

PŘÍLOHA II

Kvalita ovzduší na území České republiky během nouzových stavů

V důsledku šíření nákazy koronavirem SARS-CoV-2 a s ním spojeným onemocněním COVID-19 byl v České republice v roce 2020 opakovaně vyhlášen nouzový stav a s ním spojena celá řada opatření, která více či méně omezovala různé činnosti. **Některá z nich měla vliv na množství emisí znečišťujících látek a tím na kvalitu ovzduší**, čemuž se věnovala i řada studií v zahraničí (Gkatzelis 2021).

Nouzový stav byl v ČR v roce 2020 poprvé vyhlášen 12. 3. 2020 a trval 66 dní do 17. 5. 2020. Další nouzový stav pak byl vyhlášen při eskalaci druhé vlny epidemie 5. 10. 2020. Ten trval až do 11. 4. 2021.

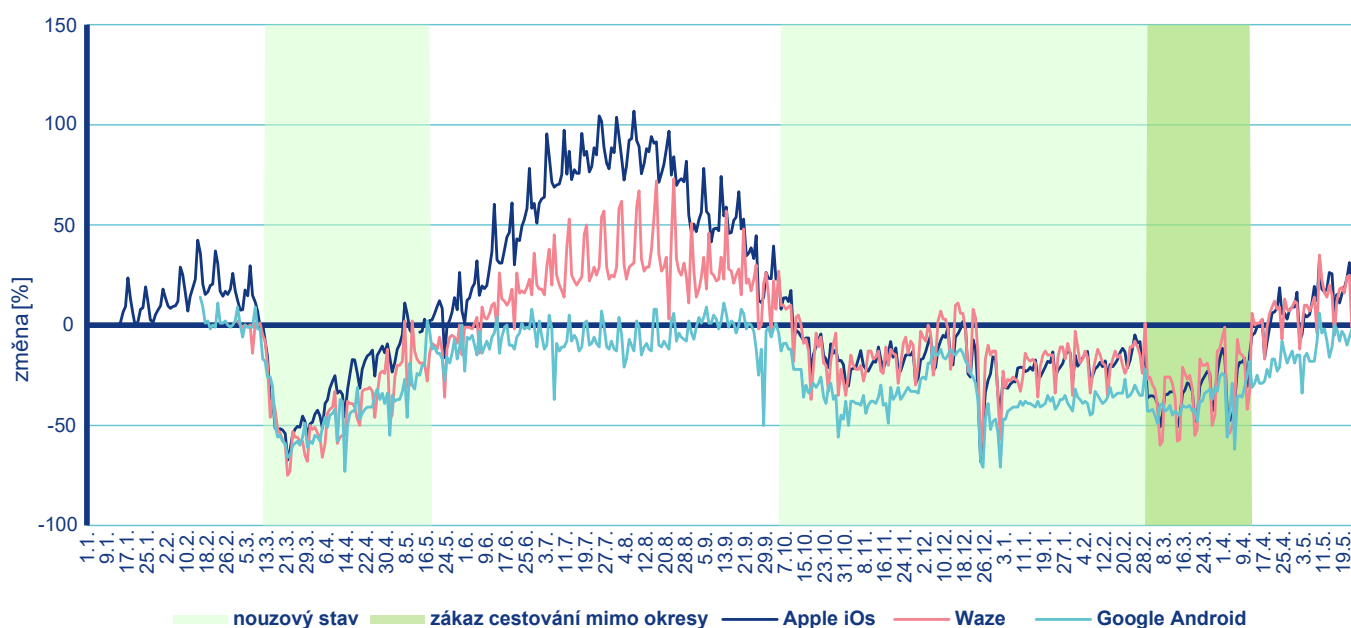
Upozorňujeme, že v rámci této kapitoly ročenky pro rok 2020 byly z důvodu kompletnosti zhodnoceny i hodnoty z prvních měsíců roku 2021 tak, aby bylo možné analyzovat období nouzového stavu jako celek. Zároveň však tímto připomínáme, že veškerá data za první měsíce roku 2021 jsou pouze operativní a po kompletní verifikaci se mohou konečně hodnoty lišit.

Z pohledu kvality ovzduší byly zásadní tři kategorie opatření:

- **omezení pohybu a sociálních kontaktů** – výrazné omezení cestování, dojíždění do zaměstnání, služebních cest atd.
- **delší čas strávený v domácnostech**
- **omezení provozu u průmyslových provozů**

V ČR nebyla situace taková, že by se výrazněji omezoval chod průmyslových provozů tak, jako tomu bylo v některých jiných zemích. K významnému omezení emisí z průmyslu tedy nedošlo. Naopak **snížení dopravní intenzity bylo na celém území znatelné a s tím souvisel i pokles emisí znečišťujících látek z dopravy, zejména NO_x** . **Více času stráveného v domácnostech mohlo ovlivnit množství emisí z vytápění**, a to zejména v období topné sezony. Vytápění je v současnosti celkově nejvýznamnějším zdrojem emisí suspendovaných částic PM a na nich navázaného karcinogenního BaP v ČR.

Hodnocení vlivu nouzového stavu na kvalitu ovzduší je velmi komplikované, protože vstupuje do hry **celá řada dalších faktorů**, které fungují zcela nezávisle na lidských aktivitách a které mohou mít v některých situacích i vliv zásadní. Nejvýznamnější jsou v tomto ohledu **meteorologické podmínky**, a to především teplota vzduchu (determinuje míru vytápění), množství srážek (srážky procesem mokré depozice vymývají znečišťující látky



Obr. 1 Vývoj mobility obyvatelstva v České republice od začátku roku 2020 do druhé poloviny května 2021. Vyjádřeno v procentech změny proti dlouhodobým průměrům. (zdroj dat: Google 2021; Waze 2021; Apple 2021)

z ovzduší), rychlost větru a teplotní zvrstvení atmosféry (hlavní faktory determinující rozptylovou situaci, tedy to, jak dobře se látky v přízemní vrstvě atmosféry rozptylují).

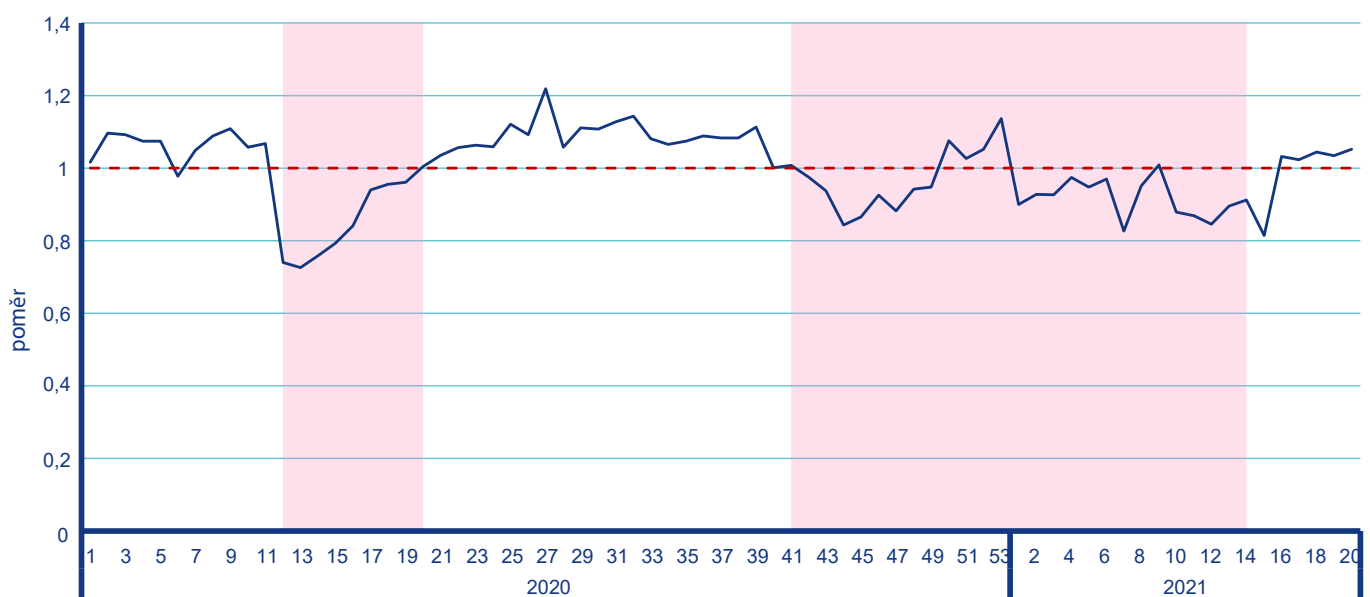
Pozornost je v kontextu vlivu protiepidemických opatření na kvalitu ovzduší věnována zejména oxidům dusíku, tedy oxidu dusičitému (NO_2) a oxidu dusnatému (NO), jejichž hlavním zdrojem je v ČR právě doprava. Vztah mezi intenzitou dopravy a emisemi není lineární, záleží například na plynulosti dopravy či typu vozidel a teplotě vzduchu. Linearita neplatí ani mezi množstvím emisí a naměřenými koncentracemi, a to z důvodu dalších faktorů, jako jsou meteorologické podmínky. Jarní analýza periody od 16. 3. do 19. 4. 2020 ukázala (ČHMÚ 2020), že průměrná koncentrace NO_2 ze všech měřících stanic za hodnocené období byla v hodnocené období nejnižší za posledních 6 let. Oproti 5letému průměru 2015–2019 byla nižší o $2,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, tedy o 13 %. Nejvýraznější byl přitom pokles na stanicích dopravních.

Prokázat pokles intenzity dopravy je možné několika způsoby, a to využitím sčítačů dopravy, analýzou množství čerpaného paliva či například využitím anonymizovaných geolokačních údajů od uživatelů mobilních telefonů (ať už prostřednictvím dat o SIM kartách či z operačních systémů nebo aplikací pro sdílenou dopravu). Absolutní hodnoty nelze navzájem srovnávat, protože jsou každým zdrojem počítány odlišně. Důležité jsou však především trendy. Výpočet mobility obyvatelstva je založen na datech společnosti Google a vychází z pohybu uživatelů operačních systémů Android. Hodnoty v denním kroku vyjadřují míru mobility ve srovnání s dlouhodobým průměrem. Hodnoty nad hranicí 0 % tedy ukazují nadprůměrný stav, hodnoty pod 0 % naopak stav podprůměrný. K největšímu propadu došlo po vyhlášení prvního nouzového stavu v polovině března (Obr. 1). Následně se stav postupně vracel do normálu a na konci června se dostal na víceméně běžné hodnoty. Postupný pokles, tentokrát méně dramatický,

byl zaznamenán opět od začátku října, tedy přibližně koreloval s vyhlášením druhého nouzového stavu. V březnu byl pokles až o více než 60 %, v říjnu jen cca o 40 %. Významnější propad pak byl zaznamenán ještě na konci roku, což hlavně souviselo se setrváním obyvatelstva ve svých domovech mezi svátky. Navíc možnosti cestování byly velmi omezené. Začátkem března 2021 byl vydán zákaz cestování za hranice okresu.

ČHMÚ provozuje sčítač dopravy u dopravní stanice Ústí n. L.-Všebořická (hot-spot). Data z této stanice potvrzují, že zatímco první dva měsíce roku byla intenzita dopravy oproti průměru 2016–2019 spíše mírně nadprůměrná, ve 12. týdnu (což odpovídá začátku nouzového stavu na jaře) došlo k poklesu o cca 25 až 30 % (Obr. 2). Další pokles od cca 40. týdne (28. 9. 2020) byl postupný, pouze o cca 15 až 20 %. Vzhledem k totožným opatřením v celé republice se lze domnívat, že podobná situace byla i v dalších městech a obcích. Svědčí o tom i fakt, že došlo v dubnu k poklesu poptávky po pohonných hmotách o přibližně 30 % (Loula 2021).

Pokusit se odhadnout podíl vlivu jednotlivých faktorů je velmi komplikované a vzhledem k obrovskému množství různých faktorů víceméně nereálné. Jednou z možností, jak alespoň zhruba odhadnout rozdíl v emisích z dopravy a míru zlepšení v důsledku nouzového stavu, je srovnat relativní koncentrace na dopravní a pozadové stanici, které jsou blízko sebe. Vycházíme z předpokladu, že meteorologické podmínky jsou v lokalitě umístění obou stanic obdobné. Můžeme tedy srovnat dlouhodobý poměr mezi jednotlivými znečišťujícími látkami mezi dopravní a blízkou pozadovou stanicí a sledovat, zda se tento poměr během nouzového stavu lišil. Pokud by se projevoval pozitivní vliv poklesu dopravy na kvalitu ovzduší, lze očekávat, že na dopravních stanicích bude situace relativně lepší ve srovnání s dlouhodobým průměrem než na stanicích pozadových, kde mají emise NO_x z dopravy menší vliv.



Obr. 2 Poměr počtu vozidel v jednotlivé týdny oproti dlouhodobému průměru 2016–2019 pro daný týden ze sčítače vozidel v lokalitě Ústí nad Labem-Všebořická. Růžově je vyznačena doba nouzového stavu, červená přerušovaná linka značí poměr 1.

Nouzový stav mohl mít vliv i na koncentrace suspendovaných částic PM_{10} , v tomto případě však negativní. Z geolokačních dat uživatelů Android vyplývá, že pobyt lidí v domácnostech se během obou nouzových stavů zvýšil (Obr. 3). Na počátku nouzového stavu na jaře byl nárůst kolem 20–25 %, na podzim kolem 10–15 % a kolem Vánoc až kolem 30 %. K dalšímu viditelnému zvýšení došlo po vyhlášení zákazu cestování mezi okresy.

Počasí během druhé poloviny března a začátku dubna bylo velmi chladné a míra vytápění během začátku prvního nouzového stavu byla tedy relativně vysoká. Druhý nouzový stav pak byl vyhlášen už v době začínající topné sezony. Ačkoliv má na koncentraci PM_{10} vliv i doprava, plošný vliv meteorologických podmínek a vytápění na území celé republiky jako takové je výrazně vyšší. Již zpráva ČHMÚ z června 2020 o vlivu nouzového stavu na kvalitu ovzduší (ČHMÚ 2020) ukázala, že koncentrace PM_{10} byly během prvních týdnů nouzového stavu nejvyšší za dobu hodnocení (posledních 6 let). Do hry navíc mohly vstoupit ještě další faktory, jako byl například dálkový přenos písku z pouště v Turkmenistánu právě v prvních týdnech nouzového stavu v březnu 2020, který velmi výrazně a plošně zhoršil koncentrace částic PM_{10} .

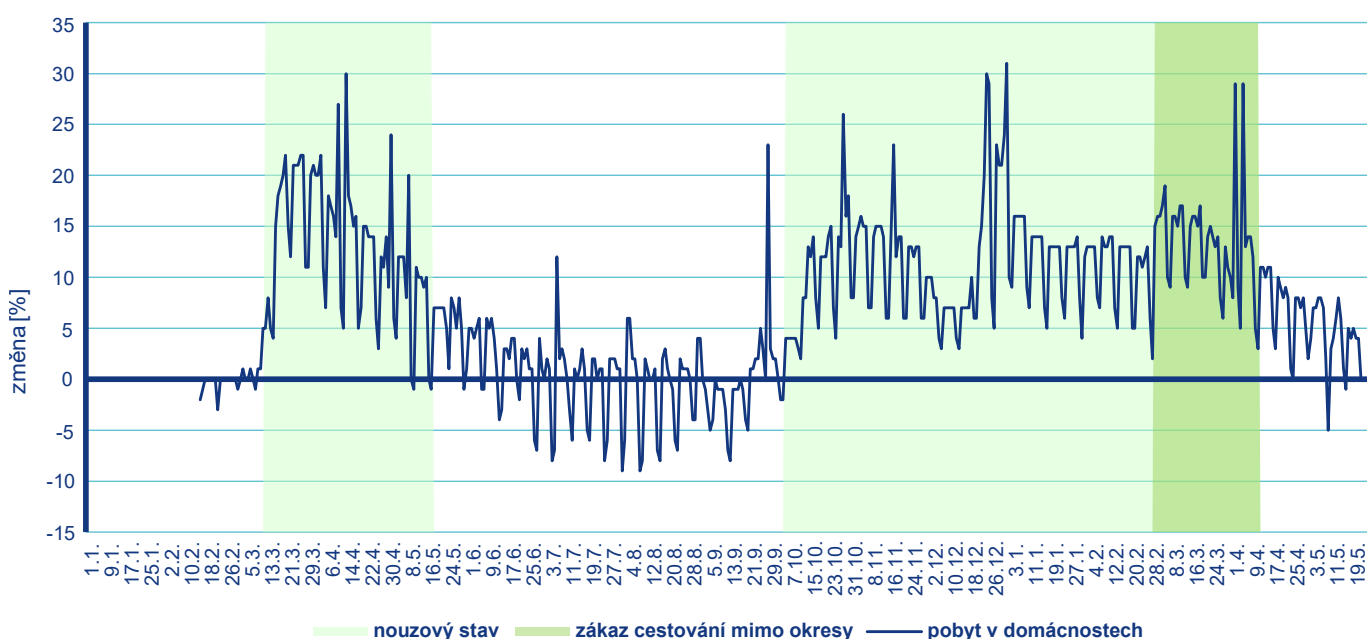
Grafy na Obr. 4a a 4b jsou příkladem srovnání dopravní a požadové stanice – konkrétně dopravní stanice Brno-Úvoz (hot spot) a požadové předměstské stanice Brno-Tuřany. Obě stanice jsou od sebe vzdušnou čarou vzdáleny necelých 10 km, proto lze očekávat, že meteorologické i rozptylové podmínky zde dlouhodobě budou velmi podobné. Byly zkonstruovány dva grafy – jeden pro NO_x a druhý pro PM_{10} . Graf ukazuje průměrný poměr mezi koncentracemi na stanici Brno-Úvoz a Brno-Tuřany (Brno-Úvoz/Brno-Tuřany), a to jako průměr 2016 až 2019 a dále pro rok 2020 a 2021. V grafu je také vyznačeno období nouzového stavu a období zákazu cestování mimo okresy. Více než rozdíl oproti dlouhodobému průměru, který může být

z velké části dán meteorologickými a rozptylovými podmínkami, nás tedy zajímají rozdíly mezi oběma grafy – situace, kdy u jedné látky jsou hodnoty poměru vyšší než je dlouhodobý průměr u jiné látky naopak nižší.

Na prvním grafu (Obr. 4a) pro NO_x je vidět výrazně vyšší poměr v roce 2020 v únoru. Pravděpodobnou příčinou tohoto výrazně vyššího poměru je fakt, že jak již bylo zmíněno, únor 2020 byl z hlediska meteorologických poměrů výjimečný. Na dopravní stanici jsou vyšší emise z dopravy, proto zde mají meteorologické podmínky menší vliv než na stanici předměstské požadové. To ukazuje i druhý graf pro PM_{10} (Obr. 4b), kde je také vidět výrazně vyšší poměr mezi koncentracemi v únoru 2020. Na obou grafech je tedy poměr vyšší než dlouhodobý průměr. Po vyhlášení nouzového stavu v březnu 2020 je vidět, že opravdu došlo ke změně, tentokrát však opačné – poměr byl výrazně nižší, než je průměr 2016–2019. Zde je pravděpodobným vysvětlením právě pokles emisí. Potvrzuje to i fakt, že na druhém grafu pro PM_{10} takový pokles v roce 2020 pozorován není. Velmi podobný pokles je pak patrný například také v březnu 2021, s vyhlášením zákazu cestování mimo okresy. Tento pokles poměru v roce 2021 ve srovnání s průměrem 2016–2019 je rovněž patrný pouze u grafu pro NO_x , nikoliv u PM_{10} .

Grafy na Obr. 5 a 6 ukazují poměr koncentrací NO_x a PM_{10} v roce 2020 a 2021 v jednotlivých týdnech v roce oproti průměru 2016–2019 po daný týden a stanici.

Opět vycházíme z předpokladu, že vliv meteorologických a rozptylových podmínek byl na obě stanice podobný. Vidíme, že 12. týden v roce 2020 se trend poměrů obou stanic rozchází – hodnoty na stanici Brno-Tuřany jsou relativně k dlouhodobému průměru vyšší než na dopravní stanici Brno-Úvoz. To opět naznačuje, že pokles emisí NO_x byl znatelný a nezávisle na absolutních hodnotách koncentrací lze říci, že

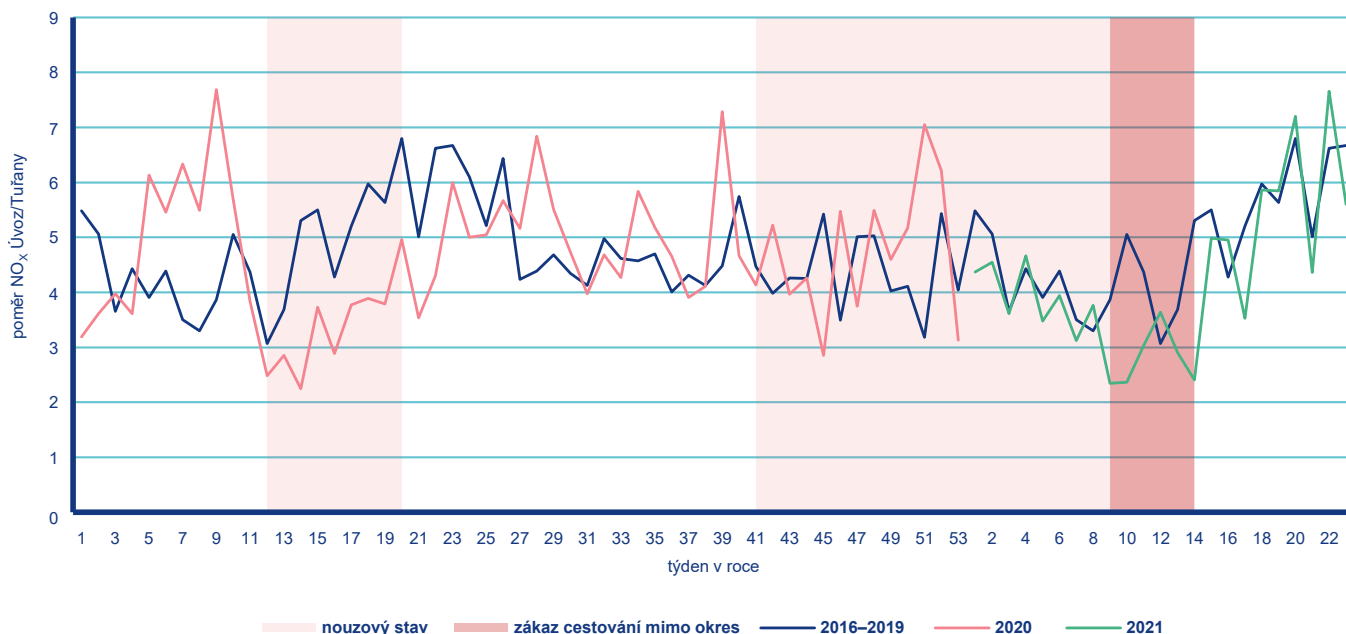


Obr. 3 Vývoj doby strávené v domácnostech v České republice od začátku roku 2020 do druhé poloviny května 2021. Vyjádřeno v procentech změny oproti dlouhodobému průměru (zdroj dat: Google 2021).

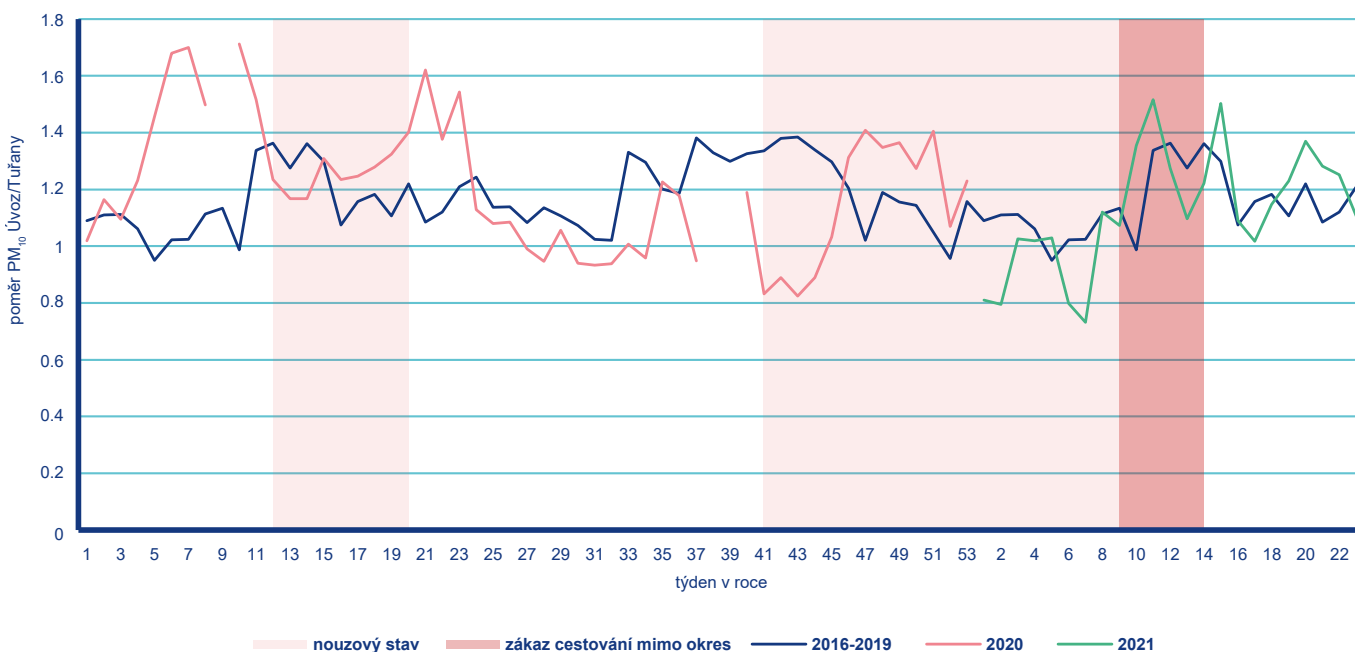
v absenci nouzového stavu by byly hodnoty na dopravní stanici vyšší. Další výraznější odchylka je patrná kolem 9. týdne roku 2021 – přesně v moment, kdy byl vydán zákaz cestování mimo okresy.

Graf na Obr. 6 je totožný s grafem na Obr. 5, avšak tentokrát je zkonstruován pro PM_{10} . Zde je ale patrné, že poměry jsou na obou stanicích v průběhu celého období velmi podobné. To opět potvr-

zuje, že na koncentrace PM_{10} měl nouzový stav vliv minimální, a pokud nějaký, spíše vedl k navýšení koncentrací, a to zejména v místech, kde je vysoký podíl vytápění na tuhá paliva. V okolí obou analyzovaných stanic se vytápí převážně centrálně, proto se zde vliv vytápění a většího pobytu v domácnostech příliš neprojevuje, nicméně tento graf dokazuje, že běžně jsou průběhy poměrů na obou stanicích obdobné.



Obr. 4a Poměr mezi koncentracemi NO_x na stanici Brno-Úvoz a Brno-Tuřany (Brno-Úvoz/Brno-Tuřany) v jednotlivé týdny v roce. Uveden je průměr 2016–2019 a hodnoty v roce 2020 a 2021. Vyznačeno je také období vyhlášení nouzového stavu a období zákazu cestování mezi okresy



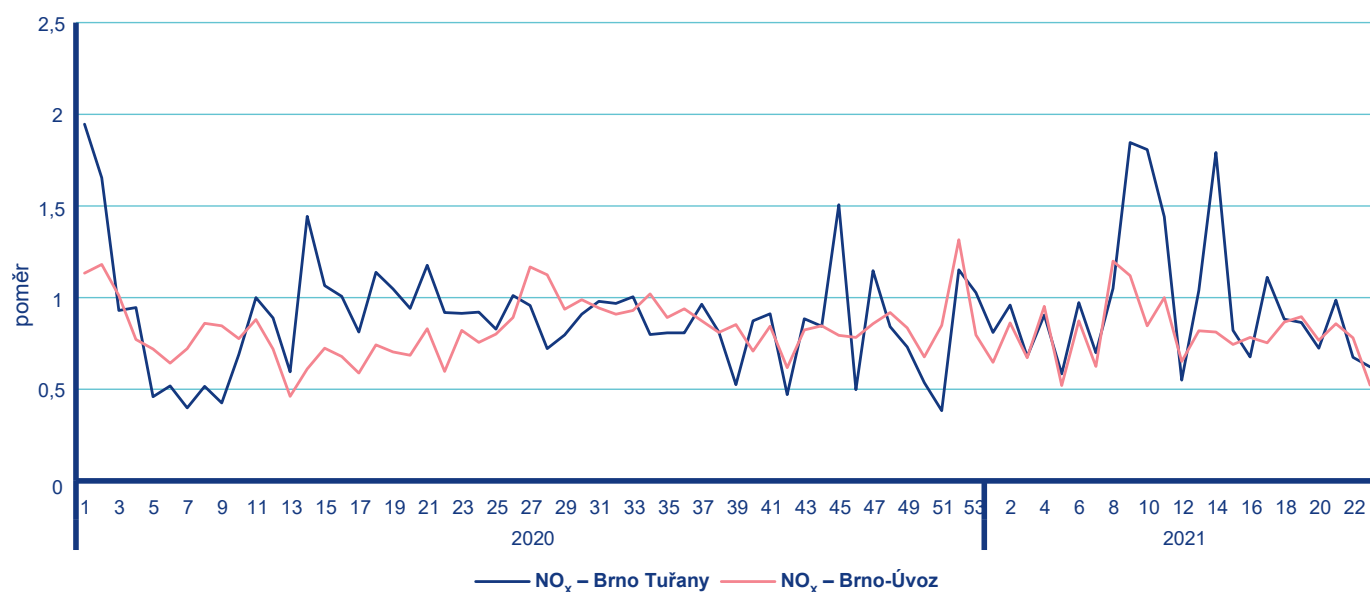
Obr. 4b Poměr mezi koncentracemi PM_{10} na stanici Brno-Úvoz a Brno-Tuřany (Brno-Úvoz/Brno-Tuřany) v jednotlivé týdny v roce. Uveden je průměr 2016–2019 a hodnoty v roce 2020 a 2021. Vyznačeno je také období vyhlášení nouzového stavu a období zákazu cestování mezi okresy

S ohledem na přijatá opatření a na hlavní kategorie zdrojů znečišťování ovzduší v ČR můžeme říci, že vliv nouzového stavu na kvalitu ovzduší zde byl relativně malý, například ve srovnání s některými jinými zeměmi v Evropě i jinde ve světě (EEA 2020).

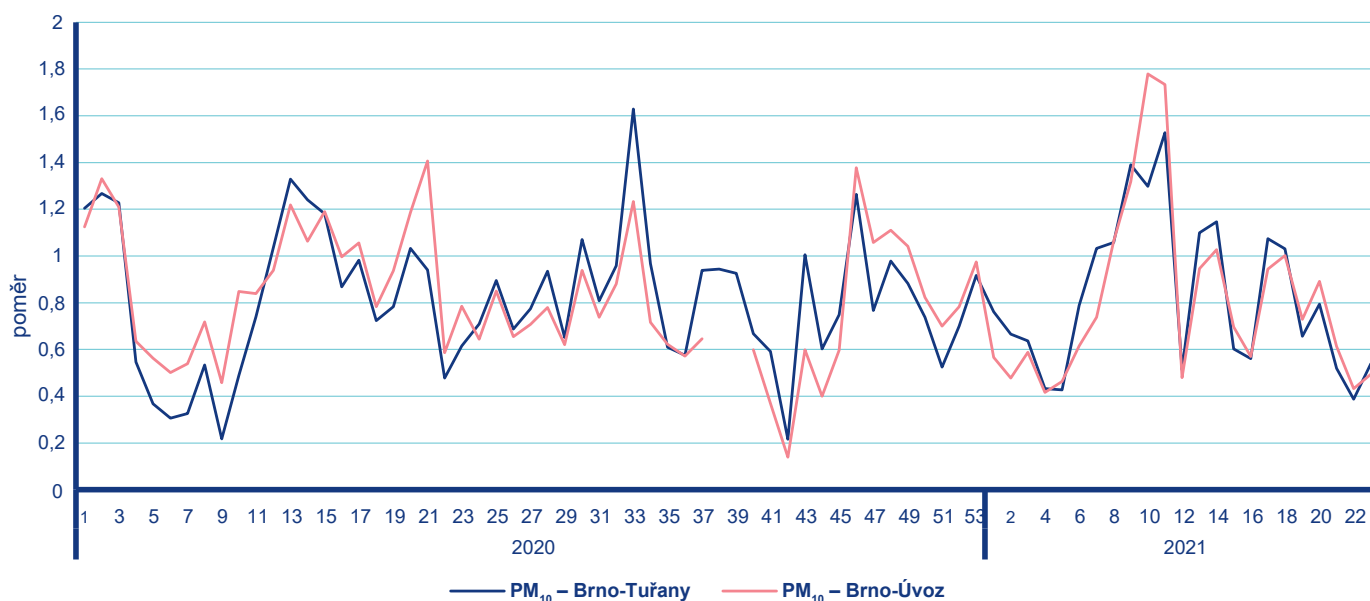
V jiných zemích, kde má doprava a průmysl výrazně vyšší podíl na celkovém znečištění, se opatření omezující právě tyto dvě kategorie zdrojů mohla velmi výrazně na koncentracích znečišťujících látek podepsat. Navíc jsou v Evropě místa, kde jsou dlouhodobě koncentrace NO_x vyšší než v ČR z důvodu právě velmi vysokého dopravního zatížení, popř. průmyslu (oblast Be-

neluxu, severní Itálie atd.). V těchto místech je tedy i mnohem vyšší potenciál pro pokles koncentrací než v místech, kde jsou hodnoty dlouhodobě nižší.

Také závěry zprávy Evropské agentury pro životní prostředí (EEA 2020) potvrzují závěr, že v ČR byl vliv protiepidemických opatření spíše malý. Krabicové grafy pro částice PM_{10} (Obr. 7a) a oxid dusičitý (Obr. 7b) vyjadřuje odhad relativní změny (v %) koncentrací těchto látek v důsledku opatření – data v těchto grafech jsou očištěna od vlivu meteorologických a dalších faktorů.



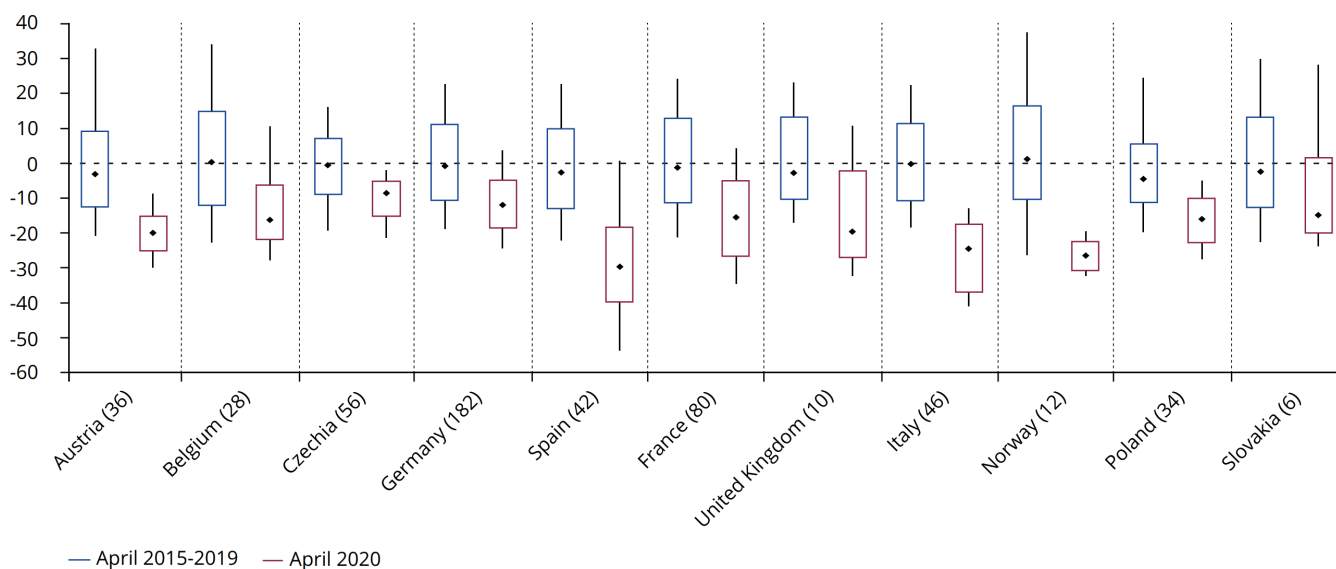
Obr. 5 Průměrný poměr koncentrací NO_x na dopravní stanici Brno-Úvoz a pozadové stanici Brno-Tuřany. Poměr vyjadřuje poměr průměrné koncentrace v daný týden v roce 2020 či 2021 s průměrem 2016–2019 pro daný týden v roce



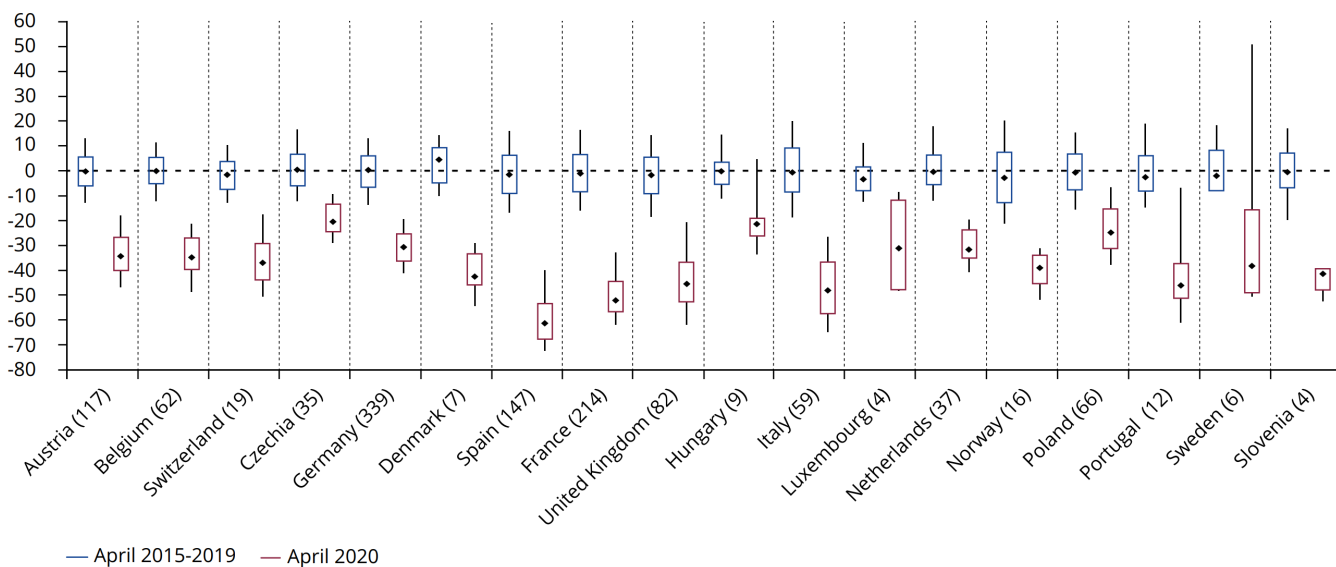
Obr. 6 Průměrný poměr koncentrací PM_{10} na dopravní stanici Brno-Úvoz a pozadové stanici Brno-Tuřany. Poměr vyjadřuje poměr průměrné koncentrace v daný týden v roce 2020 či 2021 s průměrem 2016–2019 pro daný týden v roce

Opatření proti šíření pandemie kromě absolutních hodnot mohla ovlivnit například také další aspekty v monitoringu kvality ovzduší – jedním je například chod koncentrací. Zákaz vycházení po 21. hodině výrazně ovlivnil koncentrace během oslav nového roku na přelomu let 2020 a 2021, kdy sice v celkovém průměru byly koncentrace podobné hodnotám z jiných let, ale odpaly a s nimi související výrazné zvýšení koncentrací suspendovaných částic, nastoupilo mnohem dříve než v minulosti, naopak špička kolem novoroční půlnoci v řadě měst zcela chyběla (Brzezina 2021).

V tomto směru tedy je jisté, že opatření proti šíření pandemie koronaviru se na kvalitě ovzduší projevila, situace však v tomto případě není černobílá a nelze říci, zda pozitivně či negativně. Vliv byl značně odlišně v závislosti na konkrétní hodnocené znečišťující látce. Zároveň je velmi složité oddělit vliv jednotlivých zdrojů a stanovit tak přesné důsledky konkrétních opatření, významnou roli zde hrají především meteorologické podmínky, které mohou ovlivňovat kvalitu ovzduší naprosto zásadně.



Obr. 7a Relativní změna (%) v jednotlivých zemích Evropy koncentrací PM_{10} během dubna 2020, odhad modelu GAM, odfiltrované meteorologické faktory (rozdíl mezi naměřenými koncentracemi a modelovým odhadem, který bral v potaz běžný stav). Pokles pro Českou republiku (Czechia) je spíše malý ve srovnání s jinými zeměmi (zdroj: EEA 2020).



Obr. 7b Relativní změna (%) v jednotlivých zemích Evropy koncentrací NO_2 během dubna 2020, odhad modelu GAM, odfiltrované meteorologické faktory (rozdíl mezi naměřenými koncentracemi a modelovým odhadem, který bral v potaz běžný stav). Pokles pro Českou republiku (Czechia) je spíše malý ve srovnání s jinými zeměmi (zdroj: EEA 2020).

