



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



MINISTERSTVO
PRŮMYSLU A OBCHODU

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA



SILNIČNÍ DOPRAVA

CESTOVNÍ MAPA MODERNIZACE SILNIČNÍ DOPRAVY

Technologická platforma silniční doprava

srpen 2022

Obsah

Obsah.....	1
Úvod.....	3
1. Oblast městská mobilita	5
1.1 Úvod.....	5
1.2 Hlubková analýza současného stavu	7
1.3 Návrh strategie zavádění pokročilých technologií	14
1.4 Návrh akčního plánu zavádění pokročilých technologií	17
1.5 Závěr.....	20
2. Oblast silniční infrastruktura	21
2.1 Úvod.....	21
2.2 Hlubková analýza současného stavu	21
Stav rozvoje silniční a dálniční infrastruktury	21
Ředitelství silnic a dálnic	23
2.3 Návrh strategie zavádění pokročilých technologií	25
Rozvoj silniční sítě.....	26
2.4 Návrh akčního plánu zavádění pokročilých technologií	35
2.5 Závěr.....	40
3. Oblast inteligentní dopravní systémy	42
3.1 Úvod.....	42
3.2 Hlubková analýza současného stavu	42
3.3 Návrh strategie zavádění pokročilých technologií	48
3.4 Návrh akčního plánu zavádění pokročilých technologií	50
3.5 Závěr.....	52
4. Oblast bezpečnost silničního provozu	53
4.1 Hlubková analýza současného stavu	53
Faktor bezpečnosti vozidlo.....	53
Faktor bezpečnosti řidič	57
Faktor bezpečnosti infrastruktura.....	58
Shrnutí současného stavu, silné a slabé stránky	59
4.2 Návrh strategie zavádění pokročilých technologií	61
Projekty a technologie dokončené a aplikované k roku 2030	61
4.3 Návrh akčního plánu zavádění pokročilých technologií	68
Dokumenty Evropské komise týkající se bezpečnosti dopravy	68
Témata pro výzkumné projekty.....	69
Shrnutí předpokládaných změn v bezpečnosti dopravy k roku 2030.....	73
5. Oblast alternativní pohonné hmoty pro silniční dopravu	74
5.1 Úvod.....	74
5.2 Hlubková analýza současného stavu	76
5.3 Návrh strategie zavádění pokročilých technologií	78
Souhrn pokročilých technologií k dosažení uhlíkové neutrality v dopravě	78
Technologie k dosažení snížení emisí skleníkových plynů	79
Limity zavádění pokročilých technologií do praxe.....	80
5.4 Návrh akčního plánu zavádění pokročilých technologií	81
5.5 Závěr.....	83
6. Oblast silniční doprava a životní prostředí.....	86

6.1	Úvod.....	86
6.2	Hlubková analýza současného stavu	86
6.3	Návrh strategie zavádění pokročilých technologií	88
6.4	Návrh akčního plánu zavádění pokročilých technologií	90
6.5	Závěr.....	94
7.	Oblast elektromobilita	95
7.1	Úvod.....	95
7.2	Hlubková analýza současného stavu	95
7.3	Návrh strategie zavádění pokročilých technologií	101
7.4	Návrh akčního plánu zavádění pokročilých technologií	103
7.5	Závěr.....	108
8.	Oblast autonomní vozidla.....	109
8.1	Úvod.....	109
8.2	Hlubková analýza současného stavu ve světě	109
8.3	Hlubková analýza aktuálního stavu v ČR	119
8.4	Návrh strategie zavádění pokročilých technologií	126
8.5	Návrh akčního plánu zavádění pokročilých technologií	128
8.6	Závěr.....	129
	Seznam zkratk	129
	Seznam použité literatury	133
	Seznam obrázků a tabulek.....	143

Úvod

Pro trvale udržitelný rozvoj společnosti je bezpodmínečným předpokladem bezpečná, kvalitní a kapacitní doprava. Ze všech základní druhů doprav (silniční, železniční, letecká, vodní) je co do objemů rozhodující doprava silniční.

Doprava silniční jako součást dopravy a celé společnosti je ovlivňována mega trendy ke kterým patří podle FUTURE PRO: Megatrendy a velké společenské výzvy:

- růst, stárnutí a urbanizace populace, rozvoj globální střední třídy,
- technologická akcelerace a konvergence, digitalizace a hyperkonektivita,
- klimatické změny a degradace životního prostředí,
- geopolitická multipolarizace, globalizace a oslabující růst ekonomik budoucího vývoje.

Na tyto megatrendy musí silniční doprava reagovat vývojem nových technologií a jejich rozšiřováním ve společnosti.

Pro zajištění rozvoje silniční dopravy je zásadním předpokladem její úzké spojení s vědecko-výzkumnou základnou a následné uplatňování výsledků vědy a výzkumu do všech oblastí silniční dopravy.

Politice výzkumu, vývoje a inovací se na národní úrovni věnuje celá řada dokumentů, ze kterých je nutno uvést Národní výzkumnou a inovační strategii pro inteligentní specializace ČR 2021+ (RIS3), Inovační strategii České republiky 2019-2030 (únor 2019) a Národní politiku výzkumu vývoje a inovací České republiky 2021+.

Na evropské úrovni je základním strategickým materiálem dokument EU European Green Deal, předložený Evropskou komisí dne 11.12.2019. Tento dokument má mimořádně ambiciózní cíle, jejichž naplňování bude mít významné dopady na všechny sféry společnosti. Zelená dohoda zahrnuje sedm oblastí:

- Biodiverzita
- Udržitelný potravinový řetězec,
- Čistá energie
- Udržitelný průmysl a jeho dekarbonizace,
- Výstavby a renovace,
- Udržitelná mobilita,
- Odstranění znečištění.

Cíle ve většině těchto oblastí mají přímý dopad na silniční dopravu, jako jeden z nejvýznamnějších je třeba uvést snížení emisí CO₂ proti roku 1990 o 55% do roku 2030 a dosažení uhlíkové neutrality do roku 2050.

Na dopravu je zaměřen dokument Strategie pro udržitelnou a inteligentní mobilitu – nasměrování evropské dopravy do budoucnosti, předložený Evropskou komisí 9.12.2020.

Významnými hráči na evropské úrovni, kteří se snaží přispět k dosažení ambiciózních cílů vypracováním základních strategických dokumentů, jsou evropské technologické platformy: Silniční dopravě se věnuje Evropská technologická platforma pro silniční dopravu ERTRAC (European Road Transport Research Advisory Council).

ERTRAC zpracovává strategické výzkumné agendy oboru silniční dopravy, které jsou dále rozpracovávány formou cestovních map. Strategické dokumenty zpracované ERTRAC reagují na všechny úkoly, které rozvoj evropské společnosti pro silniční dopravu přináší.

Evropská technologická platforma ERTRAC je ve svém přístupu ke zpracování strategických dokumentů příkladem pro zpracování strategických dokumentů na národní úrovni.

Základním cílem činnosti Technologické platformy silniční doprava je propojit potenciál výrobní sféry, provozovatelé, výzkumných, vzdělávacích a projekčních organizací, zástupců veřejné sféry a uživatelů v oboru silniční dopravy. Platforma je tedy mimořádně vhodným místem ke zpracovávání strategických dokumentů, které vytvářejí podmínky pro rozvoj oboru silniční dopravy, tak jak byly nastíněny Národní výzkumnou a inovační strategií pro inteligentní specializace (RIS3).

Zpracovaná Cestovní mapa modernizace silniční dopravy vychází ze všech relevantních dokumentů zpracovaných na evropské a národní úrovni a ze strategických dokumentů, které technologická platforma zpracovala v předchozích letech. Jsou to dokumenty Strategická výzkumná agenda oboru silniční dopravy, Implementační akční plán oboru silniční dopravy a Technologické trendy v silniční dopravě.

Technologická platforma silniční doprava pro svou činnost konstituovala osm pracovních skupin, které jsou:

- Městská mobilita
- Silniční infrastruktura
- Inteligentní dopravní systémy
- Bezpečnost silničního provozu
- Alternativní pohonné hmoty pro silniční dopravu
- Silniční doprava a životní prostředí
- Elektromobilita
- Autonomní vozidla

V každé pracovní skupině byl vypracována hloubková analýza současného stavu, na kterou navazoval návrh strategie zavádění pokročilých technologií a návrh akčního plánu zavádění pokročilých technologií.

Dokument Cestovní mapa modernizace silniční dopravy byl zpracován jako návrh ke konci roku 2021, tedy 18 měsíců od zahájení řešení. Na zpracovanou cestovní mapu navazuje aktualizace dokumentu Strategická výzkumná agenda oboru silniční dopravy. Závěry a zjištění v tomto dokumentu se promítly do konečné verze Cestovní mapy modernizace silniční dopravy, která byla představena naší odborné veřejnosti na závěrečné konferenci projektu dne 27.5.2022 a finalizována v srpnu roku 2022.

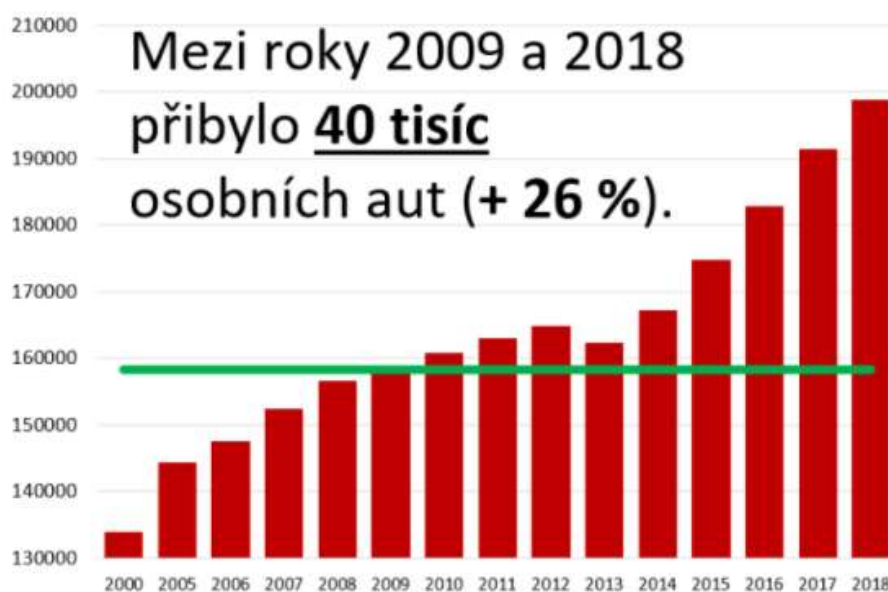
1. Oblast městská mobilita

1.1 Úvod

Mobilita a přeprava nákladů se týká každého z nás, ať už uvažujeme každodenní dojíždění do zaměstnání, setkávání s rodinnými příslušníky, přáteli či obchodními partnery nebo stále častěji správné fungování přepravních řetězců v rámci regionů nebo i v celosvětovém měřítku. Mobilita je každodenním prostředkem pro ekonomický a sociální moderní způsob života. Dostupná přeprava zboží a obyvatel planety, či v menším měřítku Evropské unie, je základní svobodou každého jejího uživatele a současně slouží jako nástroj volného trhu.

V rámci pohybu obyvatel v prostoru EU došlo v posledním desetiletí k významnému propojení a posílení socioekonomických vazeb. Mobilita, jenž poskytuje svým uživatelům značné výhody, přináší však i negativní dopady na fungování společnosti. Mezi negativní dopady patří především vypouštění skleníkových plynů, znečištění vzduchu i vod a hluková zátěž z dopravy. Nesmíme zapomínat také na negativní vlivy v podobě dopravní nehodovosti nebo dopady ze stále častějších a časově delších dopravních kongescí.

Přestože v minulosti již mnohokrát bylo předpovídáno, že mobilita dosáhla již takových hodnot, že v dalším období bude již spíše stagnovat, mnohé studie prokázaly, že tento stav doposud nenastal a bezesporu nelze očekávat ani v nejbližších desetiletích. Přes veškeré dosavadní snahy o omezení silniční dopravy a dopravy IAD a nesporný růst cyklistické i pěší dopravy, který může kdokoliv pozorovat v dennodenním provozu obcí i měst nejrůznějšího charakteru, neustává ani růst počtu provozovaných osobních vozidel, což dokládají jak data z centrálního registru vozidel, tak i dílčí data v podstatě z libovolného většího města. Příklad z Brna je dokumentován na následujícím obrázku. Ze zveřejněných dat je zřejmé, že pouze v mezidobí 2009–2018 narostl počet registrovaných osobních aut v Brně o více než 25%.



Obrázek 1: Růst osobních vozidel v Brně

Zdroj: Ročenka dopravy Brno, BKOM

Největší výzvou pro řešení nejen městské mobility je bezesporu významné snížení emisí a zároveň zajištění větší udržitelnosti. Splnění cílů EU, jimiž jsou snížení vypouštění skleníkových plynů do ovzduší o 55% do roku 2030 a úplná klimatická neutralita do roku 2050, může být dosaženo jenom za pomoci využití ambicióznějších opatření pro podporu nižšího využívání fosilních paliv. To jde ruku v ruce s využíváním modernějších technologií.

Úspěch výsledků Evropské zelené dohody závisí také na přeměně současné podoby mobility na udržitelnější přepravní systém. Důsledky vlivu pandemie covid-19 nám jasně ukázaly, jak je dobře fungující mobilita nejen v evropských městech životně důležitá. V průběhu krize způsobené právě vlivem covid-19 se projevíly negativa způsobená narušením či dokonce zpřetrháním do té doby fungujících dodavatelských řetězců. Pro další nastartování a správné fungování mobility osob a přepravy nákladu bude důležité udržet jednotný přístup napříč členskými státy, jenž bude následně sloužit i pro překonání jakékoliv další krize.

Jak se již prokázalo, pro další fungující jednotnou evropskou mobilitu musí být zajištěn předpoklad „zelenější“ mobility v rámci celého uvažovaného dopravního prostředí, které zajistí další posilování a růst.

Městská mobilita musí být založena na efektivním a propojeném multimodálním systému jak pro cestující, tak i pro náklad zboží. Základním módem dopravy by měla být kolejová doprava, v dálkové, především nadregionální dopravě především vysokorychlostní železniční síť, v regionální městské a příměstské dopravě příměstské vlaky a kapacitně dostatečná tramvajová doprava, která ke svému provozu využívá elektrickou trakci z obnovitelných zdrojů. Toto uspořádání obsahuje své výhody, oproti využívání individuální automobilové dopravy s tradičním pohonem pomocí fosilních paliv, především v podobě čistějšího provozu, což má značný přínos na zdraví obyvatel evropských měst.



Obrázek 2: Dopravní kongesce IAD ve městech

Zdroj: <https://daily.jstor.org/the-science-of-traffic/>

Dalším významným přínosem aktivního přístupu k městské mobilitě je její postupná digitalizace, která se již v současnosti stává jedním z hnacích motorů modernizace celého dopravního systému, což vede ke zvyšování její efektivity. Digitalizace a větší automatizace procesů zabezpečuje další růst bezpečnosti, spolehlivosti a většího komfortu nejen pro cestující, ale má za následek zlepšení dopravních služeb v přepravních řetězcích moderní logistiky.

V neposlední řadě je potřeba rozvoj mobility a všech jejích dílčích forem řídit tak, aby byla dostupná a cenově přístupná pro všechny její uživatele. Je nutné uvažovat, aby vzdálenější regiony od center měst, včetně venkova, byly lépe propojeny a aby byly všechny nasazené dopravní prostředky vhodné pro osoby se sníženou schopností pohybu i osoby se zdravotním postižením. Musí být i nadále zajištěno, aby lidé v 21. století netrpěli tzv. „dopravní chudobou“, tedy stavem, kdy je pro ně mobilita cenově či technologicky nedostupná, případně obyvatelé vzdálenějších lokalit pak mají omezený přístup k rozvinutějším sídelním útvarům.

1.2 Hlubková analýza současného stavu

Hlavním vlivem působícím na současný stav městské mobility je působení pandemie covid-19.. Obecně se dá konstatovat, že osobní doprava v městské mobilitě se projevuje mnohem větší četností cest na stále kratší vzdálenosti. Ačkoliv individuální automobilová doprava je stále pro dopravu obyvatel hojně využívána, lze pozorovat rozvíjející se trend pohybu po městech tzv. měkkou formou mobility, a to zejména na extra krátké vzdálenosti. Tento moderní fenomén je způsoben novými způsoby mobility, jenž se dá souhrnně nazvat termínem „mikromobilita“, kterou lze jednoznačně charakterizovat právě jako osobní přepravu na krátké vzdálenosti v intravilánu. Jedním z cílů mikromobility je předpoklad, že pro svůj pohon využívá nejen obnovitelné zdroje, ale také zdroje „lidské“ síly, jako jsou kola či koloběžky. Tento princip pak splňuje aktuální požadavky, jež jsou kladeny na moderní dopravu, kterými jsou snižování znečištění měst, nižší uhlíková stopa dopravy a zelenější městská mobilita obecně.

Důležitým aspektem je také bezpečnost v městské dopravě i ruku v ruce s jejím stále větším využíváním a se stoupajícím počtem jejich účastníků, což naráží na širkové uspořádání uličního prostoru a prostorové nároky dopravních prostředků. Pro rychlou dopravu po městech s potřebou parkování motorových vozidel, není vždy vhodné využívání právě prostředků IAD. Proto si mikromobilitu v poslední dekádě oblíbilo stále více obyvatel měst. Souvisí to také s rozvojem moderních technologií pro pohon těchto prostředků mikromobility, jako jsou elektrické koloběžky, skútry či kola a jejich kombinace i s pěší dopravou a pro delší vzdálenosti na území měst využívání vysokokapacitní veřejné hromadné dopravy. Mikromobilita se uplatňuje zejména v prostředí tzv. „měst krátkých vzdáleností“.



Obrázek 3 Přepravní módy mikromobility

Zdroj: <https://medium.datadriveninvestor.com/>

Do konceptu moderního města, které v sobě spojuje i vysoké nároky pro další dynamický rozvoj, se rozvíjejí následující technologie, které umožní:

- bezkontaktní platbu jízdného;
- bezkontaktní platbu služeb pro nákup jízdenek na zastávkách či přímo v prostředcích hromadné dopravy pomocí systému elektronického odbavování cestujících (EOC);
- bezkontaktní platbu parkovného;
- zabezpečení všech souvisejících finančních transakcí a ochrana osobních dat uživatelů;
- anonymní identifikace uživatele veřejné hromadné dopravy a identifikace jednotlivé vykonané cesty;
- vzájemné sdílení online dat mezi jednotlivými platformami;
- nabíjení elektrických dopravních prostředků i s ohledem na obnovitelné energie (solární, větrná);
- zavádění čistých energií pro dopravu (zero-emissions)
- on-line vytváření dopravních modelů pro všechny druhy prostředků dopravy;
- zajištění co nejplynulejšího toku osobní i nákladní dopravy ve městě;
- minimalizace odchylek od předpokládaného příjezdu prostředků veřejné dopravy (zastávky) i vozidel nákladní přepravy (terminály).

Výše uvedené pojmy se využívají pro plánování městské mobility a některé z nich tak jednoznačně vstupují do problematiky „MaaS“, tedy tzv. Mobility as a Service = Mobilita jako služba. Jedná se o moderní službu, která svým uživatelům pomocí jednotného digitálního přístupu umožňuje plánování jejich cest, rezervaci prostředku mobility a úhradu poplatku za ně v jednotném prostředí digitální aplikace například v chytrém telefonu. Koncept MaaS i samostatná služba propojuje jednotlivé jejich uživatele i s firmami, nabízejícími své prostředky mikromobility, například elektrická kola či různé provozovatele veřejné dopravy ve městě. Vzniká tak jeden univerzální systém, který svým uživatelům umožňuje využívat různé druhy dopravy pomocí jedné platformy na centrálním místě.

Mobilita jako služba uplatňuje několik dílčích kroků, které souvisí s udržitelnou dopravou:

- propojit a usnadnit veškeré způsoby kombinované dopravy a přepravy;
- zkvalitnit veřejnou hromadnou dopravu především v městské a příměstské dopravě;

- zkvalitnit podmínky ve městě pro pěší a cyklistickou dopravu (na úkor IAD);
- zajistit dostatečnou informovanost všech potenciálních uživatelů o všech možnostech dopravy a přepravy nejlépe online;
- zajistit stejné možnosti dopravy pro všechny skupiny jejich potenciálních uživatelů;
- zjednodušit úhradu za služby v jedné aplikaci.

„MaaS“ vychází z předpokladu, že služba cestujícím poskytuje pomocí přehledné softwarové aplikace přístup k jednoduchému způsobu úhrady za různé možnosti volby dopravních prostředků. Uživatel nemusí řešit několik různých lístků, které by si měl zajistit u různých provozovatelů dopravních prostředků. Služba přináší kompletní ucelený systém pro organizování a provoz různých typů přepravy s výhodami okamžitých informací o možnostech, který druh dopravy zvolit, ať už kolo, elektrickou koloběžku či sdílený elektromobil, a o poloze volného dopravního prostředku a dalších jeho kvalitách, například o stavu nabití elektrické koloběžky. Takovéto systémy již existují například u mobilních aplikací firem poskytující sdílená kola ve městech v ČR. Další vývoj takových systémů směřuje k integraci všech podobných služeb provozovatelů veřejných dopravních prostředků do jednotného systému, kdy pod jednou registrací získává uživatel přístup do všech služeb sdružených v hlavní službě.

V rámci posledního vývoje v uplynulých měsících pandemie covid-19 lze jednoznačně identifikovat využitou potřebu pro výrazné urychlení zavedení moderních technologií a jejich další inovace týkající se městské mobility především v následujících oblastech:

- a) významné a široké využívání prvků mikromobility,
- b) zdokonalení online přenosu dat o poloze a stavu sdílených dopravních prostředků,
- c) významnější rozšíření elektromobility v centrech měst,
- d) dokonalejší propojování výměny informací napříč systémy sdílených prostředků,
- e) přirozené vytváření tzv. mobilitních uzlů ve městech,
- f) zavedení technologií pro funkci „smart city“ v dopravě,
- g) přijímání konceptu tzv. města krátkých vzdáleností.

Mezi další aktuální pojem přinášející městskou mobilitu pro své obyvatele patří tzv. mobilitní uzly (Mobility Hubs). Jedná se o místa ve městech, která vznikají v blízkosti míst s přímou vazbou na dopravu, tedy nádraží, záchytná parkoviště a jiné dopravní terminály, jejichž uživatelé mají jednoduchý přístup k některému z prostředků mikromobility pro poslední část své cesty. Princip je takový, že člověk dojíždějící do zaměstnání využije železničního spojení pro příjezd do města, poté překoná pěšky krátkou vzdálenost s vazbou na mobilitní uzel, kde si pro zbytek své cesty zvolí například elektrickou koloběžku či v případě nepříznivého počasí si zvolí elektromobil či veřejnou dopravu. Mobilitní uzly v sobě sdružují přístup k mikromobilitě, elektromobilitě, doručování balíčků a udržitelnosti v dopravním prostoru intravilánu obecně.

Cestující si pomocí chytré mobilní aplikace již z domova či po cestě vlakem vybere a zarezervuje svůj další dopravní prostředek a pomocí stejné aplikace ve svém mobilním telefonu svůj rezervovaný prostředek i půjčí a zaplatí, vše na jednom místě. Platba za rezervaci a za vypůjčení probíhá v rámci jednoho daného účtu, kterým se do systému uživatel přihlašuje a k platbě poté dochází pomocí registrované platební karty na základě ujeté vzdálenosti či délky zápůjčky dopravního prostředku, která je vypočítána po vrácení dopravního prostředku v jiné části města na jiném strategicky umístěné lokalitě dalšího uzlu. Takový uzel se buduje nejen v blízkosti dopravních terminálů, ale také například v centrech měst v návaznosti na významnou povrchovou dopravu, jako jsou kapacitní tramvajové linky, či na podpovrchovou dopravu, jako

je systém metra či podpovrchových tramvají. Jako vhodná místa pro mobilitní uzly mohou být uvažovány také velké obchodní zóny, do kterých spadají jak velká nákupní centra na okrajích měst, tak i nákupní ulice v centrech měst.

V mobilitních uzlech dochází k integraci nejen služeb mobility, ale také jiných služeb. Patří sem nabíjení dopravních prostředků, tedy nabíjení elektrických kol a koloběžek v systému sdílených prostředků mobility, a například také stravovací služby, kavárny a jiné gastro podniky. Mezi zmíněné služby patří i doručování zboží v podobě balíkových služeb. Je to určitá obdoba českých zavedených služeb jako Zásilkovna (Z-BOXy) či Uloženka (WEDO BOXY). Podobný koncept nabízí již delší dobu například Alza v podobě svých AlzaBoxů, tedy samoobslužných schránek pro vyzvedávání méně rozměrného zboží. Výhodou integrace do mobilitních uzlů je ten, že člověk pro svou cestu pro balíček může využít také dopravních prostředků, které jsou začleněny do systému uzlu, tedy jak veřejné hromadné dopravy, tak i prostředků mikromobility. Další výhodou vyzvednutí v tzv. „BOXech“ je ten, že uživatel si může zvolit čas svého vyzvednutí a není vázán na otevírací dobu kamenných prodejen či výdejen zásilek.

Pro doručování balíčků v rámci města se stále ještě uvažuje s využíváním moderního přístupu doručování automatických dronů. Technicky takové doručování určitě není problém, ale služba naráží na aktuálně platnou legislativu v ČR. Problematika spadá plně pod ÚCL (Úřad pro civilní letectví) a určitě není možné, aby se velký dron, který by mohl unést doručovanou zásilku, mohl samostatně pohybovat nad obydleným územím nad hlavami obyvatel měst. Podmínky pro provoz dronů jsou dnes přesně a přísně dány, takže pro automatické doručování v dohledné době určitě nebude možné drony využívat, tak jak jsme si ještě nedávno představovali. Budoucnost UAM (Urban Air Mobility) však bude i nadále zajímavým konceptem futuristického pojetí moderních aglomerací a tzv. smart cities.

Ačkoliv se mnoho obyvatel měst pomalu přesouvá z využívání IAD ve prospěch k jiným módům dopravy v podobě sdílených elektrokol či elektromobilů, je ještě stále nutné v současné době řešit problematiku parkování osobních motorových vozidel v městském prostředí, tedy parkování na veřejném prostoru městských komunikací. Jedná se zejména o části blízko centra města či jiné exponované lokality s vysokou poptávkou po parkování. Využívají se technologie pro zlepšování jejich uživatelské přívětivosti a celkového zjednodušení obsluhy. Je možné za platbu za parkování platit pomocí bezhotovostního způsobu placení v podobě bezkontaktní platby platební kartou, mobilním telefonem či chytrými hodinkami. Určitou nadstavbou jsou rozvinuté systémy, které umožňují nejen platbu pomocí aplikace v chytrém mobilním telefonu, ale taky přinášejí možnost si zjistit online okamžitý stav volných parkovacích míst v lokalitě, kam řidič míří a v určitý časový okamžik před příjezdem si rezervovat parkovací místo. Řidič pak nemusí trávit hledáním volného parkovacího místa další čas a nezatěžuje životní prostředí dalšími exhalacemi, hlukem a zvýšenou pravděpodobností vzniku nehody při opakovaném hledání volného parkovacího místa. Zavedení managementu parkování vedlo k omezení těchto navíc generovaných cest a snížení negativních vlivů automobilové dopravy v centrech měst na životní prostředí.

Pro řízení managementu dopravy v rámci městské mobility, zejména v souvislosti se zaváděním nízkoemisních či přímo bezemisních zón v centrech měst, se uplatňuje řízení pomocí UVAR managementu. Zkratka UVAR (z anglického Urban Vehicle Access

Regulations) vyjadřuje formu řízení dopravy pomocí jejího regulovaného vjezdu a jejího vyloučení či omezení v předem stanovených částech města s přihlédnutím k typu provozovaného vozidla, stáří vozidla, emisní kategorii (EURO štítek) nebo k jiným souvislostem, jako je čas v průběhu dne nebo den v týdnu. Metoda správy pro řízení vjezdů do definovaných městských oblastí se stává výkonným nástrojem, jak dělat dopravu ve městech „zelenější“ a v souladu s trendem zdravější dopravy snižovat negativní dopady z dopravy na zdraví obyvatel. V rámci řízení UVAR se rychle rozvinuly moderní technologie týkající se detekce vozidel, a to včetně pokročilé videodetekce, automatického vyhodnocování a udělování pokut za nedovolený vjezd a také vyhodnocování výjimek (například oprávněné vjezdy v rámci určitých částí měst). Právě v dnešní době rychlého technického a technologického vývoje je možné v rozvoji UVAR politiky spoléhat na rychlou aplikaci nových technologií. Patří sem ITS systémy, které umožňují vzájemnou komunikaci mezi vozidly (V2V) či komunikaci mezi vozidlem a infrastrukturou (V2I) a již dnes dokazují, že jsou schopné sdílet informace a vykonávat funkce pro bezpečnou komunikaci mezi sebou. Tato technologie tak může v budoucnu poskytovat také technologický základ i pro systém udělování pokut, identifikaci vozidel a určování polohy vozidel. Patří mezi koncept tzv. chytrého města.

Brněnské komunikace ve spolupráci s Hasičským záchranným sborem Jihomoravského kraje nedávno vyvinuly a otestovaly podobný systém v rámci projektu C-ROADS. Principem je využití dvou již fungujících systémů a vytvoření jejich vzájemné komunikace mezi sebou. Chytrý semafor načte chytré zařízení umístěné ve vozidlech IZS a v dostatečném předstihu mu na další křižovatce rozsvítí zelenou. Ostatní řidiči v dopravě, kteří jsou vybaveni obdobným chytrým zařízením, zároveň dostávají informaci, že se k nim blíží vozidlo IZS ještě dříve, než jsou mu na dohled či na doslech a můžou dostatečně včas začít vytvářet „záchrannářskou uličku“. Pilotní projekt byl letos již úspěšně otestován a příští rok se spustí v ostrém provozu. Jedná se tak o využití moderních technologií C-ITS (kooperativní inteligentní dopravní systémy), tedy komunikace mezi vozidly a mezi vozidlem a infrastrukturou v praxi.

Další z technologií, které se nabízejí pro problematiku řízení vjezdu vozidel, jsou technologie automatického rozpoznávání registračních značek vozidel (ANPR/ALPR), které jsou softwarově vyhodnocované z digitálních kamer umístěných u pozemní komunikace. Spojení s datovými centry je řešeno kabelovými rozvody či pomocí bezdrátových technologií i s využitím systémů sítí 5G. Souběžně je však nutno řešit také bezpečnost celého systému proti přístupu neoprávněných osob k datům.

Strategickým cílem v přístupu moderní městské mobility je dobrá parkovací politika měst, která by měla být nedílnou součástí plánů mobility v dopravní politice měst. Například parkoviště typu Park&Ride mohou být moderní alternativou pro kombinování soukromé a hromadné dopravy. Zároveň však musí být co nejkvalitněji propojeny s výkonnou a vysoce kvalitní veřejnou hromadnou dopravou, například s páteří kolejovou dopravou. Co se týče nákladní dopravy, je klíčovou otázkou pro udržitelný rozvoj měst a městských regionů rozvoz zboží v městských oblastech, který vyžaduje dobře fungující rozhraní mezi dálkovou dopravou a rozvozem na krátké vzdálenosti (až na konečné místo určení – tzv. „first mile“ a „last mile“). Společný rozvoz v městských oblastech a pásmech s regulovaným přístupem bude i nadále možný, vyžaduje však účinné plánování tras, aby se zamezilo jízdám bez nákladu nebo zbytečným jízdám a parkování a vhodný výběr dopravního prostředku.

Využívání pokročilých technologií v prostředí městské mobility má jednoznačně smysl a v uplynulých minimálně dvou letech prokázalo svůj význam. Veškeré další kroky jsou tak směřovány k zajišťování udržitelné městské mobility, která tak bude pokrývat potřeby všech jejich účastníků dnes a nebude negativním způsobem ovlivňovat potřeby uživatelů v budoucnu. Proto již dnes implementujeme opatření, která směřují k pokročilým a funkčním prvkům fungující městské mobility. Všechna moderní města a potřeby jejich mobility jsou do určité míry jedinečná, a proto nelze dát pouze jeden univerzální návrh konkrétních kroků, které by vedly k vytčenému cíli. Můžeme však přijmout taková opatření a kroky, které budou sloužit pro podporu uskutečnění cílů, což dále umožní zajistit moderní a funkční městskou mobilitu pro všechny obyvatele dnes a pro všechny jejich obyvatele i v budoucnosti.

Aktuální průzkum inovací

Asociace malých a středních podniků a živnostníků České republiky (AMSP ČR) zpracovala v září roku 2021 průzkum zaměřený na inovace. Hlavním cílem zpracovaného průzkumu bylo zjistit aktuální přístup firem k inovacím s důrazem na digitalizaci, automatizaci a robotizaci.

Mezi hlavní závěry tohoto průzkumu patří, že 3 z pěti malých a středních podniků (MSP) se v současnosti zabývají trendem ESG, tedy Environment, Social and Governance. Tento pojem patří pod ohleduplné a udržitelné podnikání, do tzv. nízkouhlíkové ekonomiky. Anglické slovíčko „Environment“ vyjadřuje hodnocení dopadu na životní prostředí, slovo „Social“ vypovídá o hodnocení společenské odpovědnosti a slovo „Governance“ reprezentuje hodnocení zodpovědného přístupu k řízení společnosti. Firmy využívající tento trend tak můžeme řadit mezi udržitelné podniky s odpovědným přístupem.

Dalším závěrem průzkumu je, že 19% MSP má formálně zpracovanou strategii digitalizace, automobilizace a robotizace. V dalších 42% firem proces digitalizace, automatizace a robotizace již probíhá bez zpracované formální strategie. Mezi největší bariéry pro takový proces řadí firmy v 37 % nedostatek kvalifikovaných zaměstnanců a v 33 % uvádí nedostatek financí. Zároveň firmy uvádí, že jim v oblasti digitalizace, automatizace a robotizace chybí silné pozitivní vzory, které by mohly využít k čerpání jejich zkušeností.

Oslovené MSP v průzkumu správně chápou princip, že pomocí výše uvedených nástrojů dojde k omezení těžké a rutinní práce a zrychlení práce povede k úsporám času. Nejčastěji (ve ¾ případů) pro financování inovací preferují vlastní zdroje. Pro financování inovací využívají MSP také úvěry, případně také státní dotace, u kterých však narážejí na složitější administrativu a často také na to, že dotační tituly dostatečně neodrážejí požadovanou náplň. Pro rozvoj inovačních příležitostí by MSP přivítaly například daňové zvýhodněné investiční financování svého inovačního rozvoje, což by vedlo ke snadnějšímu přístupu k inovačním prostředkům. Taková podpora je v zahraničí běžná a AMSP ČR dlouhodobě akcentuje potřebu jednoduchého nástroje pro financování těchto firem. Z průzkumu vyšlo najevo, že k prosazení MSP na zahraničních trzích je potřeba určitých kapacit – personální, finanční a organizační, což výrazněji splňují větší firmy a malé se více soustředí na regionální či lokální trh.

Kromě již výše zmíněného závěru průzkumu týkajícího se zavádění trendu ESG (Environment, Social, Governance) v prostředí MSP bylo zjištěno, že některé z nich má již rovněž zavedeny mezinárodní kvalitativní normy typu ISO, které v sobě již obdobné prvky ESG obsahují. Nejčastějším důvodem, proč se MSP nezabývají moderním trendem ESG bylo, že v tom firmy

nevidí až takovou důležitost a své pracovníky motivují dle jejich pracovních výkonů. Dále uváděly, že na základě svého vnímání se dle moderního ESG chovají již nyní bez zavádění dalších interních směrnic a procesů. Zároveň připustily, že v případě zbytných zdrojů by mohly ESG do svého fungování zavést, a to zejména v případě, kdy by jim rozvinutí této oblasti zajistilo určitý finanční zisk. Do budoucna jsou si vědomi, že svět kolem se vyvíjí a na nové výzvy budou muset časem i tak reagovat.

Významným zjištěním z průzkumu bylo, že MSP nemají formálně zpracované dlouhodobé strategie týkající se rozvoje digitalizace, automatizace a robotizace firmy. Jelikož se jedná o velké investice na dlouho dobu zavádějí se ve firmách postupně a lze je tak alespoň nalézt jako součást investičních plánů do budoucna. V některých firmách existují plány např. na digitalizaci, avšak čeká se na vhodné načasování.

Od zavedení digi/auto/robo-tizace si MSP nejčastěji slibují zvýšení produktivity. Dle zjištění AMSP ČR by plošné zvýšení úrovně automatizace a robotizace české ekonomice výrazně pomohlo konkurenceschopnosti na zahraničních trzích. Zjednodušeně lze říct, že ve smyslu implementace nových technologií, nástrojů a digitalizace je pro velmi malé firmy hlavní překážkou nedostatek či nedostupnost financí, zatímco větší střední firmy výrazně trápí zejména nedostatek kvalifikovaných osob pro dané operace či technologie. Důležitým momentem je také nejasná návratnost investice. Firmy velmi zodpovědně zvažují, zda se jim investice – nejen finanční, ale též časová, procesní či personální – vůbec vyplatí. Zejména v případě digitalizace není odhad reálné investice versus přínosu často jednoznačný a jednoduchým způsobem vyčíslitelný.

Nejčastější obavou MSP ve vazbě na digitalizaci je kybernetický či hackerský útok. Firmy cítí, že by mohly být zvýšením své úrovně digitalizace zranitelnější. Patrně k tomuto přispívá i ten fakt, že veškeré směřování a podpora státu ve smyslu digitalizace je zaměřená výhradně na vzdálená cloudová řešení. Řada firem by se nerada vzdávala vlastních serverů apod. I tam pochopitelně existuje riziko, ale je výrazněji eliminováno a pod vlastním dohledem. Firmy si uvědomují, že dokonatý kyberútok na jejich systémy by mohl mít fatální důsledky, trh a konkurence totiž nikdy nespí.

Významný a pozitivní vliv na digitalizaci měly poslední doba spojená s pandemií covid-19, kdy došlo v mnoha firmách k rozvoji práce z domu na některých pozicích a došlo tak k částečné přirozené digitalizaci v určitých částech, aby práce homeoffice mohla být vůbec realizována. V tomto směru tak nastal pozitivní technologický rozvoj a určitý posun v modernizaci, způsobený tímto externím vlivem pandemie.

Pro budoucí zavádění technologií získaných pokročilým výzkumem je potřeba větší provázanost VaV s podniky, které jsou schopny tyto výsledky využít. Tato výkonnost je v porovnání s mezinárodním prostředím stále relativně malá. Obecně platí, že pro kvalitní fungování inovačního prostředí pro rozvoj a zlepšování je nezbytný fungující systém veřejného výzkumu a vývoje, který vytváří kvalitní a využitelné výsledky s dokladovatelným přínosem pro společnost. Jedním z těchto přínosů VaV je šíření znalostí a informací o zjištěných výsledcích.

Nezbytnou součástí efektivního výzkumu je tak přenos definovaných poznatků z výzkumu do praktického použití a následně do komerčního využití. Výzkumné aktivity musí vzít v úvahu moderní trendy nových technologických změn mezi které patří:

- a) zavádění konceptu chytrých měst,
- b) digitalizace a automatizace společnosti,
- c) sdílená ekonomika v dopravě.

1.3 Návrh strategie zavádění pokročilých technologií

Strategickým cílem k dosažení přechodu na moderní městskou mobilitu je její přechod na více ekologický směr zejména v energiích používaných v dopravě a dosažení tak ekologičtější mobility bez využívání fosilních paliv. Městská mobilita musí být založena na účinném a vzájemně propojeném multimodálním dopravním systému, a to osobní i nákladní dopravy, vylepšeném o dostupnou a kapacitní vysokorychlostní železniční dopravu, hustou síť infrastruktury pro nabíjení využívaných vozidel a doplňování paliva dopravních prostředků, které jsou s nulovými emisemi. Paliva pro pohon dopravních prostředků jsou už jen obnovitelná či nízkouhlíková. Městská mobilita se pak stává čistší a aktivnější mobilitou, vytváří ekologičtější oblasti v plochách měst, a to přispívá ke zdraví a kvalitním životním podmínkám jejich obyvatel.

Další oblastí pro posun v oblasti mobility je využita celková digitalizace, která se stává potřebnou hybnou silou modernizace celého systému dopravy, a nejen městské mobility, který je tak systémem více integrovaným a efektivnějším. Digitalizace a automatizace v celém evropském prostředí jsou využity ke zvyšování úrovně bezpečnosti, spolehlivosti a zabezpečení v oblasti dopravy a dopravních služeb a zařízení. Vznikají tak odolnější logistické řetězce a vývoj se stává zásadním pro implementaci nových poznatků a technologií již při jejím samotném návrhu. V celoevropském měřítku je zásadní, aby městská mobilita, ale i mobilita jako taková, byla dosažitelná a finančně dostupná pro všechny její potenciální uživatele. Nesmí se zapomínat na požadavek, aby venkovské a odlehlejší regiony byly lépe s většími městy propojené a zároveň přístupné pro osoby se sníženou schopností pohybu a orientace. Zároveň je nutné zajišťovat kvalitní sociální podmínky, příležitost ke změně kvalifikace a aby prostředí mobility případně i poskytovalo atraktivní pracovní místa.

Takto definovaný model je pak potřeba pomocí postupných změn posunout k zásadní přeměně do praktické změny. Pomocí takového strategického plánu se podaří mobilitu posunout na správnou cestu k udržitelné, moderní a inteligentní budoucnosti. Z jiných strategických dokumentů obecně vychází, že při správném a dostatečně ambiciózních cílech může kombinace všech opatření přinést do roku 2050 snížení emisí v dopravě o 90 %.

Dokument Strategie pro udržitelnou a inteligentní mobilitu – nasměrování evropské dopravy do budoucnosti a jeho konečná podoba z prosince 2020 v sobě sděluje, že doprava a mobilita obyvatel jako taková, je společným zájmem všech jeho účastníků a obyvatel Evropské unie.

V dokumentu jsou definovány a stanoveny cíle pro dopravu, které v přenesené podobě platí také pro dopravu městskou, tedy i městskou mobilitu:

- 1) do roku 2030:
 - a) bude na evropských silnicích v provozu nejméně 30 milionů vozidel s nulovými emisemi,
 - b) bude 100 evropských měst klimaticky neutrálních,
 - c) se vysokorychlostní železniční doprava zdvojnásobí,
 - d) by pravidelná hromadná doprava na vzdálenosti kratší než 500 km měla být v rámci EU uhlíkově neutrální,
- 2) do roku 2050:
 - a) budou téměř všechny automobily, dodávky, autobusy i nová těžká nákladní vozidla bez emisí,
 - b) se železniční nákladní doprava zdvojnásobí,
 - c) se vysokorychlostní železniční doprava ztrojnásobí,
 - d) bude pro globální síť v provozu multimodální transevropská dopravní síť (TEN-T) vybavená pro udržitelnou a inteligentní dopravu s vysokorychlostním spojením.

Obecným strategickým cílem v rámci městské mobility je její udržitelnost, tedy posun udržitelného využívání i v budoucnosti, což znamená její nevratný posun k mobilitě s nulovými emisemi. Jak vychází ze Zelené dohody schválené pro EU, je požadováno 90% snížení emisí skleníkových plynů z dopravy, aby se z EU stala do roku 2050 klimaticky neutrální ekonomika. Takový posun bude pak blíže k dosažení cíle nulového znečištění. Pro dosažení takové změny a zajištění hnací síly přeměny je potřeba:

- zajistit udržitelnost všech druhů doprav,
- zpřístupnit udržitelné alternativy v multimodálním dopravním systému,
- zavést správnou motivaci a pobídky.

K tomuto účelu je zároveň potřeba využít také politických nástrojů a přijmout podpůrná opatření k výraznému snížení současné závislosti na fosilních palivech. To bude podpořeno nahrazením stávajících vozových parků a flotil dopravními prostředky s nízkými či nulovými emisemi a posílením využití obnovitelných a nízkouhlíkových paliv. Dalším podpůrným nástrojem bude opatření přesunu větší aktivity k udržitelnějším formám a druhům dopravy, které je podpořeno zvýšením počtu cestujících na železnici a dojíždění osob pomocí veřejné hromadné dopravy a jinými módy dopravy například pomocí prvků mikromobility. Mezi další opatření může zároveň spadat cílenější zpoplatnění výkonů v dopravě, jako například uživatel platí za využívání mobility dle svého výkonu.

Jak obecně o udržitelnosti dopravy výstižně a přehledně hovoří Strategie pro udržitelnou a inteligentní mobilitu:

„Všechny druhy dopravy jsou pro náš dopravní systém nepostradatelné, a proto musí být všechny udržitelnější. V rámci prvního pilíře musíme bezodkladně posílit zavádění dopravních prostředků s nízkými a nulovými emisemi a také obnovitelných a nízkouhlíkových paliv určených pro silniční, vodní, leteckou a železniční dopravu. Musíme podporovat výzkum a inovace v oblasti konkurenceschopných, udržitelných a oběhových produktů a služeb, zajistit, aby průmysl dodával správná vozidla a paliva, vytvářet nezbytnou infrastrukturu a motivovat poptávku koncových uživatelů. To je zásadní pro dosažení našich cílů v oblasti klimatu do roku 2030 a 2050, jakož i cíle nulového znečištění a také k tomu, aby si evropské společnosti zachovaly v celosvětovém měřítku vedoucí postavení. Klíčové je zachování technologické

neutrality ve všech druzích dopravy, ale nemělo by to vést k nečinnosti při odstraňování řešení využívajících fosilní paliva.“

K takovým strategickým rozhodnutím pak přispívají i moderní přístupy využívané v městské mobilitě. Strategickým cílem v celé městské mobilitě je také zvýšení podílu hromadné dopravy, pěší dopravy a cyklistické dopravy a jejich automatizovaná, propojená a multimodální mobilita, která výrazným způsobem sníží znečištění a kongesci přeplněných městských ulic a zlepší tím zdraví a životní podmínky obyvatel měst. Města jsou tak právě těmi strategickými lokalitami, které by měly zůstat na prvním místě v přechodu k větší udržitelnosti. Mají svým bezprostředním dosahem vliv na velké množství svých obyvatel. Cílem Evropské komise je stimulace všech středních a velkých měst (které jsou městskými uzly TEN-T), aby svou činností zajistila zpracování vlastních plánů udržitelné městské mobility do roku 2030. V plánech by měly být zaneseny nové cíle, jako jsou nulové emise a nulové množství smrtelných nehod na městských komunikacích. Jak již bylo zmíněno v textu výše, je potřeba věnovat dostatečnou pozornost cyklistické a pěší dopravě, které zaznamenávají růst využívání nejen v důsledku pandemie covid-19. Dalším strategickým cílem je dosáhnout dekarbonizace městské mobility ve velkém počtu evropských měst do roku 2030.

Dalším strategickou oblastí, která slouží pro rozvoj moderní městské mobility s využitím moderních technologií, jsou dopravní služby navázané na koncept MaaS - Mobility as a Service. Poptávka po nových a inovativních řešeních je poskytována prostřednictvím různých digitálních řešení a nabízí tak řešení v službách na vyžádání (On-Demand Services), které umožňují zkracování časů ve službách mobility. V současnosti jsou již v mnoha městech úspěšně provozovány služby sdílené mobility, jako jsou například sdílená kola, koloběžky, auta a jiné prvky mikromobility. Osvědčuje se využívání služeb různých spolujízdy stejným směrem či jízdy na zavolání. Všechny služby fungují díky technologiím zprostředkovatelských platform běžících v podobě aplikací na chytrých telefonech, což umožňuje snadnou provozuschopnost a dynamičnost celého systému.

Strategické snižování negativních dopadů z dopravy, tedy snižování znečištění vzduchu, snižování negativních účinků z hluku a zátěže z dopravních kongescí a eliminace smrtelných nehod z veřejných ulic evropských měst je vnímáno jako pozitivní vývoj městské mobility. Je tedy nutné stanovit jasnější pokyny k řízení mobility na místní i regionální úrovni, zavést kvalitnější městské plánování a pro zajištění širší dostupnosti udržitelné mobility k dojíždění za prací propojit venkovské a příměstské oblasti. Jak už bylo také zmíněno, městská mobilita by se měla rovněž pro celkové fungování sítě TEN-T odrážet v evropských politikách a finanční podpoře, včetně ustanovení pro řešení tzv. „úseku první a poslední míle“, která budou zahrnovat multimodální uzly mobility (např. Mobility Hubs), záchytná parkoviště „Park&Ride“ a bezpečnou infrastrukturu pro pěší a cyklisty.

V neposlední řadě je nutné zajistit, aby se způsoby fungování osobní dopravy na vyžádání (např. taxi, služby pronájmů vozidla) staly udržitelnější a dokázaly tak obyvatelům měst poskytnout efektivní a ekologické služby mobility. K tomu je nutná podpora zástupců měst a obcí v modernizaci jejich nástrojů politiky zabývajících se oblastmi služeb mikromobility, podpora zadávání zakázek na nákup dopravních prostředků s nulovými emisemi a s tím související infrastrukturou (např. technologie tichých asfaltů, protihlukových opatření apod.). Spadá sem také problematika zřizování nízkoemisních a bezemisních zón ve městech.

Pro strategický cíl dosažení zelenějšího města a zajištění vyšší udržitelnosti městské dopravy se uvažuje se zavedením místních omezení dopravy. Spadá sem také zavedení poplatků za používání městských komunikací a zpoplatněný vjezd do centra města, například pomocí mytného. Při stanovení takového omezení je nutné dbát zvýšené opatrnosti na jednotlý a ucelený přístup pro takováto omezení. Je proto důležité vypracovat a stanovit ucelená pravidla pro městská pásma (zavádění pěších zón, omezení vjezdu, omezení rychlosti, poplatky za používání městských komunikací atd.). Je také nutné dát pozor, aby se tak uměle nevytvářely překážky pro mobilitu občanů a přepravu zboží v případě širokého uplatňování těchto opatření.

V neposlední řadě je nutné věnovat významný prostor samozřejmě klíčové problematice dat. Dřívější iniciativy ke shromažďování údajů a datových sad o dopravě ukázaly, že ve statistických údajích (ať už v ČR či v mezinárodním měřítku) jsou velké mezery. Navzdory některým několika iniciativám chybí jednotné definice, které by tyto datové sady dokázaly propojit a data vzájemně využívat (i napříč jednotlivými platformami). Tyto „mezery“ je třeba vyřešit, aby subjekty s právem rozhodovat a lidé v praxi na všech úrovních měli k dispozici vždy nezbytné informace.

Pro strategický proces shromažďování, harmonizaci a využívání statistických datových údajů by mělo být v této oblasti vytvořeno monitorovací středisko, které by mohlo pomáhat zajišťovat nezbytné údaje pro tvůrce politik a širokou veřejnost. Zároveň by zajistilo garanci standardizovaných dat pro využívání nejenom provozovatelů dopravy. Z hlediska pracovní skupiny městská mobilita je třeba poznamenat, že i přes průběžné upozorňování na řešení této problematiky, je sběru a analýzám dat věnována minimální pozornost. Přitom právě pravidelný moderní a aktuální sběr, analýza a zveřejňování dat o pohybu osob i zboží jsou zcela základním cílem pro veškeré další nadstavby v úkolech vědy, výzkumu a inovací pro oblast mobility.

Aby bylo možné v prostředí městské mobility dosáhnout co nejefektivnějších procesů, je potřeba vycházet ze známého pojmu, který zasahuje do oblasti dopravy a územního plánování, a tím pojmem je „město krátkých vzdáleností“. Tento výraz v sobě obsahuje význam, že obyvatelé určitého města mají možnost většinu svých každodenních rutinních cest absolvovat v krátkém čase a na krátké vzdálenosti. Jejich cíle cesty, jako jsou práce, škola, obchody a služby, leží tedy v blízkosti jejich domova a nemusejí tak pro pravidelnou dojížďku absolvovat časově a vzdálenostně náročnou dojížďku ani za prací ani za volitelnými volnočasovými aktivitami. Anglický odpovídající překlad zní „patnáctiminutové město“ a uvažuje o maximálně 15 minutách pro obyvatele k dosažení svého cíle pěšky, na kole či veřejnou dopravou. S tím tak neoddelitelně souvisí změna současné dělby přepravní práce, kdy z největšího podílu motorových vozidel (IAD) musí dojít ke změně.

1.4 Návrh akčního plánu zavádění pokročilých technologií

Z hlediska pracovní skupiny městské mobility jsou důležitými kroky k naplnění cílů uvedených v předchozí kapitole do roku 2030 následující aktivity:

- a) Přizpůsobit právní předpisy týkající se hmotnosti a rozměrů novým okolnostem, technologiím a potřebám (např. hmotnost baterií, lepší aerodynamický výkon) a zajistit, aby usnadňovaly intermodální dopravu a snižování celkové spotřeby energie a emisí.

- b) Vypracovat platný rámec pro režimy vybírání poplatků za používání městských silnic a omezení vstupu na tyto silnice a jejich uplatňování, včetně právního a platného operačního a technického rámce pro aplikace určené pro vozidla a infrastrukturu.
- c) Vypracovat pokyny založené na osvědčených metodách za účelem lepšího sledování a řízení toků nákladní dopravy ve městech (např. konsolidační centra, velikost vozidel v historických centrech, regulační omezení, časy vyhrazené pro dodávky).
- d) Definovat strategii pro posun směrem k „městské logistice s nulovými emisemi“ spojující hlediska územního plánování, přístupu k železnicím a k řekám, obchodní postupy a informace, zpoplatňování a technické normy pro vozidla.
- e) Podporovat společné zadávání veřejných zakázek na vozidla s nízkými hodnotami emisí v komerčních vozových parcích (dodávky, taxi, autobusy...),

Jak již bylo uvedeno v textu výše, dopravní kongesce lze považovat za jedny z negativních projevů působení dopravy v městské mobilitě v současnosti a pro zajištění dopravní udržitelnosti je zapotřebí tuto problematiku řešit již dnes. Splnění cílů lze s využitím nových technologií dosáhnout snížení negativních projevů ve městech prostřednictvím následujících technologických postupů:

1) Zavést IoT (Internet of Things) zařízení k vyřešení problémů komunikace v dopravě
Využití prvků systému IoT a propojených zařízení pomůže s využitím dat usnadnit přenos informací v dopravním prostředí. Využitím informačních a komunikačních technologií v prostředí městské mobility se zvyšuje udržitelnost a provozuschopnost moderního města, které je tak schopno analyzovat data, která plynou ze senzorů, a na základě aktuálních a přesných údajů tak lze predikovat, jak se bude situace vyvíjet v dalších minutách či hodinách. Viz například obsazenost parkovišť, zatížení městských komunikací, pohyb vozů veřejné hromadné dopravy a podobně.

2) Zavést propojení vozidel mezi sebou a vozidel s městskou infrastrukturou
Vozidla jsou připojena do systému řízení městské mobility bezdrátovým způsobem, zároveň jsou připojena k internetu a umožňují přístup k internetu i dalším připojeným zařízením uvnitř i vně vozidla. Takto připravený systém umožní lepší přijímání a zavádění technologií autonomního řízení vozidel a městská infrastruktura tak bude na tuto implementaci již připravena.

3) Zavést chytré dopravní signály na křižovatkách
Větší využití systémů V2I umožní efektivnější provoz městských dopravních systémů na křižovatkách, což povede k optimálnějšímu řízení dopravních proudů. Dynamické řízení křižovatek již v současnosti umožňuje efektivně reagovat na změny v dopravním zatížení městských komunikací v průběhu dne.

4) Zavést sledování pěší a cyklistické dopravy
Pro řízení dopravy ve městech je potřeba se zaměřit i na ostatní módy dopravy, nejen motorovou dopravu. Větší sledování a řízení pěší a cyklistické dopravy umožní ve spolupráci s dynamickým řízením křižovatek systémů V2I daleko vyšší propustnost daných uzlů. Takové systémy řízení pěší a cyklistické dopravy mají v městské mobilitě i pozitivní vliv na jejich bezpečnost.

5) Zavést vyhodnocování působení zpětné vazby dopravy v reálném čase
Zpětná vazba z dopravy odehrávající se v reálném čase poskytuje potřebné informace, jak působí doprava na infrastrukturu města. Zároveň tak lze pomocí proměnných opatření, jako je aktuální zpoplatnění některých komunikací v dopravně vytižených časech či naopak pomocí pruhů pro vozidla s více cestujícími (high-occupancy lanes), účinně řídit dopravu na městských komunikacích.

6) Zavést sdílení vozidel a řešení multimodální dopravy
Větší motivace pro obyvatele měst, aby na městských komunikacích účinněji využívali sdílených vozidel a aby efektivní využití vozidel bylo vyšší. To znamená, aby vozidla byla více využita a méně stála nepotřebná na městských komunikacích (snížení dopravy v klidu). Již dnes umožňují moderní technologie obyvatelům instalovat aplikace pro sdílení vozidel či jiných prvků mikromobility a jejich sdílení pro využití spolujízdy na větší vzdálenosti. Větší motivace pro využití takových systému tak povede k vyšší udržitelnosti a menším dopravním kongescím v městském prostředí.

7) Zavést větší využití vzdušné dopravy pomocí dronů
Oblast pro vzdušnou dopravu pomocí dronů je v městské mobilitě stále aktuální a jednoznačně vhodná a spadá tak do podpory pro využívání pokročilých technologií. Zároveň je důležité další podpora ze strany legislativních požadavků a její revize. Nabízí se například využívání dronů při hašení požárů v prostředí městských obytných bloků.

Pro podporu zavádění nových technologií v městské mobilitě je zde také potřeba uvést tzv. princip spolupracujících, propojené a automatizované mobility - CCAM (Cooperative, Connected and Automated Mobility), který byl představen již v roce 2019 a své využití zohledňuje i do roku 2030. Konkrétně uvažuje potřebu vytvořit propojenou spolupráci na úrovni EU a následnou koordinaci mezi členskými státy pro využívání technologií při testování a zavádění sítí 5G určených pro připojená vozidla na společné infrastruktuře. Navíc se zde počítá se souvisejícími opatřeními pro zajišťování kybernetické bezpečnosti a řešení správy dat.

Pro dlouhodobé zavádění udržitelných opatření k dosažení cílů městské mobility definovaných ve strategii, které budou zřejmě přesahovat i rámec po roce 2030, lze uvést následující kroky:

I. Snížit poptávku po mobilitě

Toho bude dosaženo pomocí předcházení vzniku potřeb po městské mobilitě návrhem optimalizačních opatření. Lze rozlišit vliv snižování jak počtu potřebných cest (objem přepravy), tak i jejich samotné délky. Předcházení vzniku potřeby po mobilitě vychází již ze strategie rozvoje města, která musí zohlednit i požadavky z blízké vzdálenosti za hranicemi města (např. potřeba dojíždění obyvatel za prací).

II. Snížit stupeň automobilizace a snížit podíl cest IAD na území města

Z důvodu zohlednění celospolečenských potřeb je nutné uplatnit takový způsob dopravy, který nemusí být z hlediska uspokojování potřeb dopravy ten nejflexibilnější (IAD). Cílem je tak dosáhnout co nejnižšího podílu IAD, a to nejen kvůli ochraně životního prostředí a veřejného

zdraví, ale také z důvodu nedostatečné kapacity veřejného prostoru, který nelze vyčlenit pouze dopravní potřebě. Zavést také hledisko multimodality při přepravě po městě.

III. Zvýšit využívání veřejné hromadné dopravy

Pro vyšší využití VHD je potřeba další preference a zřizování integrovaných přestupních uzlů. Preferenci je možné posílit pomocí zřizování autobusových pruhů také pro pravidelnou linkovou dopravu obsluhující blízké okolí města. Zvýšit standardy VHD v dostupnosti služeb, v cenové politice a vytváření její bezpečné a modernizované infrastruktury (osvětlení, bezpečnost). Zvýšit kvalitu dopravních prostředků provozovaných v rámci systému VHD a zavést moderní informační systémy pro její cestující včetně systému pro odbavení. Podporovat nákup vozidel v elektrické trakci a alternativních pohonných systému z obnovitelných zdrojů.

IV. Zvýšit význam aktivní mobility

Zlepšit podmínky pro pěší a cyklistickou dopravu ve městech. Chodníky pro pěší lze rozšířit na úkor IAD, provádět trasy bezbariérově pro potřeby osob se sníženou schopností pohybu (rampy, přechody). Podpora sdílení kol a ostatních prvků mikromobility, vytvoření sítě bezpečných cyklotras v uceleném území města i v jeho bezprostředním okolí, případně začlenit do systému integrovaného dopravního systému (parking kol a přestup na VHD). Přeměnit veřejný prostor na místo pro veřejný život pomocí zklidnění uličního prostoru a vymístit tranzitní dopravu mimo tento prostor. Zlepšit podmínky pro aktivní mobilitu.

V. Optimalizovat nákladní dopravu v centrech měst

Zavést větší využití alternativních pohonů do nákladní dopravy při zásobování obchodů zejména v centrech měst (elektro cargo kola) a vytvořit distribuční centra v dostatečné blízkosti. Cílem je dosáhnout snížení nákladní dopravy pomocí motorových vozidel na fosilní paliva v rámci zásobování, rozvážkových služeb (balíky, jídlo) či dokonce svozu odpadu. Podpora financování z odpovídajících programů z národních či nadnárodních zdrojů.

1.5 Závěr

Udržitelný způsob přepravy obyvatel a zboží v prostředí městské mobility je hlavním cílem pro naplnění požadavků kladených na budoucí dopravu ve městech. Velkou výzvu představuje nejen zajištění snížení emisí, ale také úplná klimatická neutralita dosažená do roku 2050. Úspěch kladených strategických cílů a jednotlivých kroků k dosažení modernější dopravy záleží také na přeměně přístupu obyvatel k městské mobilitě a jejímu efektivnějšímu využívání. Na této cestě je také podpora pro výzkum a inovace i následné zavádění poznatků a technologií do praxe tím správným klíčem k trvale udržitelné městské mobilitě.

2. Oblast silniční infrastruktura

2.1 Úvod

Cílem Cestovní mapy modernizace silniční dopravy v oblasti silniční infrastruktury je výhled do období roku 2030, případně 2050 a pokus o nadefinování kroků, které by vedly k naplnění vizí dopravní infrastruktury v tomto období.

V první části bude provedena analýza současného stavu s důrazem na nejnovější dění a změny. Další kapitoly se pokusí stanovit strategii, resp. konkrétnější akční plán zavádění těchto opatření do praxe.

Hlavní zásady národní a evropské dopravní politiky a dalších průřezových dokumentů:

- zvyšování energetické účinnosti
- nezávislost na fosilních palivech, uhlíkově neutrální hospodářství
- snižování emisí znečišťujících látek
- zvyšování ekonomické efektivity projektů
- úspory v oblasti nedostatkových pracovních sil
- snižování tempa extenzivního záboru ploch
- omezování fragmentace krajiny
- snižování zátěže obyvatelstva kontinuálním hlukem
- zamezování dopadů rozvojových projektů na chráněná území

Dopady na dopravní sektor:

- Zajistit dostupnost a propojitelnost, předcházení potřebám po mobilitě
- Využití výhod všech druhů dopravy, multimodalita
- Optimalizace fungování jednotlivých dopravních módů, rozvoj dopravní infrastruktury všech druhů dopravy, včetně vysokorychlostních tratí

2.2 Hlubková analýza současného stavu

Stav rozvoje silniční a dálniční infrastruktury

Přestože se nejedná primárně o technologickou záležitost, stav a rozvoj silniční infrastruktury je tak zásadní, že se mu budeme věnovat v této i další kapitole.

V předchozích studiích jsme několikrát konstatovali velký pokrok v přípravách nových staveb, bržděný v podstatě jen aktivisty hájícími lokální a ekologické zájmy, s kterými se stát neumí slušně a rychle vypořádat. Navrhli jsme způsoby, jak komunikaci s veřejností zlepšit a překonávat tyto problémy.

Nicméně v tomto dokumentu se snažíme dívat dál dopředu a musíme konstatovat, že rozvoj infrastruktury nepokračuje tak rychle, jak by bylo potřeba. Přes optimismus pramenící z toho, že se konečně staví po období velice stavebně chudém, je střednědobý výhled spíše pesimistický.

Tento pesimismus je podpořen i faktem, že nám utíkají nebo již utekly roky, kdy bylo relativně snadné používat na stavbu dálnic evropské peníze.

	Dálnice v realizaci	Dálnice v soutěži	Dálnice v přípravě
Celková délka dálniční sítě ČR 1307,4 km	21 projektů celkové délky 152,3 km	5 projektů celkové délky 33,7 km	87 projektů celkové délky 613,4 km

Obrázek 4: ŘSD – stav dálniční sítě k 11.2020

Ze základní dálniční sítě chybí v aktuálním období asi 800 km. Nová vláda proklamuje, že zajistí průměrné tempo výstavby dálnic přibližně 45 km ročně. Tímto tempem bude základní dálniční síť dostavěna na konci třicátých let, což je pro kvalitu cestování a dopravu zboží v ČR veliký problém.



Obrázek 5: ŘSD – stav dálniční sítě



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



Dálnice v provozu - výhledový stav



Dálniční síť

Výhledový stav



Obrázek 6: ŘSD – výhledový stav, základní dálniční síť

Musíme také konstatovat, že dobře nevycházíme ani ve srovnání s ostatními státy V4.

	Stav 2001	Stav 2021	Roční průměr
Polsko	630	4 368	187
Maďarsko	571	1 740	58
Česko	518	1 306	39
Slovensko	291	780	24

Velice rychle a systematicky probíhají investice do dálnic a rychlostních komunikací v Polsku.

Ředitelství silnic a dálnic

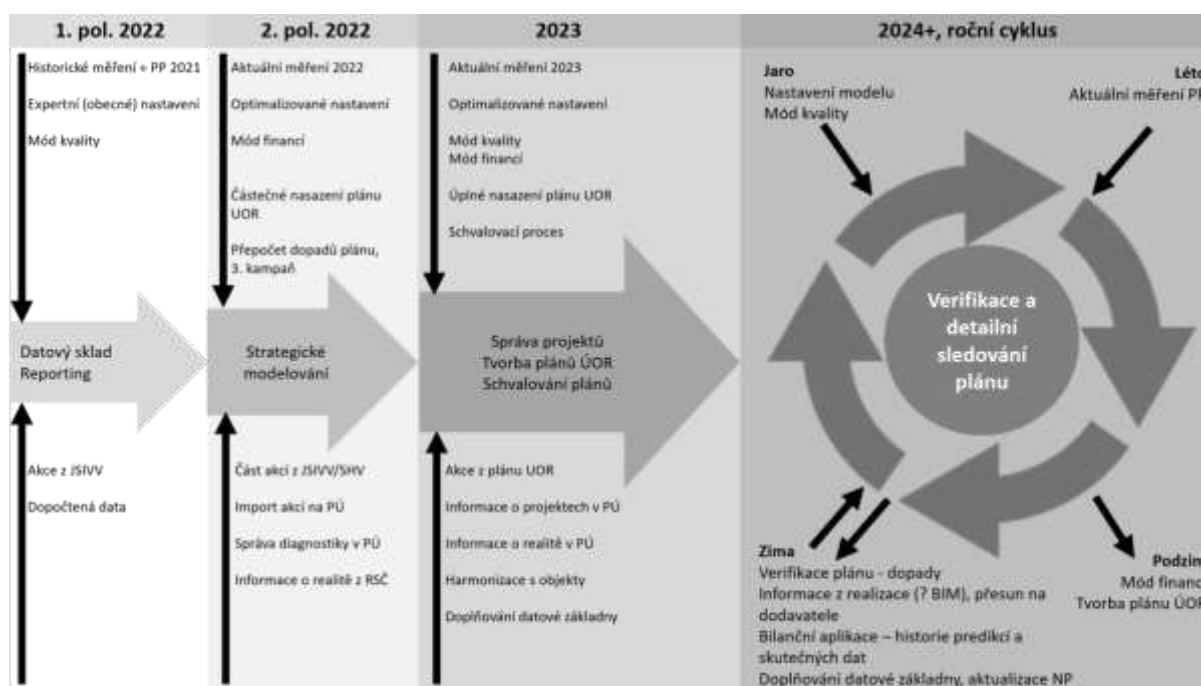
ŘSD je největším a nejdůležitějším správcem silnic, je obvykle určujícím faktorem v celém sektoru. V této kapitole budou uvedeny informace o dění a vývoji v této oblasti.

SHV (Systém hospodaření s vozovkou)

Systém SHV byl úspěšně realizován ke konci roku 2021. Pro rok 2022 je předpokládána etapa optimalizace systému, kdy se bude vyhodnocovat správná algoritmizace výběru oprav vzhledem k ustálené praxi nebo algoritmizace procesů degradace – porovnání predikovaných a skutečných stavů.

Protože systém SHV předpokládá množství zpětnovazebných mechanismů založených na analýze předpokladů a skutečnosti, je důležité, aby se co nejdříve do systému začaly dostávat informace o skutečně naprojektovaných a provedených opravách.

Reálné očekávání plnohodnotného nasazení všech funkcí SHV je v roce 2024.



Obrázek 7: Systém SHV ŘSD – harmonogram zavádění procesů SHV do praxe

ISUDAS (Informační systém údržby dálnic a silnic)

Nový systém údržby dálnic a silnic slouží hlavně ke kontrole smluvních podmínek a výkonů kontraktorů provádějících údržbu silnic. Systém byl dokončen před zimní sezónou 2021/22 a je v provozu.

CES (Centrální katalog výrobků)

CES je systém pro ukládání informací o materiálech a výrobcích schválených ŘSD pro použití v jednotlivých stavbách. Katalog měl být využíván v systému SHV formou propojení obou systémů. V současné chvíli byl systém zastaven pro údajnou nesoučinnost na straně zhotovitele.

RLS (Rodný list stavby)

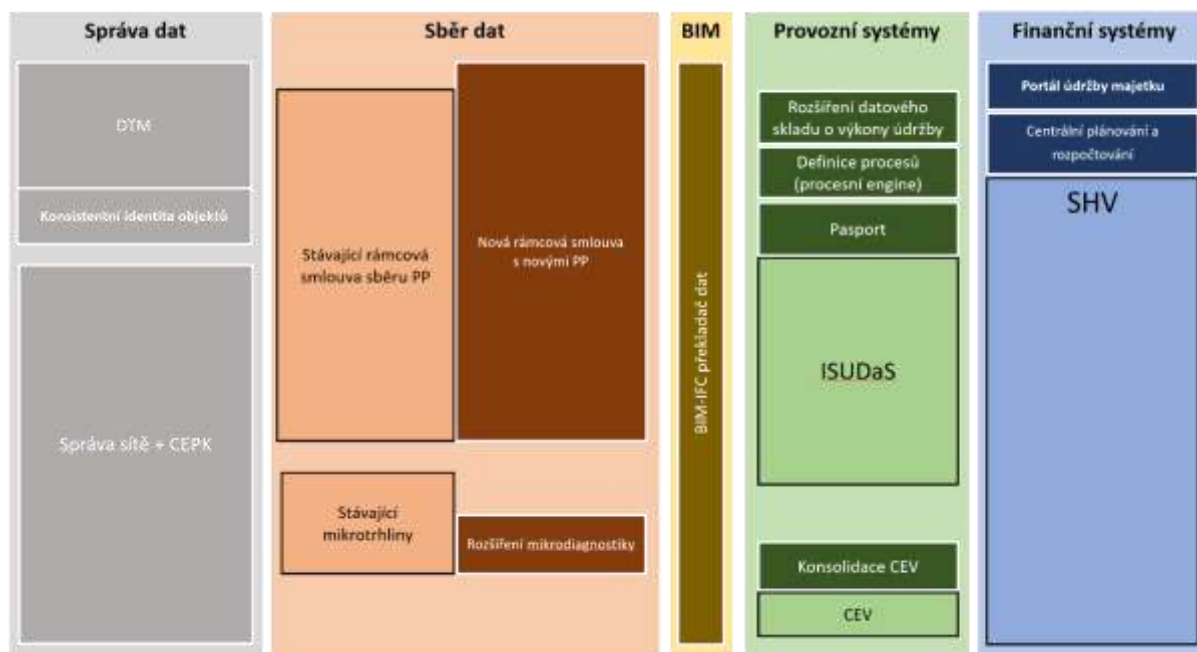
Systém Rodný list stavby měl být ústředním úložištěm dokumentace stavby. V zásadě jakýmsi zjednodušeným CDE prostředím ŘSD. Vývoj systému byl aktuálně zastaven. Částečně je suplován funkcími SHV.

Předpokládá se, že (dočasné) CDE prostředí bude implementováno v rámci zakázky podpory systému ASPE, ale proti předmětnému výběrovému řízení byly vzneseny námitky jedním z uchazečů.

DTM (Digitální technická mapa)

Systém digitální technické mapy bude na ŘSD soutěžen v blízké budoucnosti. Ze zatím zveřejněných ideových materiálů vyplývá, že požadovaný systém bude pravděpodobně nejlépe pojatý ze všech správců infrastruktury, ale bude sloužit jen pro procesní řízení aktualizace informací o polohách jednotlivých elementů.

Pravděpodobně tak nepokrývá potřebu jednoznačné identifikace objektů a jejich evidence a tyto systémy bude třeba implementovat samostatně.



Obrázek 8: Blokové schéma stávajících IS na ŘSD a jejich potencionálního rozvoje Prediktivní model dopravy

ŘSD vyhlásila tendr (prosinec 2021) na prediktivní model dopravy. To znamená model a simulační nástroje pro jeho provozování při integraci do NDIC.

Předpokládá se využití stávajícího poptávkového modelu spravovaného MD a jeho následný rozvoj pro potřeby projektu.

Předpokládají se krátkodobé a střednědobé předpovědi založené na mikromodelech specifických problémových lokací (křižovatky, dálniční DIO) a makromodelu celé sítě.

Vstupem do simulace budou dostupná detektorová data ŘSD a FCD data z nasmlouvané flotily 150 000 vozidel.

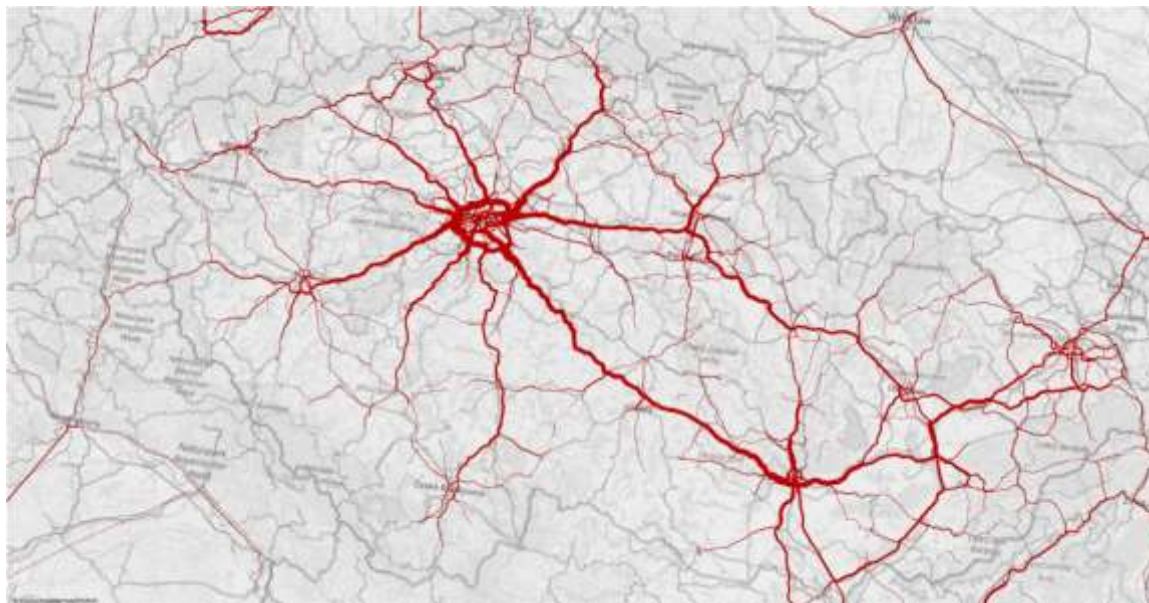
Takovýto model bude určitě předstupněm dalších úloh v oblasti ITS i v oblasti hospodaření, kde může být rozvinut například k implementaci úloh dostupnosti nebo odolnosti sítě.

2.3 Návrh strategie zavádění pokročilých technologií

V této kapitole se chceme v první části zaměřit na rozvoj dálniční sítě a jeho budoucí směřování.

Hlouběji se budeme věnovat kapitole Inovativní nástroje pro monitoring infrastruktury a podporu rozhodování, která analyzuje inovativní možnosti stanovování kvality a výkonu infrastruktury.

Rozvoj silniční sítě



Obrázek 9: Osobní silniční doprava v roce 2050 (prognóza), průměrný počet vozidel/24h [Zdroj MD]

Je třeba rychle a důsledně dobudovat základní dálniční síť. Ta má své jasné obrysy.

Vnitrostátní doprava

Nejdůležitějším prvkem je dálniční obchvat Prahy – D0, kde se ale bohužel dají kvůli trasování očekávat největší problémy.

Dálnice na Moravě v dobudovaném stavu dobře naplňují komunikační potřeby mezi regionálními centry.

Jako vhodné bychom pokládali protáhnutí linie I(D)/43 dále na sever do prostoru Orlických hor a Jeseníků. Vhodné je to i z pohledu přeshraniční dopravy. V prostoru mezi Brnem a D35 bychom určitě upřednostňovali profil D(R) před profilem I.

V delším časovém horizontu by stálo za to přehodnotit i dnes neprůchozí trasování jiho-západní a jiho-východní tangenty u města Brna.

Dálnice v Čechách trpí prismatem pražského centra a tím absencí kvalitních spojení mezi regionálními centry – hlavně krajskými městy. V tomto kontextu existuje několik úvah o přestavbě stávajících tahů první třídy do vyšších kategorií, které by se vyhýbaly stávajícím sídlům a umožňovaly předjíždění minimálně v třípruhovém uspořádání.

Tato dodatečná síť představuje více než 500 km nových nebo přebudovaných komunikací, což nás při současném tempu výstavby posouvá někam do padesátých let.



Obrázek 10: Návrhy zkapacitnění spojníc mezi regionálními centry v ČR

Přeshraniční dopravní spojení

Důležitou prioritou by mělo být i napojení naší dálniční sítě na okolní státy.

Přes politické proklamace se tato oblast nebere dost vážně. Velkou prioritou je dobudování D52 na rakouské hranice, D11 na polské hranice, D(R)49 na Slovensko.

Je velice důležité tyto vztahy posuzovat systematicky, komplexně a v mezinárodním kontextu. Dobrým příkladem může být koncepce firmy Valbek.



Obrázek 11: Koncepce přeshraničních dálničních spojení [Zdroj firma Valbek]

Relativně novým aspektem je předpokládané čtvrté propojení na polskou kapacitní síť v oblasti Králík.

„Po dálnici A1 z Bohumína na Katowice, rychlostní silnici S52 do Těšína a již rozestavěné rychlostní silnici S3 k Žacléři chystá Polsko kapacitní silniční spojení na české hranice. Polská

vláda rozhodla, že rozestavěnou rychlostní silnici S8 z Vratislavi (Wrocław) do Kladska (Kłodzko) prodlouží až na polsko-českou hranici do Boboszowa.“ ...

„Na české straně by rychlostní silnice skončila na silnici I. třídy I/43 v Dolní Lipce, kde dosud stát o žádném zkapacitnění neuvažuje.

Poláci již staví rychlostní silnici S3 z Bolkowa do Lubawky na českou hranici. V červenci 2021 se již stavba dostala na české hranice. Hotovo má být v roce 2023, zatímco na české straně nejdříve v roce 2025.

Rychlostní silnice S3 se má v budoucnu napojit na dálnici D11. V Česku tak nastane situace, kdy provoz z kapacitní silnice v Polsku skončí na silnici I. třídy.“

[12.8.2021 server ZDopravy.cz]

Inovativní nástroje pro monitoring infrastruktury a podporu rozhodování

Efektivní komplex nástrojů pro podporu rozhodování musí poskytovat data, která podporují potřeby uživatelů, kteří nemusí být dopravními inženýry a pravděpodobně budou pod časovým a zdrojovým tlakem. Tito uživatelé mohou těžit z pokročilých dat, vizualizací a nástrojů, které umožňují efektivnější a přesnější rozhodování. V sadě nástrojů bylo identifikováno pět klíčových komponent. Čtyři komponenty shromažďující informace, z nichž každá se promítá do páté komponenty pro podporu rozhodování.

Monitoring stavu dopravní infrastruktury (DI)

Monitoring stavu DI podporuje klíčové potřeby provozovatelů dopravních sítí získávat aktuální a přesné informace o evidenci majetku, jeho stavu a provozuschopnosti. Obvykle jsou objednávány správcem pro konkrétní účely a jsou realizovány různou formou.

Trendy

- Očekává se, že diagnostické systémy pro měření za běžných provozních rychlostí budou pomocí laserů a 3D snímkování poskytovat data o stavu vozovky s vysokým rozlišením. Tyto technologie rozšiřují možnosti diagnostiky, které mohou snížit potřebu pohybu inspektorů po dálnici. Podrobnost dat je taková, že stejná data lze použít jak pro síťovou úroveň, tak pro posouzení na úrovni projektu a návrh konkrétního opatření (údržby).
- Levné a kompaktní videodetekční systémy s vysokým rozlišením rozšiřují možnosti monitoringu zejména, když jsou propojena s nástroji pro umělou inteligenci a pokročilou vizualizací dat.
- Neustále se zavádějí nové technologie a postupy. Např. diagnostické systémy pro měření stavu vozovek za běžných provozních rychlostí jsou nyní dostupné, ale technologie je převoditelná i na jiný typ dopravní infrastruktury a post-processingové nástroje jsou vyvíjeny s potenciálem například testovat chemické složení obrusné vrstvy a předpovídat její degradaci
- Posouzení dalších prvků DI (např. značek, značek, mostů a krajnic) lze nyní integrovat do již zavedených diagnostických procesů

Vize

- Aplikovat politiku kdy se jedním měřením, dosáhne více cílů – společný přístup, který optimalizuje návrh měření tak, aby vyhovoval potřebám všech jeho uživatelů

- Využívat diagnostických systémů pro měření za běžných provozních rychlostí (bez dopadu na běžný provoz), které mohou poskytnout informace potřebné pro zjištění stavu, stanovení priority a návrh údržbových opatření.
- Být poskytován flexibilním a schopným týmem poskytovatelů služeb, kteří přinášejí relevantní a schopné technologie v rámci celé sítě.
- Přinést jednoduché, rychlé a efektivní nakládání s daty a jejich vizualizaci.
- Poskytnout možnost snadného sdílení podrobných dat mezi zúčastněnými stranami, snížit replikaci a zlepšit efektivitu jejich využití.

Výzvy

- Složitost dat a ruční manipulace s velkými objemy dat odrazuje od použití neodborníky.
- Na místních komunikacích se využívají zastaralé metody monitoringu, neřeší se rozvoj technologií a kladou se překážky pro jejich použití.
- Monitoring stavu se obvykle provádí relativně zřídka. V nejlepším případě se skenuje síť 1x za rok a tím, že nejsou data maximálně využita, může být usuzováno, že mají nízkou hodnotu.
- Přírůstkový přístup, kdy se sběry používají pro konkrétní aplikace (značky, chodníky), přispívá k vnímání neefektivity.
- Rozvoj může být velmi pomalý – například i když na strategických komunikacích bylo dosaženo rutinního hodnocení stavu diagnostickými systémy pro měření za běžných rychlostí, použití této technologie na místní komunikace není obvyklé.
- Objektivní stanovení stavu zůstává zaměřeno na vozovku. Předpokládá se, že stanovení stavu ostatních objektů je neefektivní.

Předpoklady realizace

- Přijetí otevřenějšího a technologicky zaměřeného přístupu ke sběru dat o prvcích DI.
- Šíření znalostí a povědomí o schopnostech diagnostiky (silné a slabé stránky) s cílem pomoci zúčastněným stranám vybrat správné technologie a produkty.
- Standardizace a zkušenost poskytující jistotu koncovým uživatelům při výběru vhodných měřicích systémů pro diagnostiku.
- Spojování technologií k optimalizaci efektivity a vyplnění mezer, které diagnostika nemůže zaplnit
- Vyvinout širší a pokročilejší využití dat pomocí nových vznikajících metod pro interpretaci (např. pro lepší pochopení vztahu mezi měřením a bezpečností vozidla, hlukem, uživatelskými zkušenostmi).

Inteligentní infrastruktura

Internet věcí (IoT) popisuje síť fyzických objektů ("věcí"), které jsou vybaveny senzory, softwarem a dalšími technologiemi, které lze připojit k internetu za pomoci výměny a sdílení dat. Díky IoT budou dálnice chytřejší a responzivnější.

Trendy

- Použití senzorů s velmi nízkou a nízkou spotřebou energie, které používají řešení bez baterií. Např. Úzkopásmový IoT (NB-IoT) snížil spotřebu energie v senzorových uzlech, aby umožnil bezúdržbové monitorování DI a zvýšil tak potenciál pro širší nasazení.

- Nasazení Edge Computingu v zařízeních IoT. Zařízení IoT lze nyní vybavit výkonnými vestavěnými procesory pro pokročilé výpočty umělé inteligence na zařízeních.
- Technologie 5G komunikace a IoT přináší výkonnou kombinaci zvýšené rychlosti, rozšířené šířky pásma, nízké latence a zvýšené energetické účinnosti.
- Big Data a IoT lze kombinovat a poskytovat tak informovanější přehledy o stavu DI.
- Pro zvýšení bezpečnosti sítí IoT byla zavedena technologie Blockchain. Míra rizika kybernetické nebezpečnosti však stále roste s rozšiřujícím se nasazením senzorů.

Vize

- Zvýšená bezpečnost – senzory budou sledovat (např.) rychlost vozidla, teplotu vozovky, přítomnost vozidel ve vysoce rizikových místech (např. křižovatky, nepřehledné směrové oblouky), aby zajistily bezpečnější prostředí pro účastníky silničního provozu.
- Zlepšení výkonu údržby – monitorování kritické infrastruktury v reálném čase bude sledovat změny stavu DI – zlepší plánování údržby, sníží provozní náklady a zvýší kapacitu lidských zdrojů a techniky.
- Snížení kongescí a spotřeby energie – data v reálném čase umožní vlastníkům optimalizovat chování zařízení tak, aby splňovalo aktuální požadavky. IoT vyvolá rychlou reakci na vyvíjející se stav dopravy, DI nebo prostředí, aby bylo možné přijmout opatření k minimalizaci nepříznivých dopadů, pomoci řidičům, zlepšit bezpečnost, zmírnit dopravní kongesci a snížit zátěž životního prostředí.
- Vylepšená image - s vylepšenou spolehlivostí dopravní infrastruktury selepší úroveň poskytovaných služeb. Uživatelé budou tyto informace používat k podpoře výběru trasy, cestovního času atd. a provozovatelé sítí budou plánovat činnosti údržby na základě potřeb uživatelů.

Výzvy

- Škálovatelnost řešení - s obrovským počtem zařízení vyžadujících současnou konektivitu se škálovatelnost v systémech IoT stala problémem. Uzly IoT budou muset mít rostoucí schopnosti, jako je funkční škálovatelnost, řízení přístupu, ukládání dat, odolnost proti chybám atd., aby se vypořádaly se zvýšenou složitostí.
- Napájení – síť IoT musí být energeticky účinná a musí vyžadovat energeticky účinné směrovací protokoly, podporovat zavádění obnovitelných zdrojů energie a bezdrátového nabíjení.
- Šířka pásma – realizace komunikace stovek tisíc zařízení IoT, která odesílají zprávy požadavků a odpovědí na server v mobilní síti, jsou náročné a nákladné.
- Kybernetická bezpečnost a soukromí – jak datová připojení IoT, tak vše, co je připojeno k hardwaru, je zranitelné.
- Spolehlivost – když dojde k výpadku napájení nebo k výpadku poskytovatele konektivity, celé systémy budou v režimu off-line.
- Síťová infrastruktura – organizace budou muset spravovat více IP adres, pracovat s většími objemy dat a spravovat složitější IT infrastrukturu.

Předpoklady realizace

- Použití modulárních systémů nabídne uživatelům větší flexibilitu a levnější alternativu.

- Standardizace IoT je klíčová. Zmenší rozdíly mezi protokoly IoT (a související bezpečnostní problémy) a vede ke snížení celkových nákladů (na data a výrobu komponent).
- Zásadní význam pro spolehlivé doručování dat bude mít výkonné cloudové řešení.
- Automatizovaná integrace zařízení umožní platformám IoT rozpoznat nová zařízení a přidělit je do příslušné sítě, což zjednoduší jejich nasazení.

Komunitní zdroje dat (Crowd sourcing)

Crowd sourcing je praxe získávání informací od velkých skupin uživatelů prostřednictvím (např.) vozidel, smartphonů a přímého vstupu od uživatele. Vzhledem k četnosti a objemu poskytovaných dat se někdy nazývá "Big Data".

Trendy

- Integrované senzory připojených a autonomních vozidel, např. digitální snímky, RADAR, LIDAR a techniky inteligentního zpracování dat. Shromážděná data lze snadno užívat pro podporu inventarizace DI nebo posouzení jejího stavu, což nabízí rychlé a včasné odhalení závad.
- Poloha (např. GPS), údaje o rychlosti a dopravním proudu získané z vozidel a smartphonů se v současné době používají pro řízení dopravy a navigaci, ale existuje rostoucí tendence rozšířit jejich aplikaci na správu DI.
- Podnikají se kroky k použití crowdsourcovaných dat na podporu monitorování stavu infrastruktury a k doplnění tradičních postupů evidence a kontroly DI. Např. použití snímačů kol a údajů ABS k detekci špatného odporu povrchu proti smyku, údaje o vnímání uživatelů k posouzení kvality jízdy, použití GPS a údajů ze snímačů akcelerometru a dalších údajů ze senzorů vozidla k měření geometrie a stavu povrchu vozovky.
- Jsou nasazovány aplikace pro chytré telefony a webové stránky (např. WAZE nebo Google maps), které uživatelům umožňují podat zpětnou vazbu o provozu, incidentech nebo kvalitě jízdy.

Vize

- Zvýšená bezpečnost – identifikace bezpečnostních závad v reálném čase (místa se sníženými protismykovými vlastnostmi) nebo závad, které se objeví aktuálně (např. výmoly, zakryté značky), zlepši reakční dobu údržby.
- Vylepšené funkce - nepřetržité monitorování zlepši trend stavu dopravní infrastruktury a podpoří prediktivní plánování údržby.
- Lepší udržitelnost – zavedení systémů řízení dopravy v reálném čase pomůže minimalizovat dopady zatížení infrastruktury (např. vystavení silnému provozu za horkého počasí), aby se zlepšila životnost.
- Vyšší efektivita – Crowdsourcing bude stále více poskytovat data dříve získávaná klasickou pasportizací a prohlídkovou činností, což uvolní kapacity pro cílenou diagnostiku na projektové úrovni.
- Data v reálném čase budou použita k údržbě „živých“ modelů digitálních dvojčat, která sledují majetek po celou dobu jeho životnosti a podporují nová použití, jako je poskytování informací pro autonomní vozidla

Výzvy

- Kvalita informací ze smartphonů je nekonzistentní a špatně regulovaná.
- Inerciální data jsou stále častější pro hodnocení kvality jízdy (např. najetí do výmolu), ale pokročilejší použití vyžaduje větší obsah dat a lepší pochopení možností jejich využití. Bude třeba se dohodnout na tom, které typy údajů stojí za to shromažďovat pro účely správy DI.
- Poskytování dat v reálném čase vyžaduje stabilní, vysokorychlostní připojení, které nemá plné pokrytí a může být nákladné ho vytvořit.
- Ačkoli existuje velký potenciál pro využití dat ze systémů autonomního řízení, dohody o rutinní výměně dat mezi výrobci, uživateli a veřejnými orgány jsou stále v plenkách. To omezuje jejich plnou dostupnost.
- Crowdsourcované údaje musí být bezpečně zpracovány (včetně anonymizace) a sdíleny mezi zúčastněnými stranami.

Předpoklady realizace

- Vyřešení právních a obchodních otázek týkajících se vlastnictví, soukromí a hodnoty dat.
- Otevřené datové standardy a rozhraní API pro propojení dat z různých zdrojů podpoří sdílení dat.
- Standardizovaný přístup ke cloudovému centru pro výměnu a zpracování crowdsourcovaných dat z vozidel, chytrých telefonů a dalších zdrojů by zlepšil přístup k datům.
- Pokročilé modely a algoritmy, které kombinují techniky umělé inteligence a strojového učení, pomohou při konverzi "big dat" na "inteligentní data" a mohly by být také použity při ověřování dat a kontrole kvality.
- Sdílení dat o dálniční síti v reálném čase bude vyžadovat robustní a cenově dostupné komunikační síť.
- Větší zapojení všech zúčastněných stran (vládních agentur, majitelů silnic, výrobců vozidel, technologických společností, koncových uživatelů atd.) povede k větší přístupnosti dat.

Dálkový průzkum Země

Dálkový průzkum nabízí lepší přístup k informacím o dopravní infrastruktuře, zejména těm na vzdálených, nepřístupných nebo nebezpečných místech. Snímky a dálkové snímání ze satelitů a leteckých prostředků s posádkou se používají obvykle při mapování dopravní infrastruktury. Pro podrobné posouzení stavu majetku je však využíváno zejména bezpilotních prostředků (UAV).

Trendy

- Družicové pozorování Země se používá pro inženýrské aplikace, jako je mapování sítě komunikací a jejího průběhu, monitorování sesuvů půdy a lze je využít pro monitorování aspektů, jako je dopravní dostupnost venkovských sídelních jednotek a progres výstavby silnic.
- Satelitní snímky se neustále zlepšují v prostorovém a časovém rozlišení a poskytují potenciál pro rychlé monitorování silničních sítí na velkých plochách.
- Malé bezpilotní letouny jsou stále schopnější, pokud jde o rozsah pokrytí snímkováním, stabilitu, manévrovatelnost a nosnost.

- UAV nyní nasazují širší škálu senzorů a nástrojů se zlepšujícím se rozlišením, např. LIDAR, Synthetic Aperture Radar (SAR) a fotogrammetrii. UAV se používají k provádění průzkumů v oblastech, které by byly obtížně dosažitelné nebo nebezpečné pro přístup, např. mosty a nestabilní svahy.

Vize

- Poskytovat rutinní objektivní, udržitelný a spolehlivý sběr a analýzu dat ve vzdálených nebo nepřístupných oblastech a zvyšovat tak dostupné znalosti.
- Využívat umělou inteligence pro efektivní, objektivní a přesné zpracování. Ta bude také kombinovat informace z jiných zdrojů dat a vytvářet holistické datové sady.
- Podporovat monitorování odolnosti infrastruktury vůči změně klimatu, např. mapování povodní.
- Usnadnit lepší plánování a stanovení priorit sítí v rámci venkovských oblastí.

Výzvy

- Silnice jsou lineární prvky, které nejsou vhodné pro snadné hodnocení pomocí satelitů a UAV, které mají geograficky široké pokrytí.
- Satelitní snímky mají relativně malý rozsah případů užití, což může znamenat, že se mohou zdát nákladné.
- Kvalita obrazu pro komerční využití je omezena mezinárodními dohodami a dosud není tak podrobná jako data z tradičních metod. To se pravděpodobně časemlepší.
- Optické satelitní snímky musí projít specifickým zpracováním, aby byly reprezentativní, a radarová satelitní data vyžadují odbornou analýzu.
- Snímky UAV se obvykle používají v malých dlaždicích, které je třeba georeferencovat, normalizovat a sloučit, aby se vytvořily použitelné mapy, což může být náročný a obtížný úkol.
- UAV podléhají právním předpisům, které se v jednotlivých zemích značně liší. Některé státy mají velmi málo omezení, zatímco jiné omezují lety nad živým provozem a obytnými oblastmi, což může bránit používání technologie UAV v globálním měřítku.
- Odborníci musí být plně přesvědčeni o přínosech této metody; je nutná změna myšlení, podpořená důkazy.

Předpoklady realizace

- Výzkum a inovace (zahrnující strojové učení) použití levnějších satelitních snímků s nižším rozlišením tak, aby mohly produkovat podobné výsledky jako dedikované diagnostiky.
- Lepší využívání a vývoj stávajících softwarových produktů, které využívají a analyzují údaje z dálkového průzkumu Země, např.:
 - Užití strojového učení; označování patternů a jejich zpracování.
 - Používání open-source algoritmů
 - Mezinárodní spolupráce a globální cloudová platforma pro zpracování big dat.
- Kombinace dat z leteckého a bezpilotního průzkumu s dalšími zavedenými technologiemi pro zlepšení utilizace těchto metod.
- Jasné a konzistentní právní předpisy týkající se používání bezpilotních letounů. To bude vyžadovat vnitrostátní a mezistátní dohody a právní předpisy.
- Jasnější demonstrace výhod dálkového průzkumu Země v praktických aplikacích.

Nástroje pro podporu rozhodování (DST)

DST transformuje vstupní data na informace pro podporu rozhodování a může se pohybovat od jednoduché tabulky až po vizualizaci v prostředí virtuální reality. Ve správě silnic se DST používají na všech organizačních úrovních: strategické (investice, politika, nová výstavba), provozní (údržba, návrh oprav) a provozní (plánování prací, řízení dopravy).

Trendy

- Systémy jsou stále schopnější využívat širší rozsah a větší objemy dat.
- Trend, že software je stále otevřenější a více interoperabilní, ovlivňuje návrh DST. I open-source řešení mají zvyšující se kvalitu (zejména v oblasti GIS).
- Existuje snaha kombinovat v rámci systémů "tradiční" cílená data (např. pasportizace majetku) s "novými" distribuovanými daty (crowdsourcing ze soukromých vozidel).
- Zvyšující se zkušenost správců DI a větší společenská očekávání znamenají, že analýzy musí brát v úvahu stále širší soubor cílů a parametrů (např. cíle v oblasti životního prostředí, autonomní vozidla). Zvyšuje se také poptávka po transparentnosti rozhodování o veřejné dopravní infrastruktuře.
- Je zkoumána umělá inteligence pro její využití při podpoře prognóz dlouhodobého stavu DI a analýzy obrazu.

Vize

- Prediktivní modely založené na AI se rychle zlepšují a budou hrát mnohem větší roli v DST, což povede k robustnější podpoře dlouhodobého plánování a rozhodování.
- Rozhodování bude stále více "holistické" a bude ukazovat širší škálu požadovaných výsledků, požadavků zúčastněných stran a vzájemných závislostí na křížovém hodnocení.
- Uživatelé budou moci plynule přejít na vizualizaci, která je pro tento úkol nejvhodnější: od abstraktních reprezentací až po vysoce přesný obraz reality. Rozšířená/virtuální realita poskytne nástroje pro dosažení výsledků ve vysoce interaktivním prostředí podporujícím návrh, plánování, simulaci a what-if analýzy.
- DST bude úžeji propojen s provozními/řídícími systémy, překlene propast mezi digitálním a fyzickým světem. To povede ke stále účinnějšímu a efektivnějšímu rozhodování, zvýší pravděpodobnost, že uživatelé dosáhnou svých cílů, a umožní stanovení širších a ambicióznějších cílů.

Výzvy

- Je to zvláštní výzva zejména pro silnice – při uvažování údajů souvisejících s tisíci kilometry silnic budou do systému vstupovat prostorová data v obrovských objemech.
- Lineární povaha pozemních komunikací komplikuje i další obvykle používané standardy – např. BIM.
- Problematika silnic zajímá velký počet „odborníků“, přičemž široká veřejnost sama o sobě představuje široký soubor názorů a potřeb. DST používané ve správě vozovek bude muset najít způsoby, jak zachytit a zohlednit širší rozsah požadavků zainteresovaných stran, než je tomu v současnosti.
- Neustále se zvyšující sofistikovanost rozhodovacího „prostoru“ vyžaduje, aby DST zahrnovalo rozšiřující se soubor dat, cílů a procesů. To nevyhnutelně přináší výzvy týkající se potřeby lepší integrace systémů, dat a pracovních postupů.

- Rostoucí složitost algoritmů používaných v DST, zejména algoritmů spojených s umělou inteligencí a strojovým učením, může vést k neefektivnímu nebo zkreslenému rozhodování, pokud není řádně zajištěna a ověřena kvalita výsledků.

Předpoklady realizace

- Standardy a nástroje, které pomohou při strukturování a propojování dat, budou nezbytné pro použití dat v DST. Mnoho takových snah již probíhá – viz například standardy IFC nebo projekty jako CODEC iniciativy CEDR.
- Pro vizualizaci bude důležité lépe propojit "světy" GIS a BIM, což umožní použití podrobných vizuálních dat přímo v prostředí prostorové analýzy.
- Aby bylo možné provádět složitější analýzy, bude muset být systematictěji integrována do DST kompletní sada nástrojů pro podporu rozhodování.

2.4 Návrh akčního plánu zavádění pokročilých technologií

Cílem této kapitoly je stručně popsat vybraná dílčí opatření, projekty a technologické inovace vzešlé z předchozí kapitoly implementovatelná do praxe v horizontu roku 2030.

Pro potřeby této kapitoly uvádíme jen stručný popis a potencionálního odběratele nebo uživatele.

Priorita vybraných opatření je vyhodnocena metodou MoSCoW a elementy z oblastí M a S jsou zařazeny do navrhovaného harmonogramu.

Využití sběru dat DTM k vybudování digitálního dvojčete komunikace

Vývoj algoritmů pro využití digitalizovaných dat DTM (osa komunikace, hranice tělesa komunikace) a zdrojových dat DTM (3D point cloud okolí komunikace) ke zpětné digitalizaci tělesa komunikace zejména zpětné stanovení návrhových prvků komunikace (přechodnice, oblouky, ...) tak, aby je bylo možno posoudit v kontextu daných standardů pro danou třídu komunikace.

Uživatel: ČÚZK, geodetické firmy, datové firmy.

Automatizace hlavních prohlídek z dat DTM

Cílem je vyvinout technologii, která za pomoci zdrojových dat DTM (3D) ze silnic automatickou analýzou posoudí splnění platných norem zejména v oblasti bezpečnosti. Jedná se zejména o rozhledové poměry (směrové a výškové vedení) a okolí komunikace (zdi, překážky, vegetace) v kontextu použití bezpečnostních zařízení (svodidla).

Uživatel: ŘSD, kraje (SÚS), města.

Inovace technologií pro vizuální prohlídky

Vývoj komplexu vybavení určeného pro montáž do vozidla správce infrastruktury, které umožní na základě dat z kamer, pozičního zařízení a případně lidarů zásadně usnadnit sběr informací o objektech infrastruktury, pokud možno za jízdy. Součástí řešení by měly být: automatická lokalizace, ovládání systému hlasem bez potřeby rukou, rozpoznávání okolních objektů pomocí umělé inteligence, rozpoznávání nesouladu aktuálního stavu se stavem předpokládaným nebo minule zaznamenaným.

Uživatel: ŘSD (SSÚD), kraje (SÚS), datové agentury.

Realizace prohlídek v rozšířené realitě

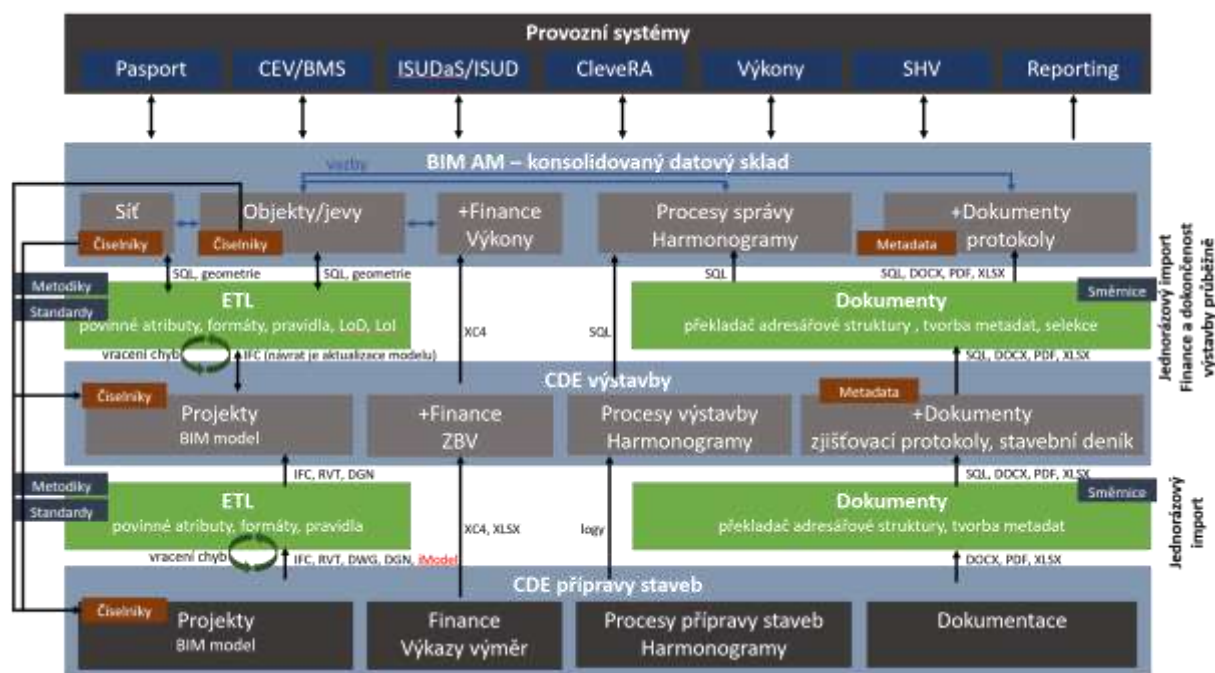
Cílem je vyvinout technologii, které umožní přesunout prohlídkovou činnost do virtuální reality. Vstupními daty jsou 360 stupňové kamerové snímky, data z lidarů, laserscanů případně LCMS. Systém by měl umožnit virtuální asistovaný způsob posouzení stavu infrastruktury. Jako vedlejší efekt by systém pracoval i v rozšířené (mixed) realitě a uživatelům v terénu promítal stav infrastruktury do průhledových brýlí nebo podobného zařízení. Uživatel: ŘSD (SSÚD), kraje (SÚS).

Koncepce a realizace komplexní digitalizace přípravy a realizace staveb

Vývoj komplexního systému zahrnujícího celou škálu procesů staveb – projektování, rozpočtování, výstavby, údržby a finančního managementu. Cílem není nutně vytvořit jeden univerzální systém, ale spojit díly od různých dodavatelů, definovat způsoby a formáty komunikace a umožnit sdílení a jednotný způsob interpretace dat v prostředí BIM.

Ve střednědobém horizontu by měl být systém přepracován tak, aby spojovacím prvkem jednotlivých modulů byly BIM objekty (IFC) modelů.

Uživatel: projekční firmy, realizační firmy, investoři, správci infrastruktury.



Obrázek 12: Schéma digitalizace procesů výstavby a údržby

Mikrodiagnostika tuhých vozovek

Vývoj algoritmů pro analýzu podrobných 3D dat povrchu betonových vozovek za účelem analýzy poruch. Jedná se zejména o defekty hran příčných i podélných, ulomené nebo poškozené rohy a vlastnosti a kvalitu zálevky.

Pro mikrotrhliny a další povrchové poruchy použít metod rozpoznávání obrazu a umělé inteligence.

Uživatel: správci silnic

MPD a spektrální analýza profilu jako indikátor hlučnosti

Ověřit a vyvinout možnost použití algoritmů spektrální analýzy plošného podélného profilu a korelovat výsledky s měřením hluku. Cílem je vyvinout technické řešení indikující hlučnost povrchu z 3D dat povrchu komunikace.

Nekontaktní měření mikrostruktury pro stanovení protismykových vlastností

Cílem úkolu je implementovat tak podrobný 3D sběr dat o povrchu komunikace, který umožní stanovení parametrů mikrostruktury povrchu a následnou simulaci valivých a brzdných jevů. Očekávaným výsledkem je stanovení protismykových vlastností vozovek bezkontaktním způsobem na základě podrobných 3D dat. Cílem výzkumu je i nalezení a ověření technologie umožňující sběr dat o povrchu v rastru cca 0.1 mm.

Včasná diagnostika asfaltů pro aplikaci tenkovrstvých preventivních opatření

Vývoj komplexu nástrojů a metodiky pro sledování raných projevů degradace živých povrchů tak, aby bylo možno v optimální dobu aplikovat preventivní opravy prodlužující životnost v podobě nátěrů, nástřiků a jiných levných tenkovrstvých oprav.

Při algoritmicizaci je třeba brát v úvahu rozdíl mezi porézními a neporézními asfalty a vymyslet metody jejich rozpoznávání.

Uživatel: správci komunikací.

Diagnostika betonových panelů pomocí TSD

Úkol zahrnuje interpretaci dat o průhybu zaznamenaných zařízením TSD (Traffic Speed Deflectometr) pro potřeby analýzy kvality betonové vozovky. Předmětem jsou zejména nesoudržnost betonových panelů, strukturální praskliny, ulomené rohy, defektní ložná vrstva a poškození kotev.

Uživatel: správci a realizátoři betonových vozovek.

Zapojení měření víceanténním GPR do plošných sběrů dat

Předmětem opatření je doplnění zařízení pro plošný sběr dat (typicky multifunkční diagnostické vozidlo) o schopnost snímat podpovrchové vlastnosti pomocí GPR (Ground-penetrating Radar).

Je třeba experimentálně ověřit místo a způsob uložení antén s ohledem na rušení metalických částí, zvážit použití ekvivalentních nemetalických (plastových) dílů.

Dále je třeba navrhnout vhodnou skladbu antén z pohledu hloubky penetrace a jejich množství v příčném směru s ohledem na optimální poměr cena / výkon výsledné analýzy.

Uživatel: správci komunikací, speciálně správci městských komunikací.

Přesné 3D zaměření pro automatizované vedení stavebních strojů

Vývoj metod pro cenově atraktivní 3D scan komunikace, který bude dostatečně přesný a podrobný pro automatizované vedení stavebních strojů – zejména fréz a finišerů.

Uživatel: stavební firmy, stavební dozor.

Pokročilá diagnostika retroreflexivity VDZ

Digitalizace vodorovného dopravního značení (VDZ) spočívající v certifikovaném měření retroreflexivity z projíždějícího vozidla bez omezení okolním osvětlením. Dále rozpoznávání různých typů dopravního značení (metodami umělé inteligence), jeho opotřebení nebo zanesení nečistotami.

Jako volitelný výsledek stanovení kubatury materiálu pro obnovu značení.

Uživatel: správce komunikace, realizační firma VDZ.

Digitální metody kontroly průběhu staveb

Navrhnout komplexní strukturu služeb a zařízení pro objektivní a automatizovanou kontrolu průběhu stavby vzhledem ke kubaturám použitých materiálů, tloušťkám položených vrstev apod.

Tyto metody musí následně automaticky a nezpochybnitelně předávat data do digitalizované evidence (stavební deník, měřičské protokoly).

Uživatel: stavební firmy, stavební dozor.

Rozvoj dopravního modelu a simulace

V dnešní době jsou modely dopravy zaměřeny na úlohy z oblasti řízení dopravy a dopravní obslužnosti.

Předmětem výzkumu je analyzovat možnosti užití modelu a simulace pro úlohy z oblasti oprav komunikací. Jedná se zejména o dopady případných uzavírek na plynulost dopravy, simulaci čekání v kolonách, stanovení ztrátových časů a diskomfortu řidičů.

Cílem je zapojit takovéto modelování do úloh plánování oprav tak, aby byla zachována v co největší míře dopravní obslužnost a komfort cestování.

Uživatel: ŘSD

Rozvoj systémů hospodaření

Rozvoj systémů prioritizace a plánování oprav zejména směrem k takzvaným netechnickým kritériím. Zvažovaná kritéria pro použití v rozhodovacích algoritmech:

- Odolnost sítě
- Doba strávená v kolonách
- Dopad zařízení stavby na životní prostředí
- Energetická náročnost použitých materiálů
- Dopad použitých materiálů na životní prostředí
- Eliminace hluku
- Dopad stavebního řešení na spotřebu pohonných hmot
- Bezpečnost

Uživatel: uživatelé systémů SHV – ŘSD, kraje, SFDI, MD.

Chytré SSÚD

Komplexní systém automatizovaného a digitalizovaného pracoviště správce komunikace.

Provázanost operativních, vykazovací a ekonomických systémů, předpovědi počasí, kontroly adekvátnosti, ...

Uživatel: SÚS, SSÚD

Pilot chytré dálnice

Navrhnout pilot chytré dálnice. Zvážit použití různých čidel – například geologických čidel, mrazových čidel ve vozovce, magnetických čidel. Dále umožnit datovou konektivitu, G5 konektivitu s vozidly.

Navrhnout metody energetické optimalizace provozu infrastruktury – sluneční kolektory, baterie, zbytkové vyhřívání vozovky apod.

Pilotní zaručeně zmapované úseky pro autonomní řízení

Cílem opatření je pilotně stanovit úseky vhodné pro autonomní vozidla, zmapovat maximum infrastrukturálních informací, stanovit četnost jejich aktualizace a případně jejich real-time sdílení s automobily.

Uživatel: MD, automobilky.

Auto jako senzor

Výzkum možností použití dat z asistenčních systémů vozidel (dešťový senzor, ABS, kamery, lidary, radary, ...) Definice standardů a komunikačních protokolů pro tato data, které dnes technicky nelze z auta odesílat.

Pokročilé metody analýzy dat z těchto zdrojů a jejich interpretace „silničářským“ způsobem – např. vyjádření dat o brždění ze senzorů ABS standardním parametrem F_p nebo obdobným. Spolupráce s výrobcí automobilů a nastavení technicko-obchodní architektury spolupráce se správci infrastruktury.

Uživatel: automobilky.

Prioritizace navržených témat metodou MoSCoW:

M Must have	- Automatizace hlavních prohlídek z dat DTM - Koncepce a realizace komplexní digitalizace přípravy a realizace staveb - Mikrodiagnostika tuhých vozovek - Ranná diagnostika asfaltů pro aplikaci tenkovrstvých preventivních opatření - Pokročilá diagnostika retroreflexivity VDZ
S Should have	- Využití sběru dat DTM k vybudování digitálního dvojčete komunikací - Inovace technologií pro vizuální prohlídky - Přesné 3D zaměření pro automatizované vedení stavebních strojů - Digitální metody kontroly průběhu staveb - Rozvoj dopravního modelu a simulace - Chytré SSÚD
C Could have	- Realizace prohlídek v rozšířené realitě - Nekontaktní měření mikrostruktury pro stanovení protismykových vlastností - Zapojení měření víceanténním GPR do plošných sběrů dat - Rozvoj systémů hospodaření - Pilotní zaručeně zmapované úseky pro autonomní řízení
W Won't have	- MPD a spektrální analýza profilu jako indikátor hlučnosti - Diagnostika betonových panelů pomocí TSD - Pilot chytré dálnice - Auto jako senzor

Přibližný harmonogram vybraných opatření kategorie M a S seřazený podle období výzkumných aktivit:

Opatření	Výzkum	Realizace
Automatizace hlavních prohlídek z dat DTM	2022	2024
Mikrodiagnostika tuhých vozovek	2022	2023
Ranná diagnostika asfaltů pro aplikaci tenkovrstvých preventivních opatření	2022	2023
Přesné 3D zaměření pro automatizované vedení stavebních strojů	2022	2024
Pokročilá diagnostika retroreflexivity VDZ	2022	2025
Využití sběru dat DTM k vybudování digitálního dvojčete komunikací	2023	2025
Chytré SSÚD	2023	2028
Inovace technologií pro vizuální prohlídky	2024	2027
Digitální metody kontroly průběhu staveb	2024	2026

Přibližný harmonogram vybraných opatření kategorie M a S seřazený podle období očekávané realizace:

Opatření	Výzkum	Realizace
Mikrodiagnostika tuhých vozovek	2022	2023
Ranná diagnostika asfaltů pro aplikaci tenkovrstvých preventivních opatření	2022	2023
Automatizace hlavních prohlídek z dat DTM	2022	2024
Přesné 3D zaměření pro automatizované vedení stavebních strojů	2022	2024
Využití sběru dat DTM k vybudování digitálního dvojčete komunikací	2023	2025
Pokročilá diagnostika retroreflexivity VDZ	2022	2025
Digitální metody kontroly průběhu staveb	2024	2026
Inovace technologií pro vizuální prohlídky	2024	2027
Chytré SSÚD	2023	2028

2.5 Závěr

Kapitola se v první analytické části věnuje stavu rozvoje silniční a dálniční infrastruktury a rozvoji systémů na ŘSD, tak jak k nim aktuálně dochází.

Druhá strategická část se věnuje novým možnostem propojení různých informací o stavu infrastruktury založených na dálkovém průzkumu, tradiční diagnostice, komunitním sběru dat a inovativních IoT čidlech do nového, komplexního systému pro podporu rozhodování, který umožní holistickým způsobem spravovat silniční infrastrukturu a automaticky reagovat na potřeby.

Třetí část navrhuje dvě desítky různých opatření, projektů a inovací. Tato opatření jsou v různých etapách stavu poznání problematiky od těch relativně prozkoumaných s potenciálem



k téměř bezprostřední implementaci až k těm, u nichž bude potřeba investovat do základního výzkumu.

Nicméně všechna představují pro technologické firmy v oblasti silničního hospodářství potenciál uplatnění nových technologií na trhu.

3. Oblast inteligentní dopravní systémy

3.1 Úvod

Cílem této kapitoly je analyzovat současný stav v oblasti inteligentního řízení v kontextu systému inteligentní dopravy a dále pak identifikovat, jakým způsobem zavádět tyto pokročilé technologie k horizontu let 2030, resp. 2050. Součástí je také návrh akčního plánu včetně jednotlivých kroků k jeho implementaci.

3.2 Hlubková analýza současného stavu

Smart traffic management a inteligentní infrastruktura

Celková situace

V posledních letech došlo k extrémnímu nárůstu komunikace vozidlo-infrastruktura a také k velkému nárůstu senzorů ve vozidlech. Nelze také zapomínat na velký nárůst výpočetního výkonu v procesorových systémech, které jsou a budou ve vozidlech implementovány pro komunikaci se systémy řízení dopravy v gesci měst a municipalit. Je zřejmé, že klíčovým benefitem bude v příštích letech právě real-time integrovaný management dopravy založený na data-driven řešeních. Řízení dopravy založené na tomto sdílení interaktivních dat bude přinášet výhody pro všechny účastníky. Zároveň vedení municipalit bude schopné lépe balancovat individuální potřeby občanů a zvyšovat efektivitu mobility právě skrz tato síťová řešení. To bude mít přímý vliv na centra řízení dopravy, kde bude možné mnohem lépe optimalizovat dopravu včetně sekundárního zvyšování její bezpečnosti.

Státní politiky v této oblasti by se tak měly zaměřit na odstraňování překážek, aby mohlo být dosaženo lepšího systému řízení dopravy v síťovém prostředí. To je velmi důležité s ohledem na poskytování lepší kvality života a pozitivní ovlivňování klimatické změny. V některých městech již tato řešení testují, a jsou plně integrována do C-ITS platform. Klíčem k úspěchu v této oblasti jsou spolehlivá reálná data, definovaná rozhraní mezi účastníky, harmonizované standardy pro služby infrastruktura-konečný uživatel, infrastruktura-infrastruktura a tak dále.

Klíčovými pojmy v této oblasti se pak stávají umělá inteligence, 5G a cloud computing. Na odborných fórech se začíná také vyskytovat výraz hyper-customizovaný přístup, který označuje velmi personifikované řešení pro optimalizaci dopravy z pohledu koncového uživatele.

V předchozích letech nebyl termín „inteligentní infrastruktura“ příliš viditelný a byl začleněn do jiných témat. Je zde ovšem souvislost s umělou inteligencí, strojovým učením a algoritmy pro generování inteligence na podporu síťových operací. Popsané postupy, které jsou již v některých městech součástí implementace, zahrnují plánování, predikci, modelování a řízení provozu.

Jednotlivé uvedené technické pojmy byly separátně realizované v různých zemích a městech. Umělá inteligence je také navrhována pro zlepšení detekce dopravního provozu. Všechny nové algoritmy strojového učení se budou opírat o údaje shromážděné stávajícími systémy, jako jsou CCTV a indukční smyčky. Tyto senzory nemusejí vždy poskytovat data v nejlepší kvalitě (viz praktické zkušenosti našich organizací jako TSK, BKOM atd.), takže pro dosažení přesných výsledků je zapotřebí kompenzovat algoritmy a verifikovat data.

Data se stávají velkým tématem v dopravě a je snadné pochopit proč. Je možné si představit budoucnost s větším množstvím dat, než s nimiž se lidé mohou vypořádat, což je problém nejen s kvantitou dat, ale také s kvalitou. V současné době, kdy jsou tyto algoritmy vyvíjeny, je považováno za důležité využít údaje shromážděné stávající infrastrukturou, aby se snížily náklady, ale je třeba si uvědomit, že modernizace infrastruktury by časem pomohla sekundárně také rozvoji AI. Značný počet dokumentů, které jsou v této oblasti publikovány, se týká vylepšení detekčních systémů včetně Bluetooth, radaru, lidarů a využití IoT, např. při zjišťování kvality ovzduší a povětrnostních podmínek a také pro detekci dopravy. Existují např. navrhovaná použití dronů k záznamu detailních pohybů vozidla po dobu 30 minut, aby se podpořila lepší přesnost mikrosimulačních modelů. To by však mohlo být v budoucnu také použito pro podporu autonomních vozidel (AV) v reálném čase, např. poskytováním aktualizací stavu u vážných incidentů.

Je také zřejmý akcent na doplnění silniční infrastruktury, která by poskytovala podporu AV a řidičům, což naznačuje, že AV nemohou úspěšně fungovat bez externích zdrojů dat. Týká se zejména detekce zranitelných účastníků silničního provozu (chodců a cyklistů). AV nevidí kulaté rohy kvůli budovám a jiné infrastruktuře, takže silniční infrastruktura detekující chodce i vozidla by mohla být použita k přenosu dat do vozidel. Taková řešení však vyžadují velmi rychlé zpracování a přenos dat, takže je zapotřebí lokální komunikační řešení, jako je 5G a „edge computing“ nebo ITS-G5.

Je zřejmé, že nelze spoléhat na alternativní metody, kdy se chodci a cyklisté „propojí“ a komunikují s vozidly, protože ne všichni mají zájem sdílet svou polohu/data za účelem zvýšení bezpečnosti (viz také problematika GDPR a její implementace).

Video analytické systémy CCTV jsou také citovány jako velmi užitečné pro detekci chodců a cyklistů. Tato technika se v současnosti používá pro údaje o zjišťování počtu, ale v budoucnu by mohla být použita pro i pro AV. Relevantní je také otázka – kdo by měl platit za silniční senzory? Pokud jsou pro AV nezbytné, měli by výrobci zařízení přispívat a přenášet náklady na uživatele? Je možné, že organizace státní správy by si nemusely samy do budoucna dovolit nést náklady na instalaci, takže by výrobci vozidel byli ochotni přispět, pokud by jejich vozidla byla bezpečnější? I tuto otázku bude třeba v ČR nějakým způsobem otevřít.



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



Obrázek 13: Testovací autonomní vozidlo

Stále aktuální je také tematika „on demand“ dopravy, jako jsou systémy reagující na poptávku nejen pro vnitřní města, ale také pro předměstí, protože tam není veřejná doprava tak efektivní. Většinou předkládané vize mají 4 fáze:

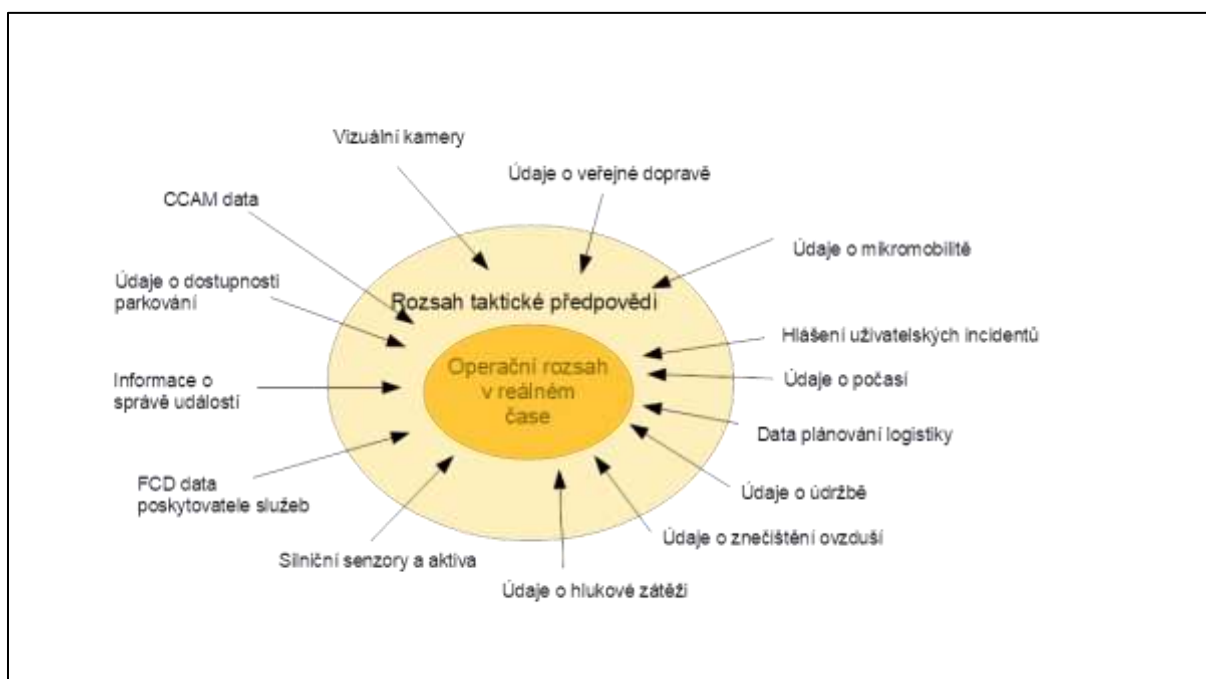
- Plánování
- Navrhování
- Implementace
- Monitorování

Bude také nutné začlenit i soukromé služby „na vyžádání“ do zbytku sítě, aby „mobilita jako služba“ byla komplexní. Tyto služby by měly být nákladově efektivní a pružné a měly by se zaměřovat na konkrétní a specifické uživatele. Uživatelé přicházejí v různých formách a množstvích, a proto by řešení na vyžádání neměla mít pouze digitální aplikaci, ale také analogová řešení, jako je použití telefonu k volání služeb na vyžádání pro seniory nebo ty, kteří nemají chytré telefony. On-demand služby by měly být zaměřeny na uživatele automobilů, aby bylo dosaženo cílů v oblasti změny klimatu a nízkých emisí. Pokud by totiž přilákaly pouze uživatele veřejné dopravy, nemělo by to v tomto směru (snižování emisí) velký dopad. Klíčovým zaměřením je ukázat uživatelům soukromých automobilů jiná, potenciálně lepší řešení pro jejich dopravu. Je považováno obecně za důležité zvážit způsoby, jak odradit od používání automobilů.

Aktuálně se velmi rychle posouvá kupředu vývoj C-ITS, aby se dostal dále a realizoval se v každodenním životě. Většina komunikačních metod odkazuje na podporu I2V / V2I, což naznačuje, že cestu vpřed poskytne kombinace komunikací – 5G, DSRC C-V2X. Zkušenosti z průmyslu ukázaly, že využití 5G bylo rychlejší než 4G a že 6G bude ještě rychlejší, což vede k předpovědi, že 40% všech prodejů připojených automobilů bude do roku 2025 zahrnovat 5G. Díky tomu bude velká část automobilů zranitelná vůči útokům, takže tematika kybernetické bezpečnosti inteligentních dopravních systémů relevantních pro toto téma infrastruktury bude velmi aktuální.

Zranitelní účastníci silničního provozu jsou také tématem dalšího výzkumu v oblasti ITS, zejména potenciál pro případy použití C-ITS pro chodce a cyklisty, například:

- Používání C-ITS s jinou technologií, jako je použití tepelné detekce zranitelných účastníků silničního provozu za účelem vytvoření zprávy zasílané palubním jednotkám (OBU).
- Použití statistických metod k poskytnutí pravděpodobnosti kolize s VRU a odeslání těchto zpráv do OBU.
- Byly vyvíjeny nové případy použití, jako jsou senzory na přechodech pro chodce, aby se zvýšila bezpečnost chodců.
- Vedle vývoje případů použití a jejich zkoušení jsou současně shromažďována data z průzkumů k určení chování uživatelů.



Obrázek 14: Vzájemné vazby v systémech struktury ITS

Chytrá města a řešení

Podstatou tohoto tématu jsou způsoby, jak řešit intenzivní poptávku po dopravě v městském prostoru – osobními a nákladními vozidly, aktivními režimy, jako je chůze a jízda na kole a také

parkování, a zároveň zkrátit dobu cestování pro celou komunitu, poskytnout optimální služby jednotlivým zákazníkům a zajistit lepší kvalitu ovzduší.

Dosažení úspěchu s těmito cíli je často popisováno jako „chytré město“. Pojem „chytré město“ byl vykládán jako zastřešující termín označující města využívající multimodální řešení mobility umožňující technologie včetně inovací ve veřejné dopravě, Mobilita jako služba (MaaS), Mobilita na vyžádání (MOD) a další. Téma chytrých měst a řešení pro občany je tedy širokou oblastí, která pokrývá řadu témat. Přestože „chytrá města“ pokrývají mnoho možných nuancí a interpretací, většina výzkumu se zaměřuje na úzký okruh témat souvisejících se soukromými vozidly, včetně hardwarových i softwarových řešení pro snížení dopravních problémů inovativními prostředky – ale obecně nikoliv tak, že by motoristy odklonila do jiných způsobů cestování.



Obrázek 15: Robotaxi a systém pro zásobování ve městech

Řada dokumentů z posledních let se rovněž zabývá inovacemi v oblasti využívání technologie ke shromažďování a analýze údajů týkajících se kvality ovzduší a emisí vozidel, aby bylo možné rozhodovat o dosažení cílů souvisejících s kvalitou ovzduší. Nicméně je třeba mít k inteligentním městům holističtější a celosystémový přístup. Je třeba zdůraznit potřebu věnovat větší pozornost rozmanitosti, dostupnosti, rovnosti a inkluzivnosti při plánování systémů mobility, například při řešení možného nasazení autonomních vozidel: AV pomohou splnit cíle veřejné politiky pouze tehdy, pokud budou sloužit jako sdílené vozové parky integrované s veřejnou dopravou.

Hlavními tématy z pohledu řešení jsou:

- **Pokročilé senzorové a monitorovací technologie** (pro sledování úrovně uhlíku a měření pokroku při snižování emisí).
- **Využití nízkoeenergetických senzorů** pro přenos dat a nástroje pro sběr dat a mobilitu.
- **Klimatické cíle a zapojení občanů** např. od dialogů o přijímání velkých dopravních projektů až po online účast a spoluvytváření zaměřené na rozvoj vizí mobility.
- Role dat v pokročilé správě mobility.
- **Zlepšení mobility a bezpečnosti pomocí ITS** je také tématem prací od budování prostředí šetrného k životnímu prostředí až po podporu řízení dopravy, návrhu a testování.
- **Geofencingová data** v reálném čase k posouzení účinnosti programů řízení poptávky nebo vytvoření aplikace s přístupným uživatelským rozhraním pro cestující se zrakovým postižením, aby si mohli ověřit informace o autobusech v reálném čase s cílem zvýšit pravděpodobnost, že cestující tranzit využijí.
- **Bezpečnější ulice** - přístup využívající existující data související s bezpečností k dřívější identifikaci rizik a zamezení nehodám za pomoci využití včasných varování nebo preventivních opatření.
- Politika a vztah politických a regulačních procesů s dopravními operacemi, technologickými řešeními a účinným cyklem zpětné vazby mezi zúčastněnými stranami, které pracují ve všech těchto oblastech, jsou poměrně významným tématem. Spojuje totiž technologická řešení s většími politickými cíli a nutnou změnou chování. Je zřejmé, že zejména data a postupy MaaS by měly být propojeny s většími cíli, aby se vytvořila chytrá města a řešení mobility více zaměřená na zákazníky.
- **Problematika BigData.** Problémy s daty jsou v rámci dopravního prostředí přítomny, ale velmi odlišně. Existuje obrovské množství údajů o provozu a cestování vozidly, které nemusí být dobře analyzovány nebo nemusí být možné je analyzovat kvůli financování nebo technickým omezením. Zároveň není dostatek údajů o pěších a cyklistických módech dopravy a o cestovních preferencích lidí, kteří chodí pěšky nebo jezdí na kole.

Chybějící přesná definice ITS způsobuje, že téměř každé řešení ITS lze považovat za přispívající k „chytřejšímu městu“, nikdo ale není způsobilý k tomu, aby řekl, kdy město splnilo cíl být „dost chytré“. Města by si měla vyměňovat poznatky o zavádění základních dopravních technologických řešení, jako jsou technologie pro monitorování provozu a vozových parků veřejné dopravy a systémy řízení parkování.

Města by měla zvážit integraci datových zdrojů a zpřístupnění dat vývojářům (např. General Transit Data Feed Specification nebo GTFS), aby je mohla začlenit do svých produktů (např. multimodální plánovači cest). Tyto strategie mohou přispět k tomu, co bychom mohli označit jako „chytřejší města“.

Navzdory větší dostupnosti některých druhů dat často existují mezery mezi sběrem dat a jejich přeměnou na použitelné informace.

3.3 Návrh strategie zavádění pokročilých technologií

Tato kapitola popisuje vizi, poslání a strategické cíle. ITS přináší významný pákový efekt pro ekonomiku, což rehabilituje investice do této oblasti. Mezi hlavní výhody inteligentních dopravních systémů, které vedou k obrovské transformaci dopravy, patří zvýšení efektivity a růst ekonomiky a zaměstnanosti. Díky řešením ITS se sníží množství dopravních problémů. V části vize a poslání strategického dokumentu je proto kladen zvláštní důraz na životní prostředí. A environmentální aspekt problému je v akčním plánu řešen jako samostatný strategický cíl. Protože jsou ITS postaveny na datové komunikaci mezi uživatelem, vozidlem, infrastrukturou a centrem, jsou nevyhnutelné investice do nové infrastruktury. Jakmile budou architektura a standardy ITS zcela připraveny, bude zajištěna integrace a interoperabilita a infrastruktura bude následně využívána účinněji a efektivněji.

Vize

Dopravní systém orientovaný na člověka a životní prostředí vybudovaný pomocí vyspělých informačních technologií.

Poslání

Vytvořit udržitelnou, produktivní, bezpečnou, účinnou, inovativní, dynamickou, k životnímu prostředí šetrnou inteligentní dopravní síť, která vytváří přidanou hodnotu a je integrovaná se všemi druhy dopravy s využitím nejnovějších technologií a také s využitím národních zdrojů.

Strategické cíle

Pro dosažení následujících pěti strategických cílů byly stanoveny akce, které pokrývají nejbližší cíle v oblasti ITS.

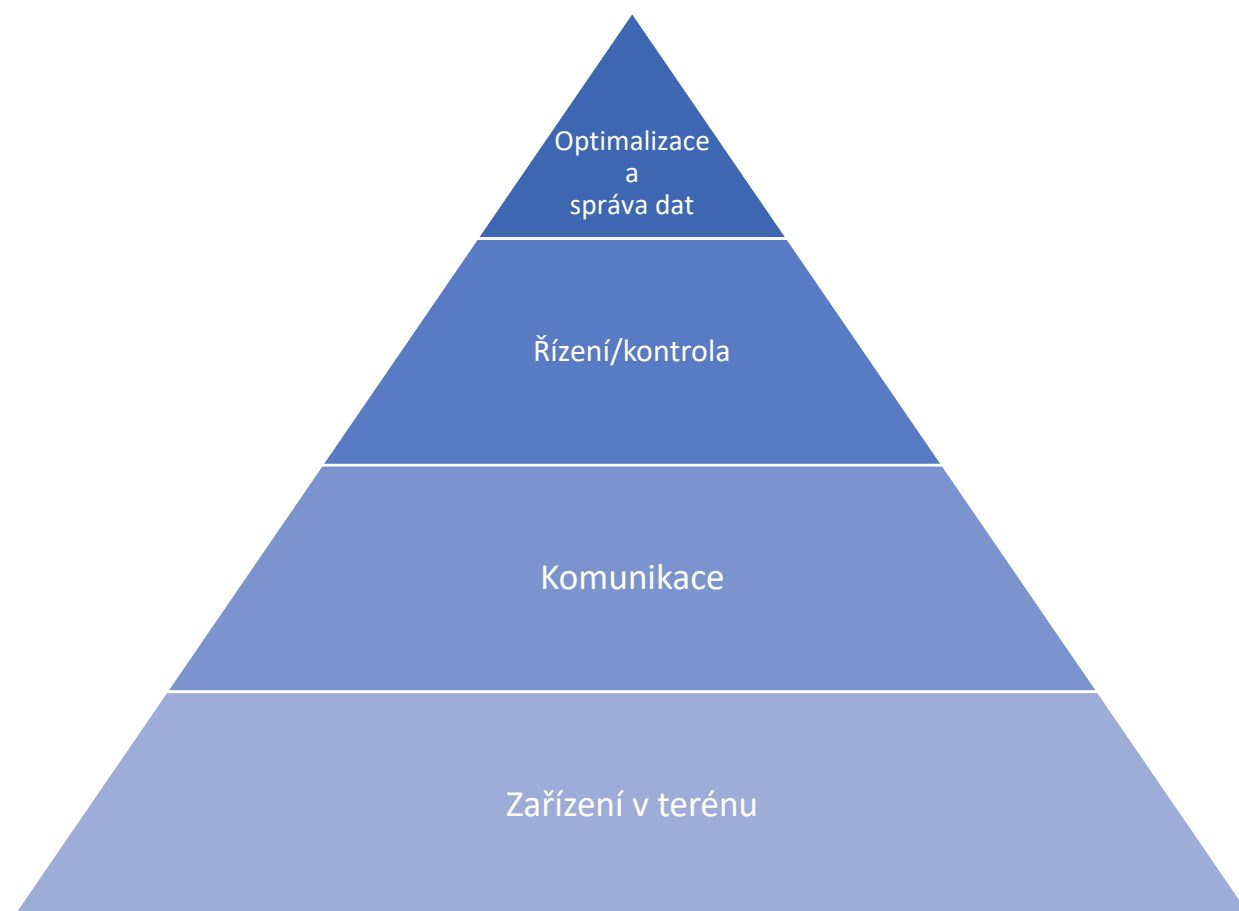
- Strategický cíl-1: Rozvoj infrastruktury ITS
- Strategický cíl-2: Zajištění udržitelné chytré mobility
- Strategický cíl-3: Zajištění bezpečnosti silničního provozu a řízení
- Strategický cíl-4: Vytvoření prostředí pro život a uvědomělé společnosti
- Strategický cíl-5 : Zajištění sdílení dat a zabezpečení
- Strategický cíl-6 : Podpora V&V v oblasti Inteligentních dopravních systémů

Dlouhodobé cíle

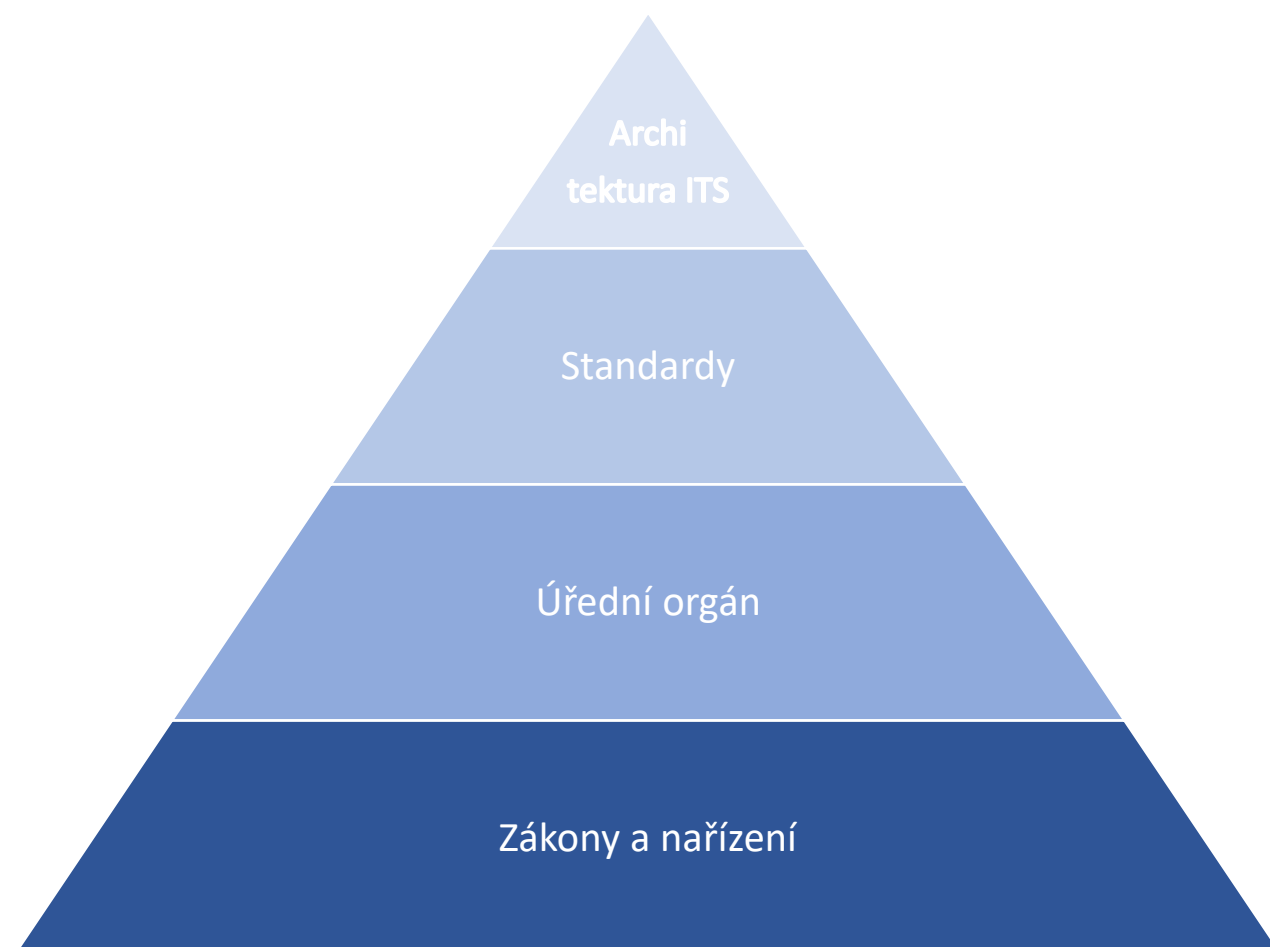
- Zajistit integraci všech druhů dopravy na základě rozvinuté architektury ITS a stanovených standardů.
- Zlepšit stávající infrastrukturu ITS a integrovat ji s nasazenými infrastrukturami C-ITS a rozšířit je po celé zemi.
- Rozšířit používání informačních a komunikačních systémů ve vozidlech a provádět studie o propojování s infrastrukturou.
- Provést přípravné studie k tomu, aby byla stávající infrastruktura vhodná pro autonomní řízení, podpořit plně autonomní vozidla a rozšířit jejich využití ve všech druzích dopravy.
- Provést legislativní studie o sdílení vozidel, mikromobilitě a podobných alternativních nových dopravních aplikacích.

- Rozšířit používání technologií Blockchain.
- Vytvořit síť IoT zahrnující komponenty ITS pro ukládání dat shromážděných z těchto komponent v prostředí velkých dat a jejich převod na analyzovatelná data a optimalizaci dopravní infrastruktury pomocí inovativních technologií v oblasti umělé inteligence, hlubokého učení, komunikace a podobných oblastech.
- Anonymizovat shromážděná dopravní data a využívat je pro výzkumy a vývoj inovativních aplikací.
- Zavádět postupy zaměřené na omezení dopravních zácp, jako je zpoplatnění kongescí, jízdní pruh s vysokou obsazeností, nízkoemisní zóna, flexibilní pracovní doba atd.
- Rozšířit využívání chytrých energetických řešení v oblasti ITS.
- Nasadit a rozšířit testovací a certifikační centra autonomního řízení, kde se provádějí funkční a provozní testy autonomních vozidel a poskytují certifikační služby.
- Šířit plány udržitelné městské mobility.

Akce, které budou provedeny k dosažení vize, byly naplánovány s přihlédnutím k základní funkční struktuře ITS. Tato struktura je znázorněna na obrázku.



Obrázek 16: Technická struktura ITS



Obrázek 17: Administrativní struktura ITS

Jak je vidět na obrázcích, k dosažení implementovatelného, efektivního a udržitelného ITS musí být důkladně definována technická a administrativní struktura. U nás je v provozu technická struktura ITS (kromě optimalizace a správy dat) v některých městech (Praha, Brno a další) a na infrastruktuře ŘSD. Posílení administrativní struktury ITS je důležité, protože zajišťuje integraci, účinnost a udržitelnost ITS.

3.4 Návrh akčního plánu zavádění pokročilých technologií

Splnění legislativních požadavků ITS

Pro předměty potřebné v oblasti ITS budou provedeny legislativní studie, které umožní efektivně a účinně řídit politiky a projekty ITS. Akce skládající se z jednoho implementačního kroku bude realizována ve spolupráci s přidruženými a relevantními institucemi ministerstva dopravy a dalších organizací. 75% akce bude dokončeno, když se příslušná legislativa bude blížit k fázi vydání, zatímco zbývajících 25% bude dokončeno, jakmile bude legislativa schválena. Lze konstatovat, že aktuálně platné dokumenty jako Akční plán rozvoje inteligentních dopravních systémů (ITS) v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050) a Dopravní politika České republiky 2021 až 2027 výhledem do roku 2050 nepokrývají všechny

oblasti z pohledu inteligentních dopravních systémů, zejména v oblasti typu systém vozidlo-vozdlo, vozidlo-infrastruktura a některé další. Tento nedostatek omezuje rozvoj, a to včetně návaznosti na běžící EU projekty typu C-Roads. Tyto oblasti by bylo velmi vhodné ještě více specifikovat v Národní strategii (přestože ve strategii 2021-2027 jsou již tyto systémy obecně zmíněny), protože některé další země se již přesouvají do implementační fáze.

Vývoj a publikování architektury ITS

Architektura inteligentního dopravního systému (ITS) je koncepční návrh, který definuje strukturu integrovaného ITS a způsob jeho fungování. Nejdůležitějším cílem architektury inteligentních dopravních systémů je zajistit integraci a interoperabilitu v aplikacích ITS dodávaných na národní nebo regionální úrovni a zabránit ztrátě nákladů a času tím, že se zabrání překrývání investic. Vypracování a zveřejnění návrhu architektury ITS zajistí dosažení tohoto cíle. Národní architektura ITS předloží vztah mezi standardy ITS, službami, funkcemi, technologiemi a daty. Architektura ITS také poskytne plán pro sdílení dat, správu a plánování. Tuto akci v rámci strategického cíle „rozvoj infrastruktury ITS“ bude provádět ministerstvo dopravy s ministerstvem životního prostředí, ministerstvem průmyslu a obchodu, univerzitami, nevládními organizacemi a municipalitami. Akce se skládá ze dvou implementačních kroků. V prvním implementačním kroku bude připravena národní architektura ITS. Pokud bude první implementační krok proveden do roku 2023, bude 50% této akce úspěšně dokončeno. Ve druhém implementačním kroku bude připraven národní uživatelský manuál architektury ITS. Pokud bude tato příručka zveřejněna do konce roku 2024, zbývajících 50% bude úspěšně dokončeno.

Identifikace a klasifikace standardů ITS

Normy publikované přímo i nepřímo o ITS budou uvedeny v seznamu vytvořeném pracovní skupinou pro standardy ITS. Poté budou tyto normy klasifikovány podle předmětů na základě tohoto seznamu a budou zpřístupněny uživatelům. Tuto akci bude provádět organizace pověřená ministerstvem dopravy, spolu s výzkumnými institucemi, nevládními organizacemi a metropolitními obcemi ve třech prováděcích krocích. První implementační krok má za cíl ustavit národní pracovní skupinu pro standardy ITS. Pokud bude implementační krok aktualizován v roce 2022, 30 % této akce bude úspěšně dokončeno. Ve druhém kroku bude 50% akce úspěšně dokončeno, pokud budou standardy ITS klasifikovány do konce roku 2024. Ve třetím kroku budou určené standardy zahrnuty do architektury ITS. Pokud bude tento krok akce dokončen do konce roku 2024, zbývajících 20 % akce bude úspěšně splněno. Jako součást této akce doporučujeme dopracování Národní strategie o začleňování systému vozidlo-vozdlo, infrastruktura-vozdlo, důraz na budování otevřených systémů jako ochrana proti Vendor Lock-in.

Rozmístění regionálních center řízení dopravy

Měření a sběr dat jsou důležitými otázkami pro řešení dopravních problémů měst. Řídící centra budou efektivně řídit městský provoz prostřednictvím vyhodnocování dat shromážděných z kamerových systémů, kritických křižovatek a průjezdů, navigačních a GPS zařízení vozidel a dalších podobných systémů. V krajských městech (pokud tomu tak již není) budou rozmístěna centra řízení oblastní dopravy. Tato centra umožní okamžité sledování dopravního proudu a dat o nehodách. Infrastruktura pro měření a pozorování dopravy bude vytvořena pomocí senzorů pro získání okamžitých dat o dopravním toku a pro budoucí plánování a předpovědi událostí.

Stávající centra řízení dopravy budou navíc přizpůsobena nejnovější architektuře ITS. Tato regionální centra řízení dopravy po nasazení zajistí výměnu dat s příslušnými středisky jiných institucí a organizací v souladu s architekturou ITS. Tuto akci budou provádět samosprávy ve spolupráci s ministerstvem dopravy, ministerstvem životního prostředí, ŘSD.

Zavedení u investorských organizací státu

Určit osobu/oddělení pro přípravu a řízení projektů výzkumu a vývoje, zavedení systému sdílení informací o možné participaci na výzkumu a vývoji mezi těmito odděleními. Dále ve všech investorských organizacích zavést na veřejných portálech sekci výzkumu a vývoje, která se bude zabývat potenciálními projekty a umožní výzkumně-vývojovým organizacím snazší kontakt s těmito organizacemi. Součástí je také zavedení transparentní reporting průběžně zveřejňovaný na výše uvedených portálech.

Na úrovni ministerstva dopravy pak vypracovat funkční portál pro podporu výzkumu a vývoje, což v současnosti nefunguje. Není tím rozhodně myšleno budování nějakého nového portálu, ale zprovoznění a funkční naplnění webových stránek ministerstva dopravy strukturovanými a užitečnými informacemi tak, aby všichni případní účastníci byli schopni se rychle dostat k potřebným informacím. Připadá samozřejmě v úvahu sdílení těchto informací přímo s Technologickou agenturou České republiky a další technická opatření, která tuto záležitost usnadní. Vybudovat a zpřístupnit krátkou databázi investorských i dodavatelských organizací v oblasti inteligentních dopravních systémů, která by usnadnila vzájemnou interakci, umožnila například při novém projektu v této oblasti automaticky oslovit teoretické dodavatele, popřípadě poskytovala další informace.

Zpřístupnit transparentní plán a soupis záměrů, kde budou jasně definovány priority státních organizací pro následující roky. Tyto informace jsou sice obsaženy v různých jiných dokumentech, ale strukturovaná možnost typu priorit, odpovídající výzkumný program, časový rámec atd. by celkovou přehlednost velmi usnadnila.

3.5 Závěr

V první části kapitoly je uvedena analýza současného stavu z pohledu inteligentních systémů řízení dopravy, kdy jsou definovány aktuální stavy v oblasti technologií a jejich výčet, který se v této oblasti v ČR týká. Následuje návrh strategie zavádění pokročilých technologií v oblasti inteligentních dopravních systémů, etapizace a příprava vlastního akčního plánu. Na základě aktuálních zkušeností ze zahraničí lze konstatovat, že Česká republika v oblasti reálné implementace a přípravy těchto systémů začíná mírně zaostávat a je nezbytně nutné, aby došlo v tomto směru k posunu. Důvodem tohoto zaostávání je celková skepse k elektromobilitě, což bohužel začíná mít vliv i na navazující systémy v oblasti inteligentních dopravních systémů, které s touto oblastí nepřímo, ale čím dál silněji souvisí. Je také znát, že ani v oblasti legislativní přípravy není na domácí půdě nějaká zvýšená aktivita, ale spíše se očekává koordinace v rámci EU a přejímání a koordinace legislativy z tohoto směru.

4. Oblast bezpečnost silničního provozu

4.1 Hlubková analýza současného stavu

Faktor bezpečnosti vozidlo

Asistenční systémy a problémy HMI (rozhraní člověk-stroj)

Vozidla jsou vybavována stále pokročilejšími asistenty a automatizací, která má za cíl snižovat zátěž řidiče, zvyšovat komfort a zvyšovat bezpečnost. To je dlouhodobě trvající trend, který před 15 lety začal s povinným vybavením nových vozidel systémem ABS (anti-lock braking system – systém proti blokování kol při brzdění), pokračoval se systémem ESP (electronic stability program - stabilizace vozidla při jízdách manévrech) a stále pokračuje, např. s povinností instalace inteligentního asistenta rychlosti (2022). Dalšími povinně zaváděným systémem v osobních vozidlech bude pravděpodobně autonomní nouzové brzdění před překážkou, který už dnes není u nových vozů vzácný, ale také není povinnou výbavou, to samé platí pro upozornění řidiče před objektem v mrtvém úhlu zpětných zrcátek. Jen autonomní brzdění před překážkou může podle IIHS (Insurance Institute for Highway Safety) snížit počet nehod tohoto typu o 40 procent. Předvojem povinného vybavování osobních aut těmito systémy jsou nákladní vozidla a autobusy, kde lze očekávat zavedení alkoholových zámků či asistentů jízdy v pruhu s detekcí selhání řidiče.

HMI (human machine interaction – návrh rozhraní mezi vozidlem a řidičem)

Vhodný návrh rozhraní bezpečnostních a komfortních asistentů je nezbytný pro jejich bezpečné využití. V současnosti v nových vozech stále převažuje trend přesunu ovládacích prvků na velkoplošné dotykové displeje, což je z hlediska bezpečnosti obecně problematický trend, zejména z důvodu vedení zraku mimo vozovku a ztrátu pozornosti. To lze alespoň částečně eliminovat automatickou asistencí jízdy v jízdním pruhu (vozidlo samo udržuje směrové vedení) a autonomním nouzovým brzděním (pokud by došlo k nebezpečné situaci). Jako extrémně problematické lze označit vybavení auta bez těchto asistentů výrazným digitálním rozhraním (týká se dnes zejména levnějších vozů). Do budoucna ale půjde v souvislosti s rozvojem polo-autonomního řízení o stále menší problém. Za obecně prospěšný lze označit rozvoj využití head-up displejů (HUD), které umožňují prakticky neustálé sledování situace před vozidlem, některé zdroje ale upozorňují i na potenciální problémy, zejména pokud by byl řidič přetížen úkoly při řízení, ze statistik ale nelze získat spolehlivé závěry – je ale logické předpokládat, že s větším množstvím zobrazovaných informací na HUD budou souviset obdobné problémy jako s větším množstvím informací na displejích uvnitř vozidla.

Dalším problémem rozhraní je využívání mobilních telefonů při řízení. Samotné ovládání elektronického zařízení při řízení není legální, ale většina vozidel implementuje rozšíření Apple CarPlay či Android Auto nebo jiné, které umožňuje ovládání telefonu skrze rozhraní vozidla. Ovládání telefonu právě skrze rozhraní vozidla by mělo teoreticky být bezpečnější, ale některé studie (včetně těch zpracovávaných na ČVUT FD) poukazují na stále neúměrné odvádění pozornosti od řízení při řešení sekundárních úkolů, např. zadávání do navigace, ovládání rádia a systémů HVAC (heating, ventilation, and air conditioning) či telefonování s hands-free.



Obrázek 18: Head-up display současného vozu (Audi Q4 e-tron, 2020) s rozšířenou realitou a navigací



Obrázek 19: Jednoduchý head-up display ve starším voze (Toyota Prius, 2009)

Omezení

Většina asistenčních systémů z podstaty své funkce skutečně zvyšuje bezpečnost dopravy. Pokud některý z nich způsobuje problémy, jde o chyby v implementaci, kvalitě systému, jeho ovládacího rozhraní a v neznalosti systému řidičem. Z toho důvodu mj. dlouhodobě doporučujeme, aby se základy těchto systémů byl seznámen začínající řidič v autošcole (na skutečném voze nebo alespoň na vozidlovém simulátoru), zkušený řidič při koupi/převzetí nového vozu s pokročilými asistenty. Ze zkušeností a rozhovorů se řidiči, kteří používají asistenty řízení víme, že jsou ve většině případů spíše nedůvěřiví a monitorují činnost automatizace, v situaci, kdy jsou unavení, nepozorní, nebo k selhání dojde náhle, mohou však stejně způsobit dopravní nehodu. Celá problematika řízení s asistencí je velmi komplexní téma, které souvisí s celkovou změnou paradigmatu řízení z řidiče-řidiče na řidiče-operátora, který zadává příkazy vozidlu, které je vykonává (např. „dosáhni rychlosti xy,“ „proved' změnu

jízdního pruhu“). V této oblasti dochází k rychlému vývoji, dále akcelеровaném díky využívání OTA (over-the-air) aktualizací a tím rychlejší implementace do vozidel. Současné vozy (Tesla, Daimler) tak dokážou např. autonomně měnit jízdní pruhy či reagovat na světelné signalizační zařízení, nejen přednosti v jízdě.

Aktuální využití ve vztahu k bezpečnosti (povinné vybavení)

Lze očekávat postupné rozšiřování různých asistentů, které budou povinně přítomné v nových vozidlech.

Autonomní řízení

Stav, využití, časový rámec zavádění

V současnosti je autonomní řízení používáno jen v několika omezených oblastech (komerční provoz autonomních taxi Waymo v Phoenixu, USA a testovací provoz taxi v San Franciscu, testovací provoz autonomních nákladních vozidel v Texasu; řada pilotních provozů autonomních minibusů – USA, Čína, Francie). Technická a ekonomická omezení zatím neumožňují masivní nasazení autonomních vozidel, běžné automobily odpovídají automatizaci úrovně dle SAE nejvýš 3, typicky 2 (řidič musí být stále připraven na korekci chyby systému). I přes silná marketingová prohlášení je nepravděpodobné, že by do roku 2025 byl některý výrobce schopen uvést na trh spolehlivý systém úrovně 4 a vyšší, což zároveň znamená, že do roku 2030 nebudou tato vozidla tvořit větší podíl v dopravním výkonu. Plnohodnotně autonomně řízené vozy ale v horizontu deseti a více let s velkou pravděpodobností přinesou významné zlepšení ukazatelů bezpečnosti provozu.

Elektromobilita, alternativní paliva a jejich vliv na bezpečnost

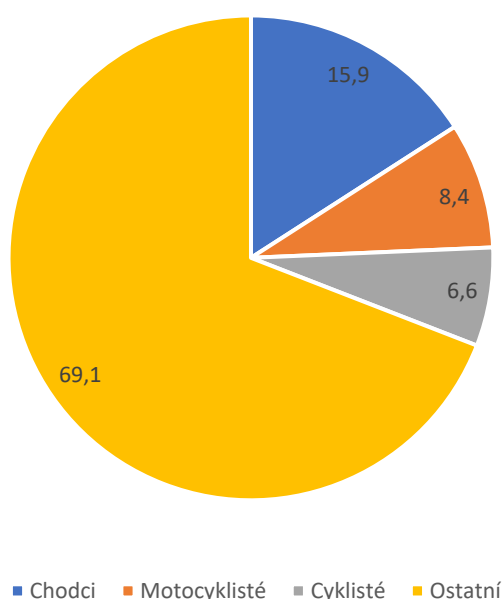
V souvislosti s rostoucím počtem BEV (Battery Electric Vehicles) je možné začít vyhodnocovat jejich vliv na bezpečnost silničního provozu. Obecně lze říct, že BEV poskytují posádce nadprůměrnou ochranu při nárazu (dle metodik Euro NCAP – The European New Car Assessment Programme i IIHS) – většinou jde o prémiová auta, která jsou průměrně bezpečnější než běžná vozidla a zároveň jsou o několik set kilogramů těžší než odpovídající vozy se spalovacím motorem. Tato hmotnost je zvýhodňuje v momentu nárazu tím, že posádka prochází menším zrychlením (zpomalením) na úkor lehčího vozidla. Zároveň je díky umístění baterie v podlaze níže umístěné těžiště, což zvyšuje ovladatelnost a snižuje pravděpodobnost převrácení vozu při nehodě. Vyšší bezpečnost BEV ale neplatí bez výjimky, např. Renault Zoe a Dacia Spring (v obou případech ročník 2021) dosáhly v Euro NCAP výjimečně špatných výsledků způsobených nedostatečnou pevností karoserie a špatného designu airbagů.

Přes mediálně zdůrazňované nebezpečí požáru akumulátorů nelze ze statistiky jednoznačně vyvodit, že je riziko požáru BEV vyšší než u vozů se spalovacím motorem. Statistiky spíše ukazují, že je riziko požáru po nehodě je několikanásobně nižší, ale kvůli nízkému průměrnému stáří BEV a jejich nízkému podílu nelze udělat spolehlivý závěr. Co se týká vozidel s pohonem na plyn (LPG - Liquefied petroleum gas, CNG - Compressed natural gas), opět nelze říct že by byly signifikantně méně bezpečné, a pokud dojde k požáru (nejčastěji z důvodu technické závady, nikoli nehody), nedochází k explozi.

Alternativní dopravní prostředky

Aktivní mobilita – pěší a cyklistická doprava

Pouze třicet procent usmrcených při dopravních nehodách v EU jsou řidiči či spolujezdcí v osobních automobilech – zbytek připadá na chodce, cyklisty a motocyklisty. V ČR je situace prakticky opačná – ve stejné době (2019) byl podíl chodců, cyklistů a motocyklistů na usmrcených osobách v součtu necelých 31 procent, zbytek připadal zejména na posádky osobních a nákladních vozidel. To zjevně souvisí s různou modalitou dopravního výkonu v různých zemích EU, např. v Nizozemí je v souvislosti s vyšším podílem cyklistické dopravy vyšší počet usmrcených a zraněných cyklistů (v absolutních číslech více než osob v autech).



Obrázek 20: Podíl aktivní mobility na usmrcených účastnících provozu v ČR (ostatní = zejména posádky OA)

Cyklisté jsou dlouhodobě skupina, která má vůči ostatním řidičům neúměrný podíl nehod pod vlivem alkoholu. Mezi řidiči, kteří byli v roce 2019 v ČR viníky dopravní nehody, bylo 4,3 % pod vlivem alkoholu. U cyklistů byl ale ve stejném období podíl 27,7 %. To je alarmující podíl, který ukazuje na nutnost soustředit se z hlediska bezpečnosti na dané téma. Tento trend se výrazně nezlepšil v pandemickém roce 2020, kdy byl podíl viníků dopravních nehod na nemotorových vozidlech pod vlivem alkoholu 25,4 % (a podíl na usmrcených osobách byl 30,8 %). Mezi chodci byl ve stejném roce podíl viníků dopravních nehod pod vlivem alkoholu 12,3 % podíl usmrcených 16,7 %.

Elektro-mikromobilita

Do této kategorie patří především elektrokola, elektrické koloběžky, ale i další dopravní prostředky (jednokolky, hoverboardy a další). K rozvoji těchto vozidel dochází zejména ve větších městech a s jejich provozem je spojena řada rizik. Všechna tato vozidla (do výkonu 250 W a max. rychlosti 25 km/h) jsou klasifikována jako jízdní kolo – tzn. jezdec se může pohybovat na veřejných komunikacích a cyklostezkách, nesmí jet po chodníku.

Problémem jsou také vozidla, která svými parametry porušují legislativně stanovenou mez (max. výkon 250 W a max. rychlost 25 km/h). Kromě toho, že je jejich výskyt na komunikacích

ilegální (k provozu se váží typicky nedodržovaná pravidla nutnosti homologace pro silniční provoz a pojištění), zpravidla představují pro jezdce vyšší riziko plynoucí z vyšší rychlosti a typicky neodpovídající ochrany jezdce; např. by bylo vhodné využít zpevněné ochranné oblečení pro motorkáře včetně chrániče páteře a motocyklové helmy. Na ilegální úpravy dlouhodobě upozorňuje i BESIP (oddělení Ministerstva dopravy ČR koordinující činnosti v oblasti bezpečnosti na pozemních komunikacích) a CDV (Centrum dopravního výzkumu), které uvádí, že více než 80 % z osob, které zemřely v důsledku nehody na elektrokole v letech 2017–2020, nemělo ani cyklistickou přilbu.

Čipy a problém bezpečnosti falšovaných dílů

Od druhé poloviny roku 2020 dochází k větším či menším problémům v dodavatelských řetězcích, přičemž největší problém pro výrobce automobilů představuje nedostatek výrobní kapacity elektronických čipů pro řídicí jednotky. Např. Volkswagen ve třetím kvartálu 2021 dodal o 24 procent méně vozidel než ve stejném období předchozího roku. Nedostatek čipů historicky vždy provázel extrémní nárůst v počtu padělaných čipů, které se dostávají do výrobního řetězce. Typicky jde buď o čipy, které byly vyřazeny při výstupní kontrole kvality, nebo (pokud to technicky lze) o staré recyklované čipy, již dříve používané, nebo jde o čipy, které jsou falešně označeny certifikacemi pro určité použití (vyšší teplotní odolnost apod.). Problémy se potom projevují typicky nižší životností, nestabilitou a neočekávaným chováním neodpovídajícím specifikacím. Tyto čipy (a potažmo další nedostupné díly) jsou dlouhodobě problémem pro řadu technických odvětví, od výpočetní techniky, přes medicínská zařízení, až po komponenty pro letectví a armádu. Problém s falešnými součástkami je spojen i s tragickými nehodami, např. pádem letu Partnair 394 v roce 1989.

Pokud jsou při výrobě automobilů či dalších systémů spojených s dopravou (řídicí systémy, senzorika...) používány falešné komponenty, problémy se projeví v horizontu několika let – zvýšenou chybovostí, selháními, potenciálně s důsledky pro bezpečnost. Vzhledem k tomu, že problému využití falešných součástek se nevyhnou ani extrémně kontrolované instituce jako armáda či NASA, nelze předpokládat, že by se totéž podařilo výrobcům v oblastech s vlivem na bezpečnost silničního provozu. Celkově jde ale zatím o problematiku s mnoha neznámými, u které nelze odhadovat důsledky na bezpečnost.

Faktor bezpečnosti řidič

Asistenční systémy

Nepochopení a neznalost omezení systémů, zavádějící marketing

Pro využití asistenčních systémů je nutné rozumět jejich charakteristice a omezením. Pro jejich bezpečné použití je nezbytné jednoznačné a správně navržené ovládací rozhraní. Problémem je také marketingové zaměňování asistenčních systémů a autonomního řízení, špatným příkladem je Tesla a její „Autopilot“, což je marketingové označení asistenčního systému s autonomií druhého stupně (vyžaduje neustálou pozornost řidiče a zásah v případě chybného jednání).

Výcvik a vzdělání řidičů

Začínající řidiči jsou dlouhodobě problematičtí z pohledu bezpečnosti silničního provozu. Faktorů, které jsou příčinou tohoto stavu, je více – nezkušenost, často menší osobnostní zralost a s tou související ochota riskovat, podcenění rizik. Jedním z faktorů, které mohou pozitivně či negativně ovlivnit začínající řidiče, je jednoznačně jejich výcvik. Ve zvýšení kvality výcviku mohou významně pomoci moderní pokročilé vozidlové simulátory, které umožňují v

bezpečných podmínkách trénovat nejenom rutinní úkoly, ale také rizikové situace s vysokou pravděpodobností nehody při chybné nebo pomalé reakci. Využití trenažérů pro výcvik řidičů není v ČR nová myšlenka, ale technologický vývoj a snižování ceny výpočetních a zobrazovacích zařízení v průběhu posledních let umožňuje praktické nasazení simulátorů, které jsou v mnoha ohledech (výpočty fyziky, vizualizace, interaktivita) kvalitativně srovnatelné s několika let starými špičkovými laboratorními zařízeními. Na moderních trenažerech je možné také předvádění marginálních a extrémně nebezpečných situací, jako např. nevhodně předjíždějící vozidlo v protisměru či pád stromu. Dále je možné aktualizovat výcvikové scénáře dle aktuálních problémů zjištěných ze statistik nehodovosti, např. nevhodné chování řidičů na železničních přejezdech či nebezpečné předjíždění cyklistů (nedodržování odstupu 1,5 metru, předjíždění v nepřehledném místě).

Řidič jako operátor

V posledním desetiletí lze sledovat posun celého konceptu řízení vozidla od skutečného řízení spíše k operátorskému ovládání, kdy řidič zadává pokyny, které vozidlo převede do akce. Tento problém se netýká zdaleka jen začínajících řidičů, ale všech, kteří přecházejí do moderního vozidla vybaveného (polo)autonomními systémy. Takový řidič pak může být např. překvapen nečekaným zásahem asistenta pro jízdu v jízdním pruhu, který aktivně zasáhne do řízení – to může realisticky představovat významné riziko pro bezpečnost jízdy v daném okamžiku. V tuto chvíli je pouze na osobní odpovědnosti řidiče, aby se v návodu k vozidlu seznámil s jeho systémy a znal jejich limity; je vhodné na tento problém upozorňovat přinejmenším při pravidelných školeních řidičů či při převzetí nového vozidla.

Distrakce, ztráta pozornosti

Nepozornost při řízení je zásadním problémem pro silniční bezpečnost. Jde o velmi komplexní problém s obtížným řešením, protože souvisí jak s návrhem vozidla, tak s lidským faktorem – řidičem – a jeho psychofyziologickými stavy, které je často složité sledovat, jako je např. únava, stres, otupělost z repetitivních úkolů a podobně.

Telefon za volantem, sociální síť

Se ztrátou pozornosti úzce souvisí používání mobilního telefonu. Jeho přímé používání za jízdy je nelegální (jde o elektronické zařízení, které není součástí vozidla), ale i nepřímé používání, např. i přes integrovaná rozhraní vozidla, může být problematické. Výsledky některých studií jsou vysloveně alarmující, ETSC (European Transport Safety Council) uvádí studii, ve které se 12 % řidičů v Nizozemsku přiznalo k tomu, že v průběhu posledního roku hrálo při řízení hry na mobilním telefonu. Podobný problém je používání sociálních sítí v průběhu řízení, ale obecně jde o širší celospolečenský problém s psychickými závislostmi, který se fakticky silniční doprava týká jen v důsledku a okrajově.

Faktor bezpečnosti infrastruktura

Technický stav infrastruktury ve vztahu k řidičům a autonomním vozidlům

Dobrá technická stav infrastruktury je zásadní součástí bezpečnosti silniční dopravy. Tento faktor je navíc čím dál důležitější z důvodu využívání asistentů řízení, které jsou méně schopné např. v rozpoznávání jízdních pruhů než lidský řidič. Dlouhodobě lze sledovat pozitivní trend v této oblasti, který se skládá z rozšiřování dálniční sítě, rekonstrukce nebezpečných úseků a křižovatek zjištěných analýzou nehodovosti, navrhování nových komunikací podle zásad

odpouštějící infrastruktury (nehoda nemusí mít následky na zdraví), ale stále je mnoho úseků silnic, které je třeba zlepšit.

Doprava ve městech, aktivní mobilita

Většina českých měst není příliš připravena na příchod aktivní mobility (tzn. masivní preference chodců a cyklistů na úkor IAD – individuální automobilová doprava). Dlouhodobě pomalu stoupá podíl cest vykonaných na kole, ale infrastruktura pro bezpečnou dopravu není příliš kvalitní. Důsledkem je nejen ohrožení cyklistů ze strany automobilů, ale také ohrožení chodců cyklisty, zejména v souvislosti s častým porušováním zákazu jízdy po chodníku. Tento problém bude ve městech v příštím desetiletí stále větší, zejména kvůli rozvoji elektrických prostředků mikromobility – koloběžek, jednokolek a podobně.

Poruchy infrastruktury

Dlouhodobě je potřeba věnovat pozornost bezpečnosti infrastruktury z hlediska poruch. To ukázal např. pád trojské lávky v zimě 2017 či série pádů mostů v Itálii, kde byla infrastruktura nedostatečně udržovaná i monitorovaná. I v ČR jsou významné stavby, např. Prackovická estakáda, které vyžadují dlouhodobou pozornost a při podcenění monitoringu by mohly katastrofálně selhat. Největším problémem v této oblasti je celkový rozměr problému, ve špatném a havarijním technickém stavu je v ČR téměř 3000 mostů.

Shrnutí současného stavu, silné a slabé stránky

Silné stránky:

- jasně definované cíle (na národní i evropské úrovni) a odpovídající vývoj legislativy,
- stále se zvyšující pasivní i aktivní bezpečnost vozidel na silnicích,
- průběžně se zlepšující stav infrastruktury,
- zvyšování podílu dopravního výkonu provedeného na dálnicích,
- rozvoj některých asistenčních systémů, které jsou prospěšné pro prevenci nehod (autonomní nouzové brzdění),
- v ČR oproti evropskému průměru relativně nízký podíl alkoholu a drog při dopravních nehodách (s výjimkou některých krajů a cyklistů),
- (nepřímo) průběžné snižování emisí z dopravy, které mají negativní vliv na zdraví.

Slabé stránky:

- zvyšování hmotnosti vozidel,
- zvyšující se podíl vozidel typu SUV, které jsou méně ohleduplné k ostatním (vozidlům i chodcům) při nárazu,
- zvyšující se podíl vozidel aktivní mobility, které inherentně poskytují menší ochranu řidiči/jezdci,
- rizika spojená se složitým rozhraním komplexních vozidlových systémů, odvádění pozornosti a využívání dotykových displejů,
- kybernetická bezpečnost, zejména v souvislosti se stále více propojenými systémy.

Nejistoty:

- Postupný rozvoj autonomního řízení



- Nerozpoznaná a nesledovaná rizika – např. možný problém s padělanými součástkami (čipy) či stav některých součástí infrastruktury (katastrofická selhání mostních konstrukcí; obecně jevy s malou pravděpodobností, ale velkými dopady)



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

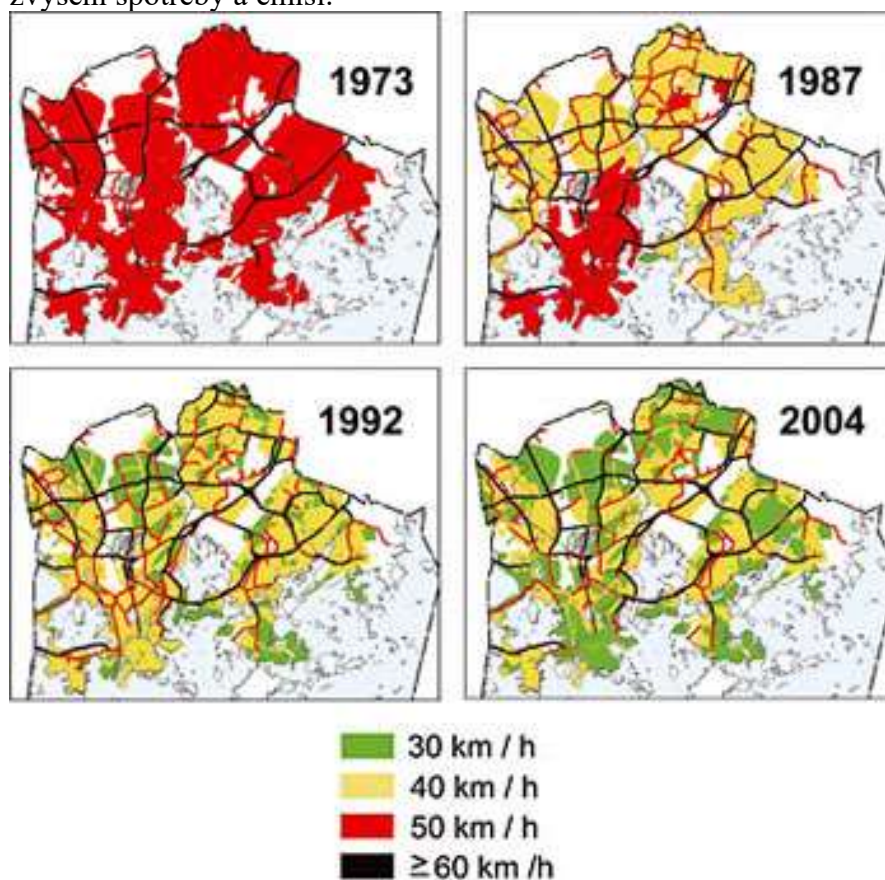


4.2 Návrh strategie zavádění pokročilých technologií

Projekty a technologie dokončené a aplikované k roku 2030

Aktivní mobilita, rozšíření zón 30

K roku 2030 je pravděpodobné široké rozšíření zón 30 (nejvyšší dovolená rychlost 30 km/h) v českých městech, podobně, jako je to aktuálně v Bruselu, Paříži či Bilbao. Data z Bruselu ukazují, že i přes zatím nepříliš spolehlivá data klesla nehodovost o jednotky procent, ale počet usmrčených o desítky procent. Pokud je doprava ve městě správně navržena a na sběrných komunikacích zůstává maximální rychlost 50 km/h, na směrově oddělených vícepruhových komunikacích i více, nedochází ani k signifikantním nárůstům cestovní doby. Vzorem takového města mohou být např. Helsinky, kde došlo ke snížení počtu usmrčených chodců v průběhu 40 let o 90 procent i přes zvýšení dopravy na trojnásobek. Rizikem je správná metoda implementace, např. nevytvářet cyklopruhy na frekventovaných sběrných komunikacích (Evropská, Modřanská či Bucharova v Praze, ale rozumně oddělit různé druhy dopravy dle maximální rychlosti, aktivní mobilitu preferovat na většině území města s výjimkou kapacitních vícepruhových silnic. Snížení rychlosti v konfliktních zónách mezi chodci a automobily má za následek mnohonásobný (až o 90 procent) pokles počtu usmrčených při kolizích OA (osobní automobil) × chodec. Zároveň s rozvojem hybridních vozů a BEV nedochází při snížení maximální rychlosti z 50 km/h ke snížení efektivity fungování pohonu a zvýšení spotřeby a emisí.



Obrázek 21: Vývoj maximální dovolené rychlosti v Helsinkách. Sběrné komunikace nejsou omezovány, na ostatních je maximální dovolená rychlost 30, nebo 40 km/h



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



Obrázek 22: Pražská opatření na podporu aktivní mobility. Cyklopruh na vysokokapacitní sběrné komunikaci, pruh připojující se zprava je poslední výjezd z dálnice D5 směrem do Prahy

MaaS ve městech

Už dnes existuje fakticky řada různých MaaS (Mobility as a Service) systémů ve městech. Klíčovou součástí mobility jako služby je veřejná hromadná doprava, která má v Praze podíl na přepravní práci 47 % v Brně 53 %. V řadě měst v ČR jsou k dispozici populární Rekola, či sdílená (elektro-) kola dalších firem, např. Nextbike a Bolt. V Praze je od letošního podzimu možné využít sdílená kola Nextbike a Rekola 4× denně po dobu 15 minut v ceně Lítačky (karta Lítačka je dopravní karta, která primárně slouží pro cestování v rámci Pražské integrované dopravy), takže se stala plnohodnotným a levným nástrojem pro krátké cesty či dojetí k zastávce MHD. Vyhodnocení užití bude možné až po delším období, ale pravděpodobně půjde o populární způsob dopravy – PID (Pražská integrovaná doprava) uvádí, že již měsíc po spuštění služby a zároveň na začátku listopadu, což není cyklisticky nejatraktivnější měsíc, zaznamenali až 1600 výpůjček za den právě na Lítačku.

Asistenty řízení ve vozech, pozornost při řízení

V roce 2021 jsou nová vozidla vybavena řadou asistentů řízení – standardem jsou minimálně protismykový asistent ABS, asistent stabilizace ESP či podobný, dále asistent nouzového brzdění (vyvine maximální brzdový účinek při detekci rychlého zmáčknutí brzdového pedálu; nezaměňovat s autonomním nouzovým brzděním), konvenční tempomat, nové vozy od příštího roku musí mít inteligentní asistent rychlosti (zařízení, které upozorní na překračování

maximální dovolené rychlosti). Mnoho vozů je vybaveno nad rámec těchto základních asistentů, zejména jde o:

- adaptivní tempomat,
- asistent jízdy v jízdním pruhu,
- systém autonomního nouzového brzdění,
- systém varování před objektem v mrtvém úhlu zpětných zrcátek.

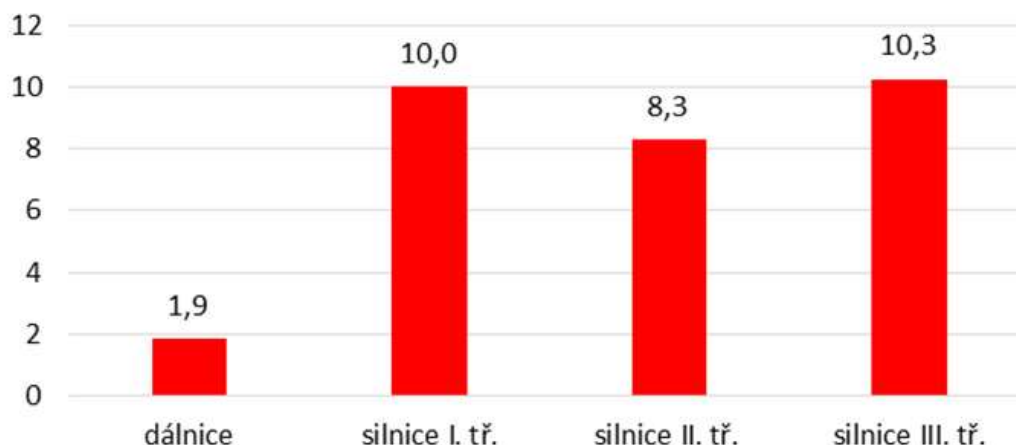
Většina asistentů reálně zvyšuje komfort řízení a přispívá k bezpečnosti, přestože v marginálních situacích a při špatném užití mohou mít negativní efekt (typicky pokud jsou využívány jinak, než je předepsáno výrobcem). Řízení vozidla se postupně s rozvojem asistentů mění z taktického způsobu řízení (faktické ovládání směrového a podélného pohybu vozidla v reálném čase) na řízení strategické, kdy řidič zadává příkazy, co má vozidlo vykonat, a to je následně (po zkontrolování, zda je daný příkaz bezpečný) vykoná. Nejpokročilejší vozidla současnosti už jsou např. schopna samočinně měnit jízdní pruh, či reagovat na světelné signalizační zařízení, dále také dokáží aktivně řídit vozidlo např. při detekci hrozcí boční srážky při souběžné jízdě. Tyto asistenty budou v horizontu 10 let běžným standardem v obyčejných automobilech, řada z nich bude pravděpodobně přímo předepsána jako povinná výbava osobních automobilů. Přináší významný potenciál zvýšení bezpečnosti dopravy, protože v případě správné implementace dokáží eliminovat řadu nehod, které vzniknou z nepozornosti (což je průměrně přibližně polovina všech dopravních nehod). Zároveň bude možné s uvedením asistenčních systémů autonomního řízení třetího a vyššího stupně využívat čas při řízení jiným způsobem než aktivním monitorováním situace. Podmínkou bezpečného přechodu k poloautonomnímu řízení je ale správný návrh asistenčního systému, včetně návrhu jeho rozhraní, vzdělávání řidiče o omezeních systému a dlouhodobý dohled a kontrola nad systémy, zejména v souvislosti s OTA aktualizacemi a rychlým verzováním autonomních asistentů; např. vozy Tesla jsou aktualizovány v průměru častěji než 1× měsíčně.

Statistiky nehodovosti dlouhodobě ukazují na problém nepozornosti při řízení. Nepozornost má řadu příčin a řadu projevů, např. nevěnování pozornosti řízení při ovládání některých systémů vozidla (rádio, HVAC, navigace), psychická zátěž (rozhovor vč. telefonického, stresová či emotivní zátěž) či únava. Je principiálně složité měřit v reálném čase psychickou zátěž řidiče, a proto je i složité prevence nehod způsobených tímto faktorem. Prakticky je tak možné postihovat jen nedovolené ovládání elektronických zařízení, např. mobilního telefonu. S rozvojem autonomních bezpečnostních asistentů řízení očekáváme významný pokles počtu nehod způsobeného nepozorností, protože v případě dočasného selhání řidiče jej nahradí automatizovaný systém, který buď provede správnou korekci, nebo uvede vozidlo do bezpečného stavu (zastaví na kraji silnice a aktivuje výstražná světla).

Rozvoj infrastruktury mimo obce

Zvýšení bezpečnosti jednoznačně pomáhá zvyšování podílu dopravy na dálnicích, ve srovnání se silnicemi první třídy je relativní počet usmrcených o více než 80 procent nižší (Obrázek 23).

Počet usmrcených/mld vozkm (2017)



Obrázek 23: Počet usmrcených na miliardu ujetých vozokilometrů v ČR na různých kategoriích komunikací (data z roku 2017)

Celkový rozvoj infrastruktury je definován v dokumentu *Národní koncepce realizace politiky soudržnosti v ČR po roce 2020, podklad pro dohodu o partnerství 2021–2027*. Z pohledu bezpečnosti dochází průběžně k významným zlepšením, zejména přestavbou vysoce rizikových křižovatek a rozšiřováním dálniční sítě a obchvatů měst. Do roku 2030 by měla být vybudována základní dálniční síť v ČR, včetně D0. Infrastruktura v dobrém technickém stavu je důležitá i pro správnou funkci asistentů řízení na bázi videodetekce a pro systémy autonomního řízení. Pokud to umožňuje situace, součástí rekonstrukcí komunikací je kromě zvýšení přehlednosti a srozumitelnosti také vybavení různými objekty, které zlepšují pasivní bezpečnost (snižují následky neodvratné nehody). Mezi ty patří zejména zařízení pro pohlcování nárazu, které je vhodné umístit všude, kde vozidla jedou vyšší rychlostí okolo pevných překážek (typicky mostní pilíře). Podobnou úpravou je náhrada lanových svodidel, která jsou nebezpečná zejména pro motocyklisty, popř. v motocyklisty frekventovaných úsecích silnic přidavné spodní pole svodidel snižující pravděpodobnost zranění motorkáře, který po pádu klouže po vozovce do sloupku svodidla. Největší počet úmrtí bylo v roce 2020 po nárazu do stromu (celkem 65, tzn. více než 10 procent celkového počtu zemřelých a více než polovina zemřelých na následky nárazu vozidla do pevné překážky). Z ekologických, krajinářských a kulturních důvodů není vhodné (a často ani možné) odstraňovat aleje stromů u silnic. V místech, kde vede komunikace s menší dopravní zátěží alejí, je vhodné omezit maximální rychlost vozidel na 70 km/h, ve které je v moderních vozidlech nízká pravděpodobnost vážného zranění i při přímém nárazu. U frekventovaných komunikací historické vedení alejí již stejně nepostačuje dalším požadavkům na provoz (rozhledové poměry, směrové a výškové vedení komunikace) a proto je vhodné uvažovat o alternativním vedení komunikace.

Detailně řeší rozvoj infrastruktury dokument *Rozvoj dopravní infrastruktury do roku 2050*

Snížení počtu nehod a usmrcených v souvislosti s alkoholem v krvi

V roce 2020 bylo 4,8 % řidičů motorových vozidel, kteří způsobili dopravní nehodu, pod vlivem alkoholu. Při těchto nehodách ale zemřelo celkem 9,6 % ze všech usmrcených při dopravních nehodách. Zároveň je v datech jednoznačně vidět prudce stoupající křivka vlivu na bezpečnosti jízdy v závislosti na hladině alkoholu v krvi (Obrázek 24).



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



Nehody zaviněné pod vlivem alkoholu nebo jiných návykových látek;; rok 2020		+ / -		+ / -
Alkohol u viníka do 0,24‰	163	8	1	-4
Alkohol u viníka 0,24 až 0,5‰	284	-41	3	1
Alkohol u viníka 0,6 až 0,8‰	250	-36	7	6
Alkohol u viníka 0,8 až 1,0‰	191	-18	3	2
Alkohol u viníka 1,0 až 1,5‰	671	1	10	2
Alkohol u viníka 1,5‰ a více	2 872	-51	22	-8
Alkohol a drogy	55	-4	4	-2
ALKOHOL CELKEM	4 486	-141	50	-3
DROGY CELKEM	261	-8	12	3

Obrázek 24: Nehody zaviněné pod vlivem alkoholu nebo jiných návykových látek, 2020

Do roku 2030 očekáváme povinnost vybavovat v některých případech vozidla alkoholovými zámky, které neumožní nastartovat vozidlo v případě, že bude přítomný v dechu řidiče alkohol. Dle vývoje v evropských zemích půjde v první řadě o autobusy, nákladní vozy a o osobní automobily řidičů, kteří byli přistiženi při jízdě pod vlivem alkoholu. S velkosériovou výrobou těchto komponentů a poklesem ceny lze postupně čekat nasazení do všech vozidel, ale v delším časovém horizontu, než je rok 2030. Alkoholové zámky ale nepomohou s problémem cyklistů pod vlivem alkoholu, kteří dlouhodobě čtvrtinu až třetinu zaviněných nehod způsobí nestřízliví. Zároveň přibližně ¼ cyklistů umírají při nehodách, kteří zaviní sami, což dále zvyšuje potřebu věnovat se tématu jejich bezpečnosti a vymáhání platných dopravních a technických předpisů.

Vize dopravy v roce 2050, aktuální cíle deklarované k 2050

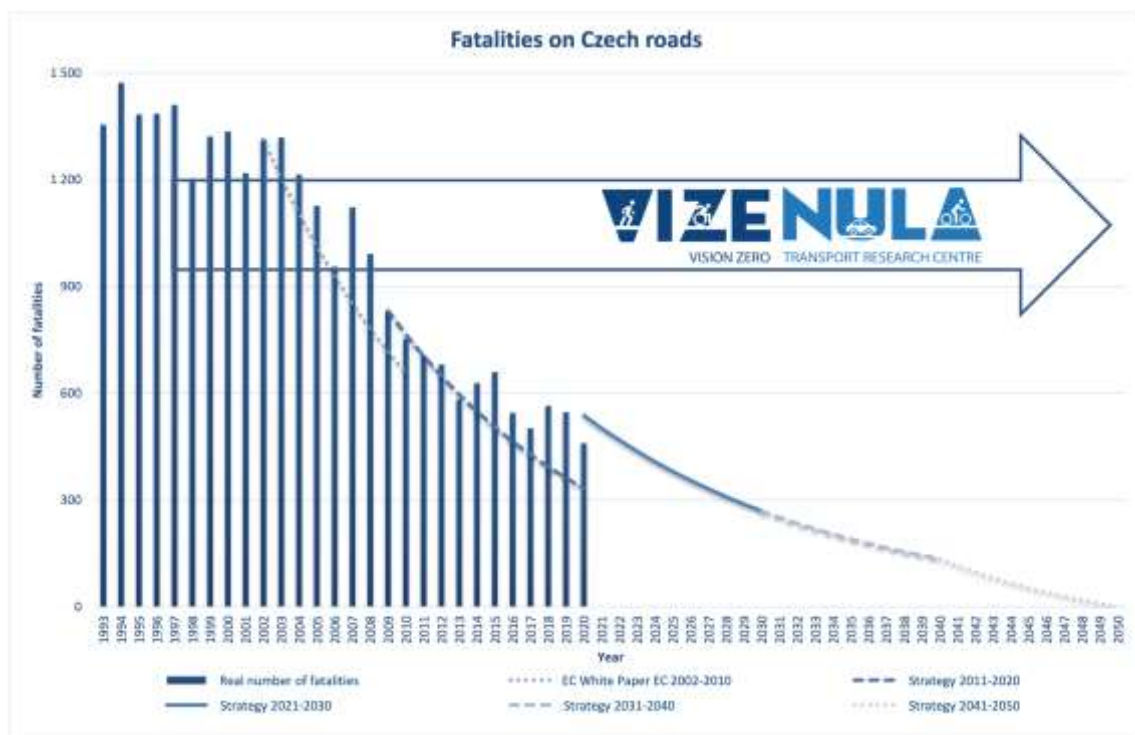
Dlouholeté prognózy lze stanovit jen s omezenou mírou pravděpodobnosti a není vyloučené, že dojde k vědecko-technickým, politickým, či sociálně-kulturním disrupcím, které jsou mimo rámec této studie. Konzervativně lze předpokládat, že potřeba osobní mobility v roce 2050 bude spíše menší než dnes. Oproti 29 let vzdálenému roku 1992 je možné podstatně více lidských činností a interakcí vykonávat vzdáleně, po internetu, jehož možnosti a důsledky byly těžko předvídatelné (ČSFR se k internetu připojila v roce 1991). V roce 2050 může být velká část práce automatizována a prováděna roboty, lidský kontakt zůstane spíše jen u zaměstnání, kde právě přítomnost člověka tvoří přidanou hodnotu. Zároveň většina mezilidských kontaktů může probíhat virtuálně, např. prostřednictvím metavers (kolektivní 3D kyberprostor, ve kterém jsou lidé schopni vzájemně interagovat na analogicky srovnatelné úrovni s reálným prostředím). Naopak lze předpokládat, že příliš nepoklesne mobilita spojená s cestovním, sportem a osobním kontaktem mezi rodinou a přáteli. Městská doprava bude v souvislosti vývojem urbanismu pravděpodobně více než dnes tvořit autonomní aktivní mobilitou (pěší, cyklisté) a elektrifikovanou mikromobilitou (otevřená či uzavřená jedno či dvoustopá vozítka, možná s určitou úrovní autonomní jízdy). Automobily budou ve městech spíše výjimečné, což nebude platit pro venkov, kde budou automobily stále důležité pro mobilitu jednotlivce. Není pravděpodobné, že by je plošně plnohodnotně nahradily systémy MaaS, protože zde nedochází k takové úspoře z rozsahu, jako ve městech. Je těžké odhadnout míru urbanizace v roce 2050, protože proti sobě stojí silný faktor objektivně vyšších nákladů na život v samostatném domě

(cena energií za 30 let může být mnohonásobná oproti dnešku, navíc proti stavbám na venkově mohou vzniknout ekologické tlaky) a silný faktor snížení nutnosti studia a práce ve velkém městě. Tento faktor po stovky let zvyšoval urbanizaci a zároveň způsoboval odliv talentovaných a schopných lidí z venkova.

V souvislosti s celkovým poklesem poptávky po osobní mobilitě lze předpokládat nižší vytížení komunikací, ať už budou vypadat jakkoli a s tím související přirozený pokles dopravních nehod. Zejména je možné, že se zploští křivky zatížení komunikací v průběhu dne, dopravní špičky budou delší v čase a méně intenzivní. Do roku 2050 už lze spolehlivě předpokládat nástup prakticky zcela autonomních vozů, což je další faktor, který změní potřeby vlastnictví osobního vozu – pokud sdílené vozidlo může přijet na žádost kamkoli samo, řeší to spoustu problémů se sdílenými vozy (nerovnoměrné vytížení, servis, možnost centrálního odstavení v čase menší poptávky, zábor parkovacích míst). Autonomní vozidla mají potenciál snížit počet dopravních nehod a jejich negativních aspektů téměř na nulu. V souvislosti s městskou mobilitou a sportem bude pravděpodobně stále silná cyklistika, ať v kombinaci s elektroasistencí, či bez ní. Nehody cyklistů (samonehody bez dalších účastníků, nehody s chodci) budou stále vytvářet nezanedbatelné množství zraněných a usmrcených. Výrazný vliv na počet smrtelných zranění lze sledovat v Nizozemsku v souvislosti s elektrokyky a jejich použitím seniory, kteří zároveň mohou jet rychleji, než pouze vlastní silou a zároveň je starší člověk podstatně snáze zranitelný. Problém se snahou snížit počty zraněných a zemřelých bude podobný u motocyklistů – sice existují koncepty autonomních motocyklů, ale dá se předpokládat, že nebude velká ochota jejich přijetí v komunitě, kde se jízda samotná považuje nejen za kratochvíli a sport, ale lze ji vnímat jako projev osobní svobody. Zároveň současné studie zaměřené na srovnání elektrických a konvenčních motocyklů nepředpokládají, že změna pohonu přinese snížení nehodovosti či následků nehod. Realistickou vizi budoucích motocyklů nedávno představilo BMW v konceptech CE 02 (koncept malé elektrické motorky do města) a Vision AMBY (vizionářské dvoukolové řešení pro městskou mobilitu), které spojují bateriový pohon a geofencing – omezení maximální rychlosti a výkonu dle geografické polohy. V centru města tak stejná motorka poskytuje spíše výkon elektrokola s maximální rychlostí 25 km/h. Tento princip není nový, už v roce 2007 ho využil Nissan u modelu GT-R, který má nastavený omezovač na 180 km/h a pouze, pokud rozpozná svou polohu na některém ze závodních okruhů, může dosáhnout až maximálních 315 km/h. Celkově předpokládáme, že dojde k poklesu těžce zraněných a usmrcených při dopravních nehodách přibližně o 70–80 procent. Pokles o 90 a více procent je při zachování podobného dopravního výkonu, jako je dnes, považujeme za nerealistický, přestože je součástí většiny dlouhodobých dokumentů (Vize nula).



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



Obrázek 25: Vize nula. Plánovaný pokles usmrcených při dopravních nehodách v ČR

4.3 Návrh akčního plánu zavádění pokročilých technologií

Dokumenty Evropské komise týkající se bezpečnosti dopravy

Nejdůležitějším dokumentem, který nastavuje směřování cílů a témat ke zvýšení bezpečnosti silniční dopravy, je dokument EK *EU Road Safety Policy Framework 2021-2030 – Next Steps towards “Vision Zero”*. Do roku 2030 by podle tohoto dokumentu měl klesnout počet těžce zraněných o 50 procent vůči roku 2020, analogicky k tomu, jako bylo cílem předchozího strategického dokumentu *Road safety: Policy orientations on road safety 2011-20*, pokles usmrčených při dopravních nehodách o 50 procent mezi lety 2010 a 2020 (tento cíl nebyl v žádné ze zemí EU naplněn, nejbližší se dostalo Norsko).

EU Road Safety Policy Framework 2021-2030 – Next Steps towards “Vision Zero” definuje principy a KPI (klíčové metriky - Key performance indicator), podle kterých je třeba sledovat vývoj stavu bezpečnosti dopravy v EU. Prvním principem je přijetí konceptu „Vize nula“, která v podstatě vyžaduje zvyšování bezpečnosti za každou cenu, nejde ve své podstatě o analýzu nákladů/užitku. Druhým principem je „safe system“, který určuje způsoby zvýšení bezpečnosti u jednotlivých faktorů bezpečnosti (řidiči, vozidla, infrastruktura, práce IZS – integrovaný záchranný systém). Třetím je zaměření se na nové trendy a problémy, je zde zmiňován problém distrakce při řízení, nástup konektivity a automatizace v dopravě. Dalším principem je snaha o využití synergií mezi novými metodami mobility a dalšími cíli EK (Evropská komise) – je uveden příklad, že sdílené elektrokoloběžky mohou být bezpečnější, pokud bude ve městech omezena IAD, což zároveň sníží produkci CO₂. Z českých statistik nicméně vyplývá, že za většinu zranění z cyklistiky (a koloběžek) může jezdec, nikoli automobily. Posledním principem je snaha o větší genderovou rovnost, např. využití figurín, které napodobují mechaniku ženského těla.

Safe system

Safe system (systémová bezpečnost) předpokládá, že dopravní nehody s vážnými následky nejsou nevyhnutelnou cenou za mobilitu. Navazuje na již implementované principy komunikací a systémů odpouštějících chyby – z důvodu lidského faktoru je část nehod nevyhnutelná, ale neměly by mít vážné důsledky. Infrastruktura by měla být sledována proaktivně – v současnosti jsou problémy řešeny reaktivně (typicky sledování míst s největším počtem nehod). Komunikace by měly mít vlastní audit bezpečnosti, v první řadě ty, které patří do sítě TEN-T (The Trans-European Transport Network), metodologie by měla být dodefinována mezi členskými státy a EK. Zásadním faktorem pro bezpečnost komunikace je přehlednost, čitelnost a dobrý technický stav – retroreflexní dopravní značení, čisté a viditelné vodorovné dopravní značení. Všechny tyto součásti jsou důležité i pro budoucí autonomní vozidla a správnou funkci současných asistentů řízení. Vozidla jsou další důležitou součástí systémové bezpečnosti – zatímco v posledních desetiletích se výrazně zvýšila pasivní bezpečnost, v současnosti se bezpečnost zvyšuje pomocí implementace asistentů, které mají za cíl snížit počet nehod, případně těsně před nehodou minimalizovat její následky (typicky autonomní nouzové brzdění). Určité bezpečnostní asistenty by měly být pro nová vozidla povinné (některé již jsou) – autonomní nouzové brzdění, kontrola stability vozidla, asistence jízdy v jízdním pruhu/upozornění na opouštění jízdního pruhu, inteligentní asistent rychlosti. Je doporučováno zpracovat studii proveditelnosti zavedení inteligentního asistentu rychlosti (tzn. omezovače rychlosti), který nebude možné překonat zásahem řidiče. Dále je třeba zaměřit se na rozhraní mezi člověkem a vozidlem z pohledu bezpečnosti.

Cíle a metriky

Primární metrikou je sledování vývoje počtu těžce zraněných a usmrcených při dopravních nehodách v EU. Pro jednotlivé součásti silniční dopravy jsou určeny specifické KPI:

- KPI pro bezpečná vozidla – určité procento nových automobilů musí splnit zkoušky Euro NCAP nejméně s určitým hodnocením (např. 4*)
- KPI pro rychlost – procento vozidel, která splňují rychlostní omezení
- KPI pro řízení pod vlivem alkoholu – procento řidičů, kteří neřídí pod vlivem alkoholu
- KPI pro distrakci – procento řidičů, kteří nepoužívají elektronické zařízení držené v ruce
- KPI pro ochranné prostředky – procento jezdců na jednostopých vozidlech a cyklistů, kteří mají ochrannou přilbu
- KPI pro bezpečnostní pásy a dětské zádržné systémy – procento posádek automobilů, kteří správně používají tyto ochranné prostředky
- KPI pro ponárazovou péči – čas v minutách a sekundách mezi vznikem nehody a příjezdem vozidla IZS
- KPI pro infrastrukturu – procento odvedeného dopravního výkonu na silnicích s bezpečnostním ohodnocením nad definovanou mezí

Sdílená zodpovědnost

Všichni, kdo mají vliv na bezpečnost silniční dopravy, by měli spolupracovat na stejném cíli. To se týká řidičů, výrobců aut, zákonodárné a výkonné moci v členských státech i zákonodárců na úrovni EU, specificky EK, která nominovala evropského koordinátora pro bezpečnost silniční dopravy a s ní spojené aspekty udržitelné mobility.

Podpora EU

Finanční podpora EU pro silniční bezpečnost je směřována skrz více různých programů, např. skrze regionální fondy. Je uveden příklad malé investice ve výši 40 mil. EUR, která zvýšila bezpečnost slovenských dálnic s uváděným benefitem zabránění 355 usmrcených a těžce zraněných v příštích 20 letech. Jednou z iniciativ je program EIB (European Investment Bank) „Safer Transport Platform“, který má sloužit dlouhodobé podpoře projektů zvyšujících bezpečnost dopravy. Dále jde o navrhované instrumenty InvestEU (Investiční plán pro Evropu) a CEF2 (Connecting Europe Facility). Výzkumné a vývojové projekty mohou využívat programy v rámci Horizon Europe, který podporuje např. výzkum bezpečného přechodu na autonomní mobilitu, výzkum bezpečnější infrastruktury či zařízení sledujících alkohol či drogy v těle řidiče.

Témata pro výzkumné projekty

Dokument *Safe Road Transport Research Roadmap* (finální verze z listopadu 2021) definuje řadu oblastí a témat, jejichž výzkum přispěje ke snížení nehodovosti a následků dopravních nehod. Cíle jsou zejména:

- minimalizování počtu nehod a zranění díky využití bezpečnostních nástrojů a automatizovaného řízení vozidel, propojení vozidel a infrastruktury,
- optimalizace rozhraní člověk-stroj s ohledem na bezpečnost,
- bezpečná a udržovaná fyzická i digitální infrastruktura,

- zlepšení úrovně pasivní bezpečnosti a reakce na nehodu u nehod, kterým se nepodaří zabránit,
- průběžná aktualizace softwarů a systémů s cílem průběžně je zlepšovat,
- systémové ověřování a validace kybernetických systémů,
- odolnost – schopnost vysoce automatizovaných systémů reagovat s cílem minimalizovat pravděpodobnost a následky nehody.

Tato témata jsou definována zejména s ohledem na rozpoznané trendy ve vývoji v dopravě v EU, které byly publikovány v roce 2014, ale jsou stále platné. Zejména jde o:

- zvyšování průměrného věku řidičů,
- růst měst,
- různorodější skladba dopravního proudu (elektrická vozidla, koloběžky...),
- vlivy související s tlakem na snižování emisí z dopravy,
- zvyšování digitální propojenosti lidí i věcí,
- rychlý nástup nových technologií do dopravních systémů.

Efekty disruptivních technologických změn na bezpečnost dopravy

Cílem je vytvořit systém, která je připravený na skokové změny a zavádění inovativních technologií, který jim nebrání, ale naopak je prospěšně využívá. Součástí tohoto přístupu je návrh opatření z hlediska odolnosti systému – přidání další součásti (dopravního prostředku) je přirozené, nevytváří potřebu zcela měnit zákonné rámce. Pro správné nastavení je třeba chápat psychologickou podstatu změn a příležitostí a dokázat reagovat nikoli pouze represivně, ale obecně prospěšně s ohledem na koncové uživatele. Špatným příkladem v českých podmínkách může být např. plošný zákaz „osobních přepravníků“ (typicky dvoj- či jednokolky typu Segway) v Praze či restriktivní, ale nekonstruktivní přístup k elektrokolům, které překračují zákonný rámec 250 W výkonu a maximální rychlosti 25 km/h. Oba tyto dopravní prostředky by mohly mít své místo v městské dopravě a statistiky ze zahraničí ukazují, že nemusí být nebezpečnější než běžná cyklodoprava.

Bezpečná infrastruktura

V této oblasti jde zejména o definici kritérií, podle kterých je možné posuzovat bezpečnost komunikace, dále rozvoj technologií a senzoriky pro sledování bezpečnosti, včetně využití senzorů ve vozidlech a dále vytvoření rámce pro digitální interakci mezi jednotlivými prvky komunikace a vozidly. Ve městech jde zejména o pochopení požadavků jednotlivých účastníků mobility a přizpůsobení různým dopravním prostředkům, včetně mikromobility a vozidlům s autonomním řízením. Mimo města jde o monitoring technického stavu silnic, včetně dopravních staveb jako jsou mosty či tunely, a zejména o snížení počtu a následků nehod. Měly by být mj. navrženy rámce pro komunikaci V2I (vozidlo -> infrastruktura) s cílem v reálném čase rozpoznávat poruchy infrastruktury.

Bezpečná interakce člověk–vozidlo

Dokud nebude dosaženo plně autonomního řízení, je interakce mezi řidičem a vozidlem klíčová pro bezpečnou silniční dopravu. Zejména jde o témata:

- zvýšení bezpečnosti dopravy skrze zajištění toho, aby řidičova pozornost vždy odpovídala úrovni autonomního řízení, asistence řidiči v kognitivně náročných situacích,
- snížení počtu a následků nehod souvisejících se nepozorností nebo chybou interpretace chování auta v režimech přechodu mezi autonomním a manuálním řízením,
- zvýšení ochrany zejména jezdců na jednostopých vozidlech a chodců, vnější HMI autonomního vozidla.

Nové přístupy pro snížení dlouhodobých následků dopravních nehod

Účastníkům dopravních nehod hrozí dlouhodobé následky, zejména po úrazech hlavy a páteře. To se týká zejména chodců, cyklistů a motocyklistů (ačkoli ti mohou být typicky lépe chráněni). Toto výzkumné téma má za cíl lepší pochopení a prozkoumání dlouhodobých následků nehod a tím zkvalitnění života lidí, kteří se s těmito následky potýkají. Základem je vytvoření kvalitnějších teoretických modelů lidského těla, které umožní lepší modelování teoretického nehodového děje a jeho následků a tím rozpoznání nejzávažnějších typů nehod, kterým bude moci být věnována maximální pozornost z hlediska prevence.

Vytvoření rámce pro zlepšování kultury bezpečnosti v EU

Zejména jde o rozšíření povědomí o Vizi nula a přístupů na bázi bezpečného systému. Tento posun je důležitý pro dlouhodobé zvyšování bezpečnosti nejen v silniční dopravě. Metodami jsou např. pochopení vztahu mezi bezpečností a kulturou bezpečnosti v daném regionu (sociokulturní faktory jako hodnoty, názory a vnímání norem), inspirace v oblastech dopravy, které jsou bezpečnější než silniční (letecká, železniční), snaha o eliminaci zejména těch problematických projevů chování, které jsou statisticky nejnebezpečnější (nepozornost, bezohlednost, nezodpovědnost), snaha o eliminaci chybového jednání pomocí asistenčních systémů ve vozidlech, snaha o analýzu a oslovení všech socioekonomických skupin v EU, snaha o eliminaci nebezpečných návyků a normalizovaného nebezpečného chování.

Smart zásahy IZS

Cílem je rozšíření eCall protokolu a komunikace C2X za účelem lépe zaměřené záchranné akce s cílem snížení následků dopravní nehody.

Analýza bezpečnosti silničního provozu

V této oblasti jde zejména o kvalitnější sběr dat o dopravních nehodách standardním způsobem v celé EU s cílem možnosti analýz problémů vedoucích k dopravním excesům. Data by měla obsahovat maximum informací o účastnících nehody, průběhu nehody a následků, včetně popisu zdravotních následků. Na těchto datech lze provádět analýzy a vyhodnocení navržené např. v projektech SafetyNet, DaCoTa, SafetyCube či ERSO. Výsledkem by mělo být lepší pochopení důvodů nehodového děje a zachycení detailů, které mohou být spolufaktory při vzniku nehody.

Návrh rámců pro prediktivní hodnocení bezpečnosti vozidla

Cílem je navrhnout univerzální metriky, která umožní průběžné monitorování (technického) stavu vozidla, který by mohl vést k dopravní nehodě. Se zvyšujícím se počtem a komplexitou asistenčních a automatizovaných systémů nestačí z hlediska bezpečnosti sledovat technický

stav fyzických součástí vozidla. Průběžné sledování chování různých systémů by mělo umožnit upozornění na možné selhání elektronických systémů, což je kriticky důležité zejména u budoucích autonomních vozidel.

Prevence nehod pomocí AI a velkých dat

Výzkum založený na analýze velkého množství dat o provozu a nehodovosti, který by měl umožnit vznik pokročilých nástrojů pro rozpoznání rizik. Zejména jde o oblasti:

- analýza technických výzev, souvisejících se sběrem dat ze senzorů a rozpoznání faktorů, které mají vliv na bezpečnost dopravy,
- vytvoření metod a nástrojů pro predikci bezpečnostně kritických situací v dopravě, kvantifikovatelnost rizika,
- rozpoznání faktorů, které mohou vytvářet zkreslení v analýze a diskriminovat některé z účastníků dopravy,
- analýza bezpečnostních a právních rámců sdílení velkého množství potenciálně osobních dat,
- analýza opatření pro snížení rizik v doplnění s dalšími ITS systémy,
- dokázat využitelnost big data a AI pro cílenou prevenci nehod,
- pracovat na komplexním dlouhodobém vývoji s jednotlivými stakeholdery v provozu a využití ITS systémů.

Bezpečnost cyklistů a dalších účastníků mikromobility

Výzkumy zaměřené na zvyšování bezpečnosti dopravy na kolech, elektrokolech, koloběžkách a dalších prostředcích mikromobility. Výstupem jsou zejména opatření v oblastech:

- zvýšení bezpečnosti infrastruktury,
- lepší pochopení požadavků uživatelů těchto dopravních prostředků ve vztahu k bezpečnosti jejich provozování, včetně právních rámců v případě sdílené mobility,
- podpora aktivní mobility,
- výzkum kooperativní infrastruktury,
- harmonizace metodologií a nástrojů pro bezpečnostní posouzení dopravních prostředků mikromobility, včetně behaviorálního faktoru.

Oblast prostředků mikromobility prochází rychlým vývojem. Zároveň mají tyto dopravní prostředky společnou velmi nízkou úroveň pasivní bezpečnosti a ochrany jezdce. Z toho důvodu je pro bezpečné využívání nezbytné rozpoznat omezující faktory a rizika jejich využití a např. definovat požadavky na úpravy infrastruktury či interakce s dalšími dopravními prostředky.

Bezpečnější chování v dopravě

Předpokládané výstupy těchto výzkumných projektů jsou:

- spolehlivé a praktické metody pro rozpoznání rizikového jednání (nepozornost, jízda pod vlivem alkoholu či drog),
- definovat faktory, které vedou k nebezpečnému jednání (závislosti, zlost, nezodpovědnost),

- zvýšení poznání v relevantních oblastech lidského zdraví (demence, ADHD, deprese, obezita), které ovlivňují bezpečnost dopravy,
- vytvoření efektivních metod pro vzdělávání v oblasti bezpečnosti silniční dopravy v souvislosti se zacílením na změny chování účastníků dopravy,
- inovativní metody vymáhání dodržování bezpečnostních předpisů a standardů, rozpoznání možností využití např. sociálních sítí pro cíle v bezpečnosti dopravy.

Přestože se doprava bude odehrávat na bezpečné odpouštějící infrastruktuře v bezpečných vozidlech, nezodpovědné chování řidičů přesto může způsobit zásadní dopravní nehody. Zároveň platí, že relativně malá skupina účastníků dopravního proudu svým chováním (které často kombinuje nezodpovědnost, jízdu pod vlivem alkoholu a další negativní faktory) způsobuje neúměrný objem negativních důsledků. Cílem výzkumu bezpečnějšího chování je lepší pochopení hlubších důvodů, které vedou k dopravním nehodám a rozpoznání vysoce rizikových jednotlivců.

Shrnutí předpokládaných změn v bezpečnosti dopravy k roku 2030

Pozitivní změny:

- rozvoj asistentů řízení, snížení faktoru řidiče v celkovém kontextu bezpečnosti dopravy,
- další zlepšování pasivní bezpečnosti vozidel v souvislosti se sériovou výrobou kompozitních materiálů na bázi uhlíkových vláken,
- vozidla s nevhodnou pasivní bezpečností (přibližně do roku výroby 2005) budou mít zcela marginální podíl na dopravním výkonu,
- průběžné zlepšování infrastruktury, zejména zvyšování podílu dopravy na dálniční síti a plošné snižování rychlosti dopravy ve městech,
- možnost kvalitnější kontroly dodržování nařízení a předpisů v souvislosti s on-line propojením vozidel a infrastruktury.

Negativní změny:

- zvýšení počtu úrazů z důvodu rozšiřování prostředků aktivní mobility a mikro-elektromobility,
- v souvislosti s rozvojem elektromobility a vyšší komplexností vozidel nárůst jejich hmotnosti,

Nejistoty:

- postupný rozvoj vozidel s autonomním řízením,
- kybernetické hrozby pro vozidla i infrastrukturu,
- neznámé (falšované čipy, stav infrastruktury – mostů a podobně, možné společenské problémy spojené s rostoucími náklady na individuální mobilitu).

5. Oblast alternativní pohonné hmoty pro silniční dopravu

5.1 Úvod

Na celém světě vzrůstá stále silnější snaha řešit nepříznivý trend vývoje klimatu na Zemi vyvolaný čerpáním zdrojů jako důsledek růstu počtu obyvatel a neustálých technologických inovací. Proto společnost hledá spravedlivé a průřezové řešení přijaté všemi státy. Tímto řešením se má stát politika Green Deal (Zelená dohoda pro Evropu). Jedná se o investiční projekt s rozpočtem ve výši 1 bilion eur vynaložených během deseti let. Tento investiční pilíř má dva hlavní cíle:

- dosažení čistých nulových emisí skleníkových plynů v roce 2050
- oddělení hospodářského růstu od využívání zdrojů (především neobnovitelných).

Alternativní pohonné hmoty pro silniční dopravu jsou jedním z více způsobů zajištění splnění programu Green Deal snižování emisí uhlíku ve smyslu Pařížské dohody z roku 2015. Legislativně jsou v rámci EU definovány na období 2021 až 2030 respektive 2050 v Úředním věstníku EU ze dne 21. 12. 2018 směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 2018/2001 ze dne 11. 12. 2018 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů tzv. legislativa RED II a RED III a technickými evropskými normami. Hlavními zásadními technologickými opatřeními jsou: náhrada uhlíkatých paliv neobnovitelného původu (uhlí, ropa a zemní plyn) obnovitelnými zdroji energie včetně energie slunce, vody a větru a snižování emisí oxidu uhličitého v energetice a dopravě s postupným přechodem na nízko a bezuhlíkaté technologie výroby a spotřeby energie jako je například vodík.

V ČR je problematika snižování emisí řešena zákonem č. 382/2021Sb., kterým se mění zákon č. 165/2012Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony, zákonem o ochraně ovzduší, zákonem o pohonných hmotách a prováděcími předpisy k těmto zákonům. Legislativa vychází z předpisů EU.

Evropský petrolejářský průmysl prezentovaný profesní organizací Fuels Europe na základě vlastního rozboru opřeného o dopad pandemie Covid požádal EK o posun cílů RED II o jeden až dva roky. EK však žádosti nevyhověla.

EK představila 14.7.2021 ambiciózní návrh na revizi směrnice 2018/2001 k zajištění dekarbonizace energetiky tzv. balíček „Fit for 55“. Návrh zpřisňuje opatření do konce roku 2030 ve 13 předpisech. Návrh bude diskutován zeměmi EU. Projednání a schválení se očekává po bouřlivé diskuzi ve druhém pololetí 2022.

Hlavní principy návrhu Fit for 55:

- a) Zvýšení cíle pro obnovitelné zdroje energie na 40 % do roku 2030, který nahrazuje dosavadní závazek 32 %.
- b) Legislativními impulsy podpořit reformu systému obchodování s emisními povolenkami; bude aktualizována směrnice o zvyšování energetické účinnosti a zavedení uhlíkového cla (CBAM), využívající fosilní zdroje budou vyloučeny z financování z modernizačního fondu, vznikne závazek vysázet tři miliardy stromů do roku 2030 či nové emisní normy pro osobní automobily a dodávky



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



c) Podle Komise připadá na výrobu a využívání energie pro dopravu 75 % celkových evropských emisí. Aktualizovaná směrnice o obnovitelných zdrojích stanoví nově vyšší cíl výroby a to 40 % energie z obnovitelných zdrojů do roku 2030. Zelená složka elektřiny pak v evropských sítích má do devíti let vzrůst na více než dvě třetiny. Členské státy budou muset zvýšit své příspěvky v oblasti rozvoje zelené energetiky. Česko tak bude muset aktualizovat svůj klimaticko-energetický plán. Příležitosti pro zvýšení jsou v českém plánu hlavně v oblasti elektroenergetiky. Právě v zelené elektřině má ČR jeden z nejnižších cílů v EU vůbec. Podle nedávno zveřejněné studie UK Praha lze přitom jen výrobu v solárních elektrárnách zvýšit na pětinasobek, a to výstavbou zhruba 10 tisíc solárních elektráren.

d) Revize směrnice předpokládá také podporu pro nové technologie. Jde zejména o moderní biopaliva a zavedení cílů pro zelený vodík vyráběný pomocí obnovitelných zdrojů a syntetická paliva: v dopravě je navržen cíl 2,6 % u obnovitelných paliv nebiologického původu a v průmyslu pak 50 % podíl obnovitelné energie na spotřebě vodíku.

e) Ukončit do roku 2035 prodej vozů spalujících fosilní paliva. SRN a Francie jsou však kategoricky proti. Postupně zpřísnující se normy povedou během následujících 14 let k tomu, že na trhu budou pouze nové vozy s nulovými emisemi. Komise chce, aby se rozšířila dobíjecí infrastruktura a nabíjecí stanice; pro elektromobily byly stanice dostupné každých 60 kilometrů a pro plnění vodíkových aut každých 150 kilometrů do roku 2030. V roce 2030 to představuje 3,5 milionů nových pozic a v roce 2050 celkem 16,3 milionů pozic.

Alternativní paliva pro silniční dopravu jsou paliva vyráběna na bázi obnovitelných zdrojů energie jako jsou biologické suroviny rostlinného a živočišného původu a biologicky rozložitelné odpady.

Historie použití alternativních silničních paliv v ČR sahá do třicátých let minulého století, kdy se do benzínu míchal kvasný líh v objemu až 30 %. Teprve v padesátých letech tato technologie byla opuštěna a k dispozici byl jen ropný benzin.

Dalším krokem v devadesátých letech bylo použití MEŘO jako komponenty pro mísení do motorové nafty v objemu cca 30 % (český patent). Palivo tzv. směsná nafta měla daňové zvýhodnění, které vedlo k jeho rozšíření. Po jeho odstranění palivo vymizelo z trhu.

Alternativní paliva na bázi biopaliv se opětovně v ČR v silniční dopravě používají od roku 2007. Teď již dle legislativy EU. Jsou to tzv. silniční paliva pro dopravu I. generace, kde je prvotním cílem úspora ropných polotovarů. Jedná se o silniční paliva jako jsou automobilové benziny pro zážehové motory, kde část ropné složky je nahrazena bioetanolem vyrobeným z rostlinné hmoty a jeho derivátem ETBE (bioetyl-terc-butyléter) a motorové nafty, kde část ropné složky je nahrazena FAME/MEŘO což jsou estery mastných kyselin / methyl estery řepkového oleje. V praxi je možné používat tato paliva pro pohon vozidel se vznětovým (Dieselovým) motorem. Pro tyto motory lze používat i čisté FAME.

V roce 2020 došlo v důsledku pandemie Covid – 19 k poklesu zpracování ropy a spotřeby silničních paliv a dalších ropných produktů až o 25-30 %. To se promítlo do snížení efektivity petrolejářského průmyslu až o 30 %. Nadnárodní společnosti situaci řešily zastavením nebo omezením provozu a v ekonomické sféře i omezením nebo zastavením výplaty dividend. Vzhledem k vysoké ceně ropy a návratu ekonomického růstu ve spotřebitelských sektorech se situace začala konsolidovat.

Perspektivními palivy pro silniční dopravu jsou pak vyspělá alternativní paliva, kde surovinou pro jejich výrobu jsou biologické suroviny nepotravinářského užití. Jedná se např. o mastné kyseliny obsažené v rostlinných a živočišných olejích, upotřebené kuchyňské oleje, rostlinné a živočišné zbytky a zbytky a odpady ze zemědělské a lesnické výroby a odpady a komunální bioodpady včetně kalů z čistíren komunálních odpadních vod.

Do této skupiny lze zařadit i plynné palivo biomethan, kde výchozí surovinou je bioplyn vyrobený anaerobním kvašením rostlinných zbytků a případně odpadní kaly z čistíren komunálních odpadních vod.

Dalším vývojovým stupněm jsou „syntetická paliva“ na bázi „synplynu“ a zejména „zelený vodík“ a proto ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO) připravilo „Vodíkovou strategii ČR“. Vodíková strategie ČR je založená na čtyřech pilířích: výrobě „nízkouhlíkového vodíku“, využití „nízkouhlíkového vodíku“ dopravě a skladování vodíku a vodíkové technologie.

MPO počítá s tím, že každý rok se bude vyhodnocovat vývoj vodíkových technologií. Cílem strategie je mimo jiné také urychlení vývoje a následné implementace ekonomicky dostupných vodíkových technologií.

V souladu s evropskou vodíkovou strategií rozdělilo MPO ve strategii kroky k rozvoji vodíku v ČR do tří etap. Prioritou první etapy do roku 2025 je využití vodíku v rámci takzvané čisté mobility. Budou vznikat "ostrovní řešení", protože doprava vodíku nebude ještě plně rozvinutá. Proto v tomto období budou nejvhodnější integrované projekty, kdy se budou výroba a spotřeba vodíku řešit současně, Plynárenská soustava podle strategie současně začne testovat přimíchávání vodíku do směsi se zemním plynem.

Ve druhé etapě mezi roky 2026 až 2030 by mohlo podle strategie začít ověřování využití vodíku v průmyslu. Rozsah závisí hlavně na úspěšnosti vývoje systémů pro rozklad organického odpadu a zemního plynu a na vybudování velkých solárních nebo větrných elektráren připojených k elektrolyzérům. Využila by se tzv. pyrolýza - tedy postup, při kterém je materiál, například odpad, tepelně zpracován s vyloučením přístupu kyslíku, vzduchu či jiných zplyňovacích látek. V etapě do roku 2030 bude zahájeno plánování efektivního způsobu přepravy vodíku. Strategie upozorňuje, že kvůli energetickým požadavkům průmyslu a nedostatku nízkouhlíkových zdrojů elektřiny bude Česko čistým dovozcem vodíku, stejně jako je nyní dovozcem zemního plynu a ropy. Paralelně začne testování zásobování domácností vodíkem. Ve třetí etapě mezi roky 2031 až 2050 se předpokládá, že už bude plně existovat doprava vodíku potrubím, a to bez nutnosti dotací. Začne také přestavba na vodíkové plynovody, popřípadě jejich výstavba, protože už budou etablováni velcí výrobci a spotřebitelé vodíku. V této etapě dojde ke komerčnímu nasazení vodíku v průmyslu.

Česká republika se společně s ostatními členskými zeměmi zavázala dosáhnout klimatické neutrality celé EU do roku 2050. Vodíková strategie je jedním z nástrojů, jak tohoto cíle dosáhnout. Strategie popisuje výchozí stav a odhaduje vývoj do roku 2050, který souvisí s časovým horizontem Zelené dohody pro Evropu. Dále přináší přehled programů, které mohou podporovat rozvoj vodíkových technologií.

5.2 Hlubková analýza současného stavu

Datum 31.12.2020 lze chápat jako termín ukončení RED I. etapy dlouhodobého programu náhrady fosilní energie energií z OZE a snížení emisí skleníkových plynů v silniční dopravě prostřednictvím omezení spotřeby neobnovitelných fosilních paliv, a to ropy a náhradou ropy

obnovitelnou energií biopaliv. Hlavními legislativními akty EK byly směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 2003/30/ES, 2009/28/ES a 2009/30/ES a v ČR zákon o ochraně ovzduší a zákon o pohonných hmotách. Prostřednictvím legislativy byl v automobilovém benzínu stanoven obsah biosložky 4,1 % objem. Bioethanolu nebo ekvivalent bioETBE a v motorové naftě 6,0 % objem. MERO/FAME. Za tím účelem byla vybudována příslušná technologická zařízení a úspěšně uvedena do provozu v roce 2006 v rafinériích v Litvínově a Kralupech nad Vltavou a ve skladech distribuční společnosti ČEPRO a.s.

Podle plánu bylo uloženo dosáhnout náhrady fosilní energie energií z OZE v sektoru silniční dopravy 10 % a snížení emisí skleníkových plynů o 6 % proti standardu roku 2010. Ve skutečnosti bylo v ČR dosaženo náhrady OZE ve výši 7,9 % a snížení emisí o 6 % emisí skleníkových plynů v silniční dopravě.

V letech 2021 až 2030 se podle platné legislativy RED II Evropské komise plánuje tento vývoj:

- a) Náhrada neobnovitelné energie energií z OZE v dopravě 32 % v EU a v ČR 14 %.
- b) Snížení emisí skleníkových plynů z fosilních paliv spotřebovaných v dopravě o 6 % proti ekvivalentu 94,2 gCO₂/MJ.
- c) Uplatnění v sektoru dopravy vyspělých biopaliv takto: v roce 2022 min. 0,2 %, v roce 2025 min. 1,0 % a v roce 2030 min. 3,5 % na celkový objem spotřebované energie v dopravě. Uznání surovin pro výrobu vyspělých biopaliv jsou uvedeny v části A přílohy IX směrnice 2015/1513.

V roce 2021 navrhla EK úpravu programu RED II pod názvem Fit for 55. To představuje další zpevnění do roku 2050:

- Náhrada fosilní energie energií z OZE
- Snížení emisí v dopravě
- Uplatnění vyspělých alternativních paliv.

Jedná se o významný soubor opatření k dosažení uhlíkové neutrality v dopravě k roku 2050. Jednotlivá opatření bude EK s členskými zeměmi diskutovat a je legitimní otázkou, jaký nakonec bude dosažen kompromis.

Hodnocení silných a slabých stránek dosavadního vývoje legislativy a skutečných výsledků do roku 2020.

Silné stránky:

- Jasná legislativa EU
- Velký soubor technologií s různým stupněm komerčního využití
- Ekonomická podpora EU a států
- Politická a společenská podpora společnosti
- Pochopení a přístup korporací k programu.

Slabé stránky:

- Nerovnoměrné výsledky dosažených cílů programu zemí EU
- Negativní postoje některých třetích zemí k programu
- Nerovnoměrný technický vývoj a společenské poměry zemí a uvědomění občanů
- Rozdílná ekonomická podpora
- Malá progresivita výsledků
- Malá podpora bankovních institucí.

Celkové zhodnocení programu opatření v etapě 2010 do 2020.

Program byl splněn částečně. Nepodařilo se nahradit fosilní energii v dopravě energií z OZE dle plánu. Podařilo se splnit indikativní cíl snížení emisí skleníkových plynů o 6 % oproti ekvivalentu, který je 94,2 gCO₂/MJ.

5.3 Návrh strategie zavádění pokročilých technologií

Strategickým cílem k dosažení ekologických cílů emisní uhlíkové neutrality v horizontu do roku 2050/2055 je realizace revoluční změny výroby, distribuce a spotřeby fosilní energií na energie z obnovitelných zdrojů ve všech oborech lidské činnosti.

Pilíře přechodu na bezuhlíkové/nízkouhlíkové/ technologie v dopravě a výrobě energie lze definovat jako:

- Vodíková strategie v dopravě a výrobě vodíku pro dopravu, topení a chlazení
- Elektromobilita
- Vyspělá biopaliva
- Zpracování plastových odpadů
- Syntetická nízkouhlovodíková paliva na bázi synplynu.

Ve všech pilířích je diskutována technologie výroby, využití v dopravě, doprava a skladování a sortiment a kvalita.

Předpokládané změny do roku 2050:

- a) v oboru výroby energií pro dopravu půjde o postupné a dlouhodobé odstranění fosilních paliv (uhlí a ropy) ze spotřebitelského mixu a v delším časovém horizontu i zemního plynu. Tato paliva budou nahrazena palivy na bázi OZE a energií slunce, větru a vody a jadernou energií. V segmentu snížení emisí skleníkových plynů budou paliva nahrazena bezemisními palivy, jako je vodík a technologiemi zpracovávajícími CO₂ jako surovinu pro výrobu např. syntetických uhlíkatých paliv (cirkulární ekonomika);
- b) v oboru strojů pro dopravu a výrobu energií pro vytápění, chlazení a klimatizace může v dlouhodobém horizontu dojít k náhradě tepelných strojů stroji elektrickými nebo kombinovanými (hybridy). Palivem pro tepelné stroje budou bezemisní a nízkemisní paliva a vodík.

V těchto oborech dojde k největším změnám.

Všechny tyto popsání změny budou vyžadovat širokou mezinárodní spolupráci v oblasti vědy a výzkumu a budou muset mít politickou a sociální podporu

Souhrn pokročilých technologií k dosažení uhlíkové neutrality v dopravě

- a) vývoj nových vyspělých alternativních paliv s velmi nízkými emisemi skleníkových plynů na surovinové bázi nepotravinářské a nekrmivářské biomasy, odpadní zemědělské a lesnické biomasy a komunálních bioodpadů a odpadů z čistíren BČOV. Z technologického pohledu jsou převážně aplikovány rafinérské procesy jako jsou

hydrogenace a izomerace. Příkladem typických koncových produktů je HVO, DME apod. Technologie také slouží k výrobě tzv. synplynu jako suroviny pro výrobu syntetických uhlovodíkových paliv;

- b) recyklace plastů pyrolýzou na synplyn a následná FT syntéza uhlovodíků;
- c) anaerobní kvasné procesy biodpadů na bioplyn s nutností jeho vyčištění na kvalitu biometanu pro dopravu technologií sušení a odstranění plynných nečistot (jako je sirovodík a čpavek např. metodou membránové filtrace);
- d) výroba zeleného vodíku elektrolýzou a biologickými procesy;
- e) cirkulární procesy redukce CO₂ na synplyn a následná výroba uhlovodíkových paliv FT syntézou;
- f) „umělá fotosyntéza“ produkující uhlíkovou hmotu s následným zpracováním. Z pohledu věcných důvodů a časového horizontu užití je nejdále skupina technologií ad a) a ad c). Z pohledu dlouhodobé surovinové zajištěnosti a bezpečnosti pak technologie výroby bioplynu a pyrolýzy plastů.

Technologie k dosažení snížení emisí skleníkových plynů

- a) transformace bioplynu na biometan pro dopravu a vtlačování do sítě zemního plynu
- b) výroba a distribuce „zeleného vodíku“ do rozvodné sítě zemního plynu
- c) preference CNG pohonu pro veřejnou a městskou hromadnou dopravu. Podpora uzavřených flotil vozidel na CNG (svozová a komunální vozidla), což vyžaduje lokální řešení;
- d) investiční program plnicí infrastruktury LNG v dálkové nákladní silniční dopravě;
- e) vybudování vodíkové infrastruktury;
- f) podpora dobíjecí infrastruktury pro elektromobily;
- g) plošné zavedení benzínu E10;
- h) zavedení výroby a distribuce motorové nafty B10 pro vybranou flotilu nákladních vozidel;
- i) vysokokoncentrovaná biopaliva (B30 a B100) pro uzavřené flotily vozidel;
- j) dosažení vyššího podílu pokročilých biopaliv v mixu energií pro dopravu;
- k) vybudování výrobních kapacit na výrobu HVO;
- l) vybudování kapacit na zpracování rostlinných odpadů na synplyn;
- m) investiční podpora výrobních kapacit na recyklaci plastů;
- n) investiční podpora recyklace CO₂ na uhlíkatá paliva;
- o) zastropování použití biopaliv z potravinářských a krmných plodin;
- p) výroba bioLPG;
- q) výroba biometanu pro pohon z komunálního městského odpadu a odpadních kalů z biologických čistíren odpadních vod;
- r) výroba alifatických a cyklických uhlovodíků katalytickou dezoxidací nepotravinářské biomasy;
- s) pyrolýza plastových odpadů;
- t) redukce CO₂ na CO a jeho transformace přidavkem vodíku na synplyn působením sluneční nebo elektrické energie na CO₂ za přítomnosti katalyzátoru na bázi nanografenu a rhenia;
- u) cirkulární technologie redukce CO₂ na CO a syntéza uhlovodíků s využitím FT syntézy uhlovodíků.

Z pohledu věcných důvodů a časového horizontu užití je nejdále skupina technologií ad a) ad c), ad f), ad g), ad h), a ad i). Z pohledu dlouhodobé surovinové zajištěnosti a bezpečnosti pak technologie výroby biometanu z bioplynu.

Limity zavádění pokročilých technologií do praxe

- využitelnost konečných produktů v dopravě a energetice, technické normy kvality, sortiment
- úroveň energetické, technické a materiálové náročnosti technologií
- úroveň vědecko-výzkumné základny, kvalifikace a technické vybavení
- politicko-společenská zodpovědnost.

Nejvýznamnější limitou je politicko-společenská zodpovědnost společnosti a zejména politických elit. Závažným problémem bude i postoj třídních skupin (míněno z pohledu majetku a vzdělání). Zodpovědnost bude hlavně na střední třídě a jejím postoji. Rozdíly budou i dle etnických důvodů a „snaha chudší části společnosti mít se dobře jako ti bohatší“. Rozdílnost vnitřních i vnějších postojů společnosti bude dosažení ekologických cílů brzdit. To povede k otázce dosažení postupného vyrovnání životní úrovně.

Technické normy, kvalita a sortiment

V roce 2011 rozhodl CEN o založení koordinační skupiny pro nová paliva CEN TC19WG 38. Úkolem skupiny je zpracovat proveditelnost a časový návrh pro alternativní kapalná a plynná paliva pro dopravu a stacionární aplikaci s cílem specifikovat kvalitu těchto paliv nebo specifických komponent. Alternativními palivy se rozumí dle CEN jiná paliva, než je benzin dle EN 228 a motorová paliva, než jsou specifikována dle EN 590, a dále neřeší letecká a lodní paliva (ta jsou řešena v jiných skupinách CEN). Za vyřešená nebo před dokončením jsou považována tato paliva: LPG dle EN 589, FAME jako mísicí složka dle EN 16734, paliva B10, B20 a B30, topný olej dle EN 14214, parafinická motorová nafta (XTL a HVO) dle EN 15940, etanol pro mísení dle EN 15346, etanol E85 dle EN 15293, pyrolýzní olej bio dle EN 16900 a CNG dle EN 16723.

Pracovní skupina proto řeší tato nová alternativní paliva:

- paliva s vysokým obsahem kyslíkatých látek pro zážehové motory
- FAEE
- metanol
- benzin pro malé motory
- etanol s obsahem vody
- přídavek etanolu do nafty ED96
- étery a další kyslíkaté látky
- emulzní nafta
- talový olej (nehydrogenovaný)
- DME
- bioLNG

- bioplyn
- vodík.

Citovaný program standardizace alternativních paliv ve své podstatě vyjadřuje stanovisko CEN k plánovanému vývoji alternativ do roku 2030.

5.4 Návrh akčního plánu zavádění pokročilých technologií

Výchozí pozice k roku 2021:

- Náhrada fosilních paliv energií pro dopravu z OZE
- Snížení emisí skleníkových plynů o 6 % proti ekvivalentu
- Rozšíření nízkokoncentrovaných směsí fosilních paliv (benzinu a motorové nafty o paliva E10 a B10)
- Zavedení vyspělých biopaliv paliv (HVO)
- Zavedení BNG na trh

Akční plán od roku 2021 do roku 2030

K splnění cílů RED II je nutné v etapě od roku 2021 do roku 2030 realizovat tato opatření:

a) Rozvoj výroby směsí fosilních paliv a biopaliv I. generace

Období 2021 až 2023

Zvýšit přídavek bioethanolu do automobilových benzinů na 9,0 až 9,2 % objem.

Zvýšit přídavek FAME/MEŘO do motorové nafty na 6,8 % objemových a pro uzavřený trh vozidel se vznětovým motorem zahájit výrobu motorové nafty B10 (obsah FAME 10 % objemových).

Pro uzavřený trh vozidel se vznětovým motorem zavést palivo B100.

Postupně zvyšovat podíl osobních automobilů a autobusů na plynné palivo dle zdrojů BNG a složení autoparku.

b) Etapy a konkrétní kroky zavádění HVO

Období 2022 až 2024

Ukončit vývoj paliva HVO a instalovat zařízení pro komerční výrobu v rafinerii Litvínov

Zavést komerční mísení HVO do motorové nafty B7/B10 v objemu 30%.

c) Etapy a kroky zavádění výroby BNG

Období od 2022 až 2025

Zákonem č. 382/2021Sb., je stanoven minimální podíl BNG na celkové spotřebě energií spotřebované v dopravě na: 0,5 % od 1.1.2023, 2 % od 1.1.2025 a 40 % od 1.1.2030. Povinnost je určena dodavatelům plynu. Proces je vhodný pro malé a střední podniky.

d) Etapy a konkrétní kroky zavádění výroby alifatických a cyklických uhlovodíky metodou DNS

Období 2021 až 2023.

Ukončit vývoj výroby alifatických a cyklických uhlovodíků pro mísení do motorových paliv. Provést zkušební provoz komerčních jednotek. Provést motorové zkoušky paliva.

e) Etapy a konkrétní kroky zavádění bio LPG

Období 2022 až 2027

Provést rešerši zdrojů bioLPG.

Realizovat dovoz bioLPG a bioLPG.

Vypracovat rešerši dalších druhů vyspělých alternativních kapalných a plyných paliv. Vypracovat program výroby a uplatnění zeleného vodíku v dopravě v souladu s Vodíkovou strategií ČR.

f) Dlouhodobé náměty I

Sledovat vývoj pyrolýzy odpadních plastů na motorová paliva

Sledovat vývoj technologií konverze CO₂ na uhlovodíková paliva pro dopravu.

Zpracovat anotaci výroby syntetického biobenzinu, bionafty a biokerosinu na bázi reakce zeleného vodíku získaného elektrolýzou (zelený elektrický proud, fotovoltaika, větrná a vodní energie) a CO₂ z ovzduší nebo z odpadních spalných plynů.

Akční plán do roku 2050

K splnění cílů bezuhlíkových emisí z dopravy do roku 2050 je třeba splnit nebo dokončit tato opatření:

a) Komerční využití vodíkové strategie v dopravě do roku 2050

Období 2025 až 2050

Rozpracovat Vodíkovou strategii ČR

Provést rešerši výroby a dovozu zeleného vodíku pro dopravu. Logistika

Analyzovat ekonomiku dovozu a logistiky vodíku pro dopravu.

Vypracovat rešerši výroby a logistiky zeleného vodíku v dopravě.

b) Elektromobilita

Zákonem č. 382/2021Sb., je stanoven minimální podíl elektrické energie z OZE na celkové spotřebě energií v dopravě na: 9 % od 1.1.2023, 11% od 1.1.2025 11% a od 1.1.2030 15 %.

Povinnost je určena dodavatelům elektrické energie z OZE.

Dobudovat infrastrukturu dobíjecích pozic pro automobily

c) Syntetická uhlovodíková paliva

Analyzovat vývoj technologií výroby syntetických paliv na bázi konverze recyklace CO₂

d) Dlouhodobé náměty II

Umělá fotosyntéza biomasy

Témata ad a) a b) jsou realizovatelná do roku 2050. Zbývající jsou perspektivní a musí proběhnout detailní VaV.

5.5 Závěr

Alternativní paliva pro silniční dopravu jsou jednou z více alternativ k zajištění splnění programu snižování emisí uhlíku ve smyslu Pařížské dohody (úmluvy) z roku 2015. Legislativně jsou v rámci EU definovány na období 2021 až 2030 v Úředním věstníku EU ze dne 21. 12. 2018 směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 2018/2001 ze dne 11. 12. 2018 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (L328) tzv. legislativa RED II a technicky evropskými normami.

ČR směrnici aplikovala do tuzemské legislativy prostřednictvím zákona č. 382/2021Sb., kterým se mění zákon č. 165/2012Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony.

Hlavními zásadními opatřeními jsou: náhrada uhlíkatých paliv neobnovitelného původu (uhlí, ropa a zemní plyn) obnovitelnými zdroji energie včetně slunce a větru a snižování emisí CO₂ v energetice a dopravě s postupným přechodem až na bezuhlíkové technologie výroby a spotřeby energie (vodík). Nově jsou legislativně stanoveny obnovitelné energie pro dopravu biometan a elektřina pro dopravu z OZE. Jsou stanoveny minimální podíly obnovitelné energie pro dopravu v letech 2023 až 2050 pro biometan: 0,5 % od 1.1.2023, 2 % od 1.1.2025 2 % a do 1.1.2030 40 %. Pro elektřinu z OZE od 1.1.2023 9 %, od 1.1.2025 11 % a od 1.1.2030 40 %. Povinnost je určena dodavatelům plynu a elektrické energie pro dopravu,

Alternativní paliva pro silniční dopravu jsou paliva vyráběna na bázi obnovitelných zdrojů energie, jako jsou biologické suroviny rostlinného a živočišného původu a biologicky rozložitelné odpady.

Problematickou výroby, distribuce a užití alternativních pohonných hmot lze shrnout tak, že k dosažení cílového stavu dekarbonizace dopravy je třeba zajistit redukci emisí skleníkových plynů prostřednictvím podpory hospodářského růstu. K tomu je třeba splnit specifická opatření jako je výroba moderních alternativních paliv, jejich plošnou spotřebu, dobudování infrastruktury a rozvoj výzkumu, vývoje a výroby.

Popsané náměty pro zavedení komerční výroby vyspělých alternativních paliv pro silniční dopravu jsou v souladu s názorem MPO, MŽP, petrolejářských asociací, výrobců biopaliv a Českého plynárenského svazu.

Předpokládá se, že na základě technickoekonomické analýzy dokončení realizace do roku 2030 zajistí ČR splnění cílů RED II a „Vnitrostátního plánu pro oblast energetiky a klimatu“ (z roku 2021) a do roku 2050 splnění Vodíkové strategie ČR.

Náměty vycházejí z tuzemské dostupné surovinové základny, a i z jinde prověřených technologií a odpovídají složení stávajícího a budoucího autoparku silničních vozidel.

Realizace námětů pro období I je rozložena do roku 2021 až 2030 a období II do roku 2050 podle stupně technické a ekonomické připravenosti.



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



Obrázek 26: Plnicí stanice vodíku pro silniční vozidla



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



Obrázek 27: Detail plnění automobilu plyným vodíkem na plnicí stanici

6. Oblast silniční doprava a životní prostředí

6.1 Úvod

Jedním z nejzávažnějších problémů dopravy a to zejména v důsledku významného rizika pro zdraví člověka je znečištění ovzduší emisemi. Příčinou emisí škodlivin z motorů vozidel do volného ovzduší jsou výfukové plyny vznikající při spalování pohonných hmot. Jsou to komplexní směsi obsahující stovky chemických látek v různých koncentracích přispívající k dlouhodobému oteplování atmosféry, k tzv. "skleníkovému efektu" nebo často s toxickými, mutagenními i karcinogenními vlastnostmi pro člověka.

Nelze však opomenout ani znečištění vod silniční dopravou, a to jak povrchových, tak podzemních, které může mít charakter náhodný v podobě havárií automobilů, kdy dochází k úniku pohonných hmot, motorových olejů, provozních kapalin a dalších škodlivin, ale také dlouhodobý vlivem výfukových plynů, obrusu pneumatik a vrchní vrstvy vozovky a úkapů pohonných hmot. Je možné také identifikovat sezónní znečištění zejména vlivem posypových materiálů užívaných k zimní údržbě komunikací.

Nepříznivě se doprava projevuje také zábořem půdního fondu, jelikož směrové vedení významných dopravních staveb (v současnosti zejména dálnic) je výrazným způsobem podmíněno členitostí terénu. V současné době se také v souvislosti s rozvojem dopravy a zvýšenou stavební činností hovoří o ovlivnění biologické rozmanitosti (biodiverzity), tj. počtu druhů flory a fauny. Jedním z faktorů, který druhovou pestrost ohrožuje, je fragmentace lokalit. Ta je chápána jako rozdělení přírodních lokalit např. liniovými dopravními stavbami, na menší a více izolované jednotky, čímž je ohroženo přežití citlivějších druhů.

Dalším negativním faktorem, který s sebou rozvoj dopravy přináší, je nadměrná hluková zátěž v okolí komunikací. Silniční doprava je tak již řadu let dominantním zdrojem hluku ve vnějším prostředí. Dlouhodobý pobyt v hlučném prostředí způsobuje řadu nespecifických poruch, které se odrážejí jak na psychické, tak druhotně i na fyzické úrovni. Jde především o poruchy soustředění a schopnosti učení, únavu, poruchy spánku, ztížení osvojování řeči u dětí a o negativní ovlivnění řady fyziologických procesů a nervových funkcí.

Cílem této etapy je popis současného stavu a nástin obsahu a návrh zavádění hlavních pokročilých technologií. Výchozím dokumentem pro zpracování je strategický dokument Dopravní politika ČR pro období 2014 – 2020 s výhledem do roku 2050, Program na podporu aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací v oblasti dopravy DOPRAVA 2020+ a související evropské dokumenty. Navržená témata a opatření v citovaných dokumentech jsou v tomto materiálu aktualizovány a doplněny o nové poznatky a opatření. Zároveň jsou zde shrnuty nové technické a praktické poznatky z oblasti vlivů dopravy na životní prostředí i v přesahu na ostatní pracovní skupiny.

6.2 Hlubková analýza současného stavu

Udržitelná doprava

Tato problematika v sobě zahrnuje několik dílčích témat, mezi něž patří implementace moderních metod organizace a řízení dopravy s cílem trvale zvyšovat energetickou efektivitu

dopravního systému při snižování jeho ekonomické náročnosti a negativních účinků na životní prostředí, veřejné zdraví a klimatickou změnu, při zachování konkurenceschopnosti dopravy. Předmětem výzkumu budou například nové alternativní zdroje energie v dopravě včetně zabezpečení systémů distribuce a skladování nových alternativních paliv či nové systémy pohonu dopravy. Snižování energetické náročnosti dopravy bude dosaženo zejména rozvojem elektromobility s důrazem na hledání nových způsobů skladování elektrické energie a posilováním významu multimodálních služeb v osobní i nákladní dopravě.

Další oblastí výzkumu bude vývoj metod, opatření, inovací a technických řešení vedoucí k omezení negativních vlivů dopravní infrastruktury a provozu vozidel v podobě nežádoucích emisí hluku, znečištění ovzduší zdravotně rizikovými emisemi či skleníkovými plyny a fragmentace krajiny.

Výzkum se dále zaměří na vliv dopravy na regionální rozvoj, dopady dopravy na ostatní hospodářská odvětví, podnikatelskou aktivitu, mobilitu pracovních sil a tvorbu regionálního produktu. Bude tak posílen kladný vliv rozvoje dopravních systémů a sítí na konkurenceschopnost měst a regionů a související zvýšení kvality dopravního systému na regionální rozvoj a životní podmínky obyvatel. Zároveň bude respektován soulad potřeb ekonomického rozvoje, udržitelného využívání přírodních zdrojů a recyklace odpadů při rozvoji dopravních systémů a sítí, snižování lokálních vlivů dopravy na emise škodlivých látek a globálních vlivů na změnu klimatu.

Bezpečná a intermodální doprava

Tuto oblast lze charakterizovat vývojem nových metod a standardů pro dopravní infrastrukturu a dopravní prostředky, které povedou k trvalému snižování nehodovosti a souvisejícím škodám na životech, zdraví i majetku. Dále pak hodnocení vlivu kvality dopravních systémů, sítí a dopravních služeb na národní a regionální rozvoj, konkurenceschopnost ČR a regionů, mobilitu a životní podmínky obyvatel, zejména pak na přístupnost dopravy pro osoby se specifickými potřebami. Výzkum se dále zaměří na zajištění odolnosti a spolehlivosti (resilience) dopravních prostředků, infrastruktury, informačních a komunikačních systémů a jejich služeb a také jejich bezpečnosti nejen ve významu „safety“ (zejména snížení nehodovosti), ale také odolnosti dopravní infrastruktury ve smyslu odolnosti vůči přírodním vlivům v důsledku očekávaných změn klimatu nebo ve smyslu odolnosti vůči terorismu včetně kaskádových efektů selhání prvků dopravní infrastruktury a jejich potenciálních dopadů na ostatní sektory.

Otázka přístupnosti dopravy bude rovněž řešena ve vztahu k prudkému rozvoji sídel na okraji velkých aglomerací, které kladou nové požadavky na vznik vlastních cest, logistiku a lokalizaci zdrojů a cílů. Výzkum bude provázán s ekonomickými aspekty dopravy, jejími přínosy, náklady, urbanismem a územním plánováním.

Nedílnou součástí této problematiky je výzkum v oblasti konceptu tzv. chytrého města. Jejich nedílnou součástí jsou plány udržitelné městské mobility, které představují vhodnou alternativu k prostorově a ekologicky náročné individuální dopravě. Jde zejména kvalitní a dostupnou městskou hromadnou dopravu v kombinaci s cyklistickou a pěší dopravou a humanizaci uličního prostoru včetně efektivního projektování a výstavby bezpečné a husté infrastruktury pro cyklo dopravu jako moderního dopravního druhu. Výzkum bude zaměřen na podporu využití sdílených služeb, jako např. car sharingu či bike sharingu, a také využití nových konceptů v rámci městské logistiky a obecně nákladní dopravy. Tyto oblasti lze rovněž zahrnout do konceptu „mobilita jako služba“, který obsahuje mobilitu osob a zboží a souvisejících služeb. Aktivita se dále zaměří na zohlednění potřeb obyvatel včetně sociální inkluze znevýhodněných skupin obyvatelstva a celkového zvýšení pozitivního společenského dopadu.

Téma městské mobility se zaměří např. na zásobování centrálních částí měst a stavební logistiku a také zohlednění faktoru dynamického rozvoj e-commerce.

Automatizace, digitalizace, navigační a družicové systémy

Výzkum v této oblasti se zaměří na rozvoj inteligentní a propojené dopravy s cílem zajistit interoperabilitu dopravních prostředků, což přispěje k efektivnímu fungování celého dopravního systému. V rámci výzkumných aktivit bude podporován rozvoj technických a technologických komponentů systémů autonomních vozidel, oblast sběru, zpracování a výměny dat včetně dat prostorových, robotiky, umělé inteligence a obecně digitálních technologií v dopravě.

Výzkum se zaměří na testování automatizovaných a autonomních vozidel, která disponují technickým vybavením umožňující částečně nebo zcela nahradit lidský faktor. Tato problematika je řešena v samostatné kapitole.

V souvislosti s rozvojem autonomních vozidel je nezbytné se zaměřit také na výzkum a vývoj podpůrné fyzické a digitální infrastruktury zahrnující navigaci a uzpůsobené mapové podklady, přičemž kvalitní prostorová data jsou při navigaci autonomně řízených či semi-autonomně řízených vozidel zcela nepostradatelná jako jeden z klíčových podkladů rozhodovacího procesu při řešení dopravní situace v reálném čase. V této souvislosti bude podpořen výzkum využití družicové navigace, pozorování Země, či družicové telekomunikace v oblasti dopravy.

6.3 Návrh strategie zavádění pokročilých technologií

Mezi základní dlouhodobé cíle v oblasti snižování zátěže životního prostředí a negativního dopadu na lidské zdraví z dopravy patří snižování emisí. Z tohoto důvodu je žádoucí hledat způsoby vedoucí ke snížení produkce emisí znečišťujících látek ze sektoru dopravy, a to především ve velkých městech a aglomeracích. Jednou z možností, jak tohoto cíle dosáhnout, je využívání vozidel s příznivějšími ekologickými parametry, zejména vozidel na zemní plyn a elektromobilů. Dalšího snižování emisí znečišťujících látek může být dosahováno zapojováním nových pohonů a alternativních paliv do dopravy. Další navrhovaná opatření by měla být zaměřena především na snížení intenzit silniční osobní i nákladní dopravy prostřednictvím užší spolupráce mezi dopravci působícími v různých druzích dopravy, a také na zvýšení podílu vozidel využívajících alternativní paliva. Celostátně platná opatření ke snížení vlivů dopravy na znečištění ovzduší jsou v kompetenci především MD (gestor za limity nečistot z výfuku vozidel v rámci EU), případně jsou automaticky implementována v rámci harmonizace legislativy ČR s předpisy EU. Opatření na regionální a lokální úrovni zahrnují zejména budování městských okruhů, rozvoj integrovaných dopravních systémů, parkovací politiku, omezení provozu v centrech měst, podporu veřejné a nemotorizované dopravy. Příslušná analýza je provedena ve Strategii regionálního rozvoje dopravy, omezení vjezdu do některých částí měst, zavedení zón snížené rychlosti ve městech, placené vjezdy do vybraných částí měst, podporu a zlepšování kvality MHD, vypracování regulačního řádu při řešení smogových situací, podporu systémů „Park and ride“, „Kiss and ride“ a „Bike and ride“.

Ochrana klimatu je v současnosti jedním z nejzávažnějších a nejvíce diskutovaných globálních ekologických problémů. Její příčinou je zesilování skleníkového efektu atmosféry zapříčiněného zvyšováním koncentrace antropogenních emisí skleníkových plynů. Právě sektor dopravy je jedním z významných producentů emisí skleníkových plynů. V roce 1990 představovaly emise z dopravy pouhých 6,35 % celkových emisí CO₂ v České republice. V

roce 2005 tento podíl činil 14,45 % a v roce 2017 dosáhly emise z dopravy 17,9 %. Tento růstový trend je velmi nepříznivý, avšak emise stále nedosahují hodnot z vyspělých zemí EU (např. ve Velké Británii činí podíl dopravy na emisích CO₂ 27 %). Z tohoto důvodu je velmi pravděpodobné, že podíl dopravy na emisích oxidu uhličitého bude růst i v blízké budoucnosti. Tento trend souvisí především s růstem objemů individuální automobilové dopravy a silniční nákladní dopravy. Proto i výzkum opatření pro snížení emisí skleníkových plynů je jedním z dlouhodobých výzkumných cílů.

Dalším dlouhodobým cílem je snižování závislosti na ropných produktech. Ty jsou v podstatě tři. První je rozvoj nových paliv v dopravě ze zdrojů domácích či z oblastí s menší politickou nestabilitou (uhlí, zemní plyn) a z obnovitelných zdrojů. Druhou cestou je nárůst energetické efektivity (technické úpravy motorů, hybridní motory atd.) a třetí cestou je vyšší využívání těch druhů dopravy, které jsou energeticky efektivnější. Pozitivní přínos ke snížení energetické závislosti a emisí z dopravy by dále měly přinést úspory spotřeby paliv dosažené snížením počtu cest či nahrazením kratších cest u osobní dopravy nemotorovými druhy dopravy.

Fragmentace volné krajiny dopravní infrastrukturou je problém celé Evropy, která má hustou dopravní síť. Vzhledem k bariérovému efektu dopravních sítí je v rámci možností nutno zajistit na vytipovaných místech prostupnost těchto sítí vhodnými opatřeními. Konkrétní lokalita a typ opatření musí vycházet z odborného monitoringu předloženého příslušnými orgány životního prostředí. Nutnost řešení tohoto problému vyvstává v poslední době zejména v souvislosti s prudkým nárůstem výkonů dopravy a rychlým rozvojem dopravní infrastruktury.

Hluk z dopravy představuje velmi významný vliv na veřejné zdraví a životní prostředí s velkoplošným dopadem. V oblasti snižování hlukové zátěže způsobené dopravou je nutné navrhovat taková opatření, která hluchnost redukuje buď přímo u zdroje jeho vzniku (aktivní), nebo na dráze šíření (pasivní). Navrhovaná opatření by měla umožnit zlepšení nepříznivé akustické situace z hlediska zasažení obyvatelstva i území hlukem.

Pokud chce Česká republika v dopravě nadále zůstat na špičce technologického pokroku, je nutné, aby zaměřila a podpořila své výzkumné aktivity v klíkových otázkách např. snížení emisí uhlíku, jejichž zdrojem je doprava zvýšením účinnosti leteckých a automobilových motorů nebo na přechod od ropných paliv k jiným zdrojům energie, či podporou multimodálního přístupu v dopravě. K dosažení konkurenceschopného a udržitelného dopravního systému je nutné odstranit závislost dopravního systému na ropě, aniž by bylo třeba obětovat jeho účinnost a ohrozit mobilitu. V souladu se stěžejní iniciativou „Evropa méně náročná na zdroje“ zavedenou ve Strategii Evropa 2020 a v souladu s novým plánem pro energetickou účinnost, by mělo být základním cílem dopravní politiky napomoci vytvořit systém, který podporuje evropský hospodářský pokrok, zvyšuje konkurenceschopnost a nabízí vysoce kvalitní služby mobility a zároveň účinněji využívá zdroje. V praxi je třeba, aby doprava využívala méně energie a využívala čistou energii a aby lépe využívala moderní infrastrukturu, snižovala svůj negativní dopad na životní prostředí a zásadní přírodní zdroje jako vodu, půdu a ekosystémy. Evropa, včetně ČR, se velmi výrazně snaží rozvíjet nízkouhlíkové hospodářství s cílem snížit hrozící globální změny klimatu způsobené lidskou činností. Vzhledem k tomu, že ostatní významné ekonomické struktury světa (Čína, Indie, USA a další) v této oblasti tak aktivní nejsou, hrozí nebezpečí, že v důsledku aplikací opatření na ochranu klimatu dojde k ekonomickému zaostávání Evropy v důsledku vyšších nákladů na výrobu, služby a dopravu. Proto je nutné tuto potenciální nevýhodu prostřednictvím výzkumu a vývoje nových technologií obrátit ve výhodu. K vyšší ekologičnosti, bezpečnosti a efektivitě dopravy přispěje rovněž výzkum, vývoj a inovace v zavádění inteligentních dopravních řešení, jimiž se zkvalitní

využívání stávající infrastruktury a informačních a komunikačních technologií, které umožní plynulé přechody mezi různými druhy dopravy.

Inovativní technologie mohou např. pomoci v silniční dopravě – sníží se spotřeba paliva a řidiči budou naváděni přímo k volným parkovacím místům a mimo dopravní kongesce a místa, kde došlo k dopravní nehodě. Za jednu z největších výzev budoucího rozvoje dopravy lze označit inteligentní, ekologickou a integrovanou dopravu využívající družicových systémů pro určování polohy v dopravě.

K překonání těchto výzev vznikla Zelená dohoda pro Evropu, která má Unii transformovat na moderní, konkurenceschopnou ekonomiku, jež účinně využívá zdroje a kde:

- se do roku 2050 dosáhne nulových čistých emisí skleníkových plynů
- bude hospodářský růst oddělený od využívání zdrojů (především neobnovitelných).

Zelená dohoda pro Evropu rovněž nastiňuje směřování naší společnosti po pandemii COVID-19. Na realizaci jejích cílů půjde jedna třetina investic ve výši 1,8 bilionu eur, které jsou k dispozici v rámci programu oživení a sedmiletého rozpočtu EU.

6.4 Návrh akčního plánu zavádění pokročilých technologií

Navržená témata v oblasti životního prostředí vycházejí z budoucích požadavků a předpokladů rozvoje silniční dopravy a jejich dopadů na kvalitu života a dopadů na životní prostředí.

Téma 1: Udržitelná mobilita v citlivých oblastech/ chráněných územích

Zaměření a cíle

Evropská komise klade důraz na řešení dopravních problémů ve městech. Z tohoto důvodu je již dnes běžné, že města zpracovávají své plány udržitelné městské mobility, a to na základě příslušných metodik. Problematiku udržitelné mobility je nutné, a to na základě obdobných principů, v citlivých oblastech dále řešit. Jde zejména o velkoplošná chráněná území, zejména o národní parky a vyšší zóny chráněných krajinných oblastí. Do těchto oblastí se koncentruje turistický ruch, který pak významně tyto oblasti zatěžuje negativními vlivy dopravy, zejména dopravy individuální. Hledání alternativních řešení mobility v těchto oblastech není obvykle ve středu zájmu objednatelů veřejné dopravy, neboť se jedná o oblasti řídké osídlené. Je proto nutné analyzovat specifika mobility v těchto oblastech a navrhnout metodologii jejich řešení.

Cíle tématu:

- stanovení sady indikátorů postihující současnou situaci ve vybraných oblastech z hlediska životního prostředí, socio-ekonomické a demografické situace, dopravních poměrů atd.
- navržení a časová specifikace kritérií udržitelného rozvoje v daných oblastech
- průběžné vyhodnocování a revize navržených kritérií
- zapracování navržených předpokladů do aktualizace dopravní politiky ČR

Stručný popis tématu

Vývoj dopravy v České republice je v rozporu s požadavky principů udržitelného hospodaření s přírodními zdroji. Silniční doprava nadále silně roste a podíl železniční dopravy stále klesá. Cílem udržitelné dopravní politiky je vytvoření podmínek pro takové přemísťování osob a

nákladů, které je funkční, bezpečné a udržitelné z hospodářského, sociálního i ekologického hlediska. Řešení bude zaměřeno nejen do oblastí se zvláštním režimem ochrany přírody, jako jsou např. národní parky nebo chráněné krajinné oblasti, ale také do městských center a klidových zón. Výzkum se dále zaměří na stanovení kvantitativních předpokladů daného území pro udržitelný rozvoj dopravy a stanovení konkrétního časového horizontu pro naplnění zásad udržitelného rozvoje dopravy, vč. sjednocení a rozšíření používané sady indikátorů udržitelného rozvoje dopravy.

Téma 2: Návrhy metodik pro snížení negativních vlivů dopravy

Zaměření a cíle

Výzkumná činnost v oblasti snižování emisního zatížení složek životního prostředí z dopravy, zaváděním alternativních postupů, např. v oblasti vytváření nízkoemisních zón. Návrh postupů pro využívání alternativních zdrojů energie v dopravě s důrazem na snižování negativního vlivu dopravy na životní prostředí a veřejné zdraví. Tvorba opatření v rámci snižování objemu zbytné dopravy ve smyslu sdílené ekonomiky, např. carsharing. Hledání nových materiálů a technologií snižujících tvorbu a šíření hlukové zátěže. Problematika fragmentace krajiny dopravní infrastrukturou a její minimalizace.

Cíle:

- Minimalizovat negativní vlivy hluku a imisí z dopravy, které mají svůj původ v dopravě, a to vhodnými opatřeními na dopravní infrastrukturu.
- Při přípravě a realizaci projektů rozvoje dopravní infrastruktury minimalizovat dopady na jednotlivé složky životního prostředí a na veřejné zdraví.
- Zavádět opatření na minimalizaci střetů se zvěří (průchodnost dopravní infrastruktury, pachové ohradníky apod.).
- Zohledňovat dopravní problémy v plánech rozvoje dopravy krajů a měst a obcí k dosažení imisních limitů.

Stručný popis tématu

Znečištění ovzduší emisemi patří mezi nejzávažnější problémy dopravy a to zejména v městských aglomeracích. Produkce limitovaných škodlivin vlivem neustále se zpřísňujících emisních limitů EURO sice u nových vozidel klesá, ale vzhledem ke zvyšujícímu se objemu dopravy však dochází k celkovému růstu emisí. Nelimitované škodliviny mají často závažnější dopady na zdraví člověka, ale pro v současné době nedostatek informací o látkách samotných a daleko vyšším nárokům na měřicí techniku není jejich produkce monitorována a to i přesto, že produkce většiny těchto škodlivin dopravou stoupá. Nutným předpokladem pro přijímání různých opatření za účelem snížení znečištění ovzduší je také znalost chování příslušných škodlivin a možné vlivy na zdraví člověka. Z tohoto důvodu budou aktivity v rámci tohoto tématu směřovat především ke sledování znečištění ovzduší dopravou, stanovení podílu mobilních zdrojů na celkovém znečištění ovzduší a hodnocení zdravotních rizik imisní zátěže obyvatel vystavených expozici škodlivinám produkováných dopravou. V rámci aktivit vedoucích k redukci produkce emisí škodlivin do ovzduší budou řešeny možnosti podpory udržitelné městské mobility v podobě inovativních přístupů v preferenci MHD a integrovaných dopravních systémů a posílením dotačních titulů pro financování rozvoje alternativních způsobů dopravy a pilotních projektů, zejména cyklistické dopravy a pěšího provozu.

V oblasti hluku bude třeba realizovat zejména aktivní opatření pro snižování hlukové zátěže způsobené silniční dopravou, která hlučnost redukuje přímo u zdroje jeho vzniku. Nejvhodnějším moderním dopravně inženýrským řešením je budování vozovek ze speciálních povrchů o nízké hlučnosti.

Důležitou roli při kontaminacích okolního prostředí silniční sítě hraje forma odvodnění a případného předčištění nebo čištění smyvů. Znalost těchto parametrů současně se znalostí obsahu škodlivin ve smyvech jsou rozhodující pro tvorbu a následnou realizaci opatření vedoucích k omezení či snížení negativních vlivů provozu na pozemních komunikacích na vody, půdy a horninové prostředí. Prostředky k dosažení tohoto cíle spočívají v kvantifikaci škodlivin nacházejících se ve smyvech z komunikací pomocí jejich monitorování na jednotlivých druzích komunikací (I, II, III, RK, D) se zohledněním všech typů odvodnění v rámci silniční sítě ČR.

Aktivita v rámci výzkumného tématu budou zaměřeny na možnosti zdokonalení legislativních, popř. i ekonomických nástrojů plošné ochrany půdy vč. návrhů změn na objektivnější hodnocení záborů půdy na úrovni státní správy a samosprávy, návrhy obecných opatření a doporučení jak v rámci legislativy, tak jejího výkladu a praktického provádění v praxi a vývoj praktických nástrojů pro územně cílené uplatňování plošné ochrany půdy. V oblasti fragmentace krajiny je potřeba systematicky řešit všech 5 primárních ekologických efektů (bariérový efekt, ztráta lokalit a jejich propojení, kolize vozidel s živočichy, biokoridory a lokality podél komunikací, vlivy spojené s rušením a znečištěním) a dále se zaměřit na monitoring migračních cest živočichů, včetně stanovení jasných pravidel při navrhování zmírňujících opatření (výstavba ekoduktů, tunelů, podchodů atd.)

Téma 3: Analýza dopadů v oblasti energetické spotřeby v dopravě a v oblasti celkových emisí znečišťujících a skleníkových látek

Zaměření a cíle

Česká republika musí plnit závazky v oblasti kvality ovzduší z hlediska znečišťujících zdraví škodlivých látek, v oblasti emisí skleníkových plynů a v oblasti energetických úspor. Zatímco v sektoru průmyslu a domácností se tyto cíle daří postupně plnit, sektor dopravy stále více zaostává. Jedním z efektivních opatření je v případě pravidelných silných přepravních proudů využívání alternativních druhů dopravy k dopravě silniční, a to zejména v elektrické trakci. Cenová politika v energetice ale v případě sektoru doprava působí kontraproduktivně, zejména pokud jde o poplatek na podporu obnovitelných zdrojů energie nebo platbu za emisní povolenky.

Cíle:

Hlavním cílem je zpracovat podrobnou analýzu vlivu cenové politiky v energetice a její dopad na energetickou náročnost dopravy a vliv dopravního provozu na životní prostředí.

Dílčí cíle

- Zvyšovat podíl energeticky efektivní veřejné hromadné dopravy (s nižší spotřebou energií a s větším podílem alternativních energií) na celostátní, regionální i místní úrovni. V případě nákladní dopravy důsledně uplatňovat princip komodality.
- V systému výkonového zpoplatnění užití infrastruktury zvýhodňovat dopravní prostředky s nižší měrnou spotřebou energie a nižší úrovní emisí. Rozpracovat a implementovat rozdělení tarifů za užití infrastruktury pro různé kategorie vozidel i podle jejich měrné spotřeby.

- V rámci rozvoje dálniční sítě a vybrané sítě silnic I. třídy rozšířit uplatnění systémů ITS k optimalizaci dopravních procesů vedoucí k nižším měrným spotřebám energií.
- Snížit emise NO_x, VOC a PM_{2,5} ze sektoru silniční dopravy obnovou vozového parku ČR a zvýšením podílu alternativních pohonů.

Stručný popis tématu

Spotřeba energie v dopravě roste, a to absolutně (v energetických jednotkách) i relativně (jako podíl na celkové spotřebě energie všemi sektory) ve všech hlavních regionech světa. Nejvýznamnější podíl na spotřebě energií v dopravě má doprava silniční. Její podíl navíc dále narůstá. Nejrychleji rostoucím dopravním módem je doprava letecká, která však na rozdíl od silniční dopravy roste sice rychlejším tempem, ale z podstatně nižší úrovně, proto zatím zdaleka nedosahuje stejných výkonů, jako doprava silniční. Důvodem pro snižování závislosti na klasických fosilních palivech je nejen předpokládaná omezenost zdrojů (i když do roku 2030 pravděpodobně budou zdroje fosilních paliv za ekonomickou cenu ještě dostupné), ale zejména ohled na evropské cíle na snižování emisí skleníkových plynů z dopravy a diverzifikaci zdrojů energií pro dopravu z pohledu priorit jejich forem využití.

Cesty ke snížení závislosti na ropných produktech jsou v podstatě tři. První je rozvoj nových paliv v dopravě ze zdrojů domácích či z oblastí s menší politickou nestabilitou (uhlí, zemní plyn) a z obnovitelných zdrojů. Druhou cestou je nárůst energetické efektivity (technické úpravy motorů, hybridní motory atd.) a třetí cestou je vyšší využívání těch druhů dopravy, které jsou energeticky efektivnější. Pozitivní přínos ke snížení energetické závislosti a emisí z dopravy by dále měly přinést úspory spotřeby paliv dosažené snížením počtu cest či nahrazením kratších cest u osobní dopravy nemotorovými druhy dopravy. V souvislosti s globálními změnami klimatu je v sektoru dopravy základním opatřením omezování emisí skleníkových plynů vzešlých ze spalování fosilních pohonných hmot (např. zlepšování emisních parametrů dopravních prostředků, podpora nízkoemisních či bezemisních módů dopravy, zvýšení plynulosti dopravy, rozvoj užívání alternativních energií, optimalizace přepravních výkonů nutných pro zajištění potřebné mobility osob a zboží). Základními obecnými principy adaptačních opatření v sektoru doprava jsou princip prevence a princip předběžné opatrnosti. Základním specifickým principem adaptačních opatření v sektoru doprava je princip zajištění udržitelné mobility. Na základě těchto principů je možno definovat konkrétní principy pro formulaci přímých i nepřímých adaptačních opatření na globální změny klimatu.

Téma 4: Možnosti snížení negativních vlivů špatných meteorologických podmínek na funkci dopravního systému

Zaměření a cíle

Vliv počasí je prokazatelně jednou z nejčastějších příčin vzniku nehodových událostí se zraněním a rovněž se velkou měrou podílí na příčinách nestability dopravního proudu, prodlužování cestovních časů a dalších celospolečenských ztrátách. Rozvojem moderních technologií, výpočetního výkonu a dalších nástrojů lze počasí předpovídat s daleko větší pravděpodobností a geografickou přesností, než tomu bylo v minulosti. Pomocí synergických efektů a v kombinaci s jinými datovými zdroji lze vliv meteorologie na dopravní systém kvantifikovat a zkoumat vzájemné závislosti. Výzkum s ohledem na využití principů velkých dat a dalších moderních technologií v přímé návaznosti na dopravní síť a povrch vozovek má obrovský potenciál ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti dopravy, a to také s ohledem na uplatnění v rámci autonomní, datově propojené a kooperativní mobility v budoucnu.

Cíle:

- Vyvinout IS s dopravním modelem využívajícím real-time data.
- Kalibrace algoritmů na základě dostupných datových sad a zdrojů.
- Poskytnout podklady pro rozhodování při krátkodobém i dlouhodobém předpovídání vlivu počasí na dopravní infrastrukturu.
- Zpřesnění předpovědních klimatických modelů a identifikace kritických míst na dopravní infrastruktuře.
- Omezit dopady předpokládaných změn klimatických podmínek na realizaci údržby i uživatele dopravní sítě pozemních komunikací.

Stručný popis tématu

Klimatické změny jsou v současné době chápány jako významný globální faktor, který může mít zásadní negativní vliv na lidskou společnost. Přestože je v této oblasti řada nejasností, je základním koncepčním přístupem prevence a připravenost na případné dopady, tedy adaptace. Adaptace znamená schopnost předvídat nepříznivé účinky změny klimatu a přijmout vhodná opatření k předcházení nebo minimalizaci škod, které mohou tyto účinky způsobit nebo také využít příležitosti, které mohou v této souvislosti vzniknout. Včasná a efektivní adaptace vede ke snížení zranitelnosti a zvýšení odolnosti vůči dopadům změny klimatu, a tím i ke snížení ekonomických ztrát způsobených jejím negativním vlivem. Strategie preventivních opatření se připravují celosvětově pro jednotlivá hospodářská odvětví. Tato zpráva je součástí koncepčního řešení pro sektor dopravy v rámci České republiky. Doprava je společně s energetikou hlavním integrujícím odvětvím celého hospodářství a fungování společnosti. Negativní vlivy změny klimatu mohou vyvolat kumulativní a synergické dopady i při relativně menším vlivu na samotnou dopravu. Proto je třeba věnovat změnám klimatu v sektoru dopravy náležitou pozornost.

6.5 Závěr

Cílem této kapitoly bylo navrhnout cestovní mapu pro implementaci témat a technologií, která posunou sledovanou problematiku ve svém oboru dál a přispět k jejich praktickému uplatnění. Celá oblast životního prostředí ve vztahu k dopravě je širokospektrální a proto nejsou navrženy konkrétní projekty v oblasti alternativních paliv a úspor energií. Materiál obsahuje nástin témat pokrývajících problematiku negativního vlivu dopravy na životní prostředí, a to jak z pohledu možného znečištění jednotlivých složek životního prostředí, tak z pohledu udržitelnosti zdrojů energie využívaných v dopravním sektoru.

Navržená témata jsou ambiciózní a zacílená k praktickému využití v oblasti dopravy, kdy by jejich realizací mohlo dojít ke snížení zátěže životního prostředí. Řešení navržených témat přispěje ke snížení zátěže životního prostředí dopravou v podmínkách České republiky a k přiblížení k udržitelnému stavu v tomto důležitém hospodářském odvětví.

7. Oblast elektromobilita

7.1 Úvod

Elektromobilita se v roce 2021 stala nedílnou součástí strategie automobilek nejenom pro osobní dopravu, ale také pro hromadnou a nákladní. Probíhá přechod výroby k elektromobilům, začínají stavby nových výrobních závodů na baterie a přestavby současných výrobních linek ze spalovacích vozidel na elektromobily.

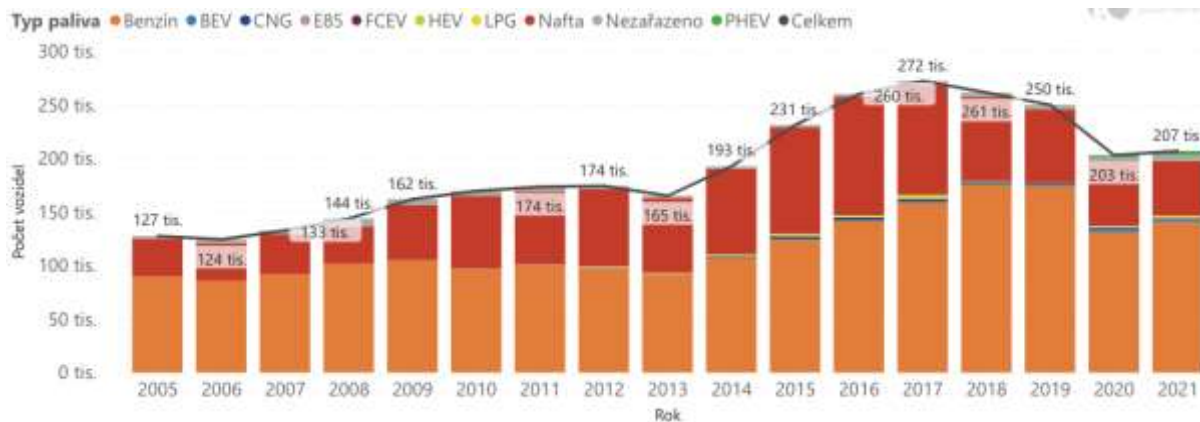
Tato technologická změna je tažena poptávkou, očekáváním investorů, legislativním tlakem zelených opatření na snižování produkce CO₂ a spotřeby energií, snižování hluku, ale i společenskou zodpovědností zákazníků a automobilek.

Tradičně investory lákají budoucí příležitost a rizika spojená s ponecháním tradičních spalovacích technologií.

7.2 Hlubková analýza současného stavu

Stav elektromobility osobních vozidel

V současné době nejpřesněji vyjadřuje stav elektromobility v ČR statistika registrací vozidel a statistika veřejných nabíjecích stanic. Tyto statistiky poskytuje například Centrum dopravního výzkumu v rámci projektu CIVINET.



Obrázek 28: Registrace nových vozů podle paliva v letech

Na celkových registracích nových vozidel, včetně spalovacích, je viditelný pokles zájmu o nová vozidla během pandemie COVID-19 v letech 2020–2021. Tento pokles zájmu se přenesl na elektromobily a plugin hybridy s ročním zpožděním.



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

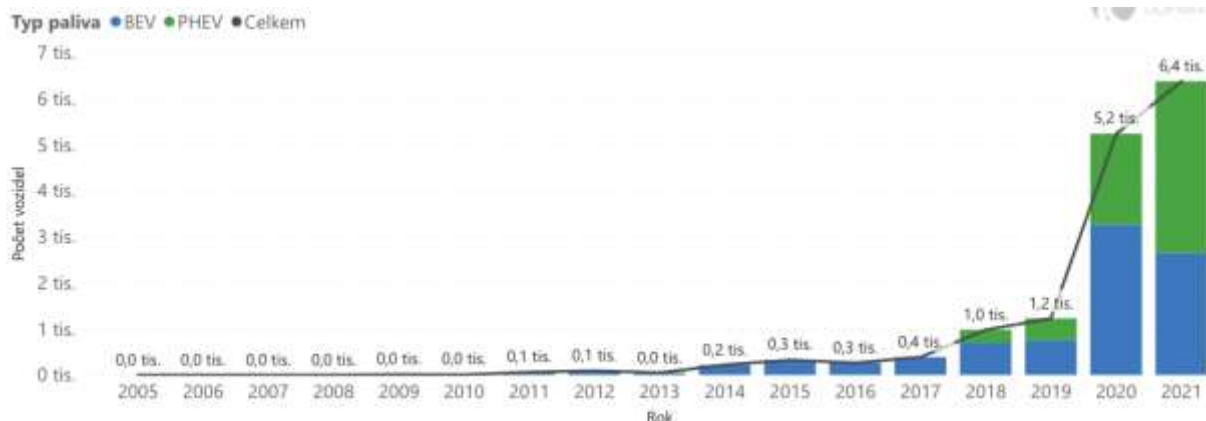


MINISTERSTVO
PRŮMYSLU A OBCHODU

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA



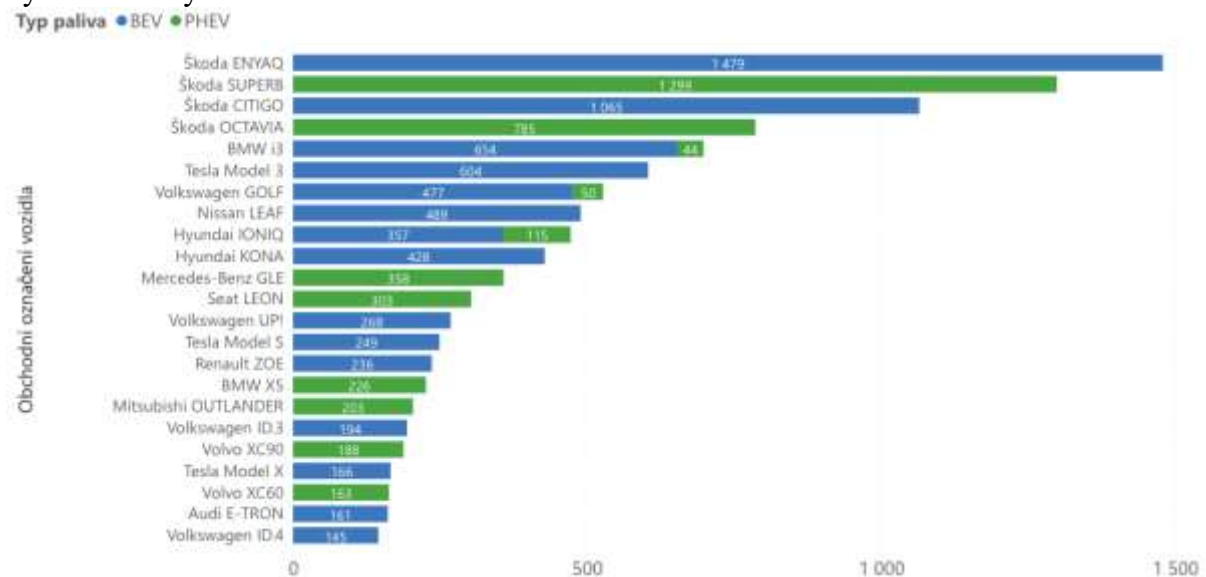
SILNIČNÍ DOPRAVA



Obrázek 29: Podíl nových registrací elektromobilů a plug in hybridů.

Roční přírůstek nových registrací elektromobilů poprvé poklesl, ale byl kompenzován vyšším nárůstem plug-in hybridů.

Nárůstu počtu nových registrací podle značek dominuje podle očekávání domácí automobilka Škoda Auto. Mnoho registrací elektromobilu ENYAQ jsou sice registrace, kde majitelem je výrobce nebo autosalony, ale přesto plní očekávání ve smyslu propagace elektromobility a vytváření nových zákazníků.



Obrázek 30: Počty registrovaných elektromobilů a plugin hybridů podle modelů vozidel

Prodeje nových osobních vozidel klesají. Podíl elektromobilů v ČR však stále roste i když pomaleji než v jiných zemích. Podle Centra dopravního výzkumu je podíl nových registrací elektromobilů v ČR nejhorší z evropských zemí za Kypr.



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

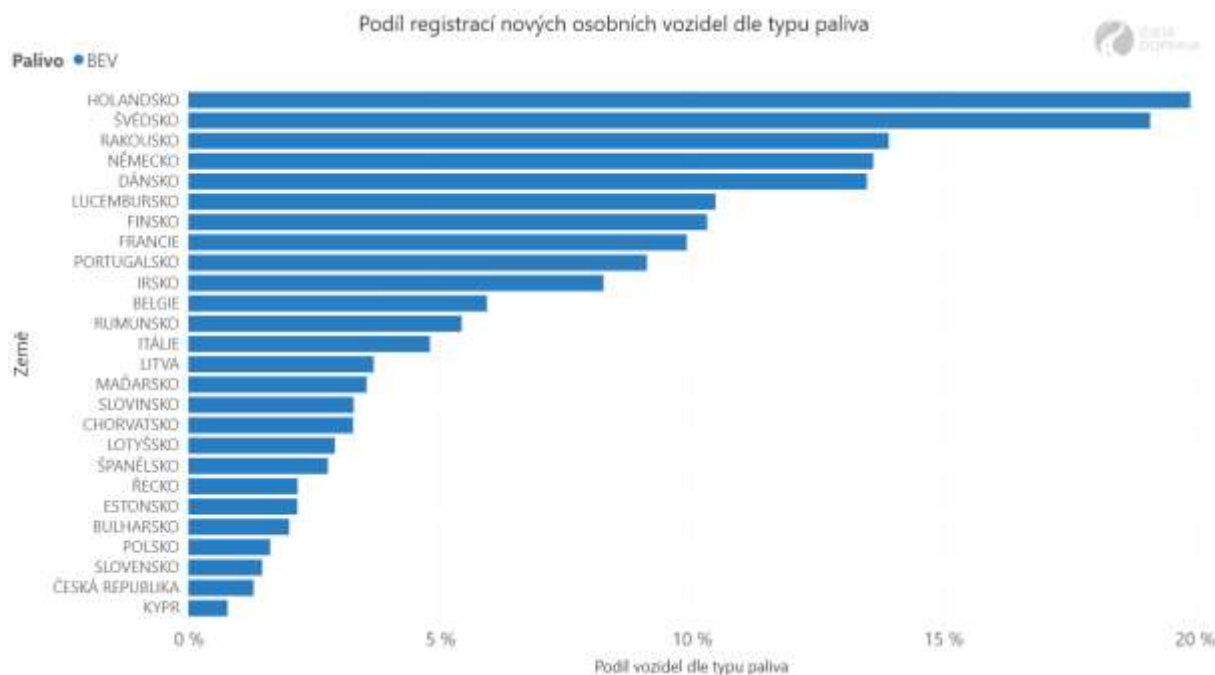


MINISTERSTVO
PRŮMYSLU A OBCHODU

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA



SILNIČNÍ DOPRAVA



Obrázek 31: Podíl registrací nových osobních vozidel dle typu paliva podle CDV

Zdroj <https://www.cdv.cz/tisk/cesko-je-v-podilu-elektromobilu-na-25-miste-v-eu-za-nami-je-jen-kypr>

Malý nárůst podílu nových elektromobilů v roce 2021 je způsobený mimo jiné tím, že v roce 2021 nebyly poskytovány žádné dotační prostředky pro podnikatele na pořízení elektromobilů. V roce 2022 by se měla situace zlepšit.

V Evropě je situace stabilnější. Nárůst elektromobilů kopíruje rostoucí křivku tak, jak bylo dříve i v ČR. Navíc v Evropě klesá podíl registrací vozidel s naftovým motorem, který byl stejný jako podíl hybridních elektrických vozidel.



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



MINISTERSTVO
PRŮMYSLU A OBCHODU

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA

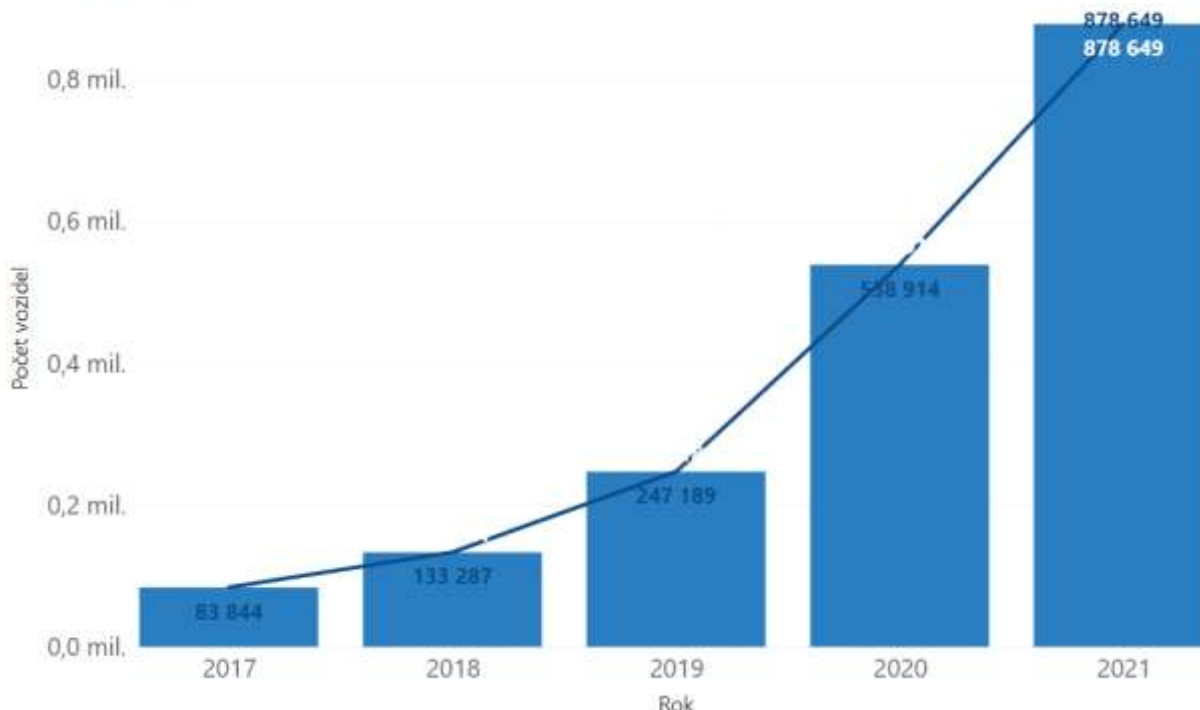


SILNIČNÍ DOPRAVA



Vývoj registrací nových osobních vozidel dle typu paliva

Palivo ● BEV ● CELKEM



Obrázek 32: Vývoj registrací nových elektromobilů v Evropě

Stav elektromobility v hromadné a nákladní dopravě

Pro rozvoj elektromobility v hromadné dopravě má ČR velmi příznivé předpoklady. Desetiletí existuje na našem území hned několik výrobců elektrické trakce, a to jak drážních elektrických vozidel (tramvaje, trolejbusy, lokomotivy, vlakové soupravy), tak nově i silničních elektrických vozidel (parciálních bateriových trolejbusů, parciálních bateriových tramvají a bateriových elektrobusů).

Výrobci, jako CZ Loko, Škoda Plzeň, Vagónka Studénka, Škoda Transportation, Ekova electric, SOR Libchavy nebo Karosa-Iveco z koncernu Irisbus, procházejí v poslední dekádě opakovanými fázemi fúzí a nákupů. Dochází ke sdružování i konsolidaci. Naposledy se po delších jednáních stala v polovině roku 2021 ostravská Ekova electric, od roku 2011 dceřiná společnost městského provozovatele MHD v Ostravě Dopravního podniku Ostrava, součástí skupiny Škoda Transportation pod názvem Škoda Ekova. Skupina Škoda Transportation je přitom v Ostravě již od roku 2009 vlastníkem i bývalé Vagonky Studénka, která svoji výrobu převážně elektrických vlakových jednotek přesunula ze Studénky do Ostravy a nyní působí pod názvem Škoda Vagonka. Skupina Škoda Transportation, jako hlavní nástupce Škody Plzeň, je pak ve vlastnictví finanční skupiny PPF.

Nejsou to však jen vozidla samotná, důležité jsou jejich elektrické pohony, případně baterie. Zde v ČR působí kromě domácích výrobců jako je Škoda Electric či EVC Group i francouzský Cegelec, součást nadnárodní průmyslové skupiny Vinci, pokračovatel tradice ČKD Polovodiče. Ale nejen on, na území ČR operuje i Siemens, Alstom, Bombardier a další.



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



Obrázek 33: Hranice, náměstí, plně elektrizovaná MHD, předání 6 elektrobusů (zdroj: město-hranice.cz)

V současnosti existuje v Česku 14 trolejbusových provozů různé velikosti. Největší trolejbusovou sítí disponuje Brno, naopak nejmenším provozem jsou Mariánské Lázně, respektive Praha. Nejdéle jezdí trolejbusy v Plzni (od roku 1941), nejmladší sítí je chomutovsko-jirkovská, zprovozněná v roce 1995. V roce 2018 byl obnoven trolejbusový provoz na kilometrové trati v Praze, po které jezdí linka obsluhovaná parciálními trolejbusy. V minulosti fungovala trolejbusová doprava i v několika dalších městech (např. Most, Litvínov, Děčín). Na řadě míst dnes jezdí i parciální trolejbusy s bateriovým pohonem, které jsou využívány jak pro případ výluk a oprav na jejich trolejbusových trasách, tak pro obsluhu nočních linek se zajištěním do míst, kde není trolejové vedení. Typickým příkladem je Zlín a Ostrava.

Kompletně se dnes s trolejbusy v městské hromadné dopravě setkáme ve městech Brno (součástí sítě je meziměstská trať do Šlapanic), České Budějovice (součástí sítě je meziměstská trať na Borek), Hradec Králové, Chomutov – Jirkov, Jihlava, Mariánské Lázně (součástí sítě je meziměstská trať do Velké Hleďsebe), Opava, Ostrava, Pardubice (součástí sítě je meziměstská trať do Lázní Bohdaneč), Plzeň, Praha, Teplice, Ústí nad Labem (součástí sítě je meziměstská trať do Trmic), a Zlín – Otrokovice.

Dopravci ze Svazu dopravních podniků ČR (sdružuje 19 největších podniků) provozují zatím 72 elektrobusů, zhruba 2 procenta z celkového počtu provozovaných autobusů. Další desítky

vozů mají ostatní dopravci. Je to však naprosté minimum mezi více než 3,6 tisíci spalovacími autobusy.

Tak, jako České republice zaostává v individuální bateriové elektromobilitě, zaostává i v té hromadné. Ve srovnání s městy Evropy či světa ne o moc, ale vlna nedávných objednávek CNG busů pro dopravní podniky napříč ČR znamená zakonzervování stavu na desítky let dopředu, než budou nové CNG busy na konci své životnosti. Ve světě je tomu podobně, i tak velké země jako USA provozovaly v letech 2018/2019 jen 300 elektrobusů.

Příklad dobré praxe z provozu elektrobusů v MHD v Evropě:

2019 Francie a SRN zkouší dálkové elektrobusy (výrobce BYD, síť Flixbus)

2019/2020 Volvo, Švédsko, 29 + 157 kloubových

2019/2020 Varšava, Polsko 130, další města 51 a 70 objednáno

2019/2020 Nizozemsko, velká města, 300

2019/2020 Španělsko, velká města, 70

2020 SRN, velká města, objednáno 743

2020 Francie, velká města, 92

2020 Velká Británie, 200 patrových doubledeckerů (výrobce BYD, Čína)

2020 Rumunsko, velká města, objednáno 60

2020 Rusko, Moskva, 300 a objednáno 310

2020 Bulharsko 30 parciálních trolejbusů

2020 Bulharsko objednáno 52

2020 Dánsko, velká města, objednáno 800

2020 Španělsko, velká města, 62, objednáno 250

2020 Norsko, velká města, 175 a 10 parciálních trolejbusů.



Obrázek 34: Elektrobusy Yutong U12 (Čína) před naloděním pro export (foto: sustainable-bus.com)

Rizikem pro české i evropské výrobce se stává Čína. Rychlé inovace zaplavují evropský i český trh elektromobily, elektrickými dodávkami a i elektrobusey s nízkou cenou a přitom s nečekaně vysokou kvalitou a dlouhým dojezdem.

V Číně dnes jezdí stovky tisíc nákladních elektromobilů, zejména dodávek a malých nákladních aut. Když se v roce 2019 snažila česká Avia vzkřísit výrobu malých nákladních elektromobilů, kdysi produkovaných malosériově pro USA pod značkou Smith, chtěla z Číny odebrat pohony a baterie pro své podvozky a kabiny. Čínský partner spolupráci odmítl, nabídnul Avii rovnou v elektrické bateriové trakci pestrou škálu hotových vozidel s velkou variabilitou nástaveb a příslušenství a aby se stala jeho prodejce v Evropě.

Ofenziva nabídky palety prakticky využitelných po stránce kapacity i dojezdu elektrických dodávek Maxus výrobců SAIC a JAIC v roce 2021 do Evropy, které zaplavily veletrhy, ukazuje obrovský potenciál Číny i v tomto segmentu elektromobility.

7.3 Návrh strategie zavádění pokročilých technologií

Důvody zavádění nové strategie elektromobility jsou evidentní. Nafta či benzín znamenají pro město lokálně hluk, vibrace, kouř, prach a jedy v ovzduší. Plyn jako paliva opět hluk, vibrace, o něco méně kouře, o něco méně prachu, o něco méně jedů v ovzduší. Elektřina přináší do ulic měst téměř nulový hluk, prakticky nulové vibrace, provoz bez prachu, bez kouře, bez jedů v ovzduší.

Původci znečištění ovzduší v Praze

■ Statické zdroje znečištění

■ Silniční motorová doprava

■ Letecká doprava

■ Železniční doprava

■ Ostatní druhy dopravy

PM 2,5 (t/r)
Prachové částice do velikosti
2.5 mikrometrů

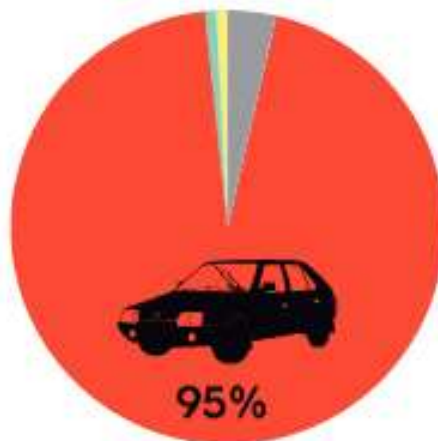
4%



0.5%



0.5%



Obrázek 35: Původci znečištění ovzduší v Praze (foto: mzp.cz a auto-mat.cz)

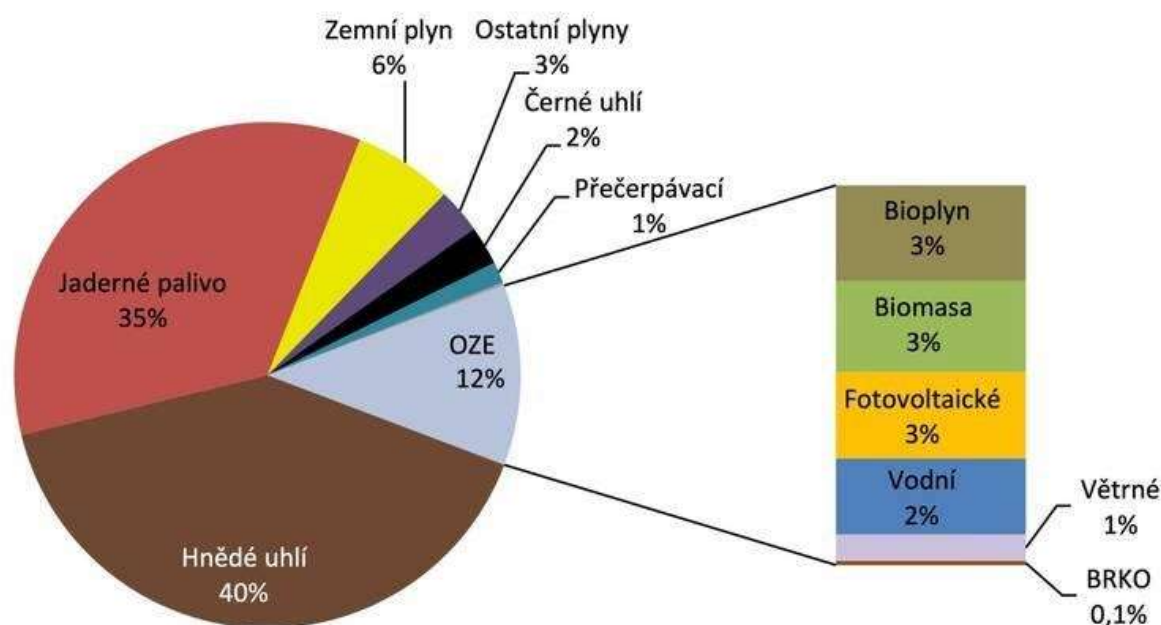


EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj
Operační program Podnikání
a inovace pro konkurenceschopnost



Současně je to i otázka geopolitická, strategická, ekonomická a otázka závislosti na jiných zemích. Nafta i benzín ČR nakupuje ze zahraničí, spoustu nákladu a elektřiny spolkně doprava a skladování ropy, její rafinace (udává se 1,3 kWh na jeden l benzínu), další doprava ropných produktů na místo spotřeby, jejich skladování a přečerpání. To dohromady stojí příliš mnoho elektrické energie, zabírá příliš mnoho plochy a představuje příliš mnoho dodatečné práce. Co se plynu jako paliva týče, je to prakticky totéž. Sice bez rafinace, ale je nutné ho čistit.

Přitom co se elektřiny týče, máme už desítky let přebytek domácí výroby okolo 13-16 TWh ročně, což je roční produkce jaderné elektrárny Temelín. Tyto přebytky levně vyvážíme, fakticky jde o vývoz zdraví lidí a krajiny, protože stále skoro 40% elektřiny vyrábíme spalováním hnědého uhlí, které se povrchově těží se všemi dopady na Mostecku a Sokolovsku. Dále má elektřina výhodu možnosti čisté výroby z obnovitelných zdrojů a infrastrukturně je rozvedena opravdu všude, do každé budovy.



Obrázek 36: Výroba elektřiny v ČR (zdroj kalkulator.cz)

Strategie v oblasti silniční dopravy se musí soustředit současně na podporu výroby elektromobilů a současně na podporu jejich používání.

Automobilová výroba vozidel a autodílů je páteří českého průmyslu. České váhání v oblasti elektromobility by mohlo vést k nevyužití příležitosti a ztráty prestiže a výnosů a tím i snížení daňových příjmů v následujících letech.

Rovněž setrvání zaměření hromadné dopravy na CNG může vést ke zvyšování nákladů při růstu cen zemního plynu způsobené zahraniční politikou směrem k východním zdrojům těžby plynu a vysokými náklady při dovozu plynu z amerického zkapalněného plynu.

7.4 Návrh akčního plánu zavádění pokročilých technologií

Strategie v oblasti elektromobility je hlavní náplní Akčního plánu čisté mobility, který původně vznikl v roce 2014 a byl postupně aktualizován. Poslední aktualizaci tohoto plánu schválila vláda 27. 4. 2020

Vozidla	rok 2030
elektromobily	220 000 - 500 000
EV busy	800 - 1 200
CNG OA	20 000-44 600
CNG busy	1 740 - 2 650
LNG kamiony	3 500 - 6 900
LPG	170 000 - 250 000
vodík OA	40 000 - 50 000
vodíkové autobusy	870
Dobíjecí body/plnicí stanice	rok 2030
elektrické	19 000 - 35 000
CNG	350 - 400
LNG	30
vodík	80

Tabulka 1: Národní akční plán čisté mobility ČR

Tento plán je v českém prostředí poměrně ambiciózní, s ohledem na okolní země však vypadá skromně. Aby byl naplněn bude nutné provést celou řadu opatření, která budou nákladná, ale vyplatí se jak soukromým zdrojům, tak i s ohledem na český státní rozpočet i zdroje z EU.

Některé části akčního plánu, zejména v počtu plnicích stanic na vodík, se zdají v současné době být nesplnitelná. Nejenom s ohledem na velmi vysoké investice, nutnost zdrojů zeleného nebo alespoň modrého vodíku, zanedbatelný počet vodíkových vozidel, ale i s ohledem na dlouhé schvalovací procesy dané riziky této technologie při plnění soukromých vozidel.

Návrh akčního plánu počtu elektromobilů

Minimální počet elektromobilů 220 000 v roce 2030 je téměř dosažitelný i podle SDA – Sdružení dovozců automobilů.



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



Rok	Počet vozidel za rok	Počet vozidel celkem	Poznámka
2013	70	70	
2014	230	300	
2015	350	650	
2016	350	1 000	
2017	400	1 400	
2018	700	2 100	cca 0,035% vozového parku, cca 0,25 % přírůstek ročních registrací
2019	1 100	3 200	
2020	2 000	5 200	
2021	4 000	9 200	
2022	8 000	17 200	
2023	13 000	30 200	
2024	17 000	47 200	
2025	21 000	68 200	cca 1,1 % vozového parku, do 10 % přírůstek ročních registrací
2026	24 000	92 200	
2027	27 000	119 200	
2028	30 000	149 200	
2029	33 000	182 200	
2030	35 000	217 200	cca 3 % vozového parku, do 15 % přírůstek ročních registrací

Tabulka 2: Predikce vývoje počtu elektromobilů podle SDA v roce 2018

Podobné výsledky ukazují predikce Asociace elektromobilového průmyslu. Při průměrném růstu počtu elektromobilů podle reálného scénáře bude v roce 2030 v ČR přes 500 000 elektromobilů. To však pouze za podmínek, které platily v letech 2015-2020. Tyto podmínky se však mění. Celosvětový nedostatek levných čipů, který zasál především spalovací vozidla se může výrazněji projevit i ve výrobě elektromobilů. Nová vláda od roku 2020 elektromobilitu zatím nemá jako prioritu. Proto je potřeba počítat i s černým scénářem, podle kterého bude v ČR v roce 2030 pouze okolo 74 000 elektromobilů. Byla by to výjimečná situace, která by ohrozila pozici ČR jako zemi, která přeje inovacím. Stali bychom se skanzenem spalovacích technologií. Pokud bude vývoj podle méně černého scénáře, pravděpodobně i tak dosáhneme počtu 220 000 registrovaných elektromobilů v roce 2030. Tento cíl akčního plánu je tedy reálný, i když budeme nejhorší v Evropě.

růst	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
35%	2,021	2,728	3,683	4,972	6,713	9,062	12,234	16,516	22,296	30,100	40,634	54,856	74,056	99,976
56%	2,341	3,661	5,725	9,129	14,276	22,326	34,914	54,600	85,386	133,529	208,819	326,559	510,686	798,630
70%	2,545	4,326	7,355	12,503	21,255	36,134	61,428	104,427	177,526	301,794	513,050	872,185	1,482,715	2,520,616

Tabulka 3: Predikce počtu elektromobilů podle Asociace elektromobilového průmyslu

K dosažení cílů akčního plánu čisté mobility v oblasti elektromobility byly mezirezortní komisí několika ministerstev přijaty takzvané karty akčního plánu. Ty obsahují plánovaná opatření, která jsou v roce 2021 již splněna a ta, která se aktuálně realizují:

Výzvy operačních programů OP PIK, OPD a IROP:

Podpora výzkumu, nákupu elektromobilů a nabíjecí stanice pro podnikatele a firmy.

Národní program MŽP:

Dosud nedošlo k podpoře nákupu elektromobilů ani nabíjecích stanic pro fyzické nepodnikající osoby.

Osvobození od platby OZE v dopravě:

Osvobození platby OZE za nabíjení elektromobilů.

Implementace směrnice EU o čistých a energeticky účinných vozidlech (částečně) viz usnesení vlády č. 685/2021 Sb.

Účtování / vykazování nákladů za palivo na služebních cestách:

Nyní je možné vykazovat elektřinu jako palivo při služební cestě elektromobilem.

Implementace směrnice EU o energetické náročnosti budov:

Povinné vybavení části nových parkovacích míst nabíjecím bodem.

Dosažení právní jistoty ve věci osvobození vodíkových vozidel:

Dosud byly vykazovány jako elektrická vozidla osvobozená od silniční daně, ale nebyla právní jistota správnosti tohoto postupu.

Analýza perspektivy čisté mobility v oblasti silniční nákladní dopravy

Operační programy (OP TAK, NPO, IROP, OPD)

Zohlednění potřeb infrastruktury alternativních paliv v rámci Koncepce dálničních odpočívák:

Zohlednění potřeb nabíjení během parkování osobních i nákladních vozidel.

Bezpečnost převozu a zpracování použitých baterií na bázi lithia

Ustavení regionálních vodíkových platforem



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



MINISTERSTVO
PRŮMYSLU A OBCHODU

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA



SILNIČNÍ DOPRAVA

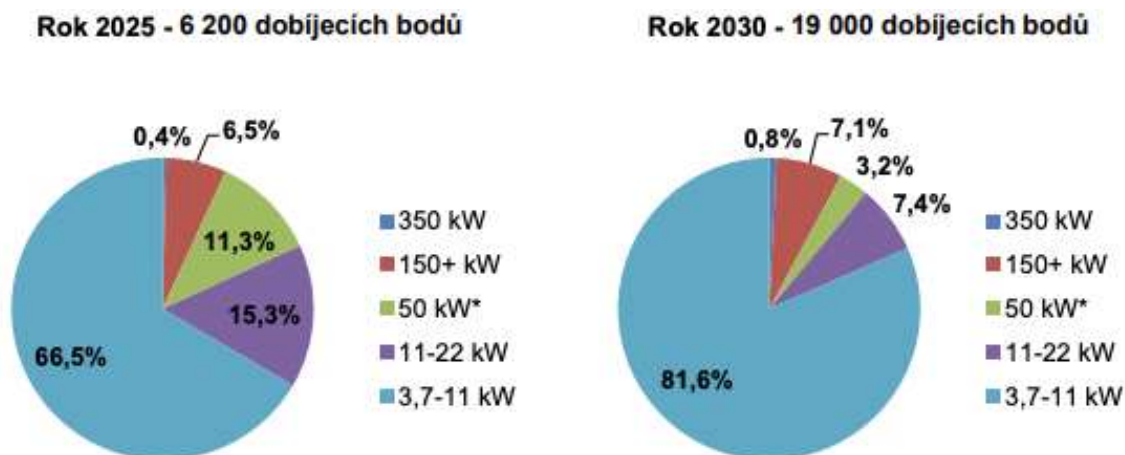
Rozpočty jednotlivých operačních programů, z nichž bude možné podpořit čistou mobilitu včetně elektromobility, jsou poměrně vysoké. Záleží ovšem na podmínkách čerpání a zda budou efektivně zvoleny témata a pravidla.



Obrázek 37: Operační programy 2021-2027. Zdroj: MPO Ing. Eduard Muřický 2021

Návrh akčního plánu v oblasti nabíjecích stanic

Návrh akčního plánu nabíjecích stanic je připraven ve dvou variantách. První pro 220 000 elektromobilů v roce 2030 a druhý pro 500 000 elektromobilů. Obě varianty obsahují přiměřenou infrastrukturu i s ohledem na růst kapacity baterií a nabíjecí výkon vozidel.



Obrázek 38: Infrastruktura pro 220 000 elektromobilů a plugin hybridů



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

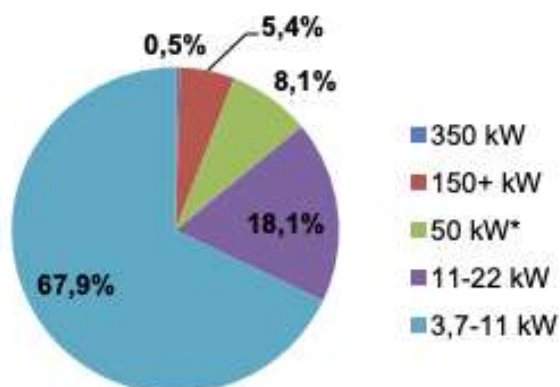


MINISTERSTVO
PRŮMYSLU A OBCHODU

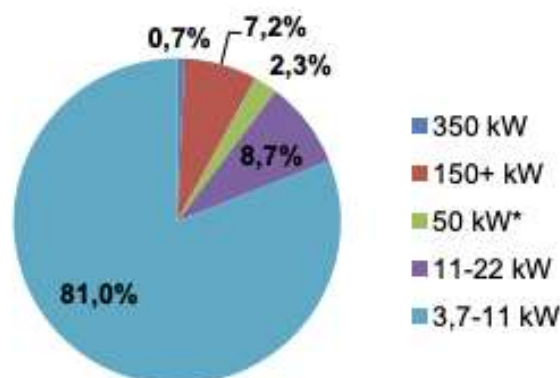
TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA



Rok 2025 - 11 000 dobíjecích bodů

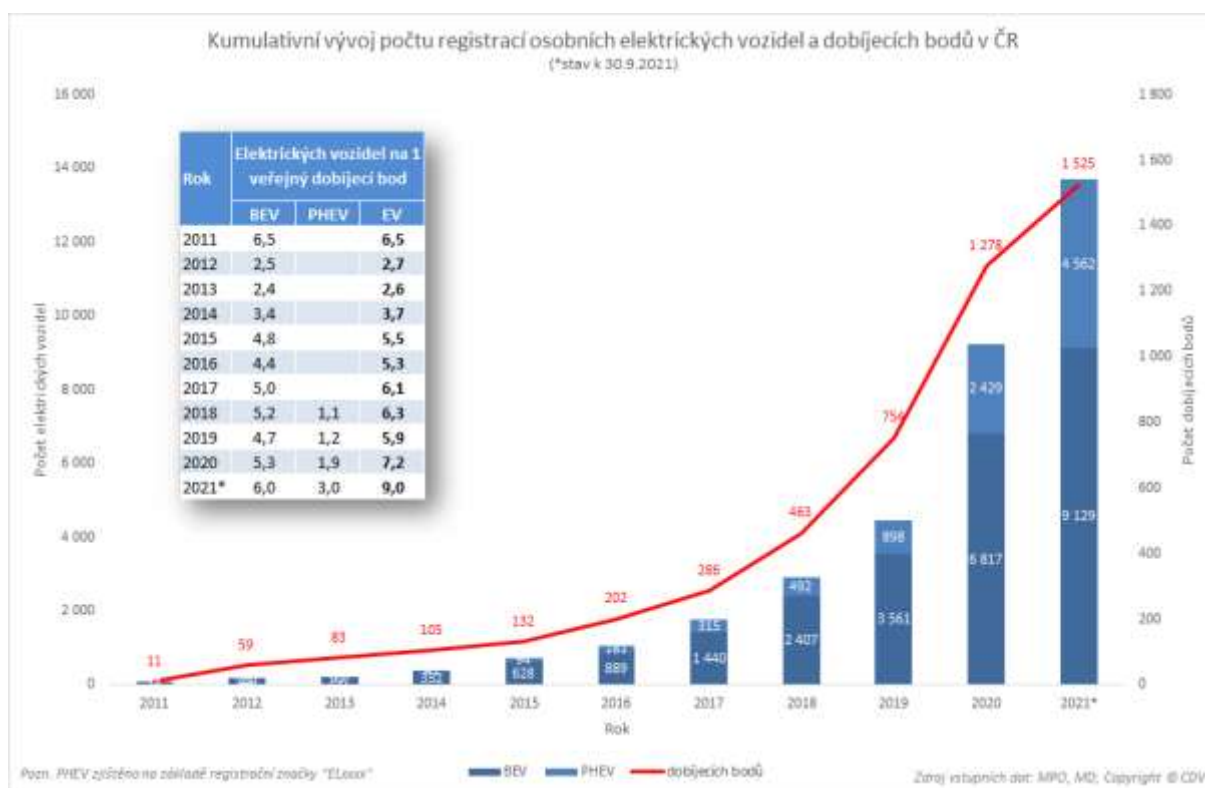


Rok 2030 - 35 000 dobíjecích bodů



Obrázek 39: Infrastruktura pro 500 000 elektromobilů a plugin hybridů

Reálnost akčního plánu v oblasti infrastruktury nabíjecích stanic lze ověřit na základě extrapolace dosavadního rozvoje počtu nabíjecích bodů s ohledem na snižující se počet míst, kde bude možné nabíjení vybudovat.



Obrázek 40: Kumulativní počet registrací elektromobilů a PHEV srovnaný s počtem nabíjecích bodů v ČR. (Zdroj CDV)



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



Protože mnoho vhodných míst pro nabíjecí stanice je již využito, je nutné k dosažení plánovaného počtu nabíjecích míst budovat vysokokapacitní nabíjecí parky. Ty zahrnují nejenom rychlonabíjecí stanice pro více než 10 elektromobilů, ale také rozsáhlá parkoviště vybavená AC nabíjením nebo pomalým DC nabíjením například z místního fotovoltaického zdroje. Typicky se jedná o solární zastřešení parkoviště. Příkladem v ČR může být zastřešení parkoviště u elektrárny ČEZ v Dukovanech.

Další možnost, jak rychle zvyšovat počty nabíjecích bodů, je využití sloupů veřejného osvětlení. Při rekonstrukci elektrických rozvodů a lamp je možné tímto způsobem budovat rychle nabíjecí místa ve městech.



Obrázek 41: Carport Dukovany 322 parkovacích stání krytých oboustrannými FV panely (zdroj cez.cz)

7.5 Závěr

Elektromobilita na konci roku 2021 získala reálné obrysy dalšího vývoje. Počty elektromobilů a počty nabíjecích stanic jsou již v absolutních číslech takové, že statistická chyba budoucí predikce je nízká.

Proto je možné odhadnout další vývoj a připravit se na něj. Takto příprava primárně zahrnuje stavbu nabíjecí infrastruktury, ale i přípravu legislativy daní, energií, dopravy, změnu výrobních procesů, recyklace, bezpečnosti, marketingu, mezinárodních vztahů, globálních a evropských politik, lokální politiky, a také všech dalších změn ve společnosti, které elektromobilita nepřímo vyvolá.

8. Oblast autonomní vozidla

8.1 Úvod

Vývoj autonomních vozidel pro osobní dopravu již probíhá přes 10 let a v současnosti jsou technologie hromadně testovány v reálném provozu.

Ačkoli doba je poznamenána globální koronavirovou krizí, vývoj v oblasti autonomních vozidel neustává. Automobilky změnilly strategii, od vlastního interního vývoje se přesunují ke strategickým partnerstvím a investicím formou perspektivních akvizic „menších“ technologických firem. Technologičtí giganti postupně prosazují svá OEM řešení jako cestu k rychlému možnému využití autonomie. Řada společností v segmentu autonomního řízení zahájila testování bez nutné přítomnosti bezpečnostních řidičů, nasazují se první aplikace autonomních minibusů do reálného provozu v Evropě. Chystá se první schválené nasazení asistenčního systému úrovně SAE 3 do sériově vyráběných vozidel v příštím roce.

Co se týče osobní dopravy, aktuálně nastala fáze hromadného testování v reálném provozu včetně ověření prvních komerčních modelů autonomní osobní dopravy. V nákladní dopravě se objevují první komerční nabídky služby autonomní přepravy od různých společností. V dopravě zásilek v rámci tzv. poslední míle začaly první komerční pilotní testy reálného doručování zásilek. V oblasti MHD jsou nejčastěji v provozu první testovací autonomní minibusy, v současnosti existuje více než 20 těchto autonomních minibusových platforem.

Pokud jde o srovnání na světovém trhu, pak nejdále s autonomií jsou USA a Čína, Evropa je pak lídrem v autonomní MHD. Celý segment autonomní dopravy tak dospěl ze stavu nekritických očekávání do stavu vystřízlivění a prvních praktických ekonomicky udržitelných aplikací této technologie.

V České republice je řada malých a středních společností, které se profilují v různých částech komplexní oblasti autonomních vozidel, ať už se jedná o teleoperaci a základní autonomii (Roboauto), doručování poslední míle (BringAuto), GNSS navigační integrity (Axentek), tvorby přesných map (CDV), testování, simulací či certifikace autonomních systémů (IDIADA, TÜV SÜD). Vznikají první ověřovací reálné aplikace, zatím většinou mimo veřejné vozovky.

8.2 Hlubková analýza současného stavu ve světě

Autonomie v osobní dopravě

Vývoj autonomních vozidel pro osobní dopravu již probíhá přes 10 let a v současnosti jsou technologie hromadně testovány v reálném provozu.

Vedoucí světové společnosti v oblasti autonomní dopravy [Bloomberg 2020], [Guidehouse 2020]:

- **Waymo** – dceřiná společnost Google, v současnosti pilotuje provoz samořídících taxi v počtu více než 600 vozidel v různých oblastech USA (Arizona, Phoenix, Kalifornie). Čísla z testování jsou ohromující: 20+ milion projetých milí, několik biliónů projetých milí v rámci simulací. Společnost má již podepsané smlouvy na dodávku dalších cca 80 000 vozidel od různých dodavatelů. Waymo se nově soustředí na konkrétní reálné aplikace svojí technologie nazývané „Waymo driver“ – již několik let ve spolupráci

s UPS doručuje zboží ve Phoenixu, ve stejné lokalitě poskytuje i službu přepravy osob (100 tis. jízd s flotilou několika stovek vozidel) a nově se pouští i do přepravy potravinářského zboží ve spolupráci s významným potravinářským řetězcem Albertsons. [Fortune 11 2021]

- **Argo AI** – spojení automobilek Ford a Volkswagen pro vývoj autonomních vozidel. V současné době má cca 100 vozidel a plánuje pilotní provoz robotické taxislužby v roce 2022.



Obrázek 42: Argo.AI vozidla autonomní taxislužby v Kalifornii v USA

- **Aptiv** – projekt velkého výrobce autodílu Delphi, v roce 2017 získala startup nuTonomy. V roce 2020 má více než 100 testovacích vozidel, uzavřenou smlouvu o spolupráci s jihokorejskou automobilkou Hyundai.
- **GM / Cruise** – velký automobilový výrobce získáním startupu Cruise v roce 2016 se dostal do čela pelotonu firem vyvíjející autonomní vozidla. V roce 2020 společnost testovala stovky autonomních vozidel v Kalifornii. V roce 2022 připravuje pilotní komerční provoz autonomního robotaxi a doručovacích služeb bez přítomnosti bezpečnostního řidiče.



Obrázek 43: Vozidlo Cruise na ulicích San Franciska

- **Zoox** – kalifornský startup byl v tomto roce převzat společností Amazon. Společnost se chystá tento rok uvést obousměrné vozidlo pro přepravu osob, postavené od začátku jako autonomní.
- **Yandex** – ruská firma vyvíjející SW pro autonomní vozidla podepsala dohodu s Hyundai Mobis. Do konce roku 2020 chystá rozšířit svoji flotilu 100 vozů Toyota Prius, kterou provozuje v Moskvě, o další stovku aut Hyundai Sonata, a to za pouhý jeden rok. [SlashGear 2020]
- **Baidu** – čínský hráč na poli autonomních vozidel. Jeho flotila obsahuje více než 300 testovacích vozidel, pyšní se více než 3 milióny najetými kilometry a partnerstvím se 156 společnostmi v automotive světě. Společnost stojí za open-source projektem Apollo.



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



Obrázek 44: Baidu – veřejné testování platformy Apollo Go robotaxi

- **Tesla** – pro výrobce elektrických vozidel je autopilot jeden z nejdůležitějších diferenciatorů na trhu. Tesla má výhodu více než 1 mil. aktivních vozidel, která sbírají data pro učení AI systémů pokročilých ADAS systému. Tesla má odlišný přístup k autonomii oproti konkurentům, zejména přístupem „vision first“ (nejsou použity Lidar snímače) a tím, že aktuální verzi beta testuje v aktivní skupině zákazníků Tesly. Tesla neustále agilně vylepšuje svůj systém autonomního řízení FSD Beta a testuje jej v reálném provozu s využitím tzv. „public testers“ z řad běžných uživatelů svých vozidel.



Obrázek 45: Autonomie v pojetí společnosti Tesla

Autonomie v nákladní dopravě

V oblasti dopravy zboží lze rozdělit autonomní projekty na dvě skupiny, a to klasickou kamionovou dopravu a pak dopravu poslední míle. Obě tyto oblasti jsou předmětem výzkumu a vývoje z hlediska autonomie, avšak mají rozdílné přístupy a také dynamiku rozvoje.

Kamionová doprava

Kamionová doprava představuje vhodné komerční uplatnění autonomního řízení, a to jak z důvodu ekonomické návratnosti drahých technologií, jednoduššího řešení přirozené nedůvěry (na rozdíl od přepravy osob), tak i kvůli dlouhodobému nedostatku kvalifikovaných řidičů na pracovním trhu. Čelit naopak musí nehotovému legislativnímu rámci, nedokončené potřebné infrastruktury i nepřipravenosti spedičních společností na tuto formu inovace.

V rámci tohoto segmentu se v Evropě profiluje výrazný hráč v podobě firmy Einride [Svět průmyslu 2020] testující své elektrické kamiony bez kabin pro řidiče na okruhu ve švédském Jönköpingu. Přitom Einride nabízí dopravu jako službu a řeší kompletní správu flotil, objednávek, zajištění provozu i vývoj. Dále se problematice věnují i další technologičtí giganti a automobilky, jako například Tesla pod názvem Semi nebo Volvo se svým projektem Vera. Americká pošta v květnu 2019 spustila testování autonomních kamionů pro přepravu zásilek mezi Dallasem a Phoenixem na cestě dlouhé 3400 km, což odpovídá 45 hodinám nepřetržité jízdy. Jedná se o projekt firmy TuSimple, která v červenci 2022 oznámila strategické partnerství s globálním lídrem společnosti Hegelmann Grou, která poptává vozidla Autonomous International Trucks vybavená systémem autonomního řízení úrovně L4 od Tu Simple pro provozování v Severní Americe.



Obrázek 46: Autonomní kamion Einride T-Pod

Doprava poslední míle

Oblast dopravy poslední míle je další perspektivní oblastí pro uplatnění autonomie v dopravě. Již několik let pracují na vývoji robotů pro koncové doručování různé startupy i výzkumné instituce.

Hlavní odlišností oproti klasické dopravě je situování tohoto provozu na chodníky či okraje vozovek, kde není předpokládán pohyb klasických vozidel. Naopak je třeba řešit situace související s pohybem chodců, zvířat, kočárků, vozíků apod. Výhodou v tomto řešení je relativně nízká rychlost pohybu těchto zařízení a také možnost prostě zastavit před potenciální překážkou a počkat na zjednodušení okolní situace. Vzhledem k menší velikosti a hmotnosti

delivery robotů je také jednodušší řešení otázek bezpečnosti okolních účastníků. Pokud jde o dopad na pracovní trh a obecně obavy z těchto řešení, jsou výrazně nižší a méně kontroverzní než třeba u automatických vozidel taxislužby.

V EU se počítá s rozvojem tohoto segmentu dopravy a pracuje se na regulaci a pravidlech pro provozování vozidel pro doručování v rámci poslední míle. Projekt Kerbside / Ground Based Automated Mobility zpracovává toto téma velice podrobně, a to z pohledu evolučního vývoje chodníků jako dopravních koridorů a jejich budoucího využití. [Kerbside, 2022]



Obrázek 47 : Doručování poslední míle – robot Starship Technologies v Milton Keynes, UK



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



MINISTERSTVO
PRŮMYSLU A OBCHODU

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA



SELNÍČNÍ DOPRAVA



Obrázek 48 : Autonomní Prius Nuro pro doručování potravin zákazníkům řetězce 7-Eleven

V oblasti dopravy poslední míse se formují tito význační hráči:

- **Nuro** – kalifornská společnost věnující se dopravě nákupů pomocí autonomních vozidel. Má za sebou investici více než miliardy dolarů od SoftBank a již operuje komerční provoz vozidel pro dodávku zboží. Nově připravuje v roce 2022 v americké Nevadě spuštění továrny na výrobu vylepšené větší verze svých autonomních doručovacích vozítek R2 v objemu desítek tisíc vozů. [The Verge 08 2021]
- **Neolix** – čínský výrobce autonomních robotů pro dopravu zásilek, ale i jako prodejní automat nápojů v parcích či bezpečností vozidlo kampusů. V říjnu 2021 navázal spolupráci s doručovací společností FedEx Express pro využití pro doručovací služby v Číně v okolí Pekingu.



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



Obrázek 49: Autonomní last mile delivery společnosti Neolix

Autonomie v MHD

MHD je jednou z předních oblastí, na kterou se vývoj autonomie zaměřuje a v současnosti je největší množství praktických testovacích projektů právě z řady autonomních autobusů. Na webu autonomne.cz napočítali kolem 20 autonomních „minibusových“ platforem, z nichž nejznámější jsou francouzská Navya nebo EasyMile nebo čínský Baidu Apolong. [Autonomne.cz 2020] Například v Německu spouští Karlsruher Institute for Technologie s podporou státního ministerstva dopravy a konsorciem RABus pilotní projekt autonomních autobusů pro města Mannheim a Friedrichschafen s výhledem na rozšíření do celé spolkové země Bádensko-Württembersko do roku 2023. [Czech Sigth 2020] Další úspěšné testy se provádějí zejména v uzavřených areálech univerzit (např. další test autobusu Navya v Sharjah University v Dubaji [Dubai Gazette 2020] nebo doprava seniorů do místní nemocnice v Detroitu [dBusiness 2020]).



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



Obrázek 50: Autonomní minibus konsorcia RABus

Zatím se jedná vždy o krátké trasy (do 10 km), relativně nízkou přepravní rychlost a vždy je součástí asistence testovacích nebo bezpečnostních pracovníků.

Teleoperace

V oblasti teleoperace, umožňující vzdálený dozor a kontrolu nad vozidlem, se profiluje celá řada praktických aplikací. Teleoperace buď může sloužit jako předstupeň plné autonomie, kdy z uživatelského hlediska je výsledek totožný, nebo jako doplněk plně autonomních řešení pro případy, kdy automatický přístup narazí na neřešitelnou situaci, případně v dalších aplikacích. S ohledem na vzdálenosti operátora a vozidla rozlišujeme:

- Short-range řešení, které využívá rádiový přenos a přímou vizuální kontrolu operátora. Tyto technologie jsou typické pro stavební a těžební techniku.
- Long-range řešení, dosah desítky až tisíce kilometrů. Operátorovi je suplováno situační povědomí pomocí obrazového a zvukového streamu přenášeného nejčastěji mobilní sítí. Pro přenos dat se v současnosti využívá primárně 4G a začíná se s 5G technologií.

S ohledem na způsob použití teleoperace můžeme rozlišit následující scénáře:

- Teleoperace je použita jako primární prostředek kontroly nad vozidlem/strojem. Teleoperace jako primární prostředek řízení je vhodná pro aplikace kde hrozí újma řidiče sedícího ve vozidle/stroji nebo kde je vystaven nevhodným pracovním podmínkám.
- Teleoperace je použita jako primární prostředek kontroly nad vedoucím vozidlem, které je následované automaticky řízeným vozidlem, jedná se o tzv. Platooning.
- Teleoperace je použita jako dozorový a záložní prvek pro autonomní stroj. V tomto případě teleoperace slouží jako nástroj umožňující zasáhnout do chodu autonomního systému a pomoci mu vyřešit neočekávanou situaci s kterou si autopilot neumí poradit (konstrukční práce na silnici, havárie).
- Teleoperace je použita jako nouzový prostředek namísto manuálního řízení. Stroj je řízen většinu času ovládacími prvky v kabině, ale v určitých rizikových situacích (např. vyprošťovací jeřáb) je potřeba z bezpečnostních důvodů ovládat vozidlo/stroj bez fyzické přítomnosti operátora ve stroji.

Aktuální trend pozorovatelný u společností zaměřených na rozvoj teleoperačních řešení upozorďuje původně dominantní osobní automobilovou dopravu a přenáší pozornost na

logistická vozidla v uzavřených areálech, stavební a těžební techniku a v neposlední řadě zemědělství.

- **Phantom auto [USA]**
<https://phantom.auto/>
Phantom auto byla jedna z prvních společností na trhu zaměřených na teleoperaci. Aktuálně se zaměřuje na interní logistiku (vysokozdvížné vozíky). V rámci evropských aktivit uzavřela partnerství s Holandskou společností Terberg vyrábějící nákladní tahače a speciální vozidla.
- **Designated driver [USA]**
<https://designateddriver.ai/>
Propojena s <https://autonomoustuff.com/> (Hexagon), pokouší se o aktivity i v Evropě.
- **Ottopia [Izrael]**
<https://ottopia.tech/>
Ottopia je izraelská společnost zaměřená na inteligentní teleoperaci. V roce 2020 oznámila partnerství s výrobcem autonomních minibusů Easymile.
- **Vosys [Švédsko]**
<https://www.voysys.se/>
Společnost Vosys nabízí engine pro teleoperační aplikace. Technologie Vosysu se prezentuje nízkými latencemi v přenosové a vykreslovací části aplikačního řetězce.
- **Fernride [Německo]**
<https://www.fernride.com/>
- **Roboauto [Česká republika]**
<https://www.roboauto.tech/>

Přístup velkých automobilek a technologických firem

Velké automobilky, které dosud sázely na postupné zlepšování a technické zdokonalování ADAS systémů a vývoj autonomie nechávaly spíše na svých interních vývojových týmech, stále častěji uzavírají technologická spojení nebo pomocí akvizic vstupují do potenciálně zajímavých technologických firem zabývajících se řešením autonomie.

Volkswagen chce nabídnout autonomní vozy do roku 2025, provozuje flotilu upravených VW v Hamburku, spojuje se s Fordem a budou společně vyvíjet užitkové vozy, elektromobily a autonomní řízení. Nezávisle na sobě se za tímto účelem obě automobilky rozhodly investovat do společnosti Argo AI a na základě jejích technologií budou vyvíjet své autonomní systémy. [Auto-mania.cz 2020]

BMW pracuje na autonomním řízení ve spolupráci s izraelskou společností Mobileye. Ačkoli je tato společnost známá především svým systémem autonomie založené pouze na obrazu z kamery, nově do svého systému zahrnula i data z lidarů a radarů. Tato data nevyužívá přímo pro generování řídicích povelů, ale pouze pro ověření bezpečnosti plánované trasy ve svém modelu RSS (Reliability Sensitive Safety). [Forbes 2020]

Hyundai zase kromě spolupráce s ruským Yandexem uzavřel v roce 2019 i strategické spojení s firmou Aptiv kvůli urychlení vývoje autonomie stupně 4 a 5. S jejich provozem v podobě autonomních taxíků se počítá od roku 2022. [Czech Sigth 2020]

Stranou nezůstává ani Volvo Car Group, které uzavřelo strategickou spolupráci s technologickou jedničkou autonomie firmou Waymo s cílem integrace autonomní technologie do zcela nového elektrického vozidla pro sdílenou jízdu. [Intelligent Transport 2020]

Asistenční systémy

Dle očekávání dochází k postupnému rozvoji a zdokonalování asistenčních systémů (ADAS) zejména díky využití moderních snímačů a technologií příbuzných plně autonomii.

BMW Personal CoPilot zahrnuje funkce Inteligentní řízení (adaptivní tempomat s udržením odstupu od vozidel vpředu a udržení v pruhu včetně úzkých pruhů, asistent rychlostních limitů), Inteligentní parkování (Surround view, Top view, Cuvací asistent pro automatické vycouvání posledních 50m) a Inteligentní bezpečnost (udržení v jízdním pruhu, zamezení boční kolize, ochrana před čelním nárazem včetně vyhýbacího asistenta, bezpečné zastavení v případě rozpoznání zdravotní indispozice řidiče). [BMW 2020]

Honda zase získala typové schválení pro technologii autonomního řízení 3. úrovně pro sériové vozy na domácím japonském trhu. Díky tomu může zavést systém autonomního řízení „Traffic Jam Pilot“ do sériově vyráběných vozů pro použití při rychlostech do 50 km/h na veřejných komunikacích v Japonsku. Systémy autonomního řízení třetí úrovně mohou za specifických podmínek od řidiče převzít kontrolu nad vozem. [Honda 2020]

HMI v řízení vozidel

Uživatelské rozhraní (HMI) v řízení vozidel dozná díky autonomii řadu zásadních změn. Touto problematikou se již intenzivně zabývá zejména akademický sektor a existuje celá řada výstupů a studií řešící otázky jako:

- Jakým způsobem bude uživatel s vozidlem interagovat a komunikovat?
- Jak uživatelská osobnost ovlivní pozornost a důvěru v autonomní systémy?
- Jak řešit scénáře převzetí vozidla z autonomního režimu zpět pod kontrolu uživatele?
- Jaká řešení učiní řízení bezpečnější a uživatelskou zkušenost komfortnější?

Prakticky jsou tato paradigma průběžně ověřována na pokročilých asistenčních systémech ve velké škále automobilů a situací. Vývoj zatím konverguje spíše k centrálnímu ovládacímu prvku (centrální ovládací displej), prezentaci aktuálního modelu okolí (zobrazení okolních vozidel a dopravní situace, jak jej „vidí“ vozidlo), doplněným hlasovým ovládáním a zvukovou signalizací mimořádných situací. [Chen 2020]

Stav v legislativě

V současnosti jsou již k dispozici technologie umožňující praktické aplikace autonomního řízení, v reálném provozu. Stále nedorozřešeny jsou otázky legislativního rámce, které se sice dají nahradit legálními postupy a řešeními umožňující pilotní nebo testovací provoz takových aplikací, nicméně zatím brání jejich hromadnému nasazení.

Hlavní legislativní bariérou je chybějící legislativní rámec v EU a zatím pouze částečně vytvořená legislativa v USA. V Asii a Austrálii je situace podobná, v afrických zemích zatím otázka autonomního řízení není na pořadu dne. V rámci legislativního procesu se pracuje na dořešení otázek jako odpovědnost za provoz autonomního vozidla, etika provozu, úprava dopravních předpisů (např. dopravní kontroly), státní regulace (kontroly funkčnosti a bezpečnosti, povolování provozu a dalších). [TPSD 2020 2]

8.3 Hlubková analýza aktuálního stavu v ČR

Vývoj v oblasti autonomie a teleoperace

Velké automobilové společnosti se na území České republiky autonomnímu řízení věnují jen okrajově. Centrum výzkumu těchto technologií se primárně odehrává v mateřské společnosti, např. ve Volkswagenu v Německu v případě Škody Auto.

Aktivně se oblastí autonomních vozidel v ČR věnují tyto společnosti:

- [Valeo](#) – společnost má u nás R&D pobočku se věnující moderním snímačům pro autonomní řízení, primárně na technologii LIDAR
- [TÜV SÜD Czech](#) – homologace a certifikace pokročilých ADAS systémů, kybernetická bezpečnost
- [Roboauto](#) – teleoperace a autonomní systémy v průmyslu
- [BringAuto](#) – robotické doručování zásilek (last mile delivery)
- Společnost [BMW](#) buduje polygon a vývojové centru pro technologie autonomního řízení v Karlovarském kraji u města Sokolov, v provozu by mělo být od roku 2023 [iDnes 2020]

Na území ČR probíhají některé výzkumné podpůrné projekty financované EU, jako např.

- projekt [C-ROAD](#) (nasazení kooperativních inteligentních dopravních systémů C-ITS)
- projekt [CARTRE](#) (Coordination of Automated Road Transport Deployment for Europe) – partnerem je Ministerstvo dopravy ČR

Z pohledu vládní strategie a legislativy se problematice věnuje Platforma pro plně autonomní vozidla založená pod hlavičkou Ministerstva dopravy. Platforma má 5 pracovních skupin:

- PS1 – Právní aspekty
- PS2 – Společenské a etické otázky
- PS3 – Technologie autonomního řízení
- PS4 – Dopravní, digitální infrastruktura, bezpečnost a prostorová data
- PS5 – Pilotní ověřování a posuzování shody

Roboauto



Obrázek 51: Roboauto - Detail stanice ovládající vzdálené vozidlo

Autonomní systémy i přes svůj pokrok trpí mnoha limitacemi, a to především v oblasti lokalizace vozidla a řešení neočekávaných situací v provozu. Zásadními komponentami asistující autonomnímu systému jsou technologie pro vzdálený dozor/vzdálené řízení a digitální

mapové podklady. Těmito oblastmi se na území ČR intenzivně zabývá společnost Roboauto, jejíž cílem je umožnit bezpečné a spolehlivé nasazení autonomních systémů.

V současnosti Roboauto testuje své systémy na několika případech užití v Česku a zahraničí.

Jedná se především:

- Nasazení autonomního elektrického minibusu v uzavřených areálech.
- Nasazení logistické platformy pro uzavřené areály.
- Logistická platforma pro transport materiálu v přístavech.



Obrázek 52: Roboauto - Vizualizace kokpitu sloužícího pro teleoperace

BringAuto

Na poli autonomního dovozu zásilek je v ČR aktivní společnost [BringAuto](#) (založena v roce 2019). Její vizí je robotizace rozvozu zásilek ve větších městech pomocí samoříditelných robotických výdejních boxů. V současné době probíhá vývoj ve dvou linkách, a to ověřování konceptu dopravy pomocí samoobslužných výdejních boxů (auto je stále řízeno lidským řidičem)



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



Obrázek 53: Samoobslužné mobilní výdejní boxy Bringauto

a dále dopravu zásilek pomocí robota (nyní v industriálních objektech, kde není autonomie omezena požadavky na veřejnou dopravu).



Obrázek 54: Teleoperovaná robotická platforma na dopravu zboží BringAuto

Vývoj v oblasti mapování

Centrum dopravního výzkumu ve spolupráci s ministerstvem dopravy a Státním fondem dopravní infrastruktury vytvořilo Katalog testovacích oblastí, jenž má přispět k vytvoření atraktivního prostředí pro vývoj, výzkum a testování autonomních a automatizovaných vozidel v České republice.

Katalog má podobu webové aplikace obsahující databázi úseků vybraných na základě důkladné analýzy potřeb autonomních vozidel, jež umožňuje snadné filtrování zájmových sekcí jak

pomocí předdefinovaných balíčků, které zohledňují typ testování, tak i vyhledávání prostřednictvím personalizované volby vlastních parametrů. Výběr lze provést i přímo z interaktivní mapy. Na základě zvolených parametrů se následně uživateli zobrazí výčet všech sekcí, které splňují zadaná kritéria. Všechny tyto sekce si poté lze prohlédnout do nejmenších podrobností. K dispozici je videozáznam pořízený během průjezdu sekcí, pohyblivá mapa zachycující přesnou polohu, dále atributová časová osa s výpisem hlavních prvků infrastruktury, v neposlední řadě pak i výčet všech relevantních informací jako je pokrytí úseku různými typy bezdrátových sítí, průběh nadmořské výšky a index nehodovosti a další údaje ovlivňující testování. [CDV 2020]

Vytvoření katalogu je bezesporu výrazně pozitivním počinem v oblasti podpory vývoje autonomního řízení, prostor pro vylepšení zůstává ještě v následujících oblastech:

- Ujasnění a výběr vítězného formátu pro vytváření map
- Ujasnění způsobu měření kvality map a její distribuce
- Vytvořené mapy vznikají zjednodušeným způsobem při jednosměrném průjezdu
- Ověření integrity navigačního řešení při tvorbě map
- Doplnění HD dat včetně anotací k pořízeným úsekům

Příprava na certifikaci autonomních systémů

Certifikace autonomních systémů je, a především bude, základním předpokladem pro jejich umístění do regulérního provozu. V současnosti se touto problematikou v České republice zabývají zejména dvě přední společnosti.

Společnost IDIADA působící zejména v České republice a na Slovensku, která nabízí ve svém centru v Mladé Boleslavi široké spektrum akreditovaných a neakreditovaných zkoušek, disponuje i vazbami a testovacími možnostmi v rámci dalších evropských polygonů. Současně, jako certifikovaný partner software Simulia, rozšířila své portfolio o simulaci a virtuální testování, které bude jistě nedílnou součástí celkové certifikace autonomních vozidel.

TUV SÜD Czech je tradičním dlouholetým partnerem nejen pro výrobce automobilů či jejich komponentů v oblasti konzultací, testování vozidel i komponent až po jejich certifikaci či homologaci. Působí celosvětově a v rámci České republiky má bohaté a rozšířené zastoupení.

Testovací polygony a úseky silnic a dálnic

Pro vývoj a testování autonomních technologií je velmi důležité i zázemí v podobě testovacích polygonů. V rámci České republiky kromě již zmíněného Katalogu testovacích oblastí, existuje polygon v Milovicích vybudovaný a využíváný pro interní účely společností Valeo, dále se chystá polygon u Sokolova budovaný společností BMW. Některé další lokality jsou ve fázi zvažování.

Nasazení autonomních prvků ve zkušebním či reálném provozu

V letech 2020-2021 probíhá pilotní projekt nasazení autonomního vozidla BringAuto pro převoz chemických vzorků mezi jednotlivými provozy a laboratoří v rámci průmyslového komplexu BorsodChem Ostrava. [Deník 2020]



Obrázek 55: Vozidlo BringAuto v testovacím provozu v ostravské chemičce BorsodChem

Využití systémů GNSS

Systémy GNSS jsou integrálním řešením naprosté většiny autonomních aplikací. Jsou využívány zejména v součinnosti s inerciálními jednotkami. Hlavními problémy v této oblasti je zejména řešení nepřesností způsobených odrazy (multipath) a neoptimální viditelnost satelitů v prostředí měst. V Evropském prostoru je v současnosti díky ESA v provozu augmentační systém EGNOS (brán jako předstupeň kompletního GNSS Galileo) doplňující a zpřesňující klasický systém GPS. Ke zpřesnění signálu se ještě používají tzv. korekční RTK systémy pozemních stanic. Díky kombinaci těchto technologií je možné docílit přesnosti pro účely navigace či stanovení integrity navigačního řešení, kterou se zabývá například společnost AXENTEK.

Veřejná podpora projektů autonomního řízení

Podpora autonomního řízení v dnešní době směřuje do segmentu především ve formě přímé podpory vývojových projektů a týmů. Nejčastěji jsou za tímto účelem využívány EU dotační programy Horizon 2020, či národní dotační programy TAČR – Doprava 2020 nebo podpora výzkumu a vývoje v rámci programu OP PIK.

Česká legislativa a autonomní řízení či teleoperace

Z pohledu se problematice věnuje Platforma pro plně autonomní vozidla založená pod hlavičkou ministerstva dopravy, a to vlastní pracovní skupina PS1 – Právní aspekty.

Plán adopce legislativních předpisů na autonomní systémy na nastíněn v kapitole 4.2 dokumentu ministerstva dopravy „Akční plán autonomního řízení“ [MV 2019]

Poslední dostupné závěry pracovní skupiny z 26.6.2020 lze odčitovat takto:

„Právní aspekty procesu zavádění vozidel vybavených autonomními systémy

MV zpracovává zpětnou vazbu k interní právní analýze současného stavu, která byla poskytnuta členům PS AŘ ke komentářům. V současnosti probíhá vyhodnocování zpětné vazby, kde se však často objevují protichůdné názory.

Zároveň probíhají procesy na mezinárodní úrovni, které je nezbytné reflektovat. Téma je v soustavném řešení, více informací a dosavadní výsledky by měly být k dispozici v průběhu/na konci léta roku 2020.“

Silné stránky

Z analýzy současného stavu vývoje v oblasti autonomních vozidel v ČR vyplývají následující silné stránky.

Vysoký výzkumný a vývojový potenciál

Problematickou související s výzkumem a vývojem se zabývá celá řada institucí – od Akademie věd ČR, výzkumných ústavů, výzkumných center, vysokých škol, přes zavedené soukromé firmy až po nově vznikající startupy. Díky tomu vzniká ekosystém, ve kterém jednotlivé subjekty mohou kooperovat, ale také si konkurovat. Česká republika není v tomto směru izolovaná, a proto spolupráce i konkurence přirozeně probíhá i na mezinárodní úrovni. Současně je dostupná veřejná podpora, jak na národní, tak evropské úrovni, pro všechny tyto instituce v různé formě na financování často velmi náročných projektů týkajících se autonomie. Všechny tyto aspekty tvoří vhodné prostředí a podmínky pro výzkum a vývoj a vytváření prototypových řešení v oblasti autonomních vozidel a vznik týmů, které je realizují.

Dostatek kvalifikované vývojové síly

Velmi slušná úroveň studentů a následně pak pracovníků v oblasti ICT, zejména pak vývoje SW, testování, vývoje HW a dalších oblastech přináší dostatek kvalifikovaných pracovníků pro realizaci obtížných úkolů a řešení v oblasti autonomního řízení. Česká republika je celosvětově považována za zemi s velmi kvalitními ICT zdroji, což potvrzují i nadnárodní korporace umístěním svých vývojových center u nás.

Blízkost automotive průmyslu

Česká republika je známa vysokým podílem automobilového průmyslu a svojí ekonomikou úzce svázanou s tímto segmentem. Jedná se nejen o automobilky, ale především o jejich přímé či nepřímé subdodavatele, kteří (na rozdíl od automobilek) umísťují v ČR i svá vývojová centra a využívají tak výše zmíněných výhod a potenciálu.

Slabé stránky

Nedostatečná podpora aplikace technologií v praxi

Na rozdíl od velmi silné a propracované veřejné podpory pro výzkum a vývoj v oblasti autonomních vozidel je výrazně menší důraz kladen na podporu nasazení těchto nových řešení do praxe. Prakticky to vede k tomu, že vyvinutá řešení a prototypy se použijí na několik působivých prezentací a předváděcích akcí, nicméně jejich praktické uplatnění na reálném trhu je zatím naprosto výjimečné. Adopce těchto nových technologií je v současnosti pro běžného uživatele stále ještě příliš nákladnou a nejistou investicí.

Nedostatečná legislativa pro testování a nasazení

Legislativa je stále konkrétní překážkou testování a zejména komerčního využití autonomních vozidel. Prakticky je provoz autonomních technologií možný, ovšem pouze s přítomností bezpečnostního řidiče. To však popírá základní ekonomický přínos těchto technologií, kterým je právě nahrazení lokálního řidiče vzdáleným řidičem případně autonomním systémem.

Vzhledem k tomu, že např. v USA či v Německu [Ekonom 2021] je tento provoz již povolen, ztrácíme tuto konkurenční výhodu.

8.4 Návrh strategie zavádění pokročilých technologií

„Žijeme v přetechizované době“. Věta zní možná jako klišé, protože ji každý z nás slyšel už mockrát. Google hlásí při pokusu o její vyhledání 23200 výsledků. V seznamu je možné nalézt při letmém projití výsledky z roků 2004, 2005 a novější. Z dnešního úhlu pohledu je to spíše úsměvné. Můžeme si klást otázku: „Kdy to skončí?“ Mnohdy to připomíná rčení vytloukání klínu klínem. Snažíme se technická řešení nahrazovat ještě techničtějšími a říkáme, že je to proto, aby byl výsledek co nejjednodušší. Nesmysl? Paradoxně je to přesně to, čeho chceme na poli autonomních vozidel dosáhnout. Chceme si zavolat auto, říci mu kam chceme jet, a chceme, aby nás tam samo dovezlo. Geniálně jednoduché, lákavé a na druhé straně technicky neskutečně složité.

Události dnů minulých souvisejících s Covid-19 nás zastavily, ale nezpomalily. Spíše naopak. Přinutily nás využívat technické prostředky v mnohem větší míře než dřív. Důležitost elektronických součástek pro moderní automobily jsme měli možnost zaznamenat na začátku tohoto roku [Holmes, 2021]. Hlavní světoví výrobci automobilů byli jejich nedostatkem ochromeni a přikláněli se k omezování výroby. Bylo to způsobené nedostatkem čipů, zvýšenou poptávkou, nebo obojím? Ať je to tak či tak, bylo to způsobené Covid-19. Zajistil obrovský rozmach digitalizace.

Propojená a digitalizovaná výroba pomohla automobilovému průmyslu přečkat pandemii [Sarver, 2021]. Další digitalizace provozů je důležitá cesta k zajištění kontinuity výroby. Dá se očekávat, že bude penetrovat od výrobců automobilů samotných, kde je již poměrně běžnou součástí, také k menším a středním výrobcům komponent a dodavatelům.

Na poli elektrifikace vozidel se dá počítat s optimalizací komponent, jejich výroby, zaváděním nových technologií, s cílem dosažení vyšší účinnosti, spolehlivosti, menších rozměrů a zejména nižší ceny.

V oblasti rozvoje autonomního řízení lze očekávat překotnější vývoj. Dozajista bude probíhat vývoj v oblasti nových i stávajících snímačů. V jejich minimalizaci a současném zajištění jejich robustnosti. Pro analýzu dat ze snímačů se budou používat deterministické přístupy a současně se budou projevovat nové přístupy využívající umělou inteligenci. Umělá inteligence se postupně přesouvá ze stolních počítačů ke koncovým vestavným zařízením (on the edge). Vnikají vestavná zařízení, která podporují masivní paralelní zpracování. Jsou postavené na Tensor processing units (TPU), Graphical processing units (GPU) i FPGA. Řešení se však musí přizpůsobit požadavkům na vestavná zařízení, kterými jsou činnost v reálném čase, determinismus zpracování dat a nízká spotřeba. Velký zřetel bude brán na zajištění spolehlivosti, využití redundance a možnosti běhu při funkčních poruchách.

Hlavní přínosy autonomního řízení k dosažení cílů v Evropě

Hlavním akcentem EU v následujících letech je čistá, bezpečná, propojená a udržitelná mobilita a autonomní vozidla jsou organickou součástí těchto plánů. Ačkoli přechod na autonomii nebude nejspíš tak striktní jako například přechod na elektromobilitu, můžeme očekávat postupný tlak (zejména ekonomický) na zavádění autonomních technologií do reálného provozu. Země, kde to bude možné získají výhody nejen ekonomické, ale také v oblasti bezpečnosti provozu, podpoření využití sdílených vozidel a dalších synergických efektech.

Proto je naším úkolem, když už ne vytvářet, tak alespoň snaha držet krok s těmito trendy a s nejvyspělejšími státy v této oblasti.

Strategické kroky pro zavedení autonomie v dopravě

Na základě zkušeností s fungováním podpory výzkumu, vývoje a inovací nejen v oblasti autonomních vozidel, zjištěných skutečností, situace na světovém, evropském i národním trhu a dalších okolností navrhuje následující konkrétní kroky. Jejich cílem je převedení autonomních vozidel z laboratoří a testovacích polygonů do reálného provozu.

Podpora vzniku reálného trhu s autonomií

Jak již bylo výše naznačeno, stěžejním krokem musí být přesun části podpory z výzkumu a vývoje do oblasti tvorby trhu a použití vyvinutých řešení, produktů a technologií. Podporu je tedy třeba nasměrovat k firmám, podnikům a organizacím, které budou dané technologie využívat a je třeba ji nastavit tak, aby pokryla zejména vícenáklady spojené se zaváděním autonomie, dále zvýšené náklady na zajištění bezpečnosti v průběhu pilotního provozu a podobně. Příkladem může být částečné nebo plné hrazení nákladů na bezpečnostního řidiče v případě použití těchto technologií v první fázi provozu (ideálně až do okamžiku, kdy nebude možné na základě legislativní výjimky bezpečnostního řidiče ve vozidle mít).

V důsledku jde o to umožnit cílovým uživatelům (firmy, podniky a organizace) poplat, nakoupit a provozovat dané řešení tak, aby byla překonána prvotní bariéra spočívající v zavedení, testování a pilotním provozování této nové technologie a bylo to pro ně tak nespornou výhodou.

Zachování podpory výzkumu a vývoje

Ačkoli došlo k výraznému pokroku v oblasti autonomního řízení a již nyní je technologicky možná celá řada praktických aplikací, zůstává stále plejáda nevyřešených problémů a dílčích úkolů, kterým je třeba se v budoucnu věnovat. Z toho důvodu je stále potřebné a důležité podporovat i základní výzkum a vývoj, zejména pak v oblastech

- a. aplikovaná teleoperace
- b. aplikovaná autonomie
- c. mapování a pasportizace dopravní infrastruktury a jejího okolí

V další řadě je pak třeba i podpora dalšího výzkumu základních technologií pro autonomní řízení, mezi které patří

- a. zpracování obrazu, detekce objektů v obraze
- b. zpracování dat laserových snímačů, detekce objektů v těchto datech
- c. fúze informací z různých snímačů (LIDAR, radar, kamera, ...)
- d. velmi přesná odometrie v reálném čase
- e. deep learning a jeho využití ve výše uvedených oblastech
- f. cenově dostupné 2D/3D laserové snímače (LIDAR)
- g. vyřešení interferencí signálů z více snímačů při jejich hromadném nasazení
- h. kybernetická bezpečnost

Úprava legislativního rámce

Cílem je zejména umožnění testování a nasazení autonomních vozidel v reálném provozu. Zde se můžeme inspirovat například Německem, které od roku 2022 povolilo provoz autonomních vozidel s přítomností bezpečnostního řidiče v normálním provozu. Následovat by měl i krok povolení testování autonomních systémů bez bezpečnostního řidiče. Právě úprava

legislativního rámce může pomoci k nasazení autonomie v segmentech, kde dává největší ekonomický smysl, jako je nákladní doprava mezi logistickými centry, pravidelné linky MHD, nebo podpora autonomního / teleoperovaného parkování či přistavení vozidla při využití carsharingu.

Podpora vytvoření pojistného rámce

Při provozu autonomních technologií v reálném provozu bude docházet ke škodám způsobených tímto provozem. Přestože tyto škody budou pravděpodobně méně časté a v menším rozsahu než u vozidel řízených lidmi, bude třeba vytvořit povinný pojistný rámec, kterým bude úhrada takovéto újmy kryta. Nabízí se například rozšíření stávajícího povinného ručení o autonomní doložku pro autonomní vozidla. Vzhledem k ekonomické výhodnosti provozu autonomních technologií bude zpočátku, než si pojišťovny ověří statistické dopady autonomie, možné cenu pro takovéto povinné ručení navýšit, neboť i tak to bude ekonomicky výhodné.

8.5 Návrh akčního plánu zavádění pokročilých technologií

Na základě výše uvedených skutečností navrhujeme následující akční plán zavádění podpory využití autonomních vozidel v reálném provozu. Jde především o vytvoření vhodného rámce pro výzkum, vývoj a legislativy, pojištění a ekonomické podpory zavedení autonomních technologií do reálného provozu. V takto nastaveném prostředí dojde k rozvoji těchto technologií jak ve výzkumném, tak v aplikovaném sektoru, neboť bude podpořeno ekonomickou výhodností využití navíc podpořenou možností překonání počátečních bariér adopce těchto technologií do praktického provozu.

Krok 1. Zachování podpory výzkumu a vývoje (2021 – 2035)

Zachování podpory výzkumu a vývoje v oblastech spjatých s autonomní dopravou je prvním a logickým krokem zajišťujícím konkurenceschopnost českých lidí, firem a dalších institucí na nově formovaném trhu autonomní mobility.

Krok 2. Podpora vzniku reálného trhu s autonomií (2023-2030)

Veřejná podpora umožňující překonat vstupní bariéry pro nasazení autonomního řízení v reálných aplikacích u reálných firem povede k vytvoření tržního prostředí v této oblasti a nastartování ekonomického rozvoje celého autonomního segmentu v ČR. Důležité je tuto podporu směřovat cílovým uživatelům autonomních technologií nikoli do vývoje a výzkumu. K tomu je možné využít již dobře zavedené programy podpory typu OPPIK či TAČR, je však třeba jasně adresovat cílovou oblast (autonomní transport). Z počátku doporučujeme zaměření na přepravu nákladu a hromadnou přepravu osob a na využití technologicky jednodušší teleoperace a následně plně autonomie. Podporu individuální přepravy je možné odložit na pozdější období, pokud vůbec bude třeba ji podporovat veřejně.

Krok 3. Úprava legislativního rámce (2024-2030)

Legislativní rámec umožňující nasazení autonomních vozidel v reálném provozu je naprosto klíčový. Navrhujeme po vzoru Německa nejdříve zavést možnost provozu autonomních a teleoperovaných vozidel s bezpečnostním řidičem v reálném provozu (do 2024). Následně vyhradit úseky komunikací a části měst pro testovací provoz plně autonomních vozidel (2026) a dojít až k povolení provozu autonomních vozidel na veřejných rychlostních komunikacích za

stanovených technických podmínek (2028) a následnému plošnému povolení autonomních vozidel na všech komunikacích (2030).

Krok 4. Podpora vytvoření pojistného rámce (2023-2024)

Zakotvit v legislativě podklady pro povinné pojištění autonomně provozovaných vozidel, jasné určení odpovědnosti a způsob náhrady škody v případě incidentu. Je třeba zavést v koordinaci s povolením provozu autonomních technologií (viz předchozí krok)

8.6 Závěr

Autonomní technologie v dopravě se postupně dostaly do prakticky použitelného stavu a neustále postupují. Ve světovém měřítku je možné sledovat první komerční využívání těchto technologií a tlak na jejich uplatnění zejména v segmentech, kde je nedostatek lidské pracovní síly (řidiči nákladních vozidel, MHD, apod.)

Ve strategii Evropské unie tvoří čistá, bezpečná, propojená a udržitelná mobilita jeden z pilířů vize budoucí osobní i nákladní přepravy.

Pokud chceme v ČR držet krok s tímto trendem je třeba vytvořit vhodný rámec zahrnující veřejnou podporu nasazení autonomních vozidel v reálné dopravě, pokračování podpory výzkumu a vývoje v této oblasti a v neposlední řadě co nejvíce urychlit nástup potřebných legislativních změn tak, abychom nezaostávali za okolními zeměmi.

Seznam zkratek

ACEA	European Automobile Manufacturers Association
AMS	Asset Management System
ASTM	American Society For Testing And Materials
AV	Autonomní vozidlo
B7	motorová nafta ČSN EN 590 s obsahem biosložky do 7 % objem.
B8/B9	motorová nafta ČSN EN 590 s obsahem biosložky do 8 až 9 % objem.
B10	motorová nafta ČSN EN 16734+A1 s obsahem biosložky do 10 %
B20	motorová nafta ČSN EN 16709 (65 6510) s obsahem biosložky od 20 do 25 % objem.
B30	motorová nafta ČSN 65 6508 s obsahem biosložky od 25 do 30 % objem.
B100	topný olej/bionafta dle EN 14214
Bbl	barel
BČOV	biologická čistírna odpadních vod
BEV	Battery Electric Vehicle – elektromobil s úložištěm energie v trakčních bateriích
BI	Business Intelligence
bilcm	miliarda kubických metrů
BIM	Building Information Management
bioCNG	stlačený zemní plyn z biomasy
bioETBE	bioetyl-terc-butyletér



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



bioLLPG	zkapalněné ropné plyny na bázi biomasy
bioLPG	bio zkapalněné ropné plyny
BNG	biomethan – vyčištěný bioplyn na kvalitu dle ČSN 65 6514
CAD	Computer aided design
CBA	Cost Benefit Analysis, analýza nákladů a přínosů
CDE	Common Data Environment – Společné datové prostředí
CDV	Centrum dopravního výzkumu
CEN	European Committee for Standardization (Evropský výbor pro standardizaci)
CEPK	Centrální evidence pozemních komunikací
CES	Centrální evidence výrobků
C-ITS	Cooperative Intelligent Transport System(s), Kooperativní inteligentní dopravní
CNG	stlačený zemní plyn
CO ₂	oxid uhličitý
Co-processing	společné zpracování dvou a více petrochemických surovin společně
ČAPPO	Česká asociace petrolejářského průmyslu a obchodu
ČeR	Česká rafinérská a.s.
ČSN	Česká technická norma
ČSN EN	evropská technická norma transformovaná doslovně do ČSN
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
ČVUT	České vysoké učení technické
DI	dopravní infrastruktura
DIO	dopravně inženýrská opatření
DME	dimetyletér
DMVS	Digitální mapa veřejné správy
DNS	Jedná se o proces na principu katalytické dezoxidace odpadní biomasy podle patentu EP2129746 Výroba alifatických a cyklických uhlovodíků katalytickou dezoxidací nepotravinářské biomasy
DST	Decision Support Tools
DTM	Digitální technická mapa
DXT	parafrinická syntetická nafta
E5	automobilový benzin ČSN EN 228 s obsahem biosložky do 5 % objem. a obsahem max. 2,7 % hmot. kyslíku
E10	automobilový benzin ČSN EN 228 s obsahem biosložky do 10 % objem. a obsahem max. 3,7 % hmot. kyslíku
E85	palivová směs benzinu a 95 % bioetanolu
ECR	Energetické centrum recyklace
ED95	motorová nafta s obsahem 95 % etanolu
e-fuels	paliva z obnovitelných zdrojů energie
EHP	Evropský hospodářský prostor
EIB	Evropská Investiční Banka
EK	Evropská komise
EN	evropská norma

EP	evropský patent
ERTRAC	European Road Transport Research Advisory Council
ETBE	etyl-terc-butyletér
ETSC	European Transport Safety Council. Vlivná nezisková organizace zabývající se bezpečností silničního provozu
ETSI	European Telecommunications Standards Institute, Evropský ústav pro telekomunikační normy
FAEE	etylestery mastných kyselin
FAME	metylestery mastných kyselin
FCD	Floating Car Data
FT	Fischer- Tropsova syntéza
GDPR	General Data Protection Regulation, Obecné nařízení na ochranu osobních údajů
GHG	skleníkové plyny
GIS	Geographical Information Systems
GPR	Ground-penetrating radar – georadar
GPS	Global Positioning System
HVAC	heating, ventilating, air-conditioning – systémy tepelného komfortu ve vozidle
HVO	Hydrogenated Vegetable Oil (hydrogenovaný rostlinný olej)
I2I	Infrastructure to Infrastructure, infrastruktura-infrastruktura
I2V	Infrastructure to Vehicle, infrastruktura-vozidlo
IAD	individuální automobilová doprava
IFC	The Industry Foundation Classes - otevřený neutrální souborový formát podporující sdílení dat na principu Informačního modelu budovy
IIHS	Insurance Institute for Highway Safety. Americká nevládní organizace dohlížející na bezpečnost vozidel; obdoba Euro NCAP
IoT	Internet věcí
ISCC	international Sustainable and Carbon Certification (Mezinárodní certifikace udržitelného uhlíkového hospodářství)
ISUDAS	Informační systém údržby dálnic a silnic
ITS	Intelligent Transport Systems
IZS	Integrovaný záchranný systém
JVF	Jednotný výměnný formát
KPI	Key Performance Indicator, klíčový ukazatel výkonnosti
LBNG	zkapalněný zemní plyn vyrobený z biomasy nebo bioodpadu (biometan)
LNG	zkapalněný zemní plyn
LoD	Level of Detail
LoI	Level of Information
LPG	zkapalněné ropné plyny

M	metanol
MaaS	Mobility as a Service
MD	Ministerstvo dopravy
MEŘO	metylestery řepkového oleje
MHD	městská hromadná doprava
MJ	mega Joule
MMR	Ministerstvo pro místní rozvoj
MPD	Mean Profile Depth
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MTBE	metyl-terc-butyl etér
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NDIC	Národní dopravní informační centrum
NRK	Nová rafinerie Kralupy
NRL	Nová rafinerie Litvínov
OA	osobní automobil
OTA	aktualizace změna softwaru vozidla distribuovaná online – bez návštěvy servisu
OZE	obnovitelné zdroje energie
PHM	pohonné hmoty
PID	Pražská integrovaná doprava
PMS	Pavement Management System – Systém hospodaření s vozovkou nebo obecně s pozemními komunikacemi
PSP	Poslanecká sněmovna parlamentu
RED	Renewable Energy Directive (směrnice o obnovitelných zdrojích energie)
RLS	rodný list stavby
RO	rostlinné oleje
RON	oktanové číslo benzínu zjištěné motorovou metodou
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic ČR
SFDI	Státní fond dopravní infrastruktury
SHV	systém hospodaření s vozovkou
SCHP ČR	Svaz chemického průmyslu ČR
SLDB	Sčítání lidu, domů a bytů
SSÚD	Středisko správy a údržby dálnic
SÚS	Správa a údržba silnic
Synplyn	syntézní plyn (směs CO a vodíku)
SŽ	Správa železnic, dříve SŽD
Šedý vodík	vodík vyrobený z ropy
TA ČR	Technologická agentura ČR
TAME	terc-amyl-metyl-etér
TEN-T	Trans-European Transport Network

TI	technická infrastruktura
TSD	Traffic Speed Deflectometer
Tyrkysový vodík	vodík vyrobený ze zemního plynu
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
UCO	Used Cooking Oils (upotřebené kuchyňské oleje)
UK	Univerzita Karlova
V2I	Vehicle to Infrastructure, vozidlo-infrastruktura
V2V	Vehicle to Vehicle, vozidlo-vozidlo
V2X	Vehicle to Everything, vozidlo-vše
VaV	Věda a výzkum
VDZ	vodorovné dopravní značení
VRT	vysokorychlostní trať
VŠCHT	Vysoká škola chemicko-technologická Praha
XTL	syntetická parafinická nafta
Zelený vodík	vodík vyrobený pomocí obnovitelné energie

Seznam použité literatury

Seznam použité literatury ke kapitole Městská mobilita

Evropská komise. Zelená dohoda pro Evropu, 2019. [online]. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0010.02/DOC_1&format=PDF

European Commission. Transport Themes. Studies on Clean transport, Urban transport [online]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/studies>

Ministerstvo dopravy. Koncepce veřejné dopravy 2020-2025 s výhledem do roku 2030. MD 2020 [online]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/getattachment/Dokumenty/Verejna-doprava/Pravni-predpisy/Zelena-a-bila-kniha-koncepce-verejne-dopravy/Koncepce-verejne-dopravy.pdf.aspx>

Ministerstvo dopravy. Koncepce městské a aktivní mobility pro období 2021-2030. MD 2021 [online]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/getattachment/Dokumenty/Strategie/Dopravni-politika-a-MFDI/Koncepce-mestske-a-aktivni-mobility-pro-obdobi-202/Koncepce-mestske-a-aktivni-mobility.docx.aspx>



Evropská komise. Strategie pro udržitelnou a inteligentní mobilitu – nasměrování evropské dopravy do budoucnosti, 2020. [online]. Dostupné z:
https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5e601657-3b06-11eb-b27b-01aa75ed71a1.0015.02/DOC_1&format=PDF

ERTRAC. Connected, Cooperative and Automated Mobility Roadmap. 2021. [online]. Dostupné z:
https://www.ertrac.org/index.php?mact=DocumentSearch,cntnt01,default,1&cntnt01documentsearch_id=75&cntnt01returnid=88&page=88

ERTRAC. Urban Mobility Resilience Roadmap. 2021. [online]. Dostupné z:
https://www.ertrac.org/index.php?mact=DocumentSearch,cntnt01,default,1&cntnt01documentsearch_id=73&cntnt01returnid=88&page=88

Vláda ČR. Dopravní politika České republiky pro období 2021–2027 s výhledem do roku 2050. Hospodářská komora České republiky. [online]. Dostupné z:
https://www.komora.cz/files/uploads/2020/08/Připomínky-KČR_Dopravní_politika_ČR_21-27_final.pdf

Ministerstvo dopravy. Akční plán autonomního řízení. [online]. Dostupné z:
https://amsp.cz/wp-content/uploads/2019/02/Akční-plán-autonomního-řízení-ma_KORNB8UGXNR8.pdf

Ministerstvo průmyslu a obchodu, Ministerstvo životního prostředí, Ministerstvo dopravy. Aktualizace Národního akčního plánu čisté mobility (NAPCM). [online]. Dostupné z:
<https://www.mpo.cz/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/automobilovy-prumysl/aktualizacenarodniho-akcniho-planu-ciste-mobility--254445/>

Ministerstvo průmyslu a obchodu. Národní výzkumná a inovační strategie pro inteligentní specializaci České republiky 2021 – 2027 (Národní RIS3 strategie) [online]. Dostupné z:
https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/ris3-strategie/dokumenty/2021/1/A_RIS3-Strategie.pdf

<https://www.polisnetwork.eu/>

<https://www.ertrac.org/>

<https://amsp.cz/>

Seznam použití literatury ke kapitole Silniční infrastruktura

Ministerstvo dopravy, Dopravní politika České republiky pro období 2021 – 2027 s výhledem do roku 2050 [online], 2021, Dostupné z <https://www.mdcr.cz/Dokumenty/Strategie/Dopravni-politika-a-MFDI/Dopravni-politika-CR-pro-obdobi-2014-2020-s-vyhled?returl=/Dokumenty/Strategie>



Ministerstvo dopravy, Rozvoj dopravní infrastruktury do roku 2050 [online], 2020, Dostupné z <https://www.mdcz.cz/Dokumenty/Strategie/Rozvoj-dopravni-infrastruktury-do-roku-2050/Rozvoj-dopravni-infrastruktury-do-roku-2050?returl=/Dokumenty/Strategie>

Ministerstvo dopravy, Vysokorychlostní tratě [online], 2017, Dostupné z <https://www.mdcz.cz/Dokumenty/Strategie/Vysokorychlostni-trate?returl=/Dokumenty/Strategie>

ČÚŽK, Ing. Karel Štencel, 2021, Co přinesou digitální technické mapy obcím a jaké jsou jejich povinnosti?

Ministerstvo průmyslu a obchodu, Východiska Národního plánu obnovy [online], 2020, Dostupné z <https://www.vlada.cz/assets/urad-vlady/poskytovani-informaci/poskytnute-informace-na-zadost/Vychodiska-NP-obnovy.pdf>

Operační program Doprava, Dopravní sektorová strategie 2. fáze [online], 2013, Dostupné z <http://www.dopravnistrategie.cz/nabidka-projekt/nabidka-ke-stazeni>

Ministerstvo průmyslu a obchodu, Národní plán obnovy [online], <https://www.planobnovy.cz/>

Státní fond dopravní infrastruktury, Předpis pro informační modelování staveb (BIM) pro stavby dopravní infrastruktury, 2020

Státní fond dopravní infrastruktury, Metodika pro výběr společného datového prostředí (CDE), 2019

Operační program doprava 2021+ [online], <https://www.opd.cz/slozka/Operacni-program-Doprava-2021>

Návrh Operačního programu doprava 2021 – 2027 [online], <https://www.opd.cz/slozka/Operacni-program-Doprava-2021>

Ministerstvo pro místní rozvoj, Návrh IROP 2021 – 2027 [online], <https://irop.mmr.cz/cs/irop-2021-2027/dokumenty>

Ministerstvo životního prostředí, Modernizační fond [online], https://www.mzp.cz/cz/modernizacni_fond

Seznam použité literatury ke kapitole Inteligentní dopravní systémy

- [1] MICHKOVÁ, Alena. Bariéry zavádění inovací v malých a středních firmách. Technická univerzita v Liberci, Ekonomická fakulta. 2018 Bakalářská práce. Vedoucí práce PhDr. Ing. Lenka Sojková, Ph.D.

- https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/151344/BP_Michkova_Bariery_inovaci_v_maly_ch_a_strednich_firmach.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [2] HAVLÍČEK, Karel. Inovační manuál malé a střední firmy. Řízení inovací v MSP. Použito monografie Havlíček, K.: Management a controlling malé a střední firmy. Eupress, 2011, Praha.
http://www.amspace.cz/uploads/Vybory/Inovacni_manual_male_a_stredni_firmy.pdf
- [3] CHESBROUGH, Henry. Business Model Innovation: Opportunities and Barriers, Long Range Planning. Volume 43, Issues 2–3, 2010, Pages 354–363. ISSN 0024-6301.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0024630109000569>
- [4] BOND III, Edward, Mark B. HOUSTON. Barriers to Matching New Technologies and Market Opportunities in Established Firms. First published: 06 February 2003
<https://doi.org/10.1111/1540-5885.2002005>. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1540-5885.2002005>
- [5] Implementační plán k Akčnímu plánu rozvoje inteligentních dopravních systémů (ITS) v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050 Dostupné z: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/its---inteligentni-dopravni-systemy/strategicke-dokumenty-a-legislativni-akty/akcni-plan-rozvoje-its/>
- [6] Ernst & Young, s.r.o. Komplexní analýza bariér aplikovaného a orientovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací v České republice a návrh implementace nastavených opatření v programovém období 2021–2027 pro Národní RIS3 strategii 2021+. 31.03.2020. https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/ris3-strategie/projekty-na-podporu-ris3/operacni-program-technicka-pomoc/2020/7/Analiza-barier-VaVaI_Finalni-dokument_2.pdf
- [7] Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky. STRATEGIE PODPORY MALÝCH A STŘEDNÍCH PODNIKŮ V ČESKÉ REPUBLICCE PRO OBDOBÍ 2021–2027. Praha, 2021. <https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/male-a-stredni-podnikani/studie-a-strategicke-dokumenty/2021/3/Strategie-podpory-MSP-v-CR-pro-obdobi-2021-2027.pdf>
- [8] BŘEČKOVÁ, Pavla a HAVLÍČEK, Karel. Inovace a jejich financování v malé a střední firmě. Praha: Vysoká škola finanční a správní, 2016. Edice EUPRESS. ISBN 978-80-7408-137-8. Dostupné z: https://amspace.cz/uploads/dokumenty_2016/publikace/Inovace_a_jejich_financovani.pdf
- [9] Council for Research, Development and Innovation, 2019. Innovation Strategy of the Czech Republic 2019–2030. Office of the Government of the Czech Republic, 2019. Dostupné z: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjWlbOOmtHyAhXpgf0HHRYRC_cQFnoECAMQAA&url=https%3A%2F%2Fwww.businessinfo.cz%2Fapp%2Fcontent%2Ffiles%2Fengdocs%2Finnovation-strategy-czech-republic-the-country-for-the-future-2019-2030.pdf&usg=AOvVaw3_HhmOh9O15NyOGQqApK1G
- [10] KADEŘÁBKOVÁ, Anna, Ph.D., Said M. SAMAN, MSc., Centrum inovačních studií VŠEM. Příručka pro tvorbu a realizaci inovačních projektů. Dostupné z: <https://www.esfcr.cz/file/8646>
- [11] Ministerstvo dopravy ČR. Rozvoj dopravní infrastruktury do roku 2050. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/getattachment/Dokumenty/Strategie/Rozvoj-dopravni-infrastruktury-do-roku-2050/Rozvoj-dopravni-infrastruktury-do-roku-2050/Rozvoj-dopravni-infrastruktury-do-roku-2050.pdf.aspx>
- [12] Usnesení vlády České republiky ze dne 30. července 2019 č. 564 o změně programu veřejných zakázek v aplikovaném výzkumu a inovacích pro potřeby státní správy BETA2. Dostupné z: <https://www.tacr.cz/wp->

content/uploads/documents/2019/10/07/1570442462_Usnesen%C3%AD%20v%C3%A1dy%20%C4%8CR%20ze%20dne%2030.%20%C4%8Dervence%202019%20%C4%8D.%20564.pdf

[13] Technologická agentura České republiky. Předpis v rámci programu BETA2. Verze 2. Dostupné z: https://www.tacr.cz/wp-content/uploads/documents/2019/09/26/1569486927_170605_P%C5%99edpis_v_r%C3%A1mci_programu_BETA.pdf

[14] Technologická agentura České republiky. Program veřejných zakázek v aplikovaném výzkumu a inovacích pro potřeby státní správy BETA2. Dostupné z: https://www.tacr.cz/wp-content/uploads/documents/2019/10/09/1570603560_Program%20BETA2_ucinnost_od_30.7.%202019.pdf

[15] A European strategy on Cooperative Intelligent Transport Systems, a milestone towards cooperative, connected and automated mobility, European Commission, Nov. 30, 2016

[16] C-ITS Platform Final Report Phase II, Sept. 2017

[17] ITS Standards Acquire A New Mission: Transitioning the ITS Standards Program to align with the USDOT's New ITS Research Initiatives

[18] Naranjo, J. E., Jiménez, F., Anaya, J. J., Talavera, E., & Gómez, O. (2017). "Application of vehicle to another entity (V2X) communications for motorcycle crash avoidance", Journal of Intelligent Transportation Systems, 21(4).

[19] Connected Vehicle Reference Implementation Architecture - CVRIA, Access Address: <http://local.iteris.com/cvria/>. Access Date: Sept. 22, 2017

[20] EU FRAME Relationship with the ITS Action Plan and ITS Directive, Access Address: <http://frame-online.eu/framearchitecture/detailed-information/relationship-with-the-its-action-plan-and-its-directive>. Access Date: Sept. 22, 2017

[21] France ITS Architecture, ACTIF, Access Address: <http://www.its-actif.org>

Seznam použité literatury ke kapitole Bezpečnost silničního provozu

[1] With more electric vehicles comes more proof of safety. IIHS, 2021. Dostupný z [www: https://www.iihs.org/news/detail/with-more-electric-vehicles-comes-more-proof-of-safety](https://www.iihs.org/news/detail/with-more-electric-vehicles-comes-more-proof-of-safety)

[2] Počet elektrolů roste, řada z nich má tuning, který není v provozu legální. CDV, 2020. Dostupný z [www: https://www.cdv.cz/tisk/pocet-elektrol-roste-rada-z-nich-ma-tuning-ktery-neni-v-provozu-legalni/](https://www.cdv.cz/tisk/pocet-elektrol-roste-rada-z-nich-ma-tuning-ktery-neni-v-provozu-legalni/)

[3] Study suggests that HUD tech may actually reduce driving safety. In: New Atlas, 2015. Dostupný z [www: https://newatlas.com/hud-technology-driving-safety/38204/](https://newatlas.com/hud-technology-driving-safety/38204/)

[4] Audi unveils the interior of the Q4 e-tron electric SUV with impressive head-up display, and more. In: Electrek, 2021. Dostupný z [www: https://electrek.co/2021/03/09/audi-unveils-q4-e-tron-electric-suv-interior-head-up-display/](https://electrek.co/2021/03/09/audi-unveils-q4-e-tron-electric-suv-interior-head-up-display/)

[5] Renault Zoe 80 kW electric 'ZEN'. Euro NCAP, 2021. Dostupný z [www: https://www.euroncap.com/en/results/renault/zoe/44206](https://www.euroncap.com/en/results/renault/zoe/44206)

[6] Dacia Spring. Euro NCAP, 2021. Dostupný z [www: https://www.euroncap.com/en/results/dacia/spring/44197](https://www.euroncap.com/en/results/dacia/spring/44197)

[7] Dvořák O., Alternativní paliva motorových vozidel a potenciál jejich požáru a výbuchu. In: TZBinfo, 2020. Dostupný z [www: https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/21570-alternativni-paliva-motorovych-vozidel-a-potencial-jejich-pozaru-a-vybuchu](https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/21570-alternativni-paliva-motorovych-vozidel-a-potencial-jejich-pozaru-a-vybuchu)

- [8] 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)
- [9] Your Dashboard Display Is Going to Kill You. Neal Pollack, The Drive, 2018. Dostupný z [www: https://www.thedrive.com/tech/22034/your-dashboard-display-is-going-to-kill-you](https://www.thedrive.com/tech/22034/your-dashboard-display-is-going-to-kill-you)
- [10] 1 in 12 plays games behind the wheel – SWOV study on distraction. ETSC, 2020. Dostupný z [www: https://etsc.eu/1-in-12-plays-games-behind-the-wheel-swov-study-on-distraction/](https://etsc.eu/1-in-12-plays-games-behind-the-wheel-swov-study-on-distraction/)
- [11] 70% of road deaths in European cities are pedestrians, cyclists and motorcyclists. ETSC, 2019. Dostupný z [www: https://etsc.eu/70-of-road-deaths-in-european-cities-are-pedestrians-cyclists-and-motorcyclists/](https://etsc.eu/70-of-road-deaths-in-european-cities-are-pedestrians-cyclists-and-motorcyclists/)
- [12] Tisíce mostů v Česku jsou ve špatném až havarijním stavu. In: idnes.cz, 2020. Dostupný z [www: https://www.idnes.cz/ekonomika/doprava/mosty-havarijni-stav-cesko-opravy-infrastruktura-nehody.A200924_101743_eko-doprava_rts](https://www.idnes.cz/ekonomika/doprava/mosty-havarijni-stav-cesko-opravy-infrastruktura-nehody.A200924_101743_eko-doprava_rts)
- [13] Ročenka nehodovosti na pozemních komunikacích za rok 2019. Pplk. Mgr. Jan STRAKA a kpt. Ing. Jana PELEŠKOVÁ, ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky. 2020. Dostupný z [www: https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mg%3D%3D](https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mg%3D%3D)
- [14] Ročenka nehodovosti na pozemních komunikacích za rok 2020. Pplk. Mgr. Jan STRAKA a kpt. Ing. Jana PELEŠKOVÁ, ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky. 2021. Dostupný z [www: https://www.policie.cz/soubor/rocenka-nehodovosti-2020-pdf.aspx](https://www.policie.cz/soubor/rocenka-nehodovosti-2020-pdf.aspx)
- [15] PIN Flash Report 41 REDUCING ROAD DEATHS AMONG YOUNG PEOPLE AGED 15 TO 30. ETSC, 2021. Dostupný z [www: https://etsc.eu/wp-content/uploads/PIN-Flash-41_web_FINAL.pdf](https://etsc.eu/wp-content/uploads/PIN-Flash-41_web_FINAL.pdf)
- [16] CEO says Volkswagen has 'seen the worst' of the chip shortage. In: CNN Business, 28.10.2021. Dostupný z [www: https://edition.cnn.com/2021/10/28/cars/volkswagen-chip-shortage/index.html](https://edition.cnn.com/2021/10/28/cars/volkswagen-chip-shortage/index.html)
- [17] Fake chips slipping into supply chain, industry insiders warn. In: Nikken Asia, 19. 9. 2021. Dostupný z [www: https://asia.nikkei.com/Business/Tech/Semiconductors/Fake-chips-slipping-into-supply-chain-industry-insiders-warn](https://asia.nikkei.com/Business/Tech/Semiconductors/Fake-chips-slipping-into-supply-chain-industry-insiders-warn)
- [18] The global chip shortage is creating a new problem: More fake components. In: ZDnet, 9.6.2021. Dostupný z [www: https://www.zdnet.com/article/the-global-chip-shortage-is-creating-a-new-problem-more-fake-components-as-fraudsters-cash-in/](https://www.zdnet.com/article/the-global-chip-shortage-is-creating-a-new-problem-more-fake-components-as-fraudsters-cash-in/)
- [19] Dangerous fakes. In: Bloomberg Businessweek, 2.10.2008. Dostupný z [www: https://www.bloomberg.com/news/articles/2008-10-01/dangerous-fakes](https://www.bloomberg.com/news/articles/2008-10-01/dangerous-fakes)
- [20] What's Worse Than a Chip Shortage? Buying Fake Ones. In: The Wall Street Journal, 15.7.2021. Dostupný z [www: https://www.wsj.com/articles/chip-shortage-has-spawned-a-surplus-of-fraudsters-and-fake-parts-11626255002](https://www.wsj.com/articles/chip-shortage-has-spawned-a-surplus-of-fraudsters-and-fake-parts-11626255002)
- [21] Wikipedia contributors. Partnair Flight 394 [Internet]. Wikipedia, The Free Encyclopedia; 2021 Oct 19. Dostupný z [www: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Partnair_Flight_394&oldid=1050663138](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Partnair_Flight_394&oldid=1050663138).
- [22] Nehodovost v roce 2017 dle typu komunikací. Observať bezpečnost silničního provozu. Dostupný z [www: https://www.czrso.cz/clanek/nehodovost-v-roce-2017-dle-druhu-komunikaci/?id=1710](https://www.czrso.cz/clanek/nehodovost-v-roce-2017-dle-druhu-komunikaci/?id=1710)

- [23] Rozvoj dopravní infrastruktury do roku 2050. Ministerstvo dopravy ČR, 2020. Dostupný z [www: https://www.mdcz.cz/Dokumenty/Strategie/Rozvoj-dopravni-infrastruktury-do-roku-2050](https://www.mdcz.cz/Dokumenty/Strategie/Rozvoj-dopravni-infrastruktury-do-roku-2050)
- [24] Latest Tesla Autopilot Software Updates. In: Autopilot Review, 2021. Dostupný z [www: https://www.autopilotreview.com/latest-tesla-autopilot-updates/](https://www.autopilotreview.com/latest-tesla-autopilot-updates/)
- [25] Národní koncepce realizace politiky soudržnosti v ČR po roce 2020, podklad pro dohodu o partnerství 2021–2027. Ministerstvo pro místní rozvoj, národní orgán pro koordinaci, 2019. Dostupný z [www: https://www.dotaceu.cz/getmedia/2aef04af-85d7-4251-bee8-ef99dd60d386/NKR-verze-na-web-srpen-2019.zip.aspx?ext=.zip](https://www.dotaceu.cz/getmedia/2aef04af-85d7-4251-bee8-ef99dd60d386/NKR-verze-na-web-srpen-2019.zip.aspx?ext=.zip)
- [26] Traffic safety. City of Helsinki, 2020. Dostupný z [www: https://www.hel.fi/helsinki/en/maps-and-transport/streets-traffic/safety/](https://www.hel.fi/helsinki/en/maps-and-transport/streets-traffic/safety/)
- [27] Filler V. Nejkontroverznější cykloopatření roku 2020. In Městem na kole, 2021. dostupný z [www: https://mestemnakole.cz/2020/12/nejkontroverznejsi-cykloopatreni-roku-2020/](https://mestemnakole.cz/2020/12/nejkontroverznejsi-cykloopatreni-roku-2020/)
- [28] Zóny 30 se mají v roce 2021 rozšířit. CDV, 2020. Dostupný z [www: https://www.cdv.cz/tisk/zony-30-se-maji-v-roce-2021-rozsirit/](https://www.cdv.cz/tisk/zony-30-se-maji-v-roce-2021-rozsirit/)
- [29] Plán veřejné dopravy v Praze: na roky 2018 až 2020 s výhledem do roku 2022. In: Cysnews.cz, 2018. Dostupný z [www: https://www.cysnews.cz/doprava/plan-verejne-dopravy-praze-roky-2018-az-2020-vyhledem-roku-2022/](https://www.cysnews.cz/doprava/plan-verejne-dopravy-praze-roky-2018-az-2020-vyhledem-roku-2022/)
- [30] Plán mobility města Brna. In: brnoinmotion.cz, 2021. Dostupný z [www: https://brnoinmotion.cz/plan-mobility/](https://brnoinmotion.cz/plan-mobility/)
- [31] SDÍLENÁ KOLA SI ZDARMA S LÍTAČKOU PROPOJILO JIŽ PŘES 11 000 LIDÍ. 2021. Dostupný z [www: https://pid.cz/sdilená-kola-si-zdarma-s-litackou-propojilo-jiz-pres-11000-lidi/](https://pid.cz/sdilená-kola-si-zdarma-s-litackou-propojilo-jiz-pres-11000-lidi/)
- [32] Nissan GT-R recognizes tracks via GPS, removes speed limiter. On: Autoblog, 2007. Dostupný z [www: https://www.autoblog.com/2007/12/22/nissan-gt-r-recognizes-tracks-via-gps-removes-speed-limiter/?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAKyqDLPUt0uHmueYRuwwK8m0uMI7bM8NgJKQHHgeYwEB037Ubeo8MQ60SoYSVArDd0jjNop31j3_acXRHk_pWzRELo7p3QXKEAbIoOw2yrmfFWl2Ncny71cIAmDYu3xBZn0c95D5dWsxJmRq6_Ok8WWXgycWLbOaZnwKvwxWBbJO](https://www.autoblog.com/2007/12/22/nissan-gt-r-recognizes-tracks-via-gps-removes-speed-limiter/?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAKyqDLPUt0uHmueYRuwwK8m0uMI7bM8NgJKQHHgeYwEB037Ubeo8MQ60SoYSVArDd0jjNop31j3_acXRHk_pWzRELo7p3QXKEAbIoOw2yrmfFWl2Ncny71cIAmDYu3xBZn0c95D5dWsxJmRq6_Ok8WWXgycWLbOaZnwKvwxWBbJO)
- [33] VISION ZERO. CDV. Dostupný z [www: https://www.cdv.cz/en/vision-zero](https://www.cdv.cz/en/vision-zero)
- [34] European Commission EU Road Safety Policy Framework 2021-2030 – Next Steps towards “Vision Zero”. 2020. Dostupný z [www: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d7ee4b58-4bc5-11ea-8aa5-01aa75ed71a1](https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d7ee4b58-4bc5-11ea-8aa5-01aa75ed71a1)
- [35] 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 Commission. Evropská komise, 2010. Dostupný z [www: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM%3Atr0036](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM%3Atr0036)
- [36] Upgrading motorways in Slovakia. EuroRAP, 2016. Dostupný z [www: https://www.eurorap.org/wp-content/uploads/NDS-Upgrade_Re-assessment-Case-Study-v1-4_EN-20160603_Final_sdl_edit_mj_....pdf](https://www.eurorap.org/wp-content/uploads/NDS-Upgrade_Re-assessment-Case-Study-v1-4_EN-20160603_Final_sdl_edit_mj_....pdf)
- [37] The InvestEU programme - legal texts and factsheets. EK, 2018. Dostupný z [www: https://ec.europa.eu/info/publications/investeu-programme_en](https://ec.europa.eu/info/publications/investeu-programme_en)
- [38] ERTRAC Roadmaps. ERTRAC, 2021. Dostupný z [www: https://www.ertrac.org/index.php?page=ertrac-roadmap](https://www.ertrac.org/index.php?page=ertrac-roadmap)

Seznam použité literatury ke kapitole Alternativní pohonné hmoty pro silniční dopravu

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU ze dne 22. 10. 2014 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU)2018/2001(EU) ze dne 11. 12. 2018, o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů
- Zákon č. 172/2018 Sb., kterým se mění, zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů
- Nářízení vlády č. 189/2018 Sb., o kritériích udržitelnosti biopaliv a snižování emisí skleníkových plynů z pohonných hmot
- Zákon č. 48/2020 Sb., kterým se mění zákon č. 311/2006 Sb. o pohonných hmotách a čerpacích stanicích
- Zákon č. 367/2021Sb., o opatřeních k přechodu ČR k nízkouhlíkové energetice a o změně zákona č. 165/2012Sb., o podporovaných zdrojích energie, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 382/2021Sb., kterým se mění zákon č. 165/2012Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony
- Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu, MPO, leden 2020
- Národní akční plán čisté mobility, MPO, 2019
- Sborník ČAPPO 25 let, 2017
- Statistika trhu petrolejářských výrobků ČAPPO, 2017, 2018, 2019 a 2020
- Technologické trendy v silniční dopravě, 1. etapa: Popis problémů současného stavu, oblast alternativní pohonné hmoty, ČAPPO, březen 2018
- Technologické trendy v silniční dopravě, 2. etapa: Směry technologického vývoje, oblast alternativní pohonné hmoty, ČAPPO, srpen 2018
- Technologické trendy v silniční dopravě, 3. etapa: Směry technologického vývoje – oblast alternativní pohonné hmoty pro silniční dopravu, říjen 2018
- Technologické trendy v silniční dopravě, 4. etapa: Aktualizace strategické výzkumné agendy, květen 2019
- Technologické trendy v silniční dopravě, 5. etapa: Implementační akční plán oboru silniční doprava – oblast alternativních pohonných hmot v silniční dopravě, listopad 2019
- Jak efektivně splnit cíle RED II v dopravě po roce 2020, ČAPPO, červen 2018 a 2019
- Odstraňování minoritních nečistot z bioplynu, Karel Cíahotný, VŠCHT Praha, 2010
- Statistical Report of the European Biomass Association 2018, Brussels, Belgium, December 2018
- Některé aspekty hydrogenace rostlinných olejů, ČAPPO, Milan Vitvar, Jiří Plitz, 2018
- Obnovitelné zdroje energie v roce 2018, MPO, září 2019
- Zpráva o vývoji energetiky v oblasti ropy a ropných produktů za roky 2011 až 2018, MPO, červen 2019
- Optimální využití OZE v dopravě, konsorcium VŠCHT, UK, ČAPPO, SCHP ČR, MPO a MŽP, 2018 až 2020
- Sustainable Energy and Powertrans for Road Transport, Version 6, ERTRAC, březen 2021
- Vodíková strategie pro klimaticky neutrální Evropu, COM/2020/301, 2020
- Cestovní mapa modernizace silniční dopravy 2. etapa. Návrh řešení implementace pro oblast alternativních paliv pro silniční dopravu, květen 2021

Vodíková strategie ČR, MPO červenec 2021

Technical Assessment of Transport Fuel Quality Parameters, EK, TU/CLIMA.C4, June 2021

Seznam použité literatury ke kapitole Elektromobilita

- [1] Ministerstvo průmyslu a obchodu 2015-2020, Národní akční plán čisté mobility, dostupné online <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/54377/62106/640972/priloha001.pdf>
- [2] Wikipedie, trolejbusová doprava, dostupné online https://cs.wikipedia.org/wiki/Trolejbusov%C3%A1_doprava
- [3] BUS portál, dostupné online <https://busportal.cz/>
- [4] Seznam podpořených projektů v MHD, dostupné online https://www.irop.mmr.cz/getmedia/cc8bdf5c-816c-474f-a1e4-eb01370b7bd6/Prehled-podporenych-a-nahradnich-projektu-ve-20-vyzve-IROP_08032019.pdf.aspx?ext=.pdf

Seznam použité literatury ke kapitole Autonomní vozidla

- [Auto-mania.cz 2020] auto-mania.cz (19.6.2020), tisková zpráva, "Ford a Volkswagen budou společně vyvíjet užitkové vozy, elektromobily a autonomní řízení", (<https://auto-mania.cz/ford-a-volkswagen-budou-spolecne-vyvijet-uzitkove-vozy-elektromobily-a-autonomni-řízení/>)
- [Bloomberg 2020] Bloomberg (15.5.2020) "The State of the Self-Driving Car Race 2020", (<https://www.bloomberg.com/features/2020-self-driving-car-race/>)
- [CDV 2020] CDV (5.5.2020), tisková zpráva, „Vznikl Katalog testovacích oblastí pro autonomní vozidla“ (<https://www.cdv.cz/tisk/vznikl-katalog-testovacich-oblasti-pro-autonomni-vozidla/>)
- [Czech Sight 2020] Czech Sight (10.12.2020), Daniel Štraub, „V Německu budou testovány autonomní autobusy“ (<https://www.czechsight.cz/v-nemecku-budou-testovany-autonomni-autobusy/>)
- [dBusiness 2020] dBusiness (20.8.2020), R. J. King, „New Autonomous Shuttle Connects Detroit Seniors with Local Hospital“ (<https://www.dbusiness.com/daily-news/new-autonomous-shuttle-connects-detroit-seniors-with-local-hospital/>)
- [Deník 2021] Jiří Kohout (5.5.2021) "Polygon u Stříbra vyzkouší auta bez řidiče. Stavbu místní vítají", (<https://www.denik.cz/regiony/polygon-u-stribra-vyzkousi-auta-bez-ridice-stavbu-mistni-vitaji-20210505.html>)
- [Dubai Gazette 2020] Dubai Gazette (14.10.2020), „Driverless shuttles tested at Sharjah University City“ (<https://dubaigazette.com/navya/>)



[Ekonom 2021] Radek Novotný (10.6.2021) "Automobilky i start-upy urychlují vývoj autonomních aut. První budou kamiony a autobusy", (<https://ekonom.cz/c1-66937870-firmy-urychluj-vyvoj-autonomnich-vozu-prvni-budou-kamiony-a-autobusy>)

[Forbes 2020] Forbes (20.11.2020), Sam Abuelsamid, „Mobileye Picks Luminar Lidar For Initial Robotaxis While Developing In-House Lidar“ (<https://www.forbes.com/sites/samabuelsamid/2020/11/20/mobileye-picks-luminar-lidar-for-initial-robotaxis-while-developing-in-house-lidar/>)

[Forbes 2021] Alan Ohnsman (15.4.2021) "Robot Truck Startup TuSimple Raises \$1 Billion In First Self-Driving Startup IPO", (<https://www.forbes.com/sites/alanohnsman/2021/04/15/robot-truck-startup-tusimple-raises-1-billion-in-first-self-driving-startup-ipo/?sh=4a288ed75e82>)

[Forbes 05 2021] Jan Strouhal (25.5.2021) "Budoucnost je samořiditelná. Němci jako první pustí na silnice autonomní vozy", (<https://forbes.cz/budoucnost-je-samoriditelná-němci-jako-první-pustí-na-silnice-autonomní-vozy/>)

[Fortune 11 2021] Dan Catchpole (30.11.2021) "Waymo's co-CEO on the next stop for driverless cars: curbside grocery delivery", (<https://fortune.com/2021/11/30/waymo-driverless-cars-curbside-grocery-delivery/>)

[Guidehouse 2020] autonomne.cz dle Guidehouse Insights (16.6.2020), „Žebříček úrovně vyspělosti AV v roce 2020“ (<https://www.autonomne.cz/clanky/zebricek-urovne-vyspelosti-av-v-roce-2020>)

[Holmes, 2021] Holmes, F.: Silicon carbide takes EV power electronics to the next level. Power electronics and their semiconductors must also handle heat efficiently. [dostupné online 31.5.2021] <https://www.automotiveworld.com/articles/silicon-carbide-takes-ev-power-electronics-to-the-next-level/>

[HORIZON-CL5 2021] EU: Horizon Europe, Work Programme 2021-2022, 8. Climate, Energy and Mobility, draft not adopted or endorsed by the European Commission

[Intelligent Transport 2020] Intelligent Transport (29.6.2020), „Waymo partners with Volvo Car Group to scale Waymo Driver“ (<https://www.intelligenttransport.com/transport-news/101275/waymo-partners-with-volvo-car-group-to-scale-waymo-driver/>)

[Jánský, 2021] Jánský, M.: Elektromobily mají jeden zásadní problém. [dostupné online 31.5.2021] <https://www.garaz.cz/clanek/elektromobily-maji-jeden-zasadni-problem-21006123>

[Kuhnert et al, 2018] Kuhnert, F., Stürmer, C. and Koster. A.: Five trends transforming the Automotive Industry. [dostupné online 30.5.2021] <https://www.pwc.nl/nl/assets/documents/pwc-five-trends-transforming-the-automotive-industry.pdf>

[Nekvinda, 2020] Nekvinda, J.: Reálný dojezd elektromobilů? Ve velkém testu delší než ten udávaný. [dostupné online 31.5.2021] <https://fdrive.cz/clanky/realny-dojezd-elektromobilu-ve-velkem-testu-delsi-nez-ten-udavany-5463>

[Sarver, 2021] Sarver, B.: Nový normál v automotive? Musí být digitální. Rockwell Automation. [dostupné online 29.5.2021] <https://www.vseoprmyslu.cz/inspirace/nazory-a-komentare/novy-normal-v-automotive-musi-byt-digitalni.html>

[SlashGear 2020] Slash Gear (2.6.2020), Shane McGlaun „Yandex reveals its fourth-generation self-driving Hyundai“ (<https://www.slashgear.com/yandex-reveals-its-fourth-generation-self-driving-hyundai-02623270/>)

[Srinivasa, 2019] Srinivasa, A.: Seven technologies that are accelerating autonomous driving capabilities- last one for sure is the one everyone is waiting for!! [dostupné online 29.5.2021] <https://www.pathpartnertech.com/seven-technologies-that-are-accelerating-autonomous-driving-capabilities-last-one-for-sure-is-the-one-everyone-is-waiting-for/>

[Svatoš, 2020] Svatoš, P.: Průzkum: pro Čechy je elektromobil ekologický, ale drahý. [dostupné online 31.5.2021] <https://fdrive.cz/clanky/pruzkum-pro-cechy-je-elektromobil-ekologicky-ale-drahy-5050>

[The Verge 08 2021] A.J.Hawkins (26.8.2021) " Nuro is building a factory and test track in Nevada for its autonomous delivery robots", (<https://www.theverge.com/2021/8/26/22642846/nuro-autonomous-delivery-factory-test-track-nevada>)

[TPSD 2019] TPSD (listopad 2019) " Aktualizace implementačního akčního plánu", studie v rámci projektu Technologické trendy v silniční dopravě

[TPSD 2020] TPSD (prosinec 2020) "Podněty a požadavky pro přípravu cestovní mapy modernizace silniční dopravy", studie v rámci projektu Cestovní mapa modernizace silniční dopravy

[TPSD 2020 2] TPSD, pracovní skupina Autonomní vozidla, (květen 2020) „Technologické trendy v silniční dopravě – oblast Autonomní vozidla“ (<https://www.tpsd-ertrac.cz/file/technologicke-trendy-v-silnicni-doprave-aktualizace/>)

Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1: Růst osobních vozidel v Brně	5
Obrázek 2: Dopravní kongesce IAD ve městech	6
Obrázek 3: Převážní módy mikromobility.....	8
Obrázek 4: ŘSD – stav dálniční sítě k 11.2020.....	22
Obrázek 5: ŘSD – stav dálniční sítě.....	22

Obrázek 6: ŘSD – výhledový stav, základní dálniční síť	23
Obrázek 7: Systém SHV ŘSD – harmonogram zavádění procesů SHV do praxe.....	24
Obrázek 8: Blokové schéma stávajících IS na ŘSD a jejich potencionálního rozvoje Prediktivní model dopravy	25
Obrázek 9: Osobní silniční doprava v roce 2050 (prognóza), průměrný počet vozidel/24h [Zdroj MD]	26
Obrázek 10: Návrhy zkapacitnění spojnic mezi regionálními centry v ČR.....	27
Obrázek 11: Koncepce přeshraničních dálničních spojení [Zdroj firma Valbek].....	27
Obrázek 12: Schéma digitalizace procesů výstavby a údržby	36
Obrázek 13: Testovací autonomní vozidlo.....	44
Obrázek 14: Vzájemné vazby v systémech struktury ITS	45
Obrázek 15: Robotaxi a systém pro zásobování ve městech.....	46
Obrázek 16: Technická struktura ITS	49
Obrázek 17: Administrativní struktura ITS.....	50
Obrázek 18: Head-up display současného vozu (Audi Q4 e-tron, 2020) s rozšířenou realitou a navigací	54
Obrázek 19: Jednoduchý head-up display ve starším voze (Toyota Prius, 2009).....	54
Obrázek 20: Podíl aktivní mobility na usmrcených účastnících provozu v ČR (ostatní = zejména posádky OA)	56
Obrázek 21: Vývoj maximální dovolené rychlosti v Helsinkách. Sběrné komunikace nejsou omezovány, na ostatních je maximální dovolená rychlost 30, nebo 40 km/h.....	61
Obrázek 22: Pražské opatření na podporu aktivní mobility. Cyklopruh na vysokokapacitní sběrné komunikaci, pruh připojující se zprava je poslední výjezd z dálnice D5 směrem do Prahy	62
Obrázek 23: Počet usmrcených na miliardu ujetých vozokilometrů v ČR na různých kategoriích komunikací (data z roku 2017).....	64
Obrázek 24: Nehody zaviněné pod vlivem alkoholu nebo jiných návykových látek, 2020	65
Obrázek 25: Vize nula. Plánovaný pokles usmrcených při dopravních nehodách v ČR	67
Obrázek 26: Plnicí stanice vodíku pro silniční vozidla.....	84
Obrázek 27: Detail plnění automobilu plyným vodíkem na plnicí stanici.....	85
Obrázek 28: Registrace nových vozů podle paliva v letech.....	95
Obrázek 29: Podíl nových registrací elektromobilů a plug in hybridů.	96
Obrázek 30: Počty registrovaných elektromobilů a plugin hybridů podle modelů vozidel	96
Obrázek 31: Podíl registrací nových osobních vozidel dle typu paliva podle CDV	97
Obrázek 32: Vývoj registrací nových elektromobilů v Evropě.....	98
Obrázek 33: Hranice, náměstí, plně elektrizovaná MHD, předání 6 elektrobusů (zdroj: město-hranice.cz)	99
Obrázek 34: Elektrobusy Yutong U12 (Čína) před naloděním pro export (foto: sustainable-bus.com)	100
Obrázek 35: Původci znečištění ovzduší v Praze (foto: mzp.cz a auto-mat.cz).....	101
Obrázek 36: Výroba elektřiny v ČR (zdroj kalkulator.cz)	102
Obrázek 37: Operační programy 2021-2027. Zdroj: MPO Ing. Eduard Muřický 2021	106
Obrázek 38: Infrastruktura pro 220 000 elektromobilů a plugin hybridů	106
Obrázek 39: Infrastruktura pro 500 000 elektromobilů a plugin hybridů	107
Obrázek 40: Kumulativní počet registrací elektromobilů a PHEV srovnaný s počtem nabíjecích bodů v ČR. (Zdroj CDV).....	107

Obrázek 41: Carport Dukovany 322 parkovacích stání krytých oboustrannými FV panely (zdroj cez.cz).....	108
Obrázek 42: Argo.AI vozidla autonomní taxislužby v Kalifornii v USA.....	110
Obrázek 43: Vozidlo Cruise na ulicích San Franciska.....	111
Obrázek 44: Baidu – veřejné testování platformy Apollo Go robotaxi	112
Obrázek 45: Autonomie v pojetí společnosti Tesla.....	112
Obrázek 46: Autonomní kamion Einride T-Pod	113
Obrázek 47 : Doručování poslední míle – robot Starship Technologies v Milton Keynes, UK	114
Obrázek 48 : Autonomní Prius Nuro pro doručování potravin zákazníkům řetězce 7-Eleven	115
Obrázek 49: Autonomní last mile delivery společnosti Neolix	116
Obrázek 50: Autonomní minibus konsorcia RABus.....	117
Obrázek 51: Roboauto - Detail stanice ovládající vzdálené vozidlo.....	120
Obrázek 52: Roboauto - Vizualizace kokpitu sloužícího pro teleoperace	121
Obrázek 53: Samoobslužné mobilní výdejní boxy Bringauto	122
Obrázek 54: Teleoperovaná robotická platforma na dopravu zboží BringAuto	122
Obrázek 55: Vozidlo BringAuto v testovacím provozu v ostravské chemičce BorsodChem.	124
Tabulka 1: Národní akční plán čisté mobility ČR.....	103
Tabulka 2: Predikce vývoje počtu elektromobilů podle SDA v roce 2018.....	104
Tabulka 3: Predikce počtu elektromobilů podle Asociace elektromobilového průmyslu	104