



ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A
ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ

EMISE ZE ZDROJŮ ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ V SEVEROZÁPADNÍCH ČECHÁCH A MOŽNOSTI JEJICH SNIŽOVÁNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí bakalářské práce: doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Bakalant: Ladislav Salač

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ladislav Salač

Územní technická a správní služba

Název práce

Emise ze zdrojů znečišťování ovzduší v Severozápadních Čechách a možnosti jejich snižování.

Název anglicky

Emissions from resources of air pollution in the north-west in Bohemia and chances of their lowering

Cíle práce

Cílem práce je upozornit na znečišťování ovzduší polévatým prachem, oxidy a ostatními látkami z průmyslu, důlní činnosti a dopravy v severozápadních Čechách.

Metodika

Specifikace problému.

Sběr dat o znečištění ovzduší.

Dopad znečištění ovzduší na životní prostředí.

Možnosti odstranění.

Vyhodnocení možného nebezpečí pro člověka a životní prostředí.

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

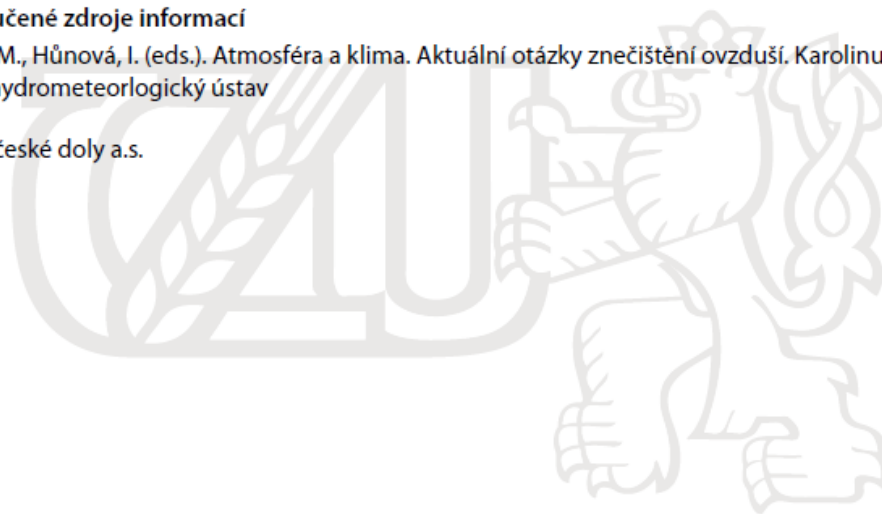
Doporučené zdroje informací

Braniš, M., Hůnová, I. (eds.). Atmosféra a klima. Aktuální otázky znečištění ovzduší. Karolinum 2009.

Český hydrometeorologický ústav

ČEZ

Severočeské doly a.s.



Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2015

prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 3. 2015

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 10. 03. 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením doc. Mgr. Marka Vacha, Ph.D., (další informace mi poskytl Ing. Jiří Sloup) a že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Praze 15. 4. 2015

.....

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce doc. Mgr. Marku Vachovi, Ph.D., za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vypracování této bakalářské práce.

V Praze 15. 4. 2015

Abstrakt

Emise ze zdrojů znečištění ovzduší v severozápadních Čechách a možnosti jejich snižování

Emise hrají v přítomnosti a budoucnosti lidstva velkou a nezastupitelnou roli. Lidstvo jako jejich producent stále nachází nové a nové cesty k jejich eliminaci. I obyčejné třídění odpadu, i když se to na první pohled nezdá, má totiž dopad na výslednou tvorbu emisí.

Životní prostředí a kvalita ovzduší – toto spojení je skloňováno v řadě oborů, souvislostí a dalších případů. Je jednoduché používat tato slova, ale víme vůbec, co nás obklopuje? Čemu jsme každý den vystaveni? Jak se hodnotí kvalita ovzduší? Jak k této kvalitě přispívá člověk? Jaký dopad mají lidské aktivity na kvalitu ovzduší, tedy na to, co dýcháme? Jak znečištění ovzduší dopadá na lidské zdraví? Kde se toto znečištění bere? Jedná se o přirozené znečištění nebo o znečištění antropogenní? Které lidské činnosti značnou měrou ovlivňují znečištění ovzduší a které jsou naopak druhořadé?

Člověk je tvor, který značnou měrou působí na svoje okolí, tedy i na ovzduší. Svou činností jej mění. Jak velký je dopad lidských činností na okolí?

Lidstvo za poslední desetiletí ušlo dlouhou cestu, která by měla vést ke snížení emitovaných škodlivých látek do ovzduší. Mezi pozitivní jevy se v energetice lze počítat používání energeticky obnovitelných zdrojů (solární, větrná, vodní energie), v dopravě se jedná o využívání alternativních pohonů (elektrický pohon, vodík, hybridní pohon) a v domácnostech zvýšení efektivity využívání tepla uvolňovaného při spalování fosilních paliv včetně lepšího spalování a snižování spalin. Toto všechno ale s sebou nese i vedlejší produkty (např. sádrovec) a jiné, nové výzvy. Jen bychom si měli dávat pozor na to, aby z řešení jednoho problému nevznikal jiný problém do budoucnosti.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Dopad na životní prostředí, emise, oxidy, polétavý prach, znečištění ovzduší

The abstract

Emissions from resources of air pollution in the north-west in Bohemia and chances of their lowering

The emissions play an irreplaceable and a big role in present and future of humanity. The humanity as its producer is keep on finding new and new ways to their elimination. Common waste separation effects an impact of resulting creations of emissions even it doesn't seems so important.

The environment and quality of air. This connection is declined in many branches, connections and other cases. It's easy to use these words but we don't know at all what surrounded us? What we are exhibited every day ? How is valued the quality of air? What does or doesn't do the human for it? What impact have the human activities for quality of air and the breathing? How does the air pollution impact on human healthy? Where does it come from? Is it „ natural“ pollution or factitious ? Which human activities influence a lot the air pollution and which are second rate?

The human being considerably causes on surroundings around him, including the climate. He is changing it through his activity. These are – transport, industry, mineral extraction and household. How big is an impact of these activities in surrounding?

The humanity took a long way in last decade that should lead to decreasing greenhouse gas and also emissions in the climate. The new ways are using renewable resources of energy (solar, windy, water energy), in transport using alternative drive (electric drive, hydrogen, hybrid drive) and in households increasing the effectivity in using the warmth loosing by burning fossil fuels including of better burning and degreasing burnt. All of this brings the next products (for example gypsum) and other new calls. We should get attention to not do another new problem by solving one for future.

KEY WORDS:

Impact on the environment, emissions, oxide, flying dust, air pollution

1. ÚVOD.....	10
2. Cíl práce.....	11
3. Škodliviny v ovzduší	12
3.1. Síra	12
3.1.1. Oxidy síry.....	12
3.1.2. Vliv na životní prostředí/ovzduší.....	12
3.1.3. Vliv na člověka.....	12
3.2. Uhlík	13
3.2.1. Oxidy uhlíku.....	13
3.2.2. Vliv na životní prostředí/ovzduší.....	13
3.2.3. Vliv na člověka.....	13
3.3. Dusík.....	13
3.3.1. Oxidy dusíku (NO _x)	14
3.3.2. Vliv na životní prostředí/ovzduší.....	14
3.3.3. Vliv na člověka.....	14
3.4. Polétavý prach	15
3.4.1. PM ₁₀ ; PM _{2,5} ; PM _{1,0}	15
3.4.2. Vliv na životní prostředí/ovzduší.....	15
3.4.3. Vliv na člověka.....	15
3.5. Polychlorované dibenzo-p-dioxiny (PCDD)	16
3.5.1. Struktura a vlastnosti	16
3.5.2. Vliv na životní prostředí/ovzduší.....	16
3.5.3. Vliv na člověka.....	17
3.6. Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)	17
3.6.1. Struktura a vlastnosti	17
3.6.2. Vliv na životní prostředí/ovzduší.....	18
3.6.3. Vliv na člověka.....	19
4. Proces znečišťování ovzduší.....	20
5. Zdroje znečišťování ovzduší v severozápadních Čechách – emisní zdroje	22
5.1. Energetika – ČEZ.....	23
Vznik oxidu uhličitého CO ₂ a oxidu uhelnatého CO	24
Vznik oxidů síry	24
Vznik oxidů dusíku.....	24
5.2. Těžba nerostných surovin – SD, a.s. (Severočeské doly, a.s.)	25

5.3.	Automobilová doprava	26
5.4.	Domácnosti	26
6.	Kroky ke snižování produkce znečišťujících látek	27
6.1.	ČEZ, a.s. – odsíření, odstranění popílku	27
	Mechanismus vzniku a odsíření spalin (obr. 2)	27
6.2.	SD, a.s. – snižování prašnosti	29
6.3.	Doprava	31
6.4.	Domácnosti	33
7.	Vyhodnocení účinnosti opatření	34
7.1.	ČEZ, a.s.	34
7.2.	SD, a.s.	35
7.3.	Doprava	36
7.4.	Domácnosti	36
8.	Další možné kroky v boji se znečištěním ovzduší	37
9.	Diskuse	38
10.	Závěr	40
11.	Přehled literatury a použitých zdrojů	42
12.	Přílohy, grafy	48

1. ÚVOD

Severozápadní Čechy – území poznamenané těžbou nerostných surovin a jejich následným využíváním. Synonymem pro toto území je pojem měsíční krajina. Doly, elektrárny, vykácené nebo odumřelé lesy a další viditelné známky po této činnosti. Jenže co nám ještě tato činnost přináší? Jsou to emise, které stoupají ve formě odpadních plynů z elektrárenských komínů. Když se k tomu přidá silniční doprava a domácnosti, můžeme vidět odumřelé lesy a třeba i nelichotivé zdravotní průzkumy.

Emise jsou i nejsou vidět a tím jsou skrytou hrozbou, která dopadá na všechny a všechno kolem.

Vážným problémem, a tento problém by se dal označit jako číslo jedna, jsou emise, které vznikají při spalování fosilních paliv. Při něm mimo spotřebu kyslíku dochází i k emitování emisí do ovzduší a tyto jsou následně vzduchem rozptýlovány do okolí ve formě imisí. Mezi zásadní problémy patří oxidy uhlíku, síry, dusíku, PAU, PCDD a pevné složky (polétavý prach). Jednotlivé složky působí na okolí, ale i na člověka samotného. K jejich odstranění se již zavedla celá řada opatření.

Mezi tato opatření patří v automobilové/silniční dopravě katalyzátory. Jenže i toto řešení má své zápory, např. znečištění životního prostředí platinou. V energetice se jeví řešením odsíření elektráren, ale co s odpadem z odsíření? V těžbě nerostných surovin a jejich transportu jsou vhodná technologická opatření, která jsou hodně náročná a jejich použití je limitováno i samotnou přírodou.

2. CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce je zmapování zdrojů znečištění ovzduší v severozápadních Čechách se zaměřením na problematiku znečištění vybranými složkami a dále zhodnocení účinnosti nápravných opatření ze strany producentů znečištění.

3. ŠKODLIVINY V OVZDUŠÍ

3.1 Síra

Síra (S) se v ovzduší nachází ve stopových množstvích a to ve formě oxidů, aerosolů a sirovodíku.

Zdroje pro síru a její oxidy se dají rozdělit do dvou skupin – přirozené a antropogenní. Mezi přirozené zdroje patří vulkanická činnost, lesní požáry nebo atmosférická oxidace sulfanu. Jako hojný antropogenní zdroj lze uvést spalování fosilních paliv s obsahem síry (uhlí, ropa) a úniky z průmyslu. (MŽP 2015)

3.1.1 Oxidy síry

Jedná se o označení celé skupiny oxidů, jelikož sem spadá oxid siřičitý (SO_2) a oxid sírový (SO_3). Pro potřeby monitoringu kvality ovzduší se používá označení termín oxidy síry (SO_x). (Hůnová a kol. 2009)

3.1.2 Vliv na životní prostředí/ovzduší

Oxid siřičitý je zdrojem široké škály negativních dopadů na životní prostředí. Jedná se hlavně o jeho fotochemickou a katalytickou reakci, kdy přechází na oxid sírový a další deriváty v podobě aerosolu. Jako síran se usazuje na zemském povrchu nebo je vymýván z atmosféry. Spolu s oxidy dusíku způsobují okyselení srážkových vod a tvoří tzv. kyselé deště, které jsou původci poškození lesů, zemědělských porostů, snižují kvalitu vod a ohrožují živé organismy. (Lee a kol. 2005)

3.1.3 Vliv na člověka

Oxid siřičitý – při nízkých/běžných koncentracích $0,1 \text{ mg/m}^3$ dráždí oči a horní cesty dýchací. S nárůstem koncentrace dochází ke zvýšení počtu respiračních onemocnění. S jeho vzrůstající koncentrací dochází k poškození očí, dýchacích orgánů a při vysoké koncentraci se v plicích začne tvořit edém (tekutina v plicích). Skupinou lidí, která bývá nejvíce ohrožena vzrůstající koncentrací, jsou astmatici.

Oxid sírový – v podstatě mluvíme o aerosolu kyseliny sírové a o významnějším podráždění dýchacích orgánů v porovnání s oxidem siřičitým. (MŽP 2015)

3.2 Uhlík

Je zastoupen v atmosféře, stejně jako v zemské kůře, v relativně malém množství. Častěji je zastoupen jako metan nebo oxidy. Mezi geochemické zdroje uhlíku patří degazace hornin, vulkanické procesy a metamorfóza hornin. (Hůnová a kol. 2009)

3.2.1 Oxidy uhlíku

Oxid uhelnatý (CO) – prudce jedovatý plyn bez zápachu. Vyznačuje se toxicitou. Je produktem nedokonalého spalování za nízkého přístupu vzduchu, vzniká při požárech a vulkanické činnosti. Hlavním antropogenním zdrojem je spalování uhlikatých paliv – silniční doprava, kotle, pece. Používá se pro rafinaci niklu a výrobu jiných chemikálií. (MŽP 2015)

3.2.2 Vliv na životní prostředí/ovzduší

Oxid uhelnatý (CO) – v případě fotochemických reakcí s jinými látkami dochází k rozkladu oxidu uhelnatého, ale tím se zvyšují koncentrace přízemního ozonu a metanu. Jelikož se mění na oxid uhličitý, lze jej označit za skleníkový plyn. (MŽP 2015)

3.2.3 Vliv na člověka

Oxid uhelnatý (CO) je velice nebezpečný pro lidi trpící kardiovaskulárními chorobami. Při vdechování se dostává do plicních sklípků a tudíž do krevního oběhu. Snadno a silně (více než kyslík) se váže na hemoglobin. U zdravých lidí může delší expozice zvýšeným koncentracím vyvolávat snížení motorických schopností a pozornosti. Při vysokých koncentracích, běžně se v ovzduší nevyskytujících, je jedovatý. (MŽP 2015)

3.3 Dusík

Dusík (N) – jedná se o plynný chemický prvek, jenž je hlavní složkou zemské atmosféry. Je to biogenní prvek, který patří mezi základní stavební prvky živé hmoty. Ve vzdušném obalu země je jej 78 %. Jedná se o plyn, který je bez chuti, zápachu a barvy. Není toxický.

Zdroje oxidů dusíku se dají označit jako přirozené a antropogenní. Přirozeným zdrojem dusíku je biologický proces mikrobiální. Za antropogenní zdroj se dá

považovat spalovací proces a i následné používání katalyzátorů (silniční doprava; vysoké teploty a reakce dusíku s kyslíkem). (Hůnová a kol. 2009)

3.3.1 Oxidy dusíku (NO_x)

Jedná se o označení celé skupiny oxidů, jelikož sem spadá oxid dusnatý (NO) a oxid dusičitý (NO₂). Pro potřeby monitoringu kvality ovzduší se používá označení termín oxidy dusíku (NO_x). (MŽP 2015)

Oxid dusnatý (NO) – bezbarvý plyn, jedovatý pro člověka, v případě kombinace s vlhkostí má leptající vlastnosti. Jedná se o silné oxidovadlo, jež reaguje s kovy a organickými látkami. S vodou nereaguje, ale mírně se v ní rozpouští. S volným kyslíkem oxiduje na oxid dusičitý. (MŽP 2015)

Oxid dusičitý (NO₂) – červenohnědý, prudce jedovatý a agresivní plyn. Vzniká při spalování fosilních paliv v motorech, a to oxidací vzdušného dusíku nebo dvoustupňovou oxidací amoniaku. (MŽP 2015)

3.3.2 Vliv na životní prostředí/ovzduší

I přesto, že dusík je základní stavební kámen rostlin a pro jejich lepší růst je dodáván člověkem do půdy jako hnojivo, nadbytek oxidů dusíku (NO a NO₂) může působit kontraproduktivně. Dochází pak k poškozování rostlin a ty jsou následně náchylnější k negativním vlivům okolí (plísň, mráz). Oxidy síry a oxid dusičitý tvoří kyselé deště, které účinkují na vegetaci. Oxidy dusíku se postupně mění na kyselinu dusičnou a ta reaguje s ostatními oxidy za vzniku pevných částic, které jsou z atmosféry odstraňovány vymýváním, a dochází k navyšování koncentrace dusíku v půdě. Oxid dusičitý přispívá k tvorbě přízemního ozónu. Dusičnanové ionty ve vodách způsobují úhyn ryb a nežádoucí nárůst vodních rostlin (eutrofizace vod). (MŽP 2015)

3.3.3 Vliv na člověka

Oxidy dusíku nebo čistý dusík mají při vdechování vyšších koncentrací oxidů nebo čistého plynu negativní vliv na plicní funkci – váží se na krevní barvivo a zhoršují přenos kyslíku z plic do organismu. Méně závažným projevem je dráždění dýchacích cest. (MŽP 2015)

3.4 Polétavý prach

Je též známý jako tuhé znečišťující látky (TZL), suspendované částice nebo vzdušný aerosol – pod těmito všemi názvy lze tuto znečišťující látku vyhledat nebo o ní slyšet, když mluvíme o znečištění ovzduší. Jeho možnou definicí je i to, že se jedná o soubor kapalných, tuhých a suspendovaných částic o velikosti v rozmezí 1nm–100 μ m. Jedná se o produkt lidské činnosti, který je vnímán jako negativní. Existují dvě možnosti emitace/zdroje: přirozené (lesní požár, erupce sopky) nebo antropogenní (spalovací procesy – motory a elektrárny, důlní činnost, zemědělství, výroba cementu). Hrubý a jemný aerosol mají jiné složení, které je dáno procesy vedoucími k jeho vytvoření (částice půd jsou větší než sírany). (MŽP 2015)

3.4.1 PM₁₀; PM_{2,5}; PM_{1,0}

V ovzduší se monitorují všechny složky, ale nejčastěji se lze setkat s měřením koncentrace pro PM₁₀ (ale i pro PM_{2,5}; PM_{1,0}). Číslice, která se nachází za zkratkou PM (z ang. Particulate matter) udává největší průměr částice, která se započítává do této skupiny → PM₁₀ = všechny částice o průměru menším jak 10 μ m. (MŽP 2015)

3.4.2 Vliv na životní prostředí/ovzduší

Cesta aerosolu do ostatních složek životního prostředí může být buď mokrou, nebo suchou atmosférickou depozicí. Principiálně se dá říci, že čím větší průměr částice má, tím kratší dobu setrvává v ovzduší, tedy PM₁₀ sedimentuje rychleji než PM_{1,0}.

Hlavním negativním dopadem aerosolu je „zaprášení“ organismů. U rostlin se toto zaprášení projevuje snížením aktivní plochy listů (snížení fotosyntézy). U živočichů se projevuje zanášením dýchacích cest. (MŽP 2015)

3.4.3 Vliv na člověka

Pro člověka jsou nebezpečné částice PM₁₀ a menší. Důvodem je jejich pronikání do dýchací soustavy a následné usazování. Právě velikost částic je určující pro místo usazení – PM₁₀ se usazují v průduškách a PM_{1,0} v plicních sklípcích, což vede k respiračním onemocněním. PM₁₀ dále poškozují kardiovaskulární systém těla. (MŽP 2015)

3.5 Polychlorované dibenzo-p-dioxiny (PCDD)

3.5.1 Struktura a vlastnosti

Jedná se o chemické sloučeniny, u nichž stavebními prvky molekul jsou kyslík, vodík, chlor a uhlík. Jsou i známé pod označením tricyklické aromatické sloučeniny. Jelikož se tyto prvky skládají z několika látek, existuje několik stovek struktur. Mezi nimi se nachází i několik vysoce toxických, a to již při nízké koncentraci (2,3,7,8-tetrachlordibenzo-p-dioxin). PCDD jsou též řazeny do perzistentních organických polutantů (POP). Jelikož se mezi TCDD nachází i toxické sloučeniny, tato skupina není primárním cílem výroby a používání. (Paradiž a kol. 2008)

Zdroje emisí lze rozdělit na přírodní a antropogenní. Obecně platí, že vznikají v průběhu nekontrolovaného spalování paliv, a to především paliv s obsahem chlóru. Přírodními zdroji jsou lesní požáry nebo sopečná aktivita. Mezi antropogenní procesy řadíme spalování komunálních a nebezpečných odpadů, spalování uhlí (teplárny, elektrárny) a paliv v silniční dopravě.

Určení množství PCDD v ovzduší se provádí odběrem pevných částic a následným vyluhováním. (MŽP 2015)

3.5.2 Vliv na životní prostředí/ovzduší

Jedná se o velice nebezpečnou látku, která je nebezpečná životnímu prostředí, zdraví člověka i životu organismů. Jedním z hlavních důvodů je skutečnost, že se jedná o látku, která je velice stálá. Může existovat v plynné fázi, ale i naadsorbovaná v částechkách. Její další nebezpečnou vlastností je ukládání v půdě a na rostlinách. Jelikož je PCDD ve většině případů nerozpustná (zároveň odolná vymývání), dlouhodobě se drží v půdě. Degradace PCDD v půdách a sedimentech je velice pomalá. Značné riziko znamená i spad dioxinů na vegetaci, tedy i na krmení pro hospodářská zvířata. Hlavním nebezpečím je jejich vstup do potravního řetězce právě skrze hospodářská zvířata, ale i třeba skrze ryby. Jelikož se dioxiny nerozpouštějí, usazují se v sedimentech. Zde jsou jejich vstupní bránou do potravního řetězce vodní organismy konzumované člověkem.

Jelikož se v případě dioxinů jedná o velmi stabilní látky, je možný i jejich transport atmosférou na tisíce kilometrů od místa vzniku, a tudíž je lze nalézt na celé

řadě míst na světě. Tím jsou nebezpečné životnímu prostředí a následně člověku. (Ferdan 2008)

3.5.3 Vliv na člověka

Látky ze skupiny PCDD jsou považovány za vysoce toxické a to již ve stopovém množství, tedy i jejich dopad na lidské zdraví je značný a nezanedbatelný. Lze začít od bolestí hlavy, přes nevolnost, podráždění očí a kůže až k poškození jater. Toto jsou běžné symptomy požití dioxinů. Další rizika spojená s působením dioxinů jsou již závažnější. Jedná se o možnost poškození plodu v průběhu těhotenství nebo o zvýšení pravděpodobnosti onemocnění rakovinou. (Rovira a kol. 2010)

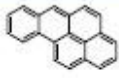
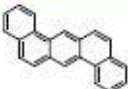

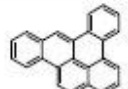

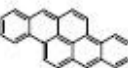

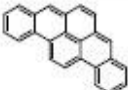
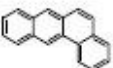
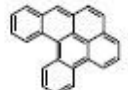
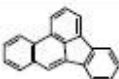
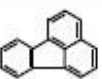
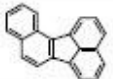

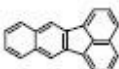
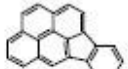
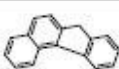
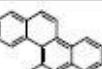


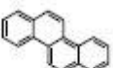
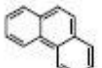

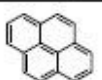
3.6 Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

3.6.1 Struktura a vlastnosti

Jedná se o celou skupinu látek (Tab. 1), které nenesou žádné heteroatomy ani substituenty a mají ve své molekule kondenzovaná aromatická jádra. Mezi základní vlastnosti lze zařadit nízkou rozpustnost ve vodě, ale dobrou rozpustnost v oleji nebo tuku. PAU jsou látky, které nejsou v případě výroby jejím primárním cílem. PAU jako skupina látek jsou obsaženy v řadě průmyslových výrobků – asfalt, motorová nafta. (USEPA 2008)

PAU vznikají všude tam, kde dochází k nedokonalému spalování uhlíkatých paliv. Mezi antropogenní zdroje lze zařadit koksárenství, rafinaci ropy. Pro PAU není zdrojem jen lidská činnost, ale jeho zdroje jsou i přírodní – sopečná erupce nebo lesní požáry. (USGS 2014)

Tab. 1 - Jméno a struktura PAU, které jsou pravidelně monitorovány s ohledem na doporučení EU Scientific Committee for FOOD (SCF), European Union (EU) a the US Environmental Protection Agency (EPA)

Seznam	Označení / jméno	Struktura	Seznam	Označení / jméno	Struktura
EPA, SCF, EU	Benzo[a]pyrene		EPA, SCF, EU	Dibenz[a,h]anthracene	
EPA	Acenaphthene		EU+SCF	Dibenzo[a,e]pyrene	
EPA	Acenaphthylene		EU+SCF	Dibenzo[a,h]pyrene	
EPA	Anthracene		EU+SCF	Dibenzo[a,i]pyrene	
EPA, SCF, EU	Benzo[a]anthracene		EU+SCF	Dibenzo[a,j]pyrene	
EPA, SCF, EU	Benzo[b]fluoranthene		EPA	Fluoranthene	
SCF, EU	Benzo[j]fluoranthene		EPA	Fluorene	
EPA, SCF, EU	Benzo[k]fluoranthene		EPA, SCF, EU	Indeno[1,2,3-cd]pyrene	
EU	Benzo[c]fluorene		EU+SCF	5-Methylchrysene	
EPA, SCF, EU	Benzo[ghi]perylene		EPA	Naphthalene	
EPA, SCF, EU	Chrysene		EPA	Phenanthrene	
SCF, EU	Cyclopenta[cd]pyrene		EPA	Pyrene	

(Lerda 2011)

3.6.2 Vliv na životní prostředí/ovzduší

Jedná se o toxické látky, které mají dopad na celou řadu organismů. Způsobují rakovinu, neplodnost a mutace zvířat, toto působení ovlivňuje celé populace. Závažnou hrozbou je u PAU jejich schopnost odolávat rozkladu (perzistence). Další

neméně závažnou hrozbou je jejich možnost transportu na velké vzdálenosti (stejně jako u PCDD) v naadsorbované formě na sazích a prachových částicích. (ATSDR 2015)

3.6.3 Vliv na člověka

Pro člověka je celá řada látek ze skupiny PAU nebezpečná. Mezi hlavní nebezpečí patří ohrožení zdravého vývoje plodu a karcinogenita. Mezi další možná nebezpečí pro člověka počítáme podráždění očí nebo popraskání pokožky. Například kuřáci se dobrovolně vystavují působení benzo(a)pyrenu, který je složkou cigaretového kouře a může způsobovat vznik rakoviny. (WDHS 2014)

4. PROCES ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVZDUŠÍ

Znečištění ovzduší je soubor procesů a jevů, které existují jako celek a nedají se od sebe oddělit.

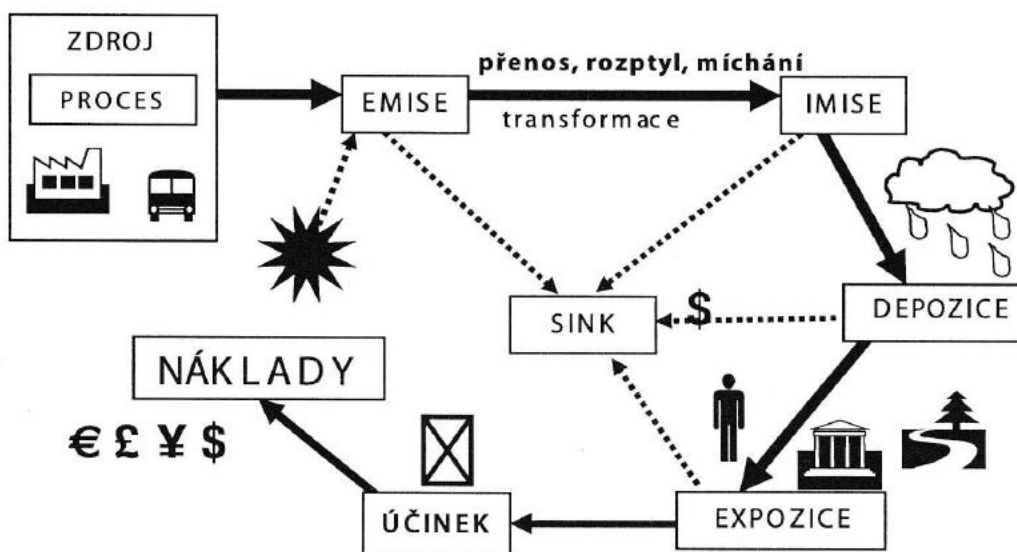
Důležité je také identifikovat, co znamenají látky znečišťující ovzduší a dle jakých parametrů a hledisek je můžeme dělit.

Znečišťující látkou je každá látka, která svou přítomností v ovzduší má nebo může mít škodlivé účinky na lidské zdraví nebo životní prostředí anebo obtěžuje zápachem (zákon 201/2012 Sb. v platném znění)

Lze je dělit např. dle:

- fyzikálních vlastností a forem (tuhé, kapalné, plynné),
- chemických vazeb a složení (sloučeniny uhlíku, dusíku, síry; sloučeniny anorganické a organické atd.),
- organismů a účinků na ně (alergeny, rizikové prvky, toxické sloučeniny, oxidanty).

Princip znečišťování ovzduší a vod, potažmo přírody a půd, by se dal rozdělit na primární a sekundární, kdy každá skupina znečišťovatelů má „svůj“ proces a princip znečišťování, i když primární princip se dá obecně označit za univerzální, jen s drobnými rozdíly (obr. 1). Téměř vždy se jedná o spalování fosilních paliv (energetika, silniční doprava, domácnosti) a následné emitování spalin (obsahujících emise) do ovzduší. (Hůnová a kol. 2009)



Obr. 1 – Proces znečišťování (Hůnová a kol. 2009)

Existuje zde ještě sekundární cesta znečištění, která se nepřímo pojí se znečištěním ovzduší, ale je stejně důležitá, a to je kontaminace vod (přírody). Jedná se o znečištění oblačné a srážkové vody. Znečišťující látky a příměsi se do dešťové vody dostávají již při své tvorbě v mracích (tento proces je označován jako vypršení, znečištění oblačné vody nebo také anglickým výrazem rain out) nebo při následném průletu/padání skrze vrstvu vzduchu pod oblaky (vymytí nebo také anglickým výrazem wash out). Vymytí je též považováno za jeden z důležitých procesů samočištění ovzduší, jelikož znečišťující látky/příměsi a plynné složky jsou absorbovány kapkami vody a odstraňovány z plynného obalu Země. Tento proces je možné pozorovat v období před a po spadnutí významnějšího množství srážek. Napomáhá čištění atmosféry, ale na druhou stranu se podílí na znečištění vod. (Hůnová a kol. 2009)

V případě silniční dopravy se jedná o kontaminaci vod skupinou platinových kovů, které se uvolňují v důsledku chemické reakce v průběhu používání katalyzátoru. Kovy se ukládají na povrchu a jsou splavovány do půd. (Hůnová a kol. 2009)

5. ZDROJE ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVZDUŠÍ V SEVEROZÁPADNÍCH ČECHÁCH – EMISNÍ ZDROJE

Lidské činnosti všech druhů a zaměření mohou a také ovlivňují všechny složky prostředí, a to jak kvantitativně, tak i kvalitativně. Na procesu znečišťování ovzduší v severozápadních Čechách se podílí nejen látky unikající do ovzduší z lidské činnosti, ale i jako antropogenní artefakty. Mimo to k těmto látkám můžeme přičíst i látky v tomto prostředí obvyklé, ale v koncentracích, které převyšují normální hustotu.

Jednotlivé zdroje znečišťujících látek do ovzduší jsou celostátně vedeny a evidovány v registru emisí a stacionárních zdrojů podle § 7, odst. 1 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, kdy správcem tohoto registru je Český hydrometeorologický ústav. V tomto seznamu jsou jednotliví znečišťovatelé vedeni dle kategorií, do které spadají. (Zákon 201/2012 Sb., v platném znění)

Zdrojů je celá řada, ale jako základní členění lze uvést:

- a) Antropogenní – tzn. veškeré zdroje, které souvisejí s lidskou činností. Mezi tyto zdroje patří silniční doprava; doprava komunálního odpadu a jeho likvidace; zemědělství; průmysl a průmyslová výroba; výroba tepla a elektrické energie.
- b) Přírozené – tzn. neovlivněné člověkem a působící nezávisle na jeho rozhodnutích či úmyslech. Sem se řadí požáry, zemětřesení, sopečná činnost.

Jako další členění lze použít hlediska:

I. umístění zdroje:

- a) přízemní – jedná se o zdroje, které emitují látky do ovzduší v bezprostřední blízkosti zemského povrchu (silniční doprava, domácí topeniště, lomy a skládky);
- b) výškové – letecká doprava;
- c) vyvýšené – látky jsou do ovzduší emitovány v určité výšce nad zemským povrchem (komíny průmyslových závodů, elektráren a tepláren). Tyto zdroje zlepšují lokální situaci, jenže současně záporně ovlivňují situaci v místě spadu látek po jejich přenosu vzdušnou cestou/větrem.

II. uspořádání zdroje:

- a) bodové – komíny,
- b) liniové – silnice a silniční doprava,
- c) plošné – lom či důl, městská aglomerace, skládka.

III. podle povahy (záleží na vnímání prostorového a časového měřítka):

- a) stacionární zdroj – nemění svou polohu v čase a prostoru (elektrárny),
- b) mobilní zdroj – mění svoji polohu v čase a prostoru (automobil).

(Hůnová a kol. 2009)

Pro potřeby této práce nebudeme uvažovat o diferenciaci zdrojů dle výše uvedených hledisek. Důvodem je, že všechny důležité zdroje znečištění jsou jejich libovolnou kombinací, a tudíž diferenciací by ztrácela smysl. Mezi hlavní procesy a zdroje znečištění patří důlní činnost (těžba – PM_{10} ; $PM_{2,5}$; $PM_{1,0}$), energetika (spalování fosilních paliv – SO_2 , NO_x , CO, PM_{10} ; $PM_{2,5}$; $PM_{1,0}$; PCDD, PAU) a silniční doprava (spalování fosilních paliv – N_2O , tuhé znečišťující látky (TZL), skupina platinových kovů a jejich oxidy, PAU, PCDD).

5.1 Energetika – ČEZ

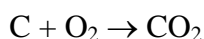
V oblasti severozápadních Čech se jedná hlavně o okolí Kadaně, kde typickým představitelem jsou hnědouhelné tepelné elektrárny společnosti ČEZ – elektrárna Tušimice II (ETU II) a elektrárny Pruněrov I (EPRU I) a Pruněrov II (EPRU II). Elektrárna je uváděným stacionárním zdrojem znečištění ovzduší. V těchto provozech jsou zdrojem znečištění ovzduší uhelné kotle, které spalují hnědé uhlí. Tyto závody se podílejí na dodávkách elektrické energie do distribuční sítě a tepla pro okolí (Kadaň, Klášterec nad Ohří, Chomutov). Primárním účelem je výroba a dodávka elektrické energie ze spalovaného hnědého uhlí. Teplo bylo původně odpadovým produktem a až při rekonstrukcích či úpravách došlo k přestavbě na teplárenský provoz (např. Pruněrov I). Zdrojem pro provoz je hnědé uhlí, které se těží v povrchových lomech Dolů Nástup Tušimice (DNT) a Severočeských dolů, a.s. (SD, a.s.), kdy toto palivo je dopravováno na místo spotřeby pomocí železnice (vlečka) nebo pásových dopravníků. Oba tyto způsoby jsou hojně využívány, i když mají negativní dopad na životní prostředí v dané lokalitě. (ČEZ 2012)

Jak již bylo řečeno, palivem pro výrobu je hnědé uhlí, jeho následné spalování, přehřívání vody až do stavu páry, roztáčení turbíny a výroba elektrické energie. V průběhu procesu hoření dochází k uvolňování spalin, které obsahují celou řadu znečišťujících látek (SO₂, NO_x, CO, PM₁₀, PM_{2,5}; PM_{1,0}; PCDD, PAU).

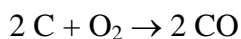
Uhlí je složeno z vody (přimísená, hrubá, zbytková), popelovin (struska nebo škvára + popílek) a hořlavin (prvky, které mají vliv na spalování – C, H, N; prvky, které mají vliv na tvorbu emisí – O, S), kdy v procesu spalování dochází k reakci s okysličovadlem a následným reakcím. Mezi procesy patří hoření (fyzikálně chemický děj, při kterém dochází k sloučení okysličovadla s hořlavinou za vzniku tepla a světla/světelného efektu) a spalování (chemická reakce probíhající za reálné teploty). (Dragomir 2014)

Vznik oxidu uhličitého CO₂ a oxidu uhelnatého CO

Základní chemická rovnice, která je podstatou spalování fosilních paliv s cílem uvolnění tepelné energie:



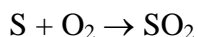
V prostředí s nízkým přebytkem kyslíku dochází k nedokonalému spalování:



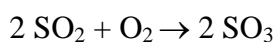
(Dragomir a Nezbeda 2014)

Vznik oxidů síry

Oxid siřičitý SO₂ vzniká při spalování uhlí oxidací síry obsažené v uhlí vzdušným kyslíkem O₂ :



Nepatrná část SO₂ se dále oxiduje na oxid sírový SO₃ :

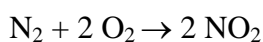
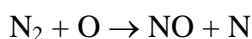


(Dragomir a Nezbeda 2014)

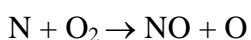
Vznik oxidů dusíku

Oxidy dusíku ve spalinách z kotlů, označované souhrnně NO_x, jsou složeny převážně z oxidu dusnatého NO a cca 5% podíl tvoří oxid dusičitý NO₂ .

Oxidy dusíku vznikají oxidací dusíku obsaženého ve spalovacím vzduchu:



Vzniklý atomární dusík dále reaguje s molekulami kyslíku:



Podobně vznikají i oxidy dusíku oxidací dusíkatých sloučenin v uhlí:



Jak je patrné, z procesu hoření nevzniká pouze teplo, ale vznikají i látky znečišťující životní prostředí. (Dragomir a Nezbeda 2014)

5.2 Těžba nerostných surovin – SD, a.s. (Severočeské doly, a.s.)

Dalším významným producentem znečištění je povrchová těžba nerostné suroviny v lomech Severočeských dolů a.s. (Doly Nástup Tušimice a Bílina). Jedná se o hnědé uhlí, které je dopravováno do blízkých elektráren (ETU I, EPRU I a EPRU II), kdy tato doprava je prováděna po železnici (vlečka) nebo pásovým dopravníkem. Rozhodující je vzdálenost spotřebiště od lomu (místa těžby).

V tomto případě nelze hovořit o emisích oxidů, ale je nutné zdůraznit, že se jedná o zdroj emisí prachových částic PM (stroje jsou poháněny elektrickou energií). Tyto emise vznikají již v průběhu přípravy dobývání uhlí, kdy dochází k odstraňování svrchní vrstvy zeminy a k jejímu transportu na depon/skrývku. K následnému významnému emitování škodliviny do ovzduší dochází v průběhu těžby a narušování masivu uhlí. Bohužel i při jakékoli jiné manipulaci (nakládání na pás, transport na úpravnu uhlí/drtírnu, nakládání do vagónů) dochází také k uvolňování prachových částic. K tomuto uvolňování do okolí dochází i následkem působení větru a to během přepravy od bagru na místo další úpravy či nakládky (pásový dopravník, drtící stanice). Tento druh dopravy je bez zastřešení, a tudíž vítr rozvíříje uvolněný prach a jeho částičky, které následně zvyšují koncentraci polétavého prachu v ovzduší. Tento typ zdroje se zdá být nevyčerpatelný, jelikož spotřeba uhlí je stále na vysoké úrovni a jako zdroj tepla či elektřiny je žádaný. K víření prachu nedochází pouze při těžbě nebo dopravě suroviny, ale také při pracích, které jsou spojeny s touto lidskou činností.

Tyto zdroje se dělí na:

- a) bodový zdroj – poháněcí stanice pásových dopravníků, násypky a drtící stanice,
- b) liniový zdroj – pásové dopravníky a doprava po vnitrozávodových komunikacích,

- c) plošné zdroje – důlní činnost (skrývka nadloží, těžba uhlí, zakládání skrývkového materiálu), manipulace s uhlím na skládkách – resuspenze prachových částic z povrchu odkrytých ploch lomu větrem.

(SD 2009)

5.3 Automobilová doprava

V oblasti severozápadních Čech lze nejčastěji ve spojení s dopravou a znečištěním ovzduší mluvit o dopravě silniční. O letecké dopravě nebudeme uvažovat jako o zdroji znečištění pro danou oblast. Totéž platí i pro železniční dopravu, jelikož část regionu je plně elektrifikována a pohon lokomotiv na fosilní palivo je zde omezen.

Pod pojem automobilová doprava lze zařadit veškerou dopravu na pozemních komunikacích, ale i na komunikacích účelových. Jedná se jak o dopravu osobní, tak také o dopravu nákladní. Oba zmíněné druhy se na znečištění ovzduší podílejí společně a nerozlučně. U osobní automobilové dopravy se jedná o emise nejčastěji ze zážehových motorů, u nákladní dopravy se jedná o emise ze spalování fosilního paliva ve vznětovém motoru.

Funkce motoru spočívá ve spálení paliva, kdy dochází k přeměně chemické energie paliva na práci mechanickou a k uvolnění tepelné energie dochází k nárůstu tlaku a objemu spalin, které konají práci a následně jsou odvedeny výfukovým potrubím do ovzduší.

Ze znečišťujících látek u silniční dopravy mají značný dopad na životní prostředí zejména oxid uhelnatý (CO), oxid dusíku (NO_x), oxid siřičitý (SO₂), prachové částice (PM) a polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU). (Hromádka a kol. 2011)

5.4 Domácnosti

Vliv domácností na kvalitu ovzduší je neoddiskutovatelný. Část vesnic (např. Vilémov, Radonice a další) není stále ani do dnešního dne plynofikována, a tak obyvatelé jsou nuceni volit mezi jinými druhy topení. Jedná se o elektřinu nebo o paliva, která se dají spálit v kotli. Mezi tento typ paliva patří hnědé uhlí a dřevo. Stále se pálí i komunální odpad a další pro topení použitelné, leč nevhodné materiály.

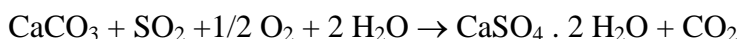
V průběhu procesu hoření dochází k uvolňování spalin, které obsahují celou řadu znečišťujících látek (SO₂, NO_x, CO, PM₁₀; PM_{2,5}; PM_{1,0}; PCDD, PAU).

6. KROKY KE SNIŽOVÁNÍ PRODUKCE ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK

6.1 ČEZ, a.s. – odsíření, odstranění popílku

Mechanismus vzniku a odsíření spalin (obr. 2)

K odstraňování oxidu siřičitého obsaženého ve spalinách se používá mokrá vápencová vypírka. Podstatou je reakce vápence ve formě vodní suspenze s oxidem siřičitým za přispění oxidace vzduchem. Výstupem z reakce je krystalický sádrovec:

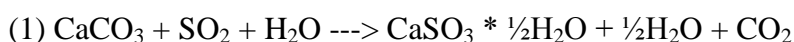


Odsířování je založeno na faktu, že SO_2 se rozpouští ve vodě, ale rozpuštěné množství je relativně nízké. Jestliže má být absorpce SO_2 ze spalin účinnější, potom je třeba podpořit možné množství rozpuštěného SO_2 ve vodě tak, aby nové SO_2 mohlo být absorbované ze spalin. K dosažení tohoto efektu je jako absorpční činitel použita vápencová suspenze. Rozpuštěný SO_2 reaguje s kyslíkem obsaženým v oxidačním vzduchu, který je vháněn do jímky absorbéru. Vzniklý sádrovec je poté odtažen z jímky absorbéru do systému odvodnění sádrovce. (Dragomir 2012)

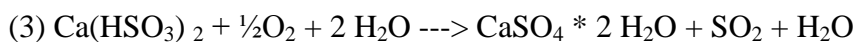
Čím víc absorpčního činitele, tzn. čím více vápence je dávkováno do jímky absorbéru, tím lépe pracuje proces odsíření. Přidávaný vápenec je čerpán do jímky absorbéru, kde je smíchán se sádrovcovou suspenzí. Množství vápence, které je přidáváno do absorbéru, je regulováno pomocí pH-hodnoty sádrovcové suspenze v jímce absorbéru. Čím vyšší je hodnota koncentrace zbytkových uhličitánů v suspenzi, tím vyšší je hodnota pH a tím účinněji pracuje proces odsíření. (Dragomir 2012)

Proces odsíření je popsán následujícími rovnicemi:

Oxid siřičitý reaguje s uhličitánem vápenatým v suspenzi absorbéru a vzniká siřičitan:



Část siřičitanu je přeměněna na sádrovec, řečeno chemicky na dihydrát síranu vápenatého, použitím kyslíku obsaženého ve spalinách přes mezifázi hydrogen siřičitanu:

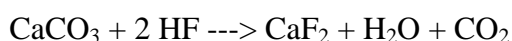
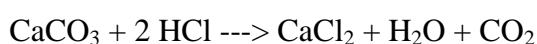
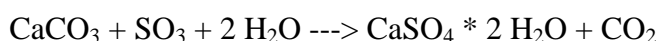


V jímce absorbéru je většina zbylých siřičitanů oxidována dále pomocí kyslíku obsaženého v oxidačním vzduchu podle rovnice (2) a (3), a vzniká tak síran. Oxidační vzduch je vháněn pomocí kompresorů. (Dragomir 2012)

Oxidace se projeví tvořením dihydrát síranu vápenatého - sádrovec:



Dále zde ještě probíhají další reakce mezi SO_3 , HCl , HF s uhličitanem vápenatým a vytváří sádrovec a sloučeniny CaCl_2 a CaF_2 :



Hodnota pH v jímce absorbéru je (regulováno dávkováním vápence) v rozmezí mezi 4,9 a 5,5.

(Dragomir 2012)

- Při spalování uhlí v kotli vzniká oxid siřičitý – SO_2 .
- Reakce vápencové suspenze s oxidem siřičitým probíhá za přispění oxidace vzduchem, vzniká krystalický energosádrovec.
- Krystaly sádrovce vzniklé při odsíření jsou odděleny v separátoru a dále odvodňovány na třech vakuových pasech.

Následně se přepravují do skladu sádrovce.

Koncentrace emisí SO_2 vstup/výstup = **10 000/200** mg/m³ (účinnost 98 %)

(Dragomir 2012)

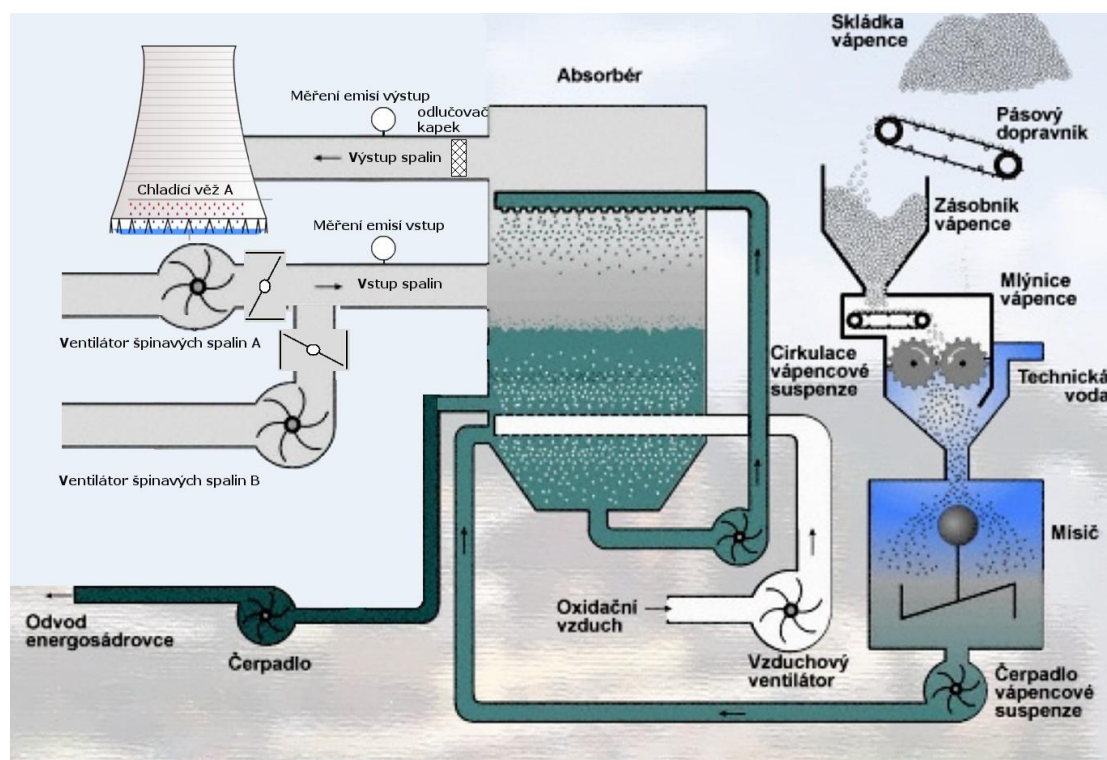
Odstraňování popílku je důležitou operací při snižování TZL v ovzduší.

Usměrněný proud o velmi vysokém napětí je od napájecího zdroje přiveden na horní přírubu izolátoru. Kolem VNE (vysoko napěťové elektrody) vzniká koronový výboj. Dochází k vyzařování iontů, které bombardují povrch částic prachu. Vlivem nehomogenního elektrického pole jsou takto nabitě částice přitahovány k USE (usazovací systém elektrod). Usazovací systém je soustava usazovacích elektrod zavěšených paralelně k proudu čištěného plynu v pravidelných roztečích.

(Dragomir, 2014)

V souvislosti s technologickými změnami a úpravami se také mění způsob nakládání s odpady. Hydraulické odpopelňování je postupně nahrazováno ukládáním tzv. deponátu (směsi popela, produktu odsíření a odpadní vody) do upravené výsypky lomu Merkur Dolů Nástup Tušimice. Energosádrovec, produkt odsíření, kterého Elektrárna Pruněřov I vyprodukuje ročně asi 200 tisíc tun a Elektrárna Pruněřov II více než 550 tisíc tun, se bude ukládat pouze zčásti. Významný díl této hmoty (celá produkce Elektrárny Pruněřov I) by měl najít uplatnění při výrobě stavebního materiálu, tzv. alfa pojiv.

(ČEZ 2012)



Obr. 2 Mechanismus vzniku a čištění spalin (Dragomir 2014)

6.2 SD, a.s. – snižování prašnosti

V průběhu dolování hnědého uhlí dochází k uvolňování pevných částic (PM) a v průběhu přepravy k jejich dalšímu emitování do ovzduší. SD, a.s., se rozhodly pro kombinaci řešení, které napomáhá snižování prašnosti a celkově přispívá k lepšímu životu. Toto řešení se dá označit jako kombinované, jelikož se skládá z technických opatření (zkrápění pasových dopravníků, krytování drtících stanic), organizačních opatření a krajinyotvorného opatření (prvků).

Technická opatření:

- a) zkrápění pásových dopravníků vodou, která zabraňuje uvolňování a emitování prachu do vzduchu v průběhu transportu vytěžené suroviny. Toto opatření je aplikováno pouze na páteřních/pevných částech pasovek, které se nestěhují ani při změnách těžebních pozic. Zkrápění je místní, tedy dochází ke zkrápění jen na daném místě a další kropící bod je až po určité vzdálenosti.
- b) zakrytování pásových dopravníků – technické opatření, které je prováděno na rekonstruovaných nebo nově postavených uhelných odtazích. Cílem je snížení emitování prашných částic působením větrného počasí v průběhu transportu. (SD 2010)
- c) zakrytování drticích stanic - zakrytí drticí a dopadové části spolu s krytím výstupního dopravníku. K tomuto se přidává labyrintové těsnění jednotlivých částí, které má za úkol zabránit úniku prachu mezi jednotlivými částmi krytu. (SD 2013)

Organizační opatření:

- a) udržování minimálních odkrytých zásob – jedná se o organizačně provozní opatření, u něhož se jedná o dlouhodobý časový horizont naplnění. Cílem tohoto kroku je snížení prašnosti z povrchu lomu. (SD 2010)
- b) omezení rychlosti automobilů – interní směnicí došlo k zavedení organizačně provozního opatření, kdy stanovená maximální rychlost je 40 km/h. Cílem je snížit resuspenze (znovuzvíření) prachových částic. (SD 2010)
- c) intenzivní kropení komunikací uvnitř provozu – toto opatření je realizováno na základě interního dopravního řádu automobilové dopravy. Cílem je snížení emitování znečišťujících látek z provozu na pozemních komunikacích. (SD 2010)
- d) kropení volných ploch v okolí těžební techniky – skrápění přilehlých ploch v blízkosti těžební techniky bude probíhat s ohledem na informace od ČHMI s cílem minimalizace uvolňování a resuspenze prachových částí v důsledku působení větru. (SD 2010)

Krajinotvorné opatření:

- a) zelených pás – vysazování vhodné vegetace na hranicích dolů, které působí jako větrolamy (zabránění pronikání větru o vysoké rychlosti do prostoru lomu), bariéra proti odnášení prachu (stromy zároveň působí jako nepropustná bariéra proti odnosu pevných částic a tím i jeho rozšiřování do okolí), ale i jako zvuková bariéra. (SD 2010)
- b) zemní val – jedná se o výstavbu pohledového a protihlukového valu u obcí, které přímo sousedí s lomem. Toto opatření spolu s pásem ochranné zeleně přispěje ke snížení zátěže částicemi z těžební činnosti v přilehlé obci. (SD 2010)
- c) rekultivace – cílem je zahladit všechny stopy antropogenního narušení krajiny po těžbě nerostných surovin.

6.3 Doprava

Legislativní opatření:

V průběhu let došlo k několika změnám v legislativě a také v technických možnostech snižování emisí z provozu vozidel. Mezi hlavní legislativní změny patří zavedení EURO norem pro provoz motorových vozidel. Tyto normy udávají povolené množství emisí ve spalínách motorů, které jsou následně vypouštěny do ovzduší a ovlivňují kvalitu životního prostředí (tab. 2 a 3). Od prvního vydání se výrazně snížila hodnota u všech sledovaných veličin, a to dokonce až 28x. Poslední platnou verzí normy je vydání označené EURO6, jenž je platné od roku 2014. Toto nařízení se projeví u nově vyráběných a prodávaných vozů, ale nemá zpětnou platnost.

Tab. 2 - Hodnoty limitů emisí dle EURO pro vznětové motory (Sajdl 2011)

Norma	Platnost	HC (g/km)	NO _x (g/km)	HC + NO _x (g/km)	PM (g/km)	CO (g/km)
EURO 1	1992	-	-	0,97	0,14	2,72
EURO 2	1996	-	-	0,7	0,08	1
EURO 3	2000	-	0,5	0,56	0,05	0,64
EURO 4	2005	-	0,25	0,3	0,025	0,5
EURO 5	2011	-	0,18	0,23	0,005	0,5
EURO 6	2014	-	0,08	0,17	0,005	0,5

Tab. 3 - Hodnoty limitů emisí dle EURO pro zážehové motory (Sajdl 2011)

Norma	Platnost	HC (g/km)	NO _x (g/km)	HC NO _x (g/km) +	PM (g/km)	CO (g/km)
EURO 1	1992	-	-	0,97	-	2,72
EURO 2	1996	-	-	0,5	-	2,2
EURO 3	2000	0,2	0,15	-	-	2,3
EURO 4	2005	0,1	0,08	-	-	1
EURO 5	2011	0,1	0,06	-	0,005	1
EURO 6	2014	0,1	0,06	-	0,005	1

Technické opatření:

Technická opatření vedoucí k snížení emisí by se dala rozdělit do dvou skupin dle místa svého působení v procesu spalování a výfuku.

První skupina opatření se týká výfuku spalin do ovzduší a snižování emisí po procesu spalování – katalyzátor výfukových spalin a filtr pevných částic (DPF).

Katalyzátor je pasivní technické zařízení určené k zachytávání již vzniklých škodlivin a slouží ke katalytickému čištění spalin. Podle typu katalyzátoru probíhá oxidační přeměna CO na CO₂, přeměna HC na CO₂ + H₂O a k redukci NO na N₂ a O₂. Tyto přeměny jsou podmíněny obsahem účinné chemické látky a nosného materiálu. Podmínkou je i dostatek vzduchu ve spalinách a správný poměr paliva a vzduchu v směsi. (Sajdl 2011)

Filtr pevných částic (DPF) doplňuje činnost katalyzátoru. Při spalování paliva ve vznětových motorech dochází k produkci pevných částic (PM), které jsou karcinogenní a jejichž množství závisí na kvalitě spalování. Tyto částice se nedají odstranit pomocí katalyzátoru. Částičky jsou zachyceny v keramickém tělese s voštinovou strukturou vytvořenou z karbidu křemíku. Jelikož by časem došlo k zanesení DPF, probíhá tzv. regenerace filtru, kdy je do filtru vstříknuto palivo a zachycené částičky jsou spáleny a přeměněny na CO₂. (Sajdl 2011)

Druhou skupinu tvoří technická opatření pro zlepšení procesu spalování paliva ve spalovacím prostoru motoru. Mezi taková opatření spadá přeplňování a víření směsi. Každé toto opatření má svůj význam a smysl.

Při přeplňování se jedná o přivedení většího množství vzduchu do spalovacího prostoru za zvýšené dávky paliva. Toto zvýšení je vykompenzováno nárůstem výkonu a menším množstvím emisí škodlivin ve výfukových plynech.

Tohoto snížení je dosaženo zvýšením teploty spalování, kdy dochází ke snížení množství CO, HC a PM. Negativním ukazatelem je ale nárůst NO_x ve výfukových plynech. (Čumpelík 2007)

Co se týče víření směsi, při nedokonalém víření dochází k nedokonalému spalování a tím k produkci CO, HC a PM. Z tohoto důvodu se volí vhodný tvar spalovacího prostoru a dna pístu. Toto jednoduché opatření má vliv na produkci znečišťujících látek. (Hromádka a kol. 2011)

Pomineme-li technická a legislativní opatření, z hlediska provozovatele vozidla máme jen málo možností, jak samostatně přispět ke zlepšení situace s vypouštěnými škodlivými látkami. Mezi dostupné možnosti patří používání a spalování LPG (Liquefied Petroleum Gas – zkapalněné uhlovodíkové plyny), CNG (Compressed Nature Gas – stlačený zemní plyn) či elektřina. Mezi momentálně průkopnické směry patří používání vodíku jako paliva.

Dalším vhodným krokem v dopravě a snižování jejího negativního dopadu na životní prostředí je obměna vozového parku, a to jak u nákladních vozidel, tak i autobusů a osobních vozů. Vozový park v České republice je jeden z nejstarších, co se týká průměrného věku vozidla. Přitom nové vozy znamenají menší náklady a ty zase vyšší zisky a snížení tvorby znečišťujících látek.

6.4 Domácnosti

V domácnostech je situace trochu složitější, protože řada z těchto možností je podmíněna finančními náklady nebo je závislá na dalších subjektech. Jak již bylo řečeno, jednou z možností je plynofikace obcí. Jenže tato možnost je poměrně finančně nákladná, a tudíž pro dodavatele nezajímavá. Finanční náročnost a dlouhá doba návratnosti například znemožnily plynofikaci obcí, jako jsou Vilémov a Radonice. Další možností, jak snižovat emise, je využití elektřiny k topení a ohřevu vody. Jenže dřívější snahy o zavádění přímotopů v obydlích narazily na neúměrné náklady a vysoké doplatky při vyúčtování plateb za elektřinu ve vztahu k tepelné pohodě v obydlí. Další poměrně zajímavou možností jsou tepelná čerpadla (země/voda; vzduch/voda; voda/voda a vzduch/vzduch). Nově se rozmáhající možnosti snížení produkce emisí jsou fotovoltaické elektrárny. Pro domácnosti jsou možnosti snižování produkce oxidů a dalšího znečišťování omezené.

7. VYHODNOCENÍ ÚČINNOSTI OPATŘENÍ

7.1 ČEZ, a.s.

ČEZ je jedním z velkých znečišťovatelů ovzduší emisemi ze svých provozů, naštěstí si tuto skutečnost uvědomuje a staví se k ní čelem. Významným krokem ke snižování emisí jsou jeho nákladné kroky spočívající v generálních opravách elektráren (turbíny, kotle), ale i v používání odsiřovacích jednotek a dalších čistících provozů. Například Elektrárna Tušimice II (ETU II) si prošla generální opravou po blocích v letech 2007–2009 a 2009–2012. Původní odsiřovací jednotky z let 1994–1997 (první aplikace přinesla též rapidní zlepšení v obsahu emitovaných emisí, což znamenalo snížení o více než 90 %) byly také modernizovány s cílem dalšího snížení vypouštěných emisí. Každé toto odstavení a modernizace měly svůj vliv na snížení emisí. Po dokončení oprav a modernizace došlo ke snížení všech kontrolovaných složek (tab. 4). Při těchto generálních opravách byly nahrazeny zastaralé kotle novou řadou, která má vyšší účinnost a lepší spalovací podmínky v topeništi. Stejně kroky (náhrady za novější technologii) v rámci obnovy se provedly i u odsíření a dalších čističů (elektrické odlučovače) s cílem zvýšení účinnosti.

(Dragomir, 2015)

Tab. 4 – Porovnání dat před a po opravě (ČEZ 2012)

Parametry elektrárny	Před obnovou	Projektováno	Po obnově	Ø hodnoty pro rok 2014	Limit
Účinnost kotle	86-87,6 %	min. 90%	90,41 %	N/A	N/A
Emise NO _x	320-440 mg/Nm ³	max. 200 mg/Nm ³	180 mg/Nm ³	179 mg/Nm ³	200 mg/Nm ³
Emise SO ₂	450-500 mg/Nm ³	max. 200 mg/Nm ³	107 mg/Nm ³	129 mg/Nm ³	200 mg/Nm ³
Emise prachu	60-100 mg/Nm ³	max. 20 mg/Nm ³	9 mg/Nm ³	16 mg/Nm ³	30 mg/Nm ³

Progres v situaci týkající se snižování oxidů je patrný z grafů – příloha 1–4. Ke zlepšení situace došlo u všech monitorovaných veličin – CO, CO₂, SO₂, TZL a NO_x.

7.2 SD, a.s.

Zhodnotit opatření používaná v SD, a.s., je poměrně složité, protože se jedná o kombinaci opatření technických, organizačních a krajinytvorných.

Skrápění pasovek je možné pouze po určitou dobu roku, protože se používá voda bez příměsí chemických látek. Z tohoto důvodu je použitelnost omezena minimální teplotou $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, kdy následně dochází k zamrznání systému. Aby nedocházelo k proměnlivým hodnotám kvality těženého uhlí, není možné používat přídavné chemikálie nebo glykoly pro zkrápění pasů s dopravovaným uhlím. Jiný nedostatek se projevuje v horkých letních dnech, kdy se kapalina rychle odpařuje a tím dochází k možnému úletu prachu. Jak již bylo předesláno, toto opatření se aplikuje pouze na páteřní/pevné pásové dopravníky. Z tohoto důvodu je značný úlet prachu z ostatních větví dopravní soustavy, který není bohužel nijak řešen.

Obdobné klimatické problémy se objevují i u dalšího opatření – kropení volných ploch v okolí těžební techniky. Toto řešení bylo vyhodnoceno v rámci hodnotící zprávy za rok 2011 jako neúčinné a došlo k odstoupení od tohoto opatření. (SD 2012)

Další používané řešení je krytování prvků dopravní soustavy. Toto technické opatření zlepšuje situaci na dané lokalitě, ale nijak neovlivňuje úlet prachu z okolních částí.

Krajinytvorná opatření mají pozitivní přínos v oblasti vnímání krajiny, jež byla zasažena těžbou. Ze stejného důvodu se tento prvek v kombinaci s trvalým travním porostem a výsadbou ovocných stromů používá i při rekultivaci výsypek.

Značná část plánovaných a realizovaných opatření v rámci Stop prach jsou bez dopadu na kvalitu ovzduší a snižování emisí. Pouze malá část má alespoň malé minimální dopad, ale ve většinou se jedná pouze o nezvyšování emisí v okolních obcích. Bohužel žádné přímo a účinně nesnižuje emitování prachových částic do ovzduší. (SD 2010)

Co se týče celkového hodnocení, daná opatření se nejeví dostatečně účinná, protože pokud budeme na doly nahlížet jako na velký komín, usměrňování toku vzduchu zeleným valem se stromy (difuzor) není šťastné řešení. Pro lokální situaci by se dalo uvažovat o zlepšení, ale situace dál ve směru odnosu částic se nemění..

7.3 Doprava

Emise z dopravních prostředků se postupně začínají snižovat a dochází ke zlepšení situace. Pozitivní vliv na tuto situaci má několik faktorů, mezi které patří snížení síry v palivech, používání katalyzátorů, filtrů pevných částic a přísnější legislativní podmínky pro provoz aut na pozemních komunikacích (EURO normy). Tento trend snižování emisí (Příloha č. 5–7) (CDV 2014) ze spalování fosilních paliv by mohl být výraznější, pokud by docházelo k obnově vozového parku rychlejším tempem a průměrný věk vozidel na našich silnicích byl nižší (Příloha č. 8 a 9) (MDČR 2014). Pomalejšímu tempu nahrává i skutečnost, že například filtry pevných částic jsou z vozů odstraňovány z důvodu jejich nespolehlivosti či vysokých cen oprav (CDV 2014).

7.4 Domácnosti

Domácnosti nemají mnoho možností, jak pozitivně ovlivnit a snížit tvorbu oxidů, které jsou do ovzduší uvolňovány. S plynofikací některých oblastí se nepočítá z důvodu vysokých nákladů a dlouhé návratnosti. Nové technologie v oblasti vytápění, jako jsou tepelná čerpadla či fotovoltaika jsou značně drahé a tím pro řadu obyvatel nedostupné. Proto se ani do budoucna nejspíše nedá počítat s jejich masivním rozšířením, i když by to mělo pozitivní dopad na ovzduší. V tomto směru bylo rozumným krokem nastartování výkupu elektřiny z obnovitelných zdrojů, ale chybou byl výkup od soukromých subjektů – podnikatelů. Tento druh aktivity by bylo dobré korigovat a ponechat pouze pro domácnosti, a nikoliv pro podnikatele, kteří koupili i řadu pozemků za účelem výstavby solárních elektráren a přeměnili ornou půdu na výrobu elektřiny. Snížení emisí nenapomáhá ani situace, že občané spálí v topeništích vše, co se spálit dá. Důvodem jsou vyšší ceny paliv. Domácnosti, i když se to nezdá, tak tvoří velkou skupinu znečišťovatelů a ještě dlouho ji budou tvořit.

Vývoj produkce znečišťujících látek (Příloha č. 10) je závislý například na povětrnostních a klimatických podmínkách. Jedná se hlavně o teplotu, která je pro řadu domácností impulsem k zatopení a tím i k produkci znečišťujících látek.

8. DALŠÍ MOŽNÉ KROKY V BOJI SE ZNEČIŠTĚNÍM OVZDUŠÍ

Společný program na podporu výměny kotlů (tzv. kotlíková dotace je společným projektem Ministerstva životního prostředí (Státní fond životního prostředí) a příslušného krajského úřadu. Jednoznačným cílem je snížení emisí z malých zdrojů spalování (lokální topeniště) s jmenovitým výkonem nižším než 50 kW formou dotace na nákup a instalaci nové technologie, která bude nahrazovat manuální přikládání a bude přikládat automaticky. Tato technologie musí splňovat několik podmínek, a to hlavně co se týče výběru pořizované technologie. Tato musí spadat do následujících kategorií:

- a) kotel na tuhá paliva s emisní třídou 3 (ČSN EN 303-5) nebo vyšší, s automatickým dávkováním paliva,
- b) zplynovací kotel s emisní třídou 4 (ČSN EN 303-5) a vyšší na tuhá paliva,
- c) atmosférický nebo kondenzační kotel na plynná paliva.

(SFŽP 2014)

Zelená úsporám je program Ministerstva životního prostředí, který je zaštitěn Státním fondem životního prostředí ČR, a má za úkol snížit emise skleníkových plynů snížením energetické náročnosti staveb. Jedná se tedy o podporu pasivních budov (nižší energetická náročnost a efektivnější využívání energetických zdrojů).

(MŽP 2014)

9. DISKUSE

Předchozí kapitoly ukázaly, jaký dopad mají energetický průmysl, těžební průmysl, doprava a domácnosti na kvalitu ovzduší i jejich možný dopad na zdraví obyvatel. Toto si málokdo uvědomuje. Jenže ne všechno na světě je černo-bílé nebo růžové. I situace kolem zdrojů znečištění se mění a není jednobarevná.

V nedávné době patřily severozápadní Čechy k oblastem, které byly značně zasaženy průmyslem a důlní činností. Také označení „měsíční krajina“ v lidech může a jistě evokuje představy, že tato krajina je neobyvatelná, neobydlená nebo se tu bydlí jen s velkými obtížemi.

Emise a následně imise jsou problémem a velkým strašákem moderní doby, ale známe přesně jejich negativní vlivy? U životního prostředí se prokázal vliv kyselých dešťů na vegetaci. Hlavně stromy v Krušných horách na některých místech chybí, a tak jsou nahrazovány náhradní výsadbou. Tato se sice ujme, ale ne vždy se jedná o původní druhy a tím se mění druhová skladba lesů. Kyselé deště jsou způsobeny SO_2 , jenže polysulfidická síra je i prospěšným prvkem. Vždyť dříve nebývalo tolik chorob ovocných stromů a další vegetace, jako je tomu dneska. Proto je polysulfidická síra součástí řady postřiků. Zde je důkaz lidového přísloví, že vše zlé je k něčemu dobré.

Co se týče vlivu znečištěného prostředí na člověka, stále dokola se opakují informace o negativním vlivu znečišťujících látek ze spalování fosilních paliv. Je ale jisté, zda skutečně mají až tak negativní dopad? Otázkou je, jaký je jejich skutečný dopad. Je stoprocentně jisté, že jsou znečišťující látky spouštěčem například rakoviny plic?

Regulace a smogové limity jsou nutné a nezbytné. Jenže v našem současném světě nic není zadarmo. Tudiž by nebylo od věci pomoci producentům těchto škodlivin například snížením daní výměnou za investice do nových technologií. Na druhou stranu není jisté, že kontroly jsou dostatečné. Skutečně je účinnost instalovaných technologií taková, jaká je uváděna?

Co se týče dopravy, limity pro vozidla se stále zpříšňují, ale není problém jinde? Proč jsou dopravci nuceni držet si stará a neekonomická vozidla? Nejsou přeci jen ceny nových vozů až příliš vysoké? Vždyť stáří vozového parku je jedno z nejvyšších v Evropě. Jednoduchá výpomoc by mohla přijít od železniční dopravy,

která by mohla převzít část nákladu. Mezi první náznaky ekologicko-ekonomického smýšlení patří krok společnosti Karlovarské minerální vody, která dopravu z výrobního závodu do distribučního skladu na Moravě provádí po železnici.

10. ZÁVĚR

Situace v severozápadních Čechách se zdá být naléhavou již řadu let, ale nezbytnost řešení je naléhavá pouze pro místní obyvatele. A občas i pro naše politiky, kteří se snaží zahrát na ekologickou notu před volbami, aby dostali hlasy ekologických nadšenců a kritiků. Bohužel toto je málo. Jenže tuto skutečnost si nikdo dost důkladně neuvědomuje.

Podniky, které značně znečišťovaly ovzduší, již provedly řadu opatření. Část z nich byla reakcí na emisní limity (legislativa). Značná část z nich měla pozitivní dopad na situaci. Koncentrace emisí poklesly na nová minima.

Jenže jak se má člověk bránit neviditelnému nebezpečí, které na něj číhá na každém kroku, jelikož imise nás obklopují v každém okamžiku? Dříve byly na viditelných místech instalovány oranžové majáčky, které signalizovaly smogové situace. Já osobně si myslím, že řada z nich se odstranila. Otázkou je proč? To se daná situace natolik zlepšila, že již nejsou potřeba? Jedním ze signálů zlepšení v zimních měsících je kupříkladu změna barvy sněhu. Ze svého dětství si pamatuji sníh s šedivým nádechem, který nebyl bílý ani hned po napadnutí. Dneska je to již jiné. Sníh je bílý. To, že zde padal šedý sníh, pomalu mizí z paměti obyvatel a mladší generace se tomu již jen a pouze smějí. Neznají to. Jenže my, jako lidstvo, bychom neměli zapomínat.

Obdobná situace je i s lesy v Krušných horách a v oblasti pod nimi. Vysoké imise a kyselé deště, za vydatné pomoci člověka, zdevastovaly lesní pokryv hor. Místy zbyla jen holina, která vznikla odumřením lesů a jejich následným odstraněním. V posledních letech se situace začala zlepšovat, ale vrásky na krajině jsou stále patrné. Jejich náprava bude trvat pěknou řádku let.

Doufejme, že budoucí generace se budou chovat lépe než ty předchozí, včas si uvědomí důležitost a jedinečnost životního prostředí/ovzduší a nebudou jen plnit zásoby, které nám příroda dala. A hlavně – jediným hlediskem pro ně nebude zisk.

Touto prací jsem chtěl poukázat na situaci, která vznikla v severozápadních Čechách, a současně nastínit, jak dlouhá a složitá cesta vedla alespoň k částečné nápravě, která není ještě dokončena a zřejmě nikdy nebude. Nejsou zde vyčísleny náklady na nápravu, ale každý si dokáže představit, kdo je musí financovat

a z jakých peněz plynou. Ano, z kapes nás daňových poplatníků a zákazníků znečišťovatelů ovzduší.

Legislativa je, jaká je. Místy poměrně děravá a její vymáhání je též značně pochybné. Pokud bude existovat možnost korupce a změn výsledků měření, nikdy se obyčejný člověk nedozví pravdu. V neposlední řadě by jedním z řešení bylo oddělení moci zákonodárné od podnikatelské sféry a neumožnění politikům účast v dozorčích radách společností, které jsou z pohledu znečištění minimálně problémové. I když – kdo chce, cestu si vždy najde.

Nezapomínejme na minulost a poučme se z ní pro budoucnost. Nedovolme, aby se z minulosti stalo prázdné memento budoucnosti.

11. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

DRAGOMIR F., 2014: Vznik a ukládání vedlejších energetických produktů, ČEZ, Tušimice, 21 s.

DRAGOMIR F. a NEZBEDA P., 2014: Provozní řád zdroje znečišťování ovzduší Elektrárna Tušimice II, ČEZ, Tušimice, 49 s.

DRAGOMIR F., 2014: ETU – přehled emisí 1976 – 2013, ČEZ, Tušimice, 5 s.

DRAGOMIR F., 2014: Elektrostatické odlučovače ETU, ČEZ, Tušimice, 15 s.

DRAGOMIR F., 2012: Odsíření spalin ETU, ČEZ, Tušimice, 61 s.

ČEZ, 2012: Elektrárny Tušimice, Praha, online: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/tusimice.html>, cit: 15. 1. 2015.

ČEZ, 2012: Elektrárny Prunéřov, Praha, online: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/prunerov.html>, cit: 29. 12. 2014.

SD, 2013: Ročenka 2012, Severočeské doly, Chomutov, 134 s.

SD, 2009: Plán otvírky, přípravy a dobývání lomu Bílina na období 2010 – 2030, Chomutov, online: http://portal.cenia.cz/eiasea/detail/EIA_MZP151, cit: 28. 11. 2014.

SD, 2010: Protiprašný projekt společnosti Severočeské doly a.s. – Výchozí stav, Chomutov, online: http://www.stop-prach.cz/file_system/stop-prachcz/file/ppsd_zprava_2010_10-12-30_final.pdf, cit: 6.4.2015

SD, 2012: Protiprašný projekt společnosti Severočeské doly a.s. – Roční zpráva 2011, Chomutov, online: http://www.stop-prach.cz/file_system/stop-prachcz/file/ppsd_rocni_zprava_2011_final_III.pdf, cit: 6.4.2015

SD, 2013: Protiprašný projekt společnosti Severočeské doly a.s. – Roční zpráva 2012, Chomutov, online: http://www.stop-prach.cz/file_system/stop-prachcz/file/ppsd_rocni_zprava_2012_final.pdf, cit: 6.4.2015

SD, 2014: Protiprašný projekt společnosti Severočeské doly a.s. – Roční zpráva 2013, Chomutov, online: http://www.stop-prach.cz/file_system/stop-prachcz/file/PPSD_RoA_nA__zprA_va_2013_02.pdf, cit: 6.4.2015

MŽP, 2014: Zelená úsporám, Praha, online: <http://www.novazelenausporam.cz/o-programu>, cit: 29. 1. 2015.

MŽP, 2015: Informace o látkách ohlašovaných do IRZ, Praha, online: <http://www.irz.cz/node/20>, cit: 28. 2. 2015

MŽP, 2015: Statistická ročenka životního prostředí České republiky 2014, Praha, online: http://www.mzp.cz/cz/statisticka_rocenka_zivotniho_prostredi_publicace, cit: 20. 2. 2015

SFŽP, 2014: Text 9. výzvy – Středočeský kraj, Praha, online: <http://www.sfzp.cz/sekce/697/spolecny-program-na-podporu-vymeny-kotlu>, cit: 8. 1. 2015.

CENIA, 2014: Spotřeba paliv v domácnostech – vyhodnocení indikátoru, Praha, online: <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1566>, cit: 30. 3. 2015

CDV, 2014: Ročenka dopravy ČR 2013, Praha, online: <https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2013/index.html>, cit: 22. 1. 2015.

Ministerstvo dopravy ČR (MDČR), 2014: Ročenka dopravy ČR 2013, Praha, 168 s.

Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění

HROMÁDKO J., HROMÁDKO J., HÖNIG J., MILER P., 2011: Spalovací motory. Grada Publishing, a.s. Praha: 296 s.

SAJDL J., 2011: Emisní norma EURO. Sajdl J., Mladá Boleslav, online: <http://cs.autolexicon.net/articles/emisni-norma-euro/>, cit. 24. 1. 2015

SAJDL J., 2011: Katalyzátor. Sajdl J., Mladá Boleslav, online: <http://cs.autolexicon.net/articles/katalyzator>, cit. 21. 1. 2015

SAJDL J., 2011: DPF (Diesel Particulate Filter). Sajdl J., Mladá Boleslav, online: <http://cs.autolexicon.net/articles/dpf-diesel-particulate-filter/>, cit. 21. 1. 2015

ČUMPELÍK J., 2007: Snižování emisí ve výfukových plynech. MM 2007: 72s. Online: <http://www.mmspektrum.com/clanek/snizovani-emisi-ve-vyfukovych-plynech.html>, cit 22. 1. 2015

FERDAN T., 2008: Způsoby odstraňování perzistentních látek (dioxinů) „nepublikováno“. Dep.: Vysoké učení technické Brno, online: http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=6092, cit: 15. 12. 2014.

BARTOŇOVÁ A., BEDNÁŘ J., BÍZEK V., BRANIŠ M., BRECHLER J., CÍLEK V., FIALA J., FILIP J., HOLOUBEK I., HOVORKA J., HŮNOVÁ I., KALVOVÁ J., MIKŠOVSKÝ J., MOLDAN B., MOLDANOVÁ J., PŘIBIL R., RAIDL A., KASTNER J. (ed), ŠANTROCH J (ed)., 2009: Atmosféra a klima – aktuální otázky ochrany ovzduší. Univerzita Karlova v Praze, Karolinum, Praha.

MŽP, 2015: Integrovaný registr znečišťování – oxidy dusíku, Praha, online: <http://www.irz.cz/node/79>, cit: 18. 1. 2015.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA), 2008: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs), Washington, online: <http://www.epa.gov/osw/hazard/wastemin/minimize/factshts/pahs.pdf>, cit: 22. 2. 2015.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY (USGS), 2014: Polynuclear Aromatic Hydrocarbons (PAHs) / Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs), USGS, online: <http://toxics.usgs.gov/definitions/pah.html>, cit: 1. 3. 2015.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR), 2015: Toxicological Profile for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs), Atlanta, online: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=122&tid=25>, cit: 23. 2. 2015.

WISCONSIN DEPARTMENT OF HEALTH SERVICES (WDHS), 2014: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs), Wisconsin, online: <https://www.dhs.wisconsin.gov/chemical/pah.htm>, cit: 4. 1. 2015.

LERDA D., 2011: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) Factsheet – 4th edition, European Commission, online: https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/Factsheet%20PAH_0.pdf, cit: 15. 12. 2014.

ACHTEN C. a HOFMANN T., 2009: Native polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in coals – A hardly recognized source of environmental contamination. *Science of The Total Environment* 2009/407: 2461–2473.

LAUMANN S., MICIĆ V., KRUGE M.A., ACHTEN C., SACHSENHOFER R.F., SCHWARZBAUER J., HOFMANN T., 2011: Variations in concentrations and compositions of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in coals related to the coal rank and origin. *Environmental pollution* 2011/159: 2690–2697.

PARADIŽ B., DILARA P., HORÁK J., DE SANTI G., CHRISTOPH E.H., UMLAUF G., 2008: An integrated approach to assess the PCDD/F emissions of the coal fired stoves combining emission measurements and ambient air levels modelling. *Chemosphere* 2008/73: S94–S100.

ROVIRA J., MARI M., NADAL M., SCHUHMACHER M., DOMINGO J.L., 2010: Environmental monitoring of metals, PCDD/Fs and PCBs as a complementary tool of biological surveillance to assess human health risks. *Chemosphere* 2010/80: 1183–1189.

LEE K. T., BHATIA S., MOHAMED A. R., 2005: Removal of sulfur dioxide using absorbent synthesized from coal fly ash: Role of oxygen and nitrogen oxide in the desulfurization reaction. *Chemical engineering science* 2005/60: 3419–3123.

LEE K. T., MOHAMED A. R., BHATIA S., CHU K. H., 2005: Removal of sulfur dioxide by fly ash/CaO/CaSO₄ sorbents. *Chemical Engineering Journal* 2005/114: 171–177

SAARNIO K., FREY A., NIEMI J. V., TIMONEN H., RÖNKKÖ T., KARJALAINEN P., VESTENIUS M., TEINILÄ K., PIRJOLA L., 2014: Chemical composition and size of particles in emissions of a coal-fired power plant with flue gas desulfurization. *Journal of Aerosol Science* 2014/73: 14–26.

ZYRICHIDOU I., KOUKOULI M. E., BALIS D., MARKAKIS K., POUPKOU A., KATRAGKOU E., KIOUTSIUKIS I., MELAS D., BOERSMA K. F., VAN ROOZENDALE M., 2015: Identification of surface NO_x emission sources on a regional scale using OMI NO₂. *Atmospheric environment* 2015/101: 82–93.

PIETIKÄINEN M., VÄLIHEIKKI A., ORAVISJÄRVI K., KOLLI T., HUUHTANEN M., NIEMI S., VIRTANEN S., KARHU T., KEISKI R.L., 2015: Particle and NO_x emissions of a non-road diesel engine with an SCR unit: The effect of fuel. *Renewable Energy* 2015/77: 377–385.

DE LAS OBRAS-LOSCERTALES M., MENDIARA T., RUFAS A., DE DIEGO L.F., GARCÍA-LABIANO F., GAYÁN P., ABAD A., ADÁNEZ J., 2015: NO and

N₂O emissions in oxy-fuel combustion of coal in a bubbling fluidized bed combustor. *Fuel* 2015/150: 146–153.

12. PŘÍLOHY, GRAFY

Příloha č. 1 – Vývoj emisí CO v letech 1990–2013 v ETU2 (Dragomir 2014)

Příloha č. 2 – Vývoj emisí SO₂ v letech 1976–2013 v ETU2 (Dragomir 2014)

Příloha č. 3 – Vývoj emisí NO_x v letech 1989–2013 v ETU2 (Dragomir 2014)

Příloha č. 4 – Vývoj emisí TZL v letech 1976–2013 v ETU2 (Dragomir 2014)

Příloha č. 5 - Vývoj emisí NO_x jednotlivými druhy dopravy v období 2000–2013 (CDV 2014)

Příloha č. 6 – Vývoj emisí CO jednotlivými druhy dopravy v období 2000–2013 (CDV 2014)

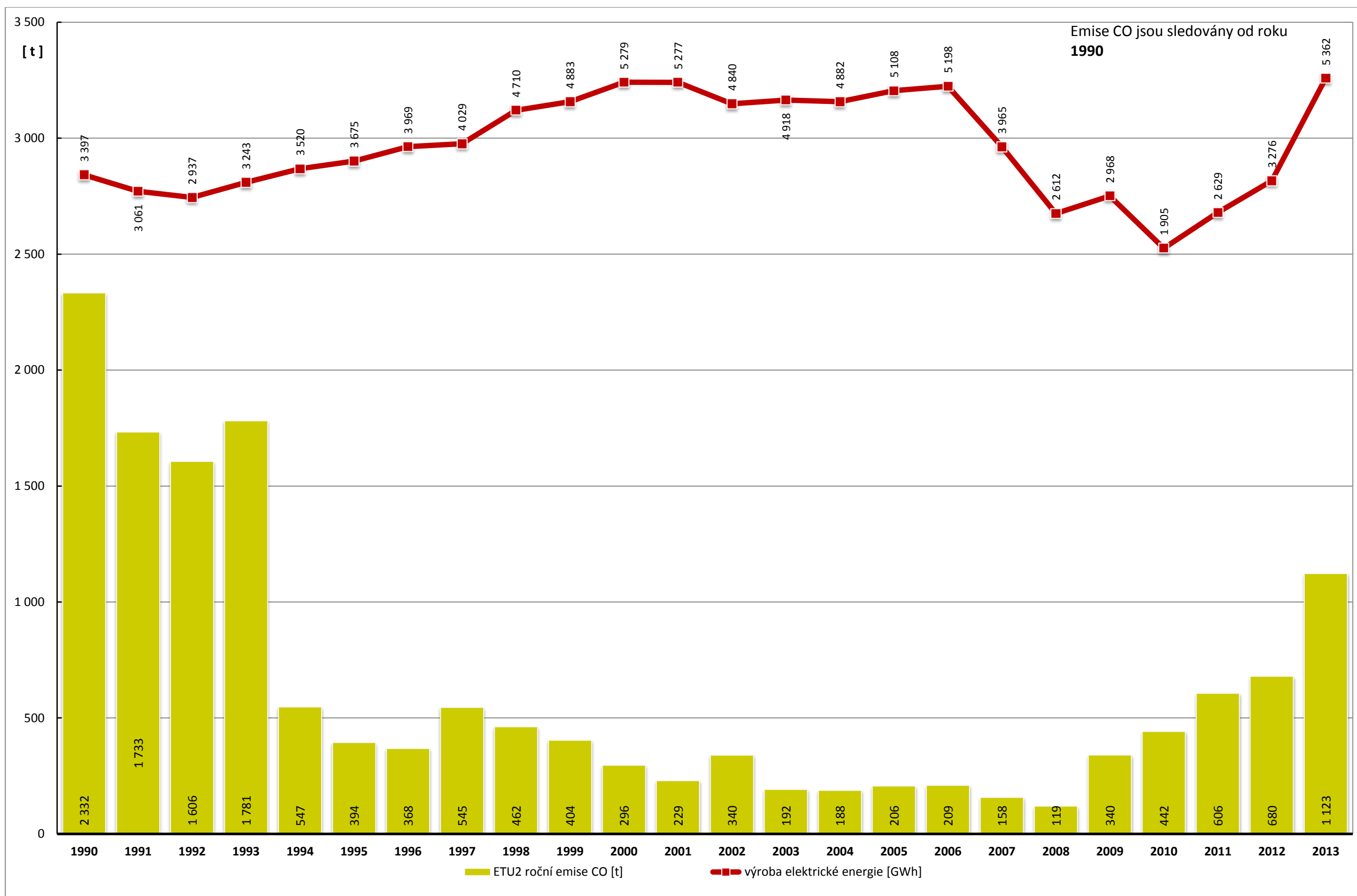
Příloha č. 7 - Vývoj emisí PM jednotlivými druhy dopravy v období 2000–2013 (CDV 2014)

Příloha č. 8 – Osobní automobily registrované v ČR dle věkových kategorií v období 2002–2013 (MDČR 2015)

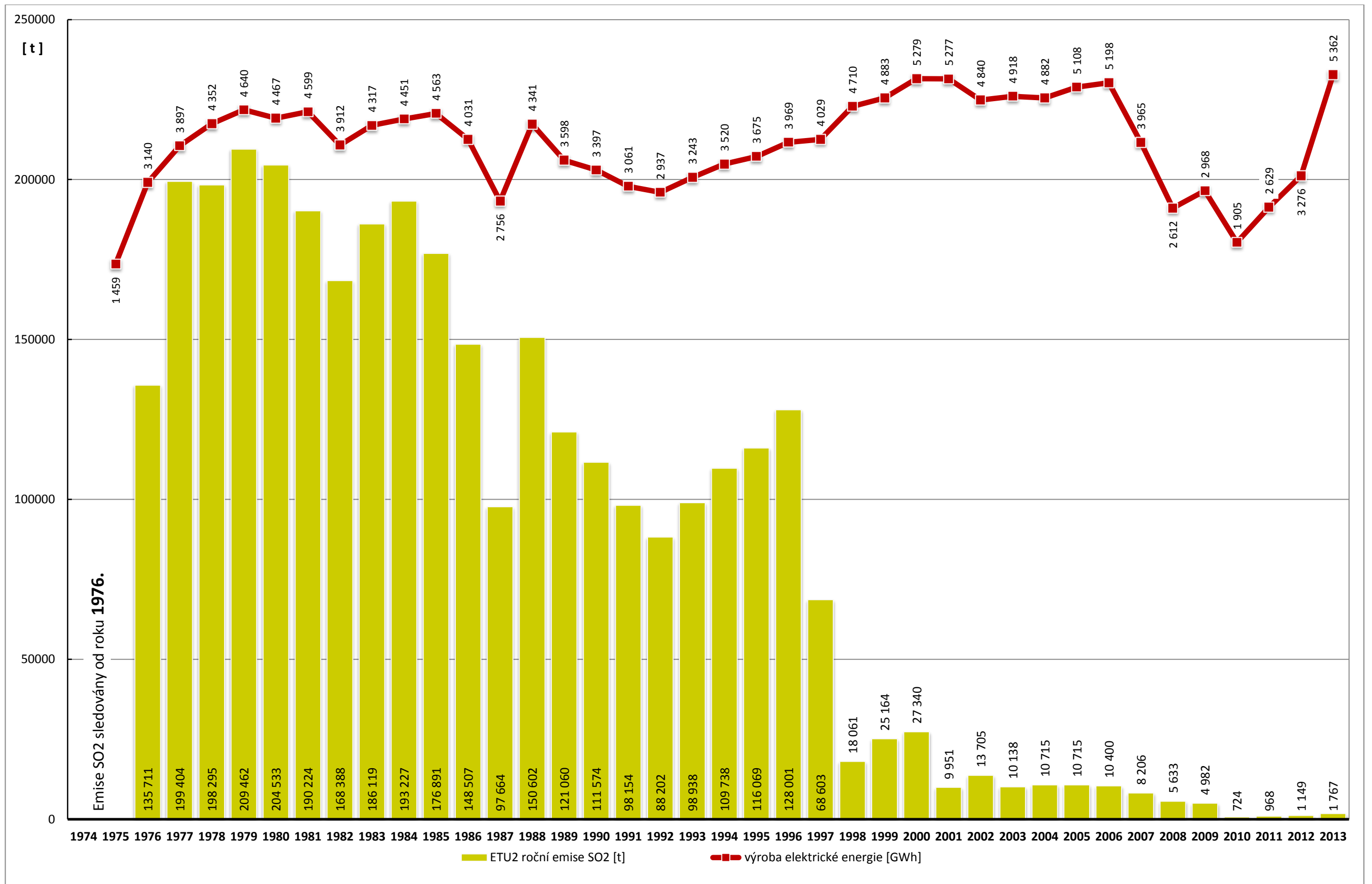
Příloha č. 9 - Nákladní automobily registrované v ČR dle věkových kategorií v období 2002–2013 (MDČR 2015)

Příloha č. 10 – Vývoj emisí PM₁₀ domácnostmi z vytápění v rozmezí 2003 – 2011 (Cenia 2014)

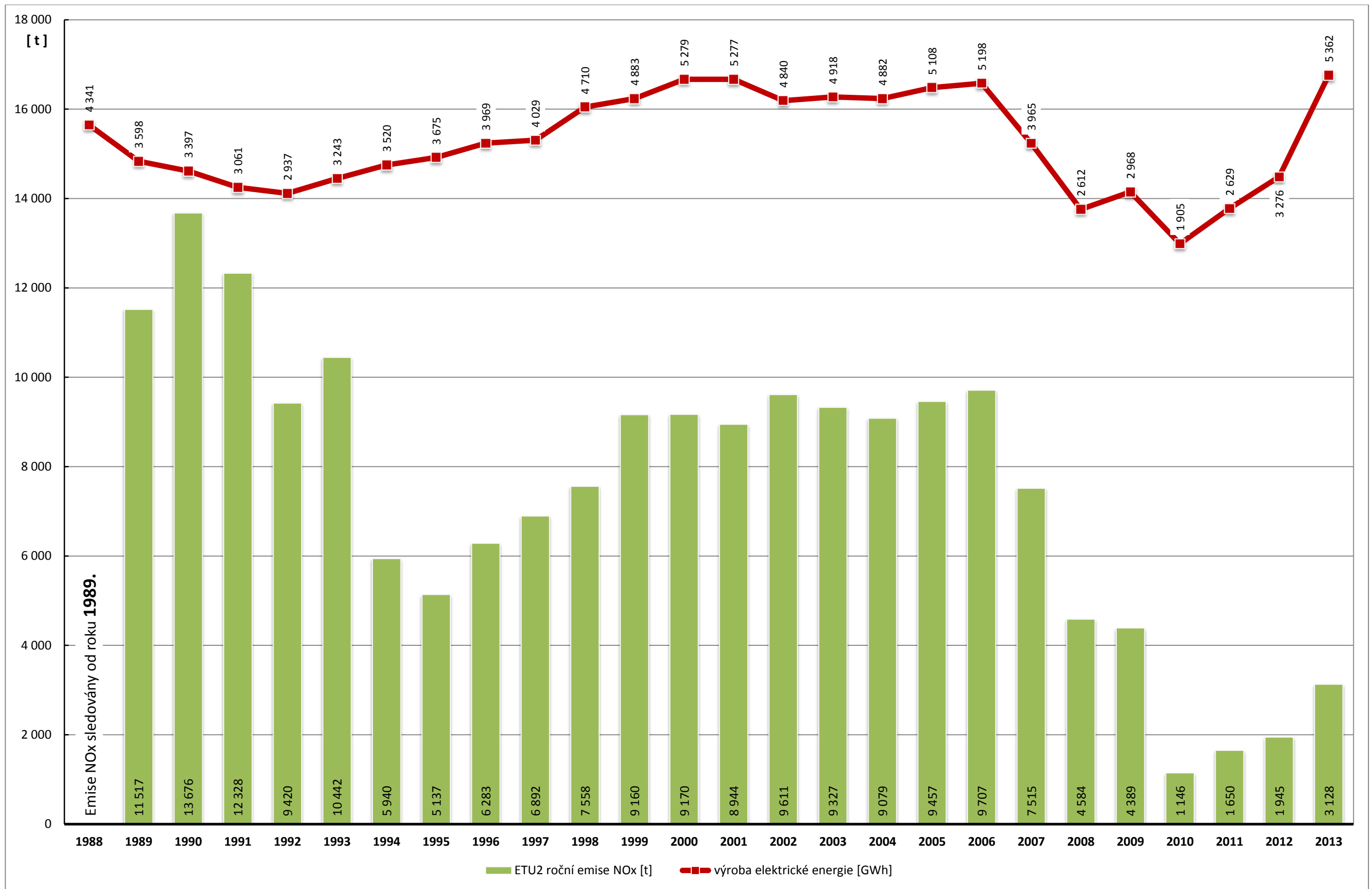
Příloha č. 1 – Vývoj emisí CO v letech 1990–2013 v ETU2 (Dragomir 2014)



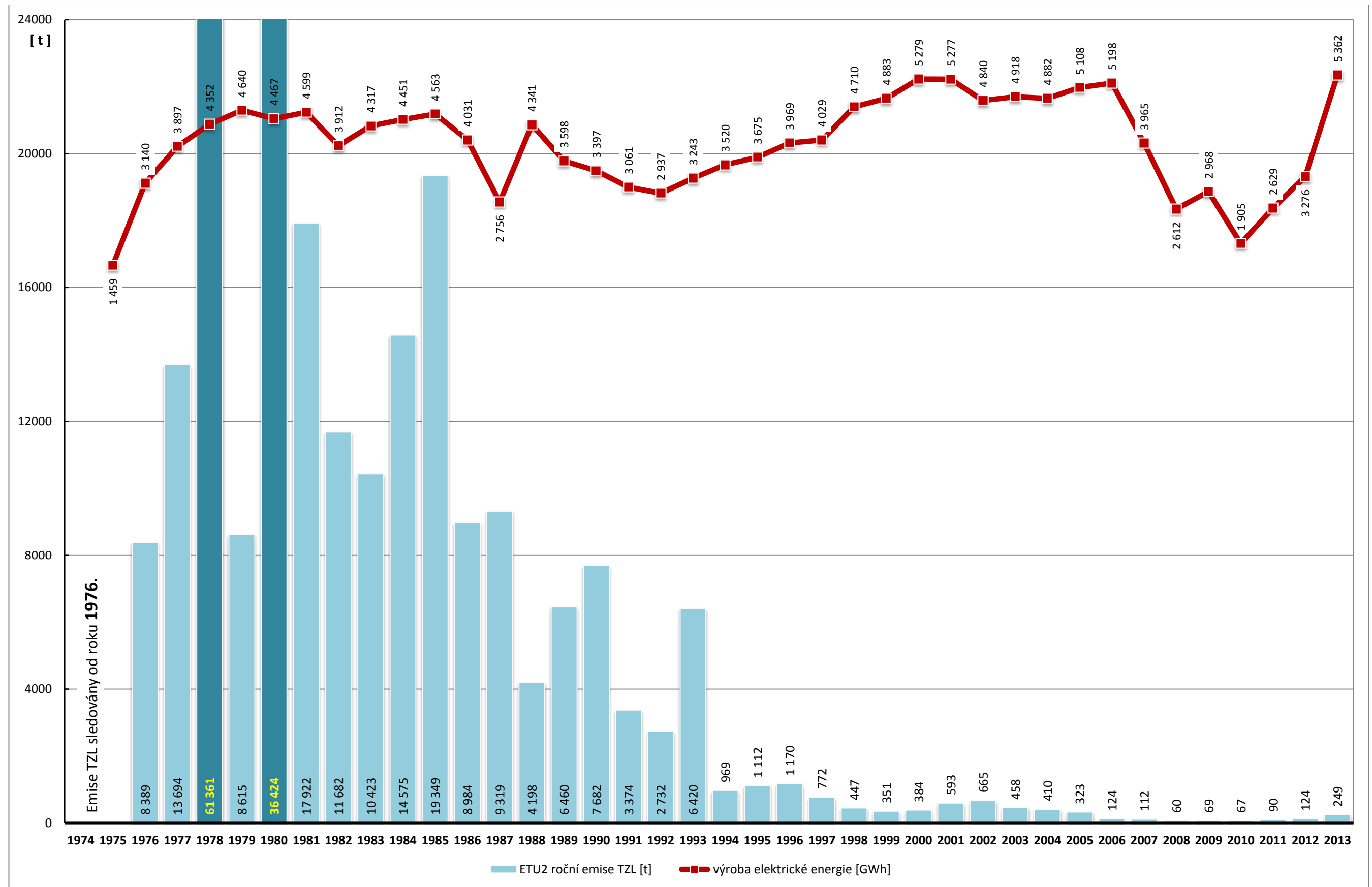
Příloha č. 2 – Vývoj emisí SO₂ v letech 1976–2013 v ETU2 (Dragomir 2014)



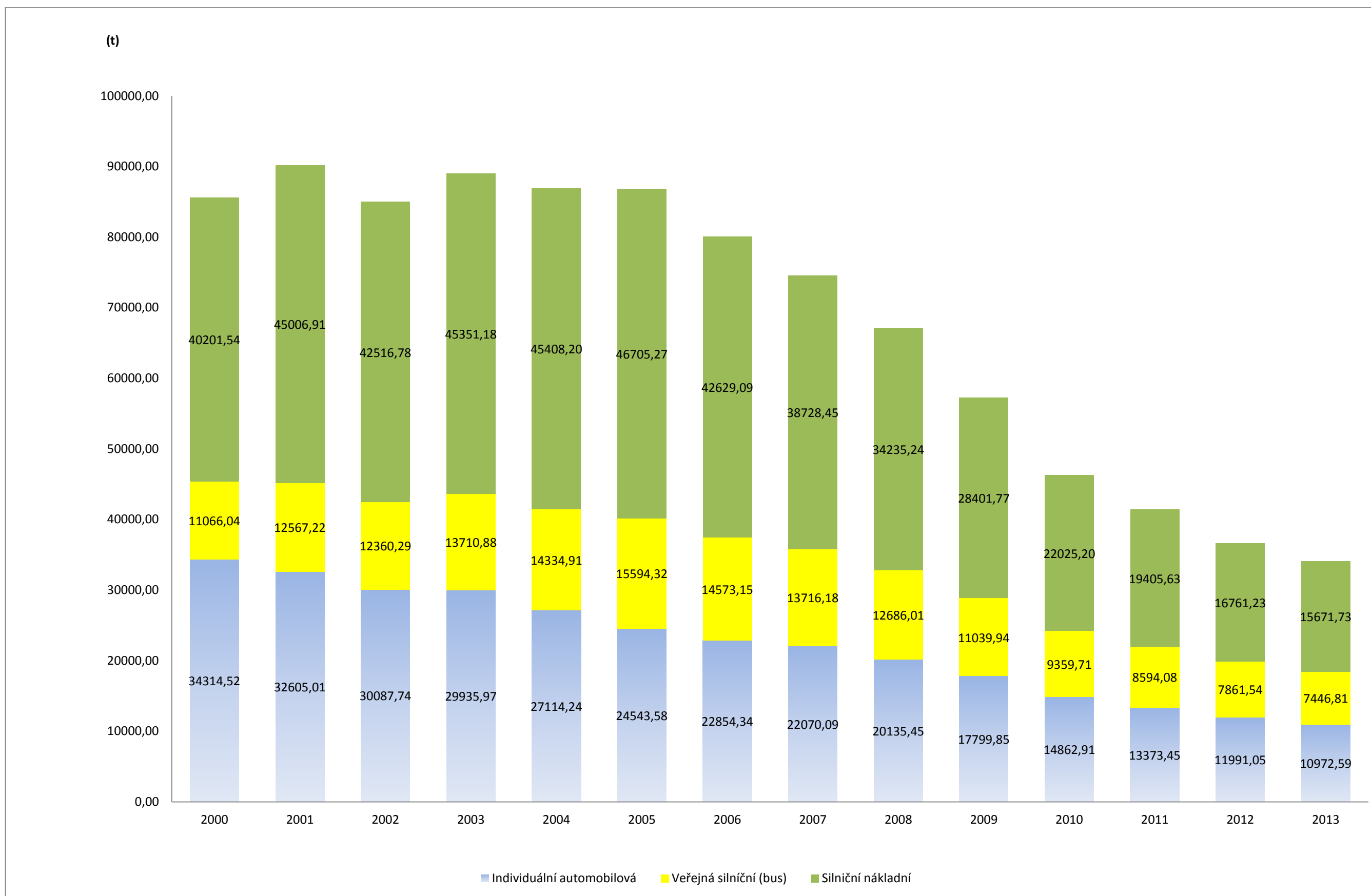
Příloha č. 3 – Vývoj emisí NOx v letech 1989–2013 v ETU2 (Dragomir 2014)



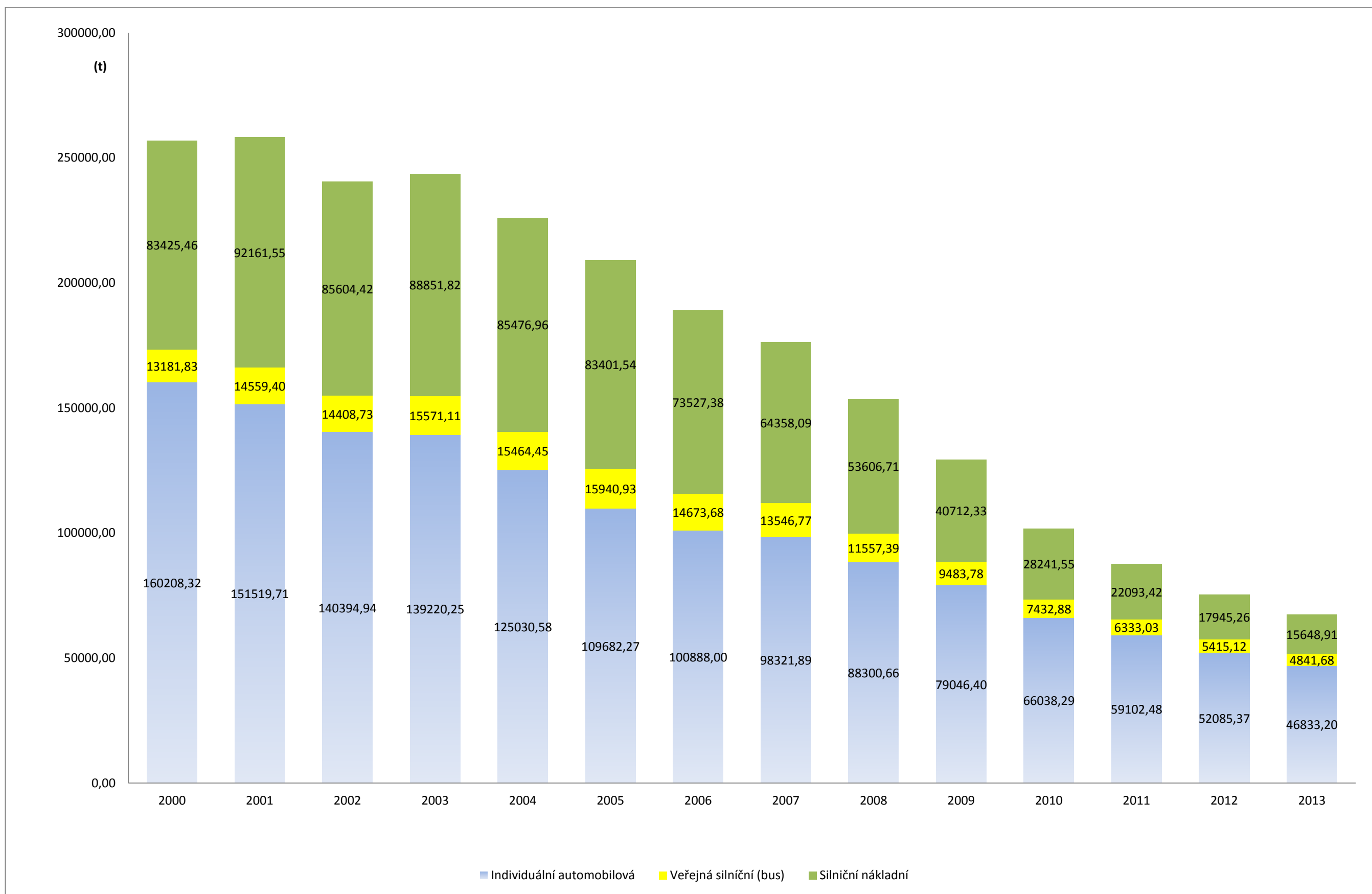
Příloha č. 4 – Vývoj emisí TZL v letech 1976–2013 v ETU2 (Dragomir 2014)



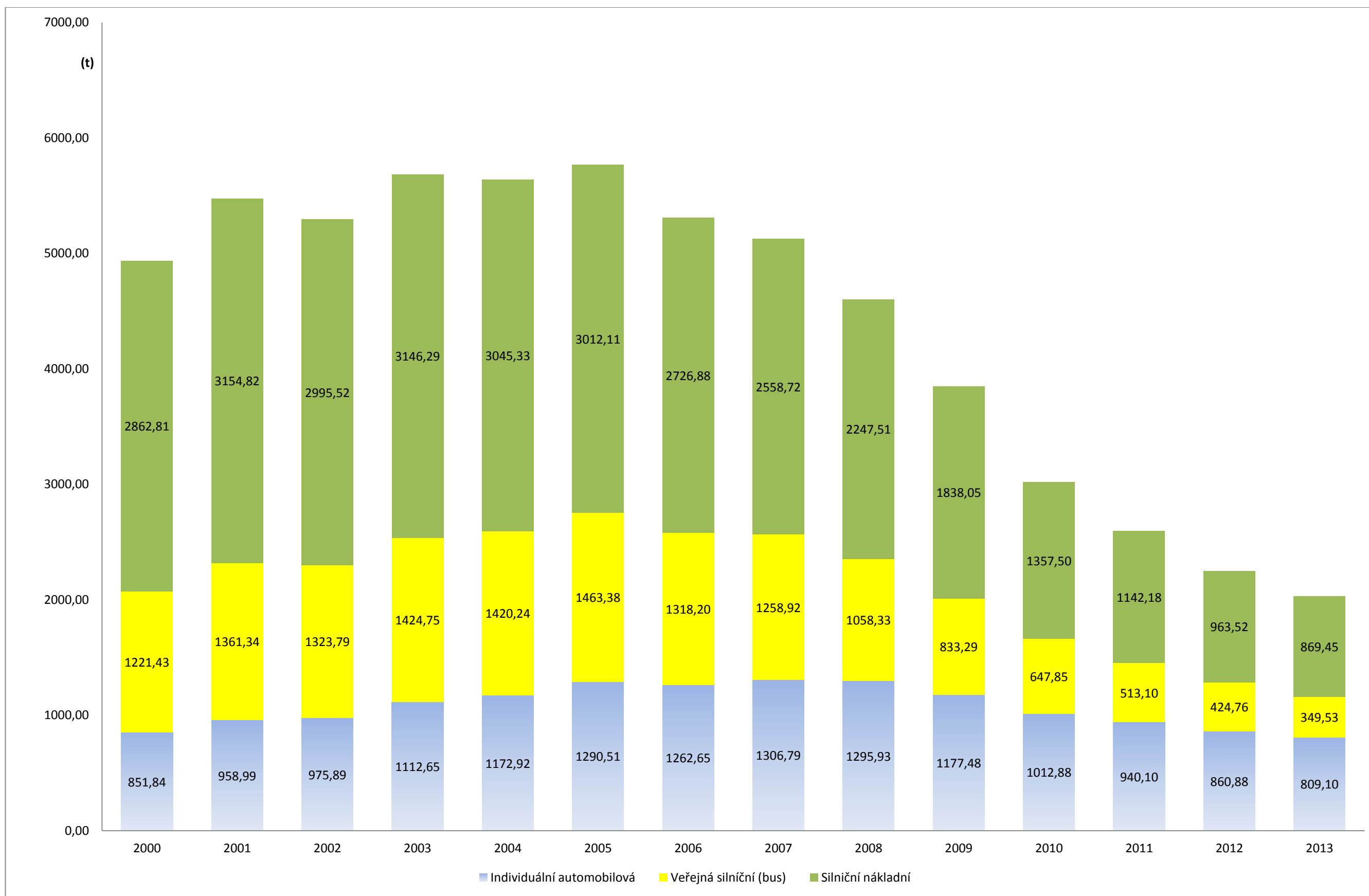
Příloha č. 5 - Vývoj emisí NOx jednotlivými druhy dopravy v období 2000–2013 (CDV 2014)



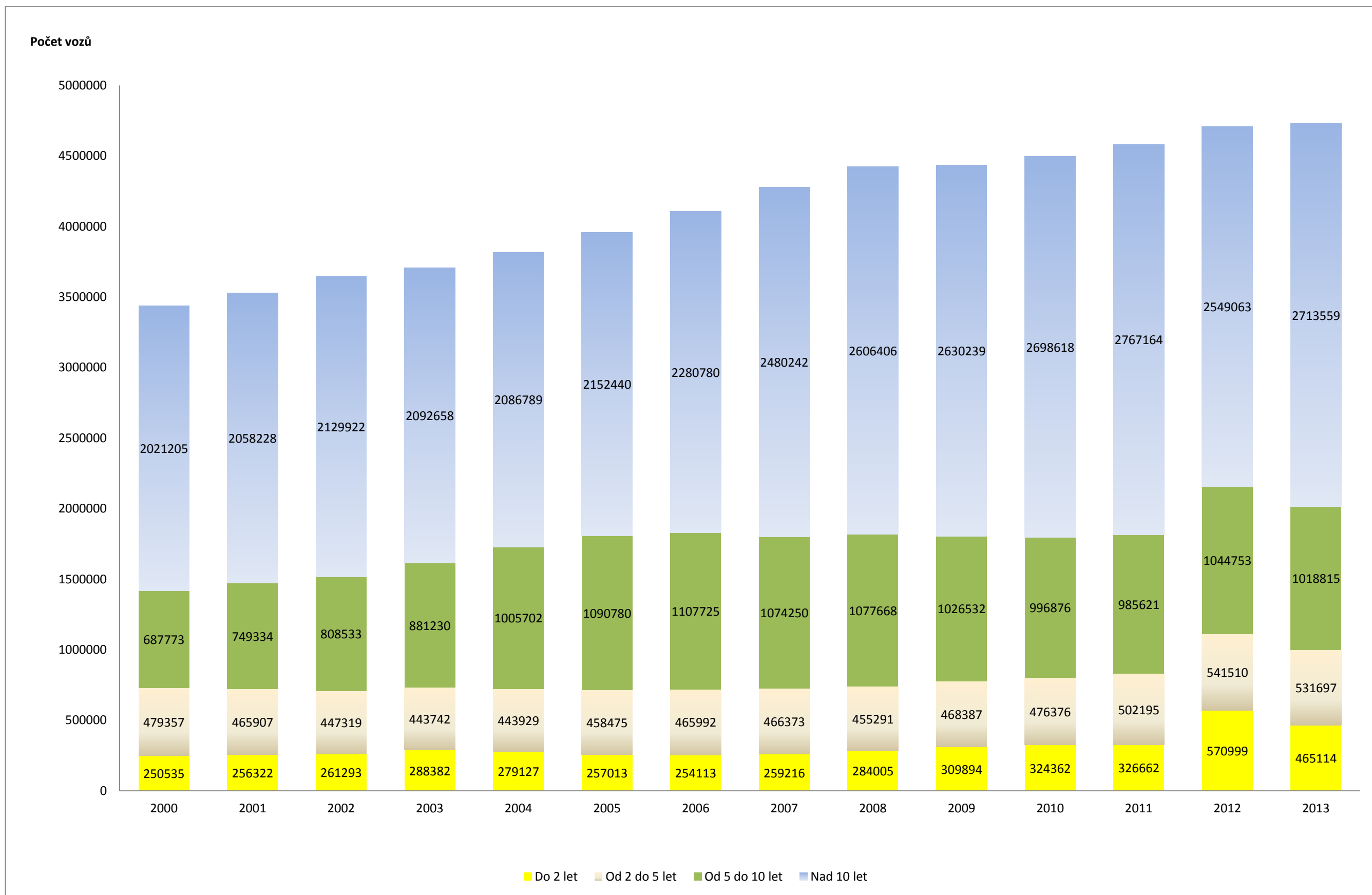
Příloha č. 6 – Vývoj emisí CO jednotlivými druhy dopravy v období 2000–2013 (CDV 2014)



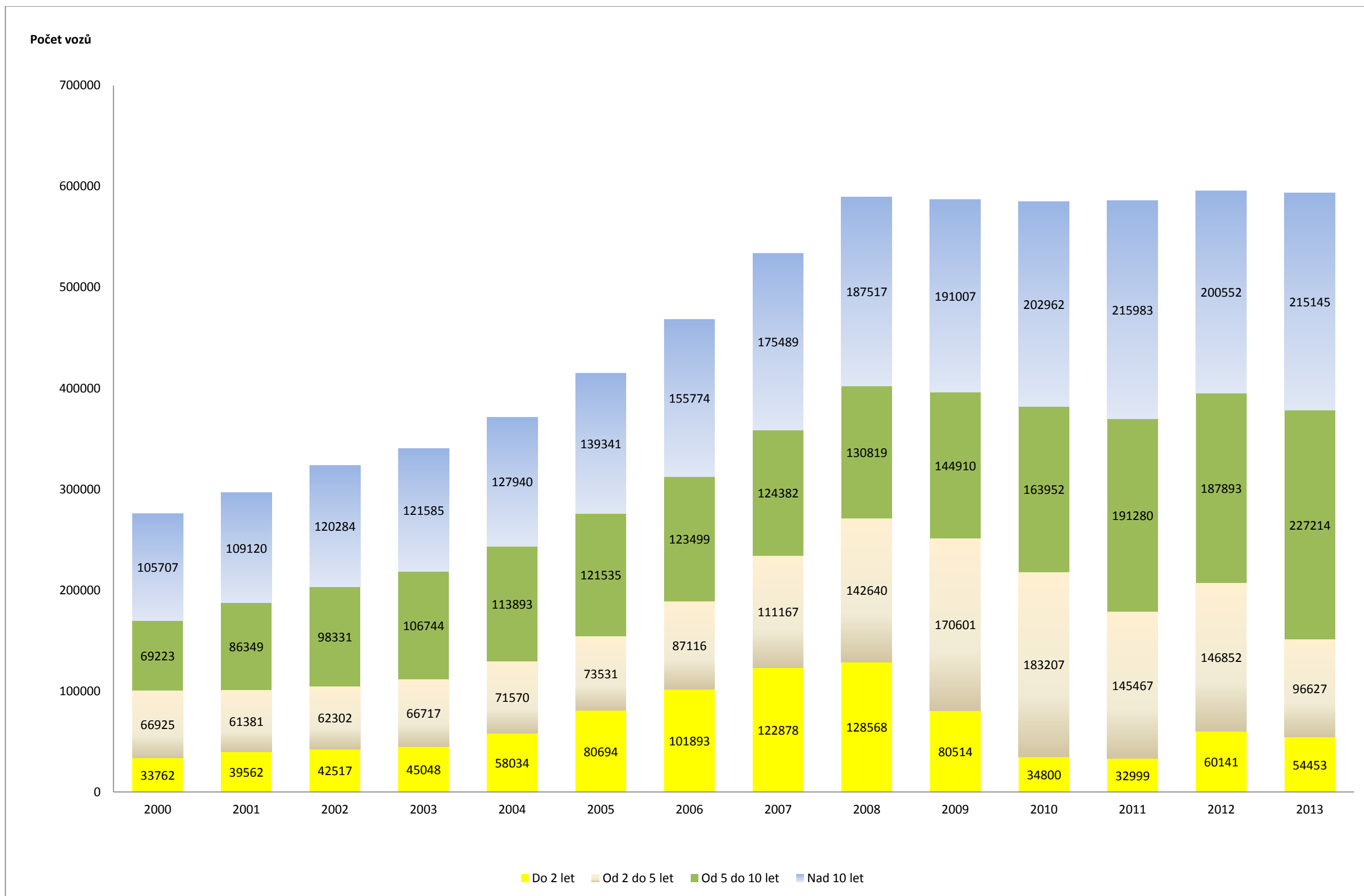
Příloha č. 7 - Vývoj emisí PM jednotlivými druhy dopravy v období 2000–2013 (CDV 2014)



Příloha č. 8 – Osobní automobily registrované v ČR dle věkových kategorií v období 2002–2013 (MDČR 2015)



Příloha č. 9 - Nákladní automobily registrované v ČR dle věkových kategorií v období 2002–2013 (MDČR 2015)



Příloha č. 10 – Vývoj emisí PM₁₀ domácnostmi z vytápění v rozmezí 2003 – 2011 (Cenia 2014)

