

IV.3 OXIDY DUSÍKU

IV.3.1 Znečištění ovzduší oxidy dusíku v roce 2017

Při sledování a hodnocení kvality venkovního ovzduší se pod termínem oxidy dusíku (NO_x) rozumí směs oxidu dusnatého (NO) a oxidu dusičitého (NO_2). Imisní limit pro ochranu lidského zdraví je stanoven pro NO_2 , limit pro ochranu ekosystémů a vegetace je stanoven pro NO_x .

Znečištění ovzduší oxidem dusičitým v roce 2017 vzhledem k imisním limitům pro ochranu zdraví

K překračování ročního imisního limitu NO_2 dochází pouze na omezeném počtu stanic, a to na dopravně exponovaných lokalitách aglomerací a velkých měst. Z celkového počtu 93 lokalit, kde byl v roce 2017 sledován oxid dusičitý, došlo na 4,3 % stanic (4 lokality) k překročení ročního imisního limitu $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (tab. XIII.8; obr. IV.3.2). Všechny čtyři stanice – Praha 2-Legerova (hot spot), Brno-Úvoz (hot spot), Praha 5-Smíchov a Brno-Svatoplukova – jsou klasifikovány jako dopravní městské. Překročení limitní hodnoty na těchto stanicích se vzhledem k jejich malému poloměru reprezentativnosti nepromítlo do map roční průměrné koncentrace (obr. IV.3.1). Stanice Praha 2-Legerova (hot spot) a Brno-Úvoz (hot spot) jsou navíc umístěny v husté zástavbě, která výrazně snižuje provětrávání.

V roce 2017 překračovaly hodinové koncentrace NO_2 hodnotu imisního limitu $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ celkem na 2 stanicích (tab. XIII.7). Na žádné však nebyl dosažen maximální povolený počet 18 překročení v kalendářním roce. Stanice Praha 2-Legerova (hot spot) a Ústí n. L.-Všebořická (hot spot) zaznamenaly jedno překročení.

Větší znečištění měst oxidy dusíku v porovnání s mimoměstskými lokalitami je způsobeno převážně dopravou. Nejvyšších hodnot koncentrací NO_2 je dosahováno v Praze, Brně a Ostravě (obr. IV.3.1 a IV.3.5). Na většině území ČR (99,9 %) však byla průměrná roční koncentrace nižší než $26 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, tj. hodnota dolní meze pro posuzování. Vyšší koncentrace NO_2 mohou být i v blízkosti místních komunikací v obcích s intenzivní dopravou, vyšší zástavbou a s hustou místní dopravní sítí.

Na dopravních lokalitách jsou měřeny vyšší koncentrace NO_2 než na ostatních typech lokalit. V období duben–září je obecně patrný pokles koncentrací NO_2 na všech lokalitách (obr. IV.3.6).

IV.3 NITROGEN OXIDES

IV.3.1 Air pollution by nitrogen oxides in 2017

In monitoring and evaluating the quality of ambient air, the term nitrogen oxides (NO_x) is understood to refer to a mixture of nitrogen oxide (NO) and nitrogen dioxide (NO_2). The pollution limit level for protection of human health is set for NO_2 ; the limit level for protection of ecosystems and vegetation is set for NO_x .

Air pollution by nitrogen dioxide in 2017 in relation to the pollution limit level for protection of human health

The annual pollution limit level for NO_2 is exceeded only at a limited number of stations in locations with high traffic intensity in agglomerations and large cities. Of the total number of 93 locations where nitrogen dioxide was monitored in 2017, the annual pollution limit level of $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ was exceeded at 4.3% of stations (4 locations) (Tab. XIII.8; Fig. IV.3.2). All four stations (Prague 2-Legerova (hot spot), Brno-Úvoz (hot spot), Prague 5-Smíchov and Brno-Svatoplukova) are classified as urban traffic stations. Exceeded limit values at these stations did not affect the maps of the annual average concentration considering their low range of representativeness (Fig. IV.3.1). The Prague 2-Legerova (hot spot) and Brno-Úvoz (hot spot) stations are moreover located in densely built-up areas which substantially decrease ventilation.

In 2017, the hourly concentrations of NO_2 exceeded the pollution limit level of $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ at a total of 2 stations (Tab. XIII.7). The maximum permitted number of 18 above-limit values per calendar year was not exceeded, though, at any of them. A single case of exceeding the pollution limit value was recorded at the Prague 2-Legerova (hot spot) and Ústí n. L.-Všebořická (hot spot) stations.

Greater pollution of cities by nitrogen oxides compared to rural locations is caused mainly by traffic. The greatest concentrations of NO_2 are attained in Prague, Brno and Ostrava (Fig. IV.3.1 and IV.3.5). However, over most of the territory of the Czech Republic (99.9%), the average annual concentration was below $26 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, i.e. the value of the lower assessment limit. Higher concentrations of NO_2 can occur close to urban roadways in municipalities with heavy traffic, taller buildings and a dense local traffic network.

Higher concentrations of NO_2 are measured at traffic locations than at other types of locations. In the April–September period, a decrease is generally

Důvodem poklesu je vyšší intenzita solární radiace (především o vlnových délkách < 400 nm) v tomto ročním období, která má za následek fotodisociaci NO₂ na NO a O (Warneck 2000). Z produktů fotodisociace se za vhodných podmínek vytváří přízemní ozon, a proto jsou v období duben–září koncentrace přízemního ozonu vyšší (obr. IV.4.8).

Znečištění ovzduší oxidy dusíku v roce 2017 vzhledem k imisním limitům pro ochranu ekosystémů a vegetace

Imisní limit pro roční průměrné koncentrace NO_x (30 μg.m⁻³) nebyl v roce 2017 překročen ani na jedné z 19 venkovských stanic s dostatečným počtem dat pro hodnocení (tab. XIII.9). Na 63 % stanic (12 lokalit z 19), které měřily v letech 2016 a 2017, došlo v porovnání s rokem 2016 ke snížení průměrné roční koncentrace NO_x.

Konstrukce mapy plošného rozložení ročních průměrných koncentrací NO_x zahrnuje kombinaci měření a modelování. Pro konstrukci mapy pole NO_x byly použity všechny stanice měřící NO_x, přihlíželo se i k výše zmíněným údajům o emisích z mobilních zdrojů v ČR. Vyšší koncentrace NO_x mohou být i v blízkosti místních komunikací v obcích s intenzivní dopravou a hustou místní dopravní sítí, kde nejsou koncentrace měřeny. Na mapě jsou formou bodových značek vyznačeny pouze stanice venkovské, protože pouze na těchto lokalitách se hodnotí úroveň ročních koncentrací NO vzhledem k imisnímu limitu pro ochranu ekosystémů a vegetace (obr. IV.3.3).

IV.3.2 Vývoj koncentrací oxidů dusíku

V průběhu 90. let došlo k výraznému poklesu jak ročních průměrných koncentrací NO₂ a NO_x, tak i 19. nejvyšší hodinové koncentrace NO₂. Důvodem byl prudký pokles emisí v tomto období v důsledku nabytí účinnosti zákona č. 309/1991 Sb. a na něj navazujícího zavádění nových technologických opatření ke snižování emisí. Vliv měla také změna skladby průmyslové výroby a vozového parku a složení pohonných hmot. Velký vliv na průběh meziroční proměnlivosti koncentrací NO₂ a NO_x, ale i dalších znečišťujících látek, mají meteorologické a rozptylové podmínky. Relativně strmě klesající trend z 90. let minulého století trval až do roku 2000. Od tohoto roku dochází střídavě k nárůstům a poklesům jak průměrných ročních koncentrací, tak i 19. nejvyšší hodinové koncentrace (obr. IV.3.7). Nejvýraznější nárůsty koncentrací byly zaznamenány v letech 2003, 2006 a 2010, pravděpodobně

apparent in the NO₂ concentrations at all locations (Fig. IV.3.6). The decrease is caused by the greater intensity of solar radiation (particularly of wavelength < 400 nm) in this season, resulting in photo-dissociation of NO₂ to form NO and O (Warneck 2000). Tropospheric ozone is formed from the photo-dissociation products under suitable conditions and thus the tropospheric ozone concentrations are higher in the April–September period (Fig. IV.4.8).

Air pollution by nitrogen oxides in 2017 in relation to the pollution limit level for protection of ecosystems and vegetation

The pollution limit level for the average annual concentration of NO_x (30 μg.m⁻³) was not exceeded in 2017 at any of 19 rural stations with a sufficient amount of data for the evaluation (Tab. XIII.9). The average annual concentration of NO_x decreased from the level of 2016 at 63% of stations (12 of 19 locations) that carried out measurements in both 2016 and 2017.

Construction of the maps of the areal distribution of average annual NO_x concentrations encompasses a combination of measuring and modelling. Values from all the stations measuring NO_x were employed to construct the map of NO_x fields, taking into consideration the above-mentioned information on emissions from mobile sources in the Czech Republic. Higher NO_x concentrations can occur in the vicinity of local roadways in municipalities with heavy traffic levels and dense traffic networks where, however, concentrations are not measured. On the map, point markers designate only rural stations because only at these locations are the average annual NO_x concentrations measured in relation to the pollution limit levels for protection of ecosystems and vegetation (Fig. IV.3.3).

IV.3.2 Trends in nitrogen oxide concentrations

During the 1990's there was a marked decrease in the average annual concentrations of both NO₂ and NO_x and also in the 19th highest hourly NO₂ concentration. This was a result of the sharp decrease in emissions in this period as a result of the legal force of Act No. 309/1991 Coll., and the related introduction of new technological measures to reduce emissions. This was also affected by a change in the composition of industrial production and the vehicle fleet and also in the composition of automotive fuels. Meteorological and dispersion conditions have a great impact on inter-annual variations in NO₂ and NO_x concentrations and also on the

v důsledku nepříznivých meteorologických a rozptylových podmínek, které se v těchto letech vyskytovaly. Od roku 2011 bylo možné pozorovat velmi pozvolně klesající trend všech sledovaných charakteristik (obr. IV.3.8). V roce 2017 došlo ke stagnaci průměrné roční koncentrace celkově na všech typech stanic, ale na samotných dopravních stanicích došlo k mírnému poklesu průměrných ročních koncentrací.

Nejvyšších hodnot bylo dosahováno v celém sledovaném období (2001–2017) v aglomeracích Praha a O/K/F-M. Důvodem je velmi vysoké zatížení těchto oblastí dopravou a v případě aglomerace O/K/F-M i emisemi z průmyslu (obr. IV.3.4). Například v Praze je doprava v současnosti nejvýznamnějším zdrojem emisí oxidů dusíku (ENVIS 2012). Nejnižších úrovní ze sledovaných aglomerací je naopak dosahováno v aglomeraci Brno (obr. V.1).

IV.3.3 Emise oxidů dusíku

Oxidy dusíku (NO_x) se tvoří při spalování paliv v závislosti na teplotě spalování, obsahu dusíku v palivu a přebytku spalovacího vzduchu a vznikají i při některých chemicko-technologických procesech (výroba kyseliny dusičné, amoniaku, hnojiv apod.). Zatímco při spalování paliv v kotlích se podíl NO_2 v emisích NO_x pohybuje obvykle do 5 %, u některých chemicko-technologických procesů může podíl NO_2 představovat až 100 % emisí NO_x (Neužil 2012). Emise NO_x s vyšším podílem NO_2 (10–55 %) produkují diesellové motory (Carslaw et al. 2011).

Největší množství emisí NO_x pochází z dopravy. Sektory 1A3biii – Silniční doprava: Nákladní doprava nad 3,5 t, 1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily, 1A3bii – Lehká užitková vozidla a 1A4cii – Zemědělství, lesnictví, rybolov: Nesilniční vozidla a ostatní stroje se na celorepublikových emisích NO_x v roce 2016 podílely 40,4 %. V sektoru 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla bylo do ovzduší vneseno 26,5 % emisí NO_x (obr. IV.3.9). Klesající trend emisí NO_x v období let 2008–2016 souvisí především s přirozenou obnovou vozového parku a se zavedením emisních stropů a přísnějších emisních limitů pro emise NO_x ze zdrojů v sektoru 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla (obr. IV.3.10).

Podíl jednotlivých typů zdrojů na celkových emi-

concentrations of other pollutants. The relatively sharp decreasing trend in the 1990's lasted until 2000. Since then, there have been alternating increases and decreases in both the average annual concentrations and also in the 19th highest hourly concentration (Fig. IV.3.7). The most marked increases in the concentrations were recorded in 2003, 2006 and 2010, probably as a result of unfavourable meteorological and dispersion conditions in those years. Since 2011, it has been possible to observe a rather slow decreasing trend in all the monitored characteristics (Fig. IV.3.8). In 2017, a stagnation occurred in the average annual concentration overall at all types of stations; however, at traffic stations alone there was a slight decrease in average annual concentrations.

The highest values were attained in the monitored period (2001–2017) in the Prague and O/K/F-M agglomerations. This was because of the very high burden of these areas by traffic and, at the O/K/F-M agglomeration, also by industrial emissions (Fig. IV.3.4). For example, in Prague, traffic is currently the most significant source of nitrogen oxide emissions (ENVIS 2012). Of the monitored agglomerations, the lowest levels were measured in the Brno agglomeration (Fig. V.1).

IV.3.3 Nitrogen oxide emissions

Nitrogen oxides (NO_x) are formed in the combustion of fuels in dependence on the temperature of combustion, nitrogen content of the fuel and excess of combustion air and are also formed in some chemical-technological processes (production of nitric acid, ammonia, fertilisers, etc.). While in combustion of fuels in boilers the fraction of NO_2 in NO_x emissions is usually up to 5%, the fraction of NO_2 in some chemical-technological processes can reach up to 100% of total NO_x emissions (Neužil 2012). NO_x emissions with higher fraction of NO_2 (10–55%) are produced by diesel engines (Carslaw et al. 2011).

The greatest amounts of NO_x emissions are produced by transportation. Sectors 1A3biii – Road transport: Heavy duty vehicles and buses, 1A3bi – Road transport: Passenger cars, 1A3bii – Road transport: Light duty vehicles and 1A4cii – Agriculture/Forestry/Fishing: Off-road vehicles and other machinery contributed 40.4% to national NO_x emissions in 2016. An amount of 26.5% of NO_x emissions was emitted into the air in sector 1A1a – Public electricity and heat production (Fig. IV.3.9). The decreasing trend in NO_x emissions in the 2008–2016 period is related primarily to natural renewal of the vehicle fleet and the introduction of emission ceilings and stricter

IV.3 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXIDY DUSÍKU

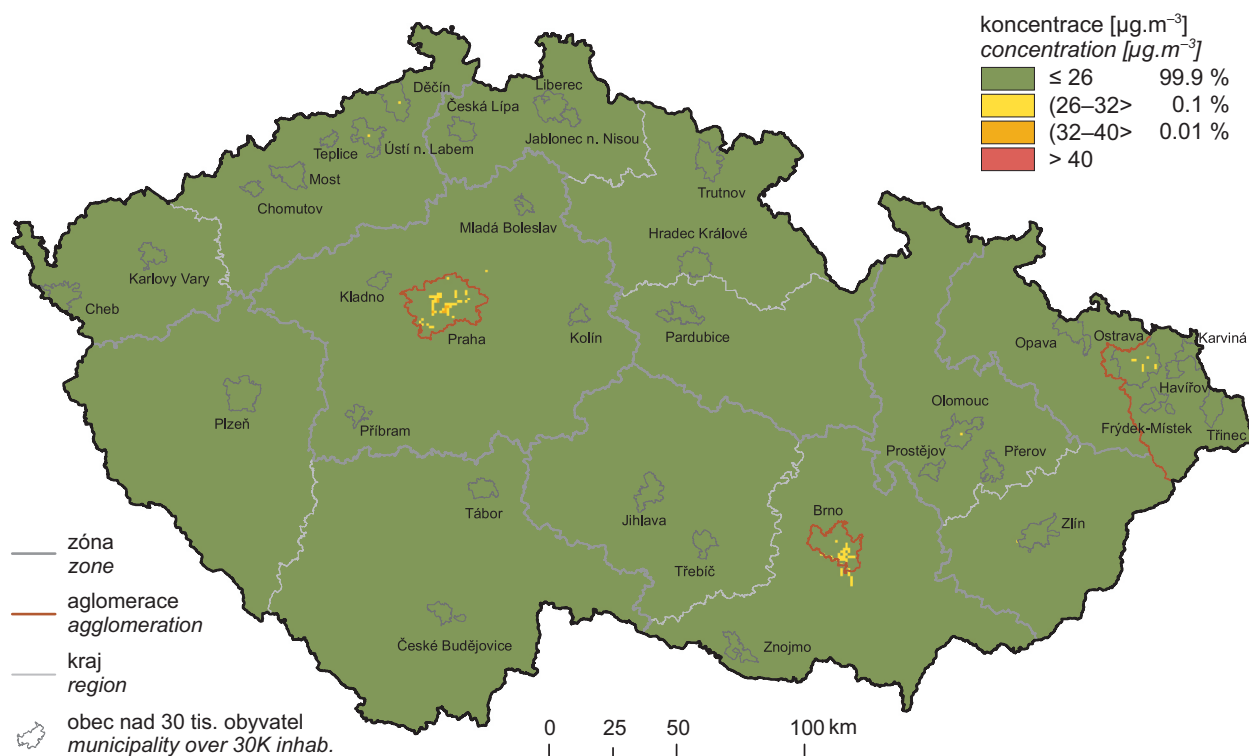
IV.3 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – NITROGEN OXIDES

sích se liší podle konkrétní skladby zdrojů v dané oblasti. Produkce emisí NO_x je soustředěna především podél dálnic, komunikací s intenzivní dopravou, ve velkých městech a v krajích (Ústecký, Středočeský, Moravskoslezský), ve kterých jsou umístěny významnější energetické výrobní celky (obr. IV.3.11).

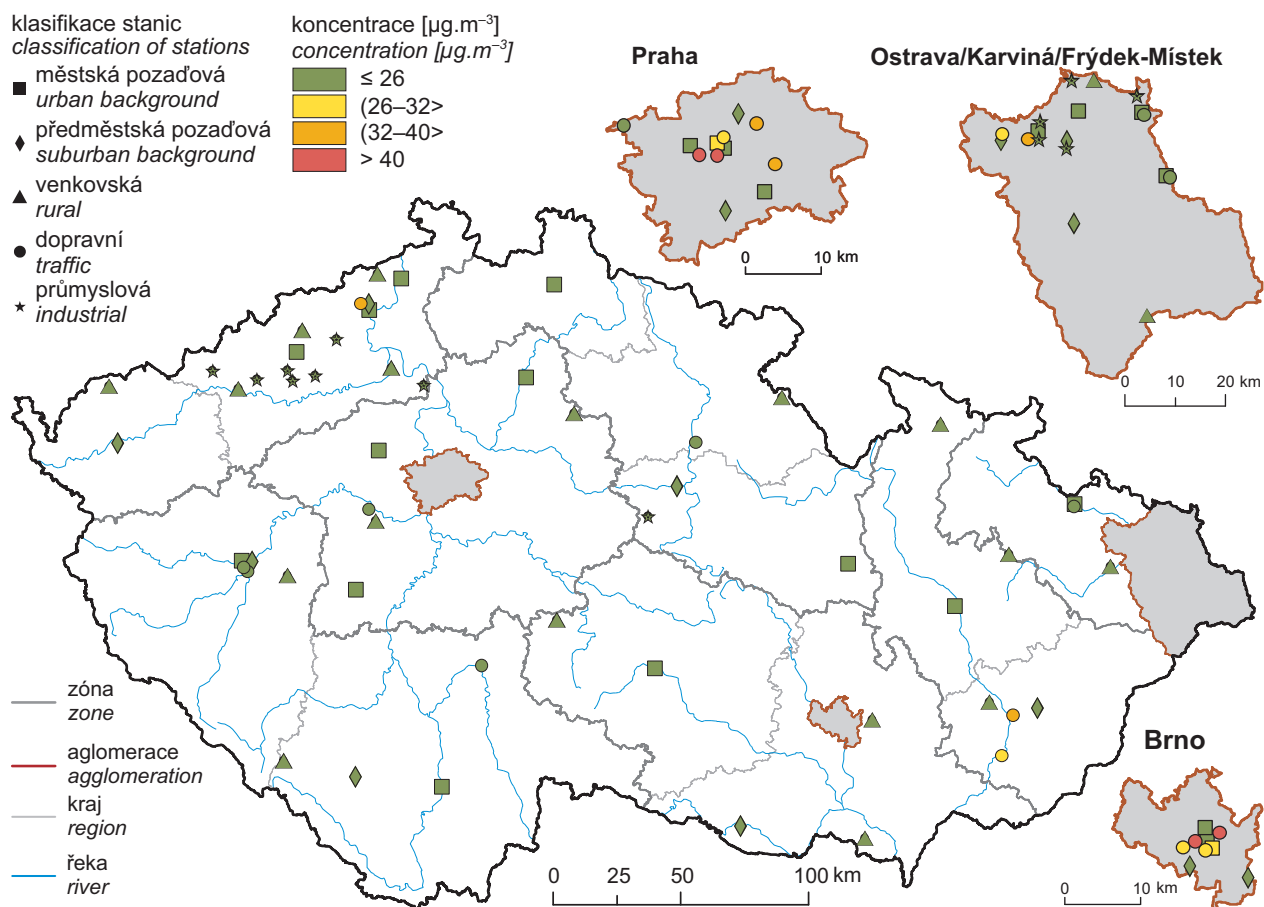
emission limit levels for NO_x emissions from sources in sector 1A1a – Public electricity and heat production (Fig. IV.3.10).

The contributions of particular emission sources differ depending on the composition of sources in a given area. The production of NO_x emissions is concentrated primarily along motorways, roadways with heavy traffic and in large cities and in the regions in which more significant energy production facilities are located (Ústí, Central Bohemian and Moravian-Silesian) (Fig. IV.3.11).

IV.3 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXIDY DUSÍKU
 IV.3 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – NITROGEN OXIDES



Obr. IV.3.1 Pole roční průměrné koncentrace NO₂, 2017
 Fig. IV.3.1 Field of annual average concentration of NO₂, 2017

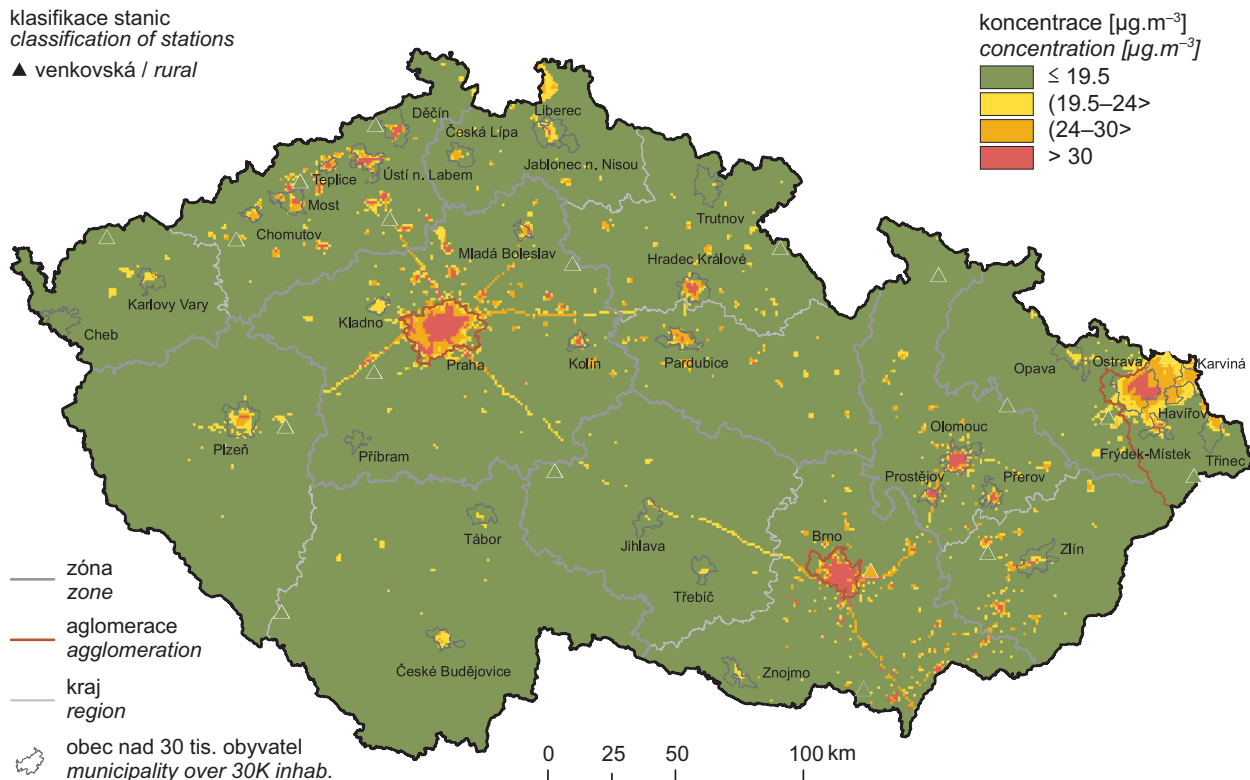


Obr. IV.3.2 Roční průměrné koncentrace NO₂ měřené na stanicích imisního monitoringu, 2017
 Fig. IV.3.2 Annual average concentrations of NO₂ in the ambient air quality network, 2017

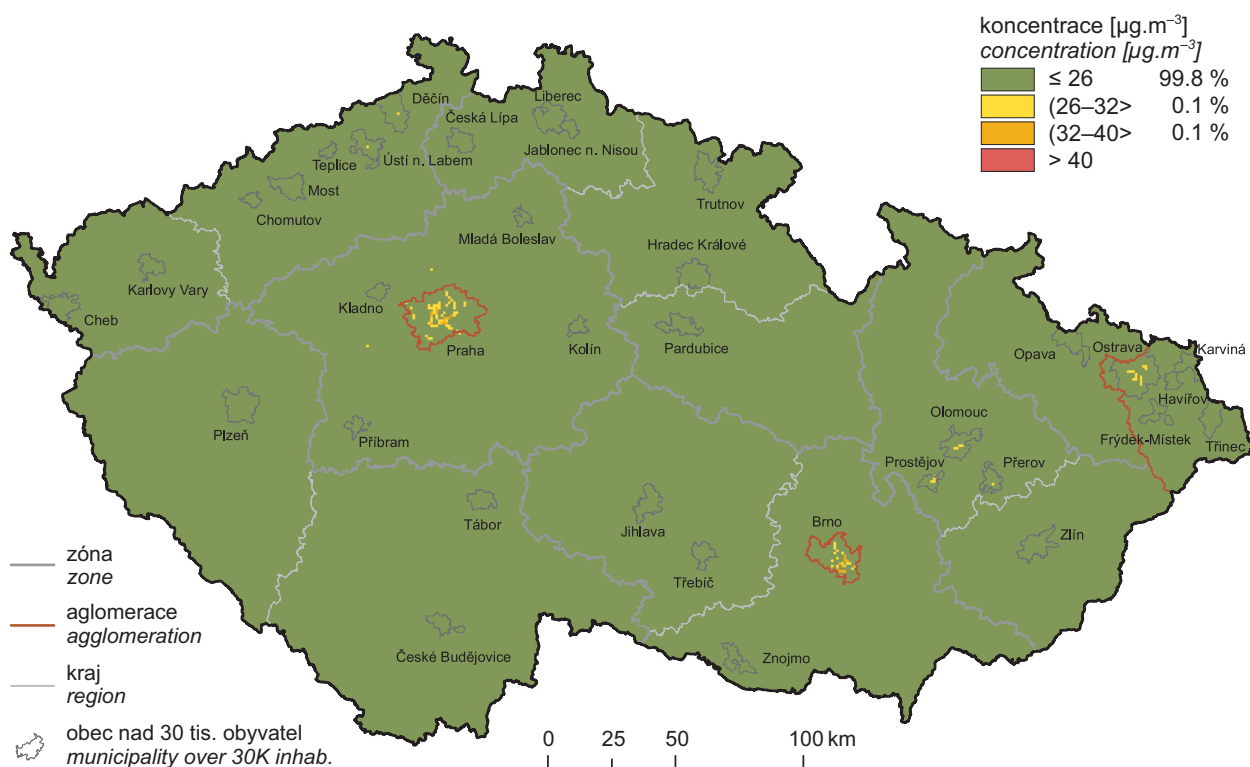
IV.3 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXIDY DUSÍKU IV.3 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – NITROGEN OXIDES

klasifikace stanic
classification of stations

▲ venkovská / rural

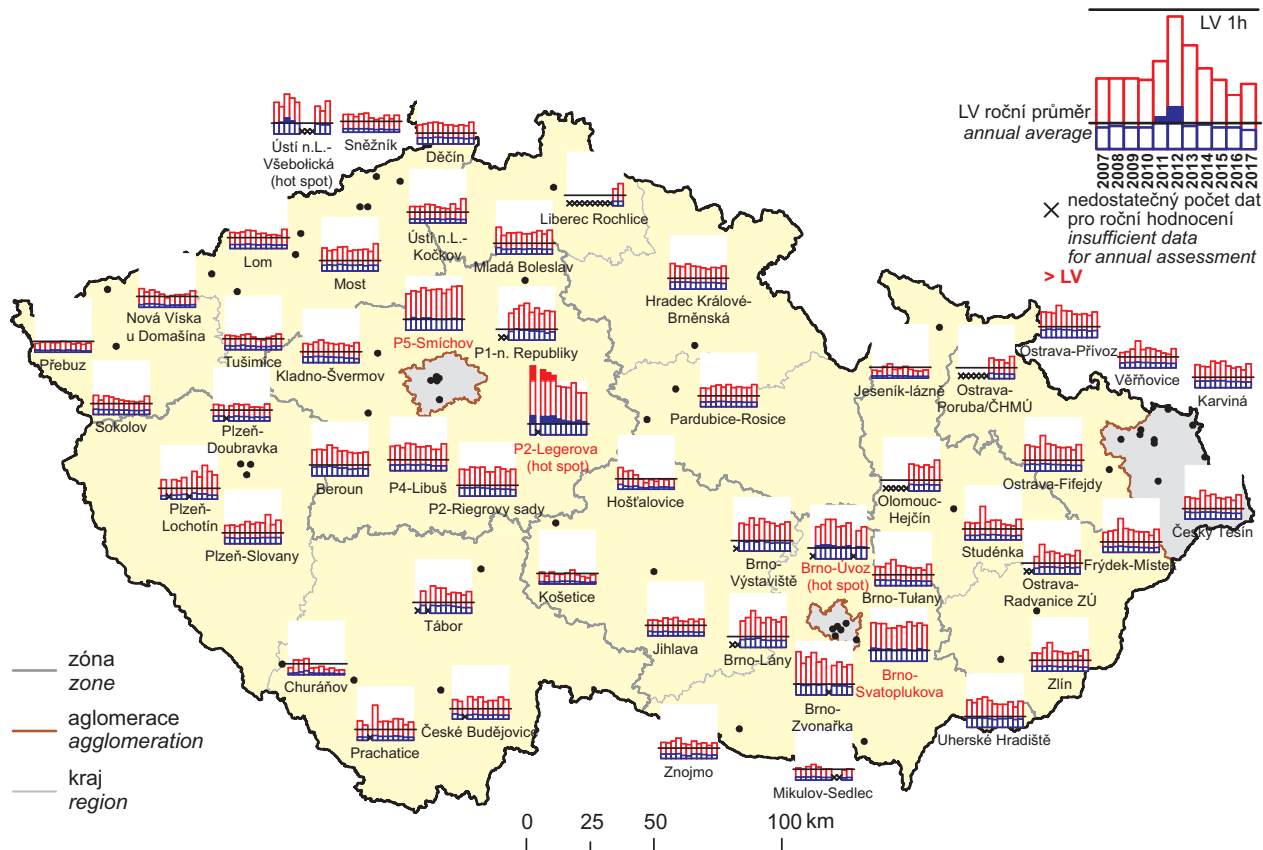


Obr. IV.3.3 Pole roční průměrné koncentrace NO_x , 2017
Fig. IV.3.3 Field of annual average concentration of NO_x , 2017



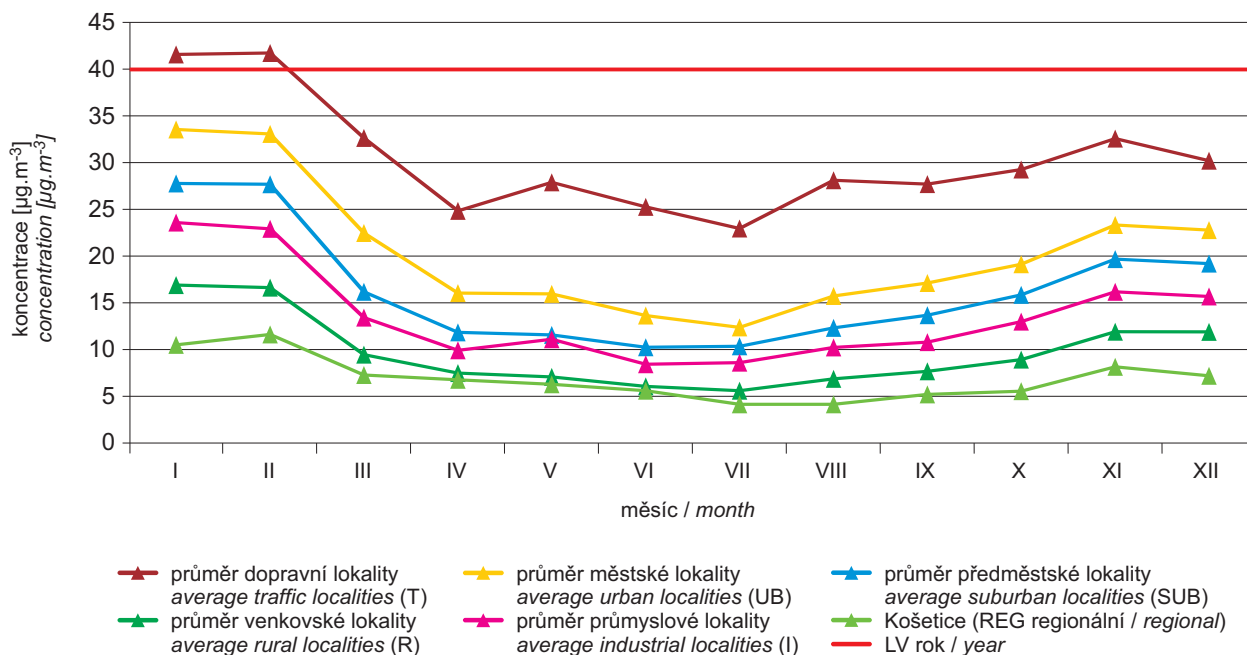
Obr. IV.3.4 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací NO_2 , 2013–2017
Fig. IV.3.4 Five-year average of annual average concentrations of NO_2 , 2013–2017

IV.3 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXIDY DUSÍKU IV.3 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – NITROGEN OXIDES



Obr. IV.3.5 19. nejvyšší hodinové koncentrace a roční průměrné koncentrace NO₂ na vybraných stanicích, 2007–2017

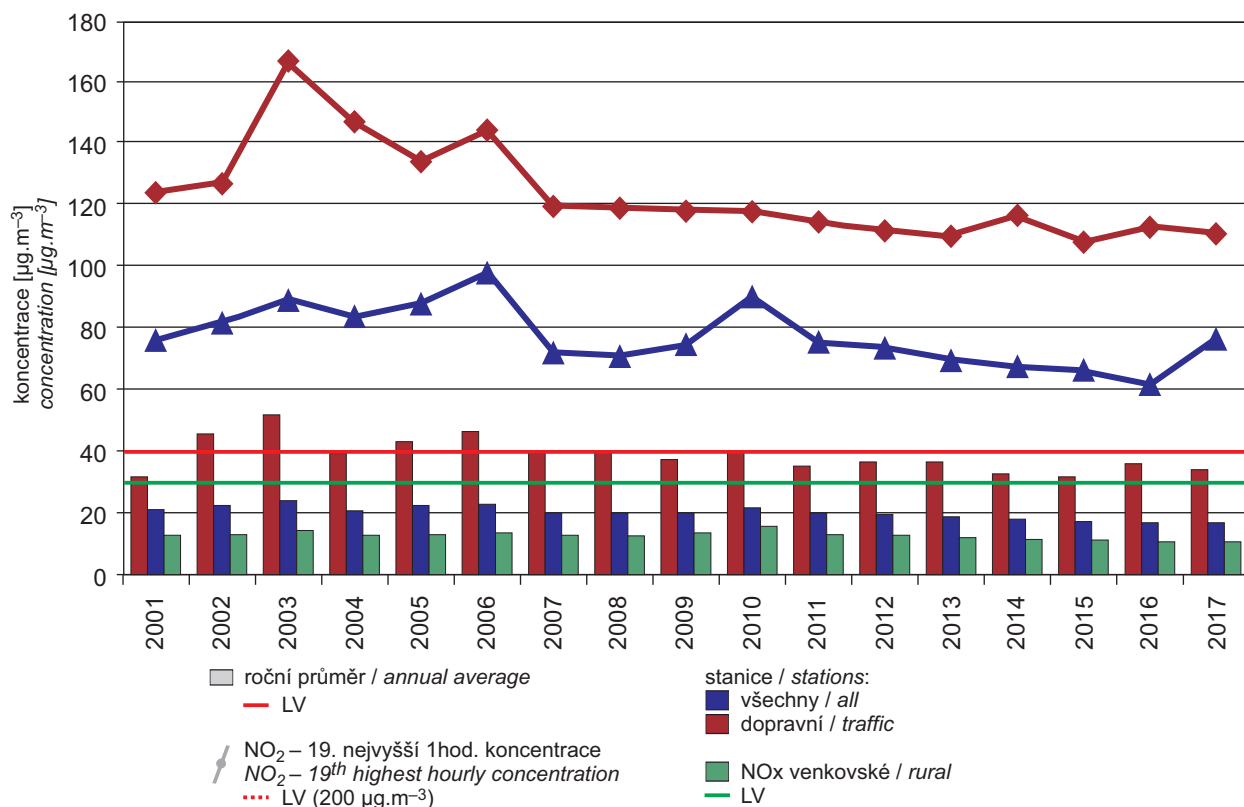
Obr. IV.3.5 19th highest hourly concentrations and annual average concentrations of NO₂ at selected stations, 2007–2017



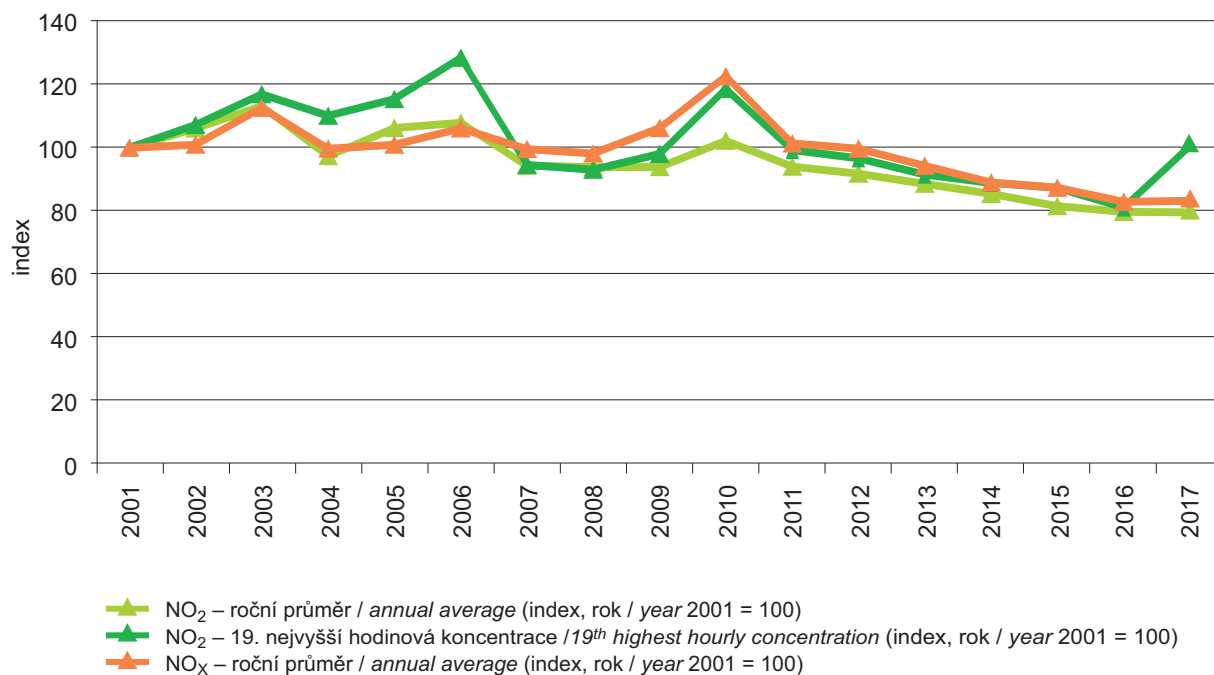
Obr. IV.3.6 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací NO₂ (průměry pro daný typ stanice), 2017

Fig. IV.3.6 Annual course of average monthly concentrations of NO₂ (averages for the given type of station), 2017

IV.3 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXIDY DUSÍKU
IV.3 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – NITROGEN OXIDES



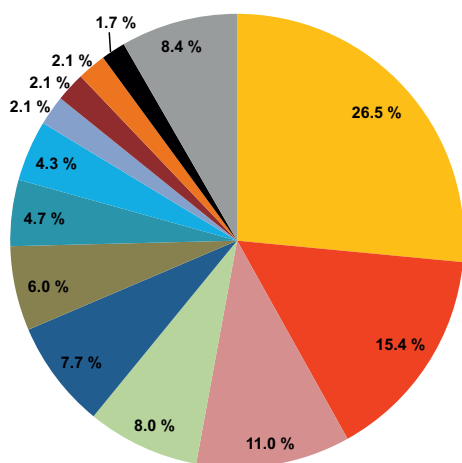
Obr. IV.3.7 Trendy ročních charakteristik NO₂ a NO_x v České republice, 2001–2017
Fig. IV.3.7 Trends of NO₂ and NO_x annual characteristics in the Czech Republic, 2001–2017



Obr. IV.3.8 Trendy vybraných imisních charakteristik NO₂ a NO_x (index, rok 2001 = 100), 2001–2017
Fig. IV.3.8 Trends of selected characteristics of NO₂ and NO_x (index, year 2001 = 100), 2001–2017

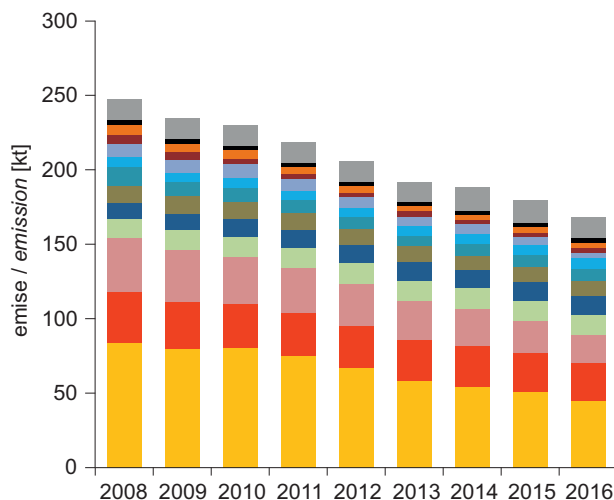
IV.3 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXIDY DUSÍKU IV.3 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – NITROGEN OXIDES

- 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla / Public electricity and heat production
- 1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily / Road transport: Passenger cars
- 1A3biii – Silniční doprava: Nákladní doprava nad 3,5 tuny / Road transport: Heavy duty vehicles and buses
- 1A4cii – Zemědělství, lesnictví, rybolov: Nesilniční vozidla a ostatní stroje / Agriculture/Forestry/Fishing: Off-road vehicles and other machinery
- 1A4bi – Lokální vytápění domácností / Residential: Stationary
- 1A3bii – Lehká užitková vozidla / Road transport: Light duty vehicles
- 1A2f – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Minerální nekovové produkty / Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-metallic minerals
- 1A4ai – Služby / instituce: Stacionární spalovací zdroje / Commercial/institutional: Stationary
- 1A2c – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Chemický průmysl / Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Chemicals
- 1A2a – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Železo a ocel / Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Iron and steel
- 1A1c – Zpracování uhlí (brikety, koks, zplyňování) / Manufacture of solid fuels and other energy industries
- 1A3c – Železniční doprava / Railways
- Ostatní / Other



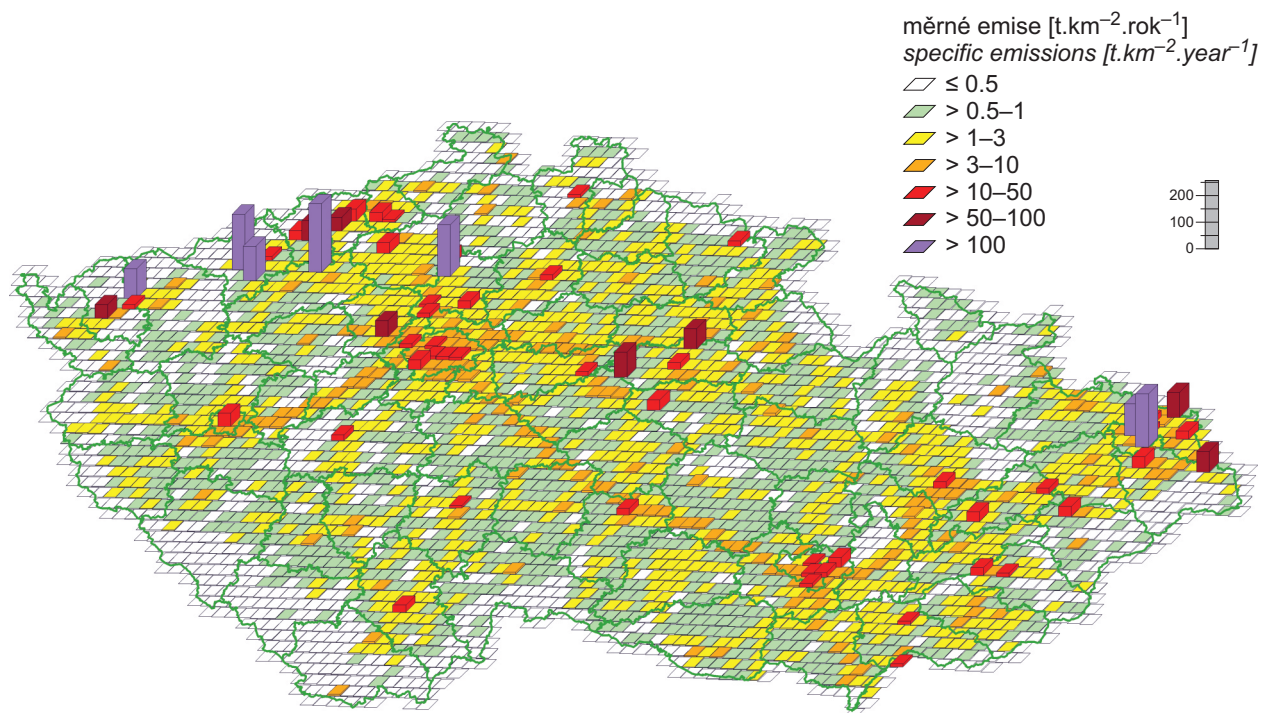
Obr. IV.3.9 Podíl sektorů NFR na celkových emisích NO_x, 2016

Fig. IV.3.9 Total emissions of NO_x sorted out by NFR sectors, 2016



Obr. IV.3.10 Vývoj celkových emisí NO_x, 2008–2016

Fig. IV.3.10 The development of NO_x total emissions, 2008–2016



Obr. IV.3.11 Emisní hustoty oxidů dusíku ze čtverců 5x5 km, 2016

Fig. IV.3.11 Nitrogen oxide emission density from 5x5 km squares, 2016