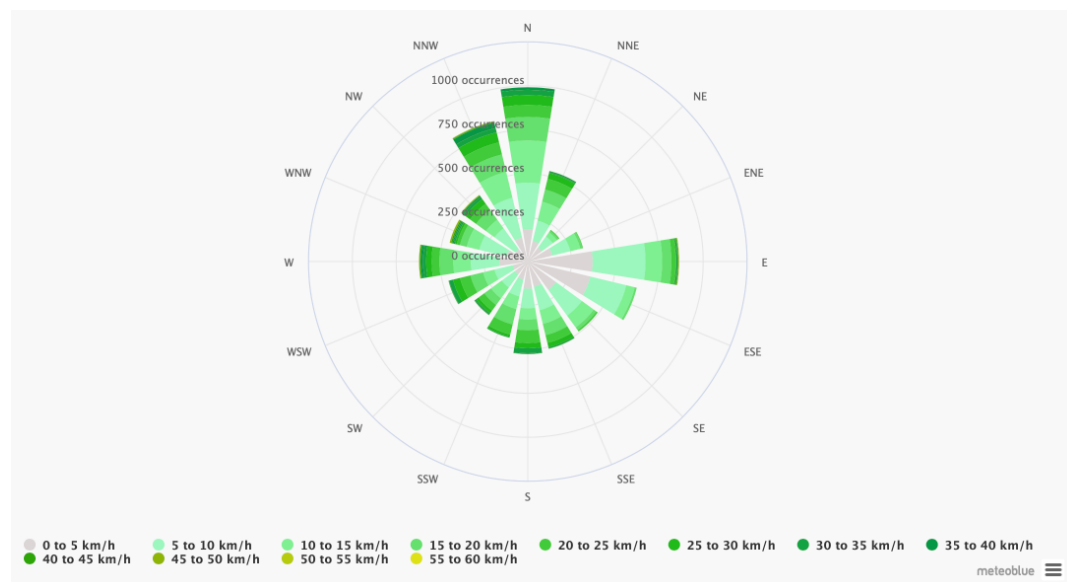
Zdroj: Meteoblue, lokalita Ružomberok

2018



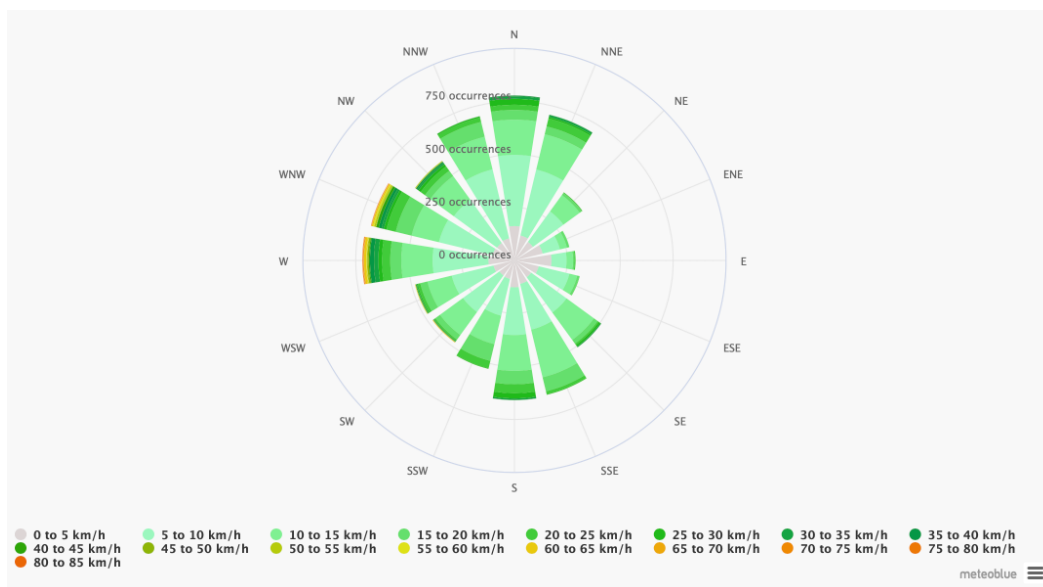
Zdroj: Meteoblue, lokalita Ružomberok

2010



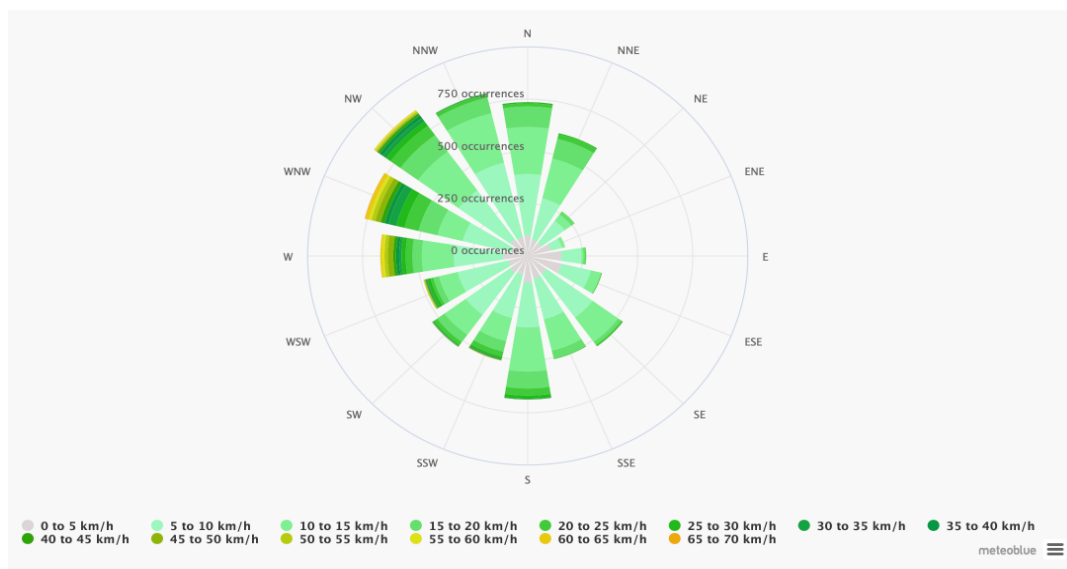
Zdroj: Meteoblue, lokalita Ružomberok

2000



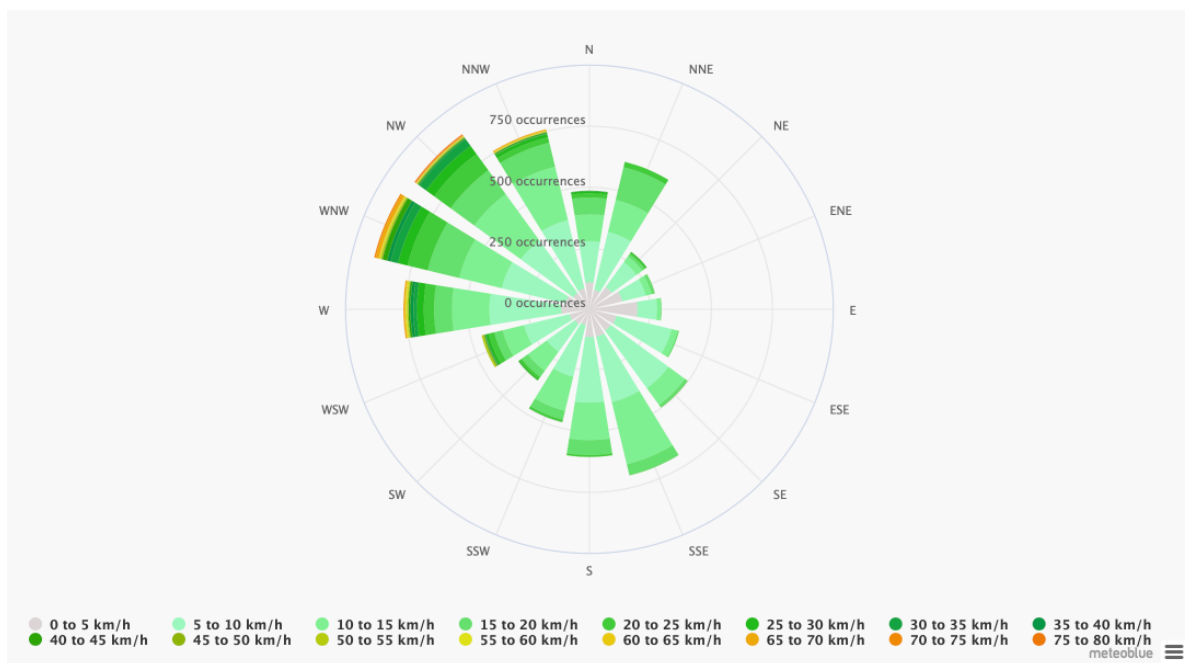
Zdroj: Meteoblue, lokalita Ružomberok

1990



Zdroj: Meteoblue, lokalita Ružomberok

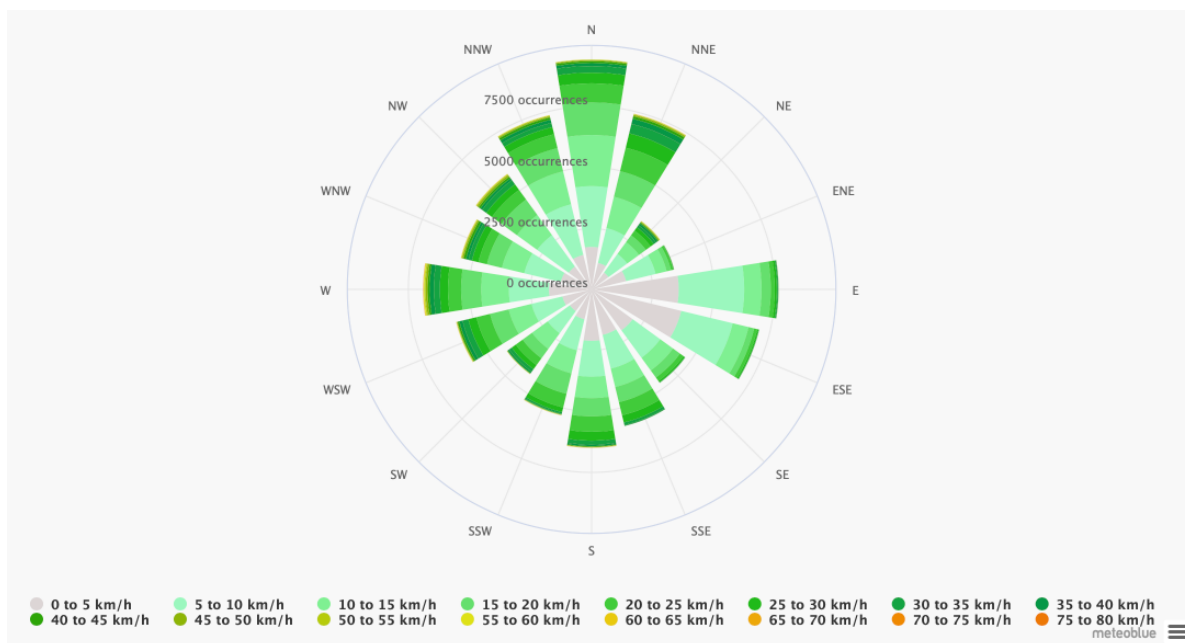
1985



Zdroj: Meteoblue, lokalita Ružomberok

Nejobvyklejší směr větrů je severozápad (270 0) a blízké směry od západu po sever. Naopak nejméně častý směr jihovýchodní. Zajímavé je, že v posledních 2 letech se s vyšší četností objevuje východní směr a fouká svěží vítr do 40 km v hodině. Tento vítr zajišťuje často citované dobré rozptylové podmínky.

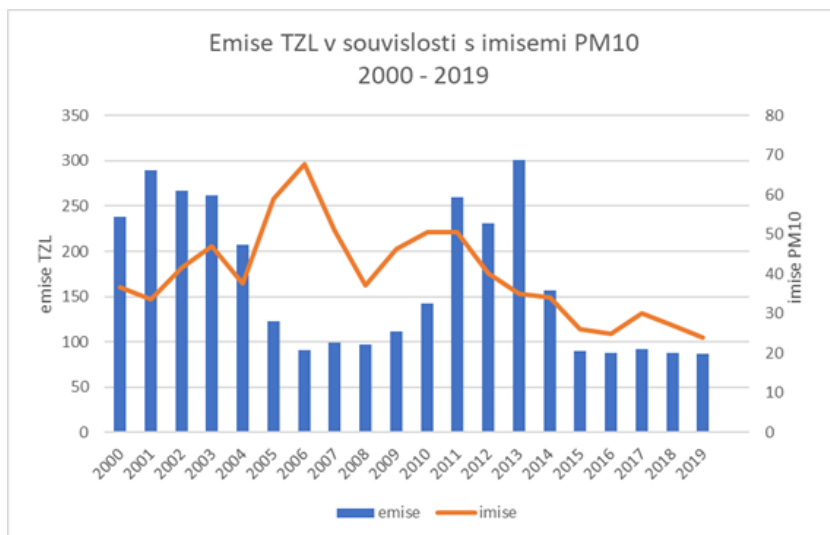
2009–2019



Zdroj: Meteoblue, lokalita Ružomberok

Pro lepší pochopení uvádíme větrnou růžici za posledních 10 let, která zobrazuje jako dominantní směr větru sever a oba směry z východu i na východ. Ovzduší tedy částečně "stahuje" voda a vítr profukuje často údolím Liptova tam nebo zpět. To je velmi výhodné pro rychlý transport ovzduší z místa vzniku, páteřní komunikace E50.

1.6 Souvislosti



Emise TZL v souvislosti s imisemi PM₁₀ 2000–2019. Zdroj: Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ

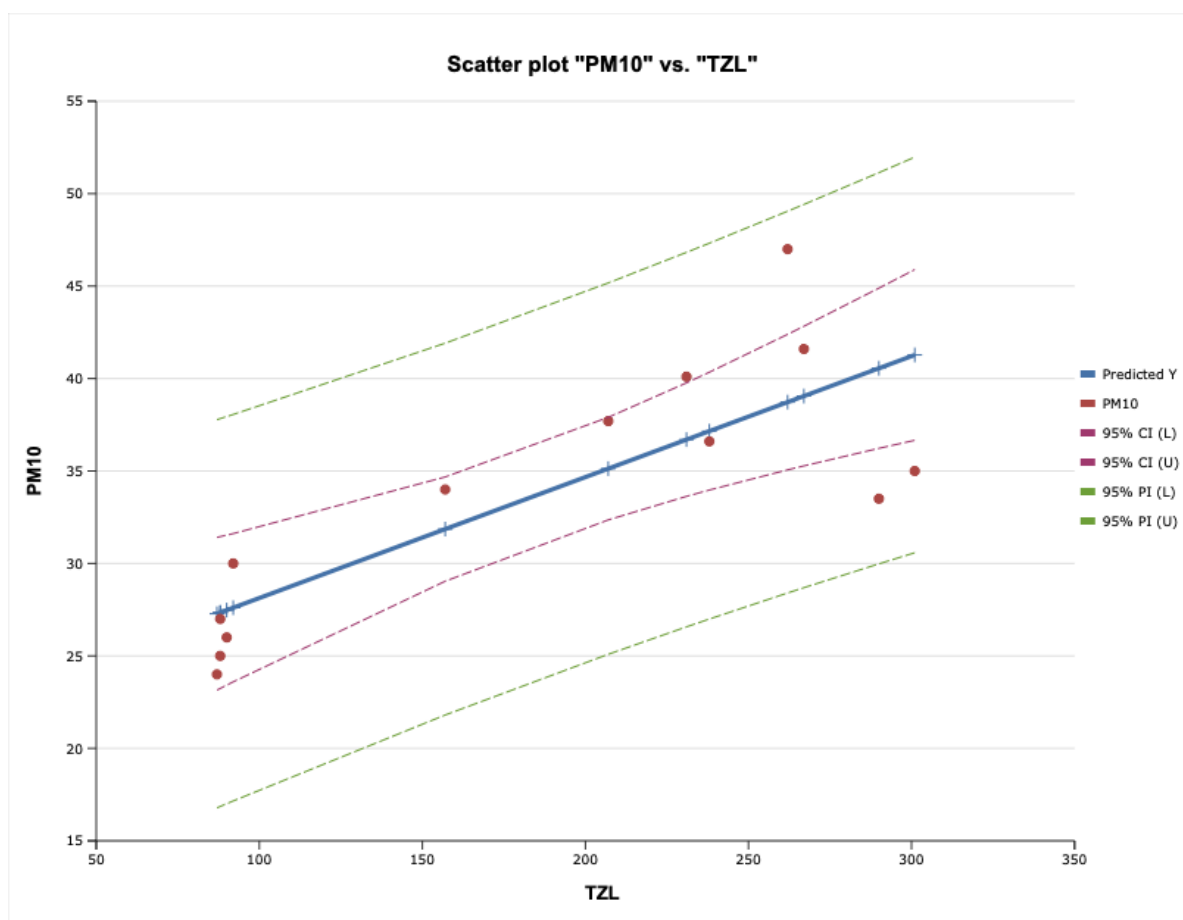
Z grafu je patrná souvislost mezi emisemi TZL a koncentrací PM₁₀. Zřetelné to je zejména od roku 2014. V letech 2005–2010 byly spíše rozptylově horší zimy a zde je naopak vidět, jak dokážou meteorologické podmínky účinně “maskovat” antropogenní zdroje.

Pokud budeme hodnotit celé období 2000–2019 a období bez roků 2005–2011, potvrdí nám regresní závislost vztah mezi emisemi TZL a imisemi PM₁₀ jako prokazatelnou.

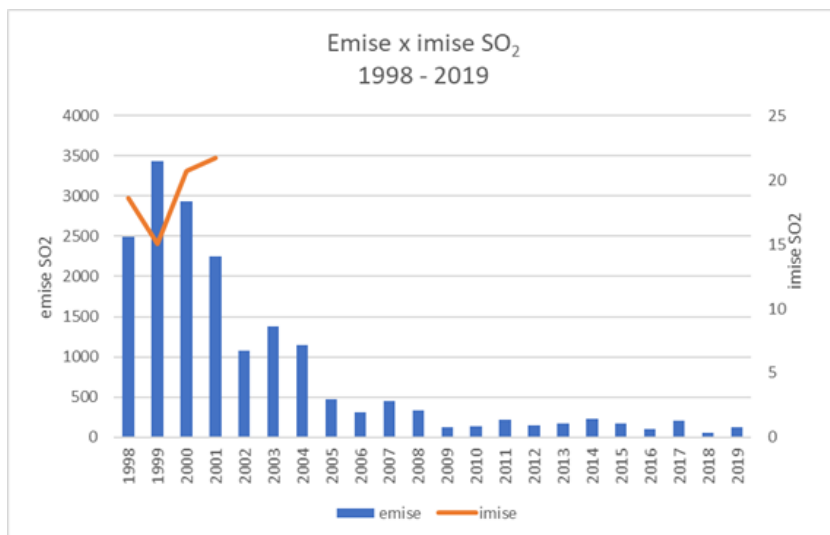
Korelační koeficient pro celé období je 0,0718 a pro vybrané období je 0,8025. V případě, že počasí nemá tak zásadní vliv jako v období 2005–2011, dá se vyjádřit závislost TZL a PM₁₀ jako $PM_{10} = 21,58788 + 0,06541 * TZL$.

Výpočet je uveden, aby byl zřejmý vliv počasí a rozptylových podmínek. Tak jak mohou špatné rozptylové podmínky maskovat závislost TZL a PM₁₀, tak

ji může velmi dobré rozptylové podmínky roků 2019, 2020 pozitivně vylepšovat. Proto je třeba hodnotit ovzduší dlouhodobě a vzít v úvahu existenci "klimaticky průměrného roku", resp. nepřeceňovat účinnost navržených opatření, ale zároveň tato opatření nebagatelizovat.

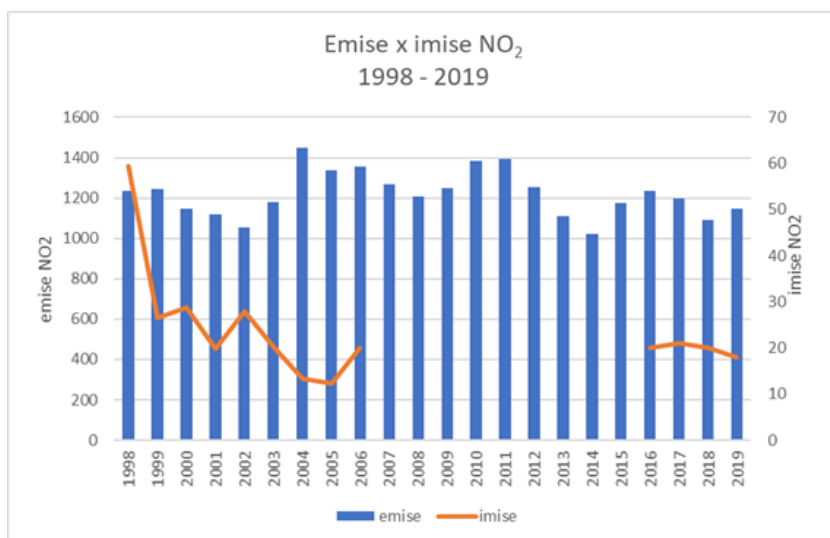


Obr. Regresní závislosti mezi PM_{10} a TZL v klimaticky "normálnějším" období. Výpočet STATPLUS
Zdroj: Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ



Emise x imise SO₂ 1998–2019. Zdroj: Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ

Informace o koncentracích SO₂ v oficiální databázi chybí, ale u oxidu siřičitého došlo k tak výraznému poklesu emisí i imisí, že není nutné opatření zaměřit na jeho další snižování.



Emise x imise NO_x 1998–2019. Zdroj: Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ



Oxidy dusíku jsou významnou skupinou látek a opatření na jejich eliminaci mají logický význam, z grafů porovnání emisí stacionárních zdrojů a imisí lze konstatovat pouze "stagnaci", ale ke stacionárním zdrojům je nutné přidat dopravu a lokální topeniště.

Definice charakteristických období – sezón

Topná sezóna nastává, pokud průměrná denní teplota venkovního vzduchu v dané lokalitě poklesne pod +13 °C ve dvou dnech po sobě následujících, a podle vývoje počasí nelze očekávat zvýšení této teploty v dalším dni.

Obdobně, dodávky tepla jsou přerušeny, pokud průměrná denní teplota venkovního vzduchu vystoupí nad +13 °C ve dvou dnech po sobě následujících a podle vývoje počasí nelze očekávat snížení této teploty ani pro další den.

Topná sezóna (neboli otopné období) trvá od 1. září do 31. května.

Netopná sezóna trvá od 1. června do 30. srpna.

Pro účely hodnocení rozdělujeme 4 sezóny:

název sezóny	období
topná	listopad–únor
přechodná 1	březen–duben
netopná	květen–srpen
přechodná 2	září–říjen

Roční chod poměru frakcí PM_{2,5} a PM₁₀ souvisí se sezonním charakterem některých emisních zdrojů. Emise ze spalovacích zdrojů vykazují vyšší zastoupení frakce PM_{2,5} než např. emise ze zemědělské činnosti a resuspenze při suchém a větrném počasí. Vytápění v zimním období může být tedy



důvodem vyššího podílu frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} . Pokles během jarního období a začátku leta je v některých studiích vysvětlován také nárustem množství větších biogenních částic, např. pylu (Gehrig, Buchmann 2003).

Na dopravních lokalitách je poměr $PM_{2,5}$ vůči PM_{10} nejnižší (obr. IV.1.16). Při spalování paliv v dopravě se emitované částice nalézají především ve frakci $PM_{2,5}$ a poměr by měl tudíž být u dopravních lokalit vysoký. To, že tomu tak není, zdůrazňuje význam emisí větších částic z otěrů pneumatik, brzdového obložení a ze silnic. Zastoupení hrubé frakce na dopravních stanicích narůstá i v důsledku resuspenze částic ze zimního posypu. K navýšení koncentrace PM_{10} může dojít i v důsledku zvýšené abraze silničního povrchu posypem a následnou resuspenzí obroušeného materiálu (EC 2011). Naproti tomu vyšší poměr frakcí $PM_{2,5}$ a PM_{10} v důsledku emisí ze spalovacích procesů je pozorován na průmyslových stanicích.

Nejvyšší koncentrace suspendovaných částic naměřená v roce 2010 byly zapříčiněny zejména opakovaným výskytem nepříznivých meteorologických a rozptylových podmínek v zimním období a nejchladnější topnou sezonou od roku 1996 (obr. III.6). V období 2011–2016 je u 36. nejvyšší 24hodinové koncentrace i roční průměrné koncentrace pozorován pokles. Pokles koncentrací PM_{10} se projevil na stanicích všech kategorií (obr. IV.I.17–18). V roce 2017 došlo k mírnému nárůstu koncentrací, a to převážně z důvodu nepříznivých rozptylových podmínek z počátku i ke konci roku. V roce 2018 koncentrace na jednotlivých typech stanic zůstaly na podobných úrovních až mírně stouply, v celkovém průměru oproti roku 2017 stouply. V roce 2019 byl zaznamenán výrazný pokles 36. nejvyšší 24hodinové koncentrace i roční průměrné koncentrace PM_{10} . Koncentrace v roce 2019 dosáhly svých minim za

hodnocené období, na většině stanic i od počátku měření v 90. letech 20. století.

rok	PM10	teplota	teplota zima
2000	36.6	9,0	-0,5
2001	33.5	8,0	1,3
2002	41.6	8,7	1,2
2003	47	8,4	-1,4
2004	37.7	7,9	-0,9
2005	58.9	7,6	-1,9
2006	67.8	8,2	-3,6
2007	50.9	9,2	3,6
2008	37.2	9,2	1,9
2009	46.3	8,8	-0,6
2010	50.6	8,1	0,0
2011	50.6	8,8	0,6
2012	40.1	8,7	-1,2
2013	35	8,8	-0,9
2014	34	10,0	4,0
2015	26	9,6	1,8
2016	25	8,9	1,7
2017	30	8,7	0,1
2018	27	9,9	0,4
2019	24	9,9	1,5

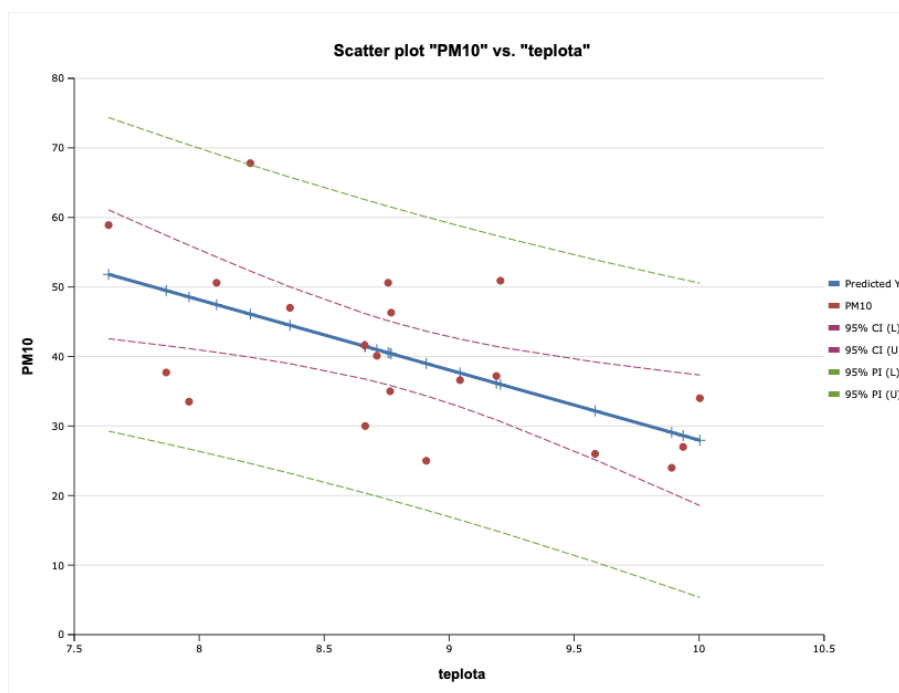
Tab.: Vývoj ročních koncentrací PM₁₀ a průměrných teplot, Zdroj: Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, Metoblue

Pokles koncentrací suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5} lze přisoudit kombinaci faktorů – rok 2019 byl mimořádně teplotně nadnormální a srážkově normální. Navíc v roce 2019 v porovnání s desetiletým průměrem panovaly zlepšené rozptylové podmínky. Tyto faktory vedou k menším emisím z

vytápění a k lepšímu rozptylu emisí z různých zdrojů. Ke konci roku – v listopadu a prosinci – nedošlo v porovnání s jinými roky k obvyklému výskytu nepříznivých rozptylových podmínek. Pokles koncentrací lze přisoudit i již realizovaným opatřením pro zlepšení kvality ovzduší (výměna kotlů), postupující obnově vozového parku a opatřením na velkých zdrojích.

Vztah mezi vybranými škodlivinami a teplotou

PM₁₀ a teplota R=0,5886 střední závislost na roční teplotě. Při výběru topné sezóny se příliš nemění.



Graf: Regresní závislost PM₁₀ na teplotě, Zdroj: Zprávy o kvalitě ovzduší SHMÚ, Meteoblue



Z grafu je zřejmé, že teplota prokazatelně ovlivňuje imisní koncentrace PM₁₀, s klesající teplotou roste koncentrace. Jedná se o střední závislost, která potvrzuje, že teplota není jediný faktor ovlivňující koncentrace PM₁₀.

2. Existující studie

Nejvýznamnější závěry ze studií Města, Kraje od roku 1996, ve vazbě na kvalitu ovzduší v Liptovĕ.

2.1. „Identifikácia pôvodcov znečisťovania ovzdušia v meste Ružomberok“ , Envitech Bohemia 2015.

Realizovaná studie měla za cíl odpovědět na otázku podílu zdrojů znečišťování ovzduší ve městě Ružomberok. Z jednotlivých kapitol vyplývá, že:

- na znečišťování ovzduší ve městě se podílí průmyslové zdroje, doprava a lokální topeniště
- všechny závěry podporují jako důležitý zdroj také dálkový transport, jeho kvantifikace není přesně možná – záleží na meteorologických podmínkách, bude se jednat o údaj v jednotkách procent
- studie prokázala vysoký podíl biogenní hmoty, která souvisí s charakterem krajiny a je přirozená
- bylo potvrzeno spalování všech druhů běžného paliva, v regionu je velmi oblíbené dřevo, uhlí je využíváno podstatně méně – to prokázaly i výsledky naměřených imisí

- obyvatelé uvádějí, že nespalují odpady a studie prokázala, že skutečně je míra spalování odpadů velmi nízká, těsně nad 1% vlivu
- nejzásadněji ovlivňují kvalitu ovzduší ve městě spalovací procesy
- ovlivnění imisních koncentrací organických látek, zejména VOC, je z MONDI na úrovni jednotek procent
- biogenní emise z Mondí přispívají na jednotlivých lokalitách navýšením koncentrací PM₁₀ na úrovni 1-5%
- výpočet trajektorií, stejně jako hodnocení meteorologie potvrdil, že průmyslová zóna s MODI SCP je ve směru příchozích větrů, tj. emise přicházejí z města směrem k MONDI
- MONDI SCP je nejvýznamnějším zdrojem v okrese a jedním z největších na Slovensku, díky toho může za souběhu konkrétních meteorologických podmínek dojít k obtěžování obyvatel města
- dominantním zdrojem prašnosti jsou lokální topeniště, situace je stejná v celé SR
- lokální topeniště přispívají pouze v topné sezóně, která je však v Ružomberku dlouhá
- vliv dopravy je průměrně 12 %, v létě tvoří až 22%
- plocha města není zdroji zatížena rovnoměrně

Další projekty zaměřené na ovzduší Město Ružomberok neprovádělo.



2.2. „Monitoring perzistentných organických látok v Slovenskej Republike“ , kolektiv autorů, 2003, www.shmu.sk/about/pop/index.

Národní projekt zaměřený na inventuru perzistentních látek v prostředí. Ružomberok byl jednou se zařazených lokalit. Důležité závěry:

- jedná se o inventuru, která sloužila k definici vstupní situace na konci 90. let
- naměřené koncentrace PCB a PCDD/F byly podobné jako v jiných Evropských městech.
- Naměřené koncentrace se neliší od jiných městských nebo průmyslových aglomerací.
- V koncentracích jsou významné rozdíly v jednotlivých kampaních, bylo odebráno velmi málo vzorků (v Ružomberoku pouze 8).
- rozptyl naměřených koncentrací je veliký (v řádech)

2.3. „Vplyv zápachajúcich sírnych zlúčenín vznikajúcich pri výrobe celulózy na zdravotný stav pracovníkov celulózky a obyvateľov mesta Ružomberok, ÚVZ Banská Bystrica, 2006

Studie zaměřená na organické látky obsahující síru (merkaptany), sulfan a skupinu látek definovanou jako TRS. Ve studii je podrobně popsána expozice a účinek uvedených látek, velmi detailně jsou posouzeny věkové skupiny obyvatel resp. pracovníků. Studie kvantifikuje číselně míru rizika v

jednotlivých skupinách, ale neuvádí konkrétní dopad koncentrace = ovlivnění zdraví. Studie je zaměřena primárně na pracovníky a pracovní prostředí. Dopad na zdraví běžných obyvatel není možné ze studie určit.

2.4. „Šíření vlhkosti ze zdrojů Mondi SCP a.s. a její vliv na tvorbu námrazy a inverze“ , AV ČR - kolektiv autorů, 2015,

- studie se zabývá vlivem vlhkosti související s výrobou v MONDI SCP na "meteorologickou situaci". Zásadní závěry:
- studie posuzuje vznik vlhkosti a její šíření, včetně projevů jako je námraza
- studie definuje ovlivnění přízemní teploty a vlhkosti
- MONDI SCP ovlivňuje podle výstupů studie významně oblasti na východ od zdroje, naopak ovlivnění města Ružomberok je málo pravděpodobné
- vlhkost nemá vliv na navýšení teploty
- naprostá většina vleček má horní hranici pod výškou 200m, podle rychlosti vlečky dochází k promíchání s okolní vzdušninou
- studie se zabývá také inverzemi, kdy počet dnů s inverzí je v letech velmi rozmanitý, vliv chladících věží MONDI SCP je na úrovni 2 promile, tedy velmi nízký
- u námrazy je vliv MONDI SCP minimální a pokud nastane výjimečná souhra okolností (říjen - únor), je ve směru šíření vlhkosti - východ od MONDI SCP
- vliv vleček chladících zařízení firmy Mondi na zvýšení přízemní vlhkosti a teploty je v průměru zanedbatelný

- stejné závěry uvádí studie "Studie šíření vlhkosti ze zdrojů Mondi SCP a.s. a jeho vliv na mikroklima po realizaci projektu ECO PLUS – Instalace nového papírenského stroje PM19", od stejných autorů

2.5. „Autorizované měření imisí v obci Ružomberok - Hrbořtová“ , TESO Ostrava, 2014

Jedná se o měření ClO₂, H₂S, NH₃, VOC, merkaptanů a meteorologických podmínek v Hrbořtové. Výsledky:

- koncentrace H₂S a merkaptanů mohou být v naměřených koncentracích pachově významné
- koncentraci ClO₂ není možné s ničím srovnat, neexistuje hodnota běžného pozadí, hodnota je však "nezvykle zajímavá" tj. cca 0,37 mg/m³, ale jedno měření je těžko hodnotitelné
- měření se nezabývá interpretací
- pokud použijeme AGEL - limit pro doporučenou akutní expozici na úrovni 1, kdy dochází k obtěžování citlivých osob nebo vyvolání indispozice, je limit podle US EPA 0,41 mg/m³

2.6. „Vplyv diaľnice D1 na znečistenie ovzdušia mesta Ružomberok“ , Zdroj MONDI SCP ze studie FIDOP s.r.o. Žilina, 2018

Jedná se o studii, zaměřenou na odhad imisního dopadu odklonu dopravy z I/18 na dálnici D1. Závěry:

- po otevření dálnice dojde k odklonu cca 40% tranzitní dopravy
- studie předpokládá že z dlouhodobého hlediska (rok 2040) dojde k výraznému snížení emisní zátěže z dopravy až o 50% v roce 2040

Referenčné body		PM ₁₀			NO ₂		
		24 hod			1 hod		
		Súčasný stav	Nový stav	Rozdiel	Súčasný stav	Nový stav	Rozdiel
R1	<i>Lisková</i>	0,667	0,63	-5%	13,77	14,13	3%
R2	<i>Štiavnička</i>	1,689	0,69	-59%	34,81	15,04	-57%
R3	<i>Ul. Tatranská</i>	4,385	0,77	-82%	88,66	16,54	-81%
R4	<i>City Market</i>	3,228	1,58	-51%	69,26	32,62	-53%
R5	<i>Ul. Za dráhou</i>	0,657	1,28	96%	13,26	26,62	101%
R6	<i>Ul. Zarevúca</i>	4,923	0,84	-83%	109,0	18,71	-83%
R7	<i>SZŠ Márie</i>	4,656	1,41	-70%	96,05	29,33	-69%
R8	<i>Ul. Pod</i>	1,920	1,43	-25%	38,64	28,36	-27%
R9	<i>Ul. Scota</i>	2,432	0,83	-66%	50,26	17,86	-64%
R1	<i>Ul.</i>	1,224	0,68	-44%	25,19	14,71	-42%

- studie nepředpokládá zásahy do vozového parku (emisní třídy, alternativní pohony, organizace dopravy atd.), které mohou emisní zátěž dále snížit nebo alespoň stabilizovat




3. Aktivity města

Město Ružomberok provádí ve smyslu platné legislativy přenesený výkon státní správy na úseku ovzduší a je příslušným orgánem pro malé zdroje znečišťování ovzduší. Město vydává závazné stanovisko, ve kterém povoluje malý zdroj znečišťování ovzduší. V legislativní oblasti má kompetence, kterými může ovlivnit malé zdroje (lokální topeniště) a dopravu. U středních a velkých zdrojů může prosazovat pouze dobrovolné nástroje. Příkladem je dohoda s MONDI SCP na zajištění tepla v systému CZT.

Z hlediska preventivních opatření může a musí město provádět zásahy do dopravní vnitřní infrastruktury, resp. organizace dopravy, čištění komunikací, výsadbu zelených pásů apod. Tato činnost je v současnosti prováděna bez vazby na imisní dopady.

Město neprovádí edukační činnosti v oblasti ekologie, je nutné připravit potřebné kampaně, včetně výměny lokálních kotlů.

A vibrant rainbow arches across a dark, overcast sky. Below the rainbow, a town is visible at dusk, with buildings illuminated by warm lights. The scene is captured from an elevated perspective, showing the rooftops and structures of the town. The rainbow's colors are bright and distinct, contrasting sharply with the dark sky. The town below is a mix of residential and commercial buildings, with some lights already on, suggesting the transition from day to night. The overall mood is serene and hopeful, symbolizing a bright future or a positive outcome.

B. Definice požadovaných výstupů

4. Definice možných opatření ve všech segmentech

Základním cílem strategického plánu je trvalé dosažení limitů pro vyjmenované znečišťující látky a dosažení požadovaného komfortu života u obyvatel města Ružomberok. Aby byly cíle trvalé, musí být opatření systematická, proveditelná a kontinuální v dlouhém čase. Proto je Strategický plán připraven s výhledem 30 let.

Zpracovatelé upozorňují, že v průběhu uvedeného období mohou nastat legislativní, politické, demografické, ekonomické i meteorologické změny, které zasáhnou proces realizace strategického plánu. Cíl je však jednoznačný a neměl by být žádným uvedeným procesem narušen. Harmonogram realizace Strategického plánu bude nutné pravidelně aktualizovat.

Pokud má Ružomberok ambice stát vyhledávanou "čistou" oblastí je nutné také trvalé zlepšování imisní situace i pod hranici limitů.

Řešené znečišťující látky

Z analýzy kvality ovzduší vyplývají následující problematické znečišťující látky:

- suspendované částice PM₁₀ – dochází k překračování krátkodobého i ročního imisního limitu
- benzo(a)pyren - dochází k překračování ročního imisního limitu
- NO₂ – nedochází k překračování limitu, ale významně roste a je prekurzorem ozónu, podílí se na tvorbě řady organických látek

4.1. Efektivita jednotlivých opatření podle typu zdrojů znečišťování ovzduší

Skupina zdrojů emisí	částice PM10, PM2.5	benzo(a)pyren	NO2
Mobilní zdroje (doprava)	xxx	xxx	xxxx
Lokální topeniště	xxx	xxxx	xx
Průmyslové zdroje	xx	x	xx
Fugitivní emise	xx	-	-

Samostatným problémem, který vede ke snížení komfortu života jsou pachové látky, které jsou sice znečišťující látkou, ale nejsou chemickým individuem a neexistuje pro ně platný limit.

5. Opatření podle segmentů

- Opatření v energetice – úspory ve veřejných budovách
- Opatření v dopravní infrastruktuře
- Opatření plynoucí z legislativy EU, státu, Města
- Nadlimitní čištění komunikací – systém, četnost a zaměření na malé částice.
- Výsadba vhodné zeleně – tvar, funkčnost a odolnost, nízká alergenita.



5.1. Průmysl (PR)

- zásahy do IPPC, EIA
- dobrovolné dohody
- varovný systém a omezování výroby

Od roku 2010 platí směrnice Evropského parlamentu o průmyslových emisích pro spalovací zařízení (≥ 50 MW). Cílem směrnice je regulace průmyslového znečištění, zdroje mají povinnost učinit preventivní opatření proti znečišťování, používat nejlepší dostupné techniky (BAT) nepůsobit významné znečišťování, omezit, recyklovat nebo likvidovat odpady, předcházet haváriím a omezovat jejich následky, při ukončení činnosti navrátit místo do uspokojivého stavu.

Zásahy do IPPC, EIA

Integrovaná prevence a omezování znečištění (IPPC – Integrated Pollution Prevention and Control) je komplexní způsob regulace vybraných průmyslových činností za účelem dosažení vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku (tj. minimalizace vzniku emisí a snižování zátěže veškerých složek životního prostředí – ovzduší, vody, půdy apod.). Integrovaná prevence je na evropské úrovni ošetřena směrnicí 2008/1/ES (dříve 96/61/ES)

Hlavní principy Integrované prevence:

- důraz na ochranu životního prostředí jako celku a celkové snižování negativního vlivu na životní prostředí
- stanovování podmínek provozu zařízení na základě nejlepších dostupných technik



- přezkumy a úpravy integrovaných povolení s cílem urychlit technickou inovaci zařízení
- integrace dílčích povolení do jednoho – snižování administrativní zátěže
- informování a účast veřejnosti na povolovacím procesu

Dobrovolné dohody – náměty z kraje

Dobrovolné dohody se řadí mezi dobrovolné nástroje ochrany životního prostředí. Jsou charakterizovány jako smluvní dohody či závazky uzavřené mezi veřejnou autoritou (na různé správní úrovni) a soukromými subjekty (podniky, svazy, sdruženími), které jsou nad rámec povinností vyplývajících z platných zákonů nebo je nahrazují při jejich případné neexistenci. Někdy se stávají i základem nové legislativy, resp. slouží ke zmírnění jejího ekonomického dopadu. Mohou mít rozmanitý charakter (jednostranné závazky, veřejné dobrovolné programy, dobrovolné environmentální dohody) a upravovat řadu specifických případů a environmentálních problémů.

Základním principem, na kterém jsou dobrovolné dohody založeny, je vyjednávání. To může v některých případech přinášet lepší výsledky než tradiční přikazování či zakazování pomocí legislativy, což je navíc přístup spojený s dlouhodobým administrativním procesem. Díky vyjednávání lze při oboustranné ochotě nalézt efektivnější, rychlejší a mnohdy méně nákladné řešení daného problému.

Příklad formulací dobrovolné dohody

II.1. ZDROJ se zavazuje v roce xx a v každém dalším roce trvání této dohody financovat částkou ve výši 1,5 mil. Kč ozdravné pobyty dětí z oblastí města a



jeho okolí zasazených nejvyšší mírou znečištění ovzduší. Způsob organizace a podmínky těchto pobytů jsou ponechány na vůli zdroje.

II.2. ZDROJ se zavazuje, za účelem omezení resuspenze prachových částic c, vynaložit v roce xx a v každém dalším roce trvání této dohody částku ve výši 1 mil. Kč na úklid veřejně přístupných komunikací v městě, a to vždy v době, způsobem a formou, které dle uvážení ZDROJE umožní efektivní a účelné vynaložení těchto prostředků a dostatečnou kontrolu nakládání s těmito prostředky

II.3. ZDROJ se zavazuje, za účelem omezení resuspenze prachových částic, vynaložit v roce xx a v každém dalším roce trvání této dohody, nad rámec povinností vyplývajících z platných integrovaných povolení, částku ve výši 2 mil. Kč na úklid neveřejných komunikací, a to vždy v době, způsobem a formou, které dle uvážení zdroje umožní efektivní a účelné vynaložení těchto prostředků a dostatečnou kontrolu nakládání s těmito prostředky.

II.4. ZDROJ se zavazuje, s ohledem na skutečnost, že zeleň je účinnou bariérou šíření prašnosti a prostředkem zachytu prachu, vynaložit v roce XX a v každém dalším roce trvání této dohody částku ve výši alespoň 3 mil. Kč na údržbu a výsadbu zeleně, z toho částku ve výši alespoň 0,5 mil. Kč na výsadbu nové zeleně...



Varovný systém pro vybrané látky a pachy

Cílem varovného systému je vytvoření „Inteligentní měřící sítě“ IMS na principu online modelu krátkodobých hodnot koncentrací vybraných, zdravotně významných látek. IMS nenahrazuje referenční měření, má za cíl provést zpřesnění koncentrací v lokalitě Ružomberok, za účelem identifikace míst, které mají největší příspěvek k imisní situaci. Měření pomocí senzorů umožní získání časového a prostorového snímku sledované lokality a tím určí vazbu na konkrétní proces/ technologii. IMS umožní identifikovat konkrétní situaci, např. technologickou chybu, systémové fugitivní emise, hromadění dopravy, problematické sousedy atd. Díky toho bude možné efektivněji "zdroje" ovlivnit.

Vybudování systému by pomohlo minimalizovat riziko pro obyvatele města Ružomberok.

5.2. Lokální zdroje (RD)

- podpora ekologického vytápění – paliva
- čerpání kotlíkových dotací

Kotlíkové dotace

Tzv. „kotlíkové dotace“ jsou dotace z evropských fondů a jsou poskytovány krajskými úřady (dle vyhlášených výzev) na výměnu stávajícího nevyhovujícího kotle na pevná paliva, za nový, ekologičtější způsob vytápění. V poslední vlně kotlíkových dotací je možné si pořídit kotel na biomasu, tepelné čerpadlo nebo plynový kondenzační kotel. Žadatel může získat až 80 % způsobilých výdajů, fakticky se mu může vrátit až 5000,- Euro. Do způsobilých



výdajů spadají i náklady na novou otopnou soustavu, její rekonstrukci či projektovou dokumentaci. Jednotlivé výzvy pro své občany vyhlašují kraje.

Výměnu kotle na pevná paliva s ručním přikládáním, který nesplňuje požadavky 3., 4. nebo 5. třídy

Typy podporovaných zařízení a výše podpory

- Tepelné čerpadlo – až 80 % způsobilých výdajů
- Kotel na biomasu (samočinná dodávka paliva) – až 80 % způsobilých výdajů
- Kotel na biomasu (ruční dodávka paliva) – až 80 % způsobilých výdajů
- Plynový kondenzační kotel – až 75 % způsobilých výdajů

Co je možné z dotace uhradit (způsobilé výdaje)

- Nový kotel / zdroj včetně nákladů na jeho instalaci
- Novou otopnou soustavu
- Rekonstrukci otopné soustavy včetně nezbytné regulace a měření, úpravy spalinových cest
- Projektovou dokumentaci
- možné ovlivnění palivové politiky
- osvěta, média

5.3. Doprava (DO)

Automobilová doprava je jedním z nejvýznamnějších zdrojů znečištění ovzduší, i přes výraznou restrukturalizaci vozového parku, její význam roste.



Přibývá počet vozidel i jejich využívání, rozšiřuje se dopravní infrastruktura, zesílilo zásobování atd. Doprava se významně se podílí především na imisní zátěži suspendovaných částic, a to třemi způsoby – přímými emisemi částic (z výfuků a z otěrů brzd a pneumatik), vznosem prachu z vozovek (tzv. resuspenze) a emisemi prekurzorů tzv. sekundárních částic (částice vzniklé z plyných polutantů), zejména NO_x.

Nezanedbatelný podíl má doprava rovněž na imisní zátěži benzo(a)pyrenu, emise z dopravy také výrazně přispívají k tvorbě přízemního ozónu.

Proto mají opatření ke snížení emisní a imisní zátěže z dopravy zásadní význam. V řešeném území existuje významná zátěž, protože je Ružomberok klíčovou křižovatkou. Přes složitost problematiky, existují různé formy regulace automobilové dopravy. Ke snížení imisní zátěže z dopravy v je nutno vždy uplatňovat soubor více vzájemně provázaných nástrojů, směřujících jednak k redukci objemu automobilové dopravy a současně i k jejímu převedení na komunikace vedené mimo obytnou zástavbu. Jedním ze zásadních kroků je ochrana obyvatel před tranzitní dopravou (obchvat, omezování nákladních vozidel) a teprve v druhé řadě dopravně-organizační opatření, jejichž cílem je snížení celkového objemu individuální dopravy.

Tohoto cíle je v současné silně motorizované společnosti možné dosáhnout pouze pomocí kombinace více typů opatření, kdy je znevýhodnění individuální dopravy (např. omezení parkování, zákazy vjezdu, preference veřejné hromadné dopravy) doprovázeno nabídkou vhodných alternativ (zejména komfortní veřejná hromadná doprava). Důležité je, aby byla zachována mobilita obyvatel a omezení se týkalo jen zvoleného způsobu dopravy. Opatření pro snížení objemu dopravy ve městech je tak nutné vnímat jako



funkční celek, kdy k dosažení potřebného zlepšení je nutno obvykle realizovat větší počet vzájemně provázaných aktivit.

Vymezení opatření v dopravě

- Parkovací politika (omezení a zpoplatnění parkování v centrech měst)
- Odstavná parkoviště, systémy Park&Ride a Kiss&Ride
- Nízkoemisní zóny
- Selektivní nebo úplné zákazy vjezdu
- Integrované dopravní systémy
- Zvyšování kvality v systému veřejné dopravy
- Zajištění preference MHD
- Rozvoj alternativních pohonů ve veřejné dopravě
- Podpora cyklistické dopravy
- Podpora pěší dopravy
- Zvýšení plynulosti dopravy v intravilánu
- Podpora carsharingu, carspool
- Podpora dopravy D1 a R1 – obecná podpora obchvatu center měst a míst v obytných zónách

Význam opatření v oblasti dopravy

Parkovací politika (omezení a zpoplatnění parkování v centrech měst)

Toto opatření by mělo více odradit řidiče od vjezdů do centra obce či města, čímž dojde ke snížení objemu dopravního výkonu IAD v dané lokalitě. Efektivní



nástroje k uplatnění tohoto opatření jsou zejména zvýšená sazba za parkování v centru (parkování v pracovních dnech přes den dražší), snížení počtu parkovacích míst (na nezbytně nutný počet), zóny s omezeným parkováním (parkování pro rezidenty levnější), rozšíření zón zákazů stání a zastavení, zvýšená kontrola dodržování příslušné vyhlášky o parkování. Zvýšit ochotu veřejnosti zaujmout kladné stanovisko k těmto omezením pak lze např. zkvalitňováním služeb veřejné hromadné dopravy a budováním záchytných parkovišť s podporou pro dlouhodobé parkování „Park & Ride“ nebo krátkodobé „Kiss & Ride“.

Dále se vytipují plochy v majetku obce (města), kde se v současné době neparkuje (nehlídané, řidič na auto nevidí, hrozí odcizení vozidla), provede se jejich oplocení a nabídne se podnikatelům jejich pronájem za účelem provozování parkoviště.

Přínosy opatření:

- pokles emisí a imisí z centra obce (města) v důsledku poklesu dopravních výkonů IAD

Rizika zavádění:

- nedostatečná politická vůle
- nízká atraktivita veřejné dopravy
- negativní stanovisko veřejnosti

Odstavná parkoviště, systémy Park&Ride a Kiss&Ride

Opatření Park&Ride má za cíl motivovat řidiče IAD k multimodálnímu uskutečnění cesty, tj. část autem a část veřejnou dopravou. Princip spočívá ve vybudování záchytných parkovišť (s ohledem na efektivní využití území je



vhodná forma parkovacích domů) na hlavních příjezdových trasách do města ve vazbě na páteřní linky MHD jezdící v krátkém intervalu nebo spoje rychlé příměstské železniční dopravy. Je vhodné doplnit tato parkoviště o další služby (hlídání parkoviště, možnost drobného nákupu, WC aj.) a zřízení tarifní integrace parkovného s jízdenkou MHD/IDS. Nezbytnou podmínkou realizace je kapacitní posílení linek veřejné dopravy spojujících parkoviště P&R s centrem města.

Zřízením stanovišť Kiss&Ride se umožní krátkodobé zastavení (do 5 min.) osobních vozidel v blízkosti významných uzlů veřejné dopravy (železniční stanice, terminály IDS, zastávky metra a tramvají) za účelem vysazení nebo naložení dalších osob. Je tak podpořeno sdílení automobilu více osobami, kdy řidič přepraví automobilem k místu veřejné dopravy další osobu nebo osoby a následně pokračuje do cíle své cesty.

Přínosy opatření:

- snížení zátěže generované IAD

Rizika zavádění:

- neatraktivní vazba na veřejnou dopravu
- nevýhodné nastavení sazeb parkovného a jízdného MHD
- neochota veřejnosti využívat službu

Nízkoemisní zóny

Jedná se o nástroj pro zlepšování kvality ovzduší a životního prostředí formou snížení emisí z dopravy. Nízkoemisní zóny (NEZ) jsou oblasti, do kterých je omezen vjezd vozidel způsobujících větší znečištění, resp. vozidel, jejichž emise nedosahují požadované úrovně. V praxi by se nemělo jednat pouze o



samostatné opatření. Aby byl dosažený efekt co nejvyšší, nízkoemisní zóny by měly být součástí většího uceleného souboru opatření.

Přínosy opatření:

- změna skladby vozidel/dopravního proudu
- snížení emisí PM a NO_x z dopravy
- snížení příspěvku dopravy k imisním koncentracím PM a NO₂ uvnitř NEZ

Rizika zavádění:

- možné lokální zvýšení emisí PM a NO_x a příspěvku dopravy k imisním koncentracím na objízdnych trasách NEZ
- veřejné mínění
- změna politické situace v obci
- udělování výjimek rezidentům
- nízká politická vůle k zavádění

Selektivní nebo úplné zákazy vjezdu

Opatření by mělo omezit zbytnou automobilovou dopravu v centrech měst, obcí a v oblastech s hustou obytnou zástavbou formou zákazu vjezdu, a to úplného nebo částečného (např. zákaz vjezdu nákladních vozidel, zákaz vjezdu vozidel nad 3,5 tuny), čímž mimo jiné dojde i k odlehčení dopravy na příjezdových komunikacích. Tato omezení často úzce souvisejí také s podporou cyklistické dopravy a změnami v obecném pojetí městského prostoru. Vně zóny placeného vjezdu je nezbytné mít k dispozici parkovací stání s kvalitní



návazností na veřejnou hromadnou dopravu. Určitým typem selektivního zákazu vjezdu je i nízkoemisní zóna.

Přínosy opatření:

- vymístění emisí a imisí z centra obce (města) v důsledku poklesu dopravních výkonů z automobilové dopravy

Rizika zavádění:

- nedostatečná politická vůle
- nízká atraktivita veřejné dopravy
- nevhodné objízdné trasy
- udělování výjimek rezidentům



Integrované dopravní systémy

Integrované dopravní systémy představují vyšší kvalitu systému veřejné dopravy, kdy dopravci v jednotlivých druzích dopravy společně vytváří jednotný systém s tarifní a linkovou provázaností. Důležitým prvkem je zejména důraz na spolehlivost služby a dostupnost po celém řešeném území i v čase, tj. ve všechny dny v týdnu a denní doby. Společně tak nabízejí ucelený koncept řešení mobility, který má konkurovat IAD.

Přínosy opatření:

- omezení dopravního výkonu IAD
- zvýšení atraktivity veřejné dopravy

Rizika zavádění:

- změna dlouhodobě existujícího systému veřejné dopravy
- odmítnutí ze strany politických elit z důvodu ekonomických nákladů na poskytování dopravní obslužnosti

Zvyšování kvality v systému veřejné dopravy

Opatření zahrnuje rozsáhlý soubor činností, které přinesou zatraktivnění veřejné dopravy formou zvýšeného komfortu pro různé skupiny cestujících. Mezi ně lze zahrnout zejména:

- kvalitní informační systémy pro cestující – na zastávkách i ve vozidlech během jízdy – trasa spoje, jízdní doby, přípoje a návaznosti
- spolehlivost systému, zlepšení návazností jednotlivých linek
- dodržování jízdních řádů

- nízkopodlažní vozy vhodné pro imobilní cestující, cestující s kočárky apod.
- zastávky a jejich vybavení
- celkové prostředí ve vozidle – dostatečná kapacita, klimatizace salonu pro cestující v létě, dostatečné vytápění v zimě, dostupnost Wi-Fi apod.
- dostupnost aplikací pro mobilní telefony poskytující on-line informace cestujícím (např. reálná poloha vozidel v provozu)
- Preferenční opatření pro autobusovou dopravu
- Preferenční opatření pro autobusy jsou ve slovenských podmínkách poměrně novou záležitostí. Jednak z toho důvodu, že autobus, na rozdíl od tramvaje, byl dlouho vnímán jako prostá součást dopravního proudu, a jednak kvůli tomu, že řešení preference autobusů je přirozeně poněkud obtížnější než řešení preference dopravy tramvajové. Teprve v posledních letech se prosazují moderní přístupy prostorové či organizační preference, které autobus z tohoto proudu “vytrhují” a umožňují mu rychlejší a plynulejší jízdu. Základní druhy opatření jsou uvedeny níže:
- 1. Prostorová opatření pro autobusy
 - jsou zpravidla realizována na bázi vyhrazených jízdních pruhů, které zajišťují nezávislost autobusu na proudu ostatních vozidel. Vhodným řešením je i propojení preference autobusů s tramvajovým provozem.

- Samostatný autobusový pás je opatření zcela oddělující jízdní dráhu autobusů od ostatní dopravy. Prakticky se jedná o ekvivalent odděleného tramvajového pásu.
 - Úprava přednosti při výjezdu ze zastávky či vyhrazeného pruhu představuje prostorové opatření použité v případě snižování počtu pruhů, ukončení vyhrazeného pruhu nebo při sjezdu autobusu z tramvajového pásu, kdy je vhodné systémově vyznačit přednost pro autobus.
- 2. Organizační opatření zahrnují takové úpravy dopravního režimu komunikací, které omezují nebo zcela odvádějí ostatní dopravu z vybraných úseků uliční sítě. Tato řešení jsou ideální do center měst, kde jsou užívána v souladu se zklidněním dopravy.
 - vedení autobusových linek pěší zónou představuje jeden z nástrojů pro kvalitní obsluhu zklidněných center měst, která by měla být založena na kombinaci městské hromadné dopravy a pěší (příp. cyklistické) dopravy.
 - Omezení vjezdu ostatních vozidel na určitý úsek komunikace představuje nejen preferenční opatření pro MHD, ale zároveň je nástrojem pro odklonění tranzitní dopravy mimo dotčenou oblast.
 - 3. Preference v křižovatkách řeší průjezd autobusů řízenými nebo neřízenými křižovatkami. Týká se to jak samotného volného průjezdu (úprava přednosti, signalizace), tak i bezproblémového přiblížení vozidel ke křižovatce.

- Vyhrazený řadící pruh je řadícím pruhem před křižovatkou, který je vyhrazen pouze pro určitý druh vozidel, zejména pro autobusy MHD.
- Výlučný směr v řadícím pruhu je prostorové preferenční opatření, kdy vyhrazený řadící pruh „je sloučen“ s řadícím pruhem pro jiný, ale bezproblémový křižovatkový pohyb (typicky pravé odbočení).
- Veškeré křižovatky řízené SSZ s provozem vozidel VHD by měly být vybaveny dynamickým řízením umožňujícím modifikaci signálního plánu či přímou tvorbu signálního plánu v reálném čase a aktivním systémem detekce autobusů VHD blížících se ke křižovatce.
- Změna úpravy na křižovatce spočívá v přizpůsobení přednosti v jízdě na křižovatce neřízené SSZ podle vedení linek MHD křižovatkou.

Přínosy opatření:

- zvýšení atraktivity veřejné dopravy
- snížení intenzit IAD

Rizika zavádění:

- odpor dopravců k implementaci opatření (vícenáklady)
- nechuť objednatele doplnit požadavky do výběrových řízení na dopravce (složitější zadávací dokumentace)



Zajištění preference MHD

Preferování vozidel MHD v organizaci provozu na silniční síti má značný vliv na atraktivitu veřejné dopravy i na úspory provozních nákladů, zejména v lokalitách, která jsou silniční dopravou přetížena. Typicky se tak tato opatření uplatňují zejména ve velkých městech.

Vedle legislativně zakotvených opatření, jako je zákaz vjezdu vozidel na tramvajový pás, přednost tramvají při odbočení vlevo nebo přednost autobusů při vyjíždění ze zastávky, mezi nejčastější příklady patří:

- zřizování vyhrazených jízdních pruhů pro autobusy a trolejbusy
- upřednostnění vozidel na světelně řízených křižovatkách

místní úpravy provozu a stavební uspořádání komunikací, které umožní hladký průjezd vozidel veřejné dopravy

Přínosy opatření:

- snížení přímých emisí z MHD
- zvýšení spolehlivosti a přesnosti spojů MHD
- zvýšení oběžné rychlosti vozidel MHD
- snížení nákladů na provoz MHD

Rizika zavádění:

- nedostatek politické odvahy zavádět preferenční opatření na úkor IAD
- odpor řidičů IAD



Rozvoj alternativních pohonů ve veřejné dopravě

Vozidla s alternativními pohony jsou z hlediska kvality ovzduší významně příznivější než konvenční vozy. V současnosti lze reálně uvažovat především s pohonem na CNG u autobusů a s elektrickým pohonem u vozidel v závislé trakci (trolejbus). Počet čerpacích stanic CNG se postupně zvyšuje, při vyšším počtu vozidel ve vozovém parku lze zřídit čerpací stanici přímo v areálu dopravce. Elektrický pohon u nezávislé trakce v současnosti prochází rychlým vývojem a lze očekávat jeho postupné rozšíření v blízké budoucnosti.

Přínosy opatření:

- snížení emisí z MHD
- zvýšení atraktivity MHD
- snížení nákladů na pohonné hmoty

Rizika zavádění:

- vyšší cena vozidel než u konvenčních pohonů
- dostupnost plnicích stanic CNG

Podpora cyklistické dopravy

V rámci tohoto opatření je podporována výstavba účelových cyklostezek, pruhů pro cyklisty, vybavení veřejných budov místy pro bezpečné uložení bicyklu. Do podpory cyklistiky můžeme počítat také zavádění systému "Bike&Ride".

Cyklistická doprava je šetrná k životnímu prostředí a má pozitivní vliv na lidské zdraví. Plní také významnou rekreační funkci. Proto je cílem vybudovat síť ucelených tras, zajišťujících rychlé a bezpečné propojení důležitých cílů cest,



nejen rekreačních, ale především pro pravidelné cesty mezi bydlištěm a pracovištěm či školou. Pro podporu cyklistické dopravy je nutno zahustit stávající síť cyklistických stezek, které by vhodně propojily zdroje a cíle dopravy. V extravilánových úsecích je vhodné oddělit cyklisty od motorizované dopravy všude tam, kde jsou vysoké intenzity provozu. V intravilánu se doporučuje spíše ponechat cyklisty v hlavním dopravním prostoru, avšak zajistit jim bezpečnost např. formou vyhrazeného pruhu. Dále potřebují cyklisté místo, kde mohou bezpečně uložit své kolo.

Systém " Bike & Ride " (B&R) je založen na principu, že cyklista ujede na bicyklu část své cesty od bydliště k záchytnému parkovišti nebo k objektu pro úschovu kol. Po zaparkování kola přesejde cyklista na vozidlo veřejné dopravy a pokračuje až k cíli cesty. Tento systém má za cíl zajistit úschovu a bezpečné parkování kol především na konečných stanicích a významných přestupních uzlech veřejné dopravy, u nákupních center, multifunkčních budov a velkých sportovních areálů. Přednostně by měly být využity stávající parkovací plochy nebo veřejná prostranství v majetku města. Opatření má ztraktivnit cyklistickou dopravu i pro obyvatele méně fyzicky zdatné, kteří by rádi kolo používali k dojíždě do práce, ale pro které znamená absolvování celé trasy bydliště – pracoviště na kole velkou fyzickou zátěž. Další možností je kombinace systému B&R se systémem P&R (viz příslušné opatření) v lokalitách kde dojde k souběhu těchto možností. Úschovna kol by v tomto případě byla umístěna přímo v prostorách záchytného parkoviště.

Přínosy opatření:

- snížení dopravních výkonů v IAD a následné snížení emisí



Rizika zavádění:

- nedostatečná technické parametry komunikace pro umístění cyklostezky nebo vyhrazeného pruhu
- nedostatek vhodných míst pro zřízení úschovny kol
- negativní postoj motorizované společnosti
- negativní postoj politické elity k opatření
- neochota občanů využívat bicykl jako dopravní prostředek

Podpora pěší dopravy

Cílem tohoto opatření je podpořit snižování objemu automobilové dopravy vytvořením podmínek pro bezpečný a komfortní pohyb chodců ve všech částech města a rovněž podpořit využívání hromadné dopravy. Bez možnosti dojít bezpečně a pohodlně k cíli cesty nebo k zastávce MHD jsou obyvatelé více motivováni využívat pro běžné cesty po městě osobního automobilu, což vede k nárůstu imisní zátěže z automobilové dopravy.

Opatření je zaměřeno na důraznou ochranu a vylepšování možností pěší chůze ve městech. Na území města se chodec vždy dostává do kontaktu s ostatními dopravními systémy a je v tomto kontaktu nejvíce zranitelným účastníkem. Klíčovým prvkem opatření je proto zajištění či zvýšení bezpečnosti chodců, resp. umožnění bezpečného pěšího přístupu ke všem významným cílům ve městě.

Je třeba prověřit, zda se na hlavních pěších trasách vyskytují kolizní místa, kde existuje zvýšené riziko střetů chodců s motorovými vozidly, a v kladném případě tyto kolize odstranit. Ze zkušeností vyplývá, že bezpečného pohybu chodců lze obvykle dosáhnout investičně relativně nenáročnými zásahy (např.



omezením rychlosti jízdy motorových vozidel, instalací semaforu, chráněným přechodem pro chodce apod.), může však jít i o investice náročnější, např. vybudování chybějícího chodníku v určitém úseku.

Pro zajištění přepravní funkce pěší dopravy je pak nutno postupně vytvářet síť chráněných koridorů pro pěší dopravu, tj. místních komunikací stavebně a organizačně zvlášť uzpůsobených pro chodce, umožňující bezkolizní, bezpečné a komfortní dosažení potřebných cílů ve městě. Je potřeba zajistit dobrou dostupnost všech stanic a zastávek hromadné dopravy a všech podstatných cílů dopravy (významná pracoviště, obchody, školy, úřady, zdravotnická zařízení, rekreační plochy apod.). Lokality s velkým soustředěním chodců a v okolí klíčových cílů je nutné dopravně zklidnit, popřípadě zde přímo realizovat pěší zóny nebo rozšířit plochy pro pěší a vyloučit zbytnou automobilovou dopravu.

Vedle vytváření pěších propojení skrze stávající bariéry je ovšem také nutné trvale uplatňovat požadavek zachování prostupnosti na stávajících běžných trasách pěšího pohybu, a to zejména ve vazbě na veřejnou dopravu, objekty služeb a občanské vybavenosti. Je nezbytné realizovat dostatečný počet bezpečných průchodů přes plánované liniové stavby (silnice a železnice), zamezit vzniku uzavřených areálů (např. oplocených obytných celků) na tradičních pěších trasách a uchovat existující průchody a pasáže.

Přínosy opatření:

- snížení dopravních výkonů v IAD a následné snížení emisí

Rizika zavádění:

- nedostatečná technické parametry komunikace pro umístění pěší komunikace



- negativní postoj motorizované společnosti
- negativní postoj politické elity k opatření

Zvýšení plynulosti dopravy v intravilánu

Zaváděním tohoto opatření je možné dosáhnout zvýšení plynulosti vozidel v dopravním proudu, případně eliminace fáze jízdy vozidla, během které motor a katalyzátor nepracuje v optimálních podmínkách a produkce emisí je tedy vyšší. Emise znečišťujících látek z dopravy se zvyšují jak při akceleraci a brzdění motorových vozidel, tak jízdou po nekvalitní vozovce vlivem obrusu pneumatik, povrchu vozovky a resuspenze sedimentovaných částic. Cílem tohoto opatření je zlepšit kvalitu povrchu vozovky, případně i umožnit plynulejší jízdu lepší organizací dopravy, a tímto způsobem snížit zátěž obyvatelstva emisemi znečišťujících látek.

Opatření zahrnuje také podporu implementace inteligentních dopravních systémů a telematických systémů (např. zelená vlna na světelných křižovatkách, informační panely s údaji o počtu volných parkovacích míst v kapacitních garážích a na záchytných parkovištích, proměnné informační panely apod.), přičemž velká míra informace se v dnešní době dostane ke koncovému uživateli přes aplikaci v mobilním telefonu.

Přínosy opatření:

- snížení produkce emisí zvýšením plynulosti dopravy
- snížení produkce emisí včasným odstraňováním bodových závad na komunikaci

Rizika zavádění:

- zvýšení atraktivity individuální automobilové dopravy



- nedostatečná politická vůle

Podpora carsharingu

Carsharing poskytuje výhody využívání automobilu a zároveň omezuje nevýhody spojené s vysokou závislostí na automobilech, ale především umožňuje svobodné rozhodování mezi různými typy dopravy. Jedinec tak získává výhodu užívání osobního automobilu, aniž by musel nést náklady a odpovědnost, které z vlastnictví automobilu vyplývají. Typický systém sdílení automobilů se skládá z poskytovatele – profesionální organizace (zřizovanou nejlépe veřejným sektorem) s centralizovaným rezervačním systémem, sběrem dat o provozu vozidel a vyúčtováním služeb. Klienti jsou členové organizace a mají k dispozici infrastrukturu tvořenou vozovým parkem a parkovacími místy na klíčových lokalitách uvnitř spádové oblasti. Carsharingová organizace má formalizovaný vztah se státní správou, poskytovateli veřejné dopravy a výrobcí automobilů. Obvykle jsou vozidla carsharingové organizace k dispozici na mnoha místech ve městě pro použití i na velmi krátkou dobu (obvykle od 1 hodiny výše) a jsou dostupná po celý den (24 hodin denně, 7 dní v týdnu). Platby se řídí podle doby, po níž bylo vozidlo využíváno, a podle ujeté vzdálenosti. V tomto ohledu je platba za používání vozidla podobná platbám za cesty veřejnou dopravou.

Přínosy opatření:

- snížení dopravních výkonů v IAD a následné snížení emisí

Rizika zavádění:

- náročný management, administrace rezervací a údržba vozidel
- skloubení růstu členské základny a akvizice nových vozidel



- zajištění nízkých režijních nákladů
- nepřijetí služby potenciálními zákazníky

Zákonná údržba komunikací

Zákonná povinnost, kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích ukládá správcům komunikací čištění pouze v těchto případech:

- a) po zimním období na dálnicích, silnicích I. třídy a místních komunikacích I. třídy nejpozději do 30. dubna, na silnicích II. a III. třídy a na místních komunikacích II. a III. třídy nejpozději do 31. května (odstranění zbytků zdrsňovacích materiálů, očištění dopravních značek a zařízení apod.),
- b) v období do 30. listopadu odstranění spadaného listí a zajištění funkčnosti odvodnění,
- c) před zahájením prací na souvislé údržbě nebo na opravě,
- d) neprodleně po zjištění mimořádného znečištění, zejména po haváriích a poruchách vozidel, v jejichž důsledku došlo ke snížení protismykových vlastností obrusné vrstvy vozovky (rozlitý olej a pohonné hmoty), nebo při vzniku nebezpečí ekologických škod, a to, pokud znečištění neodstraní ihned ten
- e) podle možností v průběhu zimního období odstraňování přebytečného zdrsňovacího materiálu.

Nadlimitní údržba komunikací

Vysoké koncentrace polétavého prachu v ovzduší, které se usazují na silnicích, představují vážné nebezpečí pro člověka i životní prostředí. Způsobují řadu



zdravotních komplikací, pronikají do dýchacích cest, vedou k infekcím, rozvoji astmatu a alergií, ale i k rakovinovým onemocněním. Nepříznivě působí zejména na děti či seniory. Negativně působí také na globální klima, způsobují smog, okyselování a eutrofizaci půdy a vodních zdrojů, přispívají k úbytku stratosférického ozónu. Jejich zdrojem je doprava nebo spalování fosilních paliv. V letních měsících se jejich koncentrace zvyšuje zejména vlivem sekundární prašnosti tedy zvýšeným vířením prachu. Jedním z opatření, které mohou situaci řešit je i nadlimitní údržba komunikací.

Nadlimitní údržba komunikací – čištění komunikací dle zákonných povinností – pouze 2 x ročně je pro města typu Ružomberok, zatíženou vysokým spadem prachu, nedostačující. Proto tato města přistupují k nadlimitnímu čištění silnic a komunikací na svých územích, včetně silnic v majetku státu a kraje.

Toto nadlimitní čištění komunikací snižuje druhotné znečištění ovzduší provozem vozidel. Čištění vozovek v povinném rozsahu není v podmínkách tranzitních měst dostačující, proto bývá čištění rozšířeno nejen kvantitativně (zvýšení četnosti a rozsahu), ale také kvalitativně (nákup moderní čisticí techniky).

Příklad Ostrava

Například v Ostravě jsou silnice I. až III. třídy jsou čištěny samosběry a vozy s kropením 2 x měsíčně, místní komunikace v majetku města pak 8 x měsíčně. Od roku 2008 investuje město do čištění komunikací ročně přes 20 mil. Kč, nákup čisticí techniky stál v letech 2014-2016 více než 21 mil. Kč.

V roce 2018 bude čištění silnic probíhat ve třech úrovních intenzity 2x, 4x a 6x měsíčně pomocí samosběrů, přičemž polovina čištění bude probíhat v kombinaci s kropením, a to až do konce listopadu, nejen na silnicích ve



vlastnictví města, ale také na silnicích I. – III. tříd ve správě Ředitelství silnic a dálnic ČR a Moravskoslezského kraje. Nadlimitní čištění silnic ve správě Ředitelství silnic a dálnic a Moravskoslezského kraje je vyčísleno na 14,4 milionů korun, čištění městských komunikací pak vyjde na 7,3 mil. Kč.

Tato nadlimitní čištění umožní odstranit tisíce tun škodlivých prachových částic ročně při sezónním čištění komunikací. Z prostředků Státního fondu životního prostředí ČR uvolňuje MŽP ČR na nadlimitní (tedy na častější, než stanovuje zákon) čištění komunikací ve městech se zhoršenou kvalitou ovzduší 50 milionů korun. Nejvíce peněz poputuje do Moravskoslezského kraje.

Peníze pomohou zvýšit frekvenci a rozsah čištění ulic a přispějí k dalšímu zlepšení kvality ovzduší. Dotace současně zaplatí monitoring, který bude sledovat vliv zvýšené frekvence čištění komunikací na koncentraci prachových částic v ovzduší.

Zklidňování dopravy

Zklidňování dopravy je termín označující proces tvorby takových městských komunikací, které svým utvářením podporují snižování rychlostí a intenzit motorových vozidel za účelem zvýšení kvality života obyvatel.

Zklidňování dopravy není pouze dopravně-inženýrská činnost, úzce se dotýká samotné oblasti urbanismu, integrovaného plánování, ale rovněž aktivit se zapojením veřejnosti a veřejné volby a obecně se jedná o snahu o udržitelnou dopravu.

Jednotlivé nástroje se pochopitelně zaváděly v českých a slovenských podmínkách různém čase:



- od roku 1960 - Realizace fyzických opatření na místních komunikacích
- od roku 1970 - Zklidňování hlavních komunikací a průtahů
- od roku 1980 - Celoplošná opatření – zóny 30, obytné zóny
- od roku 1990 - Omezení vjezdu do center měst, redukce dopravy
- od roku 2000 - Sdílený prostor, zrovnoprávnění druhů dopravy, integrované plánování, mobility management

5.4. Zeleň

75 % městské populace v EU je exponováno nadlimitními koncentracemi PM₁₀, CO₂, BaP. (WHO, 2015). I přes značné investice do snížení emisí však plocha oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší meziročně značně kolísá v závislosti např. na meteorologických podmínkách. Špatná kvalita ovzduší je spojena s 400 000 úmrtími v EU (EEA, 2017). Ve městech jsou měřeny teploty až o 12 °C vyšší než v okolní krajině v důsledku městského tepelného ostrova. 75 % populace EU bude ovlivněna vzrůstajícím teplotním stresem (EEA, 2017). Vzrůstá mortalita v důsledku teplotního stresu (např. v roce 2003 bylo zaznamenáno 70 000 úmrtí). Zelená infrastruktura (zelené střechy, zelené aleje a ulice, zahrady, vysazovací boxy, zelené stěny, bioretenční systémy, městský rostlinný zápoj) využívá rostliny, půdu a přírodu ke snížení vlivu znečištění ovzduší, městského tepelného ostrova, přívalových srážek a vytváří zdravé městské životní prostředí. Zvyšuje zachyt vzdušných polutantů (aerosolové částice PM₁₀, PM_{2.5}, oxidy dusíku, ozon), oxidu uhličitého, zvyšuje



ukládání uhlíku a záchyt vody. Zefektivňuje hospodaření s dešťovou vodou a předcházení suchu. Snižuje spotřebu energie v domech a následné dopady na emise oxidu uhličitého, ochlazuje prostředí díky zeleným střechám, zdím v kombinaci s vhodnými materiály pro stavbu budov a záchytu polutantů (povrchy schopné vázat a uvolňovat vodu – mokřady, nezakrytá půda, vegetace, materiály, které odráží sluneční záření).

Funkce městské zeleně autoři většinou rozdělují na ekologické, sociální a ekonomické. Ekologické funkce zahrnují funkci klimatickou, hydrickou, edafickou, fytoobiologickou, zoobiologickou a přírodoochrannou, přičemž jednotlivé „podfunkce“ se ještě dále dělí.

Do klimatických funkcí většina autorů řadí snižování znečištění ovzduší a množství přízemního ozonu, regulaci mikroklimatu, snižování teploty a zvyšování vlhkosti ovzduší, produkci kyslíku a aerodynamickou funkci. Hydrickou funkcí je myšleno zlepšování hydrologických poměrů ve městě. Edafickou funkci představuje především ochrana půdy proti erozi a zvyšování kvality půdy. V souvislosti s přírodoochrannou funkcí se některé studie zabývají biodiverzitou ve městě. Zeleň je ve svých ekologických funkcích víceméně nenahraditelná.

Do sociálních funkcí, jejichž význam je také nezpochybnitelný, dle většiny studií patří funkce rekreační, hygienická, estetická a psychologická; pod hygienickou funkcí spadá redukce hluku, bakteriostatická a kaptační funkce čili zachytávání prachu.

Ekonomické funkce zeleně jsou v použité literatuře často zmiňovány, ale jen zřídka rozváděny. Jejich význam oproti předchozím dvěma skupinám není



veliký, ale v některých městech může být ekonomický přínos zeleně nezanedbatelný – například díky zajištění vyšší návštěvnosti.

Nejčastěji zmiňované problémy spojované s městskou zelení jsou přímý škodlivý vliv člověka, vytlačování zeleně zástavbou a nedostatek nezastavěného prostoru, izolovanost zelených ploch, znečištěné prostředí, nedostatečná ochrana městské přírody, fragmentovanost zeleně a nemoci rostlin. Problémy zeleně evropských měst se velmi liší od problémů měst v Keni, kde je jejich řešení otázkou přežití některých obyvatel. Většina autorů předkládá aspoň k některým problémům jejich možná řešení pomocí územního plánování.

Zeleň je důležitou součástí všech měst a krajiny a bývá členěna z různých hledisek. Je živým biologickým systémem, který působí v každém prostředí přirozeně polyfunkčně, tj. nezávisle na člověku ovlivňuje mnoha účinky v různé intenzitě jeho kvalitu.

Městská zeleň je termín, který se užívá v případech, kdy pojem „rozptýlená zeleň“ nebo „zeleň volné krajiny“ nevystihuje výsadby zeleně v souvislosti s městem. Patří sem kromě parků, zahrad a uličních stromořadí v sídlištích i travníkové plochy a veškeré zahradnické výsadby včetně květin. V rámci městské zeleně se můžeme setkat s pojmy zeleň veřejná a vyhrazená.

Veřejná zeleň je trvale přístupná veřejnosti a zahrnuje: městské parky, parčíky a parková náměstí a pásy, sídlištní zeleň, uliční stromořadí a doprovodnou zeleň komunikace, zeleň u významných budov, zeleň pietních území, zeleň dětských hřišť a sportovních areálů, veřejné historické parky a parkové lesy, doprovodnou zeleň vodotečí a technických děl.



Vyhrazená zeleň je veřejnosti nepřístupná nebo jen omezeně přístupná a zahrnuje zejména: školní a nemocniční zahrady, neveřejná sportoviště, uzavřené parky kultury a oddechu, botanické a zoologické zahrady, zeleň výstavišť, zeleň továren, vodáren a jejich ochranných pásem, zeleň úřadů, institucí a jiných organizací, hřbitovy a pohřebiště, zeleň uzavřených obytných bloků a zeleň soukromou.

Trvalá zeleň je významnou složku krajiny, která se výrazně podílí na tvorbě charakteru území, je nezbytnou součástí řady procesů v ní probíhajících a úzce navazuje na řadu přírodních i člověkem vytvořených prvků v území, s nimiž vytváří úzce propojený funkční celek. Představuje nedílnou součást krajiny formované především kulturním vývojem, způsobem využívání a přírodními podmínkami. Pro potřebu optimalizace polyfunkčního systému trvalé zeleně v krajině mezi prvky trvalé zeleně zahrnujeme zejména rozptýlenou zeleň, trvalé travní porosty, speciální kultury a lesní porosty. Trvalá zeleň má vedle své nepochybné ekostabilizující úlohy v území i velký význam pro člověka jako uživatele, hospodáře a obyvatele krajiny, a to jak pro jeho fyzické (vytváření podmínek pro život, poskytování potravy a surovin, zlepšení hygienických podmínek), tak i psychické (účinky přirozeného prostředí, rekreační účinek, pozitivní motivace atp.) potřeby.



Prostorové uspořádání výsadby zeleně

Solitéry jsou samostatně rostoucí dřeviny, případně až 3 jedinci vyskytující se blízko u sebe. Tyto dřeviny jsou nějak zajímavé pro daný prostor například druhem, barvou, tvarem koruny apod. Ve své dominanci jsou velmi nápadné, a proto se volí dřeviny otužilé a životné. Solitéry se používají k oživení větších travníkových ploch, na rozdělení průhledů nebo k vytvoření stínu u odpočívadel v parcích.

Skupiny jsou základní a nejčastěji používanou formou výsadby zeleně. Vznikají spojením menšího nebo většího počtu jedinců. Skupiny lze dělit podle různých hledisek. Podle hustoty výsadby se skupiny dělí na zapojené, volné nebo rozvolněné, otevřené a na tzv. zahuštěnou výsadbu, která se používá především na sídlištích. Zahuštěná výsadba vytvoří během 2–3 let souvislý hustý porost, který nevyžaduje téměř žádnou údržbu. Ve skupině zapojené se dřeviny brzy po výsadbě vzájemně dotýkají a působí jako celek. Otevřené skupiny jsou vysazované tak, aby i později byly průhledné.

Stromořadí tvoří stromy, které jsou vysázeny v pravidelných rozestupech a v několika souběžných řadách. Stromořadí může být jednostranné nebo dvoustranné. Tato forma výsadby se používá podél silnic, hřišť, náměstí, ulic apod. Výběr dřevin pro uliční stromořadí není jednoduchý. Dřeviny jsou zde omezeny prostorem a musí splňovat určité podmínky. Stromy nesmějí mít překloušené a křehké větve, povrchové kořeny, větší plody apod.

Živé ploty a stěny se vytvářejí výsadbou stromů nebo keřů do řad tak, aby vytvořily souvislou plochu (stěnu). Velmi dobře se uplatňují při rozdělení prostoru nebo jeho ohraničení, poskytují dostatek soukromí či tlumí prašnost. Živé ploty se mohou nechat volně růst nebo se tvarují řezem a stříháním. Nízké



plůtky jsou někdy vhodné na obvodu parčíku nebo otevřených předzahrádek uvnitř města. Vyžadují pravidelnou a nákladnou údržbu.

Zelená střecha. Zatravněné střechy jsou po staletí známé nejen ve studeném podnebí Islandu, Skandinávie, Kanady, USA, ale i v teplém podnebí Tanzanie. Historie zelené střechy spadá až do období Mezopotámie. Důkazem o dlouhé historii je jedna z nejznámějších staveb lidstva, kterou nechala postavit asyrská královna Semiramis, jedná se o známe visuté zahrady v Babylóně.

Konstrukční řešení domů se zatravněnou střechou pochází ze severní Evropy, kde zelené střechy sloužili hlavně jako dobrá izolace. Příkladem je islandský dům ("sodhouse") se střechou, tvořenou dvěma až třemi vrstvami rašelinových koberců, uložených na suchých větvích potažených préríjní trávou. Svislé stěny, tloušťky 60–90 cm jsou postaveny z 10 cm vysokých travnatých koberců se zatravněnou stranou směrem dolů. Taková konstrukce udržuje v chladném prostředí teplo. Původní skandinávská zatravněná střecha má sklon od 30° do 45° a tvoří ji 20 cm silná vrstva travnatého koberce, která je uložena na několika vrstvách březové kůry. Kůra je lepená dřevěným dehtem, aby vznikla vodotěsná a nepropustná vrstva. Nevýhodou této konstrukce je, že dehet může být rakovinotvorný a životnost střechy je jen 20 let. V Berlíně se od poloviny 19. století stavěly čtyřpodlažní bloky domů se střechami, svažujícími se do atria „střechy z dřevěného cementu“.

Velkou popularitu si zelené střechy získali v roce 1867, kdy byl patentován železobeton, čímž se velmi zjednodušila otázka statiky těchto střech. Zelené střechy mají díky hmotnosti hlíny a vegetace vyšší hmotnost.



Význam zeleně

Mikroklimatický význam

- Snižuje negativní důsledky urbanizovaného prostředí, tím, že přímo ovlivňuje například klimatické činitele, ovlivňuje tepelnou bilanci a relativní vlhkost vzduchu.
- Schopnost zeleně zvyšovat vlhkost vzduchu (v průměru o 5–7 %). Zeleň zvyšuje vlhkost mikroklimatu výparem vody, a to hned několika způsoby: evapotranspirací, odparem rosy zkondenzované na povrchu vegetace, odparem zachycených srážek (intercepce), které ze zpevněné plochy (např. chodník, silnice,) ihned odtékají. Evapotranspirace představuje souhrnně výpar z půdy a transpiraci rostlin. Transpirace rostlin, hlavně stromů, tvoří klimatizační systém Země.
 - Objem koruny 2700 m³ – uvolní přibližně za den 500 l vody
 - Objem koruny 700 m³ – uvolní přibližně za den 400 l vody
 - Objem koruny 25 m³ – uvolní přibližně za den 10 l vody.
- Má schopnost snižovat a tlumit výkyvy teploty. Ve větších porostech bývá v létě teplota v průměru až o 3,5 °C nižší než na volném prostranství. V noci naopak zabraňuje vegetace rychlému vyzařování a ztrátám tepla. V zimě brání stromy vysázené v blízkosti budov jejich vysokým tepelným ztrátám, neboť zmírňují proudění studeného vzduchu. Vegetace je schopna snížit tepelné ztráty o 20 až 50 %. V létě naopak vegetace ochlazuje své okolí lépe a efektivněji než veškerá klimatizační zařízení. Vzrostlý, vodou dobře zásobený strom může během jednoho dne odpařit až 400 litrů vody, a z ovzduší tak odčerpá

téměř 280 kWh tepelné energie. Tato energie se uvolní v noci při kondenzaci páry; vznikne rosa.

- Zdravý listnatý strom, dobře zásobený vodou, je schopen odpařit za slunečného dne v létě 80–100 l vody – 1 ha lesa 8 – 10 000 l.den⁻¹.
- Zmírňují nežádoucí horizontální proudění vzduchu. V městském prostředí je síla proudění větru podstatně snížena existující zástavbou. Od vegetace se funkce větrolamů požaduje jen na některých vhodných stanovištích především na okraji města. Jako velice vhodné se v tomto smyslu ukázaly být polopropustné zapojené porostní pláště ze dřevin odolných proti působení větru (s pevným dřevem). Podle výsledků měření se na návětrné straně snižuje rychlost větru o 30–50 %, a to na vzdálenost 15–20násobku výšky. Objekty zeleně jsou schopny rovněž ovlivňovat i vertikální proudění. Ve dne klesá relativně chladnější vzduch uvnitř porostů k zemi a vytlačuje okolní vzduch do stran. V noci je tento pohyb obrácený.

Zdravotní význam

1. Příznivě ovlivňuje jakost vzduchu. Zeleň je producentem kyslíku, částečně zbavují vzduch škodlivých plynů (zplodin dopravy a průmyslu – SO₂, NO₂, CO,...) i různých pachů apod. 1 ha parkové výsadby ročně vyprodukuje 21 tun kyslíku. Snižování množství mikroorganismů zejména vylučováním látek, které snižují množství mikroorganismů v ovzduší. Jsou to estery, silice, pryskyřice, terpeny a zvláště fytoncidy. Mezi nejúčinnější rostliny patří většina jehličnanů, z listnáčů např. ořešáky, hrušně, střemchy, hlohy, lípy, břestovce, balzámové topoly apod.

2. Odpuzování hmyzu
3. Snižování hlučnosti – zejména zapojené pásy vegetace – mohou snižovat hlučnost v závislosti na zastoupení jednotlivých frekvencí (nejvyšší účinnost kolem 4–8000 Hz), orientaci zdroje hluku, složení vegetace apod. Větve se chovají jako oscilátor a pohlcují zvukovou energii rezonancí. Nejlépe v tomto smyslu působí zapojené pásy vegetace o výšce 13–20 m a šířce 20–30 m.
4. Protiprašná funkce zeleně. Částičky prachu se usazují na listech, zejména na listové čepeli a srážkami jsou splavovány do půdy. Možnost zachycovat prašné částice je dána především mnohonásobně větší plochou listů, než je vlastní povrch terénu a uspořádáním povrchu listů. Větší zachycovací schopnost prachu mají koruny stromů tvořené drobnými lístky a drsnějším povrchem listů. Lesklé, lysé listy jsou méně účinnými poutači prachu a popílku. Např. na 1 m² povrchu listu jilmu se zachytí 6krát více prachu (3,39 g) než na stejné listové ploše topolu (0,55 g) 1 ha jehličnatého lesa zachytí 30–35 t prachu za rok. Jeden ha listnatého lesa zachytí 50–70 t prachu za rok (u listnatých každoroční opad poničeného a znečištěného listí).

Psychický a rekreační význam

Vliv zeleně na chování člověka, jeho pocit pohody a duševního zdraví, byl dlouho přehlížen. Kladné účinky zeleně na psychiku lidí začaly vycházet najevo až v 60. letech dvacátého století. Ukázalo se, že moderní architektura a urbanistická řešení vedou k řadě problémů v oblasti duševního zdraví i chování člověka. Architekti začali spolupracovat s psychology a řešili vliv životního prostředí na chování člověka. Touto spoluprací došli k závěru, že zeleň v



městských ulicích se výrazně podílí na duševní výkonnosti, duševním i tělesném zdraví lidí a rovněž ovlivňuje sociální chování obyvatel.

- Pasivní a aktivní odpočinek
- Působí na smysly – zelená barva, světlo a stín, barevnost, proměnlivost, šum listů,...
- Uzavřený prostor vyvolává pocit bezpečí a lidé jsou pak ochotni v něm trávit více času
- Pěstěná zeleň má i další psychologický účinek – vzbuzuje dojem pořádku, určitého bohatství a exkluzivity, což zpětně působí na lidi, kteří se v tomto prostředí pohybují, a do určité míry modifikuje jejich chování.

Kulturní a estetický význam

- Spoluvytváří prostor a plochu
- Sídelní celky
- Kladný vztah k přírodě
- Vnímání estetičnosti. Zeleň v městském prostředí takřka odtrženém od přírody umožňuje vnímat přirozené rytmy, zejména střídání ročních období. Různorodost okrasných vlastností rostlin dává neomezené možnosti vytváření uměleckého vzhledu parků, sadů, náměstí a jiných osázených území ve městě.

Hospodářský (ekonomický) význam

- Zeleň ve městech má ekonomický význam malý (protipožární, izolační – přístínění...). V sídelních útvarech je její přímý ekonomický význam zanedbatelný, avšak značné náklady jsou spojeny s náklady o péči o ni.
- Největší význam má krajinná zeleň a lesy – produkce dřevní hmoty, význam klimatický, vodohospodářský, půdotvorný a protierozní, umožňuje život zvěři a ptactvu, meliorační. Vyčíslení přesné ekonomické hodnoty je v některých případech těžko stanovit.

V lesním hospodářství se uplatňují především dřeviny domácího původu. Jen výjimečně se uplatňují dřeviny introdukované. Kromě produkčních dřevin pěstovaných pro dřevní hmotu je třeba do porostů zahrnout i dřeviny spodního patra, které jsou pro produkci vlastní dřevní hmoty bez významu. Jedná se především o spodní patra přirozených listnatých porostů. Třebaže jejich přímý produkční význam je prakticky nulový, jsou pro vývoj celého lesního společenstva nezbytné, protože kryjí půdu a vytvářejí specifické mikroklimatické podmínky, chrání mladé cílové dřeviny před nepříznivými vlivy včetně okusu zvěří, podílí se na vytváření lesního humusu. V lesních porostech se zpravidla nevysazují a obnovují se pouze přirozenou obnovou.

Krajinnou zelení označujeme plochy vegetace rostoucí mimo les, která slouží k zachování a obnově přírodních a krajinných hodnot území. Odněpaměti patří k naší zemědělské krajině, a i dnes je její role zcela nenahraditelná. Prvky krajinné zeleně tvoří útvary liniové (větrolamy, izolační zeleň kolem zemědělských areálů, břehové porosty, meze, lemy teras), bodové (solitérní stromy, drobné shluky křovin) nebo plošné (polní remízky, prameniště s dřevinami). Rozptýlená zeleň poskytuje útulek hmyzu, ptactvu i savcům, kteří mohou pomoci v boji proti škůdcům na zemědělských plodinách. Rostou zde i



velmi vzácné polní plevely a další byliny nebo dožívající jedinci krajových odrůd ovocných dřevin Zeleň významně ovlivňuje mikroklima polní krajiny tím, že tlumí teplotní extrémy, zvyšuje vlhkost vzduchu a značně přispívá k zadržení zásob vody v krajině. Skupiny dřevin působí nejen jako protierozní ochrana, ale i jako protipachová, protihluková i protiprachová bariéra. Zeleň může mít i funkci produkční (ovoce, dříví), orientační nebo estetickou. Prvky rozptýlené zeleně často tvoří součást územního systému ekologické stability, jehož cílem je propojit přírodní plochy sítí liniových a plošných útvarů tak, aby byl obnoven kontakt mezi populacemi jednotlivých druhů na vzdálených lokalitách. Jeho hlavním účelem je nahradit migrační cesty, které původně v naší krajině fungovaly, byly však na mnoha místech přerušeny ať už rozsáhlou stavební činností nebo intenzifikací zemědělství

V případě výsadby nové zeleně s ohledem na její "čistící" funkci je potřeba zohlednit několik kritérií:

- jakou zeleň zvolit, zejména s ohledem na místní a mikroklimatické podmínky

Zeleň musí prosperovat a mít pro danou oblast ideální schopnost odstraňovat znečišťující látky z ovzduší.

- jak zeleň uspořádat

Abychom ideálně využili funkcí a schopností zeleně, je nutné zvolit způsob výsadby. Limitující bude vždy územní plán, typ regulovaného zdroje, meteorologické podmínky apod.

- jakou zeleň zasadit



Pokud máme dost času, je výhodné začít od menších rostlin, s tím, že se potřebného efektu dočkáme později. Pokud vysadíme vzrostlé rostliny, budou čistit ovzduší dříve, bude však vše dražší a více rostlin uhyne.

- jak o rostliny pečovat

pokud jsou rostliny vystaveny stresu např. díky kvalitě ovzduší je velmi dobré o ně nadstandardně pečovat. Tedy kromě běžné údržby (prořezávání, odstranění škůdců, čištění) je dobré poskytnou fytohormonální závlivku, díky které budou rostliny lépe prosperovat.

Následující tabulka ukazuje, jak by mohl vyčistit ovzduší konkrétní porost, uspořádaný v ploše z vybraných stromů a keřů. Vše záleží na ploše (povrchu) listů nebo jehličí, které škodliviny zachytí. Přestože se zdá, že pro záchyt škodlivin je výhodou velká plocha listů, je tato vlastnost kompenzována celoročním růstem jehličí. Řada studií prokázala, že záchyt jehličnany může být díky toho efektivnější než u listnatých stromů.

Záchyt suspendovaných částic vychází v rozmezí mezi 13,8 - 67,8 g/rok/strom pro PM₁₀, uvedené rozmezí je dáno různými výškami a druhy vysazovaných stromů. Literatura (Kiss et al.,2015) uvádí, že se průměrná hodnota zachycení součtu znečišťujících látek (SO₂, NO_x, CO₂, PM_x) jedním stromem pohybuje mezi 200–400 g/rok.



Využití fytohormonů v péči o rostliny

Jednou z celosvětově největších ekologických výzev je snaha o snížení negativního vlivu intenzivního zemědělství na životní prostředí. Intenzivní chemické ošetření ovlivňuje klíčové ekofyziologické vlastnosti rostlin, symbiózu s mykorrhizními houbami a endofytickými mikroorganismy. Použití ekologicky šetrných produktů na bázi "chytrých hnojiv" obsahujících biostimulanty a fytohormony, které pomáhají rostlinám překonat různé formy abiotického stresu, může být inovativním řešením nejen pro nové systémy udržitelné rostlinné výroby ale také například pro ošetření nové výsadby zeleně ve městském prostředí, tedy na lokalitách často vystavených kombinaci různých forem abiotického stresu.

Rostlinné hormony (fytohormony) jsou látky, které mají zásadní postavení v regulaci růstu a vývoje rostlin. Vyskytují se přirozeně a působí v nepatrných koncentracích, tvoří se v určitých částech rostliny, odkud jsou lýkovou částí cévního svazku transportovány na místo určení, kde vyvolávají fyziologickou odezvu. Účinku hormonu musí vždy předcházet vazba na specifický receptor. Funkce fytohormonů je nescifická, jeden hormon může ovlivňovat více procesů. Ve vzájemném vztahu mohou hormony působit souhlasně – synergicky nebo antagonisticky – protikladně. Fytohormony se využívají jako růstové regulátory v rostlinné výrobě a rostlinných biotechnologiích; ve vysokých koncentracích působí jako herbicidy k hubení plevelů. Hlavní skupiny fytohormonů: auxiny, cytokininy, gibereliny, abscisová kyselina, ethylen, brassinosteroidy, jasmonáty, strigolaktony.

Biostimulanty jsou biologicky aktivní látky získané z přírodních nebo z odpadních materiálů. Mohou podpořit růst rostlin a/nebo posílit obranyschopnost rostlin vůči různým stresovým faktorům. Zvláštnost



biostimulantů spočívá v tom, že neobsahují vysoké procento aktivních látek, takže nemohou být považovány za typická hnojiva, ani za prostředky na ochranu rostlin. Typické pro biostimulanty je, že aktivní složky v nich obsažené ovlivňují metabolismus rostliny a spouští v rostlině procesy, které obecně zlepšují její růst a zdravotní stav. Zajímavostí je, že u většiny biostimulantů doposud není znám přesný mechanismus účinku, což otevírá řadu možností pro vědecké bádání. Biostimulanty mohou obsahovat fytohormony, ale tento výraz je nejčastěji spojován s proteinovými hydrolyzáty, výtažky z mořských řas a huminovými kyselinami. Uvedené postupy jsou ověřovány v rámci projektu CLAIRO – Čisté ovzduší pro Ostravu (UIA O-123).



C. Seznam realizovatelných opatření

6. Priority

Veškerá níže uvedená opatření musí vycházet s definovaného snížení emisí vybraných látek tak, aby bylo zajištěno bezpečné dodržení limitů.

Nastavené snížení emisí podle jednotlivých typů zdrojů

TZL (t)	průmysl	doprava	lokální topeniště	
			lepší	horší
rok				
2019	87,0	10,0	39,0	69,0
2020	85,0	10,0	38,2	67,6
2025	80,0	8,0	37,1	65,6
2030	70,0	5,0	35,1	62,1
2040	60,0	3,0	28,1	49,7
2050	50,0	2,5	19,7	34,8

Sumarizace opatření doprava

TZL (t/rok)	výchozí	úspora	změna (km)	poznámka
2020	10,0	-	20805000	90000 vozidel denně tranzit, 65 % E3, 35 % E4
2025	8,0	2	16644000	50 % E3, 50 % E4, elektromobily

2030	5,0	5	10402500	E4, E5, elektromobily, vodík, odklon na dálnici
2040	3	7	6241500	E5,E6, elektromobily, vodík, odklon na dálnici
2050	2,5	7,5	5201250	max. 10000 vozidel tranzit denně, intravilány E6, elektro a vodík

E3,E4,E,E6 - emisní normy EURO

Sumarizace opatření lokální topeniště

TZL (t/rok)	výchozí	úspora	změna počet kotlů	poznámka
2020	69	-	6000	kotle 3ET a hůře
2025	65,6	3,4	5500	70% kotle 3ET, 30 % min.4ET
2030	62,1	6,9	5000	50% kotle 3ET, 25 % 4ET a přechod na 5ET
2040	49,7	19,3	4000	20% horší než 4ET, přechod na ekodesign
2050	34,8	34,2	3000	10%horší než 4 ET, majoritní automat 5ET

Pozn.: 3ET,4ET,5ET - emisní třídy spalovacího zařízení (kotle)

6.1. Opatření na úrovni města

DOPRAVA skupina opatření DOxx	
Parkování vozidel	Parkovací politika (omezení a zpoplatnění parkování v centrech měst) Odstavná parkoviště, systémy Park&Ride a Kiss&Ride
Vjezd vozidel	Selektivní nebo úplné zákazy vjezdu Nízkoemisní zóny
Plynulost dopravy	Zvýšení plynulosti dopravy v intravilánu
Zkvalitnění veřejné dopravy	Zvyšování kvality v systému veřejné dopravy Integrované dopravní systémy Zajištění preference MHD
Ekologizace dopravy	Rozvoj alternativních pohonů ve veřejné dopravě Podpora cyklistické dopravy Podpora pěší dopravy Podpora carsharingu, carspool
Dopravní stavby	Podpora dopravy D1 a R1 výstavba obchvatů a organizace dopravy, transit městem
LOKÁLNÍ VYTÁPĚNÍ – skupina opatření RDxx	
Ekologizace vytápění	Výměna domácích kotlů Podpora vybraných paliv Zákaz spalování vybraných paliv Centrální zásobování teplem Plán na povinnou obměnu domácích kotlů
Povolování nových staveb	povolení systému vytápění podle ekologické třídy kotle nebo bezemisní

Dotace systémů obnovitelné energie	podpora tepelných čerpadel, solárních panelů
Snížení potřeby energií	zateplení budov
PRŮMYSL – skupina opatření PRxx	
Legislativní nástroje na kontrolu zdrojů	pečlivé dodržování postupů podle zákona, vstup do IPPC, EIA, SEA, aplikacia BAT podľa BREF
Zpřísnění provozu	zpřísnění podmínek pro provoz v rámci rozšiřování výroby, úpravy technologií atd.ve vazbě na procesy EIA, IPPC resp., posouzením použitých BAT a BREFF
Dobrovolné dohody	dohody o spoluužívání společného území s občany Ružomberku
Opatření ve výkonu státní správy – skupina opatření SSxx	
Informační, osvětové a vzdělávací aktivity	Komunikační strategie a úpravy webu
Procesy povolování a rozhodování podle zákona	Vydávání rozhodnutí v kompetenci úřadu

6.2. Opatření na městské a regionální úrovni (v kompetenci Města Ružomberok)

č.		Aktivita	Popis aktivity
DO01	Ekonomická podpora (dotace) provozu veřejné hromadné dopravy	Zajišťování finančních prostředků k hrazení systému veřejné hromadné dopravy	Příprava, projednávání a následné schvalování rozpočtu Města Ružomberok, část, ze které bude spoluhrazená veřejná hromadná doprava

DO02	Dopravní stavby	Prioritní výstavba obchvatů , křižovatek, kruhových objezd, zpevnění a úprava komunikací	stavební práce
DO03	Integrované dopravní systémy veřejné hromadné dopravy	Vytváření a rozvoj jednotného integrovaného dopravního systému	
DO04	Zvyšování kvality v systému veřejné hromadné dopravy	Zavádění nových a modernizace stávajících dopravních prostředků veřejné hromadné dopravy	Smluvní dopravci budou postupně modernizovat svůj vozový park a nasazovat ho na linky, prostřednictvím kterých bude zajišťována dopravní obslužnost v autobusové dopravě. Při zavádění nových autobusů budou preferovány takové, které budou nizkopodlažní s bezbariérovým nástupem pro vozíčkáře a kočárky. Dále budou vozidla klimatizovaná, vybavená USB dobíječi a cestující budou mít k dispozici Wi-Fi s přístupem na internet.
		Zvyšování kapacity veřejné hromadné dopravy	Smluvní dopravci budou postupně modernizovat svůj vozový park a nasazovat ho na linky, prostřednictvím kterých bude zajišťována dopravní obslužnost v autobusové dopravě. Při zavádění nových autobusů budou preferovány takové, které budou nizkopodlažní s bezbariérovým nástupem pro vozíčkáře a kočárky. Dále budou vozidla klimatizovaná, vybavená USB dobíječi a cestující budou mít k dispozici Wi-Fi s přístupem na internet.

DO05	Zajištění preference veřejné hromadné dopravy		Preference veřejné hromadné dopravy bude probíhat prostřednictvím upřednostňování vozidel hromadné dopravy na světelných křižovatkách, vytvářením vyhrazených jízdních pruhů pro autobusy, stavebními úpravami silnic a úpravou dopravního značení.
DO06	Rozvoj alternativních pohonů ve veřejné hromadné dopravě	Pořizování nových autobusů na alternativní pohony (CNG a elektrický pohon), které budou nahrazovat stávající dieselové autobusy.	je účelné zvyšovat finanční příspěvek na zajištění dopravní obslužnosti v autobusové dopravě prostřednictvím smluvních dopravců. Tato zvyšovaná částka se bude pozitivně promítat v investicích smluvních dopravců do nákupu nových autobusů s alternativními pohony (zejména na CNG), případně na elektrický pohon (elektrobusy) a
DO07	Podpora cyklistické dopravy	budování nových cyklotras, pruhů pro cyklisty	zkvalitnění stávajících cyklotras, vytváření chytrých cyklostezek, údržba Údržbové práce se budou týkat např. opravy povrchu cyklostezek, oprav doplňkové infrastruktury a údržbových prací na okolní vegetaci. Budou probíhat práce na značení cyklotras včetně údržby stávajícího značení

		budování infrastruktury pro používání kol	podpora města pro využívání společných jízdních kol a parkování pro vlastní kola občanů – bezpečná úschova....
DO08	Podpora dopravy pěší	nové trasy pro pěší	výstavba nových chodníků, zvyšování bezpečnosti pro pěší
		údržba tras	údržba stávajících chodníků a tras pro pěší
		opravy a úpravy	úprava nebezpečných ploch
DO09	Zvýšení plynulosti dopravy intravilánu v	zajištění inteligentního průjezdu městem systémem "zelená vlna" - průtah městem	vytvoření modelu zelené vlny a aplikace v praxi
		zavedení systému chytré dopravy	chytré křižovatky řízené optimalizačním software
DO 10	Úklid a údržba komunikací, snižování vlivu komunikací na kvalitu ovzduší	Zajišťování pravidelné údržby a úklidu dopravních komunikací	zajištění čištění podle zákona, četnost podle plánu čištění komunikací
		Zajištění nadlimitního čištění	čištění mimo plán, podle míry znečištění komunikace, počasí

		údržba a výsadba zeleně	izolační zeleň podél komunikací, vytvoření pásu zeleně
DO 11	Omezování emisí z provozu vozidel obce/kraje a jeho organizací	Optimalizace dopravy, ekologizace	Optimalizace skladby vozového parku, dodržování nejpřísnějších norem EURO, využívání alternativních pohonů – propagace veřejnosti
DO 12	Podpora využití nízkoemisních a bezemisních pohonů v automobilové dopravě	Zvýhodnění osobní ekologické dopravy	Zvýhodnění vjezd do nízkoemisních zón, parkování zdarma
DO 13	Podpora carsharingu	Informování veřejnosti o výhodách carsharingu (sdílení automobilů)	Vytvoření dokumentu o výhodách carsharingu (sdílení automobilů).
PR01	Snížení vlivu stávajících průmyslových a energetických stacionárních zdrojů na úroveň znečištění ovzduší – Čištění spalin nebo odpadních plynů, úprava technologie	Spolupráce se zdroji znečišťování ovzduší	Komunikace se zdroji o zavádění technologií BAT, BREF a přísnějších postupů
PR02	Snižování prašnosti v areálech průmyslových podniků, zařízení	Odstraňování zdrojů fugitivních emisí	Spolupráce se zdroji, inspekcí a dalšími institucemi při řešení fugitivních emisí

	techniky pro omezení fugitivních emisí ze skládkování/skládek z volného prostoru/z manipulace se sypkými materiály		
PR03	Zpřísnění/ stanovování podmínek provozu	Vstup do IIPC, EIA...	Zpřísnění zákonných povinností nad rámec limitů v rámci legislativního řízení v kompetenci města
		Dobrovolné dohody	Dohody s významnými znečišťovateli nad rámec zákonných povinností
PR04	Omezování prašnosti ze stavební činnosti		Úprava podmínek pro provádění stavebních prací
PR05	Minimalizace imisních dopadů provozu nových stacionárních zdrojů v území		Vyjednání přísnějších podmínek provozu pro nové zdroje nebo technologie, emisní kompenzace

RD01	Výměna domácích kotlů	Informační kampaň	Bude probíhat zveřejňování informací na internetových stránkách Města Ružomberok o aktuálních výzvách ke kotlíkovým dotacím (např. popis podmínek výzev, náležitosti žádostí, informace o předešlých výzvách atd.). Zároveň bude Město Ružomberok poskytovat žadatelům o kotlíkovou dotaci poradenskou a konzultační činnost.
RD02	Výměna domácích kotlů	Výměna zdrojů tepla na pevná paliva	Dotační tituly na výměnu kotlů, včetně kofinancování Městem Ružomberok
RD03	Snížení spotřeby energií	snížení spotřeby energií na veřejných budovách	Zateplení a opravy budov v majetku Města Ružomberok
RD04	Rozvoj environmentálně příznivé energetické infrastruktury, rozšiřování sítě zemního plynu a soustav zásobování tepelnou energií	zásobování obyvatel Ružomberku teplem	Dotační politika města, spolupráce s MODI -

SS01	Podmínky ochrany ovzduší pro veřejné zakázky	Veřejné zakázky	V zadávací dokumentaci veřejných zakázek, které se týkají činností, kde by mohlo dojít k ovlivnění některé ze složek životního prostředí, požadovat, aby byly v projektových dokumentacích, které budou přílohami zadávacích dokumentací veřejných zakázek, popsány možné vlivy na kvalitu ovzduší a požadavky na jejich omezení a eliminaci.
		Stavební práce	Při výběru zhotovitelů stavebních prací bude požadována jejich dostatečná kvalifikace, aby byl zajištěn negativní vliv stavby na životní prostředí, tedy i na kvalitu ovzduší v okolí stavby při provádění stavebních prací.

SS02	Zvyšování podílu zeleně v obytné zástavbě	Péče o stávající zeleň	Řada projektů, které budou spojeny se zvyšováním podílu zeleně v obytné zástavbě v rámci rekonstrukcí a pravidelné údržby budov a přilehlých okolních pozemků, u kterých je vlastníkem Město Ružomberok.
		Výsadba nové zeleně	Bude probíhat jak nová výsadba zeleně, tak náhradní výsadba za odstraňovanou zeleň na pozemcích v majetku Města Ružomberok. Jedná se především o parky, zahrady, hřiště, volné plochy, prostranství atd., které jsou součástí areálů škol, domovů důchodců, dětských domovů a center a dalších sociálních zařízení.
SS03	Informování a osvěta veřejnosti v otázkách ochrany ovzduší	Smogový varovný systém	Bude probíhat zveřejňování informací o vyhlášených smogových situacích a stavech regulace na internetových stránkách, zpracování manuálu pro informování obyvatel v případě smogových nebo pachových epizod

		Vlastní monitorovací síť	Měřicí síť pro včasné varování obyvatel s online výstupy na web, on-line varování přes mobil systém bude zaměřen na základní znečišťující látky (PMx, O3, NO2) a pachové látky
		Zdravotní studie o vlivu ovzduší na obyvatele města	Opakovaná studie každých 10 let, porovnání vybraných zdravotních ukazatelů
		Informační kampaň – diskuse strategického plánu	Senzorová síť pro hodnocení suspendovaných částic a organických látek + prekurzorů zápachu
		Informační kampaň – aktivity města a podpora ekologického chování	veřejné projednání Strategického plánu, pravidelné aktualizace v souvislosti s rozvojem území a potřebami veřejnosti
SS04	Územní plánování	činnost úřadu podle zákona	Vydávání stanovisek k územnímu plánu, návrhy regulačních plánů, vyjadřování k řízení IPPC, EIA, SEA
SS05	Podpora ekologických aktivit	Vytvoření fondu pro podporu ekologických aktivit obyvatel	Vytvořit fond na miniprojekty s ekologickým dopadem do ovzduší – změna systému vytápění, poskytnou dotaci na rok a rodinu/osobu

SS06	Vzdělávání	Vytvoření platformy pro osvětu a vzdělávání	Rozšíření stávajících webových stránek města o osvětové a vzdělávací materiály – zvýšit povědomí o aktivitách města a objektivně poskytovat informace
-------------	------------	---	---

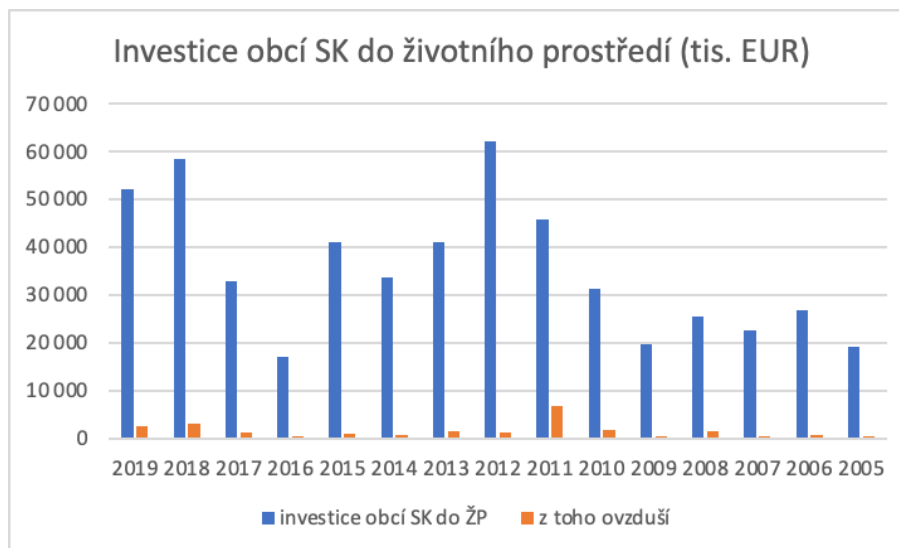
6.3. Opatření na krajské úrovni

SK 01	Průmyslové zdroje	komunikace se středními a velkými zdroji	vyjadřování k územnímu plánu, návrhy regulačních plánů, vyjadřování k řízení IPPC, EIA, SEA v přesahu legislativních možností města Ružomberok
SK 02	Podpora ekologických aktivit	Podpora ekologického chování obyvatel	Vytvořit fond na miniprojekty s ekologickým dopadem do ovzduší – změna systému vytápění, poskytnou dotaci na rok a rodinu/osobu
SK 03	Lokální vytápění	zpřístupnění dotačních titulů	vytvoření společného systému na podporu ekologického vytápění, společný systém financování

6.4. Opatření na národní a mezinárodní úrovni

SN 01	Mezinárodní dohody	zvýšení informovanosti a angažovanost	zajistit možnost samosprávě podílet se na jednání o transmissích zejména v oblasti PL/CZ/SK
SN 02	dotační tituly	zvýšení tlaku na ekologické dotační tituly EU	zajistit stejné podmínky pro kotlíkové dotace jako v ČR
SN 03	finance	přesměrování poplatků za znečištění ovzduší	Vytvořit systém návratu poplatků za znečištění do oblastí, kde vzniká

7. Financování stanovených opatření



Zdroj: Slovenský statistický úrad



Financování uvedených opatření je možné:
prostřednictvím rozpočtu Města Ružomberok
čerpáním dotačních titulů

- národních
- Evropských (Interreg, LIFE, HORIZON, UIA)

Spolufinancováním komerčním sektorem (vytvoření fondu)

Město by mělo definovat objem prostředků pro daný rok, s výhledem do roku 2050, k zajištění dosažení cílů uvedených ve strategickém plánu.

8. Literatura

„Identifikácia pôvodcov znečisťovania ovzdušia v meste Ružomberok“, ENVITECH Bohemia, 2015

Mgr. Ivo Dostál, Ing. Jakub Tichý, Ing. et Ing. Libor Špička, RNDr. Leoš Pelikán, Ph.D., SOUBOR DOPRAVNĚ-ORGANIZAČNÍCH OPATŘENÍ PRO UPLATNĚNÍ V PZKO, CDV Brno 2015

Hurych, V. Význam zeleně pro člověka In – Tvorba zeleně (Sadovnictví – Krajinářství). Mělník : Vyšší odborná škola zahradnická a Střední zahradnická škola ve spolupráci s Grada Publishing, 2011. 303 s. ISBN 978-80-247-3605-1

KOLARÍK, J. et al. Péče o dřeviny rostoucí mimo les – I.. Vlašim: ČSOP Vlašim, 2003. 87 stran. ISBN 80-86327-36-1.

KOLARÍK, J. et al. Péče o dřeviny rostoucí mimo les – I.. Vlašim: ČSOP Vlašim, 2010. 696 stran. ISBN 978-80-86327-85-3

Zapletal, M. (2017): Hodnocení městské zeleně při snižování koncentrace polutantů v ovzduší a vlivu tepelného ostrova ve městě. In: Sborník k odborné konferenci Zelená města- města budoucnosti, Veřejné prostranství a městský mobiliář, září 2017, Městské kulturní středisko Havířov, Havířov, s. 11-14, 2017. ISBN 978-80-905013-6-2.

TESO Ostrava: Závěrečná zpráva k prvnímu dílčímu úkolu – Zpracování návrhu emisních faktorů pro Ministerstvo životního prostředí Stanovení emisních



faktorů a imisních příspěvků stacionárních zdrojů pro účely zjednodušení přípravy a vyhodnocení žádostí o podporu z OPŽP, 2015

Slovenský hydrometeorologický ústav, www.shmi.sk

Slovenský statistický úřad, <https://slovak.statistics.sk/wps/portal/>

PROGRAM ZLEPŠOVÁNÍ KVALITY OVZDUŠÍ ZÓNA STŘEDNÍ ČECHY - CZ02 MŽP ČR, 2016

Krátkodobý program ke zlepšení kvality ovzduší (Akční plán), Statutární město Ostrava, 2012

Lokální topeniště, Moravskoslezský kraj, <https://lokalni-topeniste.msk.cz>

J., Keder J., Macoun J. Maňák J. (1998) SYMOS '97 – Systém modelování stacionárních zdrojů. Metodická příručka. ČHMÚ Praha

Transport, rozptyl a transformace znečišťujících látek v atmosféře; depozice, Jan Macoun, ČHMÚ

Air Resources Laboratory, <http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>

Atmospheric Deposition: A Biogeochemical Process, Moldan B. 1991, Academia Prague

Holoubek, J. Komárek: Chemie životního prostředí, UJEP Brno, 1982

Holoubek, J. a kol.: Troposférická chemie, Masarykova universita, 2005

Holoubek I.: Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAHs) v prostředí, Český



ekologický ústav a MŽP ČR, Praha 1996

GENASIS - Globální informační systém pro hodnocení životního prostředí,

www.genasis.cz

EEA - Evropská agentura pro životní prostředí, EEA: Doprava a životní prostředí: na cestě k nové společné dopravní politice, 2007,

www.eea.europa.eu

WHO - Světová zdravotnická organizace, www.who.cz

Monitoring perzistentných organických látok v Slovenskej republike Technická správa č. 2, časť 1, http://www.shmu.sk/File/SLO01G31/1TR2_Monit.pdf

Vliv zapáchajících sirných sloučenin, vznikajících při výrobě celulózy na zdravotní stav pracovníků celulóžky a obyvatelů města Ružomberok a okolí. http://www.shmu.sk/File/SLO01G31/1TR2_Monit.pdf

Acute Exposure Guide- line Levels for Selected Airborne Chemicals, Vol.5, Committee on Acute Exposure Guideline Levels Committee on Toxicology, THE NATIONAL ACADEMIES PRESS 500 Fifth Street, NW Washington, DC 20001, 2007

„Vplyv diaľnice D1 na znečistenie ovzdušia mesta Ružomberok“ , Zdroj MONDI SCP ze studie FIDOP s.r.o. Žilina, 2018

9. Použité zkratky

BAT	Best Available Techniques – Nejlepší dostupné techniky
BREF	Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách
SHMÚ	Slovenský hydrometeorologický ústav
REZZO	Registr znečišťujících látek (Emisní bilance)
GIS	Geografický informační systém
IMS/AMS	Imisní monitorovací systém/ Automatický monitorovací systém
IPPC	Integrated pollution prevention and control – Integrovaná prevence
IRZ	Integrovaný registr znečišťování
CZT	Centrální zásobování teplem
NEIS	Registr provozovatelů znečišťování ovzduší
POP's	Perzistentní organické látky
PAU	Polyaromatické uhlovodíky
PM ₁₀	Suspendované částice – částice s aerodynamickým průměrem 10 µm
PM _{2.5}	Suspendované částice – částice s aerodynamickým průměrem 2,5 µm
PM _x	Suspendované částice, x označuje velikost částic v mikrometrech
TZL	Tuhé znečišťující látky
SO ₂	Oxid siřičitý
H ₂ S	sirovodík, sulfan
NO _x	oxidy dusíku



NO ₂	Oxid dusičitý
NO	Oxid dusnatý
CO ₂	Ozon
CO	Oxid uhelnatý
Pb	Olovo
As	Arsen
Cd	Kadmium
Ni	Nikl
Hg	Rtuť
VOCs	Volatile Organic Compounds – těkavé organické látky
TOC	Celkový organický uhlík
B(a)P	Benzo(a)pyren
PAU	polycyklické aromatické uhlovodíky
PCDD/F	polychlorované dibenzodioxiny/ furany
t	teplota (OC)
r	Pearsonův korelačn. koeficient
prům.	průměr – rozum. se aritmetický průměr
medián	medián - forma střední. hodnoty
min.	minimální hodnota ve výběru
max.	maximální hodnota ve výběru

ENVitech Bohemia s.r.o., Ovocná 34, 161 00 Praha 6, Czech Republic

T +420 257 312 750, F +420 257 311 780, E eb@envitech.eu

IČ 47119209, DIČ CZ47119209, OR Městský soud v Praze, oddíl C, vložka 12701

Bankovní spojení: KB Praha, č. ú.: 50905051/0100

www.envitech.eu

Příloha č. 1: Návrh opatření pro roky 2021 - 2024

Význam	Označení	Název	Popis	Termín splnění	Finanční náročnost (tis. EUR)
1	DO10/01	Úklid a údržba komunikací, snižování vlivu komunikací na kvalitu ovzduší	Vytvoření a financování plánu nadlimitního čištění komunikací do roku 2024	pro.21	-
2	DO12/01	Podpora využití nízkoemisních a bezemisních pohonů v automobilové dopravě	Vytvoření městské vyhlášky pro zvýhodnění ekologických vozidel, zvýhodnění parkování, parkovací místa zdarma, elektrické stojany, speciální místa pro parkování, změny ve vybraném parkování	pro.21	-
3	DO10/02	Úklid a údržba komunikací, snižování vlivu komunikací na kvalitu ovzduší	Vytvoření studie pro výsadbu resp. revitalizaci zeleného pásu kolem I/18, Plán revitalizace na 10 let?	pro.22	20
4	DO12/02 + stavební	Podpora využití nízkoemisních a bezemisních pohonů v automobilové dopravě	Stavební práce - vytvoření parkovacích míst, dopravní značení, systém kontroly atd. záchytná parkoviště park & ride	pro.23	1000...
5	SS03/01	Informování a osvěta veřejnosti v otázkách ochrany ovzduší - Varovný systém	Vytvoření měřicího a varovného systému kvality ovzduší I. etapa, zakoupení systému se 8 senzorovými stanicemi, systém varování sms a emaily, instalace	pro.22	200
6	PR03/01	Zpříisňování/ stanovování podmínek provozu	Jednání s MONDI SCP o dobrovolné dohodě, spoluúčast na ekologickém dění ve městě, spolupráce při ekologizaci topení, monitoringu ovzduší, marketingu enviromentálních akcí	čvn.22	-
7	PR03/02	Zpříisňování/ stanovování podmínek provozu	Připravit návrhy dobrovolných dohod pro 10 nejvýznamnějších průmyslových zdrojů v Ružomberku	pro.23	-
8	SS03/02	Informování a osvěta veřejnosti v otázkách ochrany ovzduší Monitoring ovzduší	Pravidelný monitoring instalované monitorovací sítě, provoz webového a mobilního portálu	čvn.23	10/ rok

Význam	Označení	Název	Popis	Termín splnění	Finanční náročnost (tis. EUR)
9	SS03/03	Informování a osvěta veřejnosti v otázkách ochrany ovzduší - Zdravotní studie	Vytvoření designu zdravotní studie - zadání vypracování a oponentního posudku pro studii, výběr parametrů a způsobu sledování	čvn.22	20
10	DO09/01	Zvýšení plynulosti dopravy v intravilánu	Vytvoření autobusových pruhů, systému přednosti na křižovatkách - SMART, zelené vlny pro MHD	pro.24	1000
11	DO07/01	Podpora cyklistické dopravy	Koupě nebo zajištění provozování volně dostupných kol nebo elektrokol (50), vybudování 10 záchytných míst, zabezpečení, značení tras a informační cedule,	pro.22	60
12	DO4/01	Zvyšování kvality v systému veřejné hromadné dopravy	Úprava zastávek, zlepšení informačního systému, QR aplikace města přímo na místě, nabíjení telefonů, zelené zastávky, lavičky, wifi	pro.24	50
13	DO11/01	Omezování emisí z provozu vozidel obce/kraje a jeho organizací	Obměna vozového parku Města, podpora elektromobility - zakoupení 2 vozidel, vytvoření nabíjecího místa před radnicí	pro.24	100
14	RD04/01	Rozvoj environmentálně příznivé energetické infrastruktury, rozšiřování sítí zemního plynu a soustav zásobování tepelnou energií	Marketingová kampaň pro přechod na CZT, zvýhodnění připojených, garance cen,	pro.21	20
15	SS05/01	Podpora ekologických aktivit	Vytvoření fondu na ekologické aktivity obyvatel - stanovit částku/rok a do fondu v rámci dobrovolných dohod dát peníze znečišťovatelů – forma participativního rozpočtu	pro.23	-
16	SS06/01	Vzdělávání	Úprava webu města, rozšíření o vybrané aktivity plánu, informace o ekologickém topení, podpora CZT, monitorovací systém a další	pro.23	20

Význam	Označení	Název	Popis	Termín splnění	Finanční náročnost (tis. EUR)
17	SS06/02	Vzdělávání	Zapojení studentů do "monitoringu" životního prostředí formou podpory vybraných projektů	pro.21	30
18	SN03/01	národní spolupráce	zajištění zástupce Města v národních komisích pro jednání o dotačních titulech, poplatkové agendě,	pro.22	-
19	SS03/04	Informování a osvěta veřejnosti v otázkách ochrany ovzduší - další studie	Zpracování studie vlivu vlhkosti z chladírenských věží na imisní situaci	pro.22	20