

PŘÍLOHA
ČASOPISU
OCHRANA OVZDUŠÍ

Praha, duben / 2005

KOMPEDIUM OCHRANY KVALITY OVZDUŠÍ

/ část 5 /

ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ Z DOPRAVY

Ing. Vladimír Adamec, CSc.,

Mgr. Jiří Dufek, Ing. Jiří Jedlička, RNDr. Jiří Huzlík, Ing. Rudolf Cholava
(Centrum dopravního výzkumu)

Ing. Pavel Machálek

(Český hydrometeorologický ústav)

Vydává Občanské sdružení

O C H R A N A K V A L I T Y O V Z D U Š Í

1. Úvod
2. Vývoj dopravy
 - 2.1. Silniční vozidla
 - 2.2. Prodej a spotřeba pohonných hmot
3. Charakteristika vybraných škodlivin produkovaných dopravou a jejich zdravotní rizika
4. Emisní limity, legislativní opatření
 - 4.1. Východiska emisní legislativy
 - 4.2. Vývoj legislativních opatření, přijímání norem EURO
 - 4.3. Limity výfukových emisí
 - 4.4. Legislativní požadavky na kvalitu pohonných hmot
 - 4.5. Vztah mezi emisními limity z dopravy a legislativou ochrany ovzduší
5. Emisní faktory
 - 5.1. Silniční doprava
 - 5.2. Železniční doprava
 - 5.3. Vodní doprava
 - 5.4. Letecká doprava
 - 5.5. Mechanismy databáze emisních faktorů
6. Metodika výpočtu emisí z dopravy
 - 6.1. Principy metodiky
 - 6.2. Rozsah polutantů
 - 6.3. Schematické zobrazení metodiky
 - 6.4. Využití metodiky
 - 6.5. Přetrvávající nejistoty
7. Emisní bilance z dopravy
8. Podíl dopravy na celkové emisní bilanci
9. Možnosti snížení znečištění z dopravy a jejich efektivnosti
 - 9.1. Podpora zavádění nízkoemisních vozidel
 - 9.1.1. Informační strategie
 - 9.1.2. Potřeba komplexního a integrovaného přístupu
 - 9.1.3. Závěr
 - 9.2. Využívání alternativních paliv
 - 9.2.1. Základní aspekty používání alternativních paliv
 - 9.2.2. Závěr
 - 9.3. Možná opatření v dopravě
 - 9.3.1. Analýza opatření
 - 9.3.2. Působnost opatření
 - 9.3.2.1. Opatření na celostátní úrovni
 - 9.3.2.2. Opatření na regionální a lokální úrovni
10. Závěr
11. Literatura

Editor kompéria: Ing. Jiří Kurfürst, CSc.
© Občanské sdružení ochrany kvality ovzduší

1. Úvod

Doprava v České republice představuje, obdobně jako v jiných vyspělých zemích, jeden z hlavních faktorů, který při svém rozvoji nepříznivě ovlivňuje kvalitu životního prostředí. Největší podíl v tomto směru přináší dopravě silniční, jejíž negativní vliv se projevuje především v produkci emisí znečišťujících ovzduší, mající negativní vliv na lidské zdraví, zejména ve velkých městech s vysokou hustotou automobilové dopravy. Ve výfukových plynech je obsaženo značné množství látek, které působí toxicky a genotoxicky, některé mají dokonce karcinogenní účinky. Další jako např. oxid uhličitý, oxid dusný nebo metan přispívají k dlouhodobému oteplení atmosféry, k tzv. „skleníkovému efektu“.

V důsledku rozvoje dopravy se také mění vzhled a morfologie krajiny, kdy dopravní sítě představují bariéry pro migrující volně žijící živočichy. Negativně také působí vyšší hladiny hluku, vibrace a kontaminace půdy, vody a bioty v důsledku úniků znečišťujících látek z dopravních prostředků a vlivem aplikace posypových solí při zimní údržbě komunikací. V neposlední řadě je významný zábor půdy, zejména zemědělského půdního fondu, při výstavbě nebo rekonstrukcích silniční a dálniční sítě.

Cílem následujícího textu je podat stručný přehled o vlivu dopravy na kvalitu ovzduší, a to od nástinu vývoje dopravy, přes problematiku emisí a jejich vlivu na zdraví člověka až po možné způsoby snížení těchto nepříznivých dopadů dopravy na životní prostředí.

Vliv dopravy na životní prostředí je největší měrou monitorován právě v oblasti ovzduší. Na vybraných stanicích automatizovaného emisního monitoringu jsou zjišťovány přímé důsledky zatížení ovzduší silniční dopravou a pravidelnou součástí inventarizace emisí je odhad množství znečišťujících látek produkovaných mobilními zdroji.

Sledování zdrojů znečištění ovzduší a zpracování emisních bilancí je v České republice prováděno již více než třicet let. Emise významných bodových zdrojů jsou zjišťovány měřením a vykazovány přímo provozovateli zdrojů. Emise skupinově sledovaných zdrojů, např. emise z lokálního vytápění domácností, stejně tak jako emise mobilních zdrojů, jsou odhadovány s využitím modelových výpočtů. Do odhadu množství emisí je vedle individuální a hromadné dopravy osob a přepravy zboží (silniční, železniční, apod.) zahrnut také provoz dalších mobilních prostředků, např. zemědělských a lesních strojů, stavební techniky, armády apod.

Metodiky zjišťování množství emisí se v průběhu posledních let modifikovaly a přizpůsobovaly nově zjišťovaným podkladovým údajům. V závislosti na těchto změnách byly již několikrát

provedeny přepočty množství emisí vykazovaných v předešlých obdobích.

Stávající metodika uplatňovaná při bilanci emisí od r. 1990 je podrobněji popsána v textu tohoto příspěvku. Jejím základem je modelový výpočet množství emisí za resort dopravy (silniční, železniční, letecké a vodní), který zajišťuje tým specialistů ze sekce životního prostředí Centra dopravního výzkumu Brno. Tyto výpočty jsou doplněny odhadem množství emisí z provozu zemědělských a lesních strojů, prováděným pracovníky Výzkumného ústavu zemědělské techniky Praha. Odhad emisí dalších mobilních prostředků, např. stavebních strojů, vozidel armády, drobných mobilních prostředků používaných obyvatelstvem apod., je prováděn dopočtem ke statistickým údajům o spotřebě pohonných hmot.

Vedle celorepublikových emisí jsou zejména pro účely modelování a hodnocení kvality ovzduší prováděny rozpočty emisí v síti čtverců 5 × 5 km. Pro odhad územního rozložení emisí jsou využívány zejména výsledky sčítání dopravy na silniční a dálniční síti ČR, prováděného v pravidelných pětiletých intervalech ŘSD ČR.

Podíly emisí jednotlivých skupin mobilních zdrojů na celkových emisích základních znečišťujících látek od r. 1990 ukazuje tabulka 1.1. Narůstající podíl emisí mobilních zdrojů je zaznamenán zejména u silniční dopravy, a to především u emisí oxidů dusíku a oxidu uhelnatého.

Tabulka 1.1

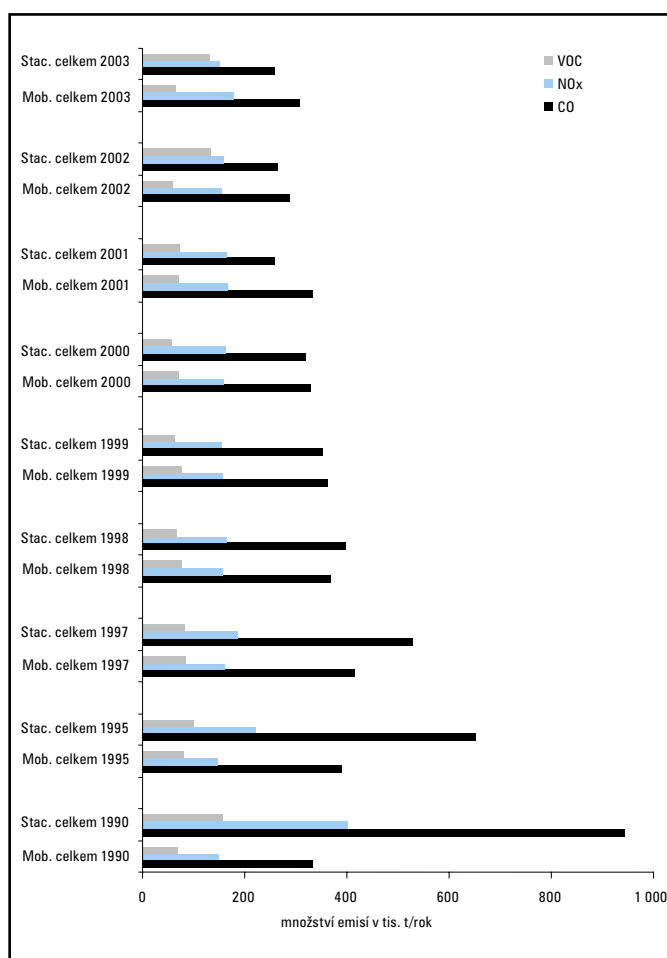
Podíly emisí jednotlivých skupin mobilních zdrojů na celkových emisích znečišťujících látek v letech 1990–2003 [%]

Rok	Mobilní zdroje	NOx	CO	VOC
1990	Doprava osob a nákladů	19,29	22,35	25,25
1990	Zemědělské a lesní stroje	6,96	3,32	5,02
1990	Ostatní mobilní zdroje	0,79	0,36	0,53
1995	Doprava osob a nákladů	28,73	33,38	38,15
1995	Zemědělské a lesní stroje	10,13	3,77	5,71
1995	Ostatní mobilní zdroje	0,84	0,31	0,46
1997	Doprava osob a nákladů	35,14	39,63	44,24
1997	Zemědělské a lesní stroje	11,03	4,27	6,28
1997	Ostatní mobilní zdroje	0,15	0,06	0,08
1998	Doprava osob a nákladů	36,45	42,59	45,92
1998	Zemědělské a lesní stroje	11,83	5,19	7,35
1998	Ostatní mobilní zdroje	0,52	0,24	0,33
1999	Doprava osob a nákladů	38,07	45,07	47,11
1999	Zemědělské a lesní stroje	11,77	5,4	7,36
1999	Ostatní mobilní zdroje	0,46	0,21	0,28
2000	Doprava osob a nákladů	36,66	44,18	45,72
2000	Zemědělské a lesní stroje	11,58	6	7,99
2000	Ostatní mobilní zdroje	1,11	0,58	0,76
2001	Doprava osob a nákladů	36,73	48,07	40,9
2001	Zemědělské a lesní stroje	11,72	6,89	7,52
2001	Ostatní mobilní zdroje	2,21	1,31	1,39
2002	Doprava osob a nákladů	34,26	43,03	24,54
2002	Zemědělské a lesní stroje	12,42	7,37	5,56
2002	Ostatní mobilní zdroje	2,5	1,49	1,09
2003	Doprava osob a nákladů	34,22	42,23	23,99
2003	Zemědělské a lesní stroje	9,94	6,04	4,6
2003	Ostatní mobilní zdroje	9,94	6,04	4,6

Porovnání množství emisí stacionárních a mobilních zdrojů v letech 1990–2003 uvedené v obrázku 1.1. dokumentuje významné snížení emisí stacionárních zdrojů a stabilní úroveň emisí mobilních zdrojů v celém sledovaném období, a to i přes značný nárůst výkonů osobní i nákladní dopravy.

Obr. 1.1

Porovnání množství emisí stacionárních a mobilních zdrojů v letech 1990 – 2003



2. Vývoj dopravy

Sektor dopravy má nezastupitelné místo především v činnostech spojených s přemísťováním osob, materiálů a výrobků, včetně skladového a odpadního hospodářství. V ČR je zaměstnáno v dopravě asi 350 tisíc lidí a dalších 1,5 mil. lidí je spojeno s dopravní činností. Doprava se tak stala významným faktorem ovlivňující životní prostředí člověka a to jak v pozitivním tak i negativním směru. Vzrůstající mobilita, rostoucí přepravní objemy a výkony v silniční dopravě jsou fenoménem několika posledních let. Prudce se zvyšuje množství osobních i nákladních vozidel, jejichž výroba a provoz jsou spojené se zátěží životního prostředí. Z hlediska udržitelnosti je pak velkým problémem zvýšené využívání osobních automobilů na úkor veřejné dopravy, zvyšuje se také silniční nákladní přeprava na úkor železniční dopravy. Tyto trendy jsou posilovány ekonomickým i společenským prostředím v ČR.

2.1 Silniční vozidla

Počty osobních, dodávkových i těžkých nákladních vozidel neustále rostou. Tento trend bude pravděpodobně pokračovat i v nejbližších letech, neboť po vstupu do EU se zintenzivní především nákladní doprava která se, po odstranění obchodních bariér, stane výnosným podnikáním. Na druhé straně je pozitivní, že probíhá rychlejší obměna osobních i nákladních vozidel ve prospěch těch, která splňují přísnější emisní předpisy EURO, což se pozitivně projeví na snížené produkci emisí z dopravy.

Tabulka 2.1

Počet motorových vozidel v ČR [v tisících vozidel]

Druh vozidel	Rok									
	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Jednostopá	1 172	915	918	930	927	800	749	755	760	752
Osobní a dodávky	2 411	3 043	3 193	3 392	3 493	3 440	3 439	3 530	3 619	3 702
Nákladní	156	203	225	247	260	268	276	296	324	340
Autobusy	26	20	20	21	20	19	18	18	21	21
Celkem *	3 765	4 181	4 356	4 590	4 700	4 527	4 482	4 599	4 724	4 815
Z toho na alternativní pohon [vozidla]										
Osobní – elektrický	•	11	11	13	13	11	10	9	10	10
Osobní – CNG	•	•	•	•	•	•	20	20	19	18
Mikrobusy Trolejbusy	elektrický	•	718	711	721	708	721	727	739	726
Mikrobusy autobusy	plynový	•	143	146	150	118	88	77	74	83

* součet uvedených kategorií
• údaj není k dispozici

Zdroj: IRTAD, CDV, Centrální registr vozidel

Rovněž přibývá vozidel na alternativními pohony jako jsou např. zkapalněný ropný plyn (LPG) a stlačený zemní plyn (CNG).

V důsledku nárůstu intenzity individuální automobilové dopravy vzrůstá i její podíl na znečištění ovzduší. Snížení tohoto podílu je možné zejména uskutečnit rychlejší obměnou zastaralého vozového parku (vozidla nespl-

ňující předpisy EURO), za nové automobily, splňující nejnovější předpisy EURO. Počet vozidel vybavených katalyzátory v roce 2003 činil 1 759 tis. vozidel (47,5% osobních vozidel) a byl kvalifikovaně odhadnut podle statistik Centrálního registru vozidel Ministerstva vnitra ČR (MVČR), které zde mj. uvádí i rozdělení vozového parku ČR podle roku výroby (přesný

Tabulka 2.2

Spotřeba paliv jednotlivými druhy dopravy [tis. t]

Druh dopravy	Rok									
	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
IAD benzín	1132	1521	1676	1729	1619	1774	1708	1 758	1 725	1 879
IAD nafta	49	73	106	110	139	154	175	202	213	279
IAD LPG	–	–	1	1	2	14	13	14	32	30
IAD směsná nafta	–	2	2	14	15	19	24	24	24	27
AD benzín	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
AD nafta	381	186	189	158	250	232	268	312	273	337
AD PLG	–	–	–	–	1	3	3	3	4	15
AD CNG	–	–	–	–	1	1	1	0,4	0,3	0,3
AD směsná nafta	–	2	3	16	17	20	26	25	26	29
SND benzín	48	151	168	205	161	196	206	213	247	225
SND nafta	500	666	877	938	824	830	905	1 002	1 050	1 126
SND LPG	–	1	3	6	8	35	36	39	36	35
SND CNG	–	3	3	2	1	3	1	1	1	1
SND směsná nafta	–	12	15	83	90	109	140	136	141	157
ŽD nafta	467	242	258	214	222	197	171	193	180	214
ŽD směsná nafta	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
VD nafta	44	31	42	21	24	25	22	19	17	19
LD lbenzín	8	9	3	5	6	3	3	3	3	3
LD lpetrolej	256	177	156	149	160	189	189	182	202	240
MHD bus nafta	175	137	167	150	156	147	157	167	155	188
MHD bus LPG	–	–	1	1	1	9	11	16	20	19
MHD bus CNG	–	–	1	1	3	2	3	4	4	3
MHD bus směsná nafta	–	3	4	23	24	29	38	37	38	43

• údaje nejsou k dispozici
– je se nevyskytoval

Zdroj: CDV

počet vozidel vybavených katalyzátory není tímto registrem sledován). Dalším významným faktorem mající přímý vliv na zvyšování znečištění ovzduší je vlastnictví automobilů. Čím více obyvatel vlastní automobil, tím více jej používají k přemístování a tím více narůstá znečištění ovzduší. V roce 2003 připadlo již 362,9 vozidla na 1000 obyvatel, což ČR řadí mezi státy z velmi vysokým počtem vozidel na obyvatele.

2.2 Prodej a spotřeba pohonných hmot

Se zvyšujícím se objemem, především silniční nákladní dopravy, pokračuje růst prodeje motorové nafty, což má negativní dopady zejména na emisní bilanci. Kladně lze hodnotit růst spotřeby alternativních paliv (LPG, CNG, bionafta). I nadále se dá předpokládat růst spotřeby alternativních paliv. Spotřeba benzínu, nafty, LPG, CNG a bionafty za jednotlivé druhy dopravy je stanovena distribucí celkových prodaných paliv, po odečtu ne-dopravních zdrojů a zásob. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 2.2.

3 Charakteristika vybraných škodlivin produkovaných dopravou a jejich zdravotní rizika

Odhaduje se, že hmotnostní jednotka exhalátů z motorové dopravy je ve městě a ve velkých obytných aglomeracích desetinásobná oproti exhalátům vzniklých z jiných zdrojů (průmysl, topení) a dokonce stonásobná oproti jiným exhalátům v oblastech mimo město. Příčinou emisí škodlivin z motorů vozidel do volného ovzduší je spalování pohonných hmot. Do ovzduší se dostávají především oxidy dusíku (NO_x), polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH) a oxidy uhlíku, především oxid uhelnatý (CO). Vliv silniční dopravy na množství emisí oxidu siřičitého (SO₂) a olova (Pb) je možno vzhledem k modernizaci vozového parku považovat za již méně významný. Problémem je především neustálý růst plynů přispívajících ke skleníkovému efektu: tj. oxid uhličitý (CO₂) a především oxid dusný (N₂O). K další látkám, které si zasluhují pozornost výzkumu, patří alifatické, aromatické a heterocyklické uhlovodíky, aldehydy, fenoly, ketony, dehet, saze a v neposlední řadě i kovy ze skupiny platiny jako jsou platina (Pt), paladium (Pd) a rhodium (Rh). Dosavadní trendy produkce emisí z dopravy je uvedena v tabulce 3.1.

Uvedené látky jsou do ovzduší emitovány nejen jako složky výfukových plynů, ale i z obrusu pneumatik, brzdového obložení a opotřebování jednotlivých součástí automobilů. Nezanedbatelným příspěvkem k emisím z dopravy jsou také částice vznikající obrusem povrchu vozovek, korozí dopravních prostředků a doprovodného zařízení komunikací

(osvětlení, svodidla) nebo přepravovaný materiál či znečištěna vozidla. Přehled vybraných polutantů produkovaných dopravou, jejich vznik, vlastnosti a zdravotní rizika je uvedena v tabulce 3.2.

4 Emisní limity dopravních prostředků, legislativní opatření

Základním požadavkem pro vstup ČR do EU byla harmonizace právních předpisů ČR s odpovídajícími směrnici Evropského společenství. V oblasti dopravy byly požadavky na harmonizaci zvýrazněny specifickým charakterem přepravních procesů v ČR, s velkým podílem mezinárodní a tranzitní přepravy. Legislativní environmentální opatření v dopravě zahrnují zejména maximální přípustné obsahy vybraných polutantů ve výfukových plynech, hluk a kvalitu pohonných hmot.

4.1 Východiska emisní legislativy

Nejširší platnost závazných povinností evropských států souvisejících s vlivy dopravy na životní prostředí má Úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší překračujícím hranice států a k ní postupně vydávané protokoly. Mezi základní zásady Úmluvy patří, že smluvní strany budou chránit člověka a jeho životní prostředí a budou usilovat o omezování, postupné snižování a předcházení znečišťování ovzduší. Úmluva se stala východiskem pro protokoly o omezování emisí polutantů:

- Protokol o dlouhodobém financování Evropského programu monitorování a hodnocení,
- Protokol o snížení emisí síry nebo jejich přeshraničních toků nejméně o 30 %,
- Protokol o omezení emisí oxidů dusíku nebo jejich přeshraničních toků,
- Protokol o omezení emisí těkavých organických látek nebo jejich přeshraničních toků.
- Protokol o dalším snížení emisí síry,
- Protokol o těžkých kovech,
- Protokol o persistentních organických polutantech,
- Protokol o omezení acidifikace, eutrofikace a přizemního ozonu (AcETO).

K akceptování povinnosti přejímat závazky ke znečišťování ovzduší podle těchto dokumentů se zavázaly státy, které Úmluvu podepsaly a ratifikovaly. Tyto státy rovněž postupně podepisují a ratifikují k ní náležející protokoly tak, jak jsou předkládány k podpisům. Úmluvu dosud podepsalo téměř 50 států včetně USA a Kanady. Nejpokročilejší nástroj Úmluvy

Tabulka 3.1

Produkce emisí vybraných polutantů z dopravy [tis. tun]

Druh dopravy	Rok							
	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Oxid uhličitý	9 685	10 990	12 225	12 874	12 502	13 292	13 538	13 618
Oxid uhelnatý	288 800	319 000	332 300	318 400	271 600	255 500	247 500	230 800
Oxidy dusíku	101 800	104 800	114 800	116 900	109 700	109 900	110 000	107 600
Oxid dusný	1 919	3 486	4 100	4 818	5 056	6 209	6 551	6 847
Metan	1 832	2 031	2 104	2 061	1 858	1 823	1 798	1 727
Nemetanové uhlovodíky	61 000	67 400	71 000	69 100	60 400	56 900	55 500	51 500
Oxid siřičitý	3 313	3 457	3 974	4 053	3 964	4 189	4 267	4 244
Olovo	193,2	159,6	144,8	130,6	111,7	111,0	73,6	14,7
Pevné částice	4 332	3 747	4 373	4 387	4 396	4 313	4 363	4 414

Tabulka 3.2

Zdroje a vlastnosti kontaminantů ovzduší z dopravy

Polutant	Způsob vzniku v dopravě	Vybrané charakteristiky	Zdravotní rizika
Oxid uhlíčitý (CO ₂)	Spalování motorových paliv obsahujících uhlík.	Bezbarvý plyn, slabě kyselého zápachu, těžší než vzduch. Podílí se nejvyšší měrou na existenci skleníkového efektu na Zemi.	Je nedýchatelný. Koncentraci 1,5 % ve vzduchu snáší člověk i při vícehodinovém působení bez následků. Nebezpečné jsou až koncentrace vyšší: např. koncentrace 3–5 % je životu nebezpečná po půlhodinovém pobytu, 8–10 % způsobuje rychlou ztrátu vědomí a smrt.
Oxid uhelnatý (CO)	Spalováním motorových paliv obsahujících uhlík za nedostatečného přístupu vzduchu nebo za vysokých teplot.	Ve vzduchu dochází k jeho oxidaci na oxid uhlíčitý, který se podílí na skleníkovém efektu.	Blokuje oxysílení krve v plicích (tvorba karboxyhemoglobinu), poruchy srdce, mozku, zrakové a sluchové potíže, žaludeční nevolnost, bolesti břicha. Při těžké otravě je postižený v bezvědomí. Smrt udušením způsobuje v koncentracích nad 750 mg/m ³ .
Oxid siřičitý (SO ₂)	Spalováním motorových paliv obsahujících síru.	Bezbarvý plyn, štiplavého zápachu. V ovzduší z něj může vznikat kyselina sírová, způsobující okyselování dešťových srážek.	Toxický plyn s dráždivými účinky, způsobující dýchací potíže, změny plicní kapacity a plicních funkcí.
Oxidy dusíku (NO _x)	Při spalování směsi paliva a vzduchu oxidací vzdušného dusíku kyslíkem za vysokých teplot.	Směs oxidů dusnatého a dusičitého, aktivně se podílejí na vzniku fotochemického smogu [1]. V atmosféře reagují s přítomnými PAHs za vzniku nitroderivátů (nitro-PAHs). Reakcí s vodou mohou tvořit kyselinu dusičnou, podílející se na vzniku kyselých dešťových srážek.	Dráždivé účinky, mírné až těžké záněty průdušek či plic (bronchitida, bronchopneumonii až akutní plicní edém).
Oxid dusný (N ₂ O)	Reakcí vzdušného dusíku se vzdušným kyslíkem, zejména za přítomnosti katalyzátorů ze skupiny platinových kovů.	Je relativně málo reaktivní, na chemické procesy v atmosféře prakticky nemá vliv. Podílí se na existenci skleníkového efektu, který je 310× větší než u CO ₂ .	
Ozón (O ₃)	Vzniká sekundárně řetězovými radikálovými reakcemi v přízemních vrstvách atmosféry z molekulárního kyslíku za přítomnosti složek výfukových plynů oxidů dusíku a těžkých uhlovodíků vlivem slunečního záření.	Bezbarvý plyn se silnými oxidačními účinky. Podílí se na vzniku fotochemického smogu.	Expozice O ₃ způsobuje buněčné a strukturální změny, přičemž celkový vliv spočívá ve snížené schopnosti plic vykonávat normální funkce.
Olovo (Pb)	Do ovzduší se dostávalo v minulosti především z olovnatých benzínů, ve kterých bylo přítomno jako tetraethylolovo [6]. Nyní jsou jeho zdroji pláště pneumatik, kde se používá jako výplňový materiál, mazadla, oleje a částice z opotřebování ložisek [21].	Modrobílý měkký kov tající při 327,3°C, atom. číslo 82, atom. váha 207,19. Až 95 % emitovaných olovených částic se do ovzduší dostává v anorganické formě, částice jsou zpravidla menší než 5 μm.	Toxický kov, otrava (chronická) se projevuje nechutenstvím, malátností, bolestmi hlavy a kloubů, žaludečními a střevními potížemi, křečemi v břiše, poškozením jater a periferního popř. centrálního nervstva.
Kadmium (Cd)	Používá se jako plnidlo kaučuku při výrobě pneumatik. Do ovzduší se dostává jejich opotřebáváním při jízdě [21].	Bílý lesklý kov, bod tání 321°C, bod varu 767°C, atom. číslo 48, atom. váha 112,41	Toxický kov.
Nikl (Ni)	Do ovzduší se dostává hlavně z brzdového obložení a opotřebením různých namáhaných spojů jako kov [21].	Bílý lesklý kov, na vzduchu stálý, atom. číslo 28, atom. váha 58,71.	Toxický kov.
Chrom (Cr)	Uvolňuje se zejména opotřebením z rotujících částí motoru a z brzdového obložení [21].	Stříbrobílý kov, velmi tvrdý, stálý na vzduchu i za vyšší teploty, atom. číslo 24, atom. váha 52,01.	Toxický kov, zejména jeho šestimocné sloučeniny.
Platinové kovy (Pt, Rh, Pd)	Jejich zdrojem v ovzduší jsou emise z automobilových katalyzátorů. [2, 3]	•	Toxické kovy.
Polycyklické aromatické uhlo-vodíky (PAHs)	Vznikají během nedokonalého spalování uhlovodíkových paliv. Mohou být i součástí povrchu vozovky, odkud se do ovzduší uvolňují obrusem. (Identifikace zdrojů PAHs pocházejících z dopravy je uvedena v tabulce 3.3.)	Směs organických látek, jejichž molekuly jsou tvořeny dvěma nebo více kondenzovanými benzenovými jádry. V ovzduší se vyskytuje řada jejich derivátů (halogen-, sulfo-, amino-, a nitro- deriváty).	Mnohé sloučeniny z této skupiny mají prokazatelné mutagení a karcinogenní účinky /benzo(a)pyren), nitro PAHs/.
Methyl-terc.-butylether (MTBE)	Od osmdesátých let je používán jako aditivum do bezolovnatých benzínů (do 15 %) pro dosažení účinnějšího spalování. [4]	Hořlavá kapalina s velmi nepříjemným zápachem. Ve vzduchu může být rychle odbouráván slunečním světlem.	MTBE nízkou akutní inhalační toxicitu, střední akutní toxicitu při požití, není genotoxický, ale ve vysokých koncentracích může u hlodavců indukovat vznik nádorů. Informace o dlouhodobých, reprodukčních a karcinogenních účincích na člověka nejsou v současné době dostupné.

Polutant	Způsob vzniku v dopravě	Vybrané charakteristiky	Zdravotní rizika
Těkavé organické látky (VOCs)	Nejvýznamnějším zdrojem jsou výfukové plyny a odpařování pohonných hmot z automobilů. [5]	Řada organických látek s nízkým bodem varu (benzen, toluen, etylbenzen, xyleny, olefiny, dieny atd.). Patří k prekurzorům fotochemického smogu [8, 12].	Rizika spojená s expozicí VOC můžeme rozdělit do 4 hlavních kategorií: akutní účinky iritační, karcinogenita, neurobehaviorální vlivy, hepatotoxické a nefrotoxické působení. Ve vysokých koncentracích mohou VOC způsobovat akutní podráždění očních spojivek a respiračního traktu, bolesti hlavy, závratě, mdloby, celkový pocit malátnosti, nevolnosti. Tyto účinky jsou reverzibilní, mizí, je-li expozice ukončena nebo radikálně snížena. Synergie mezi jednotlivými složkami VOC mohou zdůraznit zdravotní vlivy některých látek ze širokého spektra VOC. Látky s relativně nízkou toxicitou mohou někdy zvýšit toxický vliv jiných.
Benzen	Hlavními zdroji jsou emise z dopravních prostředků a vypařování během manipulace, distribuce a skladování paliv [7, 9, 11]. V Evropě je přítomen v automobilovém benzínu v podílu kolem 5 %, někdy i více než 10 %.	Bezbarvá kapalina charakteristického zápachu [8].	Poškození nervového systému, jater, imunity, dýchacích cest, leukémie. Je prokázán lidský karcinogen klasifikovaný ve skupině 1 (tj. látky karcinogenní pro člověka) IARC [94], zařazený do skupiny A podle US EPA [95]. Jako pro genotoxický karcinogen pro něj nelze stanovit teoreticky bezpečný limit v ovzduší.
Toluen	Je používán ve směsích s benzenem a xylenem jako příměs pro zvyšování oktanového čísla automobilových benzínů [6].	Bezbarvá kapalina charakteristického zápachu [8].	Inhalační experimenty na zvířatech prokázaly, že většina toluenu je distribuována do tukové tkáně, nadledvinek, ledvín a mozku. Byly prokázány vážné dysfunkce CNS a poškození chromozomů periferních lymfocytů.
Styren	Nedokonalé spalovací procesy.	Hořlavá kapalina s pronikavě nasládlým zápachem [8].	Toxické účinky styrenu na organismus člověka zahrnují poruchy funkce CNS (bolesti hlavy, malátnost, napětí, nevolnost, zvracení) a při expozici vysokým koncentracím (nad 420 mg.m ⁻³) bylo pozorováno akutní podráždění očních spojivek a sliznice horních partií respiračního traktu, zvýšení počtu chromozomálních aberací v periferních lymfocytech.
Formaldehyd	Součást zplodin při nedokonalém spalování.	Je plyn štiplavého zápachu, s bodem varu -21°C [12]. Vedle přímých emisí do atmosféry je také součástí fotochemického smogu.	Poruchy dýchání, dráždivé účinky sliznice (nos, oči), astma, kožní alergie, rakovina, leukémie.
1,3-butadien	Nedokonalým spalováním pohonných hmot, zejména s vysokým obsahem olefinů. [7, 10]	Plyn lehčí jak vzduch, s bodem varu 4,4°C [8].	V nízkých koncentracích může způsobovat podráždění očí, nosu a krku. Akutní působení ve vysokých koncentracích může vyvolat poškození centrální nervové soustavy, bolesti hlavy, snížení krevního tlaku až bezvědomí [90]. Je to látka klasifikovaná jako karcinogen podezřelý z vyvolávání leukémie (skupina 2A IARC), podle US EPA jako pravděpodobný lidský karcinogen skupiny B2.
Suspendované částice (PM)	PM _{2,5} -10 (hrubá frakce) – k jejich hlavním zdrojům patří prach z vozovek, oděry pneumatik a spalovací procesy s emisí částic paliva a sazí. Hlavní složkou je krystalický materiál, oxidy kovů (Si, Al, Ti, Fe), CaCO ₃ , uhlíkaté agregace sazí a částičky pneumatik [14, 19]. Setrvávají v ovzduší po kratší dobu a jejich výskyt je omezen na blízké okolí zdroje [13, 18]. PM _{2,5} (jemná frakce, respirabilní frakce) – vzniká v důsledku chemických reakcí, nukleací, kondenzací plynných emisí na povrch vzniklých částic či koagulací nejjemnějších částic při spalování pohonných hmot [13]. PM _{0,2-0,5} – vznikají kondenzací plynných emisí či koagulací menších částic ze spalovacích procesů. Mohou se přenášet i na velké vzdálenosti [15]. PM _{0,02} (ultrajemná frakce) – vzniká nukleací plynných polutantů ze spalovacích procesů [14]. PM _{0,01} (nanočástice) – jsou e mitovány zejména z benzínových motorů [14].	Částice pevného a kapalného materiálu o velikosti od několika nanometrů až po 0,5 mm, které setrvávají po určitou dobu v ovzduší. Setkáváme se s nimi v podobě složité heterogenní směsi z hlediska velikosti částic a jejich chemického složení, čemuž odpovídá i pestrá škála jejich účinků [14, 16, 17].	Nebezpečí závisí na tom jaká nebezpečná látka je na tyto pevné částice vázána – např. těžké kovy, PAH

Tabulka 3.3

Identifikace zdrojů PAHs

Zdroj	Charakter PAHs
Spalovací motory obecně	vysoký poměr fluorantenu k benzo[a]pyrenu, poměr benzo[a]pyrenu ku koronenu menší jak 1
Zážehové motory	dominují fluoranten, pyren, chrysen, koronen
Vznětové motory	dominuje chrysen
Spalovací zdroje (domácí topeniště, spalovny komunálního odpadu)	více benzo[a]pyrenu než fluorantenu, poměr methylpyren/pyren menší než 1, poměr benzo[a]pyrenu ku koronenu větší jak 1,7
Ropa, ropné produkty	poměr methylpyren/pyren větší než 2, alkylované PAHs, zvláště se 2 až 4 aromatickými kruhy
Asfalt	vyšší množství tricyklických a tetracyklických PAHs s dominancí chrysenu

– Protokol AcETO je specificky zaměřený na snížení účinků znečišťování ovzduší v Evropském regionu. Jeho základním cílem je kontrola a snížení emisí síry, oxidů dusíku, amoniaku a těžkých organických sloučenin vyvolaných lidskou činností a nepříznivě působících na zdraví, přírodní ekosystémy, materiály a zemědělské plodiny následkem acidifikace, eutrofizace a přízemního ozonu. Hlavním prostředkem k dosažení cílů protokolu AcETO jsou stanovené individuální národní emisní stropy, kterých má být dosaženo do roku 2010.

K plnění Úmluvy a řady dalších protokolů se svým podpisem a ratifikací jako jedna z členských stran zavázala i EU původně pod svým dřívějším názvem ES. Na základě toho pak EU postupně přejímá jednotlivé protokoly EHK OSN a vydává je jako samostatné závazné směrnice, které pak v řadě dalších souvisejících směrnic podrobněji rozpracovává. Legislativa EU je analyticky strukturována do 20 oddílů (pro resort dopravy jsou nejdůležitější oddíly 7 (Dopravní politika) a 15 (Životní prostředí, spotřebitelé a ochrana zdraví)). Pro členské státy EU jsou ustanoveny směrnice, nařízení a rozhodnutí závazná a jsou následně přejímána ve svých předpisech na národních úrovních.

4.2 Vývoj legislativních opatření, přijímání norem EURO

Prvním emisním předpisem platným v Evropě byla směrnice EHK 15, zavedená pro osobní vozidla v roce 1971. Po mnoha přepracováních byla koncem osmdesátých let nahrazena předpisem EHK 83, která se stala základem i pro dnes platné předpisy. Předpis EHK 83 byl do dnešní doby celkem 5-krát novelizován v důsledku zvyšujících se požadavků na snižování hodnot výfukových emisí. Předpis EHK 49 pro nákladní automobily s hmotností větší než 3,5 t byl novelizován 3krát, hlavní změnou bylo stejně jako u EHK 83 vždy snížení emisních limitů.

K předpisům EHK 49 a 83 vydává Evropská unie ekvivalentní předpisy známé pod označením EURO. Ve státech EU začal v roce 1992 platit předpis 91/441/ES, známý jako EURO 1, který platil od roku 1995 i v ostatních státech jako druhá revize EHK 83 (označení EHK 83.02). Od 1. 1. 1996 platily ve státech Evropské unie předpisy 94/12/ES a 96/69/ES, označované jako EURO 2. Tyto normy zavedly opět přísnější limity a ve státech řídicích se podle předpisů EHK vstoupily v platnost jako třetí a čtvrtá revize EHK 83 (EHK 83.03 a EHK 83.04) v roce 1996, resp. v roce 1999. Od 1. 1. 2000 platí ve státech Evropské unie předpis 98/69/ES – A (EURO 3) a od 1. 4. 2001 jako předpis EHK 83.05 platí také v ČR. Tento předpis již počítá s odděleným vyhodnocováním emisí oxidů dusíku (NO_x) a nespálených uhlovodíků (HC), které byly pro starší vozidla hodnoceny společně.

V současné době je již zveřejněn předpis 98/69/ES – B (EURO 4), který bude platit pro vozidla uvedená do provozu od roku 2005. Další zpřísnění

emisních limitů po názvem EURO 5 by mělo vejít v platnost od r. 2008. Vždy od začátku platnosti nového předpisu musí skončit výroba nebo dovoz vozidel nesplňujících jeho přísněné požadavky. U prodeje nových vozů obvykle platí, že musí být ukončen do jednoho roku od data začátku platnosti předpisu. Nové přísněné limity mohou splnit pouze vozidla na vysoké technické úrovni, vybavená elektronickým řízením spalovacího procesu a systémy upravujícími složení výfukových plynů. Legislativa EU řeší nejen schvalování nově vyráběných modelů, ale také kontrolu parametrů vozidel běžné výroby.

Předpisy EHK jsou pro ČR platné již od počátku 80tých let a to na základě vyhlášek ministerstva dopravy o schvalování technické způsobilosti vozidel k provozu na pozemních komunikacích. Emisní limity vozidel jsou součástí souboru celkem 113 homologačních předpisů EHK OSN, které musí splňovat každé nové vozidlo. V tomto souboru jsou emisní limity řešeny v 6 předpisech a jejich novelách, uvedených v následující tabulce: Z dalších environmentálních limitů je možno zmínit limity hladiny hluku, které jsou stanoveny předpisy uvedenými v tabulce 4.2. Ostatních cel-

Tabulka 4.1

Emisní předpisy EHK

Číslo předpisu EHK	Název a obsah předpisu
40	Plynné škodliviny motocyklů
47	Plynné škodliviny mopedů
49	Emise vznětových motorů, platí pro nákladní automobily a autobusy s hmotností přesahující 3,5 t
83	Emise škodlivin z motorů podle požadavků na palivo, platí pro osobní a lehké nákladní automobily s hmotností do 3,5 t
96	Emise plyných škodlivin ze vznětových motorů traktorů
101	Emise CO ₂ a spotřeba paliv u vozidel M1 a N1

kem 103 předpisů se týká konstrukčních prvků vozidel jako jsou světlomety, odrazky, zámky, brzdění, pevnost sedadel, zařízení proti zneužití vozidla, pneumatiky, nárazníky, bezpečnostní skla, aj.

Legislativa ČR se při snižování limitních hodnot škodlivých látek ve výfukových plynech dostala na úroveň evropských předpisů přijetím Zákona

Tabulka 4.2

Hlukové předpisy EHK

Číslo předpisu EHK	Název, obsah předpisu
9	Vnější hluk 3-kolových vozidel kategorie L
41	Vnější hluk motocyklů – vozidel kategorie L
51	Hladiny hluku vozidel s min. 4 koly
63	Vnější hluk mopedů – vozidel kategorie L

č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a vyhlášek ministerstva dopravy č. 301/2002 Sb. o schvalování technické způsobilosti vozidel a č. 302/2002 Sb. o pravidelných technických prohlídkách a měření emisí vozidel. Uvedená vyhláška 301/2002 Sb. byla ještě v témže roce nahrazena vyhláškou č. 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.

4.3 Limity výfukových emisí

Ačkoli výfukové plyny představují směsi skládající se z více než 100 látek [1], limitují předpisy pro výfukové emise pouze oxid uhelnatý (CO), oxidy dusíku (NO_x), sumu uhlovodíků (HC) a pevné částice (PM). PM

Tabulka 4.3

Limity emisí výfukových plynů EURO pro osobní a lehká nákladních vozidla [g.km-1]

Typ motoru	Polutant	Směrnice				
		91/441/EHS EURO 1 od 1992/93		94/12/ES EURO 2 od 1996/97	98/69/ES	
		série	typ		EURO 3 od 2000	EURO 4 od 2005
zážehový	CO	3,16	2,72	2,2	2,3	1,0
	HC	1,13 C+NOx	0,97	0,5 HC+NOx	0,2	0,1
	NOx				0,15	0,08
vznětový	CO	3,16	2,72	1,0	0,64	0,50
	HC+NOx	1,13	0,97	0,7 (0,9*)	0,56	0,30
	NOx	–		–	0,50	0,25
	částice	0,18	0,14	0,08 (0,10*)	0,05	0,025

* osobní automobily s přímým vstřikováním

Zdroj: [3]

vyjádřeny jako součet HC a NOx. Emisní hodnoty silničních vozidel byly k 31. 12. 2000 shrnuty ve Studii k harmonizaci právních předpisů ČR a EU v oblasti dopravy a životního prostředí [2]. Limity pro osobní a lehká nákladní vozidla (zážehové i vznětové motory) jsou vyjádřeny v gramech na ujetý kilometr (g.km-1) a jsou uvedeny v tabulce 4.3.

Emisní limity pro nákladní vozidla a autobusy nerozlišují hmotnost ani zdvihový objem motoru a jsou vyjadřovány v hodnotách g.kWh-1. Jednoduchým přepočtem při známém průměrném výkonu motoru [kW] za daných podmínek a rychlosti vozidla [km.h-1] lze získat emisní hodnoty v kg.km-1 [4]. Tyto limitní hodnoty jsou uvedeny v tabulce 4.4. Obdobně jako v případě osobních a lehkých užitkových vozidel bude zpřísnování emisních limitů vyžadovat řadu konstrukčních změn a úprav i u nákladních automobilů a autobusů. Nejvýznamnější jsou emise pevných částic u automobilů se vznětovými motory, které představují vysoké karcinogenní riziko pro zdraví obyvatelstva [3]. Emisní limity pro jednostopá vozidla jsou uvedeny v tabulce 4.5.

Pro účely kontrolních měření emisí vozidel se zážehovými motory jsou stanoveny maximální přípustné obsahy oxidu uhelnatého (CO) a sumy uhlovodíků (HC) ve výfukových plynech. Obsah CO je měřen v objemových procentech, obsah HC v mg.kg-1 (neboli ppm). Tyto limity, uvedené v tabulce 4.6, musí splnit každé vozidlo při pravidelné kon-

Tabulka 4.4

Limity emisí výfukových plynů EURO pro těžká nákladní vozidla a autobusy [g.kWh-1]

Směrnice EU	88/77/ES	91/542/ES		99/96/EC		
Polutant	EURO 0 od 1988/90	EURO 1 od 1992/93	EURO 2 od 1995/96	EURO 3 od 2000/01	EURO 4 od 2005	EURO 5 od 2008
CO	12,3	4,9	4,0	2,1	5,45	4,0
HC	2,6	1,23	1,1	0,66	0,78	0,55
metan	–	–	–	–	1,6	1,1
NOx	15,8	9,0	7,0	5,0	5,0	3,5
částice	–	0,4/0,68	0,15	0,1/0,13	0,16/0,21	0,03
zákal kouře	–	–	–	0,8m-1	–	0,5m-1
jízdni test	13ti úrovnový test	13ti úrovnový test	13ti úrovnový test	ESC test ELR test	ETC test	

Zdroj: [3]

Tabulka 4.5

Limity emisí výfukových plynů u motocyklů a mopedů [g.km-1]

Motocykly	Polutant	EHK od 1994	OSN 40/01	Směrnice 97/24/EC
2-takt	CO	16,0–40,0		8,0
4-takt		21,0–42,0		13,0
2-takt	HC	10,4–16,8		4,0
4-takt		6,0–8,4		3,0
2-takt	NOx	–		0,1
4-takt		–		0,3
Mopedy	Polutant	EHK od 1989	OSN 40/01	Směrnice 97/24/EC
2-takt	CO	9,6		6,0
2-takt	HC	6,5		–
2-takt	HC+NOx	–		3,0
testovací řízení		městský cyklus		městský cyklus

Zdroj: [3]

jsou limitovány pouze u vznětových motorů neboť jejich množství i velikost je oproti benzínovým motorům řádově vyšší. Emise uhlovodíků a oxidů dusíku jsou v případě některých starších legislativních předpisů

trole, která se prováděl na stanicích měření emisí 1krát za dva roky. Vozidla se vznětovými motory musí při kontrolách splňovat hodnoty kouřivosti motoru.

Tabulka 4.6

Limitní hodnoty emisí pro vozidla se zážehovými motory

Zážehové motory s neřízeným emisním systémem	CO [%]	HC [mg.kg-1]	Kouřivost [m-1]
rok výroby do r. 1972	6	2000	neměří se
rok výroby do r. 1986	4,5	1200	neměří se
rok výroby od 1987 bez řízeného katalyzátoru	3,5	800	neměří se
Zážehové motory s řízeným emisním systémem	CO [%]	HC [mg.kg-1]	Kouřivost [m-1]
volnoběžné otáčky	0,5	stanoví výrobce	neměří se
zvýšené otáčky	0,3	stanoví výrobce	neměří se
Vznětové motory	CO [%]	HC [mg.kg-1]	Kouřivost [m-1]
rok výroby do 31. 12. 1980	neměří se	neměří se	4
rok výroby od 1981	neměří se	neměří se	0,5

4.4 Legislativní požadavky na kvalitu pohonných hmot

O složení i množství výfukových emisí rozhodují nejen typ spalovacího motoru a technický stav vozidla, ale také druh a kvalita pohonných hmot. Vývoj jakosti paliv pro spalovací motory je v posledních letech výrazně ovlivňován požadavky na zlepšení kvality ovzduší. Nejvýznamnější evropská norma určující kvalitu pohonných hmot je norma č. 98/70 EC, která stanovila maximální přípustné obsahy olova, síry, benzenu, aromátů, olefinů a kyslíku v benzínu a naftě od roku 2000, s dalším zprůsňením od roku 2005. Do české legislativy byla transponována vyhláškami MPO č. 227/2001 Sb. a 229/2004 Sb. Kvalitativní požadavky pro benzínové i naftové pohonné hmoty jsou shrnuty v tabulce 4.7.

Kvalitu pohonných hmot v síti čerpacích stanic pravidelně monitoru-

Tabulka 4.7

Předpisy pro PHM dané normou 98/70 EC

Motorový benzín	od 1. 1. 2000 *	od 1. 1. 2005
max. obsah síry [mg.kg-1]	150	50 (10)**
max. obsah benzenu [% obj]	1,0	1,0
max. obsah aromátů [% obj]	42	35
max. obsah olefinů [% obj]	18	18
max. obsah kyslíku [% hm]	2,7	2,7
max. obsah olova [mg.l-1]	13	13
Motorová nafta		
max. obsah síry [mg.kg-1]	350	50 (10)**
max. obsah PAU [% obj]	11	11
min. cetanové číslo	51	51

* hodnoty platí v ČR od 1. 1. 2003, na základě Vyhlášky MPO č. 227/2001

** hodnoty uvedené v závorce nabývají platnosti od 1. 1. 2009

je Česká obchodní inspekce. Z porovnání průměrné kvality stávajících motorových paliv v ČR a v ostatních zemích EU vyplývá, že kvalita jak automobilových benzinů, tak motorové nafty je ve všech sledovaných parametrech srovnatelná a odpovídá předepsaným požadavkům. Na zvýšené zatížení ovzduší emisemi má dopad relativně vysoký podíl starších

vozidel nespĺňujících limity EURO (tzv. konvenční vozidla). Obměna vozového parku v ČR probíhá velmi pomalu zejména u nákladní dopravy, vzhledem k pořizovacím cenám nových vozidel. Průměrně stáří vozidel je v porovnání s vyspělými zeměmi vysoké a snižuje se velmi pomalu.

4.5 Vztah mezi emisními limity z dopravy a legislativou ochrany ovzduší

Ochrana ovzduší je legislativně zajištěna zákonem č. 86/2002 Sb., Nařízením vlády č. 350–354/2002 Sb. a vyhláškami ministerstva životního prostředí č. 355–358/2002 Sb. Hlavními nástroji ochrany ovzduší jsou imisní limity a emisní stropy. Imisní limity a meze tolerance jsou dány nařízením vlády č. 350/2002 Sb. pro oxid siřičitý, oxid dusičitý a oxidy dusíku, oxid uhelnatý, suspendované částice, benzen, olovo, nikl, rtuť, kadmium, arsen, nikl, amoniak a polyaromatické uhlovodíky vyjádřené jako benzo(a)pyren. Dále platí imisní limity a dlouhodobé cíle pro troposférický ozon a depoziční limit pro prašný spad.

Emisní stropy jsou stanoveny Nařízením vlády č. 351/2002 Sb. jako maximální hmotnost polutantů, které je nutné na území ČR dosáhnout nejpozději v roce 2010. Nařízení vlády rozlišuje národní a krajské emisní stropy. Emisní stropy platí pro oxid siřičitý (SO₂), oxidy dusíku (NO_x), těkavé organické látky (VOC) a amoniak (NH₃). Podíl jednotlivých odvětví, včetně dopravy na dosažení emisních stropů není stanoven.

Ačkoliv doprava patří mezi hlavní zdroje znečišťování ovzduší je rozsah limitovaných polutantů z dopravy podstatně nižší než polutantů pro které platí imisní limity. Například je stanoven imisní limit pro polyaromatické uhlovodíky (PAH) vyjádřené jako benzo(a)pyren, v rezortu dopravy je limitována pouze suma uhlovodíků. Technologie snižování emisí nových vozidel se tak soustřeďují necíleně pouze na sumu uhlovodíků (nikoli na PAH). Důsledkem je, že množství PAH z dopravy vzrostlo oproti roku 1990 na více než dvojnásobek. Dalším problémem je benzen, který, ačkoli pro něj platí imisní limit 5 μg/m³, je regulován pouze maximálním obsahem v pohonných hmotách [1 %] a jeho množství ve výfukových plynech se nesleduje. Lze tedy konstatovat, že polutanty limitované v dopravě nejsou ty, které mají nejhorší účinky na lidské zdraví.

5 Emisní faktory

Emisní faktory (Ef) patří mezi základní vstupní data pro posuzování, monitorování a řízení kvality ovzduší. Používají se pro zpracování emisních inventur a projekcí (prognóz), hodnocení plnění emisních stropů, a také na lokální úrovni, pro rozptylové studie. Emisní faktor vozidel je množství emisí které je vyprodukováno vozidlem za jednotku délky (g.km-1), množství spotřebovaného paliva (g.kg-1 paliva), jednotku spotřebované energie (g.MJ-1) nebo na jednotku výkonu motoru (g.kWh-1). Pro účely výpočtů celkových dopravních emisí na úseku silnice nebo na celé komunikaci se nejčastěji používají emisní faktory na 1 ujetý kilometr (g.km-1). Naopak, pro výpočty emisí na celostátní nebo regionální úrovni se vychází z evidence spotřeby paliv (benzín, nafta, případně LPG, CNG a směsná nafta) a proto je nejvhodnější využít emisní faktory v g.kg-1 paliva. Je-li použit emisní faktor v g.km-1, je nutno znát celkový dopravní výkon oblasti ve vozových kilometrech, v členění na jednotlivé kategorie. Kategorie dopravních prostředků se zpravidla vymezují podle druhu dopravy, používaného paliva a přítomnosti a typu katalyzátorů. Detailnější metodiky (např. CORINAIR) rozlišují emisní faktory také podle objemu motoru. Pro použití emisních faktorů v g.kg-1 paliva je zjišťováno množství všech spotřebovaných pohonných v oblasti.

Pro účely výpočtů emisí je nutno znát průměrný emisní faktor všech daných kategorií vozidel, pro každý režim chodu motoru (studený a teplý start, volnoběh, akcelerace, případně simulace městského, mimoměstského a dálničního režimu). Jedním z možných přístupů pro zjišťování

průměrných emisních faktorů je databázové zpracování a statistické vyhodnocení měřených hodnot. Databáze Ef je nedílnou součástí Metodiky stanovení emisí látek znečišťujících ovzduší z dopravy [1]. Pro stanovení celkových emisí jednotlivých kategorií vozidel silniční, železniční a vodní dopravy jsou využívány nejčastěji aritmetické a vážené průměry emisních faktorů připadajících na 1 kg spotřebovaného paliva. Při stanovení průměrných emisních faktorů letecké dopravy je ke každému Ef přiřazena váha, která odráží zastoupení příslušného letového režimu na celém letu. Z hodnot vah a Ef jsou vypočítány vážené průměry pro jednotlivé polutanty. Pro nedostatek dat Ef směsné nafty je přejímán poznatek, že směsná nafta produkuje 80 % emisí CO a VOC, 110 % emisí NOx a 40 % emisí PM oproti klasické naftě.

Emisní faktory se zjišťují pro silniční, železniční, vodní i leteckou dopravu. Stav a úroveň poznání v emisních faktorech jednotlivých druhů dopravy je popsán v následujících kapitolách 5.1–5.4:

5.1 Silniční doprava

Databáze emisí vozidel silniční dopravy obsahuje rozsáhlý soubor naměřených hodnot nových i starších vozidel v různých jízdních režimech, které jsou statisticky zpracovány. Databáze vymezuje celkem 18 kategorií silniční dopravy [2]. Hodnoty dosazené do výpočtů jsou průměry všech známých měření (aritmetické a vážené). Jsou-li k dispozici rozdělené Ef podle režimu jízdy, vychází se z poměrů dálničního, silničního a městského režimu.

Druhý způsob stanovení emisních faktorů silniční dopravy je program MEFA, který se v současné době využívá na základě sdělení MŽP. Tento program se používá rovněž pro zpracování krajských územních programů snižování emisí a emisí znečišťujících látek v ovzduší. Vzhledem ke skutečnosti, že v současné době existují dva způsoby výpočtu s rozdílnými emisními faktory (vypočítané programem MEFA a měřené a zhodnocené databází Ef) by bylo vhodné provést verifikaci, nejlépe na úrovni některého z krajů, kde by bylo možno porovnat výsledky výpočtů emisí.

5.2 Železniční doprava

V železniční dopravě produkuje emise pouze diesellová trakce zatímco při provozu elektrické emise přímo nevznikají. Je však možno vypočítat emise vzniklé při výrobě elektrické energie spotřebované na železnici. U diesellová trakce je nedostatek spolehlivých naměřených dat v g.kg-1 paliva; většina dat je z oblasti emisí nových hnacích vozidel, vyjádřených v g. kWh-1, což ztěžuje jejich použití pro výpočty emisí. Proto jsou většinou využívána data o těžkých nákladních vozidlech (HDV), která mají obdobné diesellové motory jako lokomotivy.

5.3 Vodní doprava

Ve vodní dopravě je akutní nedostatek měření emisí v požadovaných jednotkách g.kg-1 paliva. Z tohoto důvodu jsou rovněž využívány emisní faktory těžkých nákladních vozidel.

5.4 Letecká doprava

V letecké dopravě se vychází ze zastoupení jednotlivých fází letu. Pro detailní zhodnocení je rozlišováno celkem 9 stavů provozu [3]: start, rozjezd, vzlet, stoupání, vlastní let v letové hladině x, sestup, přistání, dojezd a pozemní operace. Tyto provozní stavy jsou v praxi shrnuty do 2 základních režimů a to do režimu LTO zahrnující vzlety a přistání a režimu CRUISE – let v konstantní letové hladině x.

Emisní faktory jsou uváděny pro každý režim zvlášť. Pro dosažení do rovnice 5 se využívá vážený průměr, při respektování zastoupení délky jednotlivých režimů na celém letu. Z celkového počtu 30 typů letounů bylo vybráno 20. Toto vybrané spektrum odráží nejběžnější typy letounů, které mohou statisticky ovlivnit průměry.

5.5 Mechanismy databáze emisních faktorů

Emisní faktory používané pro výpočty emisí jak na celostátní tak na regionální úrovni jsou tvořeny pomocí sestavy těchto statistických parametrů: aritmetický a vážený průměr (\bar{x}), minimální a maximální hodnoty (min, max), směrodatná odchylka (σ) a variace (σ^2). V případech U letecké dopravy se používá místo aritmetického průměru vážený průměr, který zohledňuje dobu trvání režimu tetu (CRUISE), a režimu vzletu a přistání, tzv. LTO (Landing – Také Off) [3]. Databáze obsahuje výsledky měření a statistického zhodnocení emisních faktorů z různých zdrojů, jak ze zahraničních tak z ČR. Vzhledem k tomu, že pro některé, zejména nelimitované polutanty, existuje pro statistiku velmi málo spolehlivých dat, byl uplatněn postup analýzy malých výběrů dat [4]. U kategorií s méně než 20 naměřenými údaji se používá polosuma, median a tzv. pivotová polosuma. Je-li naměřených údajů více než 20 ($n \geq 20$) jsou použity aritmetické nebo vážené průměry. Vážený průměr se používá také v letecké dopravě, podle podílu příslušného letového režimu na celém letu. V pozemní dopravě mají individuální měření menší váhu, než statistiky. Hodnota váhy se určí podle počtu měření, případně odhadne, není-li počet měření znám. Při dosazení do modelu výpočtů celostátních a regionálních emisí byly většinou použity průměry vážené.

Celý soubor statistických dat s uvedeným 4 hlavními parametry (aritmetický průměr, vážený průměr, pivotová polosuma a medián) je z databáze pořizován formou sestav. Uvedené parametry se od sebe příliš neliší. Výjimkou je zejména oxid uhelnatý kde jsou u kategorie nákladních vozidel značné rozdíly. Výsledky statistického vyhodnocení databáze jsou uvedeny v tabulce 5.1.

Na jednu centrální tabulku hodnot emisních faktorů jsou s pomocí kódů navázány dalších tabulky s charakteristikou druhu polutantu (případně jeho toxických vlastností), kategorie vozidel, používaného paliva, rychlosti a režimu jízdy (letu), přítomnost a typ katalyzátoru, jednotky, způsob stanovení hodnoty a datový zdroj. Součástí centrální tabulky jsou 3 hodnoty vah, které přibližně odráží počet měření (váha 1) a parametry v letecké dopravě (váha 2 = podíl příslušného letového režimu na délce letu, váha 3 = zastoupení typu letounu v leteckém parku ČR). Statistická data se v databázi tvoří automaticky, formou dotazu. Z databáze lze pořídit výstupní sestavy, které lze exportovat jako soubory ve formátech MDB, XLS nebo RTF.

Databáze obsahuje emisní faktory nejen polutantů běžně sledovaných v resortu dopravy (oxid uhelnatý – CO, oxidy dusíku – NOx, uhlovodíky – CxHy, oxid siřičitý – SO₂, a pevné částice – PM), ale také skleníkových plynů (oxid uhličitý – CO₂, metan – CH₄, a oxid dusný – N₂O) a polutantů vysoce toxických, rutinně v dopravě nesledovaných, v některých případech i karcinogenními účinky (polyaromatické uhlovodíky – PAH, polychlorované dibenzodioxiny – PCDD a dibenzofurany – PCDF).

6 Metodika výpočtu emisí z dopravy

Dalším nezbytným nástrojem pro posuzování a řízení kvality ovzduší jsou výpočty emisí z dopravy, používané pro emisní inventury. Pro výpočty celkové roční hmotnosti látek emitovaných dopravou v celé ČR a v jednotlivých krajích se používá „Metodika stanovení emisí látek znečišťujících ovzduší z dopravy“ [2]. Metodika zahrnuje pouze emise vzniklé přímo při provozu dopravních prostředků, nezahrnuje emise z výroby elektrické energie spotřebované elektrickými vozidly, ani emise z motorů nedopravních strojů a prostředků, používaných v zemědělství, stavebnictví, armádě nebo domácnostech. Nedílnou součástí metodiky je databáze emisních faktorů (aplikace MS Access), která obsahuje a statisticky vyhodnocuje hodnoty emisí naměřené jak v České republice [1] tak i v zahraničí [5], v závislosti na druhu a stáří vozidel, používaném palivu, rychlosti a režimu jízdy atd. Databáze, která je podrobněji popsána v kapitole 5 a zajišťuje závislost vypočtených hodnot emisí na naměřených emisních faktorech.

Tabulka 5.1

Výsledky statistického hodnocení Ef z databáze [g.kg-1 paliva]

Polutant	Kategorie vozidel								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
CO ₂	3183	3183	3148	3030	3464	3183	3458	3183	3213
CH ₄	5,27	1,04	0,31	1,02	0,08	0,72	0,24	0,06	
N ₂ O	0,06	1,17	4,50	0	0,17	0,05	0,12	0,19	
CO	603,7	189,5	10,58	121,0	4,06	194,7	10,22	9,31	5,99
NO _x	4,44	30,21	3,31	36,80	18,16	34,75	13,52	30,56	12,05
NM VOC	336	35,73	1,07	26,40	0,54	46,65	0,54	2,66	1,59
PM	0	0	0	0	1,63	0	2,49	1,1	0
SO ₂	0,61	1,08	1,02						
PAH	131,6	260,3	143,8	49,46	1277	378,1	1601	241,9	-
PCDD	10,3	10,3				0,5		3	
PCDF	21,2	21,2				1,0		7,9	

Vysvětlivky:

A - motocykly

B - benzínové os. automobily bez řízených katalytických systémů

C - benzínové os. automobily s řízenými katalytickými systémy

D - osobní vozidla jezdící na LPG

E - naftová osobní vozidla dvoustopá

F - benzínová nákladní vozidla (benzínové dodávky)

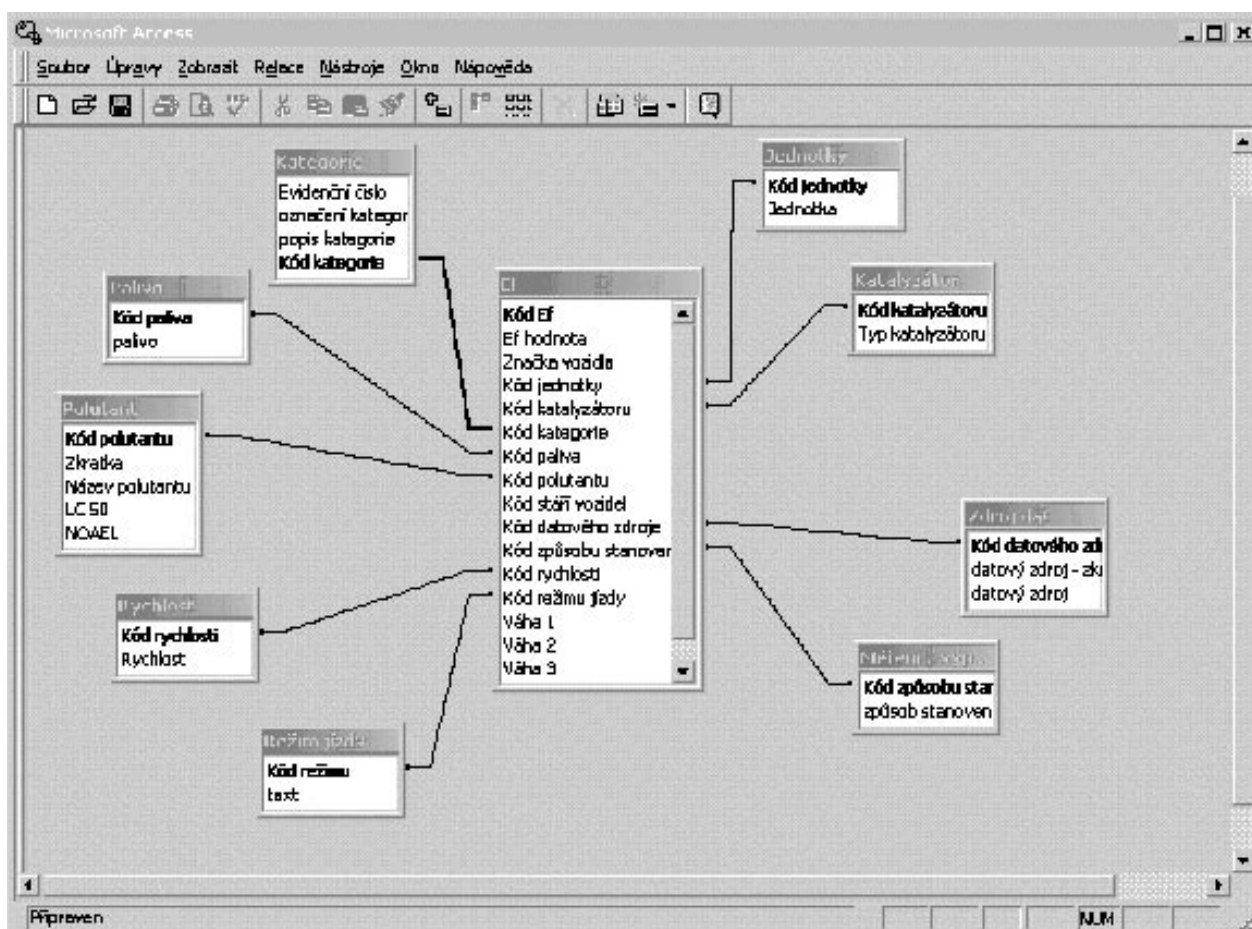
G - naftová nákladní vozidla do 3,5 t

H - naftová nákladní vozidla nad 3,5 t

I - letadla spalující letecký petrolej

Obr. 5.1

Schéma databáze



Zdroj: CDV

6.1 Principy metodiky

Metodika rozděluje dopravní prostředky do celkem 23 kategorií. Při rozdělení byla uplatněna následující kritéria: druh dopravy, používané palivo a vybavení vozidel účinnými katalyzátory.

Z 23 kategorií uvedených v tabulce 7.1 jsou vybrány kategorie s rozdílnými kilometrickými proběhy, tzv. kategorie kp. Jedná se o tyto kategorie: Pro každou z kategorií kp se vypočítá spotřeba paliva i (benzín u kategorií 1–3 a nafta u kategorií 15–16), postupem uvedeným v kapitole 7.3.1, rovnice 3. Následně jsou kalkulovány emise dle rovnice 6 uvedené v této

Tabulka 6. 1

Kategorie pro kalkulaci emisí z dopravy

	Označení	Popis kategorie
1	ID.B1	individuální doprava, benzínová osobní vozidla jednostopá
2	ID.B2	individuální doprava, benzínová osobní vozidla dvoustopá bez řízených katalytických systémů
3	ID.B3	individuální doprava, benzínová osobní vozidla dvoustopá s řízenými katalytickými systémy
4	ID.N	individuální doprava, naftová osobní vozidla dvoustopá
5	ID.LPG	individuální doprava, osobní vozidla jezdící na LPG
6	ID.CNG	individuální doprava, osobní vozidla jezdící na CNGt
7	ID.SN	individuální doprava, osobní vozidla jezdící na směsnou naftu
8	AD.B	veřejná doprava, osobní benzínová vozidla
9	AD.N	veřejná doprava, osobní naftová vozidla
10	AD.LPG	veřejná doprava, osobní vozidla jezdící na LPG
11	AD.CNG	veřejná doprava, osobní vozidla jezdící na CNG
12	AD.SN	veřejná doprava, osobní vozidla jezdící na směsnou naftu
13	ND.B	benzínová nákladní vozidla (benzínové dodávky)
14	ND.LDV	naftová nákladní vozidla do 3,5 t
15	ND.HDV	naftová nákladní vozidla nad 3,5 t
16	ND.LPG	nákladní vozidla jezdící na LPG
17	ND.CNG	nákladní vozidla jezdící na CNG
18	ND.SN	nákladní vozidla jezdící na směsnou naftu
19	ŽD.N	železniční vozidla jezdící na naftu
20	ŽD.SN	železniční vozidla jezdící na bionaftu
21	VD.N	plavidla s naftovými motory
22	LD.LB	letadla spalující letecký benzín
23	LD.LP	letadla spalující letecký petrolej

Tabulka 6.2

Kategorie kp s rozdílnými kilometrickými proběhy

Číslo	Označení	Popis kategorie
1	OD.B1	individuální doprava, benzínová osobní vozidla jednostopá
2	OD.B2	individuální doprava, benzínová osobní vozidla dvoustopá bez řízených katalytických systémů
3	OD.B3	individuální doprava, benzínová osobní vozidla dvoustopá s řízenými katalytickými systémy
15	ND.LDV	naftová nákladní vozidla do 3,5 t
16	ND.HDV	naftová nákladní vozidla nad 3,5 t

kapitole. Kilometrické proběhy musí být však nastaveny tak, aby součet spotřeb kategorií kp 1–3 byl shodný se spotřebou benzínu individuální dopravy (ID) vyjádřenou z celkové spotřeby benzínu a přepravních výkonů ID (rovnice 3). Rovněž součet spotřeb kategorií kp 15–16 musí být shodný se spotřebou nafty silniční nákladní dopravy vyjádřenou z celkové spotřeby nafty a přepravních výkonů silniční nákladní dopravy.

6.2 Rozsah polutantů

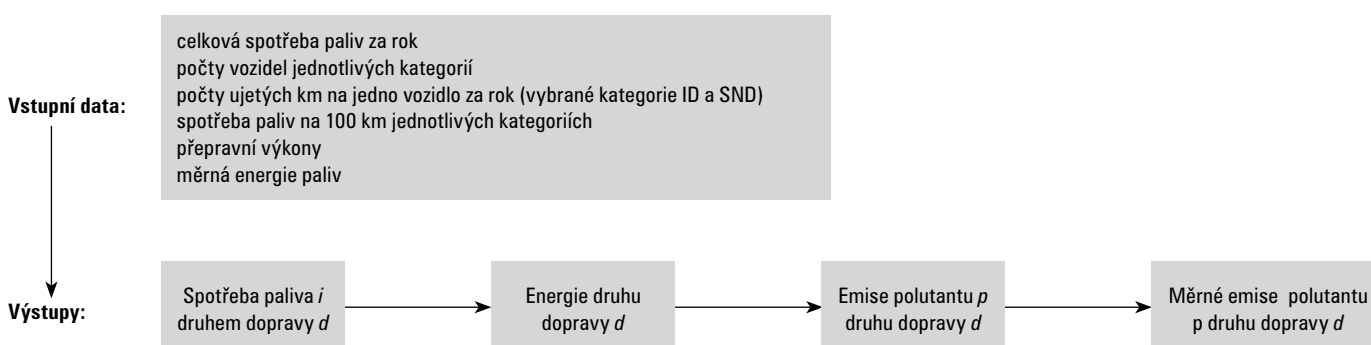
Metodika umožňuje kalkulaci emisí jakýchkoliv polutantů za předpokladu znalosti naměřených emisních faktorů, které obsahuje „Databáze emisních faktorů“ která je součástí této metodiky. Ke každé kategorii (Tabulka 7.1) jsou přiřazeny emisní faktory vyjádřené v g.kg⁻¹ paliva. V metodice jsou kalkulovány polutanty přispívající k dlouhodobému oteplování atmosféry: oxid uhličitý (CO₂), metan (CH₄), oxid dusný (N₂O), polutanty jejichž emise jsou limitovány legislativou: oxid uhelnatý (CO), oxidy dusíku (NO_x), uhlovodíky (C_xH_y) a pevné částice (PM) a také polutanty nelimitované, např. polyaromatické uhlovodíky (PAH) a polychlorované dibenzodioxiny (PCDD) a dibenzofurany (PCDF).

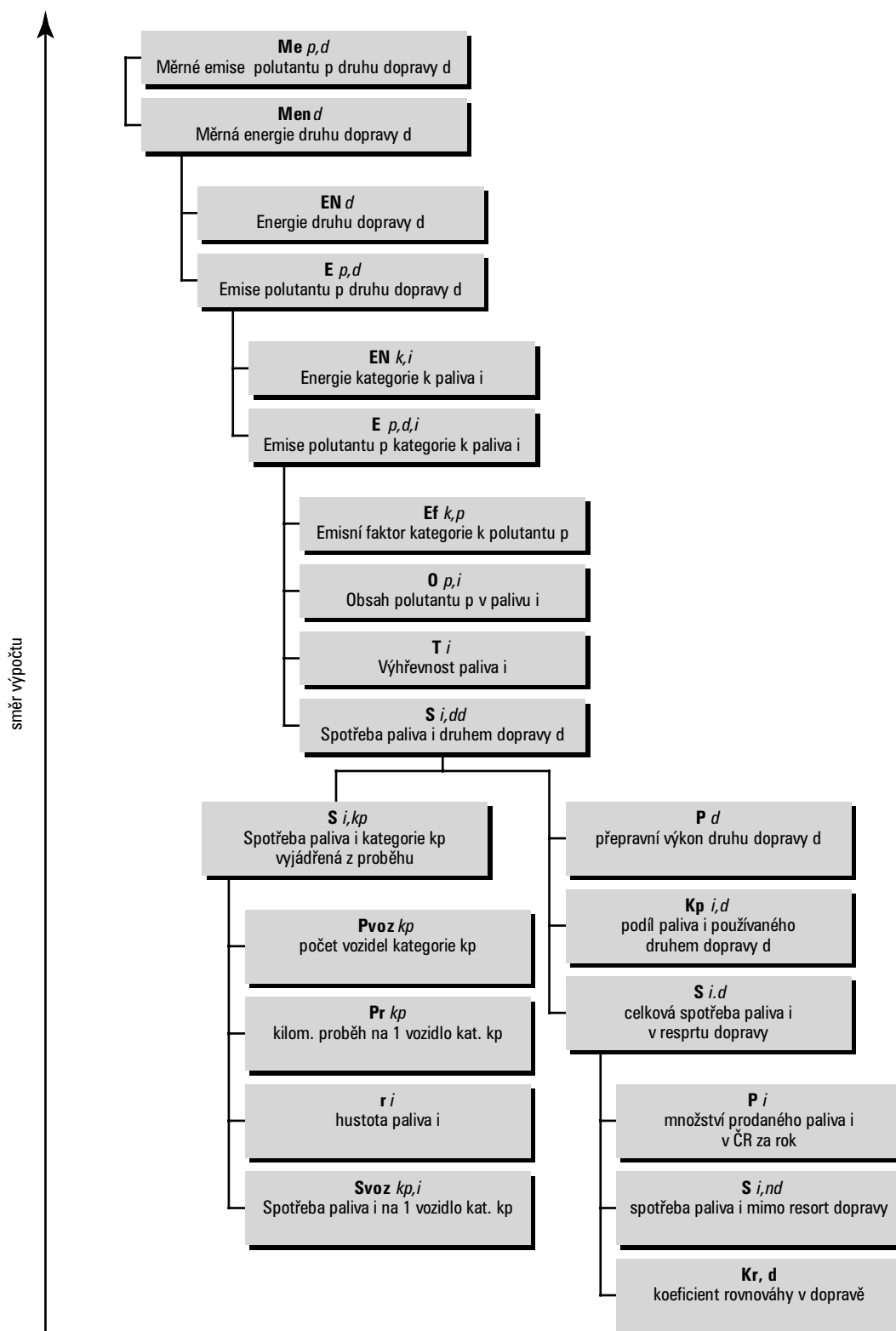
6.4 Využití metodiky

Metodika je vhodná především pro stanovení emisí na celostátní úrovni a jejich prognóz v časovém horizontu. Je však možno ji využít i na regionální úrovni, pro stanovení emisí na úrovni okresů a krajů. Emise na regionální úrovni se zjišťují rozdělením celkových emisí kalkulovaných podle této metodiky. U silniční dopravy se využívají výsledky celostátního dopravního sčítání, ke kterým se připočítají intenzity dopravy v Praze a také nesčítaná síť v intravilánu. S pomocí dopravního modelu Brna bylo odhadnuto, že nesčítaná doprava tvoří cca 30% z celkové dopravy. Tento údaj je prozatím extrapolován na všechny větší města v ČR. Emise z železniční dopravy se rozdělí do regionů podle zastoupení neelektrifikovaných tratí, emise z vodní dopravy dle délky splavných řek. Emise z letecké dopravy, režim start – přistání, se rozdělí podle vý-

6.3

Schematické zobrazení metodiky





konů letišť, emise z přeletů se rozdělí mezi regiony rovnoměrně, podle velikost regionu. Metodika je rovněž vhodná pro emisní prognózy. Prognózy jsou založeny přímo na rozdílných scénářích rozvoje dopravy, které se promítají do sledovaných ukazatelů. Tyto ukazatele, tj. přepravní objemy a výkony, spotřeba pohonných hmot a početní stavy a skladba vozového parku v ČR jsou současně vstupními daty této metodiky. Rozdílné scénáře spotřeby pohonných hmot ukazují možné směry rozvoje dopravy jako celku. Metodika umožňuje dát konkrétní odpověď na otázku jaké parametry, objemy a energetickou bilanci by mohla mít doprava

v ČR při dosažení určité emisní hodnoty. V tomto ohledu se metodika již uplatnila při stanovení tzv. národních emisních stropů, ke kterým se ČR legislativně zavázala.

6.5 Přetrvávající nejistoty

Veškeré nejistoty se týkají kvality a věrohodnosti vstupních dat. Zejména v oblasti emisních faktorů jsou k dispozici v současné době velmi rozdílné údaje z různých zdrojů, lišící se až o desítky procent. U některých katego-

Tab. 7.1

Produkce emisí jednotlivými druhy dopravy

Znečišťující látka	Rok	Druh dopravy							
		IAD	SVD	SND	MHD	ŽD	VD	LD	Celkem
CO ₂ [tis. t]	1990	3 757	1 206	1 721	550	1 464	139	1 150	9 987
	1995	5 080	601	2 619	441	761	96	1 062	10 660
	2000	6 364	940	3 875	649	537	70	1 389	13 824
	2003	7 037	1 204	4 854	786	673	60	1 524	16 138
CH ₄ [t]	1990	1 197	95	136	43	113	11	184	1 779
	1995	1 524	48	245	35	59	7	130	2 048
	2000	1 233	76	373	59	42	5	134	1 922
	2003	1 050	97	390	71	47	4	161	1 820
N ₂ O [t]	1990	1 326	47	70	21	57	5	380	1 906
	1995	2 161	23	100	17	30	4	268	2 601
	2000	5 229	33	131	19	21	3	276	5 711
	2003	6 719	41	174	23	26	2	351	7 336
CO [t]	1990	216 200	14 500	26 500	6 400	17 000	1 600	2 800	285 000
	1995	270 500	7 500	52 700	5 200	8 800	1 100	2 600	348 400
	2000	180 400	11 600	77 200	8 500	6 200	800	1 800	286 500
	2003	139 000	11 000	73 800	7 900	5 100	500	2 100	240 300
NO _x [t]	1990	34 700	16 200	20 000	7 400	19 700	1 900	6 400	106 300
	1995	43 800	8 100	29 700	6 000	10 300	1 300	7 200	106 400
	2000	32 900	12 800	44 500	8 900	7 200	900	10 300	117 500
	2003	27 200	13 400	46 200	8 900	7 400	700	9 100	112 900
VOC [t]	1990	41 400	3 300	6 000	1 400	3 800	400	700	57 000
	1995	51 800	1 700	12 100	1 200	2 000	300	600	69 700
	2000	34 800	2 600	17 600	1 900	1 400	200	500	59 000
	2003	25 000	2 300	16 900	1 600	1 000	100	600	47 500
SO ₂ [t]	1990	1 181	384	548	175	467	44	514	3 313
	1995	1 595	189	820	138	242	31	356	3 371
	2000	1 976	277	1 103	169	171	22	624	4 343
	2003	776	249	901	147	150	13	539	2 776
PM [t]	1990	61	1 049	1 375	482	1 284	122	-	4 373
	1995	94	513	1 847	380	667	85	-	3 586
	2000	234	766	2 507	474	471	61	-	4 513
	2003	359	941	3 205	552	578	51	-	5 687
PAH [kg]	1990	5 260	380	2 390	170	450	40	-	8 690
	1995	7 110	190	4 000	140	230	30	-	11 700
	2000	9 450	310	6 060	250	160	20	-	16 250
	2003	11 460	430	8 430	320	200	20	-	20 860
PCDD [mg]	1990	168,5	5,1	13,7	2,1	5,6	0,5	-	195,5
	1995	209,6	2,8	32,9	1,7	2,9	0,4	-	250,2
	2000	129	4	45,4	2,2	2	0,3	-	182,9
	2003	82,1	4,9	51,5	2,6	2,5	0,2	-	143,9
PCDF [mg]	1990	348,4	5,7	23,2	2,1	5,6	0,5	-	385,5
	1995	433,3	3,4	61,3	1,7	2,9	0,4	-	502,9
	2000	266,6	4,6	84,3	2,2	2	0,3	-	360,1
	2003	169,5	5,6	94,8	2,6	2,5	0,2	-	275,4

Znečišťující látka	Rok	Druh dopravy							
		IAD	SVD	SND	MHD	ŽD	VD	LD	Celkem
PCB [mg]	1990	143,2	0,4	6,1	–	–	–	–	149,8
	1995	192,4	0,4	19,1	–	–	–	–	211,9
	2000	226,5	0,4	26,1	–	–	–	–	253
	2003	237,7	0,5	28,4	–	–	–	–	266,6
NH ₃ [t]	1990	33,8	6,2	29,8	1,6	4	0,5	–	77,2
	1995	193,8	3,8	90,5	2,1	3,1	0,4	–	282,5
	2000	1 275,3	5,1	115,5	2,7	2,3	0,3	–	1 395,6
	2003	1 816	6,4	124,9	3,2	2,7	0,2	–	1 951
Pb [t]	1990	171	–	7	–	–	–	15	193
	1995	132	–	13	–	–	–	14	160
	2000	58	–	7	–	–	–	2	67
	2003	3,68	–	1,39	–	–	–	0,44	5,52

rií, především vodní dopravy, alternativních paliv prakticky chybí věrohodná data vyjádřená v g.kg-1 paliva. Zdrojem nejistot jsou také hodnoty Prkp, tj. průměrný roční kilometrický proběh připadající na 1 vozidlo kategorie kp. Tyto hodnoty jsou zadávány modelově tak aby součet spotřeb všech kategorií kp vypočítaný z hodnot Prkp byl shodný se spotřebou vypočítanou z údajů o celkové spotřebě a přepravních výkonů. Další kontrola nastavení proběhů spočívá v tom, že vzájemné poměry jednotlivých kategorií vozidel v provozu musí odpovídat dynamické skladbě provozu. Nejistotou zůstává rovněž spotřeba pohonných hmot (a tím i emisí) z nedopravních zdrojů. Nejlépe je známa spotřeba nafty v resortu zemědělství, kde jsou k dispozici příslušné studie. Rovněž je známa spotřeba v resortu obrany, v členění na silniční vozidla, jejichž spotřeba je součástí bilance silniční dopravy a nesilniční vozidla, jejichž spotřeba se od celkové spotřeby odečítá.

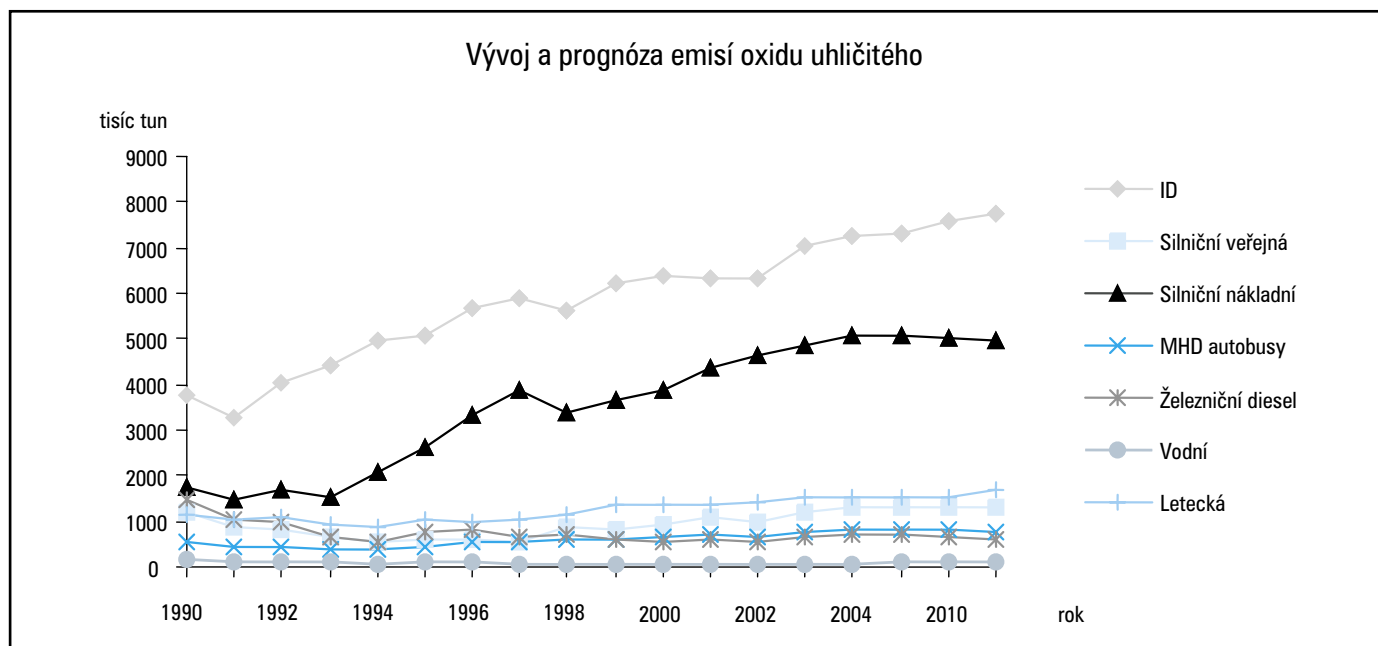
a látky nelimitované s toxickými účinky na lidské zdraví: Pb, SO₂, PAH, PCDD, PCDF, PCB. Nejvyšší růst vykazují emise skleníkových plynů CO₂ a především N₂O kde novější vozidla vykazují vyšší naměřené hodnoty než starší typy. Emise CO, CH₄ i VOC mají klesající tendenci především u osobní individuální dopravy, neboť novější vozidla emitují cca 7–10krát menší množství těchto látek než starší typy bez řízených katalyzátorů. Emise NO_x se u individuální automobilové dopravy rovněž snižují avšak jejich produkce ze silničních nákladních vozidel roste. Emise SO₂ v roce 2003 výrazně klesly neboť platí nižší limity pro obsah síry v benzínu i v motorové naftě. Obdobný skok se dá předpokládat i v roce 2005, kdy vejde v platnost další snížení obsahů síry v palivech. Vzhledem k zastavení prodeje olovnatých benzínů v roce 2001 se emise olova stále snižují a blíží se nulovým hodnotám. Kromě skleníkových plynů zůstávají největším problémem emise pevných částic. I přes přísnější limity jejich produkce rok od roku rostou, vzhledem k celkovým objemům zejména nákladní dopravy.

7 Emisní bilance z dopravy

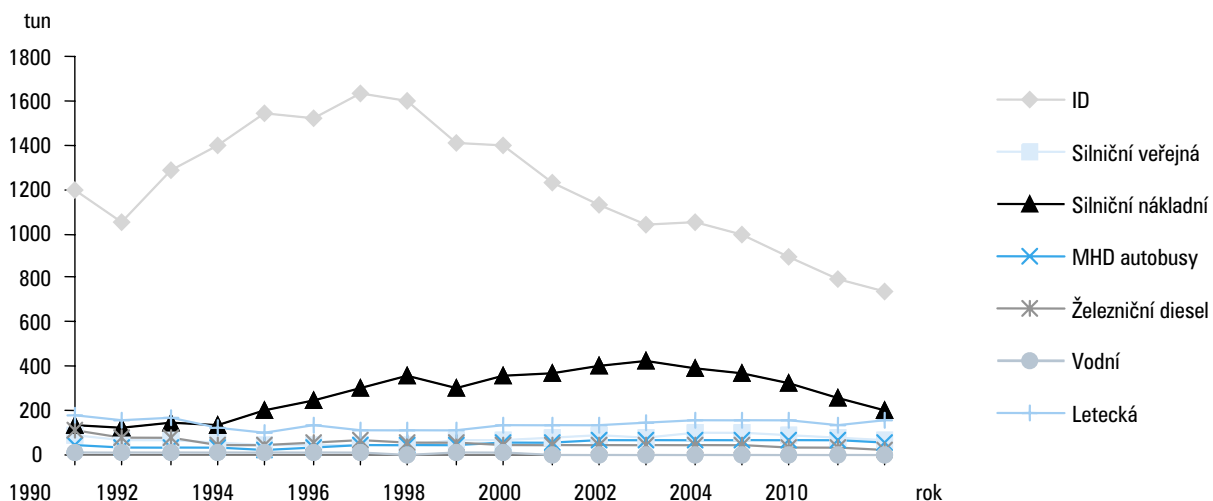
Kapitola uvádí přehled reálných ročních emisí z dopravy v letech 1990, 1995, 2000 a předběžných emisí v roce 2003. Emisní bilance z dopravy je prováděna pro tzv. skleníkové plyny: CO₂, CH₄, N₂O; látky na které se vztahují emisní limity: CO, NO_x, VOC, PM pro dieselová vozidla

Následující grafy znázorňují vývoj emisí z dopravy včetně očekávaného výhledu do roku 2015 při zachování současného růstu dopravních výkonů.

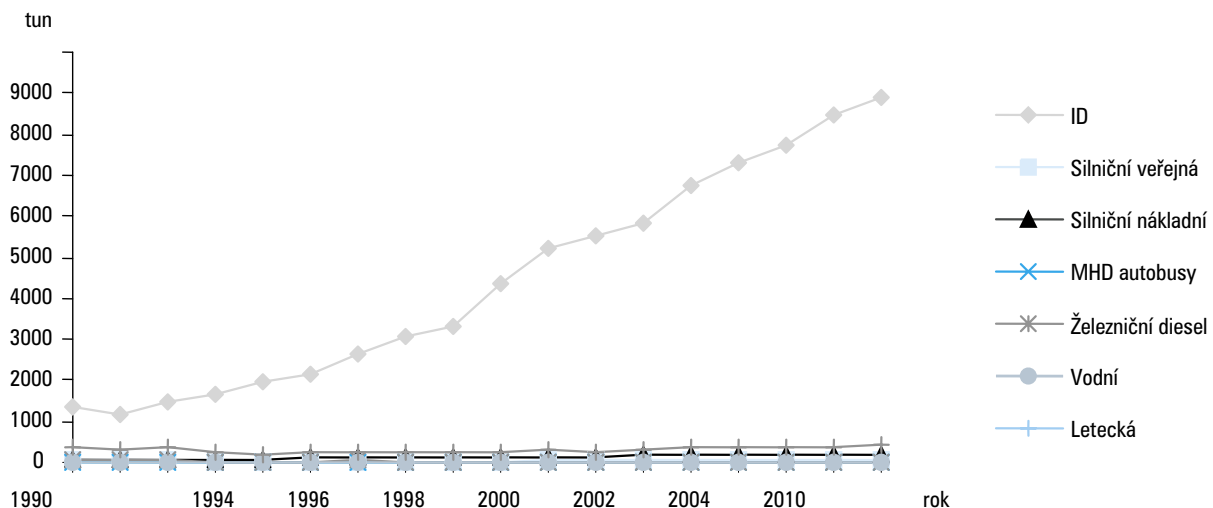
Tabulka 7.2 uvádí pro ilustrativnost data o celkových emisích z dopravy po jednotlivých krajích ČR včetně Prahy. Produkce emisí silniční dopravy v krajích jsou kalkulovány pomocí rozdělení celostátních emi-



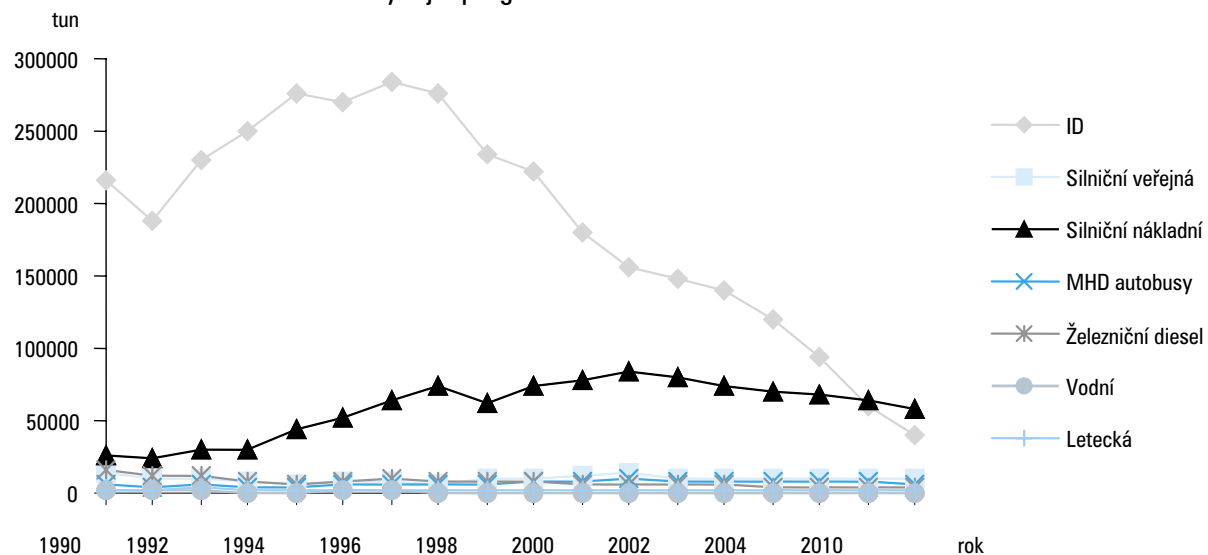
Předpokládaný vývoj emisí metanu



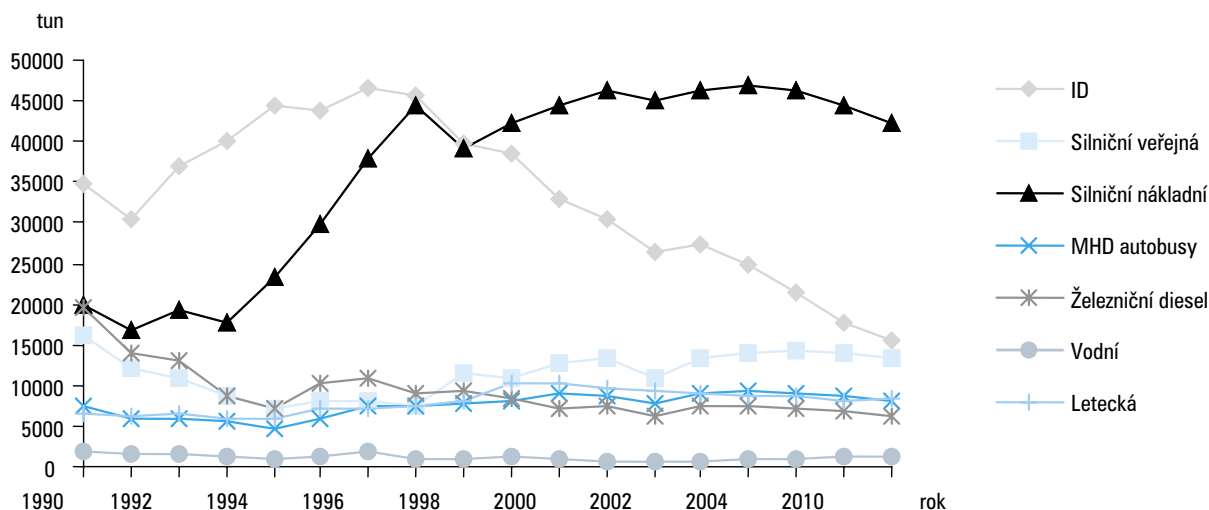
Vývoj a prognóza emisí oxidu dusného



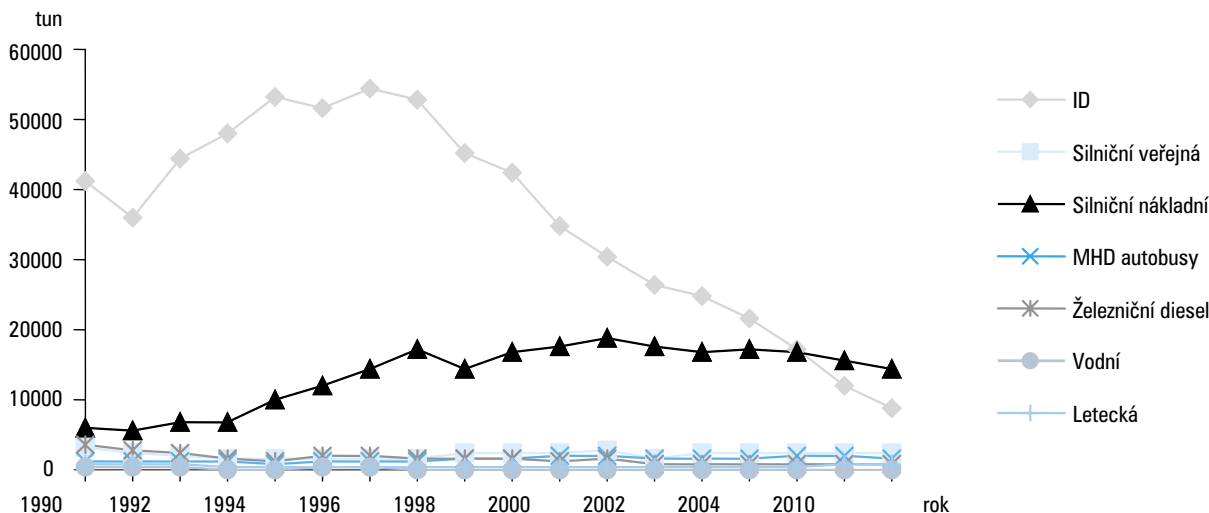
Vývoj a prognóza emisí oxidu uhelnatého



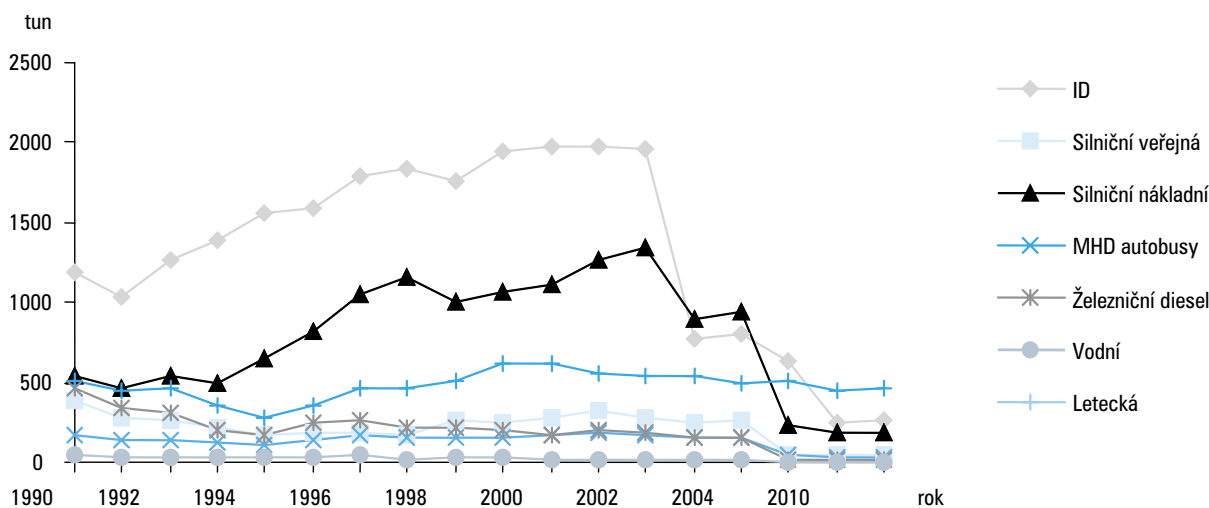
Vývoj a prognóza emisí oxidů dusíku (mimo N₂O)



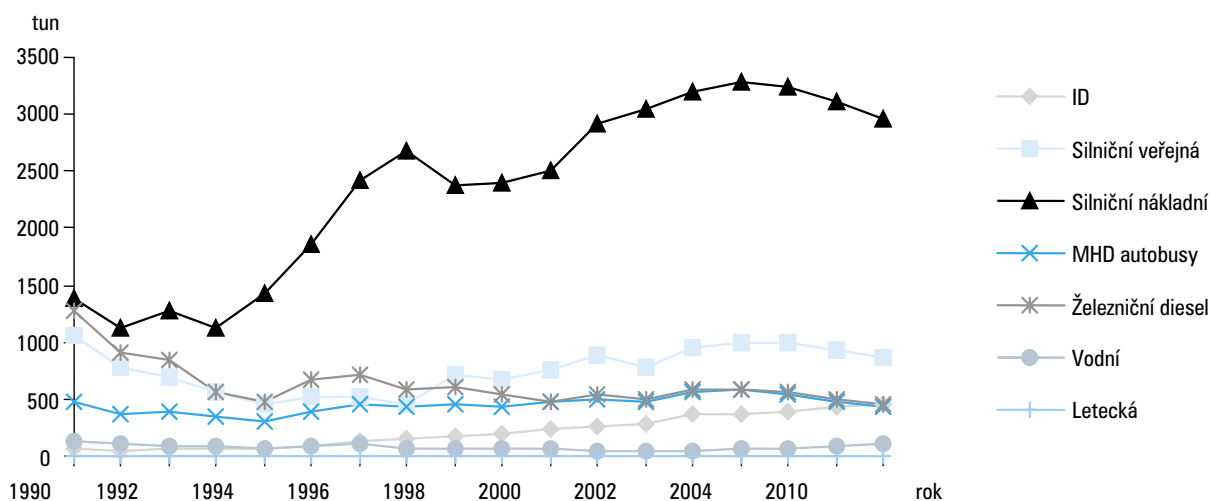
Vývoj a prognóza emisí NM VOC



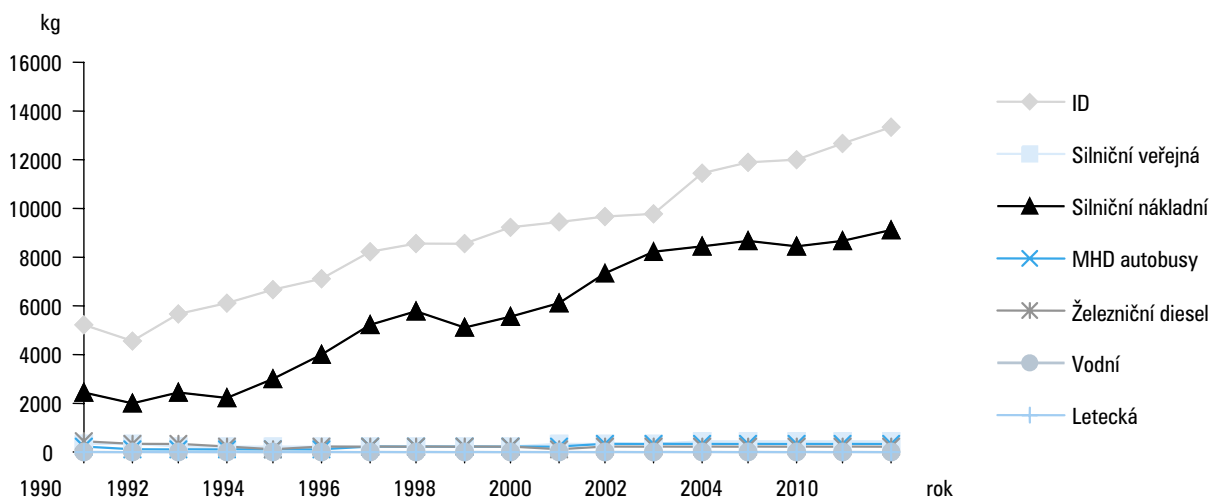
Vývoj a prognóza emisí oxidu siřičitého



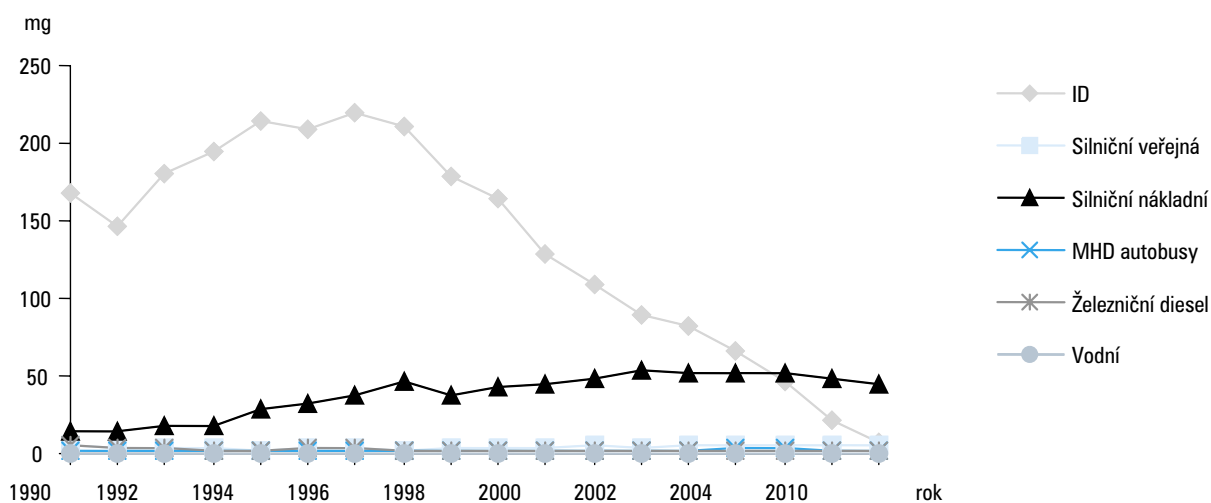
Vývoj a prognóza emisí pevných částic



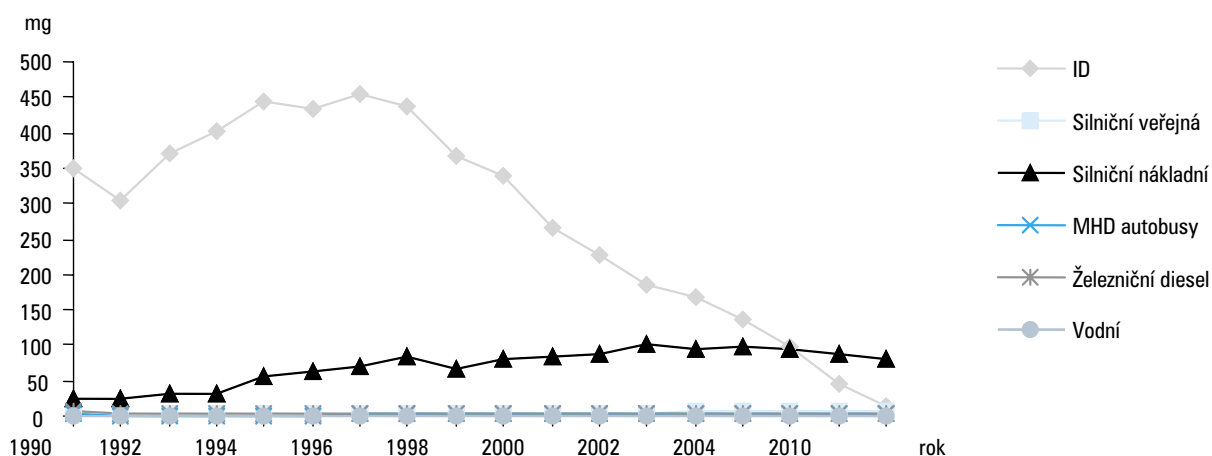
Vývoj a prognóza emisí polyaromatických uhlovodíků



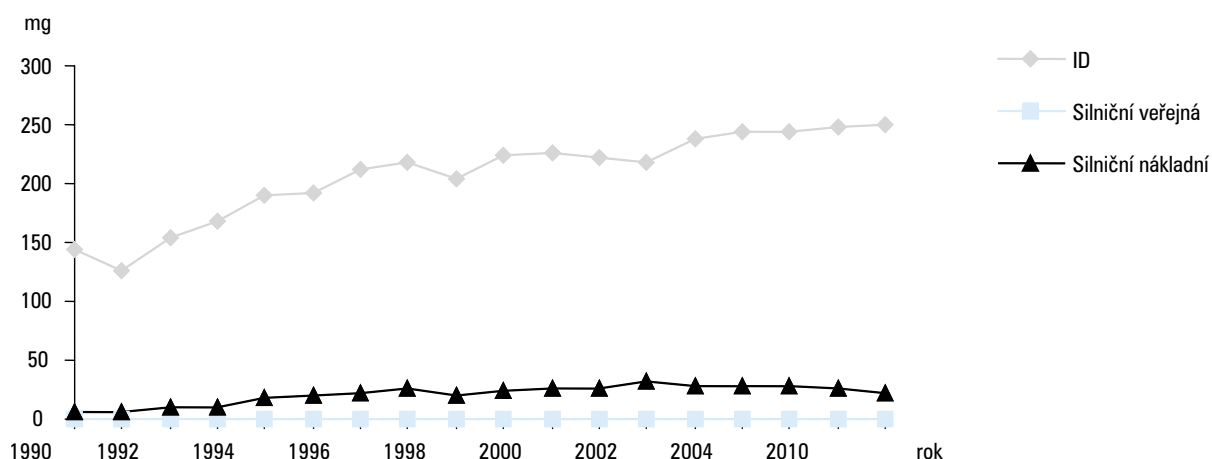
Vývoj a prognóza emisí PCDD



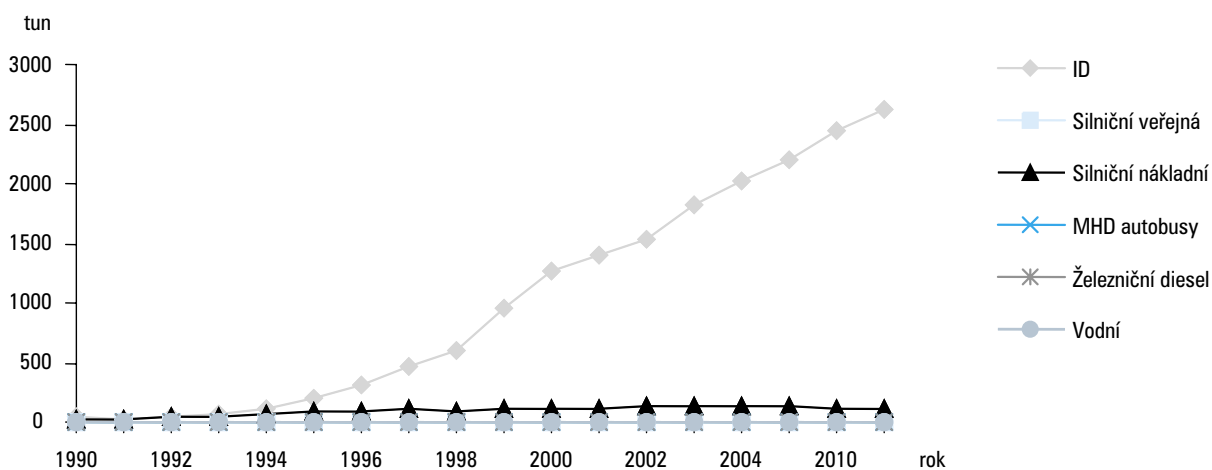
Vývoj a prognóza emisí PCDF



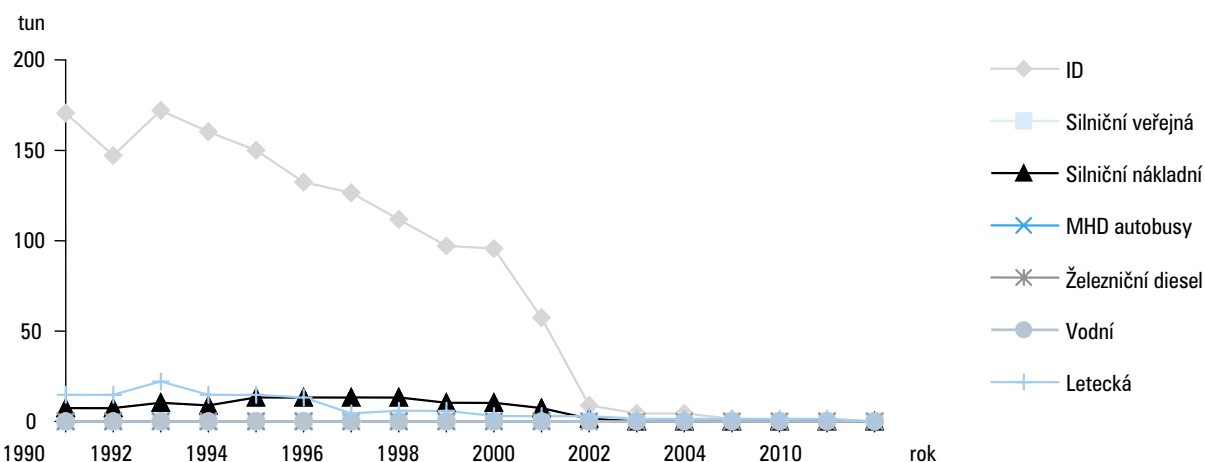
Vývoj a prognóza emisí PBC



Vývoj a prognóza emisí amoniaku



Předpokládaný vývoj emisí olova



Tabulka 7.2

Produkce emisí z dopravy v krajích v roce 2002

Kraj	CO ₂ [t]	CH ₄ [t]	N ₂ O [t]	CO [t]	NO _x [t]	VOC [t]	SO ₂ [t]	PM [t]	Pb [t]
Středočeský	1 817 837	209	742	31 699	13 762	6 007	540	700	0,91
Jihočeský	1 062 057	122	441	18 580	7 948	3 557	315	376	0,55
Plzeňský	876 224	100	362	15 228	6 637	2 886	260	317	0,45
Karlovarský	348 300	42	146	5 690	2 534	1 087	108	112	0,17
Ústecký	1 042 261	122	435	18 488	7 838	3 501	310	402	0,54
Liberecký	555 199	69	263	10 672	3 988	2 043	165	182	0,33
Královéhradecký	846 723	100	358	15 251	6 292	2 931	251	318	0,44
Pardubický	734 277	84	295	12 738	5 530	2 440	218	285	0,36
Vysočina	736 128	81	281	12 266	5 622	2 346	218	282	0,35
Jihomoravský	1 528 552	195	714	28 319	10 917	5 410	465	505	0,86
Olomoucký	1 036 546	117	405	17 735	7 938	3 364	307	425	0,50
Zlínský	703 431	81	291	12 411	5 279	2 361	209	270	0,36
Moravskoslezský	1 345 857	172	633	25 238	9 610	4 816	408	449	0,77
Praha	2 007 297	314	992	31 113	12 407	6 017	711	493	0,94

Zdroj: CDV

sí podle intenzity provozu zjištěné posledním celostátním dopravním sčítáním. Nesilniční doprava je počítána na kraje pomocí jiných ukazatelů (velikost území kraje, délka splavných řek, přítomnost letišť a jejich výkony).

8 Podíl dopravy na celkové emisní bilanci

Podkladem pro národní emisní bilanci je Registr emisí a zdrojů znečišťování ovzduší (REZZO), od roku 1980 metodicky vedený a od roku 1993 provozovaný Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ). Zdroje znečišťování jsou v databázi REZZO evidovány ve čtyřech kategoriích – velké, střední, malé a mobilní. Podíl dopravy na celkové emisní bilanci ČR je uveden v tabulce 8.1.

9 Možnosti snížení znečištění z dopravy a jejich efektivnost

9.1 Podpora zavádění nízkoemisních vozidel

Vývoj efektivní strategie pro redukci znečištění vzduchu ve městech a emisí skleníkových plynů z dopravy je komplexním úkolem, který vyžaduje opatření na různých úrovních [1]. Redukce emisí lze potenciálně dosáhnout opatřeními v oblastech jako jsou např. územní plánování, dopravní infrastruktura, orientace na úsporné systémy (např. veřejná doprava, sdílení automobilů, atd.), technologie vozidel a dopravních systémů, tvorba cen v oblasti paliv, vozidel a využívání dopravní infra-

Tab. 8.1

Podíl dopravy na celkovém znečištění [%]

Druh polutantu	Rok												
	1990	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO ₂	6,12	6,83	6,72	7,35	8,64	9,41	9,69	9,92	11,30	11,13	11,31	11,89	•
CO	22,35	20,46	25,56	28,75	32,89	33,38	37,04	39,63	42,59	45,07	44,18	48,07	43,03
NO ₂	19,29	16,44	18,89	19,11	24,80	28,73	32,79	35,14	36,45	38,07	36,66	36,73	34,26
N ₂ O	7,39	8,74	9,59	8,62	12,03	10,36	12,34	13,95	18,34	21,41	22,56	24,11	•
CH ₄	0,23	0,27	0,28	0,32	0,34	0,38	0,39	0,38	0,39	0,37	0,37	0,37	•
VOC	25,25	22,40	29,76	31,24	36,23	38,15	41,49	44,24	45,92	47,11	45,72	40,90	24,54
SO ₂	0,18	0,20	0,20	0,23	0,31	0,42	0,58	0,90	1,58	1,65	1,79	1,89	1,23
PM	0,68	0,66	0,62	0,79	1,77	2,46	3,43	5,21	6,49	7,89	7,22	8,71	7,44
Pb	80,03	82,07	81,32	79,95	78,35	79,80	77,38	75,27	74,47	63,39	24,32	15,93	•

• údaje nejsou k dispozici

Zdroj: ČHMÚ, CDV

struktury (placené silnice, parkovací poplatky, atd.), předpisy pro vozidla a ukazatele snížení emisí.

Nízkoemisní vozidla nejsou úplným řešením problému lokálního znečištění a emisí skleníkových plynů, ale jejich širší zavedení, zejména vozidel s velmi nízkými emisemi využívajících paliv s nižším obsahem uhlíku v životním cyklu, by mohlo nabídnout kapacitu ke znatelnému snížení emisí z dopravy, a to i v případě zvýšeného dopravního ruchu. Je snazší získat „čistý“ automobil, než alternativně např. měnit využívání území pro přiblížení obytných domů k pracovištím nebo zvýšení hustoty zástavby. Navíc opatření, založená na konstrukci vozidel mají menší dopad na každodenní život ve srovnání například s regulací používání vozidel. Z politického hlediska je proto velmi užitečné podporovat čistá a nízkoemisní vozidla. Aktivní podpora nízkoemisních vozidel může také zvýšit zájem obyvatel o dopady provozu automobilů na kvalitu ovzduší a skleníkový efekt.

9.1.1 Informační strategie

Informace hrají ve strategiích podpory významnou roli při povzbuzování spotřebitelů ke stále vyšší poptávce po nízkoemisních vozidlech a tím při zvyšování podílu nízkoemisních vozidel ve vozových parcích [1, 2, 3]. Mezi emisním provedením a spotřebou paliv u jednotlivých vozidel jsou značné rozdíly – dokonce i v konvenčních vozidlech a dokonce i u stejného typu vozidel – pokud ale spotřebitel není upozorněn na tyto rozdíly, není při rozhodování o výběru vozidla schopen zvažovat hledisko environmentálního provedení.

Průvodce prezentované na internetu [4], spolu se štítkováním vozidel [5], se zdají být nákladově nejefektivnějším způsobem předávání těchto informací spotřebiteli. Pro zachování efektivity je nutné, aby jak průvodce, tak štítky podávaly přesné informace, a také v podobě srozumitelné pro spotřebitele.

9.1.2 Potřeba komplexního a integrovaného přístupu

Tato kapitola naznačuje možné strategie a problémy se zaváděním, které je potřeba vyjasnit při podporování nízkoemisních vozidel konvenčních, na alternativní paliva a s novými technologiemi.

Jedním z důležitých závěrů je, že vláda a průmysl značně spoléhaly na technologický vývoj konvenčních motorových vozidel z hlediska omezení emisí lokálních znečišťujících látek u nových motorových vozidlech. Výrobci vozidel realizovali důkladný vývoj pro splnění přísnějších předpisů a v současnosti jsou konvenční vozidla s nejnovejšími motory a technologiemi úpravy spalin „téměř čistá“ z hlediska limitovaných lokálních polutantů.

Přesto jedním z nejnvýznamnějších závěrů je, že pouhé spoléhání na technologický rozvoj nemůže vyřešit rychlý nárůst emisí skleníkových plynů, předpokládaný v následujících deseti až dvaceti letech. Zatímco výrobci zavádějí vozidla s nižší hmotností a výkonem motoru, trendy trhu vyjadřující spotřebitelské preference jsou jednoznačně orientované na větší a výkonnější vozidla. Při absenci odpovídajících cenových signálů a jasných daní z emisí skleníkových plynů budou tyto trendy pravděpodobně pokračovat.

Je proto nutné věnovat pozornost komplexnímu přístupu zahrnujícímu všechny klíčové partnery včetně spotřebitelů a řadu politických opatření. Bude vyžadován integrovaný přístup pro zabezpečení odpovídajícího dopadu na současné a předpokládané trendy a způsoby nákupu a užívání motorových vozidel. Spolu s prováděnými opatřeními směřujícími ke snížení spotřeby paliv u konvenčních vozidlech je třeba podpořit také další změny s odpovídajícím dopadem. Vládní politika by se měla soustředit na vhodné daně a poplatky; může také přijímat opatření k regulaci kongescí a zlepšení dopravních podmínek pro minimalizaci emisí vozidel; a eventuálně ovlivňovat chování ve prospěch přístupů šetrnějších k životnímu prostředí. Spotřebitelé by měli být povzbuzováni k zohlednění environmentálních aspektů při nákupu vozidla a jeho užívání.

Ve svém Mezinárodním energetickém výhledu na roku 2002 [6] analyzovala IEA pravděpodobný dopad kombinace zaváděných politik: zvýšení účinnosti využití paliv; zvýšené používání alternativních paliv a vozidel; omezení nárůstu cestovních požadavků a přechod k méně energeticky náročným způsobům dopravy. IEA soudí, že celková spotřeba ropy v zemích OECD by mohla poklesnout v roce 2010 o půl milionu barelů denně, v roce 2030 by pokles mohl činit 3,6 milionů barelů denně. Analýza IEA zdůrazňuje, jak obtížné bude dosažení politických cílů, které obhájí např. snížení hladin emisí skleníkových plynů. Zdůrazňuje také, že je nezbytné vzít v úvahu všechna opatření, která jsou finančně efektivní a obecně podporovaná. Zdůrazňuje rovněž potřebu komplexních dopravních přístupů integrovaných napříč jednotlivými druhy dopravy a sektory hospodářství.

Nicméně, nastíněná opatření týkající se vozidel, která slouží k dosažení podstatného snížení emisí produkovaných jednotlivým vozidlem, zůstávají jedním z nejspolehlivějších přístupů a mohou být důležitým příspěvkem k dosažení globálních cílů.

9.1.3 Závěr

Je zřejmé, že další rozvoj silniční dopravy využívající v převážné míře paliva vyráběná z ropy, není trvale udržitelný vzhledem ke konečným zásobám ropy a k negativnímu ovlivňování kvality životního prostředí emisí škodlivin ve výfukových plynech vozidel.

Je nezbytné zvýšit ve vozovém parku podíl tzv. nízkoemisních vozidel, která jsou šetrnější k životnímu prostředí. Pro pohon těchto vozidel je v současnosti připravena řada řešení, která jsou schopna přispět ke snížení spotřeby energie a množství škodlivých emisí ze silniční dopravy. Z hodnocení stavu vozového parku je mimo jiné zřetelný současný trend zvyšování výkonu a hmotnosti vozidel, který je založen na požadavcích zákazníků. Ti upřednostňují větší a výkonnější vozidla s vyšší úrovní bezpečnosti a komfortu, což však do jisté míry negativně vyrovnává nižší spotřebu paliva moderních pohonných jednotek.

Důležitá role při prosazování nízkoemisních vozidel připadá státu, který má k dispozici řadu účinných nástrojů. Z řady příkladů podpoření implementace šetrnějších vozidel je zřejmé, že možnosti jejich aplikace jsou limitovány specifickou situací v jednotlivých zemích.

9.2 Využívání alternativních paliv

V květnu 2003 Evropský parlament vydal směrnici 2003/30/EC o podpoře využívání biopaliv nebo jiných obnovitelných paliv v dopravě [1], k jejímuž naplňování se zavázala i Česká republika. Ze směrnice vyplývají závazky zvýšit podíl biopaliv na celkovém objemu paliv na 2 % do konce roku 2005 a 5,75 % do konce roku 2010. Podle Bílé knihy EU by měl tento trend zvyšování podílu pokračovat každým rokem o 1,5 % tak, aby v roce 2020 tvořily 20 % energie z obnovitelných zdrojů. Problémům spojeným se zvyšováním podílu alternativních paliv na celkovém objemu paliv v dopravě je zapotřebí věnovat náležitou pozornost.

9.2.1 Základní aspekty používání alternativních paliv

Dopravní prostředky v současné době využívají pro svůj pohon paliva prakticky výhradně fosilního původu. Spotřeba energie v dopravě se blíží 40 % celkové spotřeby energie ve světě. Stále silněji se projevuje vliv trvale rostoucí produkce skleníkových plynů na klimatické podmínky planety a potvrzuje se vyčerpateľnost fosilních zdrojů energie. Přechod sektoru dopravy na trvale udržitelný způsob provozu je proto zásadní podmínkou jeho dalšího rozvoje. Globální změny klimatu stejně jako zajištění energetických zdrojů pro příští generace se stávají vážným politickým tématem ve všech vyspělých státech. Tyto skutečnosti je nutno si uvědomit s plnou zodpovědností nejen za budoucnost vlastní země, ale i za budoucnost celé planety [2].

Při hodnocení vývoje a výzkumu alternativ v dopravě se nutně musíme oprostít od zavedeného pojmu paliva a musíme hovořit obecně o zdrojích energie pro potřeby dopravy. Spektrum možných způsobů využití energie je totiž stále širší a zdaleka již nezahrnuje pouze spalování paliv. Jako perspektivní se jeví řada technologií, využívajících zcela odlišné způsoby pohonu – např. využití elektrické energie z obnovitelných zdrojů, elektrické energie z palivových článků, stlačeného vzduchu apod.

Z výsledků výzkumu využití jakýchkoliv paliv, ať již fosilního či biologického původu vyplývá, že účinnost spalování jakýchkoliv chemických látek v klasických spalovacích motorech je silně omezena termodynamickými zákony a je vždy poměrně nízká ve srovnání s náklady na těžbu, výrobu a distribuci těchto paliv. I výroba čistých biopaliv vyžaduje značné množství přídavné energie na její výrobu a distribuci. Navíc při jakémkoliv spalování dochází ke spalování kyslíku a produkci menšího či většího množství „skleníkové plynu“ CO_2 . Další nevýhodou spalovacích motorů bez ohledu na typ používaného paliva je jejich vysoká hladina hlukové zátěže, což je velkým problémem zvláště ve velkých městech a místech s vyšší koncentrací dopravy.

Při posuzování přínosů využití jednotlivých paliv a pohonů by také mohlo být poněkud zavádějící podléhat tendenčním pojmům, doprovázejícím uplatňování některých méně běžných paliv na trhu. Např. zemní plyn, kterému se obecně věnuje velká pozornost, je běžně označován za „ekologické palivo“, „čistou energii“, či „palivo budoucnosti“. Zemní plyn má skutečně některé výhody ve srovnání s benzínem či naftou. Ve

skutečnosti však jde – stejně jako u ropy - o 100 % fosilní palivo, jehož světové zásoby vydrží jen o několik desítek let déle než ropa.

V Evropě má téměř čtvrtinu emisí CO_2 na svědomí automobilová doprava, v celosvětovém měřítku je to asi 17 %. Právě snížení emisí oxidu uhličitého je hlavní prioritou všech výrobců automobilů. Nedá se přitom očekávat, že by se zastavil růst počtu motorových vozidel. Zatímco v roce 1900 jezdilo po světě 8000 automobilů, v současné době je to mezi 600 až 800 miliony a předpokládá se, že do roku 2050 může tento počet narůst až na 2 miliardy [3].

OSN a Rada Evropy vyhlásily Program pro 21. století, ve kterém činí zodpovědnými rozvinuté země za vývoj a prosazování nových řešení problému dopravy osob, zboží a služeb, která jsou příznivá pro životní prostředí a trvale udržitelný rozvoj, a to zejména s ohledem na 4,5 miliardy lidí, kteří dnes žijí ve třetím světě, a kteří nemohou kopírovat náš životní styl. Světová zdravotnická organizace (WHO) se zabývala vlivem znečištění z dopravy na zdraví lidí a došla k závěru, že nejvíce smrtící a zdraví poškozující složky znečištění ze sektoru dopravy jsou právě pevné částice a NO_x . V USA, které patří mezi nejrozvinutější země světa, umírá asi 60 000 lidí ročně předčasně právě na nemoci způsobené pevnými částicemi. Z analýzy vývoje produkce sledovaných složek znečištění z dopravy (částice, HC , NO_x , SO_2) ve světě vyplývá, že zhruba od roku 1990 se jejich produkce motorovými vozidly snižuje zejména díky používání katalyzátorů, filtrů a díky vývoji nových pohonných hmot. Celkové znečištění produkované dopravou však celosvětově trvale roste [4, 5].

Hlavními cestami, jak snížit zatížení životního prostředí emisemi CO_2 jsou: zvýšení účinnosti spalovacích motorů a tím snížení jejich spotřeby, diverzifikace zdrojů energie (elektřina, zemní plyn, bioplyn, vodík, apod.) a zvyšování využívání obnovitelných zdrojů energie a zdokonalování motorů využívajících alternativní paliva [6].

9.2.2 Závěr

Během dvacátého století se ekonomický rozvoj a kvalita života staly závislými na fosilních zdrojích energie (uhlí a ropa). I když největší podíl jejich potřeby (67 %) připadá na výrobu elektrické energie, dopravní systémy jsou na těchto zdrojích zatím zcela závislé. Podíl obnovitelných a alternativních zdrojů energie v dopravě se v jednotlivých zemích liší podle podmínek přístupu k těmto zdrojům a možností jejich získávání, ale ani u nejvyspělejších zemí nepřekračuje několik procent z celkové energetické spotřeby tohoto odvětví.

Lidstvo na celé Zemi spotřebuje každou vteřinu 10 TW (terrawattů) energie. Ve formě sluneční energie každou vteřinu dopadá na povrch Země 180 000 TW. Tato energie je čistá (vůči Zemi), je jí dostatek (zásoby vodíku ve Slunci se odhadují v řádu miliard roků) a dá se přeměnit na všechny potřebné druhy energie.

9.3 Možná opatření v dopravě

9.3.1 Analýza opatření

Celkově můžeme rozdělit opatření na nabídková a poptávková. Nabídková opatření spočívají především ve výstavbě nové infrastruktury jak pro motorizovanou, tak pro nemotorizovanou dopravu (cyklostezky). Rovněž sem patří nabídka kvalitní veřejné dopravy. Mezi poptávková opatření patří např. ekonomické a daňové zvýhodnění, podpora práce na dálku, přiblížení pracovních příležitostí a nákupních center k oblastem bydlení, omezení vjezdu do center, parkovací politika. Jak nabídková tak poptávková opatření mohou ovlivnit rozhodování obyvatel, zda vůbec cestu podniknout (bydliště – pracoviště, bydliště – nákupní centrum nebo cíl rekreace) a jestliže ano, jaký druh dopravy zvolit.

Snížení emisí z dopravy přímo závisí na 2 faktorech: dopravní intenzita a skladba dopravního proudu. Dopravní intenzita závisí na mnoha dalších faktorech. Skladba dopravního proudu závisí na: tempu obměny vo-

zového parku a podílu vozidel používajících alternativní paliva. Skladba osobních automobilů se postupně mění ve prospěch novějších vozidel s účinnými katalyzátory splňujícími emisní předpisy EURO. Obměna nákladního vozového parku probíhá pomaleji vzhledem k vysokým pořizovacím cenám vozidel a závisí na celkovém ekonomickém růstu státu. Proto mají být opatření zaměřena především na snížení intenzit silniční osobní i nákladní dopravy a také na zvýšení podílu vozidel využívajících alternativní paliva jako jsou LPG, CNG, bionafta.

9.3.2 Působnost opatření

Opatření můžeme rozdělit podle úrovně na celostátní, regionální a lokální (městskou). Celostátně platná opatření ke snížení vlivů dopravy na znečištění ovzduší jsou v kompetenci především MD ČR (emise, dovoz vozidel) a v menší míře také MŽP ČR (alternativní paliva) a MPO ČR (alternativní paliva), případně jsou automaticky implementovány v rámci harmonizace legislativy ČR s předpisy EU.

9.3.2.1 Opatření na celostátní úrovni

Uplatňování emisních limitů evropské unie pro nová vozidla

Nová vozidla musí splňovat příslušné limity EURO pro množství emitovaných polutantů: oxid uhelnatý, nespálené uhlovodíky, oxidy dusíku a pevné částice u diesellových vozidel. Konkrétně platí tyto předpisy: pro osobní vozidla se zážehovým a vznětovým motorem EURO 1 od r. 1993, EURO 2 od r. 1996 a EURO 3 od r. 2000 a EURO 4 od r. 2005. Pro vznětové motory nákladních vozidel a autobusů platí EURO 0 (pro nákladní vozidla od r. 1988 – 1989), EURO 1 od r. 1993, EURO 2 od r. 1996, EURO 3 od r. 2000 a EURO 4 od r. 2005 a EURO 5 od r. 2008. Opatření plně funguje a přispívá k tomu, že se produkce emisí nezvyšuje tak rychle jako dopravní objemy a výkony.

Operativní kontrola emisních parametrů vozidel

Na emisní situaci v dopravě se nepříznivě projevuje absence namátkových kontrol emisí vozidel přímo na silnicích. Vozidla jsou kontrolována pouze 1-krát za 2 roky na stanicích technické kontroly přičemž pro žádné vozidlo není problémem osvědčení dostat. Důsledkem je, že se v provozu objevují i vozidla silně znečišťující ovzduší, především nákladní. Doplnění těchto periodických technických prohlídek o kontroly „in situ“ (tj. přímo za provozu) by přispělo ke snížení emisí u starších vozidel, zejména nákladních. Úkolem tohoto opatření by mělo být: vytvořit systém emisních kontrol za provozu, který bude obsahovat určení zodpovědností jednotlivých orgánů státní správy, regionálních a městských samospráv a Policie ČR, systém pokut a sankcí za překročení limitů a metodiky jak měření technicky zajistit.

Podpora zavádění vozidel s alternativním pohonem (zemní plyn, bionafta, elektřina) a dodatečných technických opatření u vozidel

Ministerstvo dopravy každoročně vypisuje „Program úspor energie a využití alternativních paliv v rezortu dopravy“ a je možno požádat o dotace, které mohou finančně alespoň částečně pokrýt přestavbu stávajících vozidel na ekologičtější paliva, nákupy ekologických vozidel veřejné dopravy, energetické audity budov, apod.

Mezi další opatření na národní úrovni patří např.: vyčíslení externalit v dopravě a jejich postupná internalizace, posuzování vlivu na životní prostředí při přípravě, realizaci a údržbě dopravní infrastruktury (EIA), strategická posuzování koncepcí (SEA), zajištění účasti veřejnosti na rozhodování o projektech dopravy, širší využití logistiky a telematiky, výzkum zdravotních účinků nelimitovaných polutantů z dopravy a jejich

směsí a rozvoj informační a vzdělávací činnosti v oblasti vlivů dopravy na životní prostředí.

9.3.2.2 Opatření na regionální a lokální úrovni

Opatření na úrovni regionu se nejvíce týkají dopravy ve velkých městských aglomeracích, neboť zde doprava způsobuje největší problémy z hlediska znečištění ovzduší a následně vzhledem ke zdraví obyvatel. Opatření týkající se městské dopravy většinou ovlivňují i širší dopravní vztahy a tím i emise a kvalitu ovzduší v širším okolí měst. Jedná se zejména o infrastrukturní opatření, tj. veškeré plánované silniční stavby (budování městských okruhů), rozvoj integrovaných dopravních systémů, parkovací politika, omezení provozu v centrech měst, podpora veřejné a nemotorizované dopravy.

Omezení vjezdu do některých částí města

Vjezd těžkých nákladních vozidel do městských center by měl být zakázán. Centra by měla být zásobována pouze lehkými vozidly, s hmotností do 3,5 tuny. Dále do tohoto opatření spadají tzv. zádržné systémy, což je zabudování vysouvacích sloupků pro zablokování komunikace ve zvolených hodinách. Opatření by mělo zlepšit kvalitu ovzduší v městských centrech, je však nutno jej posuzovat v kontextu s dalšími opatřeními. Zavedení zón snížené rychlosti ve vybraných částech města v oblastech sídlišť a bezprostředního sousedství zatížených komunikací a osídlených oblastí by měla být snížena rychlost, cca na 30 km/h. Toto opatření je velmi významné, má ale vliv spíše na bezpečnost než na kvalitu ovzduší.

Placené vjezdy do vybraných částí města (mýto)

Podstatou je zavedení poplatků za vjezdy do center měst. U tohoto opatření vznikají také výnosy (mýtné), kterými je možné realizaci opatření spolufinancovat. Opatření snižuje atraktivnost automobilové dopravy, zejména pro pravidelné cesty a tím se zároveň snižuje i znečištění ovzduší v centrech měst.

Zlepšení kvality MHD a komfortu cestujících

Trendům přechodu cestujících k individuální dopravě je potřebné čelit zatraktivněním veřejné dopravy. Významnou roli v tom hraje atraktivnost vozidla. Nákup nových vozidel a modernizace stávajících vozidel musí respektovat prvky zvyšující atraktivnost vozidla jak pro cestující tak i pro obslužný personál. Základem je finanční podpora systémů hromadné dopravy včetně obměny vozového parku. Důraz by měl být kladen na co možná nejširší využití elektrické trakce v MHD (tramvaje, trolejbusy). Městské dopravní podniky by měly v rámci obměny svých vozových parků nakupovat vozidla bezbariérová (pro matky s kočárky a vozíčkáře) a autobusy na alternativní paliva (zejména CNG). Pro využití vozidel s pohonem na CNG je nutné vybudovat plnicí stanice, které mohou sloužit zároveň i jako veřejné. Dále by se měly plošně zavádět přednosti vozidel MHD na světelných křižovatkách, vyčleňovat vyhrazené jízdní pruhy pro autobusy a trolejbusy na komunikacích s vysokým provozem vozidel MHD. Plošné zavedení preference MHD zvýší její atraktivitu zkrácením přepravních dob (na úkor automobilů) a tím se zvýší i ekonomické a environmentální přínosy – nižší náklady na provoz (rychlejší oběhy vozidel), menší spotřeba pohonných hmot autobusů (plynulejší jízda) znamená snížení emisní zátěže.

Vypracování regulačního řádu k omezení provozu při smogových situacích

Magistráty statutárních měst by měly zpracovat regulační řád, který by umožňoval omezení provozu na nejvíce zatížených komunikacích v přípa-

dě překročení imisních limitů v období dopravní špičky. Toto opatření má legislativní oporu v zákonu č. 86/2002 Sb. o ovzduší. Omezení provozu se musí týkat nejen zatíženého úseku ale musí být realizováno plošně, např. na celém území centra. Ze zákazu provozu musí existovat výjimky (záchranná služba, policie, atd.). Pro situace při překračování imisních limitů PM10 by měl být zpracován regulační řád, který by stanovoval plán čištění komunikací (kropící a zametací vozy). Opatření by přineslo zlepšení imisní situace ve vybraných zatížených lokalitách velkých měst především v období dopravní špičky a zhoršených rozptylových podmínek.

Regulace parkování, podpora systémů „Park and ride“

V současné době se (s výjimkou Prahy) sazby za parkování v centrech měst pohybují okolo cca 20 Kč/h, což není mnoho. Parkovací politika by měla více odradit řidiče od vjezdů do centra (zvýšením uvedených sazeb v centru) a zároveň je motivovat k multimodálnímu uskutečnění cesty, tj. část autem a část MHD. Současně by se měl zavést tzv. systém „Park and ride“. Na vybraných přestupních uzlech vybudovat nebo zvětšit parkoviště se službami pro řidiče. Opatření by mělo zvýšit podíl cestujících přepravených MHD na úkor individuální automobilové dopravy a tím přispět ke zlepšení kvality ovzduší ve velkých městech. Určitá překážka však je psychika řidičů automobilů, kteří jsou dosud zvyklí dojet autem až k cíli cesty. Bude asi trvat delší dobu než budou alespoň někteří z nich ochotni opustit vozidlo, být na hlídaném parkovišti, a pokračovat k cíli veřejnou dopravou. K tomuto opatření by tedy řidiči měli mít finanční motivaci, např. v podobně bezplatného parkování na záchytných místech.

Podpora systémů „bike and ride“

Zatímco řidiči automobilu většinou nic nebrání uskutečnit cestu multimodálně, tj. zaparkovat auto a pokračovat do cílového místa veřejnou dopravou, cyklista obvykle nemá možnost kolo nechat bez dozoru u zastávky MHD. Městské úřady by měly vytypovat vhodné lokality především na konečných stanicích a významných přestupních uzlech MHD a zde navrhnout a vybudovat hlídané objekty pro úschovu a parkování kol. Tímto opatřením by se cyklistická doprava zatraktivnila 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. Obyvatelé by tak mohli uskutečnit cestu multimodálně s vyloučením automobilu. Opatření by tedy mohlo mít velmi pozitivní vliv na kvalitu ovzduší.

Výstavba nových komunikací

Z hlediska dopravního inženýrství je primární cílem budování komunikací zvýšit kapacity úseků a odstranit kongesce. Zvyšování kapacity však zvyšuje atraktivitu automobilové dopravy a znamená nebezpečí

její další indukce. Cílem by však mělo být spíše atraktivitu automobilové dopravy snížit aby obyvatelé dávali přednost jiným, ekologicky příznivějším druhům dopravy. Infrastruktura pro motorovou dopravu ve městech by měla zahrnovat především obchvaty, tangenty a systémy okružních komunikací, v dostatečné vzdálenosti od oblastí bydlení, které odvádějí dopravu směrem od centra. Těmto typům komunikací by se při rozhodování o alokaci investic měla dát přednost před komunikacemi dálničního typu.

V oblasti cyklistické dopravy ve městech a jejich okolí je cílem vybudovat síť ucelených tras, zajišťujících relativně rychlé a hlavně bezpečné propojení důležitých cílů cest, nejen rekreačních, ale především z bydliště na pracoviště. Pro podporu cyklistické dopravy je nutno zahustit stávající síť cyklistických stezek, které by vhodně propojily zdroje a cíle dopravy. Při budování cyklistických stezek je nutno položit důraz na okolní prostředí, oddělit cyklisty od motorizované dopravy a využívat trasování např. podél stávajících vodních toků. Vliv cyklistické dopravy je pozitivní, ale nelze jej přeceňovat. Především ve městech s členitým terémem cyklistická doprava mnoho neřeší, ale v kombinaci s vhodnou urbanizací městského území, využitím veřejné zeleně, zajištěním bezpečných přístupů do škol, hromadnou dopravou osob a dopravou pěší může přispět ke zlepšení kvality ovzduší.

Rozvoj integrovaných dopravních systémů (IDS)

Zavedení, zlepšování a rozvoj IDS by se měl zaměřit na rozšíření městské veřejné dopravy na úroveň regionu, optimalizace linkového vedení a přepravní kapacity linek (např. využití minibusů a nízkokapacitních autobusů na málo vytížených linkách) a na přestavby a úpravy přestupních terminálů (bezbariérovost, zkracování nutných pěších přesunů při přestupech (přestupy hrana – hrana). Opatření by mělo zvýšit preference MHD při každodenním rozhodování obyvatel, který druh dopravy zvolit při cestách zejména z bydliště na pracoviště. Změnou přepravní dělby práce ve prospěch MHD dojde také ke snížení znečištění ovzduší individuální automobilovou dopravou.

Využití výpočetních modelů pro celkové snížení přepravní náročnosti území

Pro operativní potřeby dopravního plánování a pro ověřování koncepčních variant by se ve městech měly vytvářet, udržovat a využívat výpočetní systémy modelování dopravy. Tyto výpočetní systémy jsou vlastně nástrojem k hodnocení dopravních opatření a měly by sloužit pro multimodální prognózy změn v dopravě. Prognóza by mohla objevit potenciál ke snížení individuální automobilové dopravy a k její částečné náhradě ekologicky šetrnějšími druhy dopravy. Vliv je pozitivní, ale spíše nepřímý, který by se měl projevit až po výběru a realizaci konkrétních variant městských dopravních projektů.

Literatura:

Kapitola 1

1. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2003. Kolekt. ČHMÚ ÚOČO. Praha, ISBN 80-86690-17-2.

Kapitola 3

1. Jäger, J.: Povaha a chemismus znečištěného ovzduší. In: Symon K., Bencko V.: Znečištění ovzduší a zdraví. Praha, Avicenum 1988, s. 252.
2. WHO: Geneva, 1991. Platinum, Environmental Health Criteria 125.
3. Lahman, E., Thorn, J.: Seminar des Bundesgesundheitsamtes, Schwermetalle in der Umwelt, Berlin. January 1987.
4. World-wide fuel charter committee represented by ACEA, Alliance, EMA and JAMA: 2000. World-wide fuel charter, New edition April 2000.
5. Perry, R., Gee, I. L.: Vehicle Emissions and Effects on Air Quality: Indoors and Outdoors, Indoor Environ., 1994, 3, s. 224–236.
6. Ministry of Environment and Energy The Danish Environmental Protection Agency: Second Meeting of task Force on the Phaseout of Lead in Gasoline, Working Document Presenting the Preliminary results of Country Surveys, Draft, Lyngby, May 1997.
7. Perry, R., Gee, I. L.: Vehicle emissions in relation to fuel composition. In: Leslie, G., Perry R.: Volatile organic compounds in the environment, Indoor Air International, London, 1993, s. 185–198.
8. Šuta, M., Bencko V.: Zdravotní rizika znečištění ovzduší nejvýznamnějšími automobilovými emisemi - I. Oxidy dusíku a ozon. Praktický lékař, 1998, Vol. 78, 6, s. 288 291.
9. Bencko, V.: Health Risk of Indoor Air Pollutants: A Central European Perspective, Indoor Environ, 3, 1994, s. 213–223.
10. Gidlow, D. A., Larbey, R. J.: Health and environmental factors relating to lead reduction in petrol and associated changes in VOC emissions, in: Leslie G., Perry P.: Volatile organic compounds in the environment, Indoor Air International, London, 1993, s. 427–438.
11. WHO: Benzene. In: Air quality Guidelines for Europe. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 1987.
12. WHO: Formaldehyde. (Environmental Health Criteria No. 89), Geneva, WHO, 1989.
13. EPA: Review of national ambient air quality standards for particulate matter: Policy assessment of scientific and technical information: AQQPS staff paper. EPA-452/R-96-013. U.S. EPA, 1996, Research Triangle Park, NC.
14. Lighty, J.S., J.M. Veranth, A.F. Sarofin: Combustion aerosols: Factors governing their size and composition and implication to human health. J. Air Waste Manage. Assoc., 2000, 50, 1565–1618.

15. Whitby, K.T.: The physical characteristics of sulfur. Aerosols. Atmos. Environ., 1978, 12, 135–159.
16. Krištín, J., A. Kočan: Distribúcia, tvar, veľkosť a chemické zloženie respirabilných častíc v ovzduší. III. 1998
17. Spurny, K.R.: On the physics, chemistry and toxicology of ultrafine anthropogenic, atmospheric aerosols (UAAA): new advances. Toxicol. Lett., 1998, 96, 97, 253–261.
18. WHO: Guidelines for air quality. World Health Organization, Geneva, 2000.
19. Flynn, P.F., R. Durrett, G. Hunter, A. zur Loye, O.C. Akinyemi, J. Dec, C. Westbrook: Diesel Combustion: An Integrated View Combining Laser Diagnostics, Chemical Kinetics, and Empirical Validation. 1999-01-0509, Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA.
21. Vlastníková D: Znečištění srážkových vod z pozemních komunikací. Diplomová práce. FS ČVUT Praha 1999

Kapitola 4

- [1] ŠEBOR, G. Emise ze spalování motorových paliv. Praha: VŠCHT a ÚVMV, 1996
- [2] DUFEK, J. aj. Stabilizace a postupné snižování zátěže životního prostředí z dopravy v České republice. Brno: Centrum dopravního výzkumu, 2000.
- [3] Bayerisches StMLU, Einfluss des Kraftfahrzeugverkehrs im Ballungszentrum Muenchen auf allergische und asthmatische Erkrankungen ortsansaessiger Kinder. Muenchen, 2001.
- [4] PODRAZIL, M. Jakostní ukazatele pohonných hmot pro životní prostředí, 2000, No. 2, s. 44–45.

Kapitola 5, 6

- [1] ADAMEC, V., et al. Výzkum zátěže životního prostředí z dopravy. Brno: CDV 2003
- [2] DUFEK J., ADAMEC V., KLUSTOVÁ P., CHOLAVA R., HUZLÍK J., MAREŠOVÁ V., MARVANOVÁ S. Stabilizace a postupné snižování zátěže životního prostředí z dopravy v České republice (výroční zpráva za rok 2001). Brno: CDV, 2002.
- [3] KALIVODA M. Methodologies for estimating emissions from air traffic. COST 319 Action, 1998.
- [4] MELOUN, M., MILITKÝ, J. Kompendium statistického zpracování dat. Academia Praha, 2002, ISBN 80-200-1008-4
- [5] EUROPEAN ATMOSPHERIC EMISSION INVENTORY GUIDEBOOK. Corinair, 1999

Kapitola 8

- [1] Adamec, V., Dufek, J., Jedlička, J.: Studie o vývoji dopravy z hlediska životního prostředí za rok 2003 v České republice. CDV, Brno 2004. 83 s.

Kapitola 9.1

- [1] Strategies for the Implementation of Clean and Fuel Efficient Vehicles. Final Report of the OECD Working Group on Low-Emission Vehicles (Draft). 2003.
- [2] Raimund, W. Energy Efficiency in Passenger Cars: Labelling and its Impacts on Fuel Efficiency and CO₂ Reduction, Study by the Austrian Energy Agency (EVA) for the Directorate-General for Energy (DGXVII) of the Commission of the European Communities, Final Report, March 1999.
- [3] Boardman, B., Banks, G. and Kirby H. Choosing Cleaner Cars: The Role of Labels and Guides, Final Report on Vehicle Environmental Rating Schemes, Transport Research Institute, Napier University, TRI Record 00/10/02; October 2000.
- [4] NUA (2001). Internet statistics. www.nua.com
- [5] BTRE Greenhouse Policy Options for Transport Report 105, Bureau of Transport and Regional Economics, Department of Transport and Regional Services, Canberra, May 2002.
- [6] International Energy Agency Saving Oil and Reducing CO₂ Emissions in Transport: Options and strategies. Paris: IEA, 2001.

Kapitola 9.2

- [1] 2003/30/EC: 2003. Směrnice Evropského parlamentu a Rady ze dne 8. května 2003 o podpoře používání biopaliv nebo jiných obnovitelných paliv v dopravě (anglicky). Brusel: Official Journal of the European Communities, 2003.
- [2] PANÁČEK, R., KROUPA, V. Alkoholová paliva pro udržitelnou dopravu. Praha: TCAV, OPET CR, 2001. 28s. ISBN – 80-902689-3-5.
- [3] ALLEAU, T. Hydrogen and fuel cell activities in Western Europe. Montreal: WHEC, 2002. [http://www.h2euro.org/publications/docs2002/EHA_WHEC14_JUNE2002.pdf]
- [4] Podpora využívání bioetanolu jako alternativního paliva. Resortní podpůrné programy Ministerstva zemědělství na podporu úspor energií a využití obnovitelných zdrojů energií pro rok 2003.
- [5] CRFA: Ethanol fuels are a proven technology. Canadian Renewable Fuels Association. [<http://www.greenfuels.org/ethatech.html>]
- [6] AFDC: Alternative Fuels – Hydrogen. Alternative Fuels Data Center. [<http://www.afdc.nrel.gov/altfuel/hydrogen.html>]

