



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA



SILNIČNÍ DOPRAVA

# **AKTUALIZACE FORESIGHTU TECHNOLOGICKÉ TRENDY V SILNIČNÍ DOPRAVĚ**

**OBLAST BEZPEČNOST SILNIČNÍHO PROVOZU**

Fakulta dopravní, České vysoké učení technické v Praze

květen 2020



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA



SILNIČNÍ DOPRAVA

Vypracoval řešitelský tým ve složení: doc. Ing. Petr Bouchner, Ph.D.  
doc. Ing. Stanislav Novotný, Ph.D.  
Jan Válek

Vedoucí řešitelského týmu: doc. Ing. Petr Bouchner, Ph.D.  
Fakulta dopravní, ČVUT v Praze  
Konviktská 20  
110 00 Praha 1  
email: bouchner@lss.fd.cvut.cz  
tel.: (+420) 224 355 091  
GSM.: (+420) 730 193 914

29. 5. 2020,

.....

podpis, datum



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA



SILNIČNÍ DOPRAVA

## Obsah

|                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Oblast bezpečnost silničního provozu .....                                                                                         | 4  |
| 1.1 Charakteristika průmyslových a společenských změn se zohledněním stavu<br>a legislativních změn v letech 2019-20 .....         | 4  |
| 1.2 Popis hlavních trendů technologického vývoje s ohledem na vývoj v letech 2019-20 ...                                           | 6  |
| 1.2.1 Trendy v oblasti vývoje a provozu vozidel .....                                                                              | 7  |
| 1.2.1.1 Autonomní vozidla .....                                                                                                    | 7  |
| 1.2.1.2 Asistenční systémy .....                                                                                                   | 8  |
| 1.2.1.3 Bezpečnostní systémy a aktivní bezpečnost.....                                                                             | 9  |
| 1.2.1.4 Infotainment a rozhraní člověk – mobilní telefon .....                                                                     | 10 |
| 1.2.2 Člověk.....                                                                                                                  | 11 |
| 1.2.2.1 Osvěta a rozšiřování kompetencí řidiče, HMI vozidel .....                                                                  | 11 |
| 1.2.2.2 Nepozornost, alkohol za volantem .....                                                                                     | 12 |
| 1.2.3 Infrastruktura .....                                                                                                         | 13 |
| 1.2.3.1 Dálniční síť .....                                                                                                         | 13 |
| 1.2.3.2 Města a urbanismus .....                                                                                                   | 14 |
| 1.3 Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů včetně<br>bariér bránících jejich uplatnění v praxi..... | 17 |
| 1.3.1 Elektromobilita .....                                                                                                        | 17 |
| 1.3.2 Urbanismus a doprava ve městě .....                                                                                          | 18 |
| 1.3.2.1 Hledání ideálního konceptu mobility po koronavirové epidemii .....                                                         | 18 |
| 1.3.2.2 Městská hromadná doprava .....                                                                                             | 19 |
| 1.3.2.3 Další typy mobility as a service .....                                                                                     | 19 |
| 1.3.2.4 Nízkoemisní mobilita ve městech, pasivní bezpečnost .....                                                                  | 20 |
| 1.3.3 Fyzická infrastruktura – sledování stavu .....                                                                               | 25 |
| 1.3.4 Kyberbezpečnost, řídicí infrastruktura, vozidla jako služba .....                                                            | 26 |
| 1.3.4.1 Požadavky na inteligentní dopravní systémy, vektory útoku .....                                                            | 26 |
| 1.3.4.2 OTA aktualizace .....                                                                                                      | 27 |
| 1.4 Používané zkratky .....                                                                                                        | 29 |
| 1.5 Reference.....                                                                                                                 | 31 |



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



## **Oblast bezpečnost silničního provozu**

### **1.1 Charakteristika průmyslových a společenských změn se zohledněném stavu a legislativních změn v letech 2019-20**

Nejvlivnější událostí, která změnila mnoho různých aspektů společenského života, průmyslové výroby a vývoje a společnosti obecně, byla koronavirová epidemie výrazně ovlivňující dění v ČR od března 2020. Dopad změn, které tento vnější vliv do společnosti a ekonomiky přinesl není zatím možné v detailu posuzovat, ale je zjevné, že narušil řadu paradigmat, a to i v oblasti dopravy. Mnohem důležitější se jeví ochrana zdraví ve smyslu nákazy, spíše než zranění, poklesl počet cest (a většina z nich je pouze za nevyhnutelným účelem, tzn. do zaměstnání, k lékaři, na nákup) a cestování za hranice za účelem rekreace je zcela neexistující. Řada těchto změn je dočasná a v průběhu několika let lze očekávat návrat ke stavu, který bude připomínat minulé roky, jiné změny ale ve společnosti mohou setrvat a tím změnit požadavky, potřeby a kritéria kladená na roli dopravy.

Získávání dat v průběhu epidemie také umožnilo praktické zjištění některých navrhovaných opatření, která by v normální situaci nikdy nebylo možné získat, např. vliv silného omezení individuální automobilové dopravy a průmyslu na čistotu ovzduší a život ve městech. Efekt na společnost je a bude odlišný na venkově a ve městech, v místech se silným průmyslem nebo silným turistickým ruchem, v bohatších a ve vyloučených lokalitách. Výjimečná opatření, která byla na jaře 2020 přijata, se samozřejmě postupně rozvolní a společnost, byť na několik let ekonomicky křehčí, se vrátí k normálnímu stavu. Při navrhování různých opatření v budoucnu ale budeme moci lépe odhadovat jejich důsledky právě díky unikátní možnosti sledovat do nedávna fakticky nemožnou okrajovou podmínku simulací – dočasné zastavení většiny běžných procesů v současném světě.



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA



SILNIČNÍ DOPRAVA

V aktuálním čase (květen 2020) není rozhodnuto o směřování opatření ke snížení následků koronavirové epidemie, ani na úrovni ČR, ani na úrovni EU, natož aby bylo možné spekulovat o legislativních rámcích, implementaci a důsledcích těchto opatření. Většina tohoto foresightu proto vychází z dříve přijatých dokumentů, které jsou stále platné, s určitými aktualizacemi s ohledem na současnou situaci v oblastech, kde jsou důsledky už zjevné nebo v případě, že dokumenty již byly aktualizovány.



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



## 1.2 Popis hlavních trendů technologického vývoje s ohledem na vývoj v letech 2019-20

V oblasti silniční dopravy je trendem stále se průběžně zvyšující bezpečnost silničních vozidel, postupné zlepšování kvality a bezpečnosti infrastruktury a pomalé snižování ekologické zátěže, kterou doprava vytváří jako negativní externalitu. V porovnání se zeměmi EU patří situace v ČR k průměru, stále neplní ambiciózní cíle vytyčené v dokumentu *Towards a European road safety area: policy orientations on road safety 2011-2020* [2] (Strategie orientace v oblasti bezpečnosti silniční dopravy), na druhou stranu trend vývoje je pozitivní a bezpečnost dopravy v EU, se kterou se přirozeně jako její součást srovnáváme, je nejvyšší na světě, s výjimkou Japonska a malých a ostrovních států. Aktuální plán *European Commission EU Road Safety Policy Framework 2021-2030 – Next Steps towards “Vision Zero”* [3] (Rámcová orientace v oblasti bezpečnosti silničního provozu 2021–2030 – kroky k „vizi nula“) si dává za cíl, analogicky k předchozímu *Towards a European road safety area: policy orientations on road safety 2011-2020*, jehož cílem bylo snížit na polovinu počet obětí dopravních nehod v letech 2011-2020, snížit počet těžce zraněných při dopravních nehodách na polovinu do roku 2030. Zatímco v minulém desetiletí bezpečnost silničního provozu zlepšoval skokový nárůst pasivní bezpečnosti vozidel (zejména vyřazování z pohledu bezpečnosti zcela nepřijatelných vozů z 20. století), v současnosti nelze spolehnout na jednu oblast, která přispěje k dramatickému zlepšení situace. Je několik jednotlivých oblastí, které determinují naplnění cílů v tomto rámcovém dokumentu:

- zlepšování kvality a bezpečnosti infrastruktury (vliv na spolehlivost dopravy, stres a kvalitu jízdy řidičů, následky nehody),
- zlepšování pasivní bezpečnosti vozidel (vliv na důsledky nehody),



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



- rozšíření asistentů řízení (dramatický pokles drobných nehod z nepozornosti, pokles nehodovosti, alkoholový zámek)
- rozšiřování vozidel s elektrickým a hybridním pohonem, automatickými převodovkami (snížení zátěže řidiče, teoreticky větší plynulost, významně nižší emise vypouštěné v místě jízdy vozidla u elektromobilů)
- kvalitní výcvik řidičů,
- udržování současné či vyšší úrovně dodržování dopravních předpisů, postih relevantních projevů skutečně nebezpečného chování
- rozvoj alternativních dopravních prostředků a mikromobility.
- rozvoj (polo-) autonomních vozidel a s tím související témata externího HMI, vzájemné komunikace vozidel a infrastruktury
- kybernetická bezpečnost vozidel a infrastruktury.

Těmto tématům z hlediska bezpečnosti provozu a implementace se věnují kapitoly 1.3.x.

Z pohledu sledování trendů v letech 2019–2020 je vhodné dělit je na několik kategorií:

- vozidlo,
- člověk,
- infrastruktura.

## 1.2.1 Trendy v oblasti vývoje a provozu vozidel

### 1.2.1.1 Autonomní vozidla

V roce 2020 nejsou na českém (ani žádném jiném) trhu k dispozici plně autonomní vozidla. Jejich provoz je stále omezen na pilotní a výzkumný provoz v několika oblastech, zejména definovaných malých zónách v USA. Nelze očekávat, že by v horizontu roku



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



2025 výrazně zasáhly do silničního provozu v ČR jinak než jako prototypy ve vývoji, přestože některé firmy už delší dobu oznamují komerční aplikace (Tesla 2015 [4]), naposledy Volvo oznámilo autonomní vozidla s lidarovým systémem pro rok 2022 [5]. Vývoj v USA aktuálně navíc velmi zpomalují úsporná opatření firem a rozvoj autonomních vozidel se tím nejspíše se dále pozdrží. Autonomní vozidla přinesou zajímavý vývoj mj. do oblasti pasivní bezpečnosti, protože bude možné lépe připravit vozidlo na náraz (pre-crash) ve smyslu optimalizace směru nárazu (fail-safe princip nárazu nejbezpečnějším možným způsobem), zároveň ale s autonomními auty může zaniknout standardní koncept míst sezení ve směru jízdy, cestující budou pracovat, bavit se a mít kolem sebe různá zařízení, displeje, ovladače a podobně.

Z hlediska implementace prvních autonomních vozidel stupně 4 a 5 je podmínkou kvalitní infrastruktura, zejména neznečištěné a správně umístěné dopravní značky a vodorovné dopravní značení. V ČR jsou definovány oblasti pro testování autonomních vozidel v prototypové fázi, ale budoucí rozšíření v běžném provozu bude vyžadovat spolehlivý stav většiny silniční sítě. Špatný stav infrastruktury může u aktuální verze asistentů řízení úrovně 2–3 způsobovat nečekané chybové stavy a nehody s následky na životech. [6]

#### 1.2.1.2 Asistenční systémy

Většina nových vozidel od nižší střední třídy výše disponují různými asistenčními systémy, které mají zvýšit komfort řidiče, snížit jeho zátěž, popř. mají různé bezpečnostní funkce. Nejčastějšími bezpečnostními funkcemi jsou autonomní zastavení před překážkou při jízdě v nízké rychlosti, např. v koloně, a varování před objektem v mrtvém úhlu zpětných zrcátek. Dle IIHS poklesne počet nehod z důvodu nepozornosti a nedobrzdnění za stojícím vozidlem o 23 procent v případě, že je ve vozidle systém varující před nárazem, a o 40 procent, pokud je tento systém vybaven autonomním automatickým brzděním [7][4].





EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



Předpokládá se, že v roce 2022 bude tímto systémem vybavena většina vozidel prodávaných v USA [8]. Vybavování vozidel systémem varujícím před objektem v mrtvém úhlu by naopak mohlo pomoci při vážných nehodách, kdy řidič přehlédne cyklistu či motocyklistu ve vedlejším pruhu, což je častý důvod vážných nehod citlivých účastníků dopravního proudu bez odpovídající pasivní bezpečnosti. Úskalí asistenčních systémů může být v přílišném spoléhání se na jejich funkci a nepochopení jejich limitů. To se týká v současnosti zejména systémů pro udržování v jízdním pruhu při současně aktivovaném adaptivním tempomatu. Některé automobilky (Tesla) tento systém dokonce zcela zavádějícím způsobem marketingově označují jako „autopilot“, přičemž zatím jde pouze o běžný asistenční systém úrovně 2 a za řízení vozidla je zcela zodpovědný řidič. Rozvoj asistenčních systémů je ale jako celek pro bezpečnost silniční dopravy pozitivní, podmínkou jejich správného fungování je dobře navržené rozhraní ve vozidle a znalosti a schopnosti řidiče (více v kapitole 1.2.2).

#### 1.2.1.3 Bezpečnostní systémy a aktivní bezpečnost

Od roku 2018 bylo ve vozidlech nově uváděných na evropský trh nařízeno vybavování systémem E-call, který slouží k automatickému zavolání integrovaného záchranného systému vozidlem po nehodě (bez akce řidiče). Samozřejmostí jsou systémy ABS a ESP, dnes zpravidla jako součást většího celku řízení výkonu a trakce vozidla zvyšujících aktivní bezpečnost.

V současnosti jsou v některých zemích (Švédsko, Litva) zaváděna povinná vybavení vozidel řidičů přistižených pod vlivem alkoholu tzv. alkoholovým zámkem. Vozidlo pak nejde nastartovat, pokud je v dechu řidiče přítomný alkohol. Protože taková úprava vozidla je nákladná, ETSC navrhuje, aby vozidla měla přípravu pro snadné namontování tohoto systému v případě, že by jej měl řídit řidič, který měl v minulosti problémy



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



s alkoholem za volantem [9], díky tomu by tento systém zlevnil a mohl by být snáz využitelný ve všech členských státech. Sledování alkoholu v dechu řidiče by potom mělo být povinné pro dodávky, nákladní vozidla a autobusy. [10]

#### 1.2.1.4 Infotainment a rozhraní člověk – mobilní telefon

Ve vývoji vnitřních komfortních a zábavních systémů došlo v posledním desetiletí k radikálnímu vývoji, od autorádia, ovládaného tlačítky na volantu, ke komplexním zábavním on-line připojeným 10“ a více palcovým displejům. Zároveň všichni využívají mobilní telefon a často jsou neustále připojeni k sociálním sítím, jejichž vliv na řízení (kromě toho, že používání telefonu samotného je za jízdy nelegální) není vůbec prozkoumán. Mnoho řidičů využívá různé mapové aplikace s navigací (Google maps, Waze), které dokáží řidiče v reálném čase nasměrovat k cíli nejrychlejší cestou, protože mají přehled o pohybu jiných řidičů (resp. jejich mobilních telefonů, viz. kapitola 1.3.4.1). Tyto aplikace zvyšují komfort řidiče a v důsledku své funkce i optimalizují proud vozidel v síti, ale zároveň odvádí pozornost od řízení, jako všechny další ukazatele před řidičem. Z hlediska optimalizace rozhraní je principiálně vhodnější využívat systémy zabudované ve vozidle, protože jsou navrženy s ohledem na využívání v průběhu jízdy. V současné době jsou rozšířeny dva konkurenční systémy, Apple CarPlay a Android Auto. Oba umožňují integraci mobilního telefonu do rozhraní vozidla, resp. jeho středového displeje. V ČR není dostatek statistických dat k posouzení vlivu těchto integrovaných systémů na kvalitu řízení. Dá se předpokládat, že vliv bude menší než u prostého držáku na telefon, v nejhorším případě v zorném poli, ale některé zahraniční studie ukazují na zásadní nebezpečí používání i těchto integrovaných systémů. [12]



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



## 1.2.2 Člověk

### 1.2.2.1 Osvěta a rozšiřování kompetencí řidiče, HMI vozidel

Princip ovládání vozidel se s rozšiřováním elektronických asistenčních systémů zásadně mění. Podobně, jako se to v minulosti stalo u letadel či lodí, řidič se postupně z pozice aktivního řídicího členu stává spíše operátorem, který rozhoduje o změnách v řízení, které se ale vykonávají samy. Příkladem může být pokročilý asistent jízdy v jízdním pruhu, při jehož používání řidič páčkou spustí signalizaci změny jízdního pruhu, vozidlo vyhodnotí, zda změnu může provést, a pokud ano, samovolně změní jízdní pruh a pokračuje v něm. Tento trend bude do budoucna stále silnější. Přináší to řadu výhod – nižší únavu řidiče, menší riziko chyby z nepozornosti, potenciální zabránění řadě nehod (přehlédnutí stojícího vozidla, přehlédnutí vozidla v mrtvém úhlu apod.) Zároveň tato změna částečně eliminuje aktuální problémy z nepozornosti řidiče, způsobené palubními systémy a zejména mobilními telefony (kapitola 1.2.1.4).

Tyto technické změny by se měly projevit ve výcviku řidičů. Pokud má řidič nové vozidlo, vybavené např. adaptivním tempomatem, měl by znát podmínky jeho používání a okolnosti, při kterých může selhat. Manuály vozidel tyto limity samozřejmě uvádí, ale většina řidičů si jich není vědoma. Např. na straně 228 manuálu ke Škodě Superb jsou uvedeny případy, kdy adaptivní tempomat nebude korektně fungovat:

- ACC nereaguje, když se blížíte ke stojící překážce (např. ke konci dopravní zácpy, k havarovanému vozidlu nebo k vozidlu čekajícímu před semaforem).
- ACC nereaguje na objekty pohybující se vozovkou napříč nebo v protisměru.
- ACC z bezpečnostních důvodů nepoužívajte při jízdě v prostředí, ve kterém se vyskytují kovové objekty (např. kovové haly, kolejnice apod.). [13]



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



Dalším problémem pro řidiče může být změna chování jeho asistenčních systémů v průběhu užívání (OTA aktualizace, viz. 1.3.4.2). Např. letos na jaře začal autonomní systém řízení Tesly reagovat na semaforey, které do té doby ignoroval, nyní korektně zastaví před červeným světlem a rozjede se při zeleném [14].

Začínající řidiči mají dlouhodobě nadprůměrně vysokou nehodovost, bohužel i podíl na usmrcených při dopravních nehodách. Je třeba zkvalitnit výchovu v autoškolách, např. i za použití moderních výcvikových trenažérů a virtuální reality, která se v posledních pěti letech stala běžně dostupnou. Zároveň se lze inspirovat v zemích, které zavedly různé formy řidičských průkazů na zkoušku (např. nižší počet bodů před odebráním ŘP po první dva roky, nebo povinnost řídit po určitou dobu po získání řidičského oprávnění se zkušeným řidičem jako spolujezdcem).

#### 1.2.2.2 Nepozornost, alkohol za volantem

Počet nehod způsobených pod vlivem alkoholu průběžně klesá a problémy s alkoholem jsou dle statistik koncentrovány jen v některých regionech. Nehodovost pod vlivem alkoholu je specificky velmi nízká pro Prahu (1,7 % nehod způsobil řidič se zjištěným alkoholem v krvi), nejhorší stav je v Plzeňském a Jihočeském kraji (9,8 a 7,8 %), dále v Pardubickém kraji [19]. Tyto kraje navíc byly nejhorší i v roce 2017[23]. Proto je na místě pokračovat v preventivních akcích proti alkoholu za volantem, efektivně a cíleně v oblastech, kde problém přetrvává. V plánech EK je možnost zavádění povinného alkoholového zámku pro řidiče, kteří byli přistiženi pod vlivem alkoholu (více v kapitole 1.2.1.3).

Podstatně širší problém je nepozornost při řízení. Závěr „řidič se plně nevěnoval řízení vozidla“ je stále nejčastější příčinou dopravní nehody. Existuje řada studií, které dávají příčinnou souvislost mezi masivní využívání mobilních telefonů a nepozornost, včetně



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA



SILNIČNÍ DOPRAVA

renomovaných organizací jako WHO [24] – ta na problém upozorňovala už v roce 2011, v době, kdy nebyly v telefonech běžné rychlé instantní komunikační služby, sociální sítě a video. Zároveň je nehodovost z nepozornosti problematicky sledovatelná a postižitelná, řidič nemusí vykazovat žádné měřitelné a sledovatelné projevy, navíc si jí typicky není sám vědom. Ve výhledu příštích 5–10 let budou nehody z nepozornosti výrazně redukovat bezpečností asistenční systémy, jako nouzové brzdění před překážkou, do té doby je možné šířit osvětové informace, ale eliminace nepozornosti je velmi složité, z hlediska kognitivních funkcí člověka prakticky neřešitelné téma.

### 1.2.3 Infrastruktura

#### 1.2.3.1 Dálniční síť

V České republice je v současnosti 1281 km dálnic [16]. Do roku 2030 by mělo přibýt několik stovek kilometrů. Kvalitní a kapacitní dálniční síť je klíčová nejen z důvodů spolehlivosti, rychlosti a efektivity dopravy, ale výrazně i z důvodu bezpečnosti.

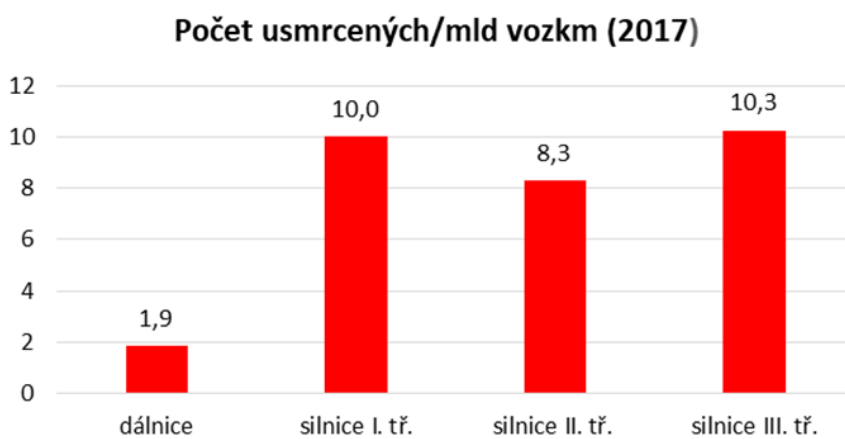
Následující Obrázek 1 ukazuje rozdíl v počtu usmrcených na miliardu vozokilometrů na různých kategoriích komunikací.



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



**Obrázek 1: Počet usmrcených na miliardu ujetých vozokilometrů v ČR na různých kategoriích komunikací (2017) [17]**

Dálnice je potřeba stavět s ohledem na aktuální a budoucí poptávku po dopravě, co možná nejcitlivěji ke krajině a životnímu prostředí, stejně tak k místním komunitám i jednotlivcům, zároveň je zjevné, že jejich síť v ČR je z různých důvodů nedostatečná a je třeba ji rozšiřovat. O nebezpečnosti některých úseků silnic, kde by měla vést dálnice, je jednoduché se přesvědčit např. v rizikové mapě EuroRAP ČR 2016 [18], kde je např. vidět problematický úsek silnice 1/30 okolo Ústí nad Labem, který mezitím nahradila dálnice D8.

#### 1.2.3.2 Města a urbanismus

V českých městech v současnosti umírá nepříjemné množství chodců. Zatímco v Praze zemře každý rok přibližně 20–30 chodců, v Oslu (cca 1 milion obyvatel) a Helsinkách (650 tisíc obyvatel) v roce 2019 nezemřel jediný chodec ani cyklista [20]. Toho bylo dosaženo zejména oddělování cyklistické a silniční infrastruktury a zavedením zóny s maximální rychlostí 30 km/h na většině území města, přičemž na páteřních



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA



SILNIČNÍ DOPRAVA

komunikací s rychlostí 50 km/h není atraktivní jezdit pro cyklisty. Tato opatření nemusí být nutně přehnaně limitující pro řidiče automobilů, pokud jsou zachovány sběrné komunikace s maximální rychlostí 50–70 km/h. Příkladem fungující zóny s omezenou rychlostí může být pražský Karlín, který je velmi přátelský k cyklistům a chodcům, celý je tvořen zónou s maximální rychlostí 30 km/h a předností zprava, ale zároveň lze čtvrtí projet po kapacitním Rohanském nábřeží. Tento model zároveň vytváří vhodný, bezpečný a komfortní prostor pro zavádění alternativních způsobů dopravy jako jsou kola, koloběžky a pěší doprava. Podpora nízkoemisních prostředků dopravy (včetně MaaS) ve městech a urbanismus měst více přizpůsobeným chodcům je součástí dokumentu *Europe on the Move: Commission completes its agenda for safe, clean and connected mobility*. [22].





EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost

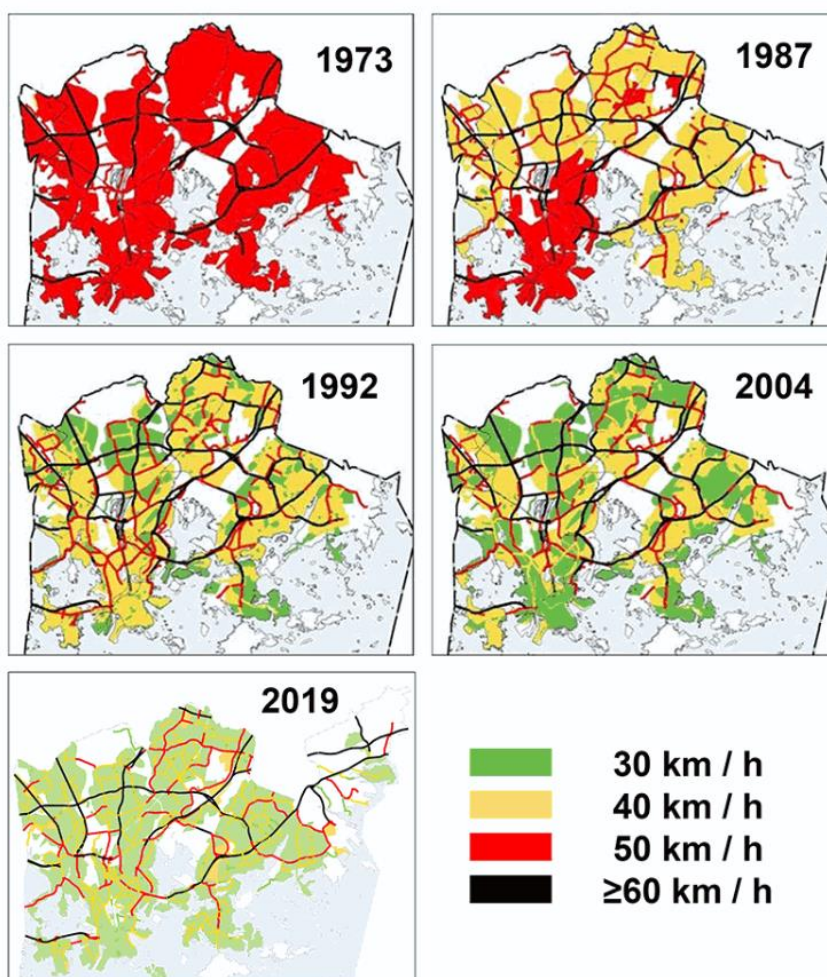


MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA



SILNIČNÍ DOPRAVA



Obrázek 2: Maximální dovolená rychlost v ulicích Helsinek 1973–2019. [21]





EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



## 1.3 Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů včetně bariér bránících jejich uplatnění v praxi

### 1.3.1 Elektromobilita

Hybridní vozidla jsou na českém trhu už od roku 2004, ale až v posledních letech jsou nabízena v řadě různých modelů různých velikostí a tříd. Výhodou plně hybridních vozidel je nižší spotřeba paliva a emise při komfortním projevu motoru. Plug-in hybridy jsou hybridní vozidla s větším akumulátorem, který umožňuje dojezd v řádu desítek kilometrů čistě na elektrický pohon a jsou proto ideální pro krátké dojíždění. Kvůli způsobu měření emisí WLTP jsou navíc PHEV výrazně zvýhodněny v některých zemích EU z hlediska daňového zatížení, v ČR např. mohou v Praze parkovat ve všech parkovacích zónách. V roce 2019 bylo v ČR necelé jedno procento registrovaných vozidel s hybridním pohonem [26], cca 0,3 procenta byly elektromobily.

S rychlým rozvojem nových modelů, zlevňováním technologií a rozšiřováním dobíjecí infrastruktury pro BEV lze v několika letech čekat prudký nárůst počtu elektromobilů, HEV a PHEV. Za celý rok 2019 bylo registrováno 756 BEV, zatímco za první čtyři měsíce roku 2020 už to bylo 1053 kusů. Během příštích pěti let lze očekávat, že cena elektromobilů bude nižší nebo podobná srovnatelnému vozu se spalovacím motorem, bez ohledu na dotace pro BEV nebo naopak zdanění konvenčních vozů.

Rozvoj elektromobility dlouhodobě vytváří tlak na rozvodnou soustavu a dobíjecí infrastrukturu, ale může přinést značné zlepšení ovzduší v centrech měst. Pokud je elektřina vyráběna bez emisí CO<sub>2</sub> (atomové, vodní, větrné a fotovoltaické elektrárny), přináší elektromobil při svém provozu mnohem nižší znečištění než konvenční vůz s ICE.



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



## 1.3.2 Urbanismus a doprava ve městě

### 1.3.2.1 Hledání ideálního konceptu mobility po koronavirové epidemii

Městská mobilita je tématem poměrně silně zasaženým koronavirovou krizí. Zatímco před ní bylo jednoznačným přístupem dávat přednost řešením hromadné přepravy osob, v současnosti je pohled podstatně více plastický. K tomu přispívá i rozšiřování různých služeb mikromobility a MaaS. Např. v Praze, i přes různé excesy související s různými MaaS službami (např. kontroverzní koloběžky Lime už ukončily provoz [29]) je zjevné, že jde o nastartovaný trend, který může být pro řadu lidí skutečnou alternativou jak k jízdě autem, tak k MHD. Navíc, Praha je pro tyto prostředky stále poměrně nepřátelské místo, na řadě frekventovaných cest pro dojíždějící chybí smysluplná propojení (typicky cyklostezky), přesto se některým službám daří fungovat i na komerční bázi (Rekola) [30]. Startupem, který má smysl sledovat, je Revolt, který nabízí pronájem miniaturních elektromobilů (které jsou ovšem problematické z hlediska pasivní bezpečnosti, více v kapitole 1.3.2.4 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**). Ty jsou alternativou MHD nebo vlastního vozidla i v případě špatného počasí. Pokud by se jejich koncept ukázal jako udržitelný, může představovat silnou součást budoucího města. Dokument Implementation Strategy for Horizon Europe [1] definuje rámec pro vývoj a implementaci nových řešení v oblasti mobility a jejich ověřování. Určuje základní ukazatele pro hodnocení projektů:

- maximalizace dopadu při určitých nákladech,
- větší transparentnost a jednoduchost,
- sledování synergií s dalšími projekty EU,
- zjednodušení přístupu skrze digitální technologie.



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



Více specificky k tématu silniční dopravy se vyjadřuje předchozí verze dokumentu z léta 2019 [11] v Annex 5 – Climate, Energy and Mobility.

### 1.3.2.2 Městská hromadná doprava

Městská hromadná doprava nevyhnutelně bude hrát význačnou roli v dopravě osob po městě, kvůli své kapacitě ve špičce a relativně nízkých nákladech pro zákazníky-cestující, což je důležité pro mobilitu sociálně slabších obyvatel a prevenci vzniku sociálně vyloučených komunit. Současná krize dočasně snížila poptávku po hromadné dopravě o desítky procent, ale v dlouhodobém měřítku se pravděpodobně situace navrátí zhruba do původního stavu. Podmínkou bezpečného provozu vozidel MHD se více než kdy dříve stává kvalitní úklid a pravidelná desinfekce. Určitý pokles poptávky po MHD lze očekávat v souvislosti s rozvojem různých prostředků MaaS, jako jsou sdílená kola, sdílené vozy, (alternativní) taxislužby a řada dalších prostředků, dále by se mohl slabě projevit s růstem sítě kvalitních alternativních cyklotras, tento pokles je silně závislý na aktuálním počasí. Kvůli přetížení některých součástí sítě MHD (v Praze typicky metro C, tramvaje v úseku Karlovo nám–I. P. Pavlova, některé linky příměstských vlaků) je v určitých místech podpora jejích alternativ jednoznačně pozitivní.

### 1.3.2.3 Další typy mobility as a service

Od roku 2013 je možné v Praze (a později v dalších městech) využívat různé prostředky MaaS, jako jsou Rekola [31] a Nextbike [32], elektrokola Freebike [33], koloběžky Lime [34] (které ale v roce 2020 dočasně ukončily provoz) a Revolt [35], elektroskútry BeRider [36] a Revolt, miniaturní elektroauta Revolt a běžné konvenční vozy Car4Way [37], Ajo [38] a další. Dále jsou zde v provozu služby Uber a agregátor taxislužeb Liftago. Většina z těchto způsobů dopravy je výrazně dražší a tím méně atraktivní než MHD (na druhou



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



stranu jsou provozovány na komerční bázi a cena MHD bez subvencí by byla blízká některým těmto službám).

Různé projekty EIT urban mobility se zabývají mj. přechodem k MaaS a limity jejich implementace, doporučeními pro města i provozovatele služeb [39]. Podpora MaaS je součástí Horizon 2020 – projekt MaaS4EU, jehož cílem je poskytnout metriky, rámce a nástroje pro odstranění překážek implementace MaaS skrze řešení problematiky ze čtyř úhlů pohledu – byznysu, koncového uživatele, technologie a legislativy. Výstupem by měla být identifikace udržitelného byznys modelu, pochopení požadavků uživatele a procesu jeho rozhodování, implementace potřebné technologické infrastruktury a rozpoznání potřebných změn legislativy. [43]

#### 1.3.2.4 Nízkoemisní mobilita ve městech, pasivní bezpečnost

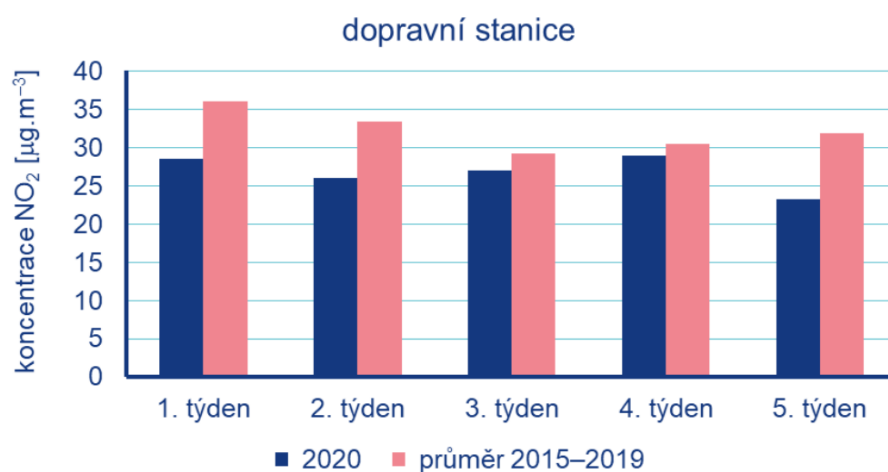
Snížení emisí ve městech je dlouhodobým cílem nařízení o vypouštěných emisích, změnách infrastruktury a podpory MHD a udržitelných způsobů mobility, v současnosti zejména cyklistiky. Situace v souvislosti s krizovým stavem v březnu a dubnu 2020 přinesla omezení dopravy (individuální i hromadné), které nemělo obdoby. Došlo tak k zajímavé situaci, kdy mohl být naměřen skutečný vliv dopravy na životní prostředí ve městech, zejména emise. To umožnilo ověření odhadů vlivu IAD na kvalitu ovzduší, přičemž výsledky jsou zjevně odlišené od predikcí (např. výzva AutoMat „Kdy přestanou pražské emise zabíjet?“ [44]). Zpráva ČHMÚ [28] uvádí pokles oxidů dusíku NO<sub>x</sub> o 13 procent vůči stejnému období v loňském roce, naopak růst koncentrace pevných mikročástic PM<sub>10</sub> (což může být dle zprávy způsobeno větším potřebou vytápění v domácnostech).



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



**Obrázek 3: Pokles koncentrace NO<sub>2</sub> v období 16. 3. – 19. 4. 2020 [28]**

Velmi zajímavý je graf z téže studie, který srovnává pokles emisí ve třech evropských městech (Praha, Řím, Vídeň). Zdaleka největší pokles NO<sub>2</sub> byl v Římě – což by zdánlivě mohlo souviset s kritickou zdravotní situací v Itálii, nicméně epidemie zde byla soustředěna na severu země a region Lazio nebyl zdaleka tolik zasažen. Významnější důvod je zřejmě výrazně vyšší podíl vozidel se vznětovým motorem z důvodu nižší daňové zátěže motorové nafty oproti benzinu (podíl v roce 2017 vznětové/zážehové motory byl 44 %/48 % v Itálii a 62 %/41 % v ČR). Vozidla se vznětovým motorem vypouští v průměru o desítky procent vyšší emise NO<sub>x</sub> než vozidla se zážehovým motorem, což je zohledněno i v odlišných maximálních hodnotách v předepsaných emisních normách [46].



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost

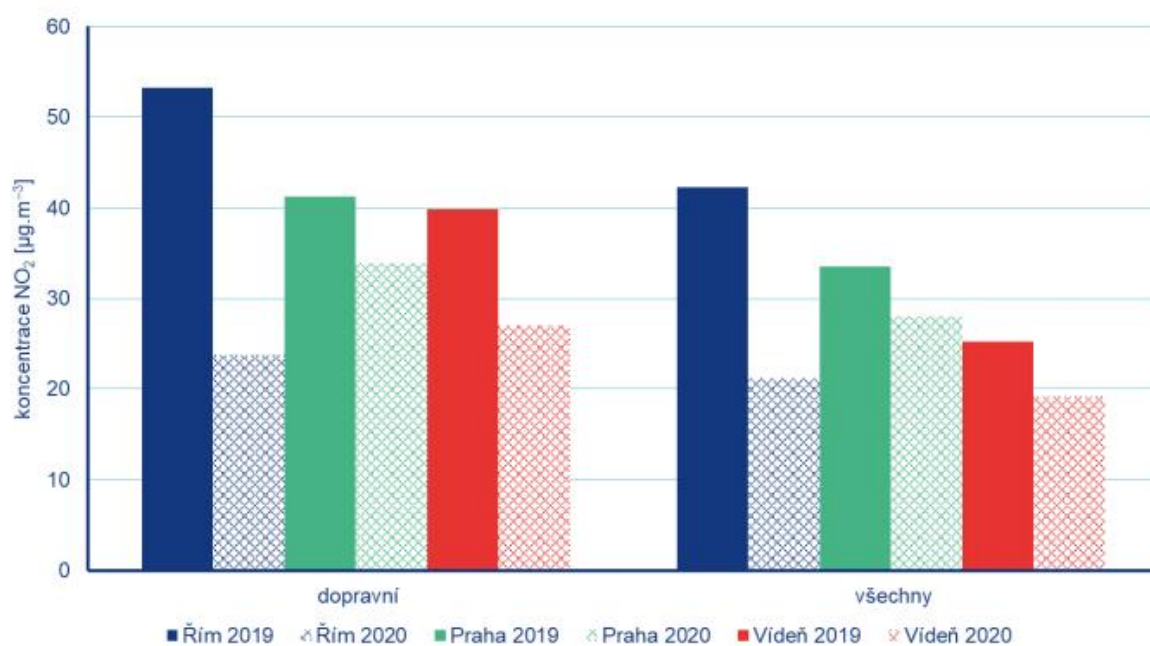


MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA



SILNIČNÍ DOPRAVA



**Obrázek 4: Koncentrace NO<sub>2</sub> během období 16. 3. až 19. 4. 2020 ve srovnání s rokem 2019 na dopravních a na všech lokalitách v Římě, Praze a Vídni [28]**

S postupným nárůstem poměru elektromobilů lze čekat významné zlepšení kvality ovzduší ve městech. Tento efekt začíná být zjevný v Oslu, kde jsou elektromobily více než polovina nově registrovaných vozidel od roku 2018 [47].



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost

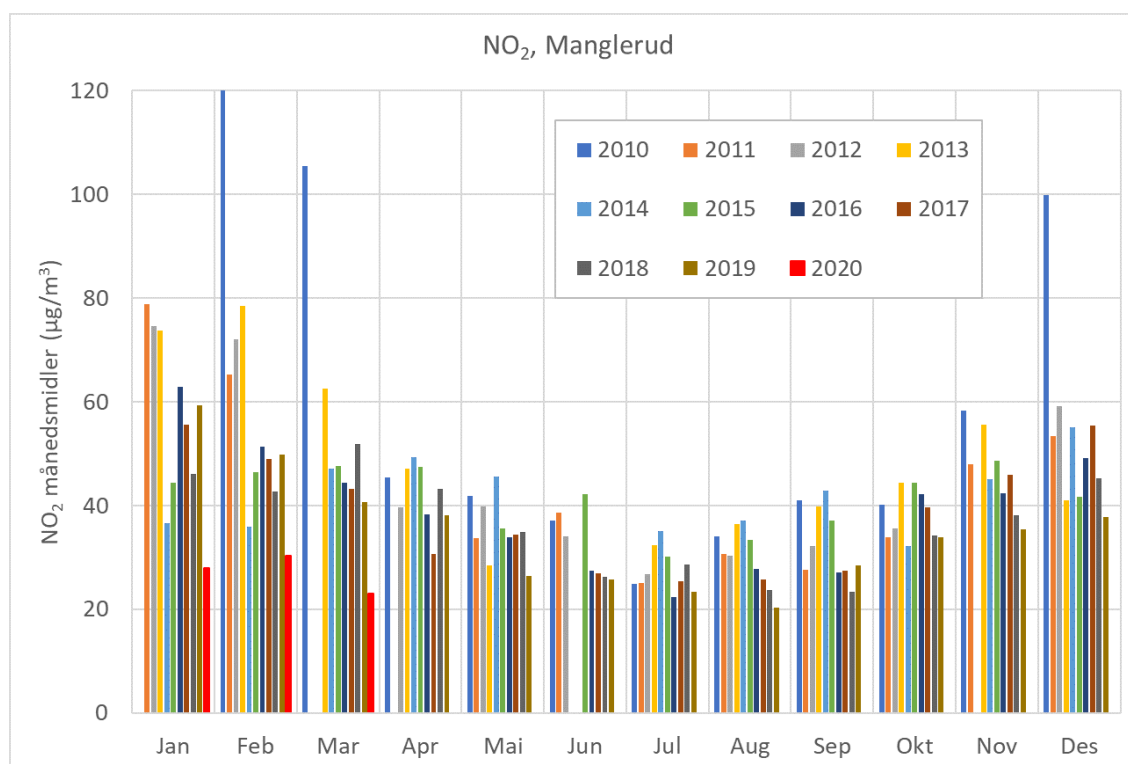


MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA



SILNIČNÍ DOPRAVA



**Obrázek 5: Emise NO<sub>2</sub> v Oslu, Švédsko. Z hodnot je jasné patrný významný pokles koncentrace NO<sub>2</sub> způsobený nárůstem elektromobility. [48]**

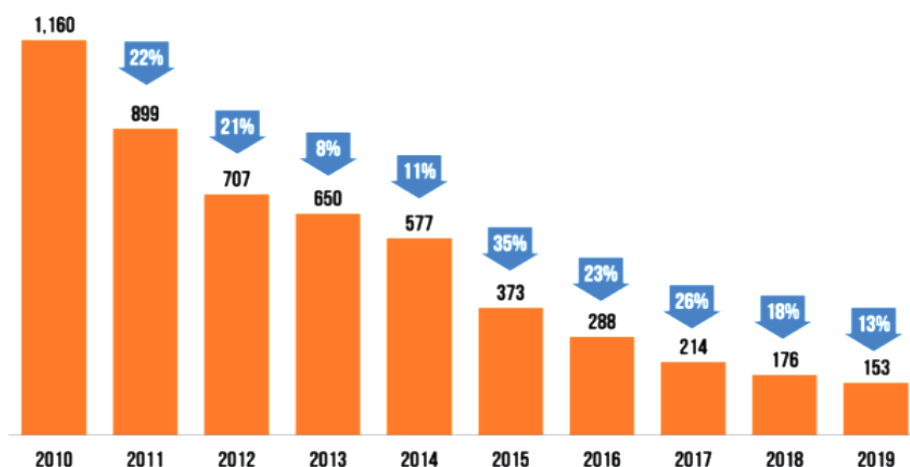
V ČR lze v horizontu roku 2025 očekávat prudký nárůst podílu elektromobilů, zejména z důvodu neustále narůstající ceny vozidel s ICE (stále náročnější požadavky na emise zvyšují vývojové a výrobní náklady na spalovací motory) a zároveň prudce klesající ceny akumulátorů pro elektromobily (v letech 2010–2019 došlo k šestinásobnému zlevnění lithiových akumulátorů). [49] Cena samotného 37 kWh akumulátoru pro elektromobil Škoda Citygoe iV by tak měla být přibližně 141 tisíc korun.



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



Obrázek 6: Cena za 1 kWh akumulátorového packu v USD.[49]

Rozvoj alternativních prostředků mikromobility (elektrokola, koloběžky, miniaturní elektroauta homologovaná jako čtyřkolky) přináší problém s pasivní bezpečností. Jedinou ochranou jezdců je typicky helma (která není pro dospělé povinná), miniaturní vozidla svou posádku chrání nesrovnatelně hůře než běžné automobily. Zatímco v běžném vozidle náraz v rychlost 50 km/h znamená typicky přinejhorším lehká zranění, v miniaturních automobilech je pravděpodobné těžké či smrtelné zranění [40][41]. Část těchto problémů může odstranit zavedení zón s maximální rychlostí 30 km/h, které je přívětivé k cyklistům, chodcům i mini automobilům, částečně existuje tlak na výrobce (např. ze strany Euro NCAP), aby zvýšili bezpečnost mini elektromobilů dodávaných na trh nad rámec homologačních požadavků. Podobně počet vážných zranění cyklistů lze dosáhnout zlepšením jejich infrastruktury a snížením rychlosti okolních vozidel, částečně i pomocí různých ochranných opatření, jako jsou papírové helmy na jedno použití, které mohou být běžně dostupné např. k výpůjčce kola. [42]





EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU

TEKNOLOGICKÁ PLATFORMA



SILNIČNÍ DOPRAVA

### 1.3.3 Fyzická infrastruktura – sledování stavu

Stárnutí infrastruktury a neodpovídající sledování jejího stavu bylo v letech 2017 a 2018 výrazně medializováno kvůli katastrofickému selhání Polceverského mostu v Janově a pěší lávky v pražské Troji. Příčiny obou nehod spojuje podcenění zeslabení konstrukce korozí. V ČR jsou aktuálně stovky mostu ve špatném technickém stavu, ale průběžně je tento počet snižován. V Itálii mezitím došlo nejméně ke dvěma dalším významným nehodám mostů [50][51]. V ČR je situace lepší, ale v budoucnosti nesmí dojít k podcenění pravidelné údržby a kontroly různých staveb, vyšší riziko nižší údržby bude způsobeno celkovým ekonomickým poklesem v příštích letech a z toho plynoucího tlaku na snižování nákladů na údržbu.



Obrázek 7: Zřícený most na dálnici A6 mezi Savonou a Turínem, 24. 11. 2019. [51]



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



### 1.3.4 Kyberbezpečnost, řídicí infrastruktura, vozidla jako služba

#### 1.3.4.1 Požadavky na inteligentní dopravní systémy, vektory útoku

Čím více různých elektronických systémů propojených do vnějšího světa vozidlo bude mít, tím je v principu zranitelnější vůči kyberútku. Protože počet vozidel s komplexními elektronickými systémy stále narůstá, stávají se atraktivnějšími cíli počítačové kriminality. Analogicky podobný stav je vidět v počítačovém světě, kde většina útoků cílí na mobilní telefony se systémem Android a PC s Windows, protože tvoří největší uživatelskou základnu. Z toho důvodu bude nezbytné věnovat velkou pozornost tomu jak, s kým, jakými kanály vozidlo a infrastruktura komunikují, jak robustní využívají standardy, jak jsou chráněny vstupy systémů a jaká je ochrana proti zneužití. Řešení problémů kyberbezpečnosti systémů mobility je deklarováno i v komuniké Europe on the Move [22].

Je třeba využívat průmyslové standardy a auditovat všechny součásti systémů, jak vozidlových, tak infrastrukturních. Špatně navržené systémy jsou typicky náchylné ke zneužití, kdy poskytují data o uživateli systému neoprávněnému útočníkovi [52],[53], lze vyřadit jejich funkce [54],[55] či dokonce zcela převzít řízení vozidla [56], [57]. Nebezpečí kyberkriminality se přitom týká všech Car2Infrastructure a Car2Car způsobů komunikace. Svým způsobem komickým, ale přesto zjevně znepokojujícím může být konceptuální umělecká performance Simona Weckerta, který procházel prázdnou ulicí s 99 mobilními telefony a tím vytvářel v mapách Google dopravní zácpu před berlínským sídlem Google. [58]

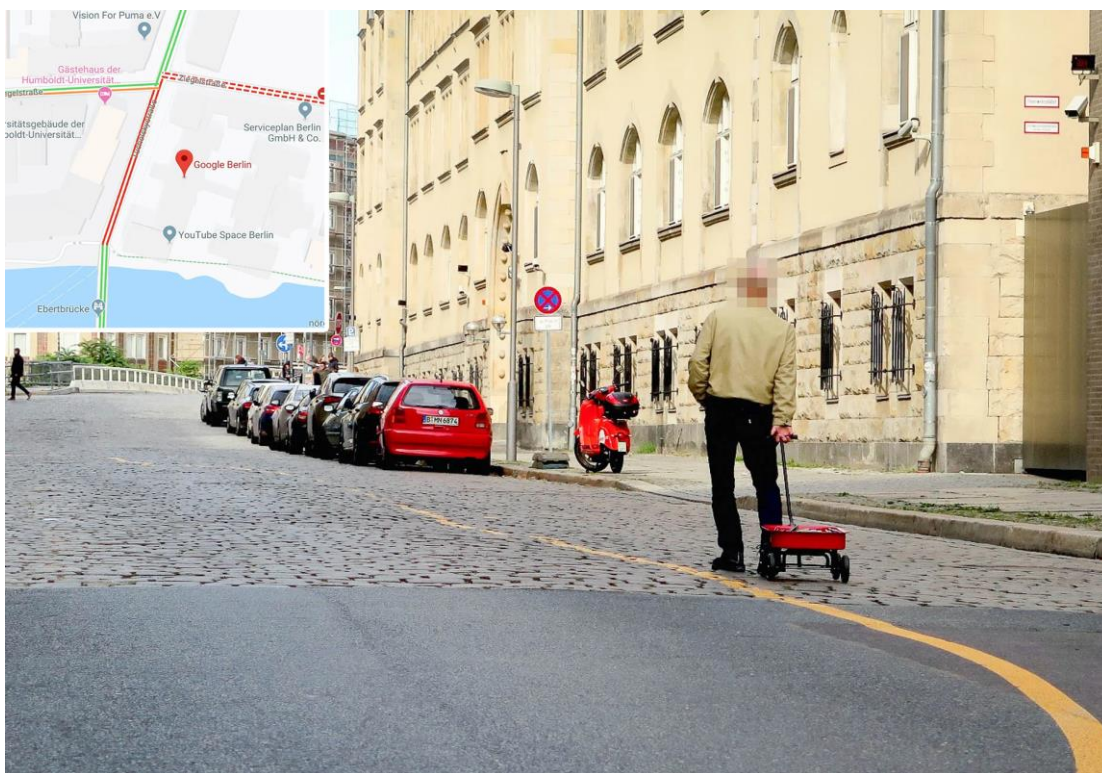
Dále je třeba zde upozornit téma zmiňované v předchozích fázích identifikace bariér bezpečnosti dopravy, a to je nutnost požadavku na otevřená řešení při implementaci inteligentních dopravních systémů, liniového řízení a adaptivních signálních plánů a



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



proměnlivých dopravních značení ve městech, v budoucnu s car-to-X komunikace. Stav vendor lock-in (nemožnost změny provozovatele systému) je neakceptovatelný a tato řešení neodpovídají péči řádného hospodáře, protože není možné transparentně zjistit cenu provozu systému po dobu jeho provozu, popř. změna dodavatele je doprovázena neúměrnými náklady (změna celého technického řešení).



Obrázek 8: Simon Weckert vytváří s 99 telefony dopravní zácpu [58]

#### 1.3.4.2 OTA aktualizace

Aktualizace vozidel bez nutnosti jízdy do servisu má řadu výhod a nevýhod současně. Výhodou je možnost neustále vozidlo zlepšovat. Např. u elektromobilů Tesla typicky



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA



SILNIČNÍ DOPRAVA

v průběhu jejich vlastnictví dochází k inovacím infotainmentu, ale i zvýšení akcelerace či dojezdu [59]. Zároveň ale v minulosti došlo k problémům s chováním brzd Tesly modelu 3, kdy při opakovaném brzdění dosahovalo vozidlo neúměrně delší brzdné dráhy, nezávisle na teplotě brzdových destiček. Tento problém byl odstraněn OTA aktualizací [60]. To způsobilo spekulace o kvalitě řídicího softwaru vozidla a jeho bezpečnosti. Podobný technický problém pravděpodobně v nejbližší budoucnosti bude týkat VW a modelu ID3, jehož uvedení je zatím několik měsíců zpožděné z důvodu chyb v řídicím softwaru. Automobil by ale měl být dodán prvním zákazníkům v létě 2020 s tím, že různé (nekritické) chyby budou opraveny postupně [61]. Toto chování automobilek ukazuje dva v automobilovém průmyslu dosud netypické jevy, automobily se mohou výrazně měnit (a vylepšovat) po koupi, v průběhu provozu, zároveň je třeba sledovat, zda kvůli rychlému uvedení na trh v budoucnu nebude docházet ke kompromitaci bezpečnosti. Dalším faktorem rozšíření OTA je otevření dalšího vektoru kybernetického útoku na vozidlo, protože vozidlo musí principiálně umožňovat přístup k řídicím systémům nízké úrovně po internetu.





EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



## 1.4 Používané zkratky

ABS – anti-lock braking system. Systém proti zablokování kol při brzdění

BEV – battery electric vehicle. Elektrické vozidlo s akumulátory.

ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav.

EIT – European Institute of Innovation and Technology. Evropský institut pro inovace a technologie.

EK – Evropská komise

ETSC – European Transport Safety Council. Vlivná nezisková organizace zabývající se bezpečností silničního provozu

ESC – Electronic stability control. Elektronické systémy zvyšující stabilitu vozidla při průjezdu zatáčkou.

HEV – hybrid electric vehicle. Vůz s hybridním pohonem, který kombinuje spalovací motor a elektromotor poháněný akumulátorem, který se dobíjí při brzdění či při jízdě z kopce, kdy by konvenční vozidlo měnilo kinetickou energii v teplo.

HMI – Human-machine interaction/interface. Obor zabývající se rozhraním mezi člověkem a strojem, ovládacím rozhraním, přenosem informace mezi stroji a lidmi a řízením

Externí HMI – oblast HMI, která se specializuje na řešení problémů rozhraní chodce a autonomního vozidla.

IAD – individuální automobilová doprava

ICE – internal combustion engine. Spalovací motor (typicky spalující benzín, naftu, CNG, LPG)

IIHS – Insurance Institute for Highway Safety. Americká nevládní organizace dohlížející na bezpečnost vozidel



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA



SILNIČNÍ DOPRAVA

INEA – Innovation and Networks Executive Agency. Agentura Evropské komise, zastřešuje projekty Horizon 2020.

IZS – integrovaný záchranný systém

MaaS – mobility as a service. Mobilita jako služba.

MHD – městská hromadná doprava.

NEDC – New European Driving Cycle. Standard měření emisí v jízdním cyklu, nahrazen náročnějším a přesnějším WLTP.

OTA – Over-the-air programming. Způsob distribuce aktualizací softwaru, typicky bezdrátový a na pozadí (mimo kontrolu uživatele zařízení)

PHEV – plug-in hybrid electric vehicle. Hybridní vozidlo (spalovací motor + elektrický) s větším akumulátorem, umožňujícím přímé dobíjení z nabíjecí stanice/zásuvky a dojezdem typicky 20–50 km čistě na elektřinu.

WHO – World health organisation.

WLTP – Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure. Standard měření emisí vozidel v jízdním cyklu, výsledkem je hodnota v gramech CO<sub>2</sub> na km. Nahrazuje NEDC.



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



## 1.5 Reference

- [1] Implementation Strategy For Horizon Europe Version 1.0. Dostupný z [www:](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/strategy_on_research_and_innovation/documents/ec_rtd_implementation-strategy_he.pdf)  
[https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research\\_and\\_innovation/strategy\\_on\\_research\\_and\\_innovation/documents/ec\\_rtd\\_implementation-strategy\\_he.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/strategy_on_research_and_innovation/documents/ec_rtd_implementation-strategy_he.pdf)
- [2] Towards a European road safety area: policy orientations on road safety 2011-2020. Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions. European Comission. Dostupný z [www:](https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/road_safety/pdf/com_20072010_en.pdf)  
[https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/road\\_safety/pdf/com\\_20072010\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/road_safety/pdf/com_20072010_en.pdf)
- [3] European Commission EU Road Safety Policy Framework 2021-2030 – Next Steps towards “Vision Zero”. 2019. Dostupný z [www:](https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/legislation/swd20190283-roadsafety-vision-zero.pdf)  
<https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/legislation/swd20190283-roadsafety-vision-zero.pdf>
- [4] Kessler A. M. Elon Musk Says Self-Driving Tesla Cars Will Be in the U.S. by Summer. The New York Times, 19. března 2015. Dostupný z [www:](https://www.nytimes.com/2015/03/20/business/elon-musk-says-self-driving-tesla-cars-will-be-in-the-us-by-summer.html)  
<https://www.nytimes.com/2015/03/20/business/elon-musk-says-self-driving-tesla-cars-will-be-in-the-us-by-summer.html>
- [5] Hawkins A. J. Volvo bucks the industry, will sell LIDAR-equipped self-driving cars to customers by 2022. The Verge, 6. květen 2020. Dostupný z [www:](https://www.theverge.com/2020/5/6/21248415/volvo-luminar-lidar-self-driving-highway-pilot-spa2)  
<https://www.theverge.com/2020/5/6/21248415/volvo-luminar-lidar-self-driving-highway-pilot-spa2>
- [6] Thornbecke C. Tesla on autopilot had steered driver towards same barrier before fatal crash, NTSB says. In: ABC News, 2020. Dostupný z [www:](https://www.abcnews.com)



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



- <https://abcnews.go.com/Business/tesla-autopilot-steered-driver-barrier-fatal-crash-ntsb/story?id=68936725>
- [7] Front crash prevention slashes police-reported rear-end crashes. IIHS, 2016. Dostupný z [www: https://www.iihs.org/news/detail/front-crash-prevention-slashes-police-reported-rear-end-crashes](https://www.iihs.org/news/detail/front-crash-prevention-slashes-police-reported-rear-end-crashes)
- [8] Ziegler, Ch. Automatic emergency braking will be standard in most US cars by 2022. In: The Verge, 2016. Dostupný z [www: https://www.theverge.com/2016/3/17/11253656/nhtsa-iihs-automatic-emergency-braking-agreement-2022](https://www.theverge.com/2016/3/17/11253656/nhtsa-iihs-automatic-emergency-braking-agreement-2022)
- [9] EU vehicle safety proposals to require standardised alcohol interlock interface. 2018. Dostupný z [www: https://etsc.eu/eu-vehicle-safety-proposals-to-require-standardised-alcohol-interlock-interface/](https://etsc.eu/eu-vehicle-safety-proposals-to-require-standardised-alcohol-interlock-interface/)
- [10] Progress in Reducing Drink Driving in Europe. ETSC, 2018. Dostupný z [www: https://etsc.eu/wp-content/uploads/report\\_reducing\\_drink\\_driving\\_final.pdf](https://etsc.eu/wp-content/uploads/report_reducing_drink_driving_final.pdf)
- [11] Orientations towards the first Strategic Plan implementing the research and Innovation framework programme Horizon Europe, Annex 5 – Climate, Energy and Mobility, summer 2019. Dostupný z [www: https://ec.europa.eu/research/pdf/horizon-europe/ec\\_rtd\\_orientations-towards-the-strategic-planning.pdf](https://ec.europa.eu/research/pdf/horizon-europe/ec_rtd_orientations-towards-the-strategic-planning.pdf)
- [12] Apple CarPlay and Android Auto infotainment systems weaken reactions more than alcohol and cannabis. ETSC, 2020. Dostupný z [www: https://etsc.eu/apple-carplay-and-android-auto-infotainment-systems-weaken-reactions-more-than-alcohol-and-cannabis/](https://etsc.eu/apple-carplay-and-android-auto-infotainment-systems-weaken-reactions-more-than-alcohol-and-cannabis/)
- [13] Návod k obsluze Škoda Superb česky 11.2016. Škoda Auto, 2016. Dostupný z [www: http://ws.skoda-auto.com/OwnersManualService/Data/cz/Superb\\_3V/11-2016/Manual/Superb/B8\\_Superb\\_OwnersManual.pdf](http://ws.skoda-auto.com/OwnersManualService/Data/cz/Superb_3V/11-2016/Manual/Superb/B8_Superb_OwnersManual.pdf)





EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



- [14] O’Kane S. Teslas can now see and slow for traffic lights and stop signs. In: The Verge, 2020. Dostupný z www: <https://www.theverge.com/2020/4/27/21238637/tesla-cars-traffic-light-stop-sign-control-feature-self-driving>
- [15] Statistika nehodovosti, duben 2020. Policie ČR. Dostupný z www: <https://www.policie.cz/soubor/statistika-2020-informace-o-nehodovosti-duben-2020-pdf.aspx>
- [16] Ceskedalnice.cz. Dostupný z www: <http://www.ceskedalnice.cz>
- [17] Nehodovost v roce 2017 dle typu komunikací. Observatoř bezpečnost silničního provozu. Dostupný z www: <https://www.czrso.cz/clanek/nehodovost-v-roce-2017-dle-druhu-komunikaci?id=1710>
- [18] EuroRAP – riziková mapa ČR. UAMK, 2016. Dostupný z www: [https://www.uamk.cz/images/uamk-cr/EuroRAP/EuroRAP\\_CZ\\_2012-2014.jpg](https://www.uamk.cz/images/uamk-cr/EuroRAP/EuroRAP_CZ_2012-2014.jpg)
- [19] Ročenka nehodovosti 2018. Policie ČR. Dostupný z www: <https://www.policie.cz/soubor/polozky-formulare-hlavicky-souboru-xlsx.aspx>
- [20] Zero cyclist and pedestrian deaths in Helsinki and Oslo last year. ETSC, 2020. Dostupný z www: <https://etsc.eu/zero-cyclist-and-pedestrian-deaths-in-helsinki-and-oslo-last-year/>
- [21] No pedestrians or cyclists were killed in traffic collisions in @helsinki last year. ETSC, 2020. Twitter. [https://twitter.com/ETSC\\_EU/status/1225011438936305664?ref\\_src=twsrc%5Etfw](https://twitter.com/ETSC_EU/status/1225011438936305664?ref_src=twsrc%5Etfw)
- [22] Europe on the Move: Commission completes its agenda for safe, clean and connected mobility. Evropská komise, 2018. Dostupný z www: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_18\\_3708](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_18_3708)
- [23] Ročenka nehodovosti 2017. Policie ČR. Dostupný z www: <https://www.policie.cz/soubor/rocenka-nehodovosti-2017-rar.aspx>



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



- [24] Mobile phone use: a growing problem of driver distraction. ISBN: 9789241500890. WHO, 2011. Dostupný z [www: https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/52957/retrieve](https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/52957/retrieve)
- [25] Ročenka nehodovosti 2011. Policie ČR. Dostupný z [www: https://www.policie.cz/soubor/statistickarocenka2011-pdf.aspx](https://www.policie.cz/soubor/statistickarocenka2011-pdf.aspx)
- [26] Podíl prodeje vozidel v ČR v roce 2019 dle paliva. Svaz dovozců automobilů. 2020. Dostupný z [www: http://portal.sdac.cz/stat.php?n#rok=2019&mesic=12&kat=OA&vyb=pt&upr=ptznacky&obd=r&jine=false&lang=CZ&str=nova](http://portal.sdac.cz/stat.php?n#rok=2019&mesic=12&kat=OA&vyb=pt&upr=ptznacky&obd=r&jine=false&lang=CZ&str=nova)
- [27] Emise základních znečišťujících látek do ovzduší v České republice. Český statistický úřad. Dostupný z [www: https://www.czso.cz/documents/10180/91917750/32018119\\_0204.pdf/48bd8917-8345-4d77-b807-670b3c2bf9c0?version=1.0](https://www.czso.cz/documents/10180/91917750/32018119_0204.pdf/48bd8917-8345-4d77-b807-670b3c2bf9c0?version=1.0)
- [28] Schreiberová M., Škáchová H., Vlasáková L., Crhová L. Změna kvality ovzduší na území České republiky během nouzového stavu, hodnocené období 16. 3. – 19. 4. 2020. Český hydrometeorologický ústav, 2020. Dostupný z [www: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove\\_zpravy/2020/COVID\\_ZPRAVA.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2020/COVID_ZPRAVA.pdf)
- [29] Sůra J. Praha 1 zakáže elektrické koloběžky v pěších zónách, Lime končí v 12 městech. Z dopravy, 2020. Dostupný z [www: https://zdopravy.cz/praha-1-zakaze-elektricke-kolobezky-v-pesich-zonach-lime-konci-v-12-mestech-40077/](https://zdopravy.cz/praha-1-zakaze-elektricke-kolobezky-v-pesich-zonach-lime-konci-v-12-mestech-40077/)
- [30] Brejčák, P. Příběh růžového lovebrandu: Jaká byla šestiletá jízda Rekol, která mají již 200 tisíc uživatelů. In: Ty internety, 2019. Dostupný z [www: https://tyinternety.cz/startupy/pribeh-ruzoveho-lovebrandu-jaka-byla-sestileta-jizda-rekoly-ktera-ma-jiz-200-tisic-uzivatelu/](https://tyinternety.cz/startupy/pribeh-ruzoveho-lovebrandu-jaka-byla-sestileta-jizda-rekoly-ktera-ma-jiz-200-tisic-uzivatelu/)
- [31] Rekola. Dostupný z [www: https://www.rekola.cz](https://www.rekola.cz)
- [32] Nextbike. Dostupný z [www: https://www.nextbikeczech.com/praha/](https://www.nextbikeczech.com/praha/)



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



- [33] Homeport Freebike. Dostupný z www: <https://www.homeport.cz/index-cz.html>
- [34] Lime. Dostupný z www: <https://www.li.me/cs/>
- [35] Revolt. Dostupný z www: <https://revolt.city>
- [36] BeRider. Dostupný z www: <https://www.be-rider.com>
- [37] Car4Way. Dostupný z www: <https://www.car4way.cz>
- [38] AJO. Dostupný z www: <https://www.ajo.cz>
- [39] EIT Urban Mobility – a European initiative to create more liveable urban spaces.  
Dostupný z www: <https://www.eiturbanmobility.eu>
- [40] 2014 Safety of Quadricycles. Euro NCAP, 2014. Dostupný z www:  
<https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/safety-campaigns/2014-quadricycles-tests/>
- [41] 2016 Quadricycles' Tests. Euro NCAP, 2016. Dostupný z www:  
<https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/safety-campaigns/2016-quadricycles-tests/>
- [42] Ecohelmet. 2017. Dostupný z www: <https://www.ecohelmet.com>
- [43] MaaS4EU. INEA. Dostupný z www: <https://ec.europa.eu/inea/en/horizon-2020/projects/h2020-transport/intelligent-transport-systems/maas4eu>
- [44] Kdy přestanou pražské emise zabíjet? AutoMat, 2015. Dostupný z www: <https://auto-mat.cz/tiskovky/kdy-prestanou-prazske-emise-zabijet>
- [45] Most EU cars run on petrol. Eurostat, 2017. Dostupný z www:  
<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20191024-1>
- [46] European emission standards. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 2020. Dostupný  
z www: [https://en.wikipedia.org/wiki/European\\_emission\\_standards#Euro6](https://en.wikipedia.org/wiki/European_emission_standards#Euro6)
- [47] The Oslo model: how to prepare your city for the electric-vehicle surge. World  
Economic Forum, 2018. Dostupný z www:  
<https://www.weforum.org/agenda/2018/08/the-oslo-model-how-to-prepare-your-city-for-electric-vehicles/>



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



- [48] Mindre trafikk = mindre luftforurensning. Eller? In: Nilu, 2020. Dostupný z [www](https://www.nilu.no/2020/03/mindre-trafikk-mindre-luftforurensning-eller/):  
<https://www.nilu.no/2020/03/mindre-trafikk-mindre-luftforurensning-eller/>
- [49] Lee T.B. The story of cheaper batteries, from smartphones to Teslas. In: Ars Technica, 2020. Dostupný z [www](https://arstechnica.com/features/2020/05/the-story-of-cheaper-batteries-from-smartphones-to-teslas/):  
<https://arstechnica.com/features/2020/05/the-story-of-cheaper-batteries-from-smartphones-to-teslas/>
- [50] Italy bridge collapse: Two drivers survive. BBC News, 2020. Dostupný z [www](https://www.bbc.com/news/world-europe-52213898):  
<https://www.bbc.com/news/world-europe-52213898>
- [51] Colten J., Sirletti S. Another Bridge Collapse Highlights Italy's Infrastructure Crisis. Bloomberg, 2019. Dostupný z [www](https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-11-24/viaduct-on-italy-s-a6-highway-collapses-during-landslide):  
<https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-11-24/viaduct-on-italy-s-a6-highway-collapses-during-landslide>
- [52] Hopping C. Number plate recognition cameras can be hacked by anyone. In: IT Pro, 2015. Dostupný z [www](https://www.itpro.co.uk/security/25510/number-plate-recognition-cameras-can-be-hacked-by-anyone):  
<https://www.itpro.co.uk/security/25510/number-plate-recognition-cameras-can-be-hacked-by-anyone>
- [53] Sheffield Council left its ANPR camera network open to hackers with no security measures in place putting drivers' privacy and security at risk. This Is Money, 2020. Dostupný z [www](https://www.thisismoney.co.uk/money/cars/article-8269359/Sheffield-City-Councils-ANPR-camera-network-left-OPEN-hackers.html):  
<https://www.thisismoney.co.uk/money/cars/article-8269359/Sheffield-City-Councils-ANPR-camera-network-left-OPEN-hackers.html>
- [54] Reynolds C. Connected Cars at Risk of Hijacking, Eavesdropping and DDoS Attacks: EU Cybersecurity Agency. In: Computer Business Review, 2019. Dostupný z [www](https://www.cbronline.com/news/vehicle-cybersecurity-enisa):  
<https://www.cbronline.com/news/vehicle-cybersecurity-enisa>
- [55] Bécsi T., Aradi S., Gáspár P. Security issues and vulnerabilities in connected car systems. 2015. 10.1109/MTITS.2015.7223297.
- [56] Greenberg A. The Jeep Hackers Are Back to Prove Car Hacking Can Get Much Worse. In: Wired, 2016. Dostupný z [www](https://www.wired.com/2016/08/jeep-hackers-return-high-speed-steering-acceleration-hacks/):  
<https://www.wired.com/2016/08/jeep-hackers-return-high-speed-steering-acceleration-hacks/>



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



- [57] Kumar M. Chinese Hackers Find Over a Dozen Vulnerabilities in BMW Cars. In: The Hacker News, 2018. Dostupný z www: <https://thehackernews.com/2018/05/bmw-smart-car-hacking.html>
- [58] Barrett B. An Artist Used 99 Phones to Fake a Google Maps Traffic Jam. In: Wired, 2020. Dostupný z www: <https://www.wired.com/story/99-phones-fake-google-maps-traffic-jam/>
- [59] Lambert F. Tesla releases software update boosting displayed range of Model S/X vehicles. In: Electrek, 2020. Dostupný z www: <https://electrek.co/2020/03/03/tesla-software-update-boosting-range-model-s-x-vehicles/>
- [60] Marshall A. Tesla's Quick Fix for Its Braking System Came From the Ether. In: Wired, 2018. Dostupný z www: <https://www.wired.com/story/tesla-model3-braking-software-update-consumer-reports/>
- [61] Taylor T., Bugs -Plagued VW ID3 Goes On Sale Anyway-Gets Fixes Later. In :Motor Biscuit, 2020. <https://www.motorbiscuit.com/bugs-plagued-vw-id3-goes-on-sale-anyway-gets-fixes-later/>
- [62] Porter J. Tier's shared electric scooters will soon come with foldable helmets. The Verge, 2020. Dostupný z www: <https://www.theverge.com/2020/5/20/21264672/tier-electric-scooters-sharing-helmet-compartments-built-in>