

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta životního prostředí
Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování



EFEKT PROTIPANDEMICKÝCH OPATŘENÍ NA
DOPRAVU V PRAZE A KVALITU PŘÍZEMNÍHO
OVZDUŠÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

AUTOR PRÁCE: Bc. Nikola Janissová

VEDOUCÍ PRÁCE: doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Nikola Janissová

Regionální environmentální správa

Název práce

Efekt protipandemických opatření na dopravu v Praze a kvalitu přízemního ovzduší

Název anglicky

The effect of anti-pandemic measures on transport in Prague and ground-level air quality

Cíle práce

- Analyzovat dopad protipandemických opatření na automobilovou dopravu a znečištění ovzduší v hlavním městě Praha.
- Provést rozbor – jakou roli v dnešní době hrají automobily a zejména pak poukázat na škodlivost automobilové dopravy pro lidské zdraví a její vliv na ovzduší a životní prostředí v Praze.
- Hlavním cílem je komplexní pohled na automobilovou dopravu v Praze při pandemii Covid 19 a srovnání období před, v průběhu a po jejím odeznění.

Metodika

Pro zpracování diplomové práce je použita platná legislativa České republiky vztahující se k ochraně ovzduší. Text čerpá z odborných článků a další literatury spjaté s tímto tématem. Hlavním zdrojem dat o znečišťování ovzduší je server ČHMÚ

a ročenky Znečištění ovzduší ČR v datech vydané tímto ústavem. Dále pak statistické ročenky životního prostředí České republiky a Stav životního prostředí v jednotlivých krajích, zjm. v hlavním městě Praze. Tato data jsou pak použita pro tvorbu grafů a tabulek. Informace z dopravní sféry jsou získány z Městského Úřadu z odboru dopravy, ze serveru Technické správy komunikací hlavního města Prahy a z Policejního prezidia ČR, které poskytlo neveřejné statistiky nehodovosti pro tuto diplomovou práci. Pro tvorbu mapového zobrazení je využit server Magistrátu hlavního města Prahy geoportal Praha, kde jsou zpracované interaktivní mapy.

Veškeré použité údaje jsou analyzovány a vyhodnoceny v souladu s uvedenými cíli této práce.

Doporučený rozsah práce

50 stran textu

Klíčová slova

Emise, automobilová doprava, znečištění ovzduší, pandemie, Covid 19, protipandemická opatření, monitoring

Doporučené zdroje informací

- Adamec V., 2005: Vliv emisí pevných částic z dopravy na zdraví obyvatel, článek v časopise Doprava, ekonomicko-technická revue, č. 5/2005.
- Anděl P., 2006: Fragmentace krajiny – zásadní problém ochrany přírody a způsob jeho hodnocení, článek v časopise Veřejná správa, č. 2/2006.
- Čechura V., 2008: Jak se sraženou zvěří. Myslivost.
- Havránek F., Hučko M., 2008: Kudy se ubírá řešení střetů zvěře a vozidel v zahraničí. Myslivost.
- Janota J., 2010: k návrhu nařízení hl. m. Prahy, kterým se vydává Integrovaný krajský program snižování emisí a zlepšení kvality ovzduší na území aglomerace Hlavní město Praha. Rada hl. m. Praha. 208 s.
- Kazmarová H., 2000: Vývoj znečištění ovzduší v ČR
- Kušta T., 2010: Aplikace pachové oplocenky. Myslivost.
- Machálek P., 2006: Emisní inventury a podíl dopravy na znečišťování ovzduší. Doprava, zdraví a životní prostředí: sborník přednášek. Centrum dopravního výzkumu. Brno
- Metodická příručka., 2009: Evernia, Fragmentace krajiny a proces EIA. – EIA – IPPC – SEA. Liberec.
- Seller A., 2001: Habitat fragmentation due to transportation infrastructure.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 6. 3. 2023

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 6. 3. 2023

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 09. 03. 2023

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych ráda poděkovala **doc. Mgr. Marku Vachovi, Ph.D.**, vedoucímu mé diplomové práce, za velkou ochotu, odborné vedení a rady, které mi pomohly při psaní.

Dále bych chtěla poděkovat zaměstnancům na **Ministerstvu životního prostředí**, kteří mi poskytli neveřejné informace k danému tématu.

Nesmím zapomenout na **Martina Kunce z Městského Úřadu Prahy 10**, který jako **referent dopravy** se mnou ochotně několik měsíců spolupracoval a poskytnul mi veškeré možné statistiky ohledně dopravy v Praze, ale i v celé České republice.

Děkuji i **Policejnímu prezidiu ČR, Ředitelství služby dopravní policie** za poskytnutí neveřejných statistik nehodovosti na území ČR.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: **Efekt protipandemických opatření na dopravu v Praze a kvalitu přízemního ovzduší** vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá vlivem protipandemických opatření na dopravu a kvalitu přízemního ovzduší v hlavním městě Praha. V práci jsou přiblíženy pojmy doprava, nehodovost a v okrajové části je popsán střet automobilů se zvěří. Dále je zde popsáno emisní a imisní zatížení ve vybraných lokalitách území hlavního města Praha, na kterou je tato práce zaměřena. Práce dále obsahuje data, které poukazují na protipandemická opatření a srovnání nehodovosti před, v průběhu a po Covidu 19. V závěrečné pasáži je shrnutí, které poukazuje na zlepšení kvality ovzduší v posledních letech v aglomeraci Praha. V diskusi je zahrnuto i téma nouzového stavu, který ovlivnil danou problematiku a také je zde analyzován hluk, který zatěžuje obyvatelstvo.

KLÍČOVÁ SLOVA: Doprava, znečištění, střet, životní prostředí, ovzduší, legislativa, pandemie, Covid 19, protipandemické opatření, emise, imise, monitoring

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the impact of anti-pandemic measures related to transport in the capital city of Prague and the quality of ground air. The concepts of traffic, accident rate and the marginal part describes the collision of cars with animals. Furthermore, it describes the emission and immission load in selected locations of the capital city of Prague, which is the focus of this work. The thesis also contains data that point to anti-pandemic measures and a comparison of accident rates before, during and after Covid 19. In the final passage there is a summary that points to the improvement of air quality in recent years in the Prague agglomeration. The discussion also includes the topic of the state of emergency, which affected the issue, and also analyzes the noise that burdens the population.

KEYWORDS: Transport, pollution, conflict, environment, air, legislation, pandemic, Covid 19, anti-pandemic measures, emissions, immissions, monitoring

OBSAH

1. ÚVOD	1
2. CÍLE PRÁCE	2
3. METODIKA	3
4. DOPRAVA	4
4.1. HISTORIE DOPRAVY	5
4.2. DRUHY DOPRAVY	7
4.3. DOPRAVNÍ NEHODY	9
4.4. DĚLENÍ DOPRAVNÍCH NEHOD	10
4.5. STŘET MOTOROVÝCH VOZIDEL SE ZVĚŘÍ	12
5. EXTERNÍ NÁKLADY	14
5.1. KLASIFIKACE NÁKLADŮ	14
5.2. CHARAKTERISTIKA EXTERNÍCH NÁKLADŮ DOPRAVY	15
6. EMISE, IMISE V ČR	19
6.1. EMISE	19
6.1.1. LÁTKY ZNEČIŠŤUJÍCÍ OVZDUŠÍ	21
6.1.2. DĚLENÍ ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK.....	21
6.1.3. ZÁKLADNÍ ZNEČIŠŤUJÍCÍ LÁTKY	22
6.1.4. ZÁVAŽNÉ JEVY EMISÍ ZE SILNIČNÍ DOPRAVY	25
6.2. IMISE	26
7. LEGISLATIVA	27
8. HLAVNÍ MĚSTO PRAHA	31
8.1. DOPRAVA V HLAVNÍM MĚSTĚ PRAHA	31
8.1.1. NEHODOVOST V PRAZE.....	32
8.1.2. EMISE V PRAZE	34
8.1.3. IMISE – ÚROVEŇ ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ V PRAZE.....	38
8.2. MONITOROVÁNÍ KVALITY OVZDUŠÍ V PRAZE	39
8.3. MODELOVÁNÍ KVALITY OVZDUŠÍ V PRAZE.....	42
8.4. ÚZEMNÍ ROZSAH PŘEKROČENÍ IMISNÍCH LIMITŮ.....	46
9. VYHODNOCENÍ IMISNÍHO MONITORINGU V PRAZE	47
9.1. STANIČNÍ SÍŤ SLEDUJÍCÍ KVALITU OVZDUŠÍ	48
9.2. NÁVRH OPATŘENÍ PRO ZLEPŠENÍ KVALITY OVZDUŠÍ	49
9.2.1. KLIMATICKÝ PLÁN PRO HL. M. PRAHU	49
9.2.2. PRIORITYNÍ PROJEKTY HL. M. PRAHY S NÁVRHEM JEJICH FINANCOVÁNÍ, ZAMĚŘENÉ NA DOPRAVU	50

9.2.3.	PRIORITY HL. M. PRAHY K NAPLNĚNÍ KLIMATICKÉHO PLÁNU V OBLASTI DOPRAVY.....	51
10.	HLUK	53
11.	PANDEMIE A JEJÍ NÁSLEDKY NA DOPRAVU V PRAZE	56
11.1.	INTENZITA DOPRAVY.....	56
11.1.1.	VLIV KORONAKRIZE NA DOPRAVU V PRAZE	57
11.2.	SROVNÁNÍ DOPRAVNÍ NEHODOVOSTI V PRAZE	61
11.2.1.	NEHODY ZAVINĚNÉ CYKLISTY.....	62
11.3.	ZMĚNY DOPRAVNÍCH NÁVYKŮ BĚHEM PANDEMIE	64
12.	VÝSLEDKY	66
13.	DISKUSE	71
14.	ZÁVĚR	76
15.	POUŽITÁ LITERATURA	79
15.1.	ODBORNÉ PUBLIKACE	79
15.2.	INTERNETOVÉ ZDORJE	83
15.3.	OBRÁZKY	86
15.4.	TABULKY	88
15.5.	GRAFY.....	Chyba! Záložka není definována.

1. ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá vlivem protipandemických opatření spjaté s dopravou v hlavním městě Praha a kvalitou přízemního ovzduší. Toto téma jsem si zvolila, protože v dnešní době je tato problematika velice aktuální a je kladen větší důraz na dosažení a zachování tzv. trvale udržitelného rozvoje pro další úspěšný vývoj lidské populace. Pojem trvale udržitelný rozvoj si každý vysvětluje po svém, ale v zásadě platí, že se jedná o formu vývoje a pokroku, který zachovává možnost uspokojovat základní lidské potřeby nejen pro nás, ale i pro další generace, ale přitom zajišťuje a chrání přirozené funkce ekosystémů a brání snižování rozmanitosti přírody. S touto problematikou se můžeme setkat v internetových i novinových článcích, dále také v odborných časopisech, kde nalezneme různé pohledy s rozdílnými názory na toto téma. Význam ochrany životního prostředí je zajistit další existenci, proto je velice důležité provádět prevenci vzniku negativních vlivů a omezit čerpání přírodních zdrojů (i obnovitelných) a především dodržování bezpečnostních opatření.

Na základě dostupných dat bude zpracovaná rešerše týkající se vlivu protipandemických opatření související s dopravou v aglomeraci Praha. Dále také bude stručně popsána historie dopravy, druhy dopravy, ale také bude poukázáno na její důležitost pro společnost. Nedílnou součástí této diplomové práce bude také srovnání druhu paliv a typů spalovacích motorů (emise). Další část je zaměřená na legislativu pro ochranu ovzduší a životního prostředí. Tato diplomová práce se zabývá opatřeními, které byly použity v době pandemie Covid 19. Nalezneme tady také srovnání s dobou před a po pandemií. Ve výsledku a závěru nalezneme návrh opatření pro zlepšení stavu. V diskusi pak srovnání stavu ovzduší za nouzového stavu a za běžné situace.

2. CÍLE PRÁCE

Cílem této diplomové práce je analýza efektivity protipandemických opatření v hlavním městě Praha. Provést rozbor jakou roli v dnešní době hrají osobní automobily a zejména pak poukázat na škodlivost automobilové dopravy pro lidské zdraví a její vliv na životní prostředí v Praze. Tato práce bude mít i zaměření na střet zvěře s automobily. Hlavním cílem je komplexní pohled na automobilovou dopravu v Praze při pandemii a srovnání období před, v průběhu a po Covidu 19.

3. METODIKA

Diplomová práce pojednává o současném stavu automobilové dopravy na životní prostředí v Praze. Je zde popsána tato problematika a porovnána s dobou, kdy propukla a probíhala pandemie Covid 19.

Pro zpracování diplomové práce je použita platná legislativa České republiky vztahující se k ochraně ovzduší. Hlavním pilířem je zákon o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. Dále pak vyhlášky a nařízení vlády, které stanovují limity pro imise a emise. Nesmíme také opomenout odborné články, cizojazyčné články a další naučnou literaturu spjatou s tímto tématem.

Hlavním zdrojem dat o znečišťování ovzduší je server Českého hydrometeorologického ústavu, ročenky Zprávy o životním prostředí ČR vydané tímto ústavem. Dále pak i statistické ročenky životního prostředí České republiky a Stav životního prostředí v jednotlivých krajích, pro tuto diplomovou práci je stěžejní stav pro hlavní město Praha. Tato data jsou pak použita pro tvorbu grafů a tabulek.

Informace z dopravní sféry jsou získány z Městského Úřadu z odboru dopravy, také ze serveru Technické správy komunikací hlavního města Prahy a z Policejního prezidia ČR, které mi poskytli neveřejné statistiky nehodovosti a mohli být zahrnuti v této diplomové práci. Dále pak pro tvorbu mapového zobrazení je využit server Magistrátu hlavního města Prahy geoportal Praha, kde jsou zpracované interaktivní mapy.

4. DOPRAVA

Proces, kdy se jedná o organizovanou činnost spočívající v přemístování osob, předmětů, ale i zvířat v požadovaném čase na určité místo je označován termínem doprava. Mít automobil znamená pro majitele možnosti, jak a kde trávit svůj volný čas, bydlení v klidnějších venkovských oblastech, ale také v pohodlí dojíždět do města za prací nebo pro nákupy (Ambros, 2018).

Používání automobilů má také ale negativní vlivy, a to především na zatěžování životního prostředí hlukem, exhalacemi, dále také vysoké počty mrtvých v dopravních nehodách (Adamec, 2005).

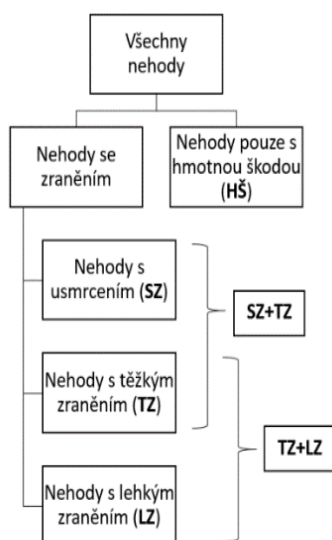
Trvale udržitelná doprava znamená dopravu vytvářející takové podmínky, které jsou vhodné pro přemístování osob, nákladů, které jsou funkční, bezpečné, ekonomické, ale také nejsou v rozporu s udržitelnou spotřebou přírodních zdrojů, které využívá. Toto je důležitý faktor pro předpoklad růstu hospodářství (Kurfürst, 2002).

Mobilita je ze strany státu podporována pomocí investic do výstavby a údržby infrastruktury. Na druhé straně ale má negativní vliv na životní prostředí, úroveň znečištění ovzduší, emise CO₂, zatížení hlukem způsobené dopravou, narušení půdy, odpad z motorových vozidel a bezpečnost účastníků silničního provozu. Dále také nesmíme zapomenout na zatížení center měst parkujícími a jedoucími vozidly (IEA, 2007).

V ekonomii se tyto negativní dopady označují jako externí náklady dopravy. Dle odhadů činí tyto náklady 7,3 procenta hrubého domácího produktu EU. Vzhledem ke svému významu představují externí náklady jednu z důležitých částí dopravní politiky (Eisler, 2007).

Z toho vyplývá, že nevýhod je poněkud více než výhod, a proto je nezbytné se pokusit dosáhnout takového stavu, kde minimalizujeme rizika, nebezpečí a maximalizujeme užitečnost.

Silniční doprava je součástí každodenního života, která způsobuje i negativní externalitu, tj. dopravní nehody a dopady na životní prostředí (Becker, 2008).



Obr. 1: Úrovně závažnosti nehod (Ambros, 2018)

4.1. HISTORIE DOPRAVY

Z minulosti už víme, že hospodářsky nejúspěšnějšími národy a společnostmi jsou ty, které měly dobře zorganizovanou dopravu. Řekové ovládali Středozevní moře svým loďstvem, Římané silnicemi propojovali celou Evropu, Vikingové ještě před Kryštofem Kolumbem pobřeží severní Ameriky. Nesmíme zapomínat i na tažnou zvěř, kterou využívali Mayové a Aztéci. Proto je patrné, že doprava pro lidstvo je velice důležitá a je nedílnou součástí existence (Sekaninová, 2021).

Pravěk

Nejdříve jediným způsobem dopravy z místa na místo bylo pomocí vlastních nohou, tedy pěší formou. Později okolo roku 4000 př.n.l. byla první domestikovaná zvířata (osli, koně) použita jako tažná síla.

Starověk

Kolem roku 3500 př.n.l. v Mezopotámii sumerský génius vynalez kolo a dal tak možnost vzniku kolového dopravního prostředku. Díky tomu lidé mohli snadněji poznávat a osidlovat svět, a také jim to usnadnilo přepravu těžkých nákladů. Dále byly vynalezeny i první lodě s plachtami, které nepotřebovaly lidskou ani zvířecí sílu a později mohly vyplout i na otevřené moře.

Řecko a Řím

Vládci si uvědomovali důležitost dopravy, a proto budovali sítě dlážděných cest, které umožňovaly bezpečnou přepravu lidí, nákladů i rychlý přesun vojska. Římané vybudovali silniční síť měřící okolo 80 000 km (pokrývala celou Evropu až po dnešní Británii). Díky rozvoji lodní dopravy byly vybudovány i majáky kolem pobřeží a začala se objevovat i veřejná doprava v podobě nosítek pro nejbohatší lidi.

Středověk

Když Římská říše padla, tak evropská doprava velice utrpěla, a to ovlivnilo hlavně podobu silnic, které se proměnily v blátivé a hrbolaté stezky. Vynález kompasu pro lepší navigaci na otevřeném moři a také nastavitelné plachtové bylo pro posádku osvobození od veslování.

Novověk

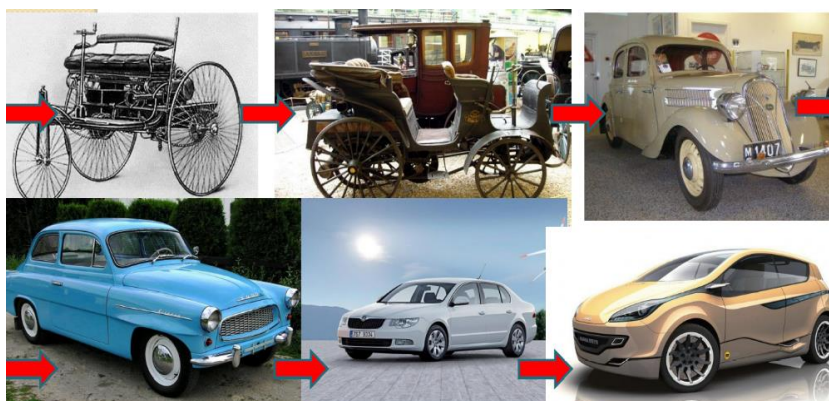
Na přelomu 18.století se začaly komunikace opět udržovat, na našem území díky Marii Terezii a jejímu synovi Josefu II. Začaly se budovat první umělé státní silnice například: z Olomouce do Brna nebo z Vídně do Prahy). Zdokonalení říční dopravy díky umělým kanálům usnadňovalo plutí lodí poháněných parními stroji.

Devatenácté století

Toto století je také nazýváno stoletím páry a železnic díky inženýrovi Georgovi Stephensonovi a jeho synu Robertovi, kterým vyjela lokomotiva na trať dlouhou 40 km. V českých zemích se železniční trať také rozvíjela a železnice z Českých Budějovic do Lince v Rakousku byla nejstarší na celém kontinentě, i když byly vagony nejprve taženy koňmi. V roce 1845 byl zahájen pravidelný provoz mezi Prahou, Olomoucí a Vídní.

Dvacáté století a současnost

Motory Karla Benze a Rudolfa Diesela umožnily počátek automobilové dopravy. V letech 1913-1927 byl sériově vyráběn první automobil Ford T, který si mohla dovolit širší veřejnost. Hlavní rozvoj veřejné automobilové, nákladní i individuální automobilové dopravy přišel v 2. polovině 20. století, kdy nastal rozvoj v kvalitě automobilů (rychlost, elektronika, bezpečnost, ale i alternativní paliva). Dlužno dodat, že tento rozvoj byl ovlivněn i dvěma světovými válkami, které urychlily technologický vývoj a po skončení válek byly nové nebo vylepšené technologie použity v civilní dopravě. Později, koncem 20. století přichází snaha snížit dopady na životní prostředí. Začínají se vyrábět elektromobily, dále také vozidla poháněná vodíkovými články. Poslední roky jsou ve znamení snižování spotřeby a emisí CO₂, které jsou regulovány povolenkami a poplatky. Motory jsou vybavovány systémem Start-stop, který umožňuje snižuje emise, když např. automobil stojí před křižovatkou, dále pak filtry pevných částic (DPF), které mají snížit množství vypouštěných sazí. Na trhu jsou i hybridní vozidla (kombinace elektromotoru se spalovacím motorem).



Obr. 2: Vývoj automobilů ve 20. století (upol.cz)

Historie silniční dopravy (výstavby komunikační sítě) je datována stejně jako historie stavby měst či ulic a náměstí. Využití automobilů patří v silniční dopravě za nejmladší druh, ale zato nejrychleji se rozvíjejícím odvětvím dopravy. Silniční doprava je bohužel nejméně bezpečná a také se vyznačuje nejvyšší nehodovostí. Automobily se také značně podílí na znečišťování životního prostředí. Proto vznikla kombinovaná přeprava (spojení silniční a železniční) a díky tomu dochází ke zmenšení ekologické zátěže (Kořínek, 2006).

Silniční dopravu dělíme na:

- Stabilní (infrastruktura)
- Mobilní (silniční a městské dopravní prostředky)

4.2. DRUHY DOPRAVY

Silniční doprava

Doprava, která umožňuje přemísťování osob či věcí pomocí silničních dopravních prostředků (Horníček, 2007).

Charakteristika silniční dopravy:

- Nejnižší doba přepravy
- Hustá silniční infrastruktura, která poskytuje dopravci dosáhnout jakéhokoliv místa, které si zvolí
- Flexibilitnost

Infrastruktura silniční dopravy

Pozemní komunikace jsou liniové stavby, které jsou určené k přemísťování silničními a dalšími nekolejovými dopravními prostředky, dále také k pohybu chodců, cyklistů. Dle kategorií se pozemní komunikace dělí na dálnice, silnice, místní komunikace a účelové komunikace.

Dálnice označují pozemní komunikace, které jsou směrově rozdělené a mohou být na nich motorová vozidla, která mají konstrukční rychlost vyšší než 80 km/h. tato podmínka je ukotvená v zákoně č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích. Určená pro dopravní spojení důležitých center státního i mezinárodního významu.

Silnice označují pozemní komunikace, které jsou směrově rozdělené, ale i nerozdělené s křižovatkami. Podle dopravního významu se dělí na silnice I., II., III. třídy.

Místní komunikace je veřejná pozemní komunikace, která je určena k místní dopravě.

Účelové komunikace jsou například lesní či zemědělské, sloužící ke spojení jednotlivých nemovitostí pro potřeby vlastníků těchto nemovitostí a platí na ně zvláštní normy.

Silniční vozidlo je motorové či nemotorové vozidlo, které sloužící k provozu na pozemních komunikacích pro přepravu osob, zvířat či věcí. Rozdělení silničních vozidel stanovuje zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích (Ambros, 2018).

Železniční doprava

Doprava dopravními prostředky po železničních tratích. Železniční trat je dráha, která je určena k pohybu drážních vozidel zajišťující bezpečnost a plynulost dopravy. Dle zákon č. 266/1994 Sb., o drahách jsou železniční dráhy rozděleny na dráhy celostátní, regionální, speciální a vlečka.

- Dráha celostátní – sloužící k mezinárodní a celostátní dopravě
- Dráha regionální – sloužící k regionální tedy místní dopravě
- Dráha speciální – sloužící k zabezpečení dopravní obslužnosti obcí
- Vlečka – sloužící k vlastní potřebě provozovatele

Charakteristika železniční dopravy:

- Přeprava těžkých a objemných nákladů
- Vhodná pro delší vzdálenost
- Vyšší bezpečnost
- Větší šetrnost k životnímu prostředí než silniční a letecká doprava
- Nižší spotřeba energie než u silniční dopravy
- Srovnatelná rychlost při delších vzdálenostech se silniční dopravou

Vlak je skupina vozidel tvořená alespoň jedním hnacím vozidlem a jedním tažným vozidlem jedoucí dle jízdního řádu (Škapa, Železniční doprava, 2007).

Letecká doprava

Doprava využívaná k přepravě osob či nákladů vzdušnou dopravní cestou například letouny či vrtulníkem. Letecká dopravní cesta je tvořená letištěm, leteckými službami a vymezenou částí vzdušného prostoru (Kouba, 1963)

Charakteristika letecké dopravy:

- Vhodná na dlouhé vzdálenosti díky vysoké rychlosti
- Vysoká bezpečnost – nejméně úmrtí přepravovaných lidí
- Vysoká cena
- Závislost na meteorologické předpovědi

Letadlo je zařízení způsobilé létat v atmosféře nezávisle na zemském povrchu. Na palubě umožňuje přepravu osob či nákladu. Je schopné bezpečného vzletu a přistání. Rozlišujeme letadla na civilní a státní (pro účely vojenské, celní a policejní) (Hospodka, 2015).

Vodní doprava

Doprava po vodních cestách pomocí plavidel. Dle zákona č.114/1995 Sb., o vnitrostátní plavbě je vodní cesta každý vodní tok či plocha, na kterých je možné provozovat plavbu. Přístavy jsou místa, kde dochází ke styku vodní dopravy s jejími klienty či s ostatními druhy dopravy. Jejich úkolem je vykládka a nakládka osob a zboží a mohou se na nich uskládat náklady.

Charakteristika vodní dopravy:

- Vhodná pro přepravu těžkých a objemných nákladů
- Velká rozmanitost dopravních cest, závislá na meteorologické předpovědi
- Nejnižší externí náklady vzhledem k zatížení životního prostředí
- Vhodná pro dlouhé vzdálenosti, nízká hustota vodních cest

4.3. DOPRAVNÍ NEHODY

Dopravní nehody tvoří jednu ze závažných negativních externalit silniční dopravy, jak pro životní prostředí, tak i pro člověka či zvěř.

Ekologické škody:

Závažné poškození životního prostředí, kvůli úniku provozních kapalin (paliva, maziva, brzdové kapaliny, chladicí kapaliny). Dochází k znehodnocení půdy, vody.

Materiální škody:

Dochází zde k újmě z hlediska hmotného charakteru z nehodovosti (škody na vozidle, komunikaci a dopravního zařízení).

Nemateriální škody:

Tyto škody jsou závažnější než škody materiálového charakteru, protože zde dochází k úrazům. Účastníci dopravních nehod mohou mít i trvalé následky jak psychického, tak fyzického charakteru, anebo dokonce může dojít i k usmrcení.

Škody ztráty času:

V důsledku nehody dochází i ke ztrátě času díky kongescím, které se tvoří na místech nehody. Tyto škody jsou nejvýznamnější pro přepravce, kteří mají v popisu včasné doručení nákladu, zejména tzv. „just in time“ zásobování výrobních podniků.

Dodatečné škody:

Tyto újmy představují následné náklady na léčbu zraněných při nehodách. Dále to jsou také náklady na činnost policie či hasičů a dalších složek státních orgánů. Náklady na jednání soudu, které vznikají například při sporu o náhradu škody, např. když opilý řidič srazí chodce, nebo také při dopravních přestupcích, dále také při střetu zvěře s motorovými vozidly, na které nesmíme zapomenout (Policie, 2021).

4.4. DĚLENÍ DOPRAVNÍCH NEHOD

Podle závažnosti druhu zranění:

- Zranění žádné
- Lehké
- Těžké
- Smrt

V roce 2022 Policie ČR šetřila 98 460 dopravních nehod.

Při těchto nehodách bylo:

- 454 osob usmrceno
- 1 734 osob zraněno těžce
- 22 454 osob zraněno lehce

Celková hmotná škoda odhadnutá policisty na místě dopravní nehody dosáhla 7,542 miliardy Kč.

Porovnání základních ukazatelů s rokem 2021:

- Pokles v kategorii
 - Počet nehod o 872 nehod méně
 - Usmrčených osob o 16 osob méně
- Nárůst v kategorii
 - Těžce zraněných osob o 110 osob více
 - Lehce zraněných osob o 1 871 osob více
 - Hmotná škoda o 823,8 miliónu Kč více

Počet osob usmrčených při nehodách za rok 2022 byl v období od roku 1961, od něhož policie disponuje souvislou statistikou dopravní nehodovosti, nejnižší. Naopak nejvíce osob bylo při dopravních nehodách usmrceno v roce 1969 (1 758 usmrčených osob). Počet těžce zraněných osob při nehodách byl za rok 2022 druhý nejnižší. Nejvyšší počet těžce zraněných při dopravních nehodách byl vykázán také v roce 1969 (9 258 těžce zraněných).

Počet nehod a následků, ČR, 2013 - 2022	počet nehod	z toho následky na životě a zdraví	usmrceno	těžce zraněno osob	lehce zraněno osob
2013	84 398	20 342	583	2 782	22 577
2014	85 859	21 054	629	2 762	23 655
2015	93 067	21 561	660	2 540	24 426
2016	98 864	21 386	545	2 580	24 501
2017	103 821	21 263	502	2 339	24 740
2018	104 764	21 889	565	2 465	25 215
2019	107 572	20 806	547	2 110	23 935
2020	94 797	18 419	460	1 807	20 880
2021	99 332	18 156	470	1 624	20 581
2022	98 460	19 733	454	1 734	22 452

Tab. 1: Počty dopravních nehod a jejich následků za uplynulých 10 let (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)

Podle příčiny:

- Nepřiměřená rychlost jízdy
- Nedání přednosti v jízdě
- Jízda pod vlivem alkoholu či jiných návykových nebo psychotropních látek
- Nesprávný způsob jízdy či předjíždění

Hlavní příčina nehody (jen řidiči mot. vozidel)	počet nehod	podíl na celkovém počtu nehod	usmrceno osob	podíl na celkovém počtu usmrcených	rozdíl usmrcených oproti roku 2021
nepřiměřená rychlost	12 068	15,4	180	43,8	6
nesprávné předjíždění	1 267	1,6	9	2,2	-9
nedání přednosti	11 221	14,3	55	13,4	-20
nesprávný způsob jízdy	53 799	68,7	167	40,6	2

Tab. 2: Hlavní příčina nehod pro rok 2022 (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)

Co se týče příčin dopravních nehod zaviněných řidiči motorových vozidel, na počtu dopravních nehod se roce 2022 nejvýrazněji podílel nesprávný způsob jízdy (68,7 % nehod), při těchto nehodách bylo usmrceno 167 osob. Za nejtragičtější příčinu dopravních nehod lze označit nepřiměřenou rychlost, která se sice na počtu dopravních nehod podílí „pouze“ 15,4 %, ale usmrceno při těchto nehodách bylo 180 osob (tj. 43,8 % osob usmrcených při nehodách zaviněných řidiči motorových vozidel).

Podle druhu dopravních prostředků účastníků nehody:

- Osobní automobil, nákladní automobil
- Jízdní kolo, motocykl
- Chodec

Nehody podle druhu vozidla	počet nehod	rozdíl nehod	tj. rozdíl nehod v %	usmrceno osob	rozdíl usmrcených	tj. rozdíl usmrcených v %
moped	108	5	4,9	0	0	.
malý motocykl	150	51	51,5	3	1	50,0
motocykl	1 674	-18	-1,1	45	-3	-6,3
osobní automobil bez přívěsu	45 672	-584	-1,3	289	-8	-2,7
osobní automobil s přívěsem	463	-29	-5,9	0	-3	-100,0
nákladní automobil	7 150	-154	-2,1	35	-16	-31,4
nákladní automobil s přívěsem	712	-120	-14,4	4	3	300,0
nákladní automobil s návěsem	2 416	-547	-18,5	15	-1	-6,3
autobus	1 079	84	8,4	2	-1	-33,3
traktor	325	-45	-12,2	4	2	100,0
tramvaj	78	7	9,9	0	-1	-100,0
trolejbus	44	-2	-4,3	0	0	.
jiné motorové vozidlo	265	25	10,4	5	4	400,0
jízdní kolo	2 834	162	6,1	20	0	0,0
povoz, jízda na koni	3	0	0,0	0	0	.
jiné nemotorové vozidlo	150	18	13,6	1	1	.
vlak	1	-1	-50,0	0	0	.
nezjištěno, řidič ujel	18 378	695	3,9	9	1	12,5
jiný druh vozidla	25	15	150,0	0	0	.

Tab. 3: Dopravní nehody podle druhu vozidla v roce 2022 (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)

Celkem 45 672 dopravních nehod zavinili řidiči osobních automobilů bez přívěsu a při těchto nehodách bylo usmrceno 289 osob, tj. o 8 osob méně než v roce 2021. Celkem 18 378 (o 695 nehod více než v roce 2021) zavinil řidič, který z místa nehody ujel.

4.5. STŘET MOTOROVÝCH VOZIDEL SE ZVĚŘÍ

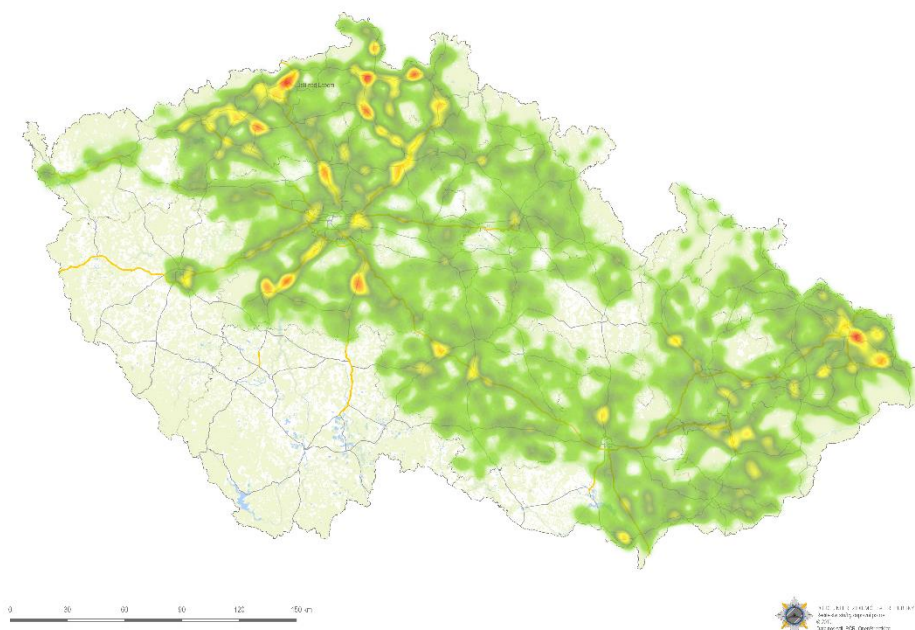
Vlivem migrace lesní zvěře dochází k dopravním nehodám mezi motorovými vozidly a zvěří. Hlavním důvodem, proč dochází k nehodám jsou ohrazené betonové koridory mnohaproudových dálnic a železničních rychlotrát, které krajinu rozdělují do menších izolovaných částí (Krejčí, Střety motorových vozidel se zvěří, 2011).

K dopravním nehodám dochází nejčastěji na pozemních komunikacích, které jsou budovány na základě rozhodnutí Ředitelství silnic a dálnic České republiky.

Všechny pozemní komunikace musejí být budovány v souladu se:

- Zákonem č. 100/2001 Sb. (posouzení vlivů na životní prostředí)
- EIA- (Environmental Impact Assessment) - vyhodnocení vlivů na životní prostředí
- Proces, který má za úkol získat představu o výsledném vlivu stavby na životní prostředí
- Zda je vhodné a za jakým podmínek je možné projekt realizovat

K dopravním nehodám mezi vozidly a zvěří nedochází v průběhu roku pravidelně. Za rizikové měsíce řadíme říjen a duben, dále také letní měsíce vlivem srnčí říje (Čechura, 2008)



Obr. 3: Nejrizikovější místa pro střet automobilu s lesní zvěří S největším počtem nehod pro rok 2022 (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)

Nejvíce nehod spjaté se zvířaty se stalo v roce 2019 kdy bylo hlášeno 15 510 nehod, při kterých bylo usmrceno jedno zvíře. Jednalo se o srnce obecného ve Středočeském kraji. Za nejrizikovější kraj v roce 2019 byla považována Vysočina, kde bylo hlášeno 1 739 nehod. Nejlepším krajem pro rok 2019 se stal kraj Jihočeský, kde bylo nahlášeno jen 31 nehod. V roce 2020 bylo nahlášeno jen 13 726 nehod (méně nehod kvůli pandemii SARS-CoV-2). Nejlepším krajem se stal, stejně jako v předešlém roce kraj Jihočeský s 26 nahlášenými nehodami, nejrizikovějším pak byl kraj Středočeský. V letech 2021, 2022 došlo k nárůstu z důvodu návratu do situace před covidem (Policie, Statistika nehodovosti, 2022).

Nehody zaviněné lesní zvěří	DN	U	TZ	LZ	škoda v Kč
2015	9 199	1	8	105	298 744 300
2016	10 448	1	8	114	363 535 800
2017	12 043	1	9	127	436 743 800
2018	12 394	2	13	108	449 885 200
2019	15 510	1	15	144	607 950 100
2020	13 726	0	8	131	509 565 300
2021	14 989	1	11	159	678 989 400
2022	14 402	0	9	146	623 112 100

Tab. 4: Porovnání nehodovosti s lesní zvěří v letech 2015-2022 (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)

Srážka s lesní zvěří Kraj	Měsíc												Celkem
	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	
Hlavní město Praha	22	14	15	27	23	28	20	15	16	29	25	23	257
Středočeský kraj	207	162	193	252	349	247	256	252	249	401	354	265	3187
Jihočeský kraj	0	1	0	4	5	3	2	0	3	1	3	0	22
Plzeňský kraj	9	15	4	16	7	12	8	11	10	13	11	9	125
Ústecký kraj	126	138	112	137	214	137	135	166	142	212	196	189	1904
Královéhradecký kraj	74	69	70	90	151	91	80	106	87	139	134	95	1186
Jihomoravský kraj	11	6	7	16	28	21	26	24	19	31	22	19	230
Moravskoslezský kraj	91	93	115	161	193	136	121	170	138	216	159	159	1752
Olomoucký kraj	68	43	57	121	148	105	96	93	95	131	106	101	1164
Zlínský kraj	63	39	70	117	140	91	112	105	112	141	149	116	1255
Kraj Vysočina	100	107	125	168	226	150	156	204	155	207	177	143	1918
Pardubický kraj	43	47	57	59	102	66	68	81	57	85	52	41	758
Liberecký kraj	94	76	72	76	110	88	58	75	69	125	106	94	1043
Karlovarský kraj	10	19	22	15	17	19	14	14	19	13	17	9	188

Tab. 5: Dopravní nehody zaviněné lesní zvěří v krajích v roce 2022 (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)

5. EXTERNÍ NÁKLADY

Externí náklady nalezneme, pokud spotřební či produkční činnost jednoho hospodářského subjektu ovlivňuje činnost toho druhého, ačkoli by dopad byl vyrovnán pomocí cenového systému. Hovoříme o nich v případě, že situace dotknutelného subjektu se zhorší (Zeman, 2006)

Součtem interních a externích nákladů vzniknou společné náklady, které dopadají na celou společnost (Škapa, 2004).

Interní náklady:

Majitel, spotřebitel sám platí a jsou řízeny smlouvami i cenami.

Externí náklady:

Vzájemné závislosti mezi lidmi, pro které neexistují trhy, smlouvy i ceny.

Příklad: Jízda autem:

Interní (privátní) náklad = náklady na benzín

Externí náklad = zatížení hlukem jiné osoby

Náklady za benzín nejsou spjaty s další osobou a jsou zpoplatněny, zato zatížení hlukem nelze peněžně vymáhat a zatěžují další osoby (Filler, 2014).

5.1. KLASIFIKACE NÁKLADŮ

KLASIFIKACE INTERNÍCH A EXTERNÍCH NÁKLADŮ		
Kategorie nákladů	Interní náklady	Externí náklady
Výdaje na dopravu	Náklady na vozidlo a palivo	Náklady placené ostatními (neplacené parkování)
Náklady na infrastrukturu	Uživatelské poplatky, daň z vozidel a paliv	Neuhrazené náklady infrastruktury (dopravní policie, údržba dopravní cesty u silniční dopravy apod.)
Náklady z nehod	Náklady kryté pojištěním, vlastní náklady nehod	Neuhrazené náklady z nehod (bolestné apod.)
Ekologické náklady	Náklady na poplatky	Neuhrazené ekologické náklady (znečištění ovzduší, hluk apod.)
Náklady z kongescí	Vlastní náklady času	Zpoždění (náklady času uvalené na jiné apod.)

Tab. 6: Klasifikace nákladů (Škapa, 2004)

5.2. CHARAKTERISTIKA EXTERNÍCH NÁKLADŮ DOPRAVY

Hlavními negativními externími efekty z dopravy jsou

- Znečištění ovzduší
- Hluk
- Příspěvek ke klimatické změně (emise skleníkových plynů)
- Nehody
- Fragmentace ekosystémů a urbánních oblastí
- Dopravní zácpy (kongesce)
- Znečištění vod
- Dopady na přírodu včetně snižování biodiverzity

Některé z nich můžeme přiřadit dopravní infrastruktuře (fragmentace krajiny a ekosystémů), některé pak samotné dopravě (emise a kongesce).

Znečištění z dopravy má dopady na lidské zdraví, viditelnost, zemědělství, budovy, pozemní a vodní ekosystémy a globální klima.

Následující tabulka podává přehled hlavních negativních dopadů dopravních systémů na společnost a životní prostředí (Machálek, 2010).

Přehled hlavních negativních dopadů dopravních systémů na společnost a životní prostředí.

Ekonomické dopady	Společenské dopady	Dopady na životní prostředí
Kongesce	dopady na lidské zdraví	znečištění ovzduší
škody způsobené dopravními nehodami	soudržnost společenství	změny klimatu
náklady na vybavenost dopravní infrastruktury	obyvatelnost obcí	znečištění vod
Náklady uživatelů dopravy	Estetika	hluk
vyčerpávání neobnovitelných zdrojů	Nedostupnost	poškození a ztráta stanovišť
	omezená mobilita	vyčerpávání neobnovitelných zdrojů

Tab. 7: Nežádoucí dopady dopravních systémů (Brůhová-Foltýnová, H., 2007)

Lidské zdraví:

Jedná se o nejvzácnější hodnotu pro život, a proto je řazena jako první. Rozlišujeme dva typy externích nákladů, a to mortalitu a morbiditu. Mortalita znamená usmrcení osoby či zvěře. Morbidita je poškození lidského zdraví (Michalíková, 2006).

Poškození staveb automobilovou dopravou:

Automobilová doprava poškozuje soukromé i veřejné stavby velice často. Nejčastěji k poškození dochází vlivem nákladní dopravy, kdy jsou vozidla mnohdy přetížená a přepravují veliké množství nákladu. Dochází k několika způsobům poškození například: popraskání budov, narušení statiky, poničení vnější fasády, ale i k unikání provozních látek. Nelze jasně určit viník, který by byl za tyto činy zodpovědný. Vzhledem k tomu se externí náklady vypočítávají trochu jinak. Jedná se tedy o náklad na potřebnou opravu poškozeného domu anebo lze náklad spočítat jako snížení tržní ceny nemovitosti na trhu pomocí hédonické ceny (určení poptávky po netržních komoditách – jako např. ovzduší, hluk) (Škapa, 2004).

Hluk způsobený provozem automobilů:

Automobil je stroj, který při svém provozu způsobuje hluk. Může vycházet z motoru anebo od kontaktu vozidla s povrchem silnice. Když se překročí hluková hranice, má to za následek zdravotní problémy jak u lidí, tak i u zvířat, které na to také trpí. Můžeme rozdělit typ hluku na (Bronzaft, 1975).

- Hluk, kterému jsme vystaveni na ulici

Před tímto hlukem se lze schovat anebo se pohybovat po méně frekventované ulici.

- Hluk, který proniká do domů a bytů

Před tímto je možnost přestěhování do klidné lokace, ale to je velmi razantní řešení

Dále je také možnost pořízení protihlukových stěn, zvukové izolace (Potužníková, 2009).

<i>REAKCE ORGANISMU ČLOVĚKA NA HLUK</i>	
<i>Fyzické reakce</i>	<i>Psychické reakce</i>
Bolest hlavy Zvýšený krevní tlak Hormonální poruchy Zpomalení procesu trávení Poruchy rytmu srdce Poruchy spánku	Zlost, mrzutost Špatná nálada Deprese Ztráta výkonnosti Snížená koncentrace Rušení spánku Poruchy komunikace

Tab. 8: Reakce organismu člověka na hluk (Bronzaft, 1975).

Změna klimatu způsobená automobilovou dopravou:

Do ovzduší jsou vypouštěny skleníkové plyny, které vznikají spalováním pohonných hmot během jízdy automobilů, může také docházet ke vzniku skleníkového efektu. Při provozu se spaluje nafta, nebo benzín, při kterém se vytvářejí plyny (Šúta, 2012).

Infračervené záření, které se díky skleníkovému efektu nedostane zpět do kosmu způsobuje ohřívání planety Země (ohřívá se vzduch i povrch).

O nápravu se pokouší Kjótský protokol, který zavazuje vyspělé země, aby snižovaly produkci skleníkových plynů, snaha o zavedení obchodovatelných emisních povolenek, v Evropě už toto několik let funguje (Hůnová, 2004).

Dopad automobilové dopravy na ekosystémy:

Vypouštění nebezpečných a jedovatých zplodin z výfukových plynů, uniklé látky do přírody, ale také hluk, zápach i střet zvířete s automobilovými prostředky. Automobilová doprava se zvyšuje, proto lze do budoucna předpokládat zábery půdy, které mohou vést k přerušení migračních stezek živočichů, nebo také zničení celkových lokalit, ve kterých živočichové i rostliny mají své přirozené prostředí (Barek J., 1998)

Externí náklady v tomto případě lze spočítat jako rozdíl mezi původním stavem zvířete a rostlinstva na daném místě a nově vyčísleným stavem (Neubergová, 2005).

Kongesce z narůstajících počtů automobilů:

Nahromadění velkého počtu dopravních prostředků na jedné komunikaci ve stejný čas.

Důsledkem dopravních kongescí je:

- Nízká provozní rychlost
- Zvýšená nehodovost
- Zvýšené provozní náklady, zejména vyšší spotřeba energie
- Zhoršená kvalita ovzduší
- Zvýšená hladina hluku

Dopad na kvalitu ovzduší:

REZZO – registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší eviduje zdroje znečišťujících látek v ovzduší dle zákona č. 86/2002 Sb. (ochrana ovzduší). Zdroje jsou rozděleny na stacionární (podle velikosti a významu) - REZZO 1-3 a mobilní – REZZO 4 (Hemerka J., 2010).

Množství emisí ze stacionárních zdrojů (REZZO 1-3) je sledováno u základních znečišťujících látek. Jedná se o tuhé znečišťující látky, oxid siřičitý (SO₂), oxidy dusíku (NO_x), oxid uhelnatý (CO), těkavé organické látky (VOC), amoniak (NH₃), ale i o těžké kovy a persistentní látky (Kurfürst, 2002).

REZZO				
TYP ZDROJE	STACIONÁLNÍ ZDROJE			MOBILNÍ ZDROJE
DATABÁZE	REZZO 1	REZZO 2	REZZO 3	REZZO 4
OBSAH DATABÁZE	Ke spalování paliv o tepelném příkonu vyšším než 5 MW. Zařízení zvlášť závažných technologických procesů.	Ke spalování paliv o tepelném příkonu od 0,3 do 5 MW. Zařízení závažných technologických procesů.	Ke spalování paliv o tepelném příkonu nižším než 0,3 MW. Plochy, na kterým jsou prováděny práce, které mohou způsobovat znečištění ovzduší.	Silniční doprava Železniční doprava Vodní doprava Letecká doprava Nespalovací emise z dopravy
PŮVOD EMISÍ	Ohlášené emisní údaje vyjma zjednodušených hlášení podle přílohy č. 11 vyhlášky č. 415/2012 Sb.		Vypočtené emise z aktivitních údajů, získaných např. ze sčítání lidu, domů a bytů, výrobních a energetických statistik, sčítání dopravy a registru vozidel a emisních faktorů.	
ZPŮSOB SLEDOVÁNÍ	Ohlašované emise	Emise vypočítávané z ohlášených spotřeb paliv a emisních faktorů	Zdroje hromadně sledované	

Tab. 9: REZZO (MŽP, 2020)

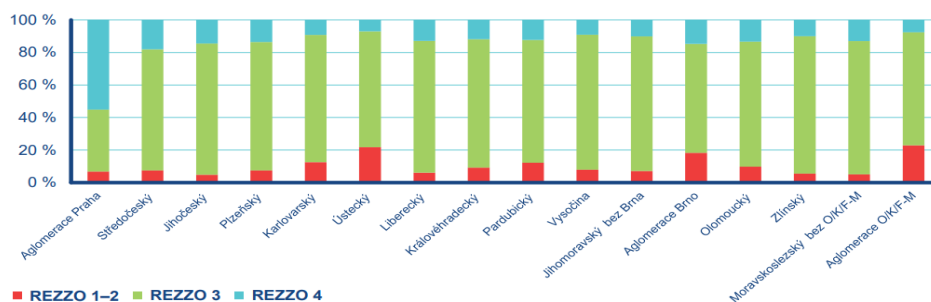
Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) pod dohledem Ministerstva životního prostředí je určen pro koordinaci a sestavování emisní národní inventury.

REZZO 4 zahrnuje silniční, železniční, lodní i leteckou dopravu, které přepravují jak osoby, tak i náklady. U silniční dopravy jsou to také otěry brzd a pneumatik, abrazy vozovky, odpary z palivových systémů benzinových vozidel, provoz nesilničních strojů a mechanismů například při údržbě zeleně a lesů (Kazmarová, 2000).

Emise z mobilních zdrojů znečišťování ovzduší (REZZO 4)

ROK	TUHÉ ZNEČIŠŤUJÍCÍ LÁTKY (TZL)	OXID SIŘIČITÝ (SO ₂)	OXIDY DUSÍKU (NO _x)	OXID UHELNATÝ (CO)	TĚKAVÉ ORGANICKÉ LÁTKY (VOC)
Emise (tis. t)					
2010	6,3	0,1	87,5	217,2	28,5
2015	5,7	0,1	76,9	120,3	18,6
2016	5,7	0,1	74,9	118,3	17,7
2017	5,8	0,1	75,8	111,6	17,2
2018	5,8	0,1	72,2	108,2	17,0
2019	5,6	0,1	68,6	102,7	15,6
2020	5,3	0,1	66,5	94,2	13,8

Tab. 10: REZZO 4 (ČHMÚ, 2021)



Graf 1: Skladba emisí TZL v regionech ČR v roce 2020 (ČHMÚ, 2021)

6. EMISE, IMISE V ČR

6.1. EMISE

V ekologii výraz emise znamená uvolňování polutantů – znečišťujících látek – do ovzduší. Protože jen málo polutantů si po vstupu do atmosféry zachová svou původní strukturu, dělíme emise dál na primární a sekundární (Horák J., 2004).

Primární emise jsou látky vypuštěné přímo ze zdroje a zatím neprošly žádnou chemickou nebo jinou reakcí. Sekundární emise jsou látky, které jsou v atmosféře přetvořeny buď pomocí fotoaktivace (působením UV záření) nebo reakcí s dalšími polutanty. Takto přetvořené látky mohou být škodlivější než v jejich původní podobě (Symon K., 1988)

Emise produkované vozidly během jejich životnosti rozdělujeme na emise:

- z vlastní výroby automobilu (včetně akumulátorů)
- z provozu automobilu (emise pocházející z výroby a distribuce energie či paliv, náhradních dílů a provozních kapalin)
- z likvidace automobilu

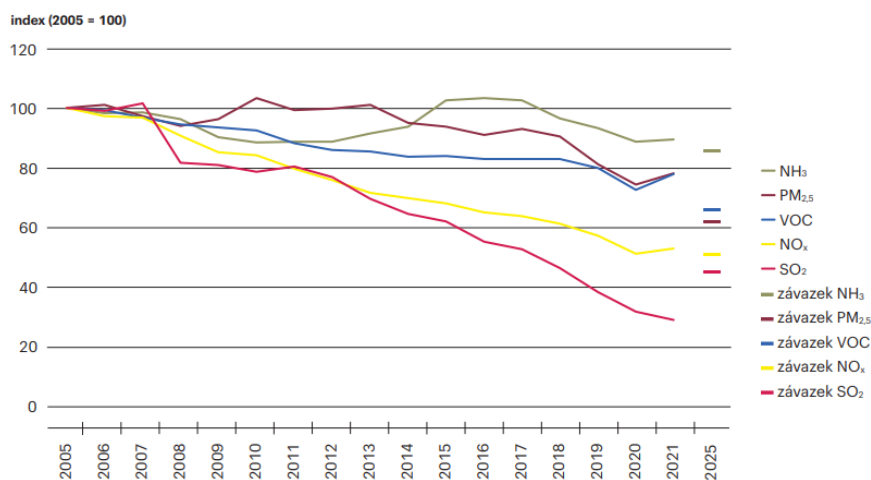
Jedná se o látky v pevném, plynném i v kapalném skupenství, které se vypouštějí při provozu do atmosféry jako součást výfukových plynů. Zdrojem emisí je v tomto případě automobil. Vznikají tak odpadní produkty ze spalování pohonných hmot, které znečišťují ovzduší. Jedná se o nedokonalé spalování paliv v zážehových i ve vznětových motorech všech dopravních prostředků (Skácel F., 2021)

Výfukové plyny obsahují velké množství látek, které jsou velice škodlivé. Některé však pro lidské zdraví nepředstavují takovou hrozbu. Jedná se například o oxid uhličitý, který není bezprostředně škodlivý pro lidské zdraví, avšak způsobuje skleníkový efekt, který zapříčiňuje oteplování planety, což vede ke klimatickým změnám (Carslaw, 2018).

Emise všech základních znečišťujících látek (NO_x , SO_2 , $\text{PM}_{2,5}$, VOC) do ovzduší z dlouhodobého hlediska klesají. Díky plnění emisních stropů v roce 2019 bylo dosaženo snížení emisí v roce 2020. Poklesly i znečišťující látky skleníkových plynů z dopravy. Dále klesají i emise z vytápění domácností, ale stále z nich pochází největší podíl znečištění (PM_{10} -55,1 %, B(a)P-96,4 %). V roce 2020 nedošlo k překročení imisních limitů pro ochranu zdraví stanovených pro arsen, olovo, kadmium, nikl, oxid uhelnatý, oxid siřičitý, díky tomu nebyla v tomto roce vyhlášena smogová situace (EEA, 2005).

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2016/2284 o snížení národních emisí vybraných látek znečišťujících ovzduší (emisní stropy) předpokládá snížení emisí oproti hodnotám v roce 2005. Z poslední emisní bilance je patrné, že pokud nedojde k výrazným změnám, tak požadované snížení emisí k roku 2025 nemusí být dosaženo.

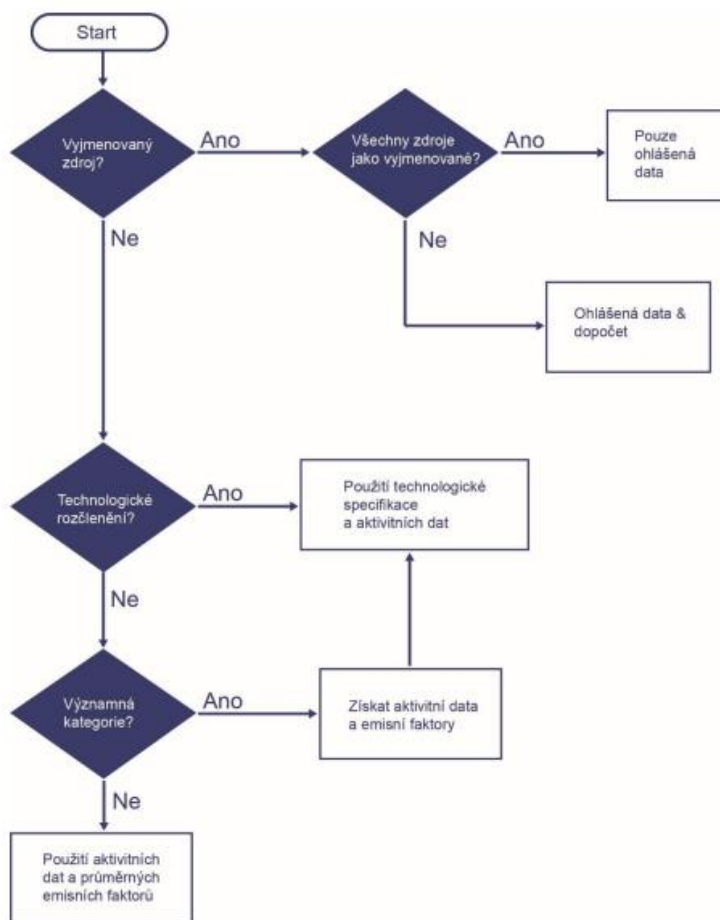
Emise vybraných znečišťujících látek v ČR a národní emisní závazky pro rok 2025 (index, 2005=100), 2005-2021



Graf 2: Emise vybraných znečišťujících látek v ČR a národní emisní závazky pro rok 2025 (CENIA, 2021)

Z tohoto grafu je patrné, že v roce 2019 bylo dosaženo požadovaného snížení k roku 2020, ale v případě PM_{2,5} to bylo velice těsné.

Emisní databáze ČHMÚ ve spolupráci s externími dodavateli (CDV Brno, v. v. i., VÚZT Praha, v. v. i., SVÚOM Praha)



Obr. 4: Schéma zpracování údajů jednotlivě a hromadně sledovaných zdrojů (ČHMÚ, 2021)

6.1.1. LÁTKY ZNEČIŠŤUJÍCÍ OVZDUŠÍ

Ovzduší znečišťují hmotné látky, nebo fyzikální či chemické změny v atmosféře.

Látky obsažené ve výfukových plynech rozlišujeme podle chemického původu, tedy určujeme, zda se jedná o látky anorganické či organické. Dále je možné emise z automobilové dopravy rozdělit na výfukové a nevýfukové emise. Do výfukových emisí zařazujeme produkty spalovacích procesů v motorech automobilů emitované přímo do ovzduší (např. uhlíkové saze). Nevýfukové emise emitují prachové částice při jízdě vozidel (mechanické procesy – obrušování pneumatik a b brzdových destiček či vozovky). Nevýfukové emise bývají horšími emisemi, které znečišťují ovzduší, zejména díky resuspenzi (zvířené prachové částice). Prachové částice se mohou rozptýlovat a dále usazovat a při průjezdu vozidla po komunikaci jsou vynášeny do ovzduší (Vach, 2006).

6.1.2. DĚLENÍ ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK

Tyto látky můžeme rozdělit do 7 skupin.

Základní znečišťující látky

- Tuhé znečišťující látky (TZL)
- PM₁₀
- PM_{2,5}
- Anorganické kyslíkové sloučeniny síry (SO₂)
- Anorganické sloučeniny dusíku (NO₂)
- Oxid uhelnatý (CO₂)
- Organické látky (OC)
- Těkavé organické látky (VOC)
- Amoniak a soli amonné (NH₃)
- Methan (CH₄)

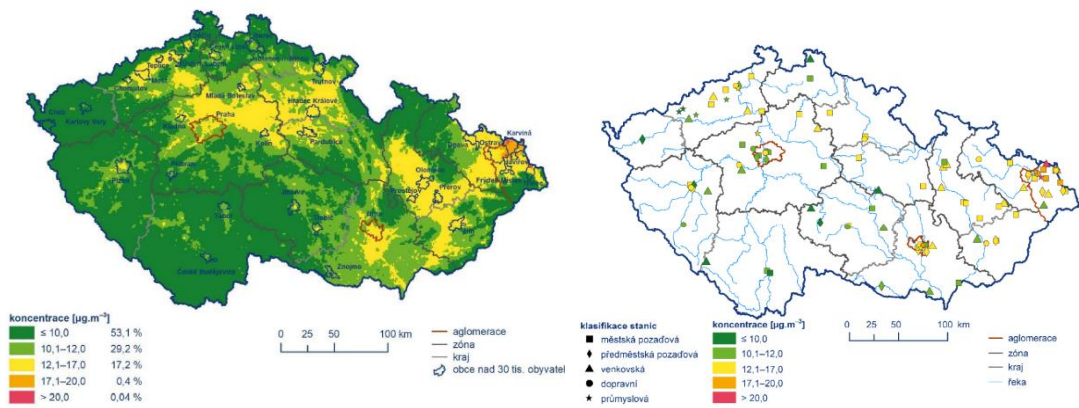
Znečišťující látka	Obyvatelstvo vystavené nadlimitní koncentraci	Území s nadlimitní koncentrací	Trend koncentrací za období 2011-2021
PM ₁₀	0,4 %	0,1 %	↓
PM _{2,5}	1,5 %	0,3 %	↓
benzo[<i>a</i>]pyren	19,7 %	6,1 %	↓
NO ₂	0 %	0 %	↓
O ₃	0,02 %	0,2 %	↑↓
benzen	0 %	0 %	↓
As	0 %	0 %	↓
Cd	0 %	0 %	↓
Ni	0 %	0 %	↓
Pb	0 %	0 %	↓
SO ₂	0 %	0 %	↓

Tab. 11: Kvalita ovzduší v ČR v roce 2021 (ČHMÚ, 2021)

6.1.3. ZÁKLADNÍ ZNEČIŠŤUJÍCÍ LÁTKY

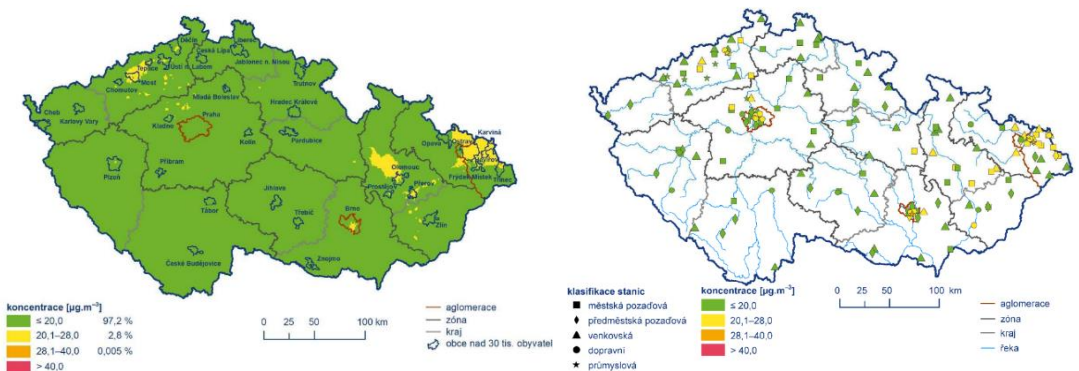
Suspendované částice frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$

Částice se vyskytují ve vzduchu a dělíme je na primární (z přírodních zdrojů-sopečná činnost, pyl) a sekundární (z chemických reakcí plynných složek atmosféry – SO_2 , NH_3 a VOC). Hlavním zdrojem emisí je v ČR výroba tepelné a elektrické energie, doprava či zemědělství. Vliv těchto částic určuje hlavně jejich koncentrace, velikost a tvar, ale také chemické složení. Při větší koncentraci může docházet k onemocněním dýchacích cest či podráždění sliznice, ale bohužel při delším působení dochází k úmrtí. Kvalitu ovzduší velice ovlivňuje znečištění látkou PM_{10} . Znečištění látkou $PM_{2,5}$ dochází nejčastěji v zimních měsících, protože se zvyšují emise z vytápění a jsou horší rozptylové podmínky.



Obr. 5: Roční koncentrace $PM_{2,5}$ v roce 2020 (CENIA, 2021)

Obr. 6: Roční průměrná koncentrace $PM_{2,5}$, měřené na stanicích imisního monitoringu v roce 2020 (MŽP, 2021)

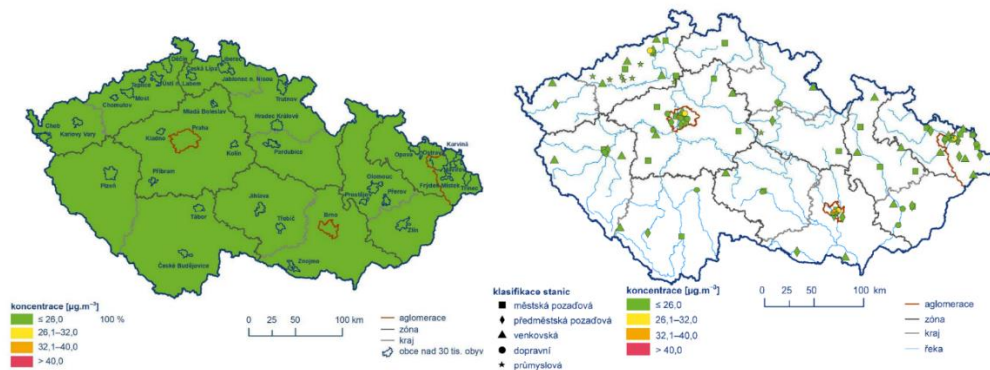


Obr. 7: Roční koncentrace PM_{10} v roce 2020 (CENIA, 2021)

Obr. 8: Roční průměrná koncentrace PM_{10} měřené na stanicích imisního monitoringu v roce 2020 (MŽP, 2021)

Oxidy dusíku (NO)

Oxidy dusíku (směs oxidu dusnatého – NO, oxidu dusičitého – NO₂) určují kvalitu ovzduší. NO vzniká při spalování fosilních paliv reakcí mezi dusíkem a kyslíkem ve spalovaném vzduchu, ale také oxidací dusíku z paliva. Hlavním zdrojem znečištění ovzduší oxidy dusíku je doprava.



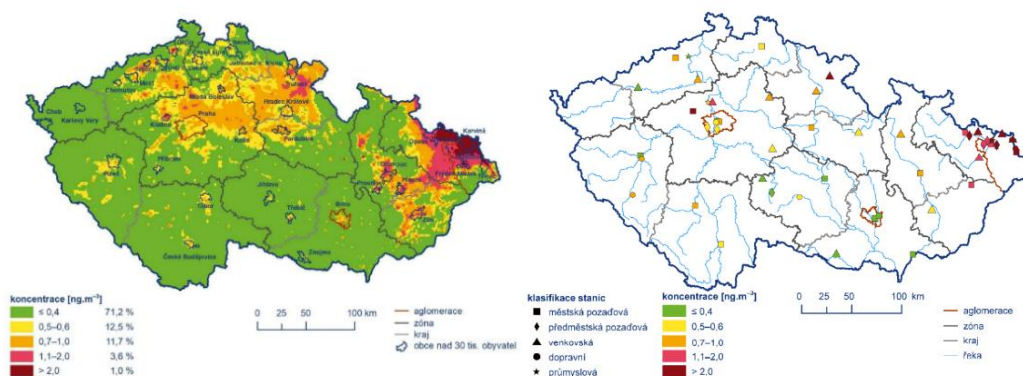
Obr. 9: Roční koncentrace NO_x v roce 2020 (CENIA, 2021)

Obr. 10: Roční průměrná koncentrace NO_x měřené na stanicích imisního monitoringu v roce 2020 (MŽP, 2021)

Benzo(a)pyren

Patří do skupiny polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH). Do ovzduší je zanášen nedokonalým spalovacím procesem fosilních paliv, dále díky emisím při výrobě koksu či železa. Stacionárním zdrojem je domácí topeniště a spalování odpadů (Holoubek, 1996)

Za mobilní zdroje lze uvést motory spalující naftu. Přírodním zdrojem jsou lesní požáry a sopečná činnost. Jedná se o karcinogenní látky pro lidský organismus (ENVIS, 2021).



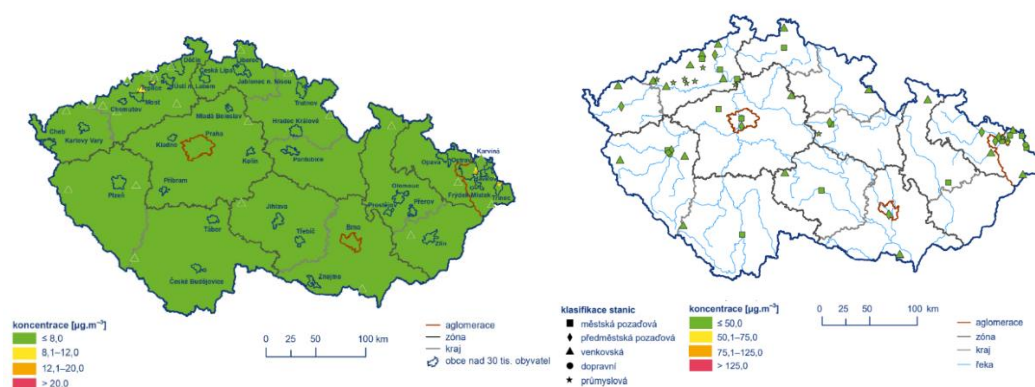
Obr. 11: Roční koncentrace PAH v roce 2020 (CENIA, 2021)

Obr. 12: Roční průměrná koncentrace PAH, měřené na stanicích imisního monitoringu v roce 2020 (MŽP, 2021)

Oxid siřičitý (SO₂)

Mezi hlavní antropogenní zdroje oxidu siřičitého patří spalování fosilních paliv (uhlí, těžké kovy, tavení rud obsahujících síru). V atmosféře se oxiduje na sírany a kyselinu sírovou (vzniká aerosol), která je v podobě kapiček nebo pevných částic. Látky vznikající z oxidu siřičitého i samotný SO₂ mají dráždivé účinky (Vejvoda J., 1998).

Při velkém množství způsobují špatnou funkci plic. Díky tomu je SO₂ z atmosféry odstraňován mokrou či suchou depozicí. Od roku 2000 dochází k jeho regulaci.



Obr. 13: Roční koncentrace SO₂ v roce 2020 (CENIA, 2021)

Obr. 14: Roční průměrná koncentrace SO₂, měřené na stanicích imisního monitoringu v roce 2020 (MŽP, 2021)

Lze tedy konstatovat, že silniční doprava tvoří velké množství emisí. Nejvíce znečišťuje ovzduší osobní a nákladní automobilová doprava, dále pak i MHD. Železniční a vodní doprava v porovnání se silniční vytvářejí méně škodlivin. Letecká doprava je srovnatelná se silniční dopravou a zapříčiňuje oteplování planety neboli skleníkový efekt (Matoušková, 2007).

Kvalita ovzduší v České republice v roce 2021- klíčová sdělení

Koncentrace některých znečišťujících látek se závažnými dopady na lidské zdraví stále překračují stanovené imisní limity v řadě lokalit České republiky.

Jedná se zejména o karcinogenní benzo(a)pyren, suspendované částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5} a přízemní ozon. Nicméně rok 2021 byl přesto z hlediska kvality ovzduší příznivý.

Koncentrace látek znečišťujících ovzduší dosáhly v roce 2021 v rámci hodnoceného období 2011–2021 druhých nejnižších hodnot (po roce 2020, ve kterém jsme zaznamenali historicky nejlepší kvalitu ovzduší) nebo nejnižších hodnot za hodnocené období 2011–2021.

Koncentrace látek znečišťujících ovzduší, s výjimkou přízemního ozonu, za hodnocené období 2011–2021 významně klesají (ČHMÚ, 2021).

6.1.4. ZÁVAŽNÉ JEVY EMISÍ ZE SILNIČNÍ DOPRAVY

Skleníkový efekt

Látky vypouštěné do ovzduší – dopravou, průmyslovou výrobou, energetika.

- Infračervené záření, které se díky skleníkovému efektu nedostane zpět do kosmu způsobuje ohřívání planety Země (ohřívá se vzduch i povrch)
- Extrémní povodně, dlouhotrvající sucha, požáry, tání ledovců
- Výkyvy teplot (tuhé zimy střídané tropickými vedry)

Nejvýznamnějším skleníkovým plynem je CO₂ – oxid uhličitý (vzniká spotřebou neobnovitelných zdrojů, jako vedlejší produkt při spalování fosilních paliv) - sám ale nemá škodlivé účinky na lidské zdraví (Bartonová, 2004).

Tvorba smogu

Vzniká nejčastěji ve městech s vysokým počtem motorových vozidel.

- Směs oxidů dusíku (N_xO_y) a různých uhlovodíků
- Další vliv má také nadmořská výška, rozptylové podmínky i charakter území
- Nepříznivý dopad na lidské zdraví (dýchací ústrojí, alergie)
- Trpí na něj také další živé organismy, ale i jehličnaté stromy

Oxidační smog (kalifornský/letní)

Tento druh smogu má silné oxidační, agresivní, dráždivé a toxické účinky. Patří k nejzávažnějším problémům znečištění ovzduší.

- Součástí vzduchu jsou vysoké koncentrace přízemního ozonu, uhlovodíků, oxidy dusíku a oxidy uhlíku
- Vzniká působením slunečního záření na některé složky výfukových plynů

Redukční smog (londýnský/zimní)

Městský a průmyslový kouř s mlhou vyskytující se během roku převážně v zimních měsících s výraznými přízemními inverzemi teploty vzduchu. Zimní smog je složen z oxidu siřičitého (SO₂) a dalších oxidačních látek, které mají silně redukční účinky na okolí.

- Vzduch obohacený o zplodiny vzniklé spalováním fosilních paliv (oxid siřičitý, oxidy dusíku, polévatý prach)
- Vyskytuje se především v chladném období a při velmi špatných rozptylových podmínkách (Krebsová, 2010)

Kyselá dešť

Vznikají smícháním srážkové vody s emisemi oxidů dusíku (N_xO_y), oxidu siřičitého (SO₂) a dalších škodlivin.

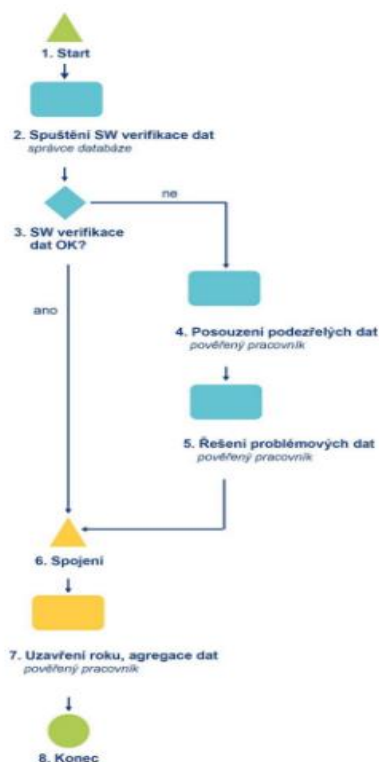
- Kontaminace zdrojů vody (potoky, řeky, jezera...) dále také zkázu lesních biotopů (jehličnaté stromy v Jizerských horách a Krkonoších)

Kyselost půdy, narušení přirozeného pH zeminy (klesající výnos zemědělské produkce, náklady na hnojiva) (ATEM, 2021)

6.2. IMISE

Imise jsou koncentrace škodlivých látek přítomných v ovzduší. Imise vzniká po fyzikálně-chemické přeměně emise v ovzduší. Znečišťující látka se z ovzduší dál dostává do styku s příjemci, tj. lidmi, rostlinami, zvířaty, materiálem a v nich se ukládají a působí na ně negativně. Imisní koncentrace v ČR jsou nejčastěji uváděny v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ popř. $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$.

Znečišťující látka je každá látka, která svojí přítomností v ovzduší vyvolá škodlivé účinky na lidské zdraví nebo životní prostředí, či obtěžuje zápachem (zákon č. 201/2012Sb., o ochraně ovzduší) (envirometr, 2021).

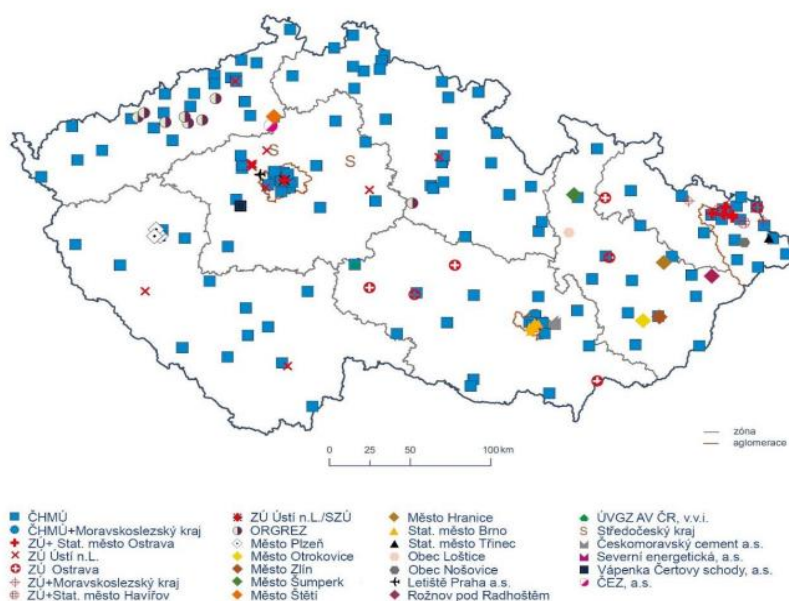


Imisní limity

- nejvýše přípustná úroveň koncentrace dané látky stanovená zmíněným zákonem
- představují hodnoty max. provedených imisních koncentrací jednotlivých znečišťujících látek v ovzduší s různým intervalem průměrování
- kritéria: hodnota imisního limitu, doba průměrování, maximální počet překročení

Imisní koncentrace jsou měřeny v okolí zdroje a jsou ukládány do imisní databáze ISKO. Úroveň imisní zátěže je zjišťována měřením na imisních monitorovacích stanicích (CENIA, 2021).

Obr. 15: Schéma verifikace imisních dat v ISKO (ČHMÚ, 2021)



Obr. 16: Významné staniční síť sledování kvality ovzduší pro rok 2021 (ČHMÚ, 2021)

7. LEGISLATIVA

Rámcová úmluva OSN o změně klimatu

Byla přijata na Konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji v Rio de Janeiro v roce 1992. V platnost vstoupila dne 21.3.1994.

Mezinárodní vyjednávání o problematice snižování emisí skleníkových plynů, změnou klimatu (Píša, 2003).

Je založena na 4 principech:

- principu mezigenerační spravedlnosti, tj. chránit klimatický systém ve prospěch nejen současné, ale i příštích generací
- principu společné, ale diferencované odpovědnosti, který říká, že ekonomicky vyspělé země nesou hlavní odpovědnost za rostoucí koncentrace skleníkových plynů v atmosféře, přičemž jejich povinností je i poskytovat pomoc rozvojovým zemím
- principu potřeby chránit zejména ty části planety, které jsou více náchylné na negativní dopady změn klimatického systému, tj. především těch zemí, které jsou v rámci svého hospodářského vývoje a geografického umístění zranitelnější
- principu tzv. předběžné opatrnosti, tj. nutnosti neodkládat řešení problému, a to ani v tom případě, že doposud nelze některé důsledky změny klimatu přesně kvantifikovat (Braniš M., 2009)

Kjótský protokol

Přijat k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu v prosinci roku 1997.

Zavázání snížení emise skleníkových plynů v prvním kontrolním období 2008-2012 nejméně o 5,2 % ve srovnání s rokem 1990. V roce 2012 byl schválen dodatek o druhém kontrolním období 2013-2020. EU a jejich členské státy se zavázaly snížit emise skleníkových plynů do roku 2020 o 20 % v porovnání s rokem 1990.

Protože protokol není závazný pro rozvojové země a rozvíjející se ekonomiky (Čína, Indie, Brazílie) budou závazky pokrývat pouze 15 % celkových emisí.

Redukce se týkají oxidu uhličitého (CO₂), metanu (CH₄), oxidu dusného (N₂O) (Damohorský, 2003).

Pařížská dohoda

Byla přijata smluvními stranami Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu v prosinci 2015. Po roce 2020 nahradila Kjótský protokol

Snaha přispět k udržení nárůstu průměrné globální teploty pod hranici 2 °C v porovnání s obdobím průmyslové revoluce a usilovat o to, aby nárůst teploty nepřekročil 1,5 °C. Plnit národně stanovené příspěvky pro emise skleníkových plynů.

Státy EU snaha společně snížit do roku 2030 emise skleníkových plynů o nejméně 40 % ve srovnání s rokem 1990 (Adoption of the Paris Agreement, 2015).

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/2284

O snížení národních emisí některých látek znečišťující ovzduší

Stanovení závazků členských zemí ke snížení antropogenních emisí SO₂, NO_x, VOC, NH₃ a PM_{2,5}.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES

O kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduším pro Evropu

Stanovení zón a aglomerací pro účely posouzení kvality vnějšího ovzduší pro oxid siřičitý, oxid dusičitý, oxidy dusíku, částice PM₁₀ a PM_{2,5}, olovo, benzen a oxid uhelnatý. Opatření pro snížení expozice PM_{2,5} (Svoboda, 2011).

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/107/ES

O obsahu arsenu, kadmia, rtuť, niklu a polycyklických aromatických uhlovodíků ve vnějším ovzduší

Zavedení cílové hodnoty koncentrace arsenu, kadmia, niklu, benzo(a)pyrenu ve vnějším ovzduší za účelem snížení jejich škodlivosti na lidské zdraví a na životní prostředí (Král, 2014).

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2021/1119

Rámec pro stanovení klimatické neutrality

Snížení emisí skleníkových plynů v EU o 55 % do roku 2030 oproti roku 1990. Právní rámec pro plnění Pařížské dohody a dosažení klimatické neutrality EU do roku 2050.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/87/ES

Směrnice vytváří systém pro obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů ve Společenství, aby se podařilo snížení emisí

Novelizována: Směrnice 2009/29/ES pro obchodovací období 2013-2020. Implementována do českého právního řádu zákonem č. 383/2012 Sb. a prováděcí vyhláškou 192/2013 Sb. (Svoboda, 2011).

Rámec politiky EU v oblasti klimatu a energetiky do roku 2030

Pokles agregovaných emisí skleníkových plynů v EU o nejméně 55 % do roku 2030 vůči roku 1990, dosažení podílu obnovitelných zdrojů na konečné spotřebě ve výši 32 % a zvýšení energetické účinnosti o 32,5 %.

Politika ochrany klimatu v ČR

Snížit emise ČR do roku 2020 alespoň o 32 Mt CO₂ ekv. v porovnání s rokem 2005. Snížit emise ČR do roku 2030 alespoň o 44 Mt CO₂ ekv. v porovnání s rokem 2005

Zákon o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb.

Oznámen v souladu se směrnicí Evropského parlamentu a Rady 98/34/ES ze dne 22.6.1998

Ochranou ovzduší se rozumí předcházení znečišťování ovzduší a snižování úrovně znečišťování, aby byla omezena rizika pro lidské zdraví, snížení zátěže na životního prostředí.

- Zpracovává předpisy Evropské Unie
- Přípustné úrovně znečištění a znečišťování ovzduší
- Nástroje ke snižování znečištění a znečišťování ovzduší
- Práva a povinnosti osob a působnost orgánů veřejné správy při ochraně ovzduší (Zákon pro lidi, 2022).

Vyhláška č. 337/2010 Sb.,

O emisních limitech a dalších podmínkách provozu ostatních stacionárních zdrojů znečišťující ovzduší emitujících a užívajících těkavé organické látky a o způsobu nakládání s výrobky obsahujícími těkavé organické látky

- Zpracovává příslušné předpisy Evropských společenství
- Specifické emisní limity a podmínky provozování stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší
- Způsob nakládání s výrobky, které obsahují těkavé organické látky
- Zpracování plánů ke snížení emise

Vyhláška č. 17/2010 Sb.,

Kterou se mění vyhláška č. 205/2009 Sb., o zjišťování emisí ze stacionárních zdrojů a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší

Nařízení vlády č.146/2007 Sb.,

O emisních limitech a dalších podmínkách provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší

- Zpracovává příslušné předpisy Evropských společenství (Svoboda, 2011)

Nařízení vlády č. 189/2018 Sb.,

O kritériích udržitelnosti biopaliv a snížení emisí skleníkových plynů z pohonných hmot

Zákon č. 383/2012 Sb.,

O podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů

- Zpracovává předpis Evropské unie a je v souladu s Rámcovou úmluvou
- Vydávání povolenek a také zajišťuje podmínky hospodaření s nimi, plus udává sankce za porušení

Zákon č. 73/2012 Sb.,

O látkách, které poškozují ozonovou vrstvu a o fluorovaných skleníkových plynech

Práva a povinnosti osob při ochraně ozonové vrstvy Země a klimatického systému před nepříznivými účinky regulovaných látek dle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1005/2009 o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu.

Zákon č. 695/2004 Sb.,

O podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů (Krebsová, 2010)

Nařízení vlády č. 280/2020 Sb.,

O stanovení pravidel pro zařazení silničních motorových vozidel do emisních kategorií a o emisních plaketách

- Vzor emisních plaket a jejich cena
- Pravidla pro označení silničního motorového vozidla příslušnou emisní plaketou (Zákon pro lidi, 2022)

Vyhláška č. 312/2012 Sb.,

O stanovení požadavků na kvalitu paliv požadovaných pro vnitrozemská a námořní plavidla z hlediska ochrany ovzduší

- Požadavky na kvalitu lodních paliv a na odběr jejich vzorků pro ověření kvality

Vyhláška č. 315/2018 Sb.,

O strategickém hlukovém mapování

- Ze zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví
- Upravuje mezní hodnoty hlukových ukazatelů, jejich výpočet pro hluk vytvářený silniční, železniční a leteckou dopravou (MŽP, 2021).

8. HLAVNÍ MĚSTO PRAHA

Hlavní město Praha leží uprostřed Čech na řece Vltavě a ze všech stran je obklopeno Středočeským krajem. Praha jako samostatná správní jednotka je hlavní, a zároveň největší, město České republiky. Rozkládá se na ploše 496 km² a má 1 324 277 obyvatel.

Členění Prahy se průběhem let měnilo a vyvíjelo. Od roku 2002 dělíme Prahu na 22 správních obvodů a 57 městských částí dle zákona č. 131/2000 Sb., o hlavním městě Praha.

Územní členění Prahy



Obr. 17: Územní členění Prahy (ČSÚ, 2021)

Praha není výjimka a také je sužována zhoršenou kvalitou ovzduší, tvořenou smogem. Největší podíl na zhoršení kvality má prašný spad (prach s částicemi), pak ale také koncentrace oxidu dusíku a v letních měsících i přízemní ozon (AOPK, 2020).

8.1. DOPRAVA V HLAVNÍM MĚSTĚ PRAHA

Praha je hlavním dopravním uzlem v Česku a také významnou křižovatkou ve střední Evropě. Má rozsáhlou dopravní infrastrukturu. Pražský železniční uzel je centrem dálkové i příměstské osobní dopravy.

Silniční doprava

Praha je křižovátka. Na západě je dálnice do Plzně a Norimberku, na východě jsou dálnice do Brna a Ostravy a do Hradce Králové, na severu do Ústí nad Labem a Německa a do Liberce. Přímo centrem Prahy vede severojižní magistrála, která navazuje na dálnici D1, dále tu nalezneme Pražský okruh a Městský okruh s nejdelším tunelovým komplexem v Evropě (Blanka). Automobilová doprava je regulovaná pomocí placených parkovacích zón a na okraji města jsou odstavná parkoviště P+R.

Železniční doprava

Nejvýznamnějšími stanicemi v Praze jsou Praha – hlavní nádraží, Praha – Smíchov, Praha – Libeň, Praha – Masarykovo nádraží a Praha – Vršovice.

letecká doprava

Hlavní pražské letiště Václava Havla se nachází v Ruzyni v severozápadní části města a je druhé největší ve střední Evropě po Vídni (Dudáček, 2012)

MHD

Veřejná doprava (integrovaný dopravní systém PID). Základem je pražské metro (linky A, B, C), dále tramvaje a autobusy. V Praze můžeme najít i lanovku a přívozy, které občanům ulehčují dopravu. Abychom mohli využívat veřejnou dopravu musíme se ale zakoupit jízdenku či předplacenou kartu (Lítačka) (MD, Ročenka dopravy, 2020).

8.1.1. NEHODOVOST V PRAZE

K nejvyššímu počtu dopravních nehod došlo v roce 2020 na území hl. m. Prahy. Zaznamenalo se 16 925 nehod, ale nejvíce usmrcených osob bylo v kraji Středočeském a to 79 usmrcených osob, v Praze toto číslo činilo jen 22 (MD, Ročenka dopravy, 2020).

Srovnání roků 2018–2022 v Praze

Rok	2018	2019	2020	2021	2022
Počet dopravních nehod	22 767	21 458	16 925	17 510	15 475
Počet zraněných	2 165	2 072	1 497	1 815	2025
Viník pod vlivem alkoholu	385	340	380	392	458
Viník pod vlivem drog	29	22	23	26	31
Nehody s lesní zvěří	207	265	198	177	163
počet usmrcených osob	31	20	22	22	17

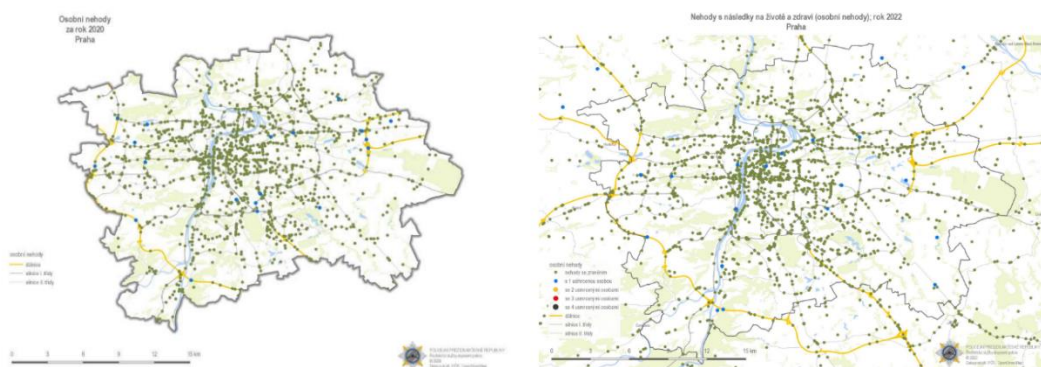
Hmotná škoda tis. Kč 14 010 017 15 734 826 1 208 407 1 337 824 1 307 962

Tab. 12: Srovnání roků 2018-2022 v Praze (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)

V roce 2020 se v hl. m. Praha stalo nejméně nehod v porovnání s roky 2018 a 2019. Také je patrné, že škoda byla výrazně nižší než v předešlých letech. Velký vliv na pokles měl nouzový stav vyhlášený vládou v souvislosti s pandemií SARS-CoV-2 (ČHMÚ, Změny kvality ovzduší české republiky během nouzového stavu, 2020).

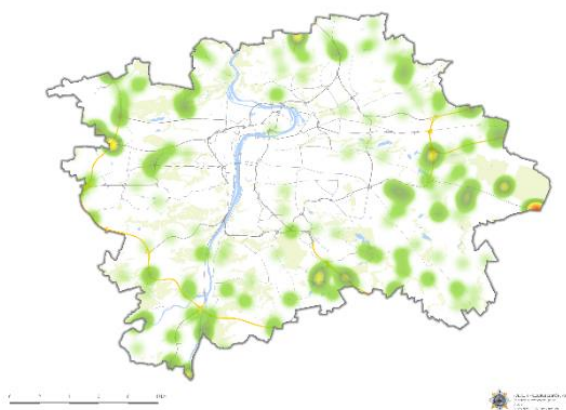
V letech 2021 a 2022 zaznamenáváme vyšší počet dopravních nehod z důvodu návratu do původního využívání dopravních prostředků srovnatelné s obdobím před pandemií. Hlavní město Praha patří mezi území, kde došlo k nejvyššímu počtu dopravních nehod, ale spíše se jednalo o lehčí nehody v porovnání například s krajem Středočeským, kde při 15 128 nehodám bylo usmrceno 80 osob (Policie, Statistika nehodovosti, 2022).

Osobní nehody za rok 2020 a 2022 v Praze



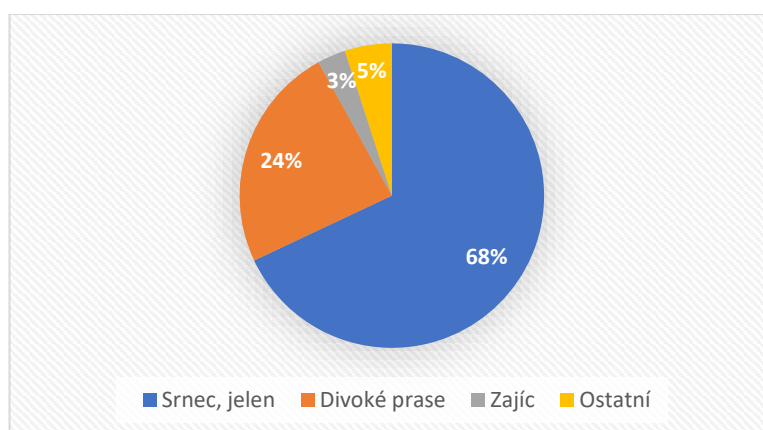
Obr. 18: Nehody osobních automobilů v roce 2020 a 2022 v Praze (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)

Nejrizikovější místa pro střet automobilu s lesní zvěří pro rok 2020 v Praze



Obr. 19: Nejrizikovější místa pro střet automobilu se zvěří za rok 2020 v Praze (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)

Nehody zvěře v roce 2020 v Praze – specifikace zvěře



Graf 3: Specifikace sražené zvěře v roce 2020 v Praze (Policie, 2021)

V roce 2020 bylo 198 dopravních nehod zaviněné lesní zvěří v hl. m. Praha. Jednalo se především o srnce či jelena (68 %), dále o divoké prase (24 %). Další skupinou sražené zvěře jsou zajáci (3 %) a ostatní zvěř, kterou tvoří například liška, bažant či jezevec (5 %).

8.1.2. EMISE V PRAZE

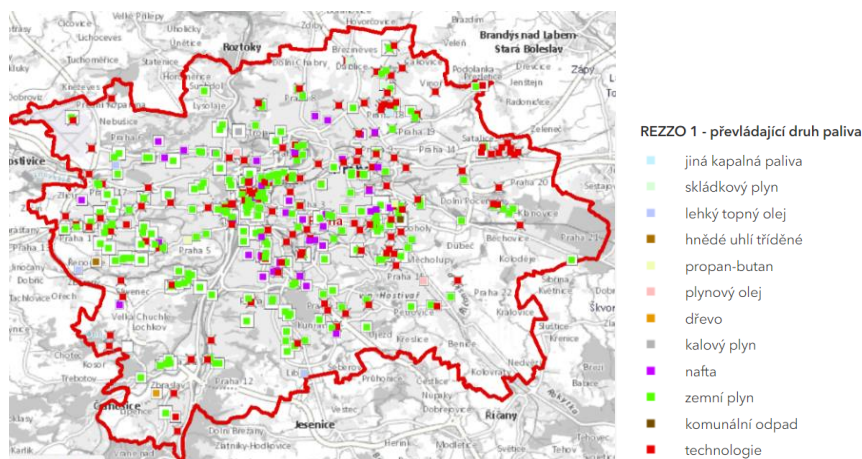
Hlavní město Praha patří mezi nejzatíženější oblasti České republiky z hlediska znečištění ovzduší díky působení antropogenních a přírodních faktorů. Klimatické poměry ovlivňuje poloha Prahy, protože v údolí Vltavy, nejčastěji v zimě, vznikají podmínky na teplotní inverze a díky nim pak dochází k akumulaci škodlivých látek. Kvalitu ovzduší také silně ovlivňuje pražské dopravní zatížení, které je vysoké vzhledem k tomu, že Praha je hlavním uzlem silniční sítě ČR a křižovatkou mezinárodní přepravy (Machálek, 2010).

Zdroje emisí jsou děleny na zdroje stacionární a mobilní (jak už jsem zmiňovala v předešlých kapitolách této práce).

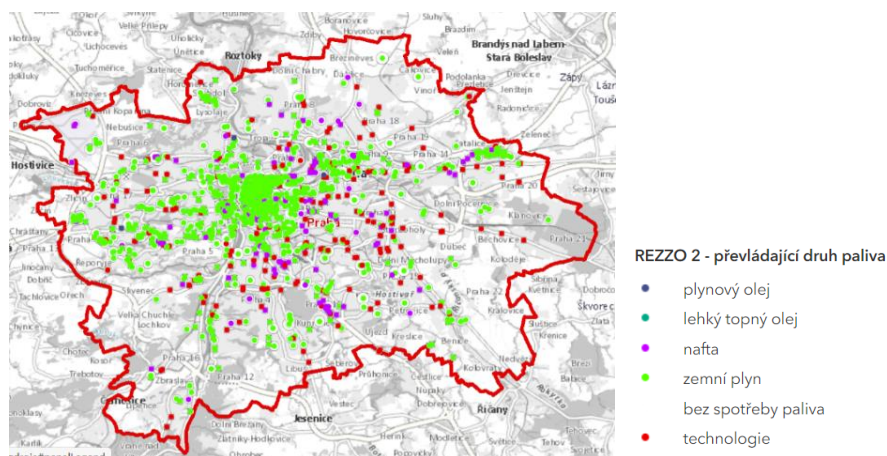
- Stacionární zdroje jsou charakterizovány konkrétní polohou a do emisní bilance vstupují přímo
- Mobilní zdroje (automobily) není možné sledovat jednotlivě, proto jsou vedeny jako liniové či plošné objekty, po nichž se mobilní zdroje pohybují

Hlavní město Praha pravidelně sleduje emise znečišťujících látek do ovzduší. Stacionární zdroje jsou každoročně aktualizovány (REZZO). Emise z dopravy jsou počítány jednou za dva roky (modelové hodnocení kvality ovzduší) (Janota, 2010).

Stacionární zdroje (REZZO 1 a 2) pro Prahu v roce 2020



Obr. 20: REZZO 1 v roce 2020 v Praze (Geoportál, 2021)



Obr. 21: REZZO 2 v roce 2020 v Praze (Geoportál, 2021)

Nejvýznamnější zdroje emisí:

- Emise tuhých znečišťujících látek (TZL)
 - pochází z provozů recyklačních linek stavebních odpadů (Praha Chodovská-KARE)
 - těžba a zpracování nerostných surovin (Českomoravský cement – závod Radotín)
- Emise SO_x
 - Českomoravský cement – Radotín, nebo spalovna Malešice
- Emise NO_x
 - Českomoravský cement – Radotín, provoz Pražských služeb

Směrnice 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu, která je ukotvena v české legislativě vyhláškou č. 330/2012 Sb., požaduje hodnocení kvality ovzduší ve všech zónách a aglomeracích každého členského státu. Po celé ČR využíváme stacionární měření a tvorbu dat.

V případě hodnocení suspendovaných prachových částic PM₁₀ a PM_{2,5} byly vedle sazí, emitovaných přímo spalovacími motory do ovzduší (primární prašnost) vypočteny také emise částic, které byly zviřeny projíždějícími automobily (resuspenze) (Adamec, 2005).

Přehled o celkové emisní bilanci v Praze

Rok	Zdroj emisí	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x	VOC
2009	Komunikace– výfukové emise	879,9	641,4	11 220,9	8 125,0
	Komunikace– resuspenze	3 420,3	827,5	0,0	0,0
	Tunely	18,8	6,9	79,0	59,0
	Křižovatky	72,8	15,2	176,7	66,9
	Ostatní zdroje	58,2	14,0	124,6	158,6
	Celkem	4 450,0	1 505,0	11 601,2	8 410,0
2011	Celkem	4 618,0	1 492,7	10 471,8	7 437,6
2013	Celkem	4 444,2	1 362,6	8 009,8	4 790,4
2015	Celkem	3 771,1	1 231,7	5 440,3	1 590,8
2017	Celkem	4 113,0	1 351,2	5 548,9	1 355,4
2019	Komunikace– výfukové emise	556,56	438,26	4 191,84	1 067,25
	Komunikace– resuspenze	3 165,32	765,80	0,00	0,00
	Tunely	56,70	28,74	204,94	28,13
	Křižovatky	22,95	7,85	98,39	12,08
	Ostatní zdroje	19,26	6,98	39,86	15,88
	Celkem	3 820,79	1 247,63	4 535,03	1 123,34

Tab. 13: Emise znečišťujících látek z dopravy (t.rok-1) (Karel, 2021)

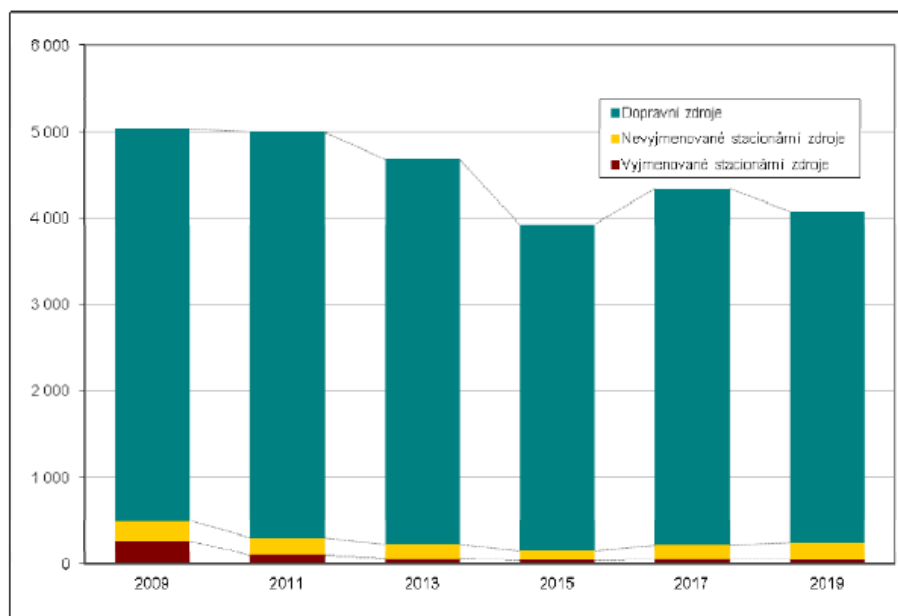
Celkovou úroveň produkce emisí z automobilové dopravy ovlivňují dva protichůdné vlivy. Jedná se o obměnu vozového parku a nárůst dopravních výkonů. Emisní bilanci také ovlivňuje vývoj procentuálního zastoupení osobních a nákladních vozidel.

Z tabulky (13) je patrné, že v hodnoceném období 2009-2019 se uvedené vlivy projevovaly následujícím způsobem.

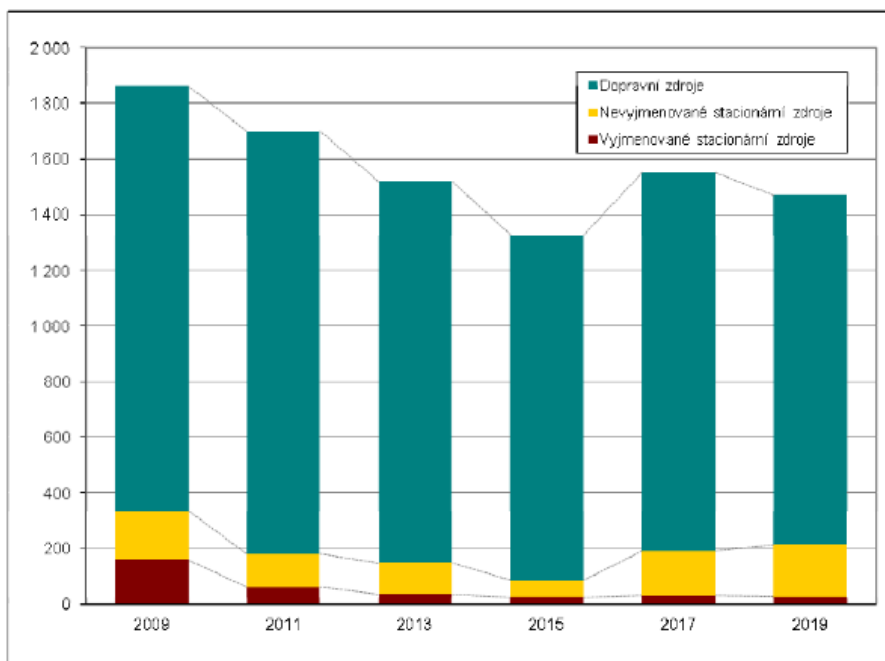
- Emise suspendovaných částic PM₁₀ z automobilové dopravy se pozvolně snižují s meziročními výkyvy, protože obměna vozového parku se projevuje oproti ostatním látkám, neboť ostatní látky jsou tvořeny resuspenzí, která není tímto ovlivněná.
- Částice PM_{2,5} se projevují obdobně, avšak jejich podíl resuspenze je nižší, čímž se výrazněji projeví obměna vozového parku.
- Pro oxid dusíku a těžké organické látky je naopak typický silný vliv obměny vozidel na celkovou produkci emisí (Machálek, 2010).

Za celé sledované období, tj. 2009-2019 se emise PM₁₀ z automobilové dopravy snížily cca o 14 % a emise PM_{2,5} cca o 17 %. Také v tomto období došlo ke snížení emisí NO_x z dopravy cca o 61 %, u VOC pokles činil cca o 87 % (ENVIS, 2021).

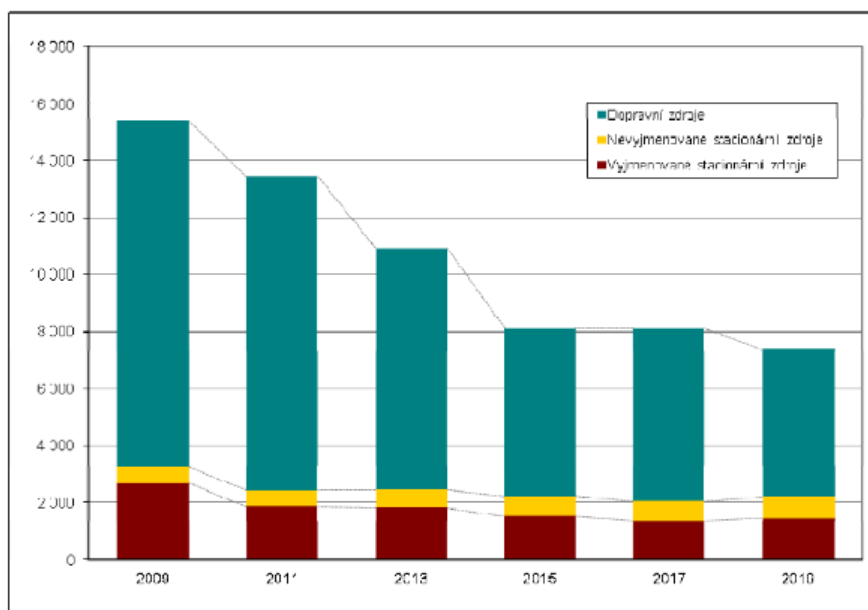
Celkový vývoj produkce emisí



Graf 4: Trendy vývoje produkce emisí částic frakce PM₁₀ (Karel, 2021)



Graf 5: Trendy vývoje produkce emisí částic frakce PM_{2,5} (Karel, 2021)



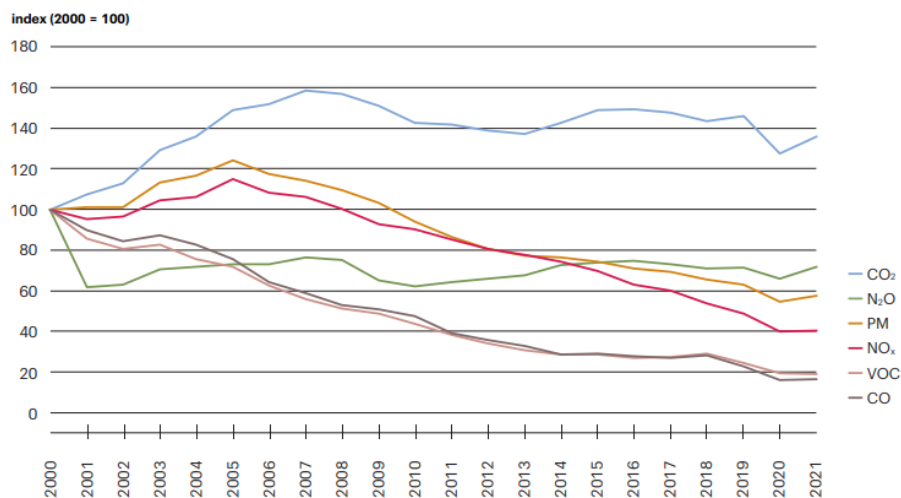
Graf 6: Trendy vývoje produkce emisí NO_x (Karel, 2021)

Výše uvedené grafy (5, 6, 7) zobrazují celkový vývoj produkce emisí ve dvouletých intervalech. Je patrné, že tento vývoj je určován vývojem emisí z dopravy, tj. pro toto hodnocení byly zvoleny znečišťující látky, které jsou typické pro automobilovou dopravu.

Nejvyšší podíl na celkových emisích cca přes 90 % má doprava u částic PM₁₀, kde rozhodující složku tvoří resuspenze prachu z povrchu vozovek. Podíl oxidu dusíku je nižší a činí cca 70 % a v hodnoceném období se snižuje.

Na území hlavního města Prahy se celková produkce emisí ze zdrojů za hodnocené období snížila. Konkrétněji pak u částic PM₁₀ o 21,2 % u částic PM_{2,5} o 52,2 %, oxid dusíku klesl o 52,2 %

Emise znečišťujících látek a skleníkových plynů z dopravy v Praze (index, 2000=100), 2000-2021



Graf 7: Emise znečišťujících látek a skleníkových plynů z dopravy v Praze (CENIA, 2021)

Z grafu (7) vyplývá, že emise znečišťujících látek z dopravy v Praze v období 2000-2021 poklesly. Nejvýrazněji emise CO o 83,5 % a VOC o 81,5 %. Vzrostly emise skleníkového plynu CO₂ o 35,7 %, ale jedná se o nejnižší nárůst emisí CO₂ v rámci celé České republiky.

8.1.3. IMISE – ÚROVEŇ ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ V PRAZE

Znečištění ovzduší v hl. m. Praha je zhodnocováno na základě dvou zdrojů informací. Prvním z nich je imisní monitoring, který shromažďuje imisní databázi. Jedná se o informační systém kvality ovzduší (ISKO) České republiky, jejímž provozovatelem je ČHMÚ. Druhým jsou výsledky modelování kvality ovzduší jsou pravidelně aktualizovány na základě projektu hodnocení kvality ovzduší na území hlavního města Prahy.

- Imisní monitoring poskytuje přesné informace o úrovni koncentrací znečišťujících látek v místech měření v určitém čase
- Modelování podává přehled o prostorovém rozložení imisní zátěže ve vazbě na konkrétní zdroje emisí (Lepičová, 2010)

Imisní limity udávající maximální přípustné koncentrace znečišťujících látek v ovzduší, jejichž hodnoty jsou uvedeny v zákoně č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší v příloze č. 1, následně potom je zhotoveno hodnocení.

U limitů, které mají dobu průměrování kratší než jeden rok, je umožněn přípustný počet překročení limitu během roku (Karel, 2021).

IMISNÍ LIMITY VYHLÁŠENÉ PRO OCHRANU ZDRAVÍ LIDÍ			
ZNEČUŠŤUJÍCÍ LÁTKA	DOBA PRŮMĚROVÁNÍ	IMISNÍ LIMIT	MAXIMÁLNÍ POČET PŘEKROČENÍ
Suspendované částice PM ₁₀	1 rok	40 µg.m ⁻³	-
Suspendované částice PM ₁₀	24 hodin	50 µg.m ⁻³	35
Suspendované částice PM _{2,5}	1 rok	25 µg.m ⁻³	-
Oxid dusičitý	1 rok	40 µg.m ⁻³	-
Oxid dusičitý	1 hodina	200 µg.m ⁻³	18
Benzen	1 rok	5 µg.m ⁻³	-
Benzo(a)pyren	1 rok	1 ng.m ⁻³	-

Tab. 14: Imisní limity vyhlášené pro ochranu zdraví (ČHMÚ, 2021)

Tato tabulka uvádí přehled limitů pro vybrané znečišťující látky, které jsou vázány na automobilovou dopravu. Jedná se o suspendované částice frakcí PM₁₀ a PM_{2,5}, oxid dusičitý a o benzen, který je nejvýznamnějším zástupcem těkavých organických látek, benzo(a)pyren, který je významným polutantem, vzhledem ke kvalitě ovzduší v Praze. Polutant je plynná, tekutá či pevná chemická látka znečišťující určitou soustavu (životní prostředí), která působí škodlivě pro živé organismy (ČHMÚ, 2021).

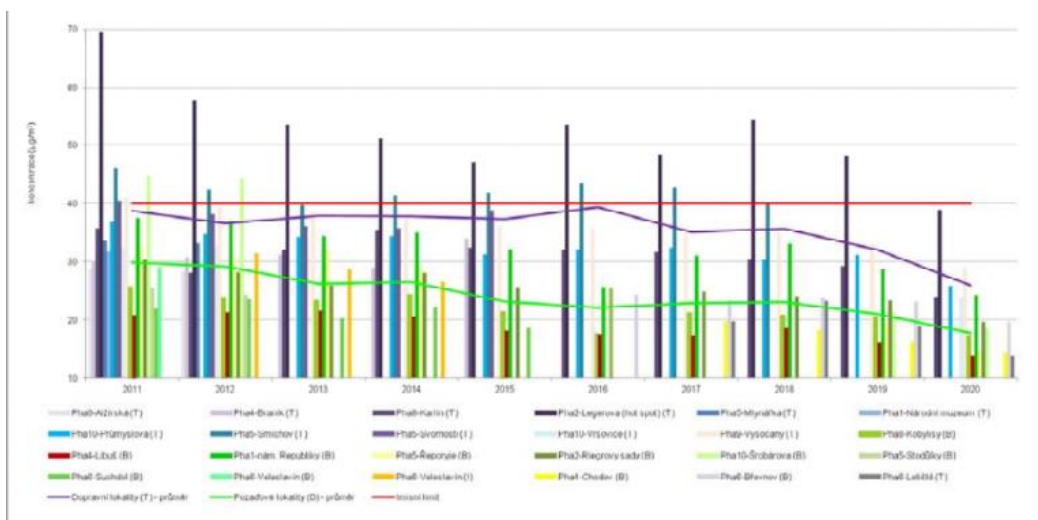
8.2. MONITOROVÁNÍ KVALITY OVZDUŠÍ V PRAZE

Na území hl. m. Prahy je 18 stanic, které provozují imisní monitoring, jenž spravuje ČHMÚ a Státní zdravotní ústav. Jedná se o lokality dopravní, pozadové (městské a předměstské zóny) a průmyslové. Za období let 2011–2020, tedy za posledních 10 let. U 1hodinových a 24hodinových koncentrací dle standartních postupů je sledována vždy hodnota, kterou má splňovat limit (ČHMÚ, 2021).

- 36. nejvyšší 24hodinová koncentrace PM₁₀
- 19. nejvyšší 1hodinová koncentrace NO₂

Oxid dusičitý

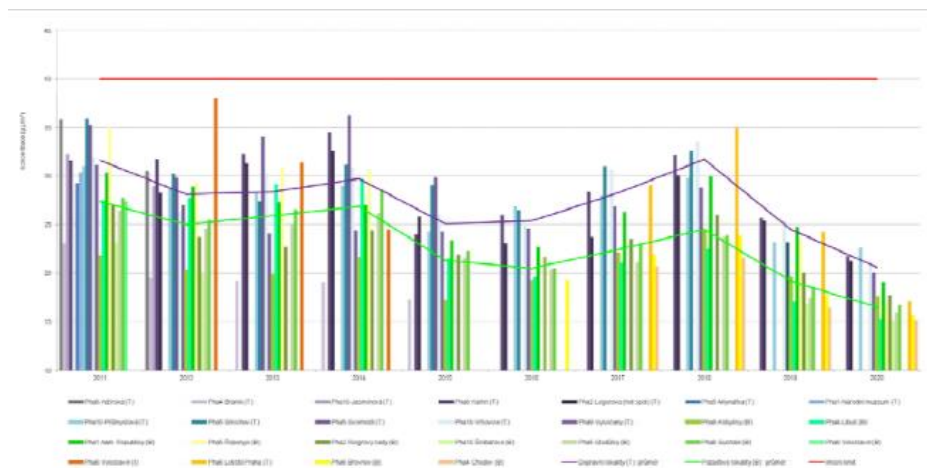
V roce 2020 nebyl v hl. m. Praze imisní limit překročen. V minulých letech docházelo k překročení limitu v Praze 2 - Legerova, Praze 5 - Smíchov a v Praze 10 - Šrobárova.



Graf 8: Průměrné roční koncentrace NO₂ na stanicích monitoringu v letech 2011–2020 v Praze (ATEM, 2021)

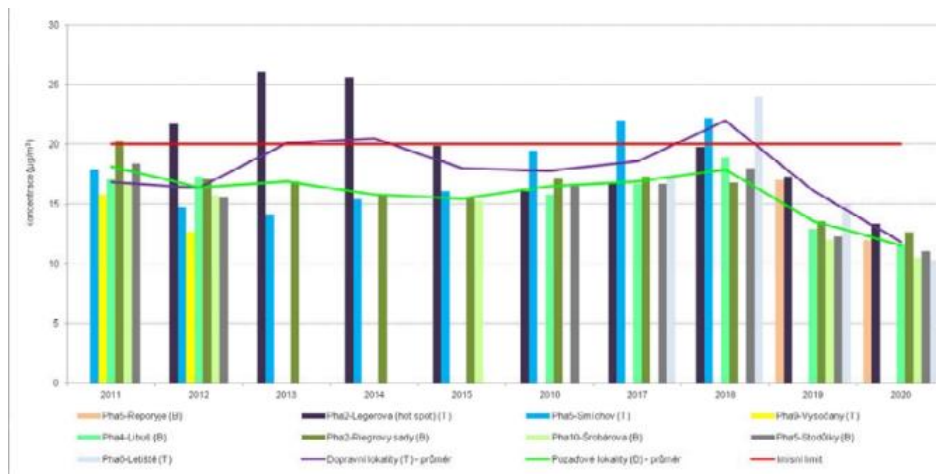
Suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5}

Kvalitu ovzduší na území hl. m. Prahy znečišťují tyto částice, které souvisejí s automobilovou dopravou. Vysoká koncentrace částic je dosahována nejčastěji v chladných měsících, kdy dochází k vyšším emisím tuhých látek ze stacionárních zdrojů. Vlivem vytápění, ale i z dopravy, kdy je zvýšená resuspenze díky posypům na komunikacích. V roce 2020 ani v předešlých letech nebyl překročen roční limit PM10 (40 µg.m³), v důsledku dobrých meteorologických situací a rozptylových podmínek.



Graf 9: Průměrné roční koncentrace suspendovaných částic PM10 na stanicích monitoringu v letech 2011–2020 v Praze (ATEM, 2021)

Pozorujeme, že v letech 2015–2016 se projevil výrazný pokles koncentrací, naopak v letech 2017–2018 byl vzestup hodnot díky nepříznivým podmínkám v zimních měsících a v letech 2019–2020 nebyl překročen imisní limit na žádné ze sledovaných stanic.

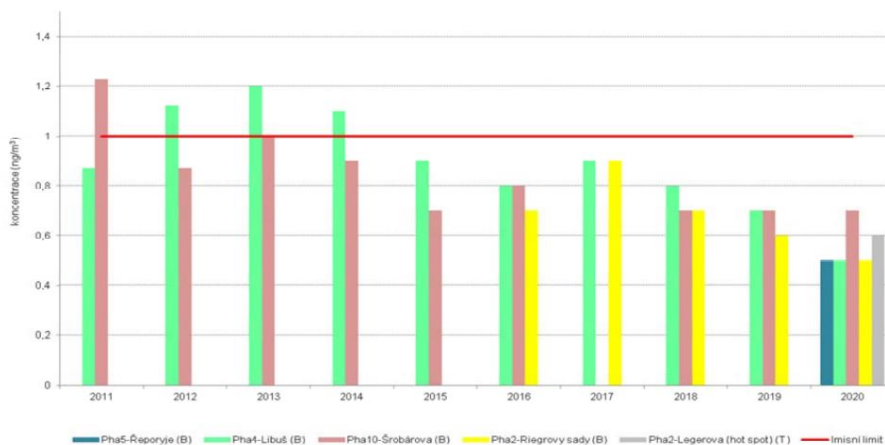


Graf 10: Průměrné roční koncentrace suspendovaných částic PM_{2,5} na stanicích monitoringu v letech 2011–2020 v Praze (ATEM, 2021)

Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci částic PM_{2,5} nebyl v roce 2020 překročen. Nejvyšší koncentrace (13,4 µg.m⁻³) byla naměřena na dopravní stanici Praha 2-Legerova. Překročení limitů bylo zaznamenáno v letech 2017–2018 na stanici Praha 5 - Smíchov a v Praze 6 - Letiště. V letech 2011–2018 můžeme pozorovat relativní stagnaci na mírně podlimitní úrovni, pak ale vidíme výrazný pokles v posledních letech (ATEM, 2021).

Benzo(a)pyren

V roce 2020 nebyl imisní limit pro roční průměrnou koncentraci překročen na žádné ze stanic v Praze. Nejvyšší hodnoty byly zaznamenány na stanici Praha 10 - Šrobárova (0,7 ng.m⁻³). Od roku 2011 je patrný klesající trend s výjimkou roku 2017, kdy došlo k nárůstu, ale pořád pod hranicí imisního limitu. Od roku 2015 můžeme vidět, že všechny imisní limity jsou pod hranicí.



Graf 11: Průměrné roční koncentrace Benzo(a)pyrenu na stanicích monitoringu v letech 2011–2020 v Praze (ATEM, 2021)

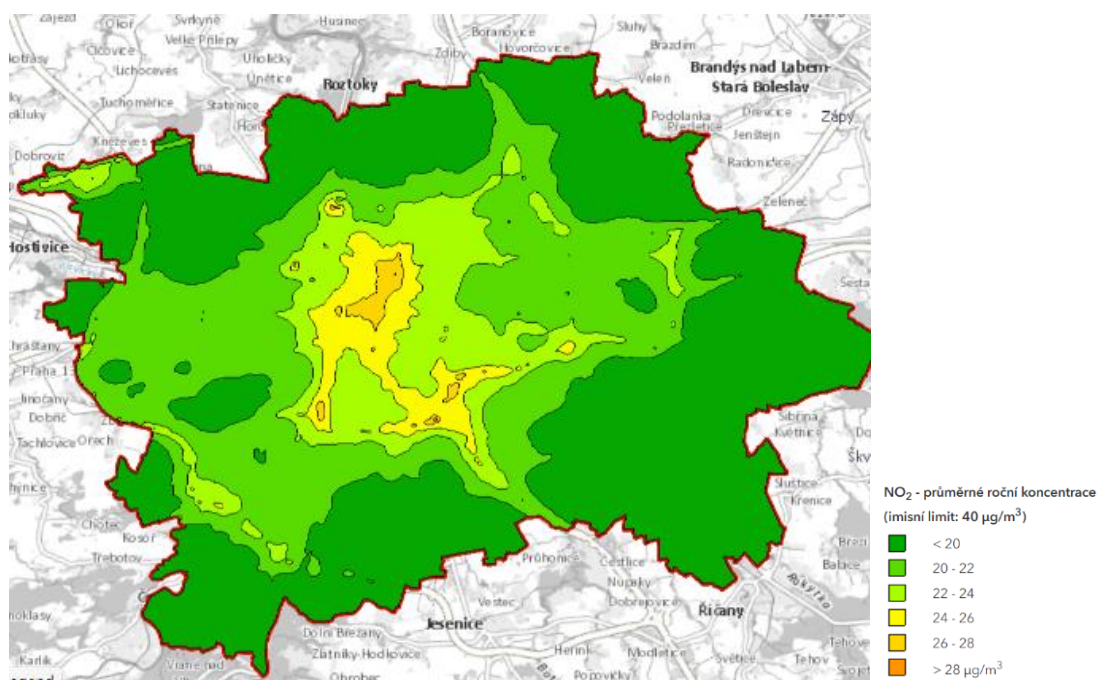
8.3. MODELOVÁNÍ KVALITY OVZDUŠÍ V PRAZE

Od roku 1992 probíhá na území hl. m. Prahy modelování kvality ovzduší v pravidelných dvouletých aktualizacích, poslední byla v roce 2020. nejvýznamnějšími znečišťujícími látkami z automobilové dopravy jsou oxid dusičitý, suspendované částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5} (ATEM, 2021).

Oxidy dusíku (NO_x)

V roce 2020 průměrná koncentrace NO₂ překonala historická minima, vysoké koncentrace NO₂ jsou zaznamenávány na stanici Praha 2 – Legerova. Vzhledem k velké intenzitě dopravy, kde je snížena možnost provětrávání. Na této stanici byla naměřena roční průměrná koncentrace 38,9 µg.m⁻³. Vysokou koncentraci NO₂ lze předpokládat v blízkosti místních komunikací, ve městech s intenzivní dopravou, kde je snížena plynulost. Jedná se především o centrum města, Barrandovský most a Jižní spojku.

- Emise NO_x byly sníženy o 61 % (období 2009–2020)



Obr. 22: Imisní znázornění průměrného ročního znečištění NO₂ v roce 2020 v Praze (Geoportál, 2021)

Obrázek (22) zobrazuje prostorové rozložení procentuálního podílu dopravních zdrojů na celkové imisní zátěži oxidem dusičitým. Nejvyšší hodnoty byly vypočteny v prostoru letiště, dále pak podél významných komunikací, tj. podél Jižní spojky, D0, D11.

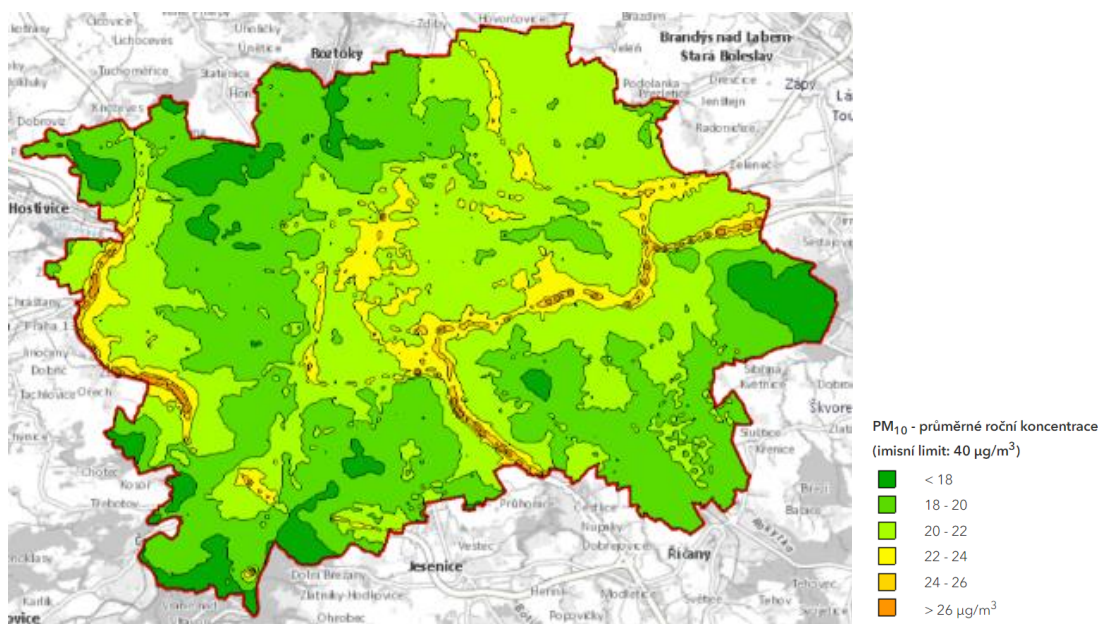
Suspendované prachové částice PM₁₀ a PM_{2,5}

Suspendované prachové částice PM₁₀ a PM_{2,5} jsou saze emitované ze spalovacích motorů (primární prašnost), ale i emise částic zviřených projíždějícími automobily (resuspenze). Pozorujeme pozvolný trend snižování emisí s meziročními výkyvy. Ty jsou v případě PM₁₀ díky obměně vozového parku tvořeny resuspenzí, které jsou tím ovlivněny. U PM_{2,5} kde je resuspenze nižší se také jedná o podobnou situaci, která se projeví obměnou vozového parku.

Emise PM₁₀ byly sníženy o 14 % (období 2009–2020)

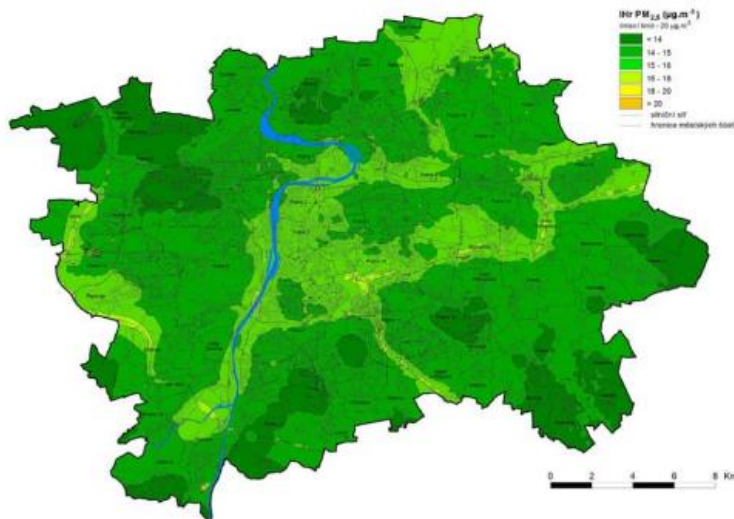
Emise PM_{2,5} byly sníženy o 17 % (období 2009–2020)

Nejvyšší vypočtené hodnoty průměrných ročních koncentrací suspendovaných částic frakce PM₁₀ přesahující 30 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ byly jen lokálně, a to nejčastěji podél komunikací D0 a D11 a podél Jižní spojky, dále pak v centru města a v oblasti Zbraslavi u lomu. Imisní limit, který je stanoven na 40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ nebyl na území hl. m. Prahy překročen dle modelového výpočtu



Obr. 23: Imisní znázornění průměrného ročního znečištění PM₁₀ v roce 2020 v Praze (Geoportál, 2021)

Obrázek (23) zobrazuje prostorové rozložení procentuálního podílu dopravních zdrojů na celkové imisní zátěži částicemi PM₁₀. Nejvyšší hodnoty byly vypočteny okolo velkých komunikací, a to zejména podél Brněnské v místě, kde se kříží s Jižní spojkou a pak na Barrandovském mostě. Lokálně tedy podél D0, D11 v centru města a na Jižní spojce. Z obrázku je také patrné, že na většině území hl. m. Prahy činí podíl dopravy kolem 20–60 %, na okraji města pak do 20 %.



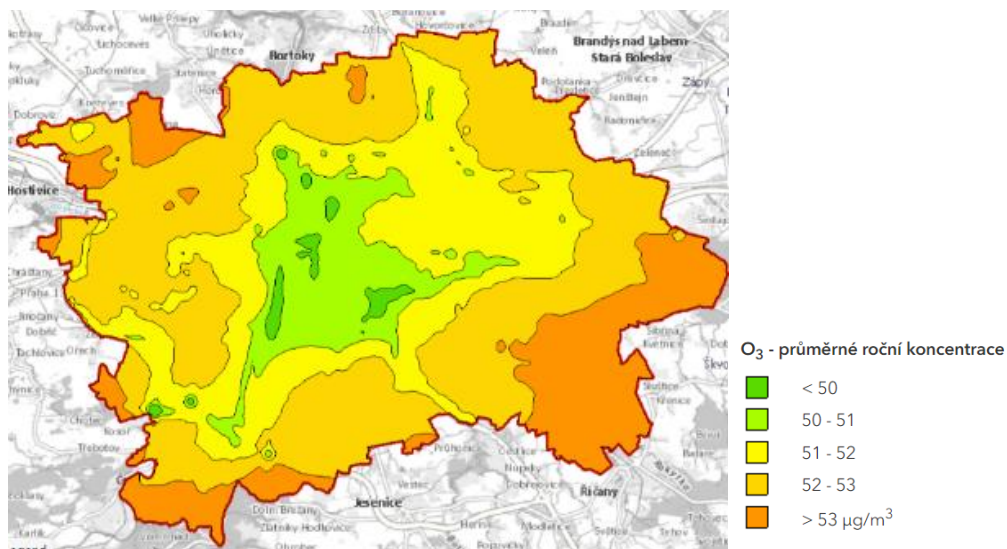
Obr. 24: Imisní znázornění průměrného ročního znečištění $PM_{2,5}$ v roce 2020 v Praze (Geoportál, 2021)

Prostorové rozložení imisních pásem $PM_{2,5}$ je velice podobné jako u částic PM_{10} . Lokálně přesahují $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, tedy imisní limit v oblasti lomu Zbraslav. Podíl dopravních zdrojů na celkové imisní zátěži částicemi $PM_{2,5}$ dosahující nad 60 % pouze v místech s největší zátěží komunikací, tj. podél D0, D11, podél Barrandovského mostu a Jižní spojky. Stejně jako u částic PM_{10} byl vypočten podíl nejčastěji kolem 20–60 % a na okraji města do 20 %.

Přízemní ozon (O_3)

Nejvíce zatíženými oblastmi v roce 2020 po zahrnutí koncentrací přízemního ozonu s překročením imisních limitů byly zóny Severozápad (97 %), aglomerace Praha (93 %) a Střední Čechy (92 %).

Imisní mapa průměrného ročního znečištění ovzduší O_3 v Praze v roce 2020



Obr. 25: Imisní znázornění průměrného ročního znečištění O_3 v roce 2020 v Praze (Geoportál, 2021)

Těkavé organické látky (VOC)

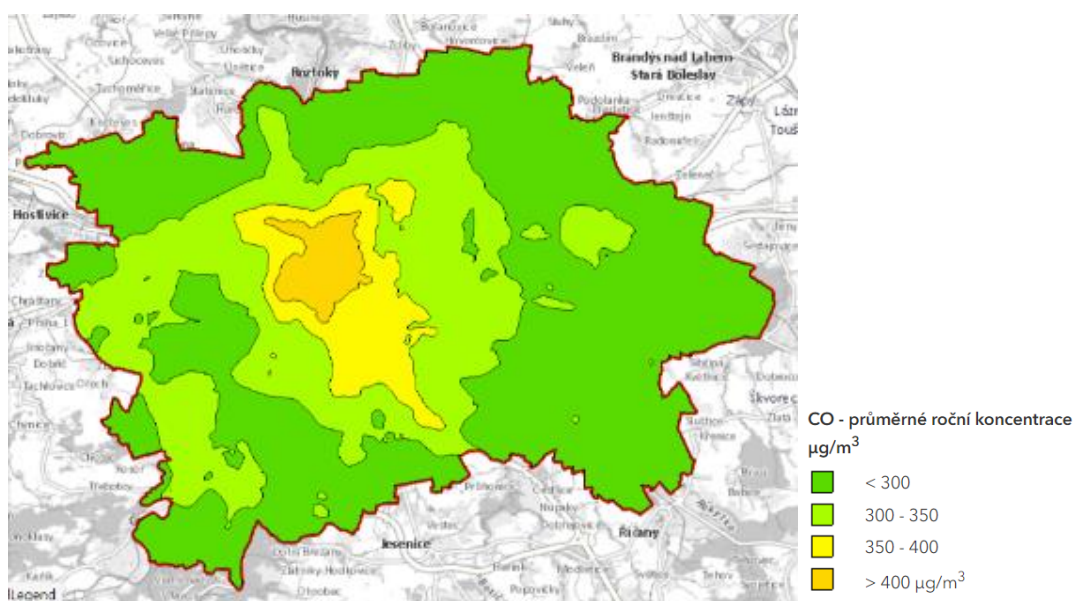
Těkavé organické látky (VOC) byly monitorovány od roku 1991 na Observatoři Košetice a o 3 roky později jej doplnilo měření na stanici Praha 4 – Libuš. Pokles emisí VOC v průběhu 5 let zaznamenaly obě stanice.

- Emise VOC byly sníženy o 87 % (období 2009–2020)

Oxid uhelnatý (CO)

Pokles koncentrací, CO v roce 2020 pokračoval i v Praze 2 – Legerova, naopak v Berouně, který je v blízkosti Prahy, mírně stoupl.

Imisní mapa průměrného ročního znečištění ovzduší CO v Praze v roce 2020



Obr. 26: Imisní znázornění průměrného ročního znečištění CO v roce 2020 v Praze (Geoportál, 2021)

8.4. ÚZEMNÍ ROZSAH PŘEKROČENÍ IMISNÍCH LIMITŮ

Český hydrometeorologický ústav v souladu se zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, vydává každoročně informace o průměrných hodnotách koncentrací znečišťujících látek za předchozích 5 let. Z těchto údajů jsou pak odvozeny informace o rozsahu překročení limitů v dané lokalitě.

Rok	NO ₂ – rok	PM ₁₀ - 24 hodin	PM _{2,5}	B(a)P
2013	0,56	0,42	-	59,61
2014	0,20	6,00	-	75,80
2015	-	-	-	41,70
2016	0,60	-	-	54,26
2017	-	0,67	-	67,7
2018	-	1,98	-	19,03
2019	-	-	-	0,22
2020	-	-	-	-

Tab. 15: Rozsah překročení limitů v letech 2013-2020 na území Prahy (ATEM, 2021)

Tabulka (15) shrnuje období uplynulých 8 let, tj. od roku 2013 do roku 2020. V tomto období na území hlavního města Prahy docházelo k nejvýraznějšímu překročení limitů v případě Benzo(a)pyrenu v rozsahu 41,7 %-75,8 %. U dalších látek bylo třikrát zaznamenáno překročení limitů průměrné roční koncentrace NO₂, a to v letech 2013, 2014 a 2016 a čtyřikrát byl překročen limit 24hodinových koncentrací PM₁₀, a to v letech 2013, 2014, 2017, 2018 (ATEM, 2021).

9. VYHODNOCENÍ IMISNÍHO MONITORINGU V PRAZE

Základní právní normou upravující hodnocení kvality ovzduší v ČR je zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, který vymezuje zóny a aglomerace, na jejichž úrovni se hodnotí kvalita ovzduší. Aglomerace je sídelní seskupení, ve kterém žije nejméně 25 000 obyvatel. Zákon o ochraně ovzduší vymezuje tři aglomerace, a to hlavní město Praha, Brno a Ostravu. Pro účely této diplomové práce se budeme věnovat jen aglomeraci Praha. Tento zákon stanovuje imisní limity pro vybrané znečišťující látky (viz kapitoly předcházející), podrobnosti o posuzování a hodnocení kvality ovzduší specifikuje vyhláška č. 330/2012 Sb., o způsobu posuzování a vyhodnocování úrovně znečištění, která informuje veřejnost o úrovni znečištění a o smogových situacích.

Překračování imisních limitů pro suspendované částice je problémem řady evropských měst. Další složkou v aktuální koncentraci je dán resuspenzí a zbývající část tvoří sekundární anorganické i organické částice vzniklé chemickou transformací plyných složek jak antropogenního původu, tak i přírodními emisemi. Mezi složky antropogenního původu řadíme SO_2 , NH_3 , NO_x a VOC (Štefancová, 2005).

Vysokou koncentraci lze řešit na evropské úrovni, a to spoluprací anebo na regionální úrovni, a to místně. Jedná se o opatření lokálního vytápění a snižování emisí z dopravy či údržby komunikací.

Hlavní cíle monitoringu znečištění ovzduší na území České republiky:

- Hodnocení stavu a trendů kvality ovzduší
- Poskytování podkladů pro opatření v situacích se zvýšenou úrovní znečištění ovzduší, dále informace pro veřejnost o aktuálním stavu
- Podklady státní správě pro vypracování programů, které sníží znečištění, a pro vyhodnocení přeshraničních přenosů

Problémy kvality ovzduší vytváří znečištění ovzduší benzo(a)pyrenem, suspendovanými částicemi frakce PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$ a přízemním ozonem.

Rok 2020 představoval zlepšení a byl velice příznivý co se týče kvality ovzduší, protože byly naměřeny nejnižší hodnoty imisní koncentrace všech znečišťujících látek za období 2010–2020.

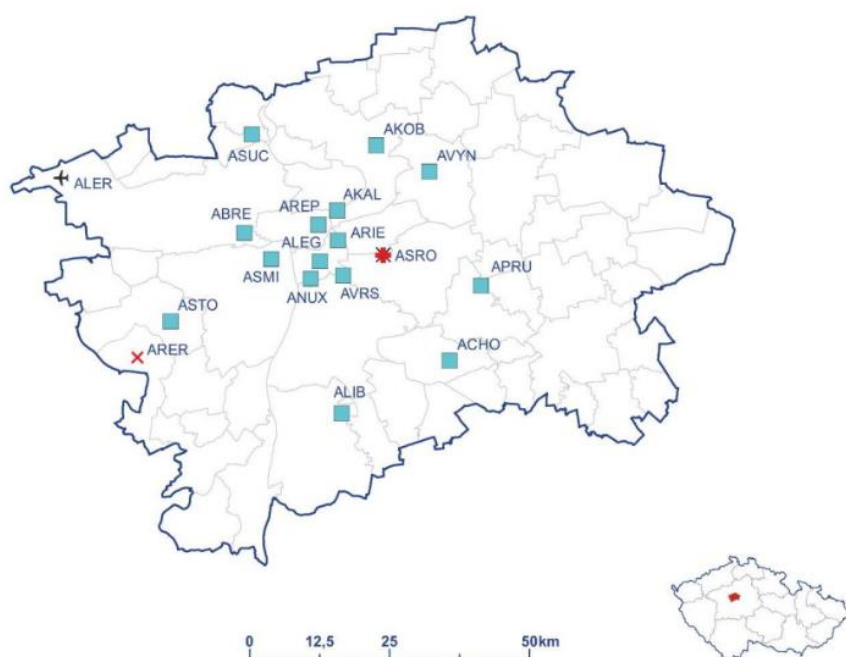
Pokles imisních koncentrací může mít více příčin:

Je to možná díky teplotám, které byly velice vysoké a také bylo dostatek srážek. Vysoké teploty vedou ke snížení objemu používaných paliv, tj. k menším emisím z vytápění a srážky jsou nezbytné pro samočištění atmosféry. Také to může být díky výměnám kotlů dle legislativních opatření, obnově vozovkového parku, technickým realizacím při snižování emisí. Dalším důvodem mohl být i vyhlášený nouzový stav v důsledku šíření SARS-COV-2 (ČHMÚ, Změny kvality ovzduší české republiky během nouzového stavu, 2020).

9.1. STANIČNÍ SÍŤ SLEDUJÍCÍ KVALITU OVZDUŠÍ

Znečištění ovzduší je zjišťováno pomocí monitoringu koncentrací znečišťujících látek v atmosféře na měřících stanicích. Při hodnocení kvality ovzduší jsou porovnávány naměřené imisní úrovně s imisními limity s přípustnými počty překročení hodnot imisních limitů za rok. Hodnocení je vytvářeno z dat informačního systému kvality ovzduší (ISKO) Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ), kde se archivují data imisí. V roce 2020 byla do databáze ISKO dodána naměřená data z 200 lokalit. Tyto lokality jsou členěny podle jednotlivých zón a aglomerací, a také podle vlastníků, kteří provozují monitorovou síť (Lepičová, 2010).

Síť měřících míst v roce 2020 v Praze



Obr. 27: Síť měřících míst v roce 2020 v Praze (ČHMÚ, 2021)

Kód lokality	Název lokality	Měřicí program															
		A	M	D	P	K	V	G	H	X	Z	0	1	5	9		
ABRE	Praha 6-Břevnov	x															
ACHO	Praha 4-Chodov	x															
AKAL	Praha 8-Karlín	x															
AKOB	Praha 8-Kobylisy	x															
ALEG	Praha 2-Legerova (hot spot)	x		x	x												x
ALER	Letiště Praha	x															
ALIB	Praha 4-Libuš	x	x	x	x		x										x
ANUX	Praha 2-Nusle			x		x											
APRU	Praha 10-Průmyslová	x															
AREP	Praha 1-n. Republiky	x		x													
ARER	Praha 5-Řeporyje	x				x	x										x
ARIE	Praha 2-Riegrovy sady	x				x											x
ASMI	Praha 5-Smíchov	x		x													
ASRO	Praha 10-Šrobárova	x	x			x											x
ASTO	Praha 5-Stodůlky	x															
ASUC	Praha 6-Suchbát	x															
AVRS	Praha 10-Vršovice	x															
AVYN	Praha 9-Vysočany	x															

A Automatizovaný měřicí program
M Manuální měřicí program
D Měření pasivními dosimetry a aktivními samplery
P Měření PAHs
K Kombinované měření
V Měření VOC
G Měření Grimm
H Měření POPs pro účely projektů
X Měření ultrafine particles
Z Měření EC a OC v PM2.5
0 Měření těžkých kovů v PM10
1 Měření těžkých kovů v PM1
5 Měření těžkých kovů v PM2.5
9 Měření distribuce počtu částic - FIDAS

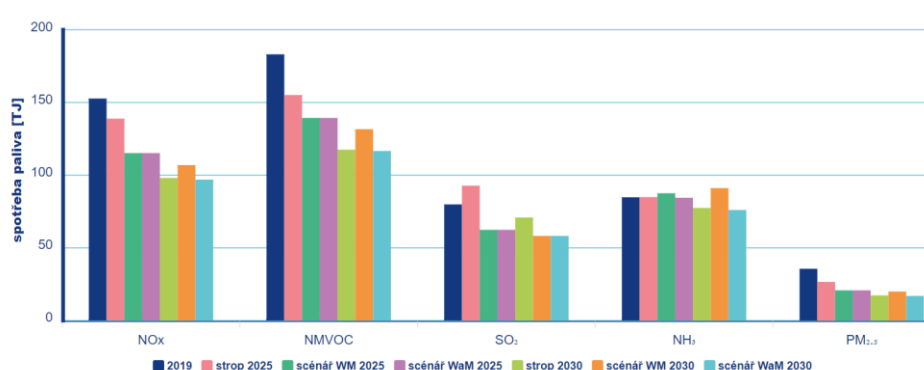
Tab. 16: Síť měřících míst v roce 2020 v Praze (ČHMÚ, 2021)

9.2. NÁVRH OPATŘENÍ PRO ZLEPŠENÍ KVALITY OVZDUŠÍ

Ke zlepšení stavu kvality ovzduší může každá osoba přispět tím, že se zdrží všech činností, které znečišťují ovzduší. Příkladem je například používání vhodných paliv a topenišť v domácnostech, zamezení spalování domovního odpadu či rozdělávání otevřených ohňů v přírodě. Co se týče dopravy tak je vhodné omezit používání motorových vozidel obecně, ale zvláště v době smogových situací, případně přejít k hybridním pohonům nebo k elektromobilitě (EKOLO, 2008).

Předpokládá se, že do roku 2030 budou sníženy emise všech znečišťujících látek, které vycházejí ze sektoru domácnost (vytápění, ohřev vody, vaření), obnovy vozového parku (podpory nízkoemisních a bezemisních vozidel) (MŽP, Program zlepšení kvality ovzduší, 2021).

Srovnání emisních stropů a scénářů emisních projekcí základních znečišťujících látek



Graf 12: Srovnání emisních stropů a scénářů emisních projekcí základních znečišťujících látek (MŽP, Program zlepšení kvality ovzduší, 2021)

Graf (12) znázorňuje emisní projekce pro emise NO_x, VOC, SO_x, PM_{2,5} podle scénáře WM (bez dodatečných opatření) a WaM (s dodatečnými opatřeními) (ČHMÚ, 2021).

9.2.1. KLIMATICKÝ PLÁN PRO HL. M. PRAHU

V roce 2019 hl. m. Praha přijalo usnesení, ve kterém se dobrovolně zavázalo, že bude aktivně sledovat a snižovat přímé i nepřímé emise oxidu uhličitého (CO₂). Vyhlásilo tím svůj klimatický závazek snížit emise CO₂ o 45 % do roku 2030 ve srovnání s rokem 2010.

Klimatický plán pro hl. m. Prahu navrhuje zaměření na opatření, která budou podpořena dotacemi a tím pádem se stanou ekonomicky výhodnými. Jedná se o prioritní projekty.

Klimatický plán do roku 2030, který má 69 opatření je rozdělen na 4 tematické okruhy:

- Udržitelná energetika a budovy
- Udržitelná mobilita
- Cirkulární ekonomika, adaptační opatření

9.2.2. PRIORITNÍ PROJEKTY HL. M. PRAHY S NÁVRHEM JEJICH FINANCOVÁNÍ, ZAMĚŘENÉ NA DOPRAVU

Nahrazení dieselových autobusů bezemisními a nízkoemisními vozy

Veřejná doprava pomocí autobusů bude tvořena alespoň ze 75 % čistými vozidly, přednostně budou pořizovány vozy s nulovou emisí (600 vozidel). Zbývající 25 % může být doplněno nízkoemisními autobusy využívající obnovitelné palivo vyrobené v Praze (300 vozidel).

Zdrojem financování bude program IROP 2021–2027. Cílem je zatraktivnit veřejnou dopravu a zavést moderní technologie, které zvýší bezpečnost a sníží emise skleníkových plynů (MŽP, Program zlepšení kvality ovzduší, 2021).

Nákup nízkoemisních a bezemisních nákladních vozidel Pražských služeb pro svoz odpadů, ale i nákup plnicích a dobýjecích stanic

Výměna vozového parku tak, aby alespoň 75 % spotřeby energie bylo nahrazeno bio – CNG vyráběným z bioplynové stanice, která zpracovává biologicky rozložitelný komunální odpad, nebo elektřinou z vlastní výroby ve spalovně komunálního odpadu Malešice.

Zdrojem financování bude program IROP 2021–2027.

Automatizace linky metra C

Soupravy, které nebudou závislé na obsluze řidiče, zajistí zkrácení intervalů. Díky tomu se navýší kapacita k přepravě. Jedná se o nejvytíženější linku v Praze.

Zdrojem financování bude operační program Doprava (OPD) na období 2021–2027.

Priority operačního programu (OPD) v období 2021–2027:

- Priorita 1- Evropská, celostátní a regionální mobilita v silniční i železniční dopravě
- Priorita 2- Celostátní a regionální mobilita v silniční dopravě
- Priorita 3- Udržitelná městská mobilita a alternativní paliva
- Priorita 4- Technická pomoc

Strategickým cílem je efektivní dostupná a k životnímu prostředí šetrná doprava (AFRY, Akční plán PZKO 2020+, 2021).

9.2.3. PRIORITY HL. M. PRAHY K NAPLNĚNÍ KLIMATICKÉHO PLÁNU V OBLASTI DOPRAVY

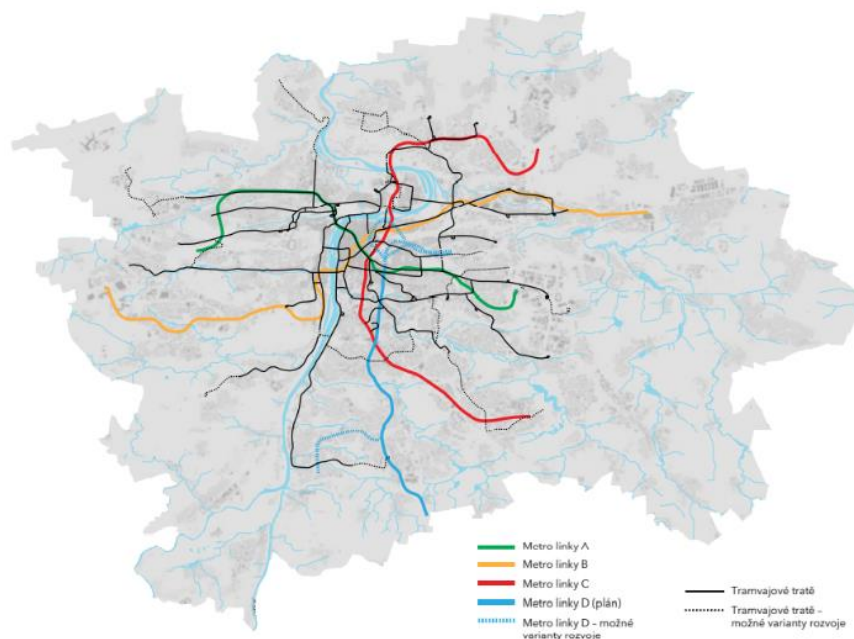
Zvyšovat alternativu, kapacitu a výkony veřejné dopravy

Veřejnou dopravu využije více než 3,5 mil. cestujících každým dnem, tj. 40 % výkonů veškeré osobní přepravy ve městě. Jedná se například o autobus, tramvaj, metro nebo vlak. Veřejná doprava, aby byla takto hojně využívána musí splňovat toto: cestování veřejnými dopravními prostředky musí být cenově dostupné a srovnatelné s automobily (obdobně rychlé, pohodlné, příjemné). Toto splňovat je velice nákladné. Co se týče klimatického plánu je veřejná doprava s takto rostoucím výkonem dobrým předpokladem ke snížení uhlíkové stopy dopravy na územní města.

Když porovnáme všechny dostupné veřejné prostředky, vyjde nám, že metro vychází nejlépe vzhledem k tomu, že přepraví nejvíce osob. Klimatický plán podporuje takové možnosti, které pomohou navýšit objem přepravovaných osob metrem namísto jinými veřejnými nebo osobními prostředky.

Do roku 2030 by měly být zrealizovány dopravní stavby nové linky metra D a také prodloužení linky B, které povedou ke zvýšení efektivity a výkonnosti automatizace stávajících linek metra. Dále by takto automatizována mohla být i linka metra C, protože linka D bude také bezobslužná. Vyžadovalo by to pořízení vlakových souprav, které nepotřebují k jízdě řidiče (CBTC systém), ale také úpravu stanic. Díky tomu se zkrátí intervaly v dopravních špičkách a také se zvýší výkon přibližně o 20 %, zvýší se i množství přepravovaných osob a to ze 440 mil. za rok na 550 mil. ročně (AFRY, Akční plán PZKO 2020+, 2021).

Plánovaný rozvoj sítě metra a tramvají v Praze



Obr. 28: Plánovaný rozvoj sítě metra a tramvají v Praze (MŽP, Program zlepšení kvality ovzduší, 2021)

Snižovat intenzitu automobilové dopravy v Praze

Klíčovou podmínkou klimatického plánu je snížení intenzity dopravy, která neustále roste, ale také s ní rostou energetické nároky a emise CO₂ z dopravy. V Praze je automobilová doprava zpoplatněna pomocí placených zón ke stání.

V Praze jsou tyto typy zpoplatnění:

- Parkovací oprávnění vydáno na celý rok, nebo jen na část
- Zda se jedná o rezidenta či návštěvníka
- Zda se jedná o fyzickou osobu seniorského věku a je držitelem průkazu ZTP nebo ZTP- P.

Osvobozeny od poplatků jsou elektromobily a některé hybridy.

Nahrazovat vozidla s konvenčními pohony nízkoemisními nebo bezemisními vozidly

Snaha na území města rozšířit dopravní prostředky, které budou využívat nízkoemisní či dokonce bezemisní pohony a produkující co nejméně škodlivých látek z emisí. Do roku 2030 je navržen maximální potenciál pro obnovu vozového parku autobusů s minimální kvótou 50 % vozů s nulovou emisí a 25 % nízkoemisních autobusů využívajících obnovitelné palivo vyrobené v Praze (AFRY, Akční plán PZKO 2020+, 2021).

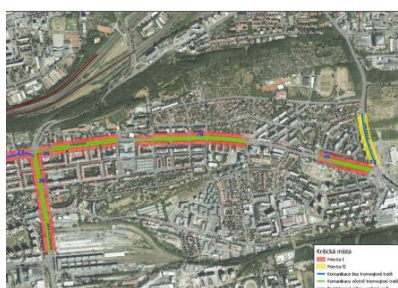
Opatření snižující emise CO₂ v sekci udržitelné mobility

UDRŽITELNÁ MOBILITA		
OBECNÍ VOZOVÝ PARK	VEŘEJNÁ DOPRAVA	SOUKROMÁ A KOMERČNÍ DOPRAVA
<ul style="list-style-type: none">• Přejít stávajících vozidel, které používají pohon na stlačený zemní plyn na využití biometanu jako palivo• Pořízení bateriových typů elektromobilů s využitím vodíku pro vozový park úřadu města a dalších organizací	<ul style="list-style-type: none">• Rozvoj elektromobility v autobusové veřejné dopravě• Zvyšování výkonů kolejové veřejné dopravy (výstavba metra linky D)• Rozvoj příměstské a městské železnice	<ul style="list-style-type: none">• Zvýšení poplatků v automobilové dopravě• Rozvoj pěší a cyklistické dopravy• Rozvoj elektromobility• Přejít stávajících vozidel na využití pokročilého paliva

Tab. 17: Opatření snižující emise CO₂ v sekci udržitelné mobility (AFRY, Akční plán PZKO 2020+, 2021)

10. HLUK

Největším zdrojem hluku je v hl. m. Praha automobilová doprava. Součástí systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí je sledování hluku a jeho zdravotních důsledků, který probíhá už od roku 1994. Formou dotazníku je prováděné pravidelné šetření, které poukazuje na lokality, kde jsou obyvatelé obtěžováni hlukem a rušení ve spánku. V roce 2020 v Praze toto monitorování proběhlo v ulici Koněvova v Praze 3, protože se tato ulice nachází na frekventované komunikaci s vysokou zátěží automobilové dopavy s tramvajemi. Toto monitorování tam probíhá už od roku 1994. Dlouhodobý trend je klesající. Poslední měření, které proběhlo v roce 2019, zjistilo, že průměrná hladina hluku je 66 dB ve dne, 65 dB večer a 61 dB v noci (ENVIS, 2021).



Obr. 29: Ulice Koněvova (Envis, 2021)

Popis úseku

- V ulici Koněvova v úseku od křižovatky s ulicí Loudova po křižovatku s ulicí Šikmá bylo lokalizováno kritické místo. Další kritické místo je v úseku od křižovatky s ulicí Jana Želivského po křižovatku s ulicí Spojovací.
- V okolí řešeného úseku komunikace se nachází bytová zástavba, tramvajová doprava a cesta s dlažebními kostkami, kde projíždějí automobily.

Návrh protihlukových opatření

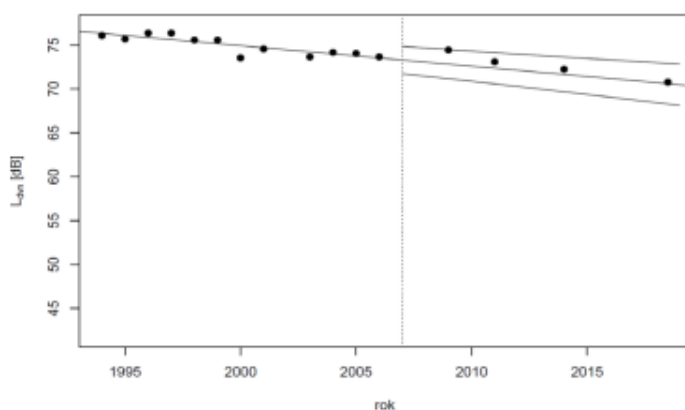
- Odstranění zákrytových panelů a ponechat otevřené šterkové lože a tramvajový pás osadit travnatým povrchem
- Realizace nízko hlučného povrchu na vozovce
- Individuální automobilová doprava bude odvedena z této lokality po výstavbě severovýchodní části Městského okruhu a výstavbě Javorské spojky

Popis měření

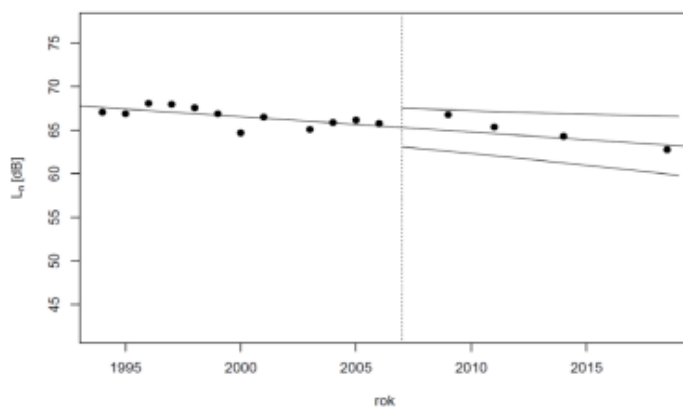
- Součástí měření, které probíhalo v souladu s Metodickým návodem pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí, bylo i sčítání četnosti a intenzity dopavy.
- Výstupem měření jsou hlukové ukazatele dané vyhláškou 523/2006 Sb., vyhláška o hlukovém mapování.
 - Pro den: L_D
 - Pro večer: L_V
 - Pro den-večer-noc: L_{DvN}

Výsledky

- Průměrná intenzita dopravy činila cca 15 400 vozidel a byla nižší o 740 vozidel, než při minulém měření v roce 2014.
- K poklesu došlo především u průjezdů osobních automobilů a to o 680 vozidel, u nákladních automobilů o 141 vozidel.
- K nárůstu došlo u motocyklů a to o 33, a u tramvají o 36.
- V měřeních úsecích byl zaznamenán hluk:
 - $L_D = 66$ dB
 - $L_V = 65$ dB
 - $L_N = 61$ dB
 - $L_{DVN} = 69$ dB



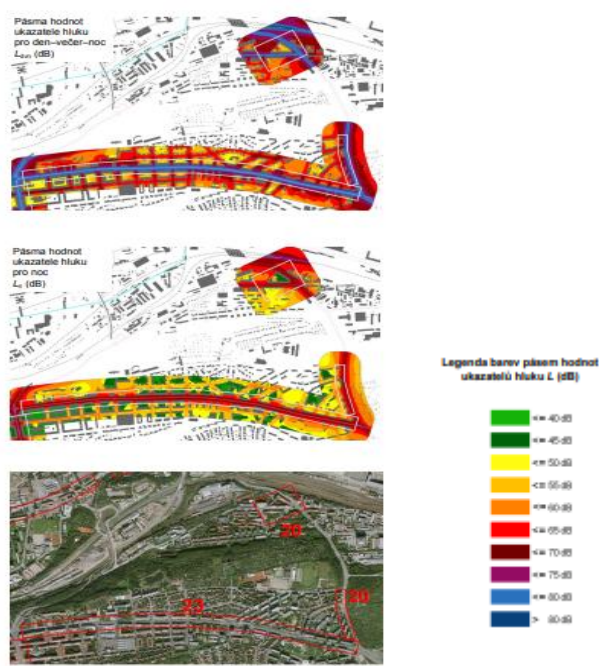
Obr. 30: Vývoj hluku v lokalitě Praha 3 Koněvova v letech 1994-2019, ukazatel L_{DVN} (ENVIS, 2021)



Obr. 31: Vývoj hluku v lokalitě Praha 3 Koněvova v letech 1994-2019, ukazatel L_N (ENVIS, 2021)

Z obrázků (30, 31) vyplývá, že v lokalitě Koněvova v Praze 3 je zaznamenáván klesající trend vývoje hluku pro oba sledované ukazatele. V roce 2019 byl tento trend také potvrzen (Envis, 2021).

Kritické místo Koněvova ulice



Obr. 32: Kritické místo Koněvova ulice po křižovatku s ulicí Spojovací (Envis, 2021)

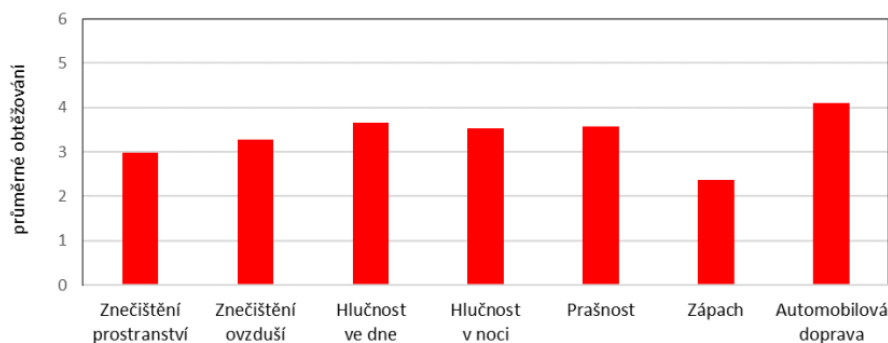
Na obrázku (32) je naznačeno jedno z kritických míst v Praze, které je ovlivněno vysokým zatížením hluku. Jedná se o Koněvovu ulici (23), která se nachází v Praze 3 na Žižkově. Je zde naznačena i křižovatka s ulicí Spojovací (20).

Výsledek dotazníkového šetření v Koněvově ulici

Díky dotazníkovému šetření s názvem Hluk a zdraví byli osloveni obyvatelé starší 18 let a bylo zjištěno:

- Svě bydliště považuje za hlučné 56 % oslovených v lokalitě Koněvova
- 49 % se domnívalo, že v okolí bydliště se za poslední roky nic nezměnilo
- 39 % dokonce uvedlo zvýšení hlučnosti, 12 % uvedlo její snížení
- Nejméně obtěžoval zápach

(průměrné obtěžování, škála 1-6, 1=vůbec neobtěžován, 6=silně obtěžován)



Graf 13: Výsledek dotazníkového šetření v Koněvově ulici

11. PANDEMIE A JEJÍ NÁSLADKY NA DOPRAVU V PRAZE

Mnozí lidé se domnívali, že během pandemie koronaviru se snížila doprava v Praze na úplné minimum, ale není tomu tak. Data technické správy komunikací ukazují, že covid zas až tak velký vliv na zaplněnost silnic neměl. Nejvíce ubylo dopravního zatížení v centru, ale v okolí Prahy doprava tolik neklesla. Největší úbytek řidičů byl zaznamenán v Evropské ulici, zatímco na Jižní spojce se počet aut příliš neměnil. Podle dat z technické správy komunikací se ovšem provoz v Praze příliš nezastavil ani během druhého jarního lockdownu v roce 2021 (Ing. Adam Scheinherr, 2020).

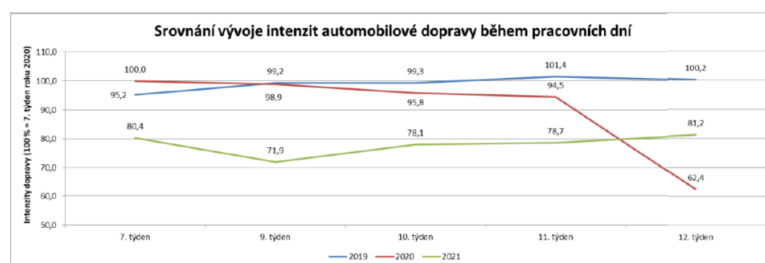
11.1. INTENZITA DOPRAVY

V týdnech lockdownu byly ranní růst a špičky pozvolnějši a největší zatížení jsme pozorovali mezi 9 a 11. hodinou, zatímco v týdnech mimo lockdown je dosahují již mezi 7 a 9. hodinou. Večerní pokles také probíhal později oproti jiným týdnům.

Lokalita	Intenzita 0-24 h (vozidla celkem) 7.týden 2020	7.týden 2021	9.týden 2021	10.týden 2021	11.týden 2021	12.týden 2021
Žitná	29 741	-6 154	-7 032	-6 490	-6 020	-7 402
Rašínovo nábřeží	19 331	-2 320	-4 112	-3 281	-2 624	-1 642
Bělehradská	10 547	-962	-2 471	-2 121	-1 990	-871
Nábřeží Ludvíka Svobody	33 728	-10 304	-12 677	-11 014	-10 584	-9 746
Karlovarská	25 860	-3 214	-4 605	-2 733	-2 423	-1 987
Evropská	33 024	-11 276	-15 805	-14 189	-13 565	-11 699
Plzeňská	26 030	-4 653	-7 064	-5 270	-5 432	-4 221
Rozvadovská spojka	16 442	-4 906	-6 381	-5 434	-5 123	-4 588
Komořanská	15 217	-2 105	-3 185	-2 678	-2 134	-1 985
Opatovská	30 236	-2 733	-5 433	-4 446	-3 078	-2 438
Jižní spojka	49 316	-8 331	-9 019	-6 788	-9 765	-8 443
Průmyslová	51 670	-5 627	-6 512	-5 879	-3 784	-1 674
5.května	45 060	-10 456	-12 836	-11 996	-10 762	-12 193
Podolské nábřeží	11 014	-1 713	-2 677	-2 537	-2 722	-1 443
K Barrandovu	29 434	-3 094	-6 450	-5 166	-4 129	-7 089
Radlická	27 491	-2 560	-4 106	-2 383	-1 483	-1 574
Patočkova	13 982	2 843	1 681	2 050	2 082	2 833

Tab. 18: Porovnání intenzit automobilové dopravy průměrného pracovního dne (Úsek dopravního inženýrství)

Doprava naopak vzrostla o 12 % v Patočkově ulici a skoro stejný provoz zůstal na Jižní spojce. Od dubna, kdy nastalo zrušení všech vládních opatření spojených s omezením pohybu, se pak doprava vracela pomalu k normálu (Úsek dopravního inženýrství).



Graf 14: Srovnání intenzit dopravy v 7. a od 9. do 12. týdne v letech 2019 až 2021 (Sinčák, 2020)

Z porovnaných míst klesla doprava nejvíce v Evropské ulici o 48 %, na Rozvadovské spojce o 39 %, na nábřeží Ludvíka Svobody o 38 %.

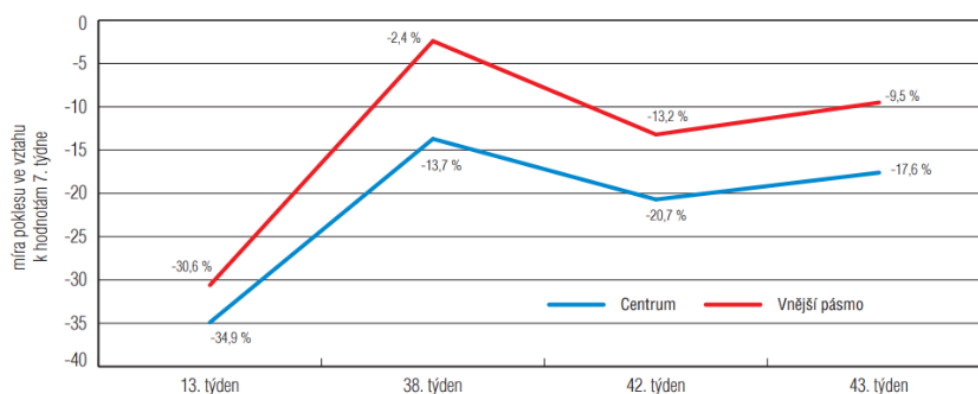
11.1.1. VLIV KORONAKRIZE NA DOPRAVU V PRAZE

Od března roku 2020 se celý svět potýkal s pandemií nemoci SARS CoV-2. V ČR se tato nemoc nejvíce projevila během jarních a podzimních měsíců. Ve snaze o snížení následků onemocnění a přetížení nemocnic vláda aplikovala různá opatření od března s výjimkou letních prázdnin a začátku září až do prosince. To mělo za následek změny dopravního chování obyvatel (MD, Ročenka dopravy, 2020).

V průběhu celého roku technická správa komunikací hlavního města Prahy sledovala vývoj dopravy. Dále i analyzovala automobilovou dopravu i průběh intenzity na vybraných místech komunikační sítě, chování dopravního proudu a nehodovost.

11.1.1.1. INTENZITA AUTOMOBILOVÉ DOPRAVY

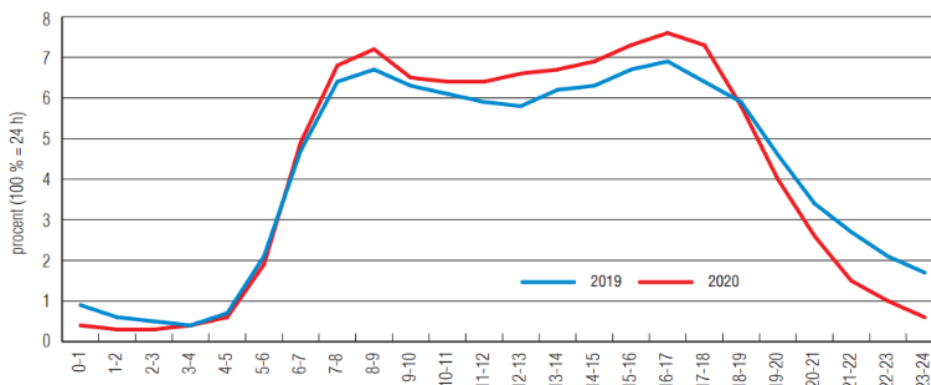
Automobilová doprava zaznamenala na jaře 2020 nejvýznamnější pokles o zhruba 30 %. V letních měsících docházelo k rozvolňování jednotlivých opatření a doprava se tak dostala na téměř standardní úroveň ve srovnání s rokem 2019. Na podzim se situace opět zhoršila a automobilová doprava v Praze se dostala do obvyklého stavu tj. 85-90 %.



Graf 15: Srovnání vývoje automobilové dopravy během vybraných pracovních týdnů v roce 2020 (Ing. Adam Scheinherr, 2020)

Z grafu (15) je patrné, že se sledované ukazatele v průběhu roku 2020 měnily v přímé závislosti na míře zavedených vládních restrikcí.

Denní variace dokumentují změny dopravního chování v průběhu dne, pomocí procentuálního rozložení dopravní zátěže na celé pražské komunikační síti zobrazují, kdy je dopravní síť nejvíce zatížena.

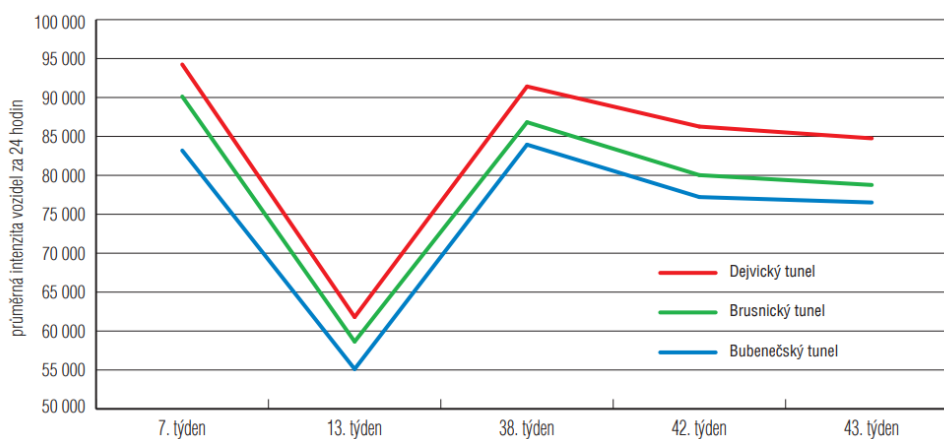


Graf 16: Porovnání denních variací automobilové dopravy v letech 2019 a 2020 (Ing. Adam Scheinherr, 2020)

Z grafu (16) je zřejmé, že převážná většina cest automobilem během roku 2020 byla prováděna v průběhu denní doby, tj. od cca 5 do 19 hodin z důvodu aplikovaných vládních omezení uplatňovaných během jara, podzimu a závěru roku. Byl totiž zákaz nočního vycházení s výjimkou cest z a do zaměstnání. Následkem toho bylo snížení počtu cest automobilem v průběhu noci.

11.1.1.2. TUNELOVÝ KOMPLEX BLANKA (TKB)

Pozornost byla věnována intenzitám dopravy během koronavirových omezení i tunelovém komplexu, zejména tunelu Blanka, který byl zprovozněn v září roku 2015.

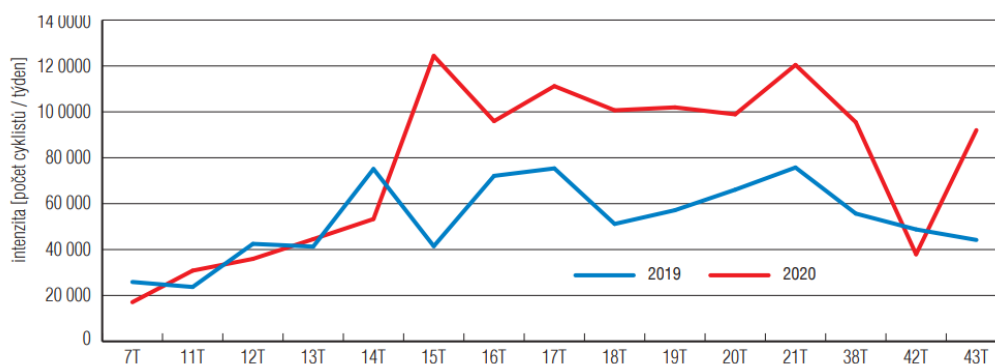


Graf 17: Vývoj intenzit dopravy v Tunelovém komplexu Blanka, vybrané týdny roku 2020 (Geoportál, 2021)

Podobně jako u intenzit automobilové dopravy po celé síti hl. m. Prahy, došlo i v tunelovém komplexu Blanka k největšímu poklesu v jarních měsících, přesněji ve třináctém týdnu. Letní prázdniny a měsíc září, kdy byly restriktce volnější byla intenzita dopravy vyšší. Po zavedení dalších omezení se intenzita automobilové dopravy opět omezila, a to ve všech třech tunelech tvořících tunelový komplex Blanka, ale pokles nebyl tak razantní jako v jarních měsících (MŽP, 2021).

11.1.1.3. CYKLISTICKÁ DOPRAVA

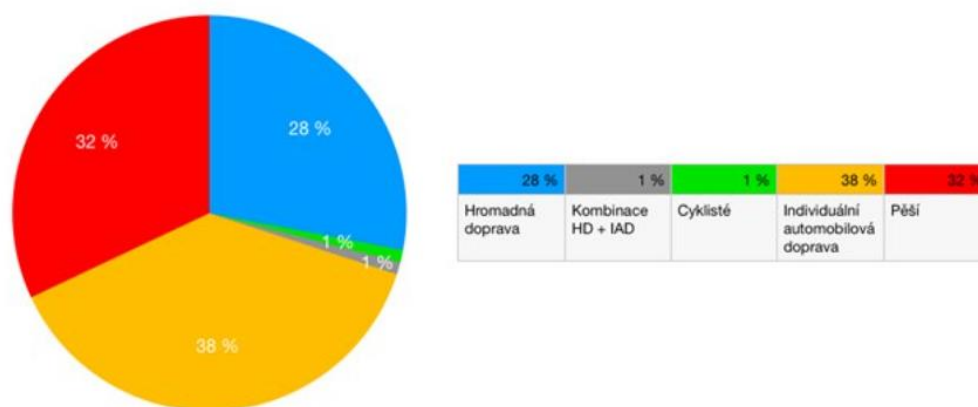
Cyklistická doprava je ze všech druhů dopravy nejvíce závislá na počasí.



Graf 18: Meziroční srovnání vývoje cyklistické dopravy v letech 2019 a 2020, týdenní intenzity (Ing. Adam Scheinherr, 2020)

Graf (18) uvádí srovnání v roce 2020, ve kterém došlo k celkovému zvýšení intenzit cyklistické dopravy. K nárůstu došlo kvůli tehdejší situaci, která mnoho lidí donutila k použití jízdního kola jako alternativy k MHD, nebo také z důvodu zrušení veškerých organizovaných sportovních aktivit (Ing. Adam Scheinherr, 2020).

Co se týče cyklistů a pěší turistiky, tak tyto aktivity vzrostly.



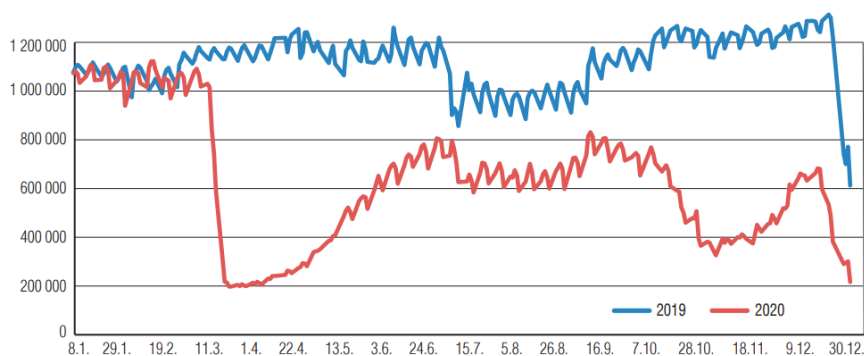
Graf 19: Jiná forma dopravy přes pandemii

11.1.1.4. VEŘEJNÁ DOPRAVA (PID)

Veřejnou dopravou se oproti průměru z předešlých let svezlo od 19. října 2020 jen 28 % cestujících, to je o 14 % méně než v předešlých letech. Tito lidé nejspíše zvolili jinou variantu dopravy, kvůli větší bezpečnosti a hygieně (Ing. Adam Scheinherr, 2020).

Vliv pandemie koronaviru zasáhl i veřejnou dopravu. Variabilní poptávka a průběžná nařízení vlády ČR měly za následek zpracování cca 10 000 změn v jízdních řádech jednotlivých linek v rámci PID (Envis, 2021).

Po celou dobu pandemie, kdy se dodržoval rozestup mezi lidmi, bylo dbáno na to, aby nabídka spojů veřejné dopravy byla alespoň o 20-30% vyšší, než byla aktuální poptávka. Tato poptávka byla vypočítána z online sčítače, který byl vždy umístěn u každého vstupu a výstupu z metra. Automatické sčítání bylo prováděno i u vozového parku tramvají a autobusů, ze kterého vyplynulo, že poptávka byla vždy o 5-10 % vyšší než poptávka v podzemní dráze (Sinčák, 2020).



Graf 20: Vývoj počtu přepravených osob v pracovní dny v metru v Praze v letech 2019 a 2020 (MD, Ročenka dopravy, 2020)

První vlnu epidemie z hlediska dopadů lze datovat od 11. března do 26. května.

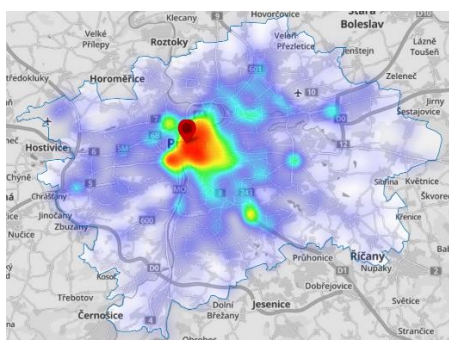
V březnu, kdy poprvé klesl v pracovní den počet přepravovaných cestujících v metru pod 1 milion lidí denně. O týden později využilo spoje podzemní dráhy již jen cca 200 000 lidí. Ve stejném období v roce 2019 bylo přepravováno 1 150 000 cestujících, maximální pokles tedy činil 83 %.

V dubnu a v květnu poptávka v hromadné dopravě pozvolna začala stoupat a 26.5. cestovalo metrem již přes 600 000 osob, ale přesto je to o 50 % méně než v roce 2019.

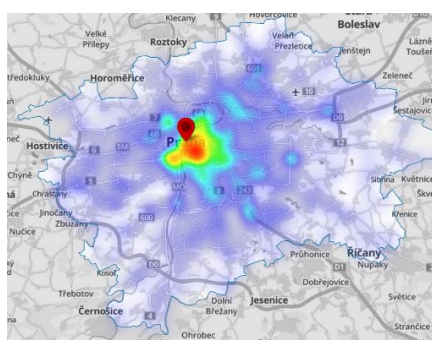
V letních měsících se úbytek poptávky oproti normálu zastavil na hodnotě 30 %. Nejvíce přepravovaných osob vykázaly sčítače v metru dne 2.9., a to cca 830 000 osob (Ing. Adam Scheinherr, 2020).

Začátek druhé vlny pandemie začal přibližně 30. září, kdy metro v pracovní den využilo 770 000 lidí. Nejméně osob bylo zaznamenáno 30. října a to 330 000 cestujících. Ve srovnání s běžným dnem před omezením cestovalo o 72 % lidí méně. Do konce roku 2020 počet přepravovaných osob nepřesáhl 700 000 a začal opět postupně klesat. Celkový roční počet přepravovaných cestujících na území hlavního města Prahy vlivem koronavirové krize poklesl o cca 40 %. Nejvíce to ovlivnilo přepravu osob v podzemní dopravě, u povrchové dopravy byl pokles mírnější (ENVIS, 2021).

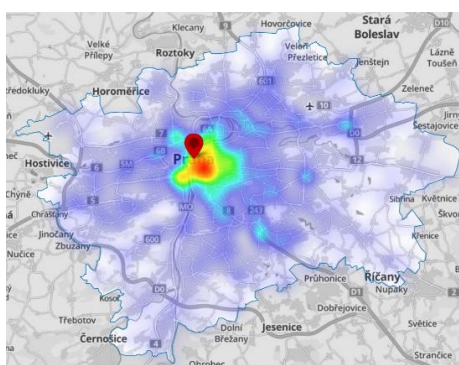
11.2. SROVNÁNÍ DOPRAVNÍ NEHODOVOSTI V PRAZE



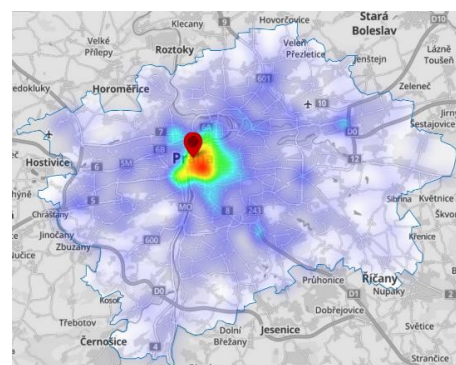
Obr. 33: Dopravní nehody 2019 v Praze



Obr. 34: Dopravní nehody 2020 v Praze



Obr. 35: Dopravní nehody 2021 v Praze



Obr. 36: Dopravní nehody 2022 v Praze

- DN s následkem smrti
- DN s těžkým zraněním
- DN s lehkým zraněním
- DN s hmotnou škodou

V mapách jsou zobrazeny dopravní nehody evidované Policií ČR v letech 2019 až 2022. Při větší koncentraci jsou body v mapách spojeny do shluků. Tyto mapy jsou vytvořené metodou jádrového vyhlazení, tj. intenzita pomocí tzv. teplotní mapy – heatmapy.

V roce 2020 bylo v Praze zaznamenáno 16 925 nehod, tj. o 21 % méně oproti roku 2019. Nárůst byl evidován u počtu usmrcení, který vzrostl na 22 osob, a to je o 10 % více oproti předchozímu roku.

	2018	2019	2020	Rozdíl 20/19	2021	Rozdíl 21/20
Počet nehod	22 767	21 458	16 925	-21 %	17 510	+3 %
Smrtelné zranění	31	20	22	+10 %	22	0
Těžké zranění	182	114	131	+15 %	126	-4 %
Lehké zranění	2 165	1 958	1 604	-18 %	1 609	0
Bez zranění	20 812	19 698	15 428	-22 %	15 981	+4 %
Zaviněné řidičem	22 068	20 753	16 383	-21 %	16 958	+4 %
Zaviněné cyklistou	139	148	145	-2 %	149	+3 %

Tab. 19: Počty dopravních nehod, následky na zdraví v Praze (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)

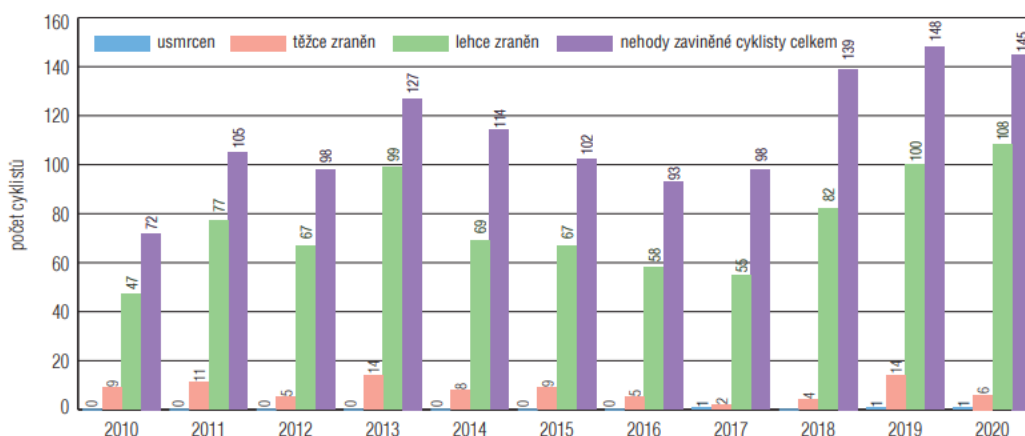
Základní trendy nehodovosti v roce 2021 lze vystihnout mírným nárůstem počtu evidovaných nehod ve srovnání s předchozím rokem. Nepatrný pokles nastal u nehod s těžkým zraněním. Dá se tedy konstatovat, že rok 2021 byl ve srovnání s předešlým rokem příznivější jak do počtu nehod, tak do jejich následků.

Během roku 2021 se automobilová doprava po mírnějších jarních měsících dostala na své obvyklé hodnoty, které byly zaznamenávány před vypuknutím pandemie koronaviru (Ing. Adam Scheinherr, 2020).

Toto tvrzení nebylo ovlivněno zhoršenými výsledky dopravních nehod a v porovnání s rokem 2019 se jedná o pokles cca 15 %. U počtu nehod se zraněním klesl celkový počet nehod o cca 18 %.

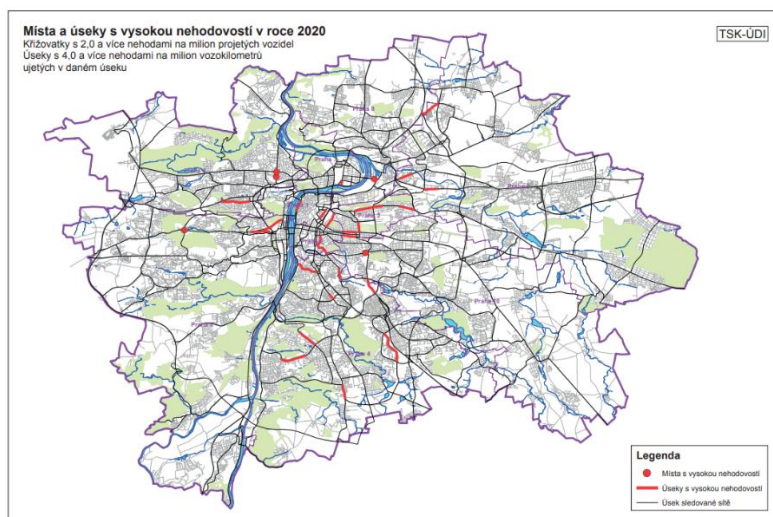
V roce 2021 ujela motorová vozidla na území hlavního města Prahy v průměrný pracovní den celkem 22,956 milionu vozokilometrů, z toho podíl automobilů je 91 %. Automobilová doprava v roce 2020 poklesla na území Prahy vůči roku 2019 o 8 %, ale další rok se přibližně dorovnal na totožnou úroveň (rozdíl -2 %) (AOPK, 2020).

11.2.1. NEHODY ZAVINĚNÉ CYKLISTY



Graf 21: Nehody zaviněné cyklisty v Praze v letech 2010–2020 (MD, Ročenka dopravy, 2020)

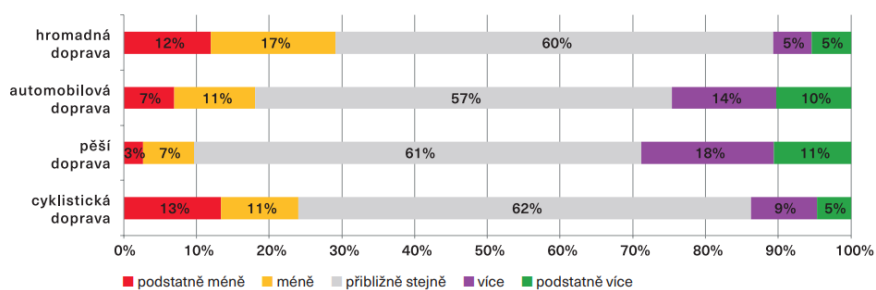
Z grafu (21) je patrné, že nehodovost v cyklistické dopravě roste i z důvodu již zmiňovaného Covidu 19. Nejvíce nehod bylo zaznamenáno v roce 2019, tj. 148 nehod, při které byl usmrcen jeden cyklista a 14 jich bylo těžce zraněno. Během propuknutí pandemie bylo hlášeno 145 nehod, jedno usmrcení a 6 těžce zraněných cyklistů (EKOLO, 2008).



Obr. 37: Místa a úseky s vysokou nehodovostí v roce 2020 (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)

	Most	Vozidel za den celkem	Tunel	Vozidel za den celkem	Úrovňová křižovatka	Vozidel za den celkem
1.	Barrandovský most	134 000	Dejvický tunel	89 000	Černokostelecká– Průmyslová	68 000
2.	Hlávkův most	69 000	Brusnický tunel	87 000	Poděbradská– Kbelská	68 000
3.	most Barikádníků	58 000	Zlíchovský tunel	87 000	Kolbenova- Kbelská	60 000
4.	Radotínský most	54 000	Bubenečský tunel	82 000	Vypich	58 000
5.	Jiráskův most	40 000	Strahovský tunel	79 000	Legerova- Anglická	57 000

Tab. 20: Nejzatíženější mosty přes Vltavu, tunely na pražské komunikační síti a křižovatky v roce 2020 (MD, Ročenka dopravy, 2020)



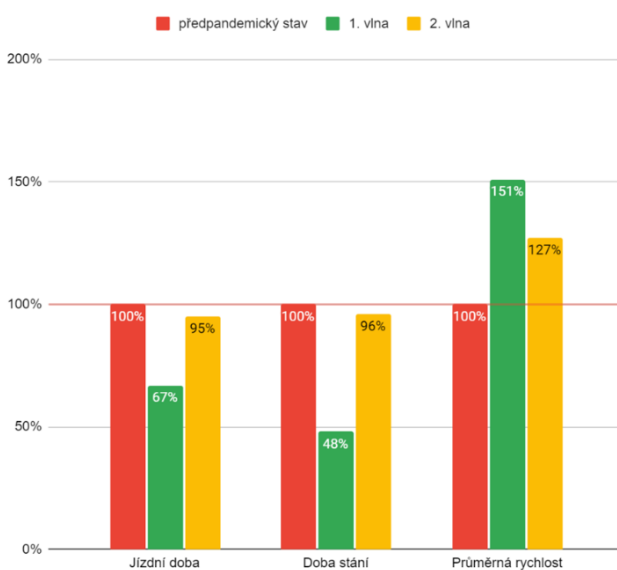
Graf 22: Využívání dopravních prostředků v současnosti oproti době před pandemií (MD, Ročenka dopravy, 2020)



Graf 23: Vývoj počtu přepravených osob v pracovní dny v metru v Praze v letech 2019, 2020 a 2021 (Ing. Adam Scheinherr, 2020)

11.3. ZMĚNY DOPRAVNÍCH NÁVYKŮ BĚHEM PANDEMIE

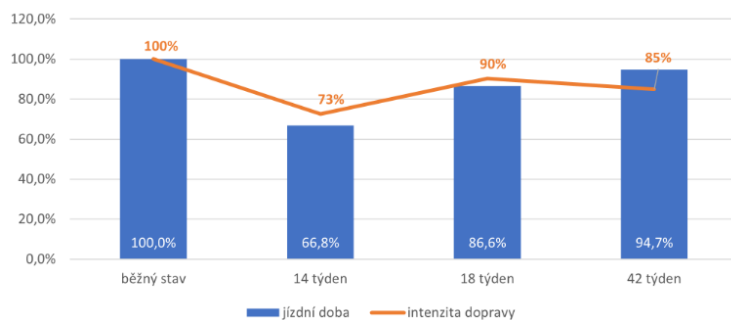
Pandemie COVID 19 měla významný vliv na změnu dopravních návyků obyvatel i návštěvníků hlavního města Prahy. Tyto změny jsou i posíleny vlivem externích vlivů, tj. vládní nařízení, nařízený homeoffice (Úsek dopravního inženýrství).



Graf 24: Změny jízdní doby, doby stání a průměrné rychlosti (Veronika Harantová, 2020)

Jestliže je intenzita automobilové dopravy snížena o cca 10-15 % běžného stavu, začne se pozvolna projevovat zlepšení jízdních dob, dob stání i průměrné rychlosti.

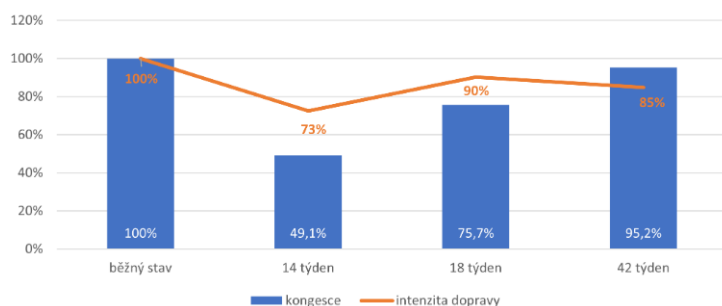
Jízdní doba



Během jarních omezení došlo ke snížení intenzit dopravy o 27,5 % a zkrácení jízdních dob průměrně o 33 % (14. týden).

Graf 25: Změna jízdní doby (Veronika Harantová, 2020)

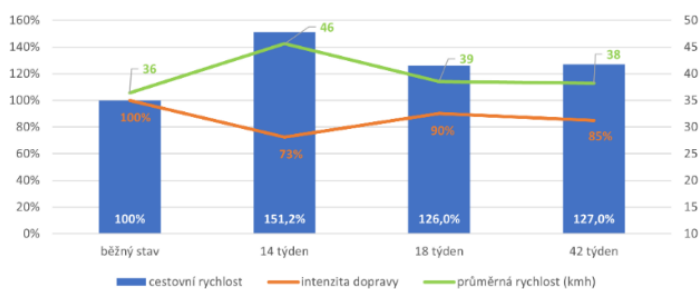
Doba stání



Doba stání reflektuje stání v kolonách i zdržení na křižovatkách. Na jaře se při snížení intenzit dopravy o 27,5 % (14. týden) snížila doba stání průměrně o 50,9 % (14. týden) a 24,3 % (18. týden).

Graf 26: Změna doby stání (Veronika Harantová, 2020)

Rychlost provozu



Průměrná rychlost se v období jara (14. týden) zvýšila na 151,2 % oproti běžnému stavu. Během podzimních dní (42. týden) byla intenzita dopravy snížena o 15,1 %, což vedlo k navýšení průměrné rychlosti na 127 % běžného stavu.

Graf 27: Změna cestovní rychlosti (Veronika Harantová, 2020)

12. VÝSLEDKY

- Historický vývoj

Kvalita ovzduší v hl. m. Praha byla v 80. letech 20. století jedna z nejhorsích na světě. Výroba energie z nekvalitního hnědého uhlí, neefektivní technologie, těžký průmysl přispívaly k velké zátěži obyvatelstva a přírody znečištěním ovzduší. Po různých demonstracích a protestech se to v roce 1989 poměrně zlepšilo díky přijetí nových zákonů na ochranu životního prostředí a ovzduší. Díky nim se regulovaly největší znečišťovatelé podle principu znečišťovatel platí.

Emise ze stacionárních zdrojů se podařilo omezit, ale bohužel emise z dopravy narostly. Hlavním zdrojem emisí znečišťujících látek z automobilové dopravy jsou městské komunikace, tj. liniové zdroje. Zdrojem emisí z dopravy jsou spalovací fosilní paliva (benzín, nafta), ale i sekundární prašnost, otěry, koroze atd. Doprava v Praze, které dominují osobní automobily, se stala nejvýznamnějším zdrojem emisí NO_x, CO.

- 2003

V aglomeraci Praha byly dlouhodobě překračovány imisní limity pro suspendované částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, oxid dusičitý, benzo(a)pyren a přízemní ozon. Překračování bylo v důsledku vysoké dopravní zátěže hlavního města, dále také kvůli vytápění domácností. Na celkové emise TZL a NO_x měly rozhodující podíl mobilní zdroje. Imisní situace byla podobná jako později v roce 2012 (Bízek V., 2008)

- 2008

Podařilo se snížit emise základních znečišťujících látek do ovzduší ze stacionárních zdrojů. Vliv snížení spotřeby tuhých paliv a instalace účinných technologií. Narostla dopravní zátěž, tj. znečištění z automobilové dopravy, která se od roku 1990 zdvojnásobila. Tento nárůst byl částečně kompenzován obměnou vozového parku vozidly s lepšími emisními parametry, dále také stavbou nových okruhů mimo zástavbu, omezením vjezdu do centra města a také byla podpořena hromadná doprava. Pro zlepšení kvality ovzduší a zdraví osob žijících v hlavním městě byla podpořena cyklistická doprava a realizovaly se cyklostezky. Informace z měření udávaly, že kvalita ovzduší je uspokojivá. Imisní limity byly překračovány jen vzácně, a to hlavně u suspendovaných částic frakce PM₁₀ a u oxidu dusičitého a v letních měsících byla zvýšená koncentrace ozonu. Nedošlo k vyhlášení smogové situace.

V letech 2008,2009 nebyl překročen imisní limit pro průměrnou roční koncentraci poléťavého prachu PM₁₀ na žádné z měřících stanic (Balcar Z., 2009).

Rok 2008 byl z hlediska množství spadlých srážek normální, roční výška srážek činila 619 mm (92 % normálu). Průměrná roční teplota vzduchu byla nadnormální, hodnota 8,9 °C přesáhla s odchylkou +1,4 °C.

- 2010

V roce 2010 došlo na jedné stanici k překročení imisního limitu pro průměrnou roční koncentraci poléťavého prachu. Dále bylo také na pěti stanicích naměřeno překročení imisního limitu pro oxid dusičitý. Kvůli nepříznivým meteorologickým a rozptylovým podmínkám a díky chladnější zimě se za posledních 10 let zvýšil podíl ploch města, kde byla alespoň jedna limitní hodnota kvality ovzduší překročena.

Od roku 2015 klesly emise z tepláren: Pražská teplárenská a. s. Malešice a Michle, protože již provozují jen plynové kotle (Ambros, 2018).

- 2016

Jako v předchozích letech docházelo k překračování imisních limitů suspendovaných částic PM₁₀, benzo(a)pyrenu, ale i oxidu dusičitého. Hlavní zdroj znečištění ovzduší byla opět doprava, ale také lokální topeniště spalující tuhá paliva a emise z výstavby se podílely na zhoršení kvality ovzduší. Kvůli chladnějšímu topnému období se zvýšily i emise ze zdrojů, které zajišťují dodávky tepla. Imisní limity nebyly v tomto roce překročeny na žádné stanici. Nejvyšší koncentrace suspendovaných částic PM_{2,5} byla naměřena na stanici Praha 5 - Smíchov, která je zařazena mezi dopravní, pořád se ale jedná jen o mírný vzestup.

V letech 2014–2016 byl překročen imisní limit přízemního ozonu ve třech lokalitách, tj. Praha 6 - Suchdol, Praha 4 – Libuš a Praha 5 - Stodůlky. Toto překročení nastalo poprvé od roku 2008.

V roce 2016 byly proti hl. m. Praha zahájeny právní postupy kvůli znečištění ovzduší. Praha byla obviněna sdružením aktivistů ClientEarth za porušení předpisů EU v oblasti povolené hodnoty znečištění ovzduší. V ČR kvůli špatnému ovzduší ročně zemře 10 000 obyvatel.

„Vlády naskrz EU byly příliš pomalé při reagování na krizi veřejného zdraví způsobenou znečištěním ovzduší. Jedovatý vzduch každý rok přispívá k více než 400 000 předčasným úmrtím v EU,“ tvrdí ředitel ClientEarth James Thornton.

- 2018

Individuální automobilová doprava byla hlavním zdrojem skleníkových plynů pocházejících z dopravy. Je to díky automobilizaci a vyššího využívání osobních automobilů k dopravě ve městě. Imisní koncentrace, tj. NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} z dopravy nepatrně vzrostly. I přes meziroční výkyvy dochází k postupnému zlepšení kvality ovzduší. V letech 2016–2018 byl překročen imisní limit pro přízemní ozon na čtyřech stanicích, tj. Praha 6 - Suchdol, Praha 4 - Libuš, Praha 5 - Stodůlky, Praha 2 - Riegrovy sady. Je to zapříčiněno četností slunných dnů s teplotami nad 30 °C. Nejnižší koncentrace byla naměřena na dopravní stanici Praha 9 - Vysočany. Meteorologické podmínky, které vedou k rychlé změně počasí, tj. dlouhodobá suchá období vysokých teplot a krátká období intenzivních srážek významně ovlivňuje kvalitu ovzduší (MŽP, Stav ovzduší v hl.m. Praze, 2019).

- 2019

V roce 2019 nebyl překročen krátkodobý imisní limit pro NO₂ na žádné lokalitě s dostatečným počtem dat pro hodnocení. K překročení ročního imisního limitu pro NO₂ došlo pouze na dopravní stanici Praha 2 – Legerova. V roce 2019 také nebyl překročen imisní limit průměrných ročních koncentrací suspendovaných částic PM_{2,5} a PM₁₀ na žádné stanici. V meziročním srovnání došlo i k nepatrnému poklesu koncentrací benzo[a]pyrenu.

V roce 2019 činil úhrn srážek 634 mm (92 % normálu), lze konstatovat, že tento rok byl normální. Teplotně tento rok byl nadnormální, protože průměrná roční teplota 9,5 °C byla o 1,6 °C vyšší než normál (1981-2010) (ČHMÚ, 2019).

- 2020

Rok 2020 byl z hlediska kvality ovzduší výjimečně příznivý. V roce 2020 byly, s výjimkou benzenu, naměřeny nejnižší imisní koncentrace látek všech znečišťujících ovzduší za hodnocené období 2010–2020. Některé látky (PM₁₀, PM_{2,5} a NO₂) dosáhly minim na většině měřicích stanic i za celou historii měření, tj. od 90. let 20. století v případě PM₁₀ a NO₂, od roku 2004 v případě PM_{2,5}.

Tento rok byl, co se týče teploty silně nadnormální, průměrná roční teplota vzduchu byla 9,1 °C, což bylo o 1,2 °C vyšší než normál (1981-2010). Roční úhrn srážek 766 mm (112 % normálu), tj. srážkově nadnormální (ČHMÚ, Změny kvality ovzduší české republiky během nouzového stavu, 2020).

- 2021

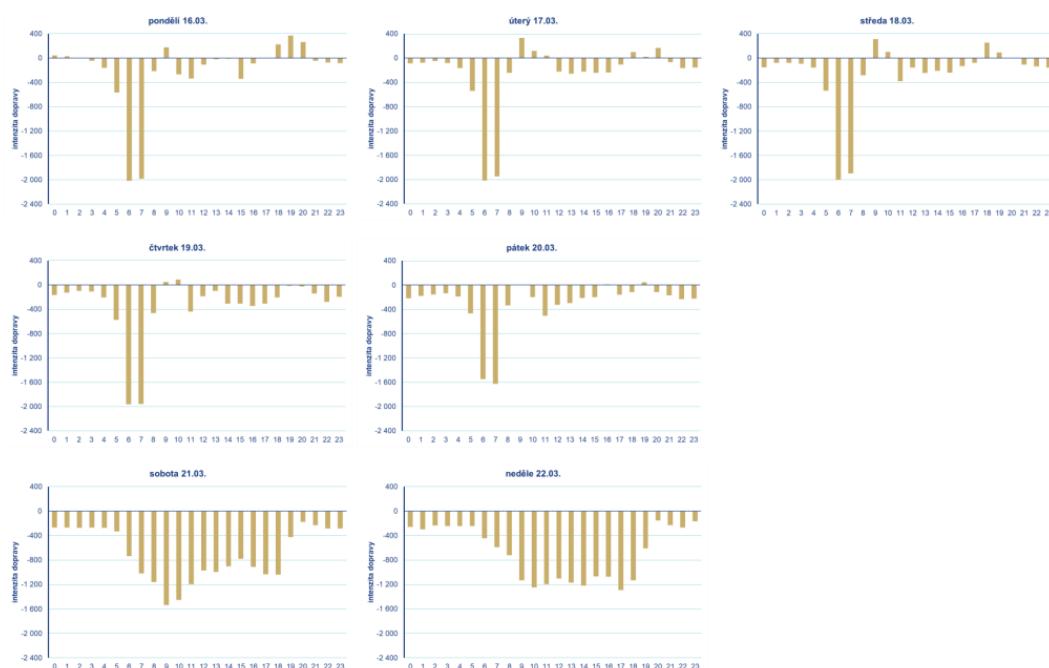
V roce 2021, podobně jako v roce 2020, byl na území ČR vyhlášen nouzový stav v souvislosti s výskytem koronaviru SARS-CoV-2. Nejvýznamnější změna kvality ovzduší byla patrná v březnu, kdy byl zakázán pohyb mezi okresy, tj. došlo k zásadnímu snížení mobility obyvatel. V tomto roce nedošlo k žádnému překročení a byly zaznamenány nejnižší imisní koncentrace všech látek znečišťujících ovzduší.

Teplotně byl rok 2021 normální (+ 8,0 °C) s odchylkou od normálu – 0,3 °C. Srážkově byl rok normální (682 mm, 100 % normálu) (ČHMÚ, 2021).

Nouzový stav

Během nouzového stavu poklesla intenzita dopravy a díky tomu v hl. m. Praha poklesly i emise z NO_x.

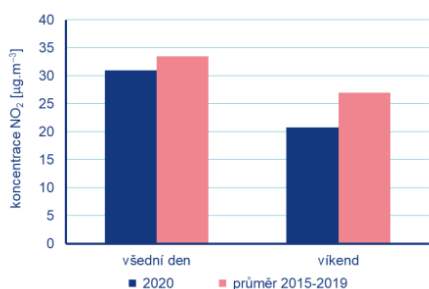
Pokles intenzity dopravy v ulici Legerova v Praze v prvním týdnu nouzového stavu oproti průměrnému dennímu normálu v letech 2016–2019



Graf 28: Pokles intenzity dopravy v ulici Legerova během nouzového stavu s porovnáním normálu v letech 2016-2019 v Praze (Envis, 2021)

Doprava v centru Prahy v nouzovém stavu poklesla o 90 % v ranních hodinách, protože mnozí lidé nedojížděli do svého zaměstnání a pracovali doma. Pokles trvající 2–3 hodiny se pak vrátil do normálního stavu, protože lidé nevyužívali hromadnou dopravu, ale spíše jezdili autem. Pokles je patrný i o víkendu, kdy intenzita dopravy poklesla o polovinu. Nejvýraznější změny v dopravě byly v prvním týdnu.

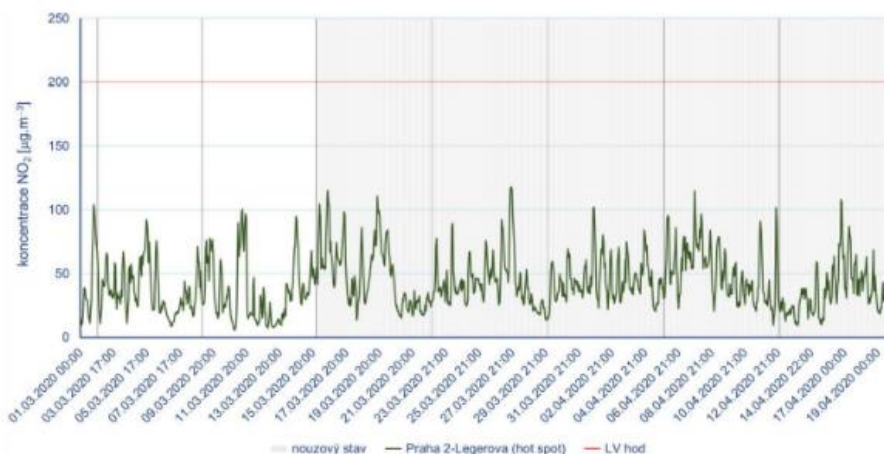
Za normálního stavu během víkendu poklesne doprava, tedy i koncentrace NO_2 , tj. dle dat TSK cca o 50 %. Dle obrázku je patrné rozdíl mezi koncentracemi NO_2 ve všedních dnech a o víkendech. Během pěti let koncentrace poklesly o 20 %. Během nouzového stavu je tento rozdíl výraznější, tj. o 40 %, tedy o 20 % více než za normálního stavu (MŽP, 2021).



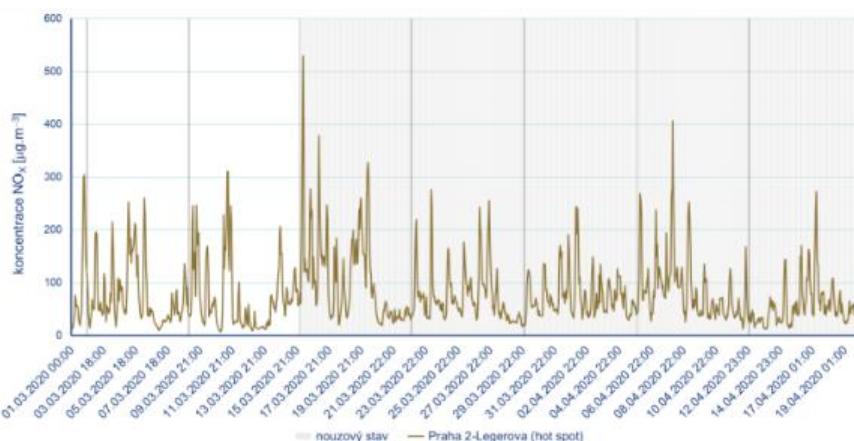
Pokles koncentrací NO_2 v hl. m. Praze nastal díky poklesu intenzity dopravy jak o víkendech, tak i ve všedních dnech nouzového stavu. Intenzita dopravy nebyla tak výrazná, aby se projevila v hodinových koncentracích NO_2 , protože během nouzového stavu bylo mírné zhoršení rozptylových podmínek.

Graf 29: Koncentrace NO_2 během nouzového stavu s porovnáním s průměrem v letech 2015-2019 v Praze (ENVIS, 2021)

Při hodnocení krátkodobých průměrných koncentrací z dopravy musíme ke koncentraci NO_2 zahrnout i koncentrace NO_x , které popisují celkové emise oxidů dusíku z dopravy v určitém momentě na určitém místě.



Graf 30: Vývoj hodinových koncentrací NO_2 od 1.3 do 20.4 měřené na dopravní stanici Praha 2-Legerova (ČHMÚ, Změny kvality ovzduší české republiky během nouzového stavu, 2020)



Graf 31: Vývoj hodinových koncentrací NO_x od 1.3 do 20.4 měřené na dopravní stanici Praha 2-Legerova (ČHMÚ, Změny kvality ovzduší české republiky během nouzového stavu, 2020)

Na grafech (30, 31) je patrné, že během nouzového stavu nedošlo k výraznějšímu poklesu koncentrací NO₂ a NO_x na dopravní stanici Praha 2 – Legerova, která je nejzatíženější dopravní stanicí v hl. m. Praze, ale díky rozptylovým podmínkám i vzrostly (ČHMÚ, Změny kvality ovzduší české republiky během nouzového stavu, 2020).

Rozsah překročení imisních limitů na území hl. m. Prahy

Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) dle zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší vydává každým rokem informace o průměrných hodnotách koncentrací znečišťujících látek, z kterých pak lze vyčíst i překročení imisních limitů.

ROK	NO ₂ rok	PM ₁₀ 24hodin	PM _{2,5}	B(a)P	Celkem bez O ₃	O ₃ 8hodin	Celkem s O ₃
2013	0,56	0,42	-	59,61	59,61	0,2	59,61
2014	0,20	6,00	-	75,80	75,80	-	75,80
2015	-	-	-	41,70	12,20	4,8	17,00
2016	0,60	-	-	54,26	54,86	2,01	56,07
2017	-	0,67	-	67,7	67,7	15,52	71,57
2018	-	1,98	-	19,03	19,23	97,38	97,38
2019	-	-	-	0,22	-	99,8	99,8
2020	-	-	-	-	-	93,02	93,02

Tab. 21: Překročení imisních limitů v Praze (%/rok) (ČHMÚ, 2021)

Tabulka (21) shrnuje překročení limitů v letech 2013–2020 na území hl. m. Prahy. Je patrné, že docházelo k opakovanému překročení u benzo(a)pyrenu. U ostatních látek kromě přízemního ozonu byla překročena průměrná roční koncentrace NO₂, a to v letech 2013, 2014, 2016, dále pak 24hodinová koncentrace PM₁₀ v letech 2013, 2014, 2017, 2018. Ke zlepšení došlo až v posledních letech, kdy v roce 2019 byl překročen jen limit pro benzo(a)pyren, a to pouze o 0,22 %. v roce 2020 nebyl překročen žádný limit kromě O₃ (Štefancová, 2005).

13. DISKUSE

V této kapitole porovnáme různá tvrzení o pandemii COVID 19, ale také odpovíme na nejčastější otázky spjaté s danou problematikou.

1. Jaké změny v životním prostředí nastaly během pandemie?
2. Jak se měnila rychlost dopravy (a tím i hustota dopravy) v čase během jednotlivých týdnů nouzového stavu?
3. Jaký byl vývoj dopravy během Velikonoc (10.–13. dubna 2020 včetně)?

Na problematiku otázky číslo 1 je možné nahlédnout z různých úhlů. Prvním z nich jsou negativní účinky na životní prostředí, tím druhým jsou pozitivní účinky.

Životní prostředí se vlivem pandemie měnilo, ať už se jednalo o produkci většího množství medicínského odpadu nebo menšího množství emisí. Pandemie přímo i nepřímo ovlivnila lidské životy a světovou ekonomiku, což mělo dopad na životní prostředí i klima.

Negativní účinky na životní prostředí:

- Zvýšené množství biomedicínského odpadu
 - Zdravotnický odpad vzniklý po použití těchto jednorázových pomůcek se hromadí a zahlcuje zemi i oceány
 - Plastové materiály pro jejich výrobu jsou neskutečně dlouhotrvající a ekosystémům způsobují problémy stejně jako ostatní plasty, ale navíc s rizikem přenosu nakažlivého viru
 - Opětovně používané roušky prané v ruce jsou paradoxně méně ekologické, než roušky jednorázové z důvodu použití množství vody a čistících prostředků
 - Enviromentální dopad je vyšší u roušek, které se používají vícekrát, než u roušek na jedno použití (Cooper, 2020)
- Zvyšuje se i spotřeba plastů, díky vládním opatřením
 - Lidé nakupují zboží online (plast použitý v balení)
 - Restaurace jsou nuceny vydávat jídlo jen s sebou
 - Kavárny poskytují kelímky s sebou, protože některé netolerují vlastní kelímek (Cripps, 2020)
- EEA (European Environment Agency) poukazuje na pokles ceny ropy způsobenou nižší ekonomickou aktivitou, a tedy i nižší poptávkou
 - Používání materiálů z fosilních zdrojů je pro výrobce levnější v porovnání s recyklovaným materiálem (EHP, 2020)

Pozitivní účinky na životní prostředí:

- Restrikce vedly k poklesu výrobní činnosti, k nižšímu objemu transportu zboží (hlavně leteckého) a k menší osobní přepravě
 - Zlepšení kvality ovzduší (emise skleníkových plynů celosvětově poklesly o 7 % a při lockdownu se snížila koncentrace NO₂ (silniční doprava) (Henriques, 2020)
- Pokles hladiny hlukového znečištění
 - EEA (European Environment Agency) předpokládá, že hladina hluku je obvykle spjatá s hladinou NO₂ v ovzduší (Kerns, 2018)
 - Během lockdownu významně klesla

- Omezení průmyslové výroby i námořní dopravy snížilo znečištění vody (Henriques, 2020)

Zajímavost:

Nima Pahlevan, výzkumník z Goddardova kosmického střediska zabývající se studiem vlivu pandemie na kvalitu vody ve světě, skutečně objevil, že na některých místech – například v newyorském Manhattanu – znečištění vodních toků kleslo: „Voda na území západního Manhattanu je čistší, protože v průběhu lockdownu do Manhattanu dojíždělo méně lidí“. (Pahlevan, 2021)

- Úbytek turistů
 - Částečná obnova ekosystémů v místech, které byly přehlceny lidmi

Možné strategie environmentální udržitelnosti:

- Společná odolnost závisí především na odolnosti životního prostředí
- Využití veřejné dopravy a jízdních kol
- Využití energie z obnovitelných zdrojů (snížit poptávku po fosilních palivech, a tím snížit emise skleníkových plynů)
- Čištění a opětovné využití odpadních vod
- Recyklace a opětovné využití odpadů (systém oběhového hospodářství)
- Změna chování v každodenním životě (výroba kompostu, použití kola místo auta na krátké vzdálenosti)
- Mezinárodní spolupráce (pro splnění cílů udržitelného životního prostředí a ochrany globálního environmentálních zdrojů) (Heliyon, 2020)

Kvalita ovzduší se v roce 2020 výrazně zlepšila. K úbytku znečišťujících látek nejvíce přispělo omezení emisí z dopravy v důsledku protipandemických opatření. V roce 2020 nebylo nutné vyhlášovat žádné smogové situace či regulace.

Únor byl nejlepším měsícem na úbytek znečišťujících látek.

„Tento měsíc byl z pohledu vlivu meteorologických podmínek velmi neobvyklý: převažovaly dobré rozptylové podmínky, mimořádně nadprůměrné teploty a nadnormální výskyt srážek“. (ČHMÚ, 2021).

Na základě výše uvedených informací se domnívám, že i přes celosvětový negativní dopad na lidské životy i ekonomiku, měla pandemie pozitivní vliv na životní prostředí. Dál pandemie lidstvu ukázala, že existují způsoby, jak zůstat ekonomicky aktivní, zatímco je životnímu prostředí dán prostor k tolik potřebné regeneraci. Za tyto způsoby považuji např. práci na dálku a s ní spojenou menší potřebu cestovat, ať už MHD nebo automobilem. V tomto smyslu se pak nemusí jednat pouze o cesty do zaměstnání, ale i pracovní cesty jako návštěvy obchodních zástupců u zákazníků, které pak mohou být do jisté míry nahrazeny např. videohovory. Dalším způsobem pak může být např. nákup, kdy se ukázalo, že není vždy potřeba, aby každá domácnost vyjela do obchodu, kde nákup uskuteční, ale zboží může objednat online a kurýr ho doveze na adresu společně s dalšími nákupy domácností v okolí. Pozitivní efekt je tedy v tom, že pandemie nabídla lidem tyto zkušenosti a ukázala cesty, jak lze životní prostředí zatěžovat v menším měřítku. Je ale důležité ve společnosti udržovat toto téma jako další způsob, jak přiblížit vliv člověka na životní prostředí k udržitelnému stavu.

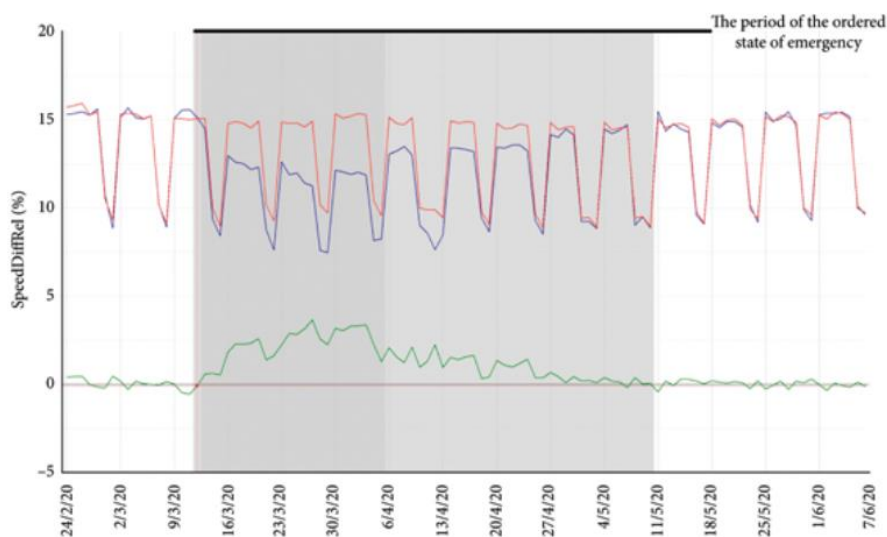
Do analýzy dopadů pandemie COVID-19 se zapojili také výzkumní pracovníci z kateder systémové analýzy a informačních technologií FIS VŠE – Milan Šimůnek, Zdeněk Smutný a Michal Doležel. V článku, který byl publikován v prestižním mezinárodním časopise Journal of Advanced Transportation analyzovali dopady první vlny pandemie COVID 19 na jaře 2020 na silniční dopravu České republiky.

Autoři zjistili, že omezení pohybu v souvislosti s první vlnou pandemie (12. března-17. května 2020) mělo významný dopad na silniční provoz v celé ČR. Hustota provozu se výrazně snížila v prvních týdnech, ale průměrná rychlost provozu se tím zvýšila o 21 %. Výjimkou byly dálnice, kde bylo zjištěno odlišné tvrzení. Dalo by se říct, že během prvních tří týdnů nouzového stavu se lidé řídili vládními nařízeními a omezeními a podle toho změnili své dopravní návyky. Poté, se však provoz na silnicích postupně navrátil do stavu před pandemií. Zajímavé je, že k tomu došlo již tři týdny před oficiálním ukončením stavu nouze. Autoři to vysvětlují tak, že opatření vlády měla spíše doplňkový vliv. Zásadní vliv mělo subjektivní vnímání míry rizika české společnosti (Šimůnek, 2020).

Další autoři Harantová, Hájník a Kalašová provedli studii měřením dopravních toků na vybrané magistrále na Slovensku, sousední zemi ČR. Porovnali data z dopravních detektorů shromážděná počátkem dubna 2020, kdy již byla preventivní opatření COVID 19 na Slovensku účinná s příslušnými daty z března 2020, tedy před rozšířením pandemie. Autoři zjistili, že průměrné dopravní toky poklesly, avšak průměrná rychlost se zvýšila (Veronika Harantová, 2020).

Pro shrnutí se dá konstatovat, že autoři čerpali z různých zdrojů dat, ale i přesto lze říci, že došlo ke znatelnému účinku protiopatření COVID 19 a pokynů zůstat doma, pokud jde o snížení objemu a hustoty dopravy.

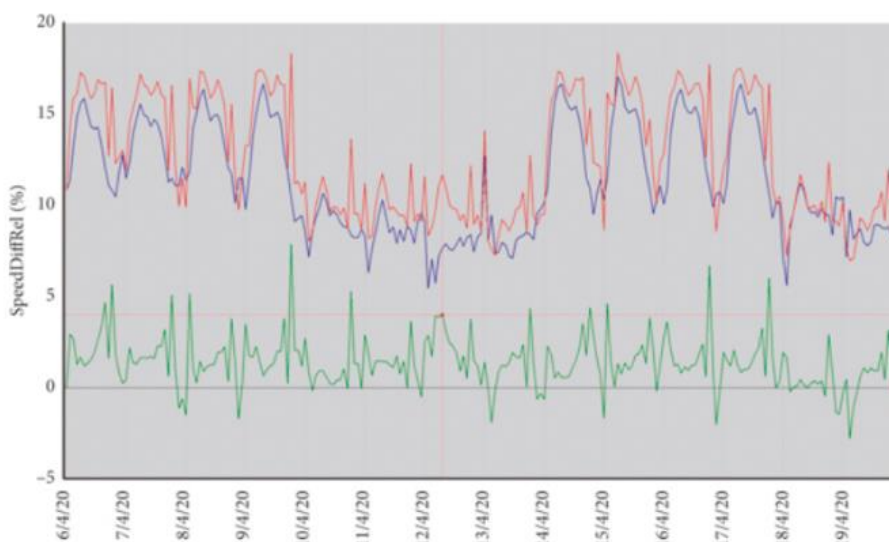
Pohled jiných autorů byl komplexnější a zaměřil se na rozdíly v chování lidí před i během pandemie. Například Haas, Faber a Hamersma poznamenal, že *"lidé jsou tvorové zvyku"* a mají tendenci spoléhat se na své každodenní rutiny. Pandemická krize měla významný dopad na distribuci mezi různými druhy dopravy. Byl zjištěn významný přesun na jízdní kola, koloběžky, i se zvýšila pohyblivost chodců (Mathijs de Haas, 2020).



Graf 32: Dosažené rychlosti v době nouzového stavu (Veronika Harantová, 2020)

Graf (32) znázorňuje pokles odchylky od rychlosti volného průtoku, a tím i nárůst provozu (modrá) způsobený vyhlášením nouzového stavu a počtu zavedených opatření v České republice. Oproti teoretickému normálnímu stavu (červená), pro všechny silnice v ČR. Na základě toho, lze odpovědět na otázku číslo 2.

Největší rozdíly byly zjištěny během prvních tří týdnů, tj. 16. března až do 6. dubna 2020 nouzového stavu (tmavě šedá oblast na grafu 21). Během tohoto období řidiči dosáhli vyšších rychlostí. Z toho vyplývá, že hustota provozu byla nižší, a to vedlo také k nižším dopravním zácpám (Úsek dopravního inženýrství).



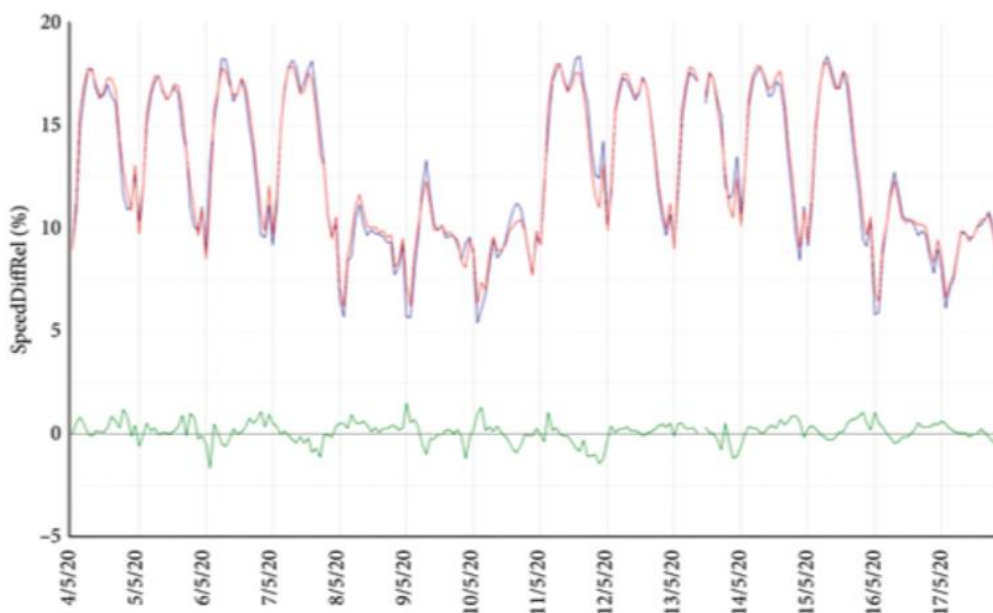
Graf 33: Období kolem Velikonoc od 6. dubna do 19. dubna 2020 (Veronika Harantová, 2020)

Podle grafu (33) lze konstatovat, že provoz se částečně vrátil do normálního stavu kolem Velikonoc.

Na základě toho lze odpovědět na otázku číslo 3. Bylo to způsobeno také tím, že lidé více cestovali třeba na své chaty či za rodinami. Zvýšila se dosažená rychlost na silnicích na běžnou úroveň pro svátky. Lidé se vraceli z velikonočních svátků až v pondělí 13. dubna 2020, což mělo za následek výraznější zpomalení dopravy.

Vyhlášení nouzového stavu a omezení pohybu mělo zpočátku významný vliv na zvýšení dosažených rychlostí ve většině silničních úseků v České republice.

Klíčovým zjištěním je, že první tři týdny, tj. období od 16. března do 6. dubna 2020 po vyhlášení nouzového stavu, představovaly období s významným poklesem dopravy. V následujících týdnech, tj. od 7. dubna do 27. dubna 2020 se intenzita dopravy postupně vracela na úroveň před pandemií. Důležitým mezníkem ve sledovaném období byly Velikonoce, tj. období od 10. do 13. dubna 2020. V České republice jsou tyto svátky druhým nejvýznamnějším obdobím po Vánocích. Výsledky naznačují, že provoz se částečně vrátil do stavu před pandemií (Úsek dopravního inženýrství).



Graf 34: Dvoutýdenní období od 4. dubna do 17. května 2020 (Veronika Harantová, 2020)

Graf (34) popisuje běžnou dopravní situaci i přesto, že nouzový stav byl ukončen až 17. května 2020. Postupné uvolňování vládních omezení od 7. dubna 2020 a znovuotevření velkých prodejen však vedlo k návratu k normálnímu dopravnímu stavu (Úsek dopravního inženýrství).

Ze všech informací, vztažených k otázkám 2. a 3. usuzuji, že zvýšená rychlost dopravy, resp. její zvýšená plynulost, pouze v první části lockdownu je způsobená otupěním občanů vůči rizikům nemoci Covid 19 a únavou z dlouhotrvajících protipatření. To pak pravděpodobně způsobilo návrat k běžné dopravní situaci. Toto je možné sledovat nejen v ČR, ale i na Slovensku, které mělo svá vlastní omezení, v jejichž rámci je při zaměření na dopravní data možné pozorovat podobný trend.

Dál se domnívám, že i když v průběhu pandemie doprava v Praze příležitostně klesala vlivem vydávaných vládních nařízení, rekordně nízké znečištění ovzduší nemůžeme přičítat omezením v dopravě, ale vyšším teplotám vzduchu v topné sezóně a vyšším srážkám, které mají pozitivní vliv na čistotu ovzduší. Vzhledem k datům z měřicích stanic kvality ovzduší v Praze je patrné, že imise z dopravy v průběhu pandemie nepoklesly. Na tomto základě je tedy možné konstatovat, že celková doprava v Praze v průběhu pandemie neklesla. Důvodem je podle mého názoru to, že Praha je uzlem silniční dopravy v ČR a v souvislosti s dálniční sítí se můžeme bavit i o jistém pragocentrismu.

14. ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývá vlivem protipandemických opatření spjatých s dopravou v hlavním městě Praha a kvalitou přízemního ovzduší. Dále lze konstatovat, že hlavním viníkem znečišťování životního prostředí dopravou je silniční automobilová doprava.

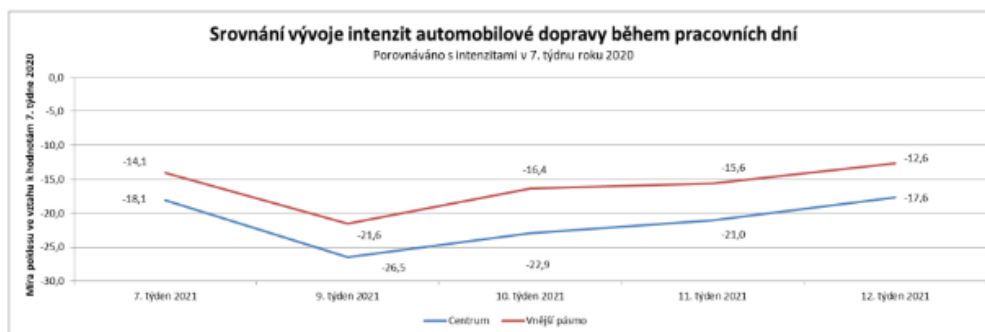
Z výsledků této práce vyplývá, že produkce emisí hlavních znečišťujících látek se meziročně snižuje. Emise z dopravy poklesly díky snížení spotřeby pohonných hmot a dopravních výkonů. Silniční nákladní vozidla, osobní automobily i nesilniční vozidla s ostatními stroji (například v zemědělství, lesnictví) se nejvýznamněji podílejí na emisích oxidu dusíku (40 %) (Veronika Harantová, 2020).

V roce 2020 poklesly koncentrace látek, které znečišťují ovzduší i díky vysoké teplotě a vydatným srážkám. Srážky jsou velice nezbytné při vymývání polutantů z ovzduší, vyšší teplota zase vede ke snížení potřeby vytápění, a tedy i spotřeby topného paliva, tj. znamená menší emise z vytápění. Nejlepším měsícem roku 2020 se stal únor, ve kterém byly naměřeny velice nízké koncentrace, protože převažovaly dobré rozptylové podmínky, nadprůměrné teploty s nadnormálním výskytem srážek. O letním období (duben–září) se dá také hovořit o měsících, kde koncentrace také poklesly díky zmíněné kombinaci faktorů. Dále také nebyly vyhlášeny žádné smogové situace ani regulace, tj. varování pro jakékoliv ze sledovaných látek. Jedná se tedy o první rok od začátku fungování smogového a varovného regulačního systému, který byl zaveden v 80. letech 20. století, kdy nebyla vyhlášena smogová situace ani regulace.

Hlavním důvodem jsou velice příznivé meteorologické a rozptylové podmínky, které jsou podpořené snížením emisí (ČHMÚ, Změny kvality ovzduší české republiky během nouzového stavu, 2020).

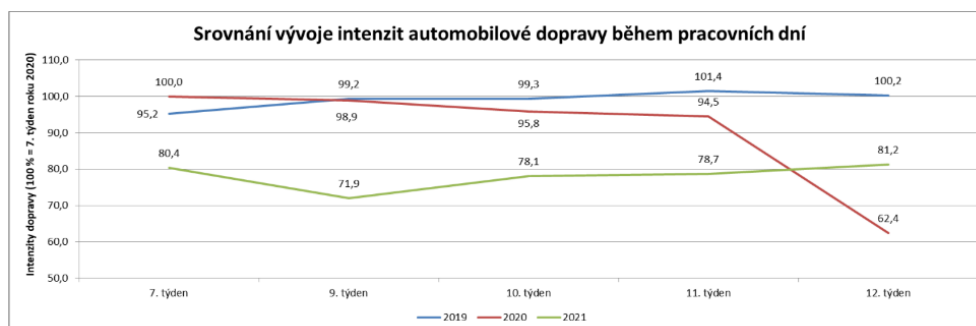
V roce 2021 podobně jako v roce 2020 byl na území ČR vyhlášen nouzový stav v souvislosti s výskytem koronaviru SARS-CoV-2. Nejvýznamnější změna kvality ovzduší byla patrná v březnu, kdy byl zakázán pohyb mezi okresy, tj. došlo k zásadnímu snížení mobility obyvatel. V tomto roce nedošlo k žádnému překročení a byly zaznamenány nejnižší imisní koncentrace všech látek znečišťujících ovzduší (ČHMÚ, 2021).

Během nouzového stavu poklesla doprava o 30-40 %. Z dostupných dat a statistik z předchozí kapitoly je zřejmé, že se jedná o patrný pokles koncentrací oxidu dusičitého během vyhlášení karantény v porovnání s předchozími lety.



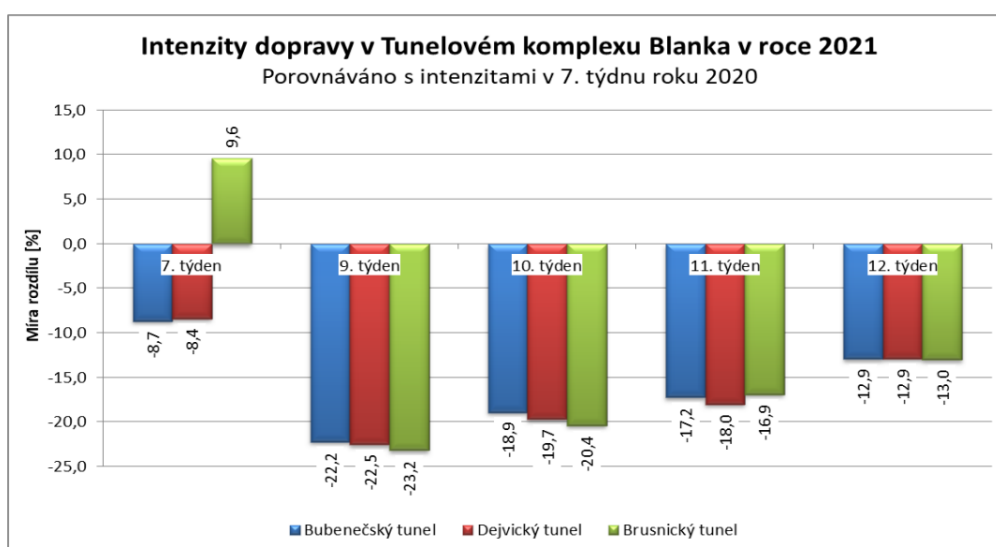
Graf 35: Porovnání vývoje intenzit automobilové dopravy na počátku roku 2021 v Praze (Úsek dopravního inženýrství)

Nejvýraznější pokles intenzit automobilové dopravy v porovnání se 7. týdnem roku 2020 nastal v 9. týdnu roku 2021. V dalších týdnech pak docházelo k mírnému nárůstu intenzit automobilové dopravy oproti 7. týdnu roku 2020 (Úsek dopravního inženýrství).



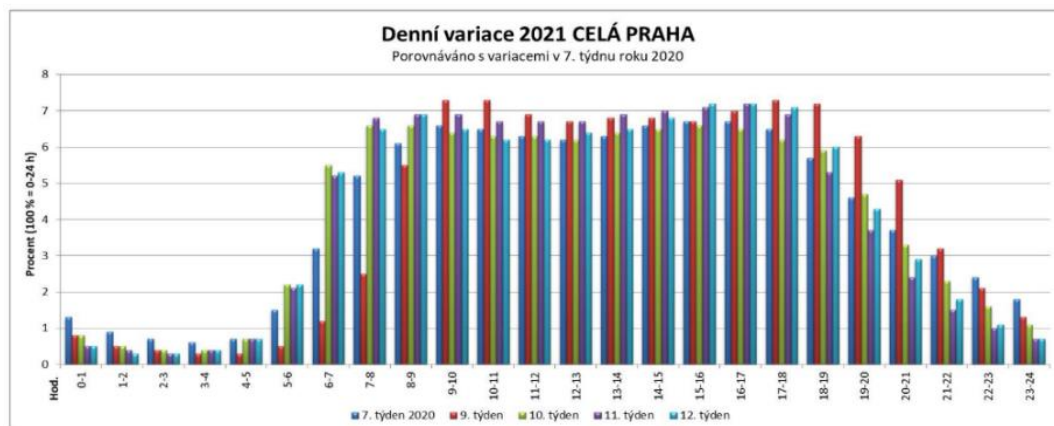
Graf 36: Znárodnění meziročního srovnání intenzit automobilové dopravy (2019 až 2021) (Úsek dopravního inženýrství)

Nejvýraznější pokles intenzit automobilové dopravy v tunelovém komplexu Blanka nastal ve 12. týdnu roku 2021 a to o téměř 40 % oproti běžnému stavu dopravy.



Graf 37: Srovnání intenzit automobilové dopravy v rámci tunelového komplexu Blanka v roce 2021 (Úsek dopravního inženýrství)

V porovnání s rokem 2020 docházelo v roce 2021 k poklesu intenzit automobilové dopravy o přibližně 20 %. K mírnému navýšení intenzit automobilové dopravy došlo ve 12. týdnu roku 2021, kdy byly naměřené hodnoty o přibližně 13 % nižší než v roce 2020 (Veronika Harantová, 2020).



Graf 38: Porovnání denních variací dopravy (Úsek dopravního inženýrství)

V roce 2021 oproti roku 2020 poklesly intenzity automobilové dopravy v nočním období, kvůli vládním opatřením, které omezovaly pohyb a byly zavřené restaurace i kulturní zařízení. Oproti běžným variacím dopravy došlo k posunu ranní i odpolední dopravní špičky k pozdějším hodinám (Ing. Adam Scheinherr, 2020).

V pracovní dny byla po vyhlášení karantény posunuta ranní špička na pozdější hodiny a zároveň nebyla tak výrazná, jako před karanténou. Odpolední špička byla patrná pouze v období před vyhlášením karantény.

Ve víkendové dny byl pozorován podobný denní průběh vozidel před i po vyhlášení karantény. Změnily se však absolutní počty vozidel, kdy k největšímu poklesu došlo v první části karantény.

Celkově byl největší rozdíl v období před a po karanténě ve srovnání pracovních dní a víkendů v ranní špičce, která byla po vyhlášení karantény mnohem méně výrazná (Úsek dopravního inženýrství).

15. POUŽITÁ LITERATURA

15.1. ODBORNÉ PUBLIKACE

1. Aanen P., et al., 1991: Nature engineering and civil engineering works.
2. Adamec V. et.al., 2008: Doprava, zdraví a životní prostředí, Grada, Praha.
3. Adamec V., 2005: Vliv emisí pevných částic z dopravy na zdraví obyvatel, článek v časopise Doprava, ekonomicko-technická revue, č. 5/2005.
4. Ambros J., 2018: Hodnocení dopadu silniční infrastruktury na bezpečnost dopravy. Centrum dopravního výzkumu.
5. Balcar Z., et al., 2010: Ročenka dopravy 2009- TSK hl. m. Prahy- Úsek dopravního inženýrství (TSK-ÚDI), Praha.
6. Barek J. et.al., 1998: Znečištění životního prostředí automobilovými emisemi.- Chemické listy 92/1998.
7. Bartonová A. et.al., 2004: Aktuální otázky znečištění ovzduší. Praha: Univerzita Karlova, 216 s. ISBN 80-239-2187-8.
8. Bencko V., Klein O., 1997: Ekologie člověka. 1. vydání. Praha: Karolinum. 150 s.
9. Bízek V., et.al., 2008: Studium vlivu plynulosti dopravy na emise tuhých znečišťujících látek na velikostní frakce PM10.- In Sborník konference české aerosolové společnosti 2008: Sborník konference 4. prosince 2008, Praha. - Česká aerosolová společnost, Praha.
10. Becker U.J., 2008: Základy dopravní ekologie. Praha. 180 s. ISBN 978-80-87099-05-6.
11. Borkovcová M., Mrtka, J., 2011: Odhadová velikost úmrtnosti savců na českých silnicích. Brno: Mendelu.
12. Braniš M., Hůnová I., 2009: Atmosféra a klima: aktuální otázky ochrany ovzduší. Nakladatelství Karolinum, Praha.
13. Bronzaft A., 1975: Noise Pollution: A Hazard to Physical and Mental Well-being, Handbook of Environmental Psychology, New York, 500 s.
14. Bronzaft, A., 2017: Dopad hluku na zdraví: Propast mezi politikou a vědou.
15. Čechura V., 2008: Jak se sraženou zvěří. Myslivost.
16. Červený, J., 2010: Ottova encyklopedie. Myslivost.
17. Damohorský M., 2003: Právo životního prostředí. 1. vydání. ISBN 80-7179-747-2.

18. Dudáček L., 2012: Dopravní letiště Prahy: I 1918-1946. Praha. 190 s. ISBN 978-80-86524-16-0.
19. Duchň B., 1999: Ekonomika dopravy, Vydavatelství ČVUT, Praha, ISBN 80-01-02014-2.
20. EEA (European Environment Agency), 2005: Greenhouse Gas Emission Trends and Projections in Europe, Copenhagen.
21. EEA., 2005: European Environment Agency. Načteno z Greenhouse Gas Emission Trends and Projections in Europe.
22. Eisler J., 2000: Podniky a podnikání v dopravě. Praha: VŠE, 171 s. ISBN 80-245-0111-2.
23. Havránek F., Hučko M., 2008: Kudy se ubírá řešení střetů zvěře a vozidel v zahraničí. Myslivost.
24. Hemerka J., Vybíral P., 2010: Ochrana ovzduší. Fakulta strojní ČVUT, Praha.
25. Hospodka J., Pleninger S., 2015: Vliv letecké dopravy na atmosféru: problematika začlenění leteckých společností do EU ETS. Praha: ČVUT v Praze. 98 s. ISBN 978-80-01-05824-4.
26. Horák J. et.al., 2004: Úvod do toxikologie a ekologie pro chemiky. VŠCHT, Praha.
27. Horníček J., 2007: Jezdíme ekonomicky. Computer Press, a.s. 148 s. ISBN 80-251-1624-7
28. Hromádko J., 2011: Spalovací motory: komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3475-0.
29. Hůnová I., Janoušková S., 2004: Úvod do problematiky znečištění venkovního ovzduší. Praha: Karolinum, 144 s. ISBN 80-246-0796-4.
30. IEA., 1971-2005: CO2 emissions from fuel combustion. Paris. ISBN 978-92-64-02771-8.
31. IEA., 2007: CO2 emissions from fuel combustion. Paříž: OECD.
32. Jaeger J. A. G., 2000: Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. Landscape Ecology.
33. Janota J., 2010: k návrhu nařízení hl. m. Prahy, kterým se vydává Integrovaný krajský program snižování emisí a zlepšení kvality ovzduší na území aglomerace Hlavní město Praha. Rada hl. m. Praha. 208 s.
34. Kameš J., 2004: Alternativní pohon automobilů. 1. vyd. Praha: BEN. 231 s. ISBN 80-7300-127-6.
35. Kazmarová H., 2000: Vývoj znečištění ovzduší v ČR
36. Kouba K., 1963: Letiště Praha – Ruzyně. Nakladatelství dopravy a spojů. 44 s.

37. Kořínek V., 2006: Historie dopravy na území České republiky. Nakladatelství Kořínek. 146 s. ISBN 80-903184-9-5
38. Král R., 2014: Směrnice EU z pohledu jejich transpozice a vnitrostátních účinků. Praha: C. H. Beck.
39. Krebsová J., 2010: Deklarace stop prach- Zdravotní rizika: Prachové částice PM10 a PM2,5- Zpravodaj MŽP 9/2010.
40. Krejčí J., 2011: Střet motorových vozidel se zvěří. Myslivost.
41. Kurfürst P., 1982: Zdroje znečišťování ovzduší. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 153 s.
42. Kurfürst P., 2002: Řízení poptávky po dopravě: Jako nástroj ekologicky šetrné politiky. Praha: Centrum pro dopravu a politiku, 1. vyd. 112 s.
43. Lepičová P., 2010: Aglomerace Praha – Problematika imisí-Ochrana ovzduší.
44. Machálek P., 2006: Emisní inventury a podíl dopravy na znečišťování ovzduší. Doprava, zdraví a životní prostředí: sborník přednášek. Centrum dopravního výzkumu. Brno
45. Machálek P., 2010: Aglomerace Praha – problematika emisí – Ochrana ovzduší.
46. Matějovský V., 2005: Automobilová paliva. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s.,224 s. ISBN 80-247-0350-5.
47. Matoušková L., 2007: Ovzduší: Znečištění přízemním ozonem – zpravodaj MŽP.
48. Michalíková M., Adamec V., 2006: Přístupy k hodnocení negativních účinků emisí z dopravy na zdraví člověka, Centrum dopravního výzkumu, Brno.
49. Mrtka J., 2007: Zvěř a pozemní komunikace. Myslivost.
50. Neubergová K., 2005: Ekologické aspekty dopravy, ČVUT, Praha, ISBN 80–01-003131-4.
51. Potužníková D., Hodnocení zdravotních rizik expozice hluku. Ústí nad Orlicí, 2009.
52. Sekaninová Š., 2021: Dopravní prostředky, které pohnuly světem. ALBATROS. 64 s. ISBN 978-80-00-06062-0
53. Simon J., 2008: Hodnocení střetů motorových vozidel se zvěří a ochranná opatření. Myslivost.
54. Svoboda P., 2011: Úvod do evropského práva, Praha.
55. Symon K., Bencko V., 1988: Znečištění ovzduší a zdraví. 1. vydání. Praha: Avicenum. 252 s.

56. Škapa P., 2004: Doprava a životní prostředí III., Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, ISBN 80-248-0510-3.
57. Štefancová P., 2005: Sledování stavu imisí v Praze. Praha: AVČR
58. Šuta M., Účinky výfukových plynů z automobilů na lidské zdraví. Brno. ISBN 978-80-87308-01-1.
59. Šuta M., 2012: UNEP pro ochranu klimatu. Omezte emise sazí a prekurzorů ozonu. Ekofutura.
60. Vach M., 2006: Ochrana ovzduší – Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 64 s.
61. Vejvoda J., 1994: Ochrana ovzduší v České republice – Vodní hospodářství a ochrana ovzduší.
62. Vejvoda J., et.al., 1998: Odsiřování spalin v České republice.- Acta Montanistica Slovaca 3/1998.
63. Vítek K., Renáč J., 2002: Vliv silniční dopravy a provozu na pozemních komunikacích na životní prostředí, odborná studie.
64. Vlk F., 2004: Alternativní pohony motorových vozidel. 1. vyd. Brno: prof. Ing. František Vlk, DrSc., 234 s. ISBN 80-239-1602-5.
65. Zabloudil F., Korhon P., 2006: Možnost posuzování škod zvířím na zemědělských plodinách.
66. Zeman J., 2003: Absolutní a měrné externality v dopravě v ČR.
67. Zeman J., 2006: Článek v časopise Doprava, ekonomicko-technická revue, č. 2/2006.

15.2. INTERNETOVÉ ZDORJE

1. Adoption of the Paris Agreement., 2015. Načteno z : I09r01.pdf (unfccc.int) (online).
2. AFRY.,2021: Akční plán PZKO 2020+. Načteno z: https://portalzp.praha.eu/file/3392058/Akcni_plan_PZKO_2020_1_cast_FINAL.PDF
3. Anděl, P., et al., 2005: Načteno z: http://forumochranyprirody.cz/sites/default/files/hodnoceni_fragmentace_krajiny_dopravou.pdf. (online).
4. AOPK., 2020: Načteno z: <https://www.ochranaprirody.cz/poskytovani-informaci-a-dat/>. (online).
5. ATEM.,2021: ATELIER EKOLOGICKÝCH MODELŮ. Načteno z: https://portalzp.praha.eu/file/3325808/AKTUALIZACE_EMISNI_A_IMISNI_ANALYZY_A_SKLENIK_PLYNU_Praha_2017_2019_2020.pdf. (online).
6. CENIA.,2021: Zpráva o životním prostředí v ČR. Načteno z: <https://www.cenia.cz/wp-content/uploads/2021/11/Zprava2020.pdf>. (online).
7. Cooper R., 2020: Institut rozvojových studií; Brighton, Velká Británie. Zabezpečení vody nad rámec Covid-19. Načteno z: <https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/handle/20.500.12413/15240> (online).
8. Cripps K., 2020: Nejoblíbenější ostrov Thajska jde do lockdownu, protože případy Covid-19 prudce rostou. CNN cestování. Načteno z: <https://edition.cnn.com/travel/article/phuket-thailand-lockdown/index.html> (online).
9. CZSO.,2008: czso. Načteno z: <https://www.czso.cz/csu/czso/zivotni-prostredi>
10. Čermák P., 2008: Řepka short: Short evropské řepky. Colosseum, 7 s. Dostupné z: <http://www.sfinance.cz/zpravy/finance/179375-repka-short-evropske-repky/>.(online).
11. ČHMÚ., 2021: Načteno z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/plants/index_CZ.html. (online).
12. ČHMÚ.,2019: Načteno z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/19groc/gr19cz/02_znecistovani_ovzdusi_v1.pdf. (online).
13. ČHMÚ.,2020: Změny kvality ovzduší české republiky během nouzového stavu. Načteno z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2020/COVID_ZPRAVA.pdf. (online).

14. ČSÚ., 2021: Administrativní a územní členění Prahy. Načteno z: <https://www.czso.cz/csu/xa/administrativni-a-uzemni-cleneni-prahy>. (online).
15. Dušek L.,2008: Statistika ropy a ropných látek: Zpráva o síti čerpacích stanic PHM v ČR. Načteno z: <http://www.mpo.cz/dokument52034.htm>. (online).
16. EPH.,2020: Evropská agentura pro životní prostředí (EEA); Kodaň: 2020. Znečištění ovzduší klesá, protože Evropa přijímá tvrdá opatření v boji proti koronaviru. Načteno z: <https://www.eea.europa.eu/highlights/air-pollution-goes-down-as> (online).
17. EKOLO., 2008: EKOLO vozidla budoucnosti. Načteno z: <http://www.elektromobil.wz.cz/>. (online).
18. Filler V.,2014: Udržitelná mobilita, doprava, emise a změna klimatu. Načteno z: https://klimatickakoalice.cz/images/VF_uzr_zitelna_doprava.pdf. (online).
19. Envis., 2021: Načteno z: envis.praha.eu - /
20. Geoportál.,2021: Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy 2010 – 2019. Načteno z: <https://www.geoportalpraha.cz/cs/mapy/mapove-aplikace>. (online).
21. Henriques M., 2020: Bude mít Covid-19 trvalý dopad na životní prostředí? Načteno z: <https://www.bbc.com/future/article/20200326-covid-19-the-impact-of-coronavirus-on-the-environment> (online).
22. Kerns E. et.al., 2018: Kardiovaskulární stavy, potíže se sluchem a expozice hluku z povolání v amerických průmyslových odvětvích a povoláních. Načteno z: Cardiovascular conditions, hearing difficulty, and occupational noise exposure within US industries and occupations. - Abstract - Europe PMC (online).
23. Mathijs de Haas, R. F.,2020: Jak COVID-19 a nizozemský "inteligentní lockdown" mění aktivity, pracovní a cestovní chování. Načteno z <https://www.sciencedirect.com/science/article>
24. MD., 2020: Ročenka dopravy. Načteno z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2020.pdf. (online).
25. MŽP.,2019: Stav ovzduší v hl.m. Praze. Načteno z: https://portalzp.praha.eu/jnp/cz/ovzdusi/souhrnne_informace_statistika/stav_ovzdusi_vPraze_shrnuti.html. (online).
26. MŽP.,2021: Načteno z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kvalita_ovzdusi/\\$FILE/000-Zprava_o_kvalite_ovzdusi_2020-20220105.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kvalita_ovzdusi/$FILE/000-Zprava_o_kvalite_ovzdusi_2020-20220105.pdf). (online).
27. OECD., 2006: Decoupling the Environmental Impacts of Transport from Economic Growth. (online).
28. Pahlevan N., 2021: Křížová kalibrace dlouhých infračervených pásem MODIS a VIIRS pro vědu o barvách oceánů a aplikace. Načteno z: Cross-calibration of MODIS and VIIRS long near infrared bands for ocean color science and applications – Abstract - Europe PMC (online).

29. Policie.,2021: Informace o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice. Načteno z: <https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>. (online).
30. Policie.,2022: Informace o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice. Načteno z: <https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>. (online).
31. Pxhere.,2021: Přehled emisních norem pro osobní automobily. Načteno z: <https://www.portalridice.cz/clanek/prehled-emisnich-norem-pro-osobni-automobily>. (online).
32. Ročenka dopravy., 2019: Načteno z: Ročenka dopravy – Praha 2020 (tsk-praha.cz)
33. Ročenka dopravy., 2020: Načteno z: Ročenka dopravy – Praha 2020 (tsk-praha.cz)
34. Ročenka dopravy., 2021: Načteno z: Ročenka dopravy – Praha 2020 (tsk-praha.cz)
35. SZÚ.,2021:Načteno z: https://portalzp.praha.eu/public/85/1d/fe/2373299_736671_Zprava_ZPaZdravi_Praha_2015.pdf. (online).
36. Šimůnek M., et al.,2020: Journal of Advanced Transportation.,Načteno z: Journal of Advanced Transportation - Wiley Online Library (online).
37. Harantová V., et al.,2020: Porovnání průtoku a rychlosti vozidel na reprezentativním silničním úseku před a po provedení opatření v souvislosti s COVID-19. Načteno z <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/17/7216> (online).

15.3. OBRÁZKY

Obr. 1: Úrovně závažnosti nehod (Ambros, 2018)	4
Obr. 2: Vývoj automobilů ve 20. století (upol.cz)	6
Obr. 3: Nejrizikovější místa pro střet automobilu s lesní zvěří S největším počtem nehod pro rok 2022 (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)	12
Obr. 4: Schéma zpracování údajů jednotlivě a hromadně sledovaných zdrojů (ČHMÚ, 2021)	20
Obr. 5: Roční koncentrace PM _{2,5} v roce 2020 (CENIA, 2021)	22
Obr. 6: Roční průměrná koncentrace PM _{2,5} , měřené na stanicích imisního monitoringu v roce 2020 (MŽP, 2021)	22
Obr. 7: Roční koncentrace PM ₁₀ v roce 2020 (CENIA, 2021)	22
Obr. 8: Roční průměrná koncentrace PM ₁₀ měřené na stanicích imisního monitoringu v roce 2020 (MŽP, 2021)	22
Obr. 9: Roční koncentrace NO _X v roce 2020 (CENIA, 2021)	23
Obr. 10: Roční průměrná koncentrace NO _X měřené na stanicích imisního monitoringu v roce 2020 (MŽP, 2021)	23
Obr. 11: Roční koncentrace PAH v roce 2020 (CENIA, 2021)	23
Obr. 12: Roční průměrná koncentrace PAH, měřené na stanicích imisního monitoringu v roce 2020 (MŽP, 2021)	23
Obr. 13: Roční koncentrace SO ₂ v roce 2020 (CENIA, 2021)	24
Obr. 14: Roční průměrná koncentrace SO ₂ , měřené na stanicích imisního monitoringu v roce 2020 (MŽP, 2021)	24
Obr. 15: Schéma verifikace imisních dat v ISKO (ČHMÚ, 2021)	26
Obr. 16: Významné staniční sítě sledování kvality ovzduší pro rok 2021 (ČHMÚ, 2021)	26
Obr. 17: Územní členění Prahy (ČSÚ, 2021)	31
Obr. 18: Nehody osobních automobilů v roce 2020 a 2022 v Praze (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)	33
Obr. 19: Nejrizikovější místa pro střet automobilu se zvěří za rok 2020 v Praze (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)	33
Obr. 20: REZZO 1 v roce 2020 v Praze (Geoportál, 2021)	34

Obr. 21: REZOO 2 v roce 2020 v Praze (Geoportál, 2021)	34
Obr. 22: Imisní znázornění průměrného ročního znečištění NO ₂ v roce 2020 v Praze (Geoportál, 2021).....	42
Obr. 23: Imisní znázornění průměrného ročního znečištění PM ₁₀ v roce 2020 v Praze (Geoportál, 2021).....	43
Obr. 24: Imisní znázornění průměrného ročního znečištění PM _{2,5} v roce 2020 v Praze (Geoportál, 2021).....	44
Obr. 25: Imisní znázornění průměrného ročního znečištění O ₃ v roce 2020 v Praze (Geoportál, 2021).....	44
Obr. 26: Imisní znázornění průměrného ročního znečištění CO v roce 2020 v Praze (Geoportál, 2021).....	45
Obr. 27: Sítě měřicích míst v roce 2020 v Praze (ČHMÚ, 2021)	48
Obr. 28: Plánovaný rozvoj sítě metra a tramvají v Praze (MŽP, Program zlepšení kvality ovzduší, 2021)	51
Obr. 29: Ulice Koněvova (Envis, 2021)	53
Obr. 30: Vývoj hluku v lokalitě Praha 3 Koněvova v letech 1994-2019, ukazatel LDVN (ENVIS, 2021)	54
Obr. 31: Vývoj hluku v lokalitě Praha 3 Koněvova v letech 1994-2019, ukazatel LN (ENVIS, 2021)	54
Obr. 32: Kritické místo Koněvova ulice po křižovatku s ulicí Spojovací (Envis, 2021)	55
Obr. 33: Dopravní nehody 2019 v Praze	61
Obr. 34: Dopravní nehody 2020 v Praze	61
Obr. 35: Dopravní nehody 2021 v Praze	61
Obr. 36: Dopravní nehody 2022 v Praze	61
Obr. 37: Místa a úseky s vysokou nehodovostí v roce 2020 (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)	63

15.4. TABULKY

Tab. 1: Počty dopravních nehod a jejich následků za uplynulých 10 let (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)	10
Tab. 2: Hlavní příčina nehod pro rok 2022 (Policie, Statistika nehodovosti, 2022) ..	11
Tab. 3: Dopravní nehody podle druhu vozidla v roce 2022 (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)	11
Tab. 4: Porovnání nehodovosti s lesní zvěří v letech 2015-2022 (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)	13
Tab. 5: Dopravní nehody zaviněné lesní zvěří v krajích v roce 2022 (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)	13
Tab. 6: Klasifikace nákladů (Škapa, 2004)	14
Tab. 7: Nežádoucí dopady dopravních systémů (Brůhová-Foltýnová. H., 2007)	15
Tab. 8: Reakce organismu člověka na hluk (Bronzaft, 1975).	16
Tab. 9: REZOO (MŽP, 2020)	18
Tab. 10: REZZO 4 (ČHMÚ, 2021).....	18
Tab. 11: Kvalita ovzduší v ČR v roce 2021 (ČHMÚ, 2021).....	21
Tab. 12: Srovnání roků 2018-2022 v Praze (Policie, Statistika nehodovosti, 2022) ..	32
Tab. 13: Emise znečišťujících látek z dopravy (t.rok-1) (Karel, 2021).....	35
Tab. 14: Imisní limity vyhlášené pro ochranu zdraví (ČHMÚ, 2021).....	39
Tab. 15: Rozsah překročení limitů v letech 2013-2020 na území Prahy (ATEM, 2021)	46
Tab. 16: Sítě měřících míst v roce 2020 v Praze (ČHMÚ, 2021)	48
Tab. 17: Opatření snižující emise CO ₂ v sekci udržitelné mobility (AFRY, Akční plán PZKO 2020+, 2021).....	52
Tab. 18: Porovnání intenzit automobilové dopravy průměrného pracovního dne (Úsek dopravního inženýrství).....	56
Tab. 19: Počty dopravních nehod, následky na zdraví v Praze (Policie, Statistika nehodovosti, 2022)	61
Tab. 20: Nejzatíženější mosty přes Vltavu, tunely na pražské komunikační síti a křižovatky v roce 2020 (MD, Ročenka dopravy, 2020)	63
Tab. 21: Překročení imisních limitů v Praze (%/rok) (ČHMÚ, 2021)	70

15.5. GRAFY

<i>Graf 1: Skladba emisí TZL v regionech ČR v roce 2020 (ČHMÚ, 2021)</i>	18
<i>Graf 2: Emise vybraných znečišťujících látek v ČR a národní emisní závazky pro rok 2025 (CENIA, 2021)</i>	20
<i>Graf 3: Specifikace sražené zvěře v roce 2020 v Praze (Policie, 2021)</i>	33
<i>Graf 4: Trendy vývoje produkce emisí částic frakce PM10 (Karel, 2021)</i>	36
<i>Graf 5: Trendy vývoje produkce emisí částic frakce PM2,5 (Karel, 2021)</i>	37
<i>Graf 6: Trendy vývoje produkce emisí NOx (Karel, 2021)</i>	37
<i>Graf 7: Emise znečišťujících látek a skleníkových plynů z dopravy v Praze (CENIA, 2021)</i>	38
<i>Graf 8: Průměrné roční koncentrace NO2 na stanicích monitoringu v letech 2011–2020 v Praze (ATEM, 2021)</i>	39
<i>Graf 9: Průměrné roční koncentrace suspendovaných částic PM10 na stanicích monitoringu v letech 2011–2020 v Praze (ATEM, 2021)</i>	40
<i>Graf 10: Průměrné roční koncentrace suspendovaných částic PM2,5 na stanicích monitoringu v letech 2011–2020 v Praze (ATEM, 2021)</i>	40
<i>Graf 11: Průměrné roční koncentrace Benzo(a)pyrenu na stanicích monitoringu v letech 2011–2020 v Praze (ATEM, 2021)</i>	41
<i>Graf 12: Srovnání emisních stropů a scénářů emisních projekcí základních znečišťujících látek (MŽP, Program zlepšení kvality ovzduší, 2021)</i>	49
<i>Graf 13: Výsledek dotazníkového šetření v Koněvově ulici</i>	55
<i>Graf 14: Srovnání intenzit dopravy v 7. a od 9. do 12. týdne v letech 2019 až 2021 (Sinčák, 2020)</i>	56
<i>Graf 15: Srovnání vývoje automobilové dopravy během vybraných pracovních týdnů v roce 2020 (Ing. Adam Scheinherr, 2020)</i>	57
<i>Graf 16: Porovnání denních variací automobilové dopravy v letech 2019 a 2020 (Ing. Adam Scheinherr, 2020)</i>	58
<i>Graf 17: Vývoj intenzit dopravy v Tunelovém komplexu Blanka, vybrané týdny roku 2020 (Geoportál, 2021)</i>	58
<i>Graf 18: Meziroční srovnání vývoje cyklistické dopravy v letech 2019 a 2020, týdenní intenzity (Ing. Adam Scheinherr, 2020)</i>	59
<i>Graf 19: Jiná forma dopravy přes pandemii</i>	59

<i>Graf 20: Vývoj počtu přepravených osob v pracovní dny v metru v Praze v letech 2019 a 2020 (MD, Ročenka dopravy, 2020)</i>	<i>60</i>
<i>Graf 21: Nehody zaviněné cyklisty v Praze v letech 2010–2020 (MD, Ročenka dopravy, 2020).....</i>	<i>62</i>
<i>Graf 22: Využívání dopravních prostředků v současnosti oproti době před pandemií (MD, Ročenka dopravy, 2020)</i>	<i>63</i>
<i>Graf 23: Vývoj počtu přepravených osob v pracovní dny v metru v Praze v letech 2019, 2020 a 2021 (Ing. Adam Scheinherr, 2020).....</i>	<i>64</i>
<i>Graf 24: Změny jízdní doby, doby stání a průměrné rychlosti (Veronika Harantová, 2020).....</i>	<i>64</i>
<i>Graf 25: Změna jízdní doby (Veronika Harantová, 2020)</i>	<i>65</i>
<i>Graf 26: Změna doby stání (Veronika Harantová, 2020)</i>	<i>65</i>
<i>Graf 27: Změna cestovní rychlosti (Veronika Harantová, 2020)</i>	<i>65</i>
<i>Graf 28: Pokles intenzity dopravy v ulici Legerova během nouzového stavu s porovnáním normálu v letech 2016-2019 v Praze (Envis, 2021)</i>	<i>68</i>
<i>Graf 29: Koncentrace NO₂ během nouzového stavu s porovnáním s průměrem v letech 2015-2019 v Praze (ENVIS, 2021).....</i>	<i>69</i>
<i>Graf 30: Vývoj hodinových koncentrací NO₂ od 1.3 do 20.4 měřené na dopravní stanici Praha 2- Legerova (ČHMÚ, Změny kvality ovzduší české republiky během nouzového stavu, 2020).....</i>	<i>69</i>
<i>Graf 31: Vývoj hodinových koncentrací NO_x od 1.3 do 20.4 měřené na dopravní stanici Praha 2- Legerova (ČHMÚ, Změny kvality ovzduší české republiky během nouzového stavu, 2020).....</i>	<i>70</i>
<i>Graf 32: Dosažené rychlosti v době nouzového stavu (Veronika Harantová, 2020) 74</i>	
<i>Graf 33: Období kolem Velikonoc od 6. dubna do 19. dubna 2020 (Veronika Harantová, 2020)</i>	<i>74</i>
<i>Graf 34: Dvoutýdenní období od 4. dubna do 17. května 2020 (Veronika Harantová, 2020).....</i>	<i>75</i>
<i>Graf 35: Porovnání vývoje intenzit automobilové dopravy na počátku roku 2021 v Praze (Úsek dopravního inženýrství)</i>	<i>77</i>
<i>Graf 36: Znázornění meziročního srovnání intenzit automobilové dopravy (2019 až 2021) (Úsek dopravního inženýrství)</i>	<i>77</i>
<i>Graf 37: Srovnání intenzit automobilové dopravy v rámci tunelového komplexu Blanka v roce 2021 (Úsek dopravního inženýrství)</i>	<i>77</i>
<i>Graf 38: Porovnání denních variací dopravy (Úsek dopravního inženýrství)</i>	<i>78</i>

