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

MINISTERSTVO
PRŮMYSLU A OBCHODU

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA
SILNIČNÍ DOPRAVA

AKTUALIZACE

STRATEGICKÉ VÝZKUMNÉ AGENDY

OBORU SILNIČNÍ DOPRAVY

Technologická platforma silniční doprava

srpen 2022

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

MINISTERSTVO
PRŮMYSLU A OBCHODU

TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA
SILNIČNÍ DOPRAVA

Obsah

Úvod

1. Oblast městská mobilita 6

1.1 Úvod 6
1.2 Hlavní problémy výzkumu a vývoje 12
1.3 Vize budoucího stavu v roce 2030 15
1.4 Nástin zaměření a obsahu hlavních výzkumných témat 19
1.5 Závěr kapitoly 27
1.6 Seznam použité literatury 28

2. Oblast silniční infrastruktura 29

2.1 Úvod 29
2.2 Hlavní problémy výzkumu a vývoje 29
2.3 Vize budoucího stavu v roce 2030 33
2.4 Nástin zaměření a obsahu hlavních výzkumných témat 39
2.5 Závěr kapitoly 49
2.6 Seznam použité literatury 49

3. Oblast inteligentní dopravní systémy 51

3.1 Úvod 51
3.2 Hlavní problémy výzkumu a vývoje 51
3.3 Vize budoucího stavu v roce 2030 56
3.4 Návrh strategie 60
3.5 Nástin zaměření a obsahu hlavních výzkumných témat 64
3.6 Závěr kapitoly 67
3.7 Seznam použité literatury 67

4. Oblast bezpečnost silničního provozu 70

4.1 Úvod 70
4.2 Hlavní problémy výzkumu a vývoje 74
4.3 Vize budoucího stavu v roce 2030 76
4.4 Nástin zaměření a obsahu hlavních výzkumných témat 81
4.5 Závěr kapitoly 86
4.6 Seznam použité literatury 86

5. Oblast alternativní pohonné hmoty pro silniční dopravu 90

5.1 Úvod 90
5.2 Hlavní problémy výzkumu a vývoje 92
5.3 Vize budoucího stavu v roce 2030 94
5.4 Nástin zaměření a obsahu hlavních výzkumných témat 96
5.5 Závěr kapitoly 99
5.6 Seznam použité literatury 102

6. Silniční doprava a životní prostředí 104

6.1 Úvod 104
6.2 Hlavní problémy výzkumu a vývoje 104
6.3 Vize budoucího stavu v roce 2030 106
6.4 Nástin zaměření a obsahu hlavních výzkumných témat 106
6.5 Závěr kapitoly 110
7. Oblast elektromobilita 111

7.1 Úvod 111
7.2 Hlavní problémy výzkumu a vývoje 111
7.3 Vize budoucího stavu v roce 2030 112
7.4 Nástin zaměření a obsahu hlavních výzkumných témat 113
7.5 Závěr kapitoly 123
8. Oblast autonomní vozidla 124

8.1 Úvod 124
8.2 Hlavní problémy výzkumu a vývoje 126
8.3 Vize budoucího stavu v roce 2030 128
8.4 Nástin zaměření a obsahu hlavních výzkumných témat 133
8.5 Závěr kapitoly 137
9. Seznam použitých zkratek 137

10. Seznam obrázků 142

11. Seznam grafů 143

Úvod

Základní údaje

Technologická platforma silniční doprava byla založena v roce 2009 s cílem propojit potenciál výrobní sféry, provozovatelů, výzkumných a vzdělávacích institucí, projekčních organizací, zástupců veřejné sféry a uživatelé v oboru silniční dopravy.

Technologická platforma silniční doprava v období 2010-2013 s podporou OP PI vypracovala Strategickou výzkumnou agendu oboru silniční dopravy a v období 2013-2014 aktualizaci tohoto dokumentu.

Od června roku 2017 řešila Technologická platforma silniční doprava další projekt s podporou OP PIK. Hlavním výstupem tohoto projektu bylo zpracování studie technologického foresightu s názvem Technologické trendy v silniční dopravě. Na tuto studii navázalo zpracování aktualizace Strategické výzkumné agendy oboru silniční dopravy, které proběhlo v první polovině roku 2019.

V červnu roku 2020 byl zahájen projekt Cestovní mapa modernizace silniční dopravy opět s podporou OP PIK. Vedle hlavního výstupu s názvem Cestovní mapa modernizace silniční dopravy byla řešena aktualizace Strategické výzkumné agendy oboru silniční dopravy.

Postup zpracování

V souladu s organizační strukturou technologické platformy a schválenou studií proveditelnosti byla SVA zpracována v osmi pracovních skupinách:

1. Městská mobilita – vedoucí Ing. Martin Lipl, HBH Projekt
2. Silniční infrastruktura – vedoucí Ing. David Novák, VARS Brno
3. Inteligentní dopravní systémy – vedoucí Ing. Otto Sládek, Ph.D., Kybertec
4. Bezpečnost silničního provozu – doc. Ing. Petr Bouchner, Ph.D. ČVUT FD
5. Alternativní pohonné hmoty pro silniční dopravu – vedoucí Ing. Miloš Podrazil
6. Silniční doprava a životní prostředí - Ing. Jiří Jedlička, Ph.D. CDV
7. Elektromobilita – Ing. Jaroslav Marušinec, Ph.D., ASEP
8. Autonomní vozidla – Ing. Tomáš Ondráček, Ph.D., ARTIN

Zpracování SVA proběhlo v období v období 1/2022 do 8/2022 podle společné osnovy zahrnující především tyto body:

- hlavní problémy výzkumu a vývoje
- vize budoucího stavu v roce 2030
- nástin zaměření a obsahu hlavních výzkumných témat.

Výsledkem činnosti osmi pracovních skupin je dokument Strategická výzkumná agenda oboru silniční dopravy, který by měl stát vodítkem pro výzkum a vývoj v oboru silniční dopravy pro příští období.

Dokumenty Cestovní mapa modernizace silniční dopravy a Strategická výzkumná agenda oboru silniční dopravy byly představeny naší odborné veřejnosti na závěrečné konferenci projektu, která se konala dne 27.5.2022 v Praze.

Stručné shrnutí

Období těsně předcházející zpracování aktualizace Strategické výzkumné agendy se ukázalo jako mimořádně turbulentní, které dosavadní předpoklady vývoje evropské společnosti výrazně změnilo. Do života všech obyvatel výrazně zasáhla epidemie koronaviru 19 a v roce 2022 došlo k ruské agresi na Ukrajinu. Tyto dvě hlavní události výrazně ovlivnily ambiciózní cíle EU, které byly zakotveny v dokumentu Green Deal (Zelená dohoda pro Evropu), předložený Evropskou komisí dne 11.12.2019.

Zelená dohoda zahrnuje sedm oblastí, 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.

Přispění k dosažení cílů definovaných v dokumentu Zelená dohoda bylo základním mottem návrhu strategických výzkumných témat, které byly zpracovávány v již uvedených osmi pracovních skupinách.

V kapitole Městská mobilita je pozornost věnována velkému počtu nástrojů, jak upokojovat požadavky na mobilitu všech skupin obyvatel při stálém zlepšování životního prostředí. Jako hlavní témata výzkumu jsou uvedeny způsoby získávání kvalitních pokladních dat o chování obyvatel. Dalším důležitým tématem je téma mobilita jako služba (MaaS - Mobility as a Service). Jedná se o typ služby, která pomocí jednotného digitálního přístupu umožňuje uživatelům plánovat své cesty, rezervovat různé přepravní prostředky a platit za ně na jednom místě, například pomocí aplikace v chytrém mobilním telefonu. Je zde tak integrována možnost využívat několik různých druhů dopravy pomocí jedné platformy na jednom místě a dochází tak k jejich vzájemnému propojování. Téma mobility management ve městech se zaměřuje na problematiku zpracování plánů udržitelné mobility ve městech, což je téma velmi aktuální, protože zpracování plánů udržitelné mobility (SUMP) je v současnosti velmi aktuální.

Kapitola Silniční infrastruktura se zaměřuje otázky komplexní digitalizace přípravy a realizace silniční staveb, na zdokonalování postupů prioritizace oprav pozemních komunikací v systémech hospodaření s vozovkou a na vytvoření komplexního systému hospodaření s

objekty dopravní infrastruktury. Jedno téma se věnuje důležité otázce hodnocení kvality vedení pozemních komunikací pomocí 3D dat. Cílem je vyvinout technologii, která za pomoci zdrojových 3D automatickou analýzou posoudí splnění platných norem zejména v oblasti bezpečnosti. Poslední téma v této oblasti se týká vývoje a implementace nových diagnostických metod zjišťování stavu povrchových vlastností vozovek pozemních komunikací.

V kapitole věnované inteligentním dopravním systémům je položen důraz na kvalitní data, jejich sběr a další zpracování. Jedno téma je věnováno velmi důležitému bodu a to vytvoření unifikovaných metodiky na úrovni státu pro hodnocení přínosů inteligentních dopravních systémů a jejich nasazování.

V kapitole zaměřené na bezpečnost silničního provozu byla navržena témata, která budou řešit problémy vznikající posunem k aktivní mobilitě (cyklisté a nízkoenergetická vozidla) a změnou paradigmatu řízení v souvislosti s asistenčními a autonomními systémy. Jako riziková oblast s těžko rozpoznatelnými dopadem na bezpečnost byla charakterizována kyberbezpečnost telematických systémů a vozidel samotných.

Jako hlavní výzkumná témata pro uplatnění vyspělých silničních paliv byla definována elektromobilita, výroba a distribuce biometanu, infrastruktura a distribuce vodíku pro pohon silničních vozidel a téma uplatnění vysokokoncentrovaných směsí biopaliv a fosilních paliv a výroby a distribuce hydrogenovaných rostlinných olejů podle současné provozní technologie.

V oblasti vlivu dopravy na životní prostředí byla navržena témata na podporu udržitelné mobility v chráněných oblastí, na návrh metodik pro snižování negativních vlivů dopravy a na analýzu dopadů celkových emisí na životní prostředí.

V elektromobilitě jsou popsána výzkumná témata, které podpoří využitelnost elektrických pohonů v silniční dopravě. Zejména jde o kapacitu, cenu baterií a oboustranné propojení elektromobilů se sítí.

Velmi rychle se rozvíjející je oblast autonomních vozidel, od počátečního optimismu masového rozšíření autonomních dopravních systémů nastalo vystřízlivění. Nejspíše nepůjde o plnou autonomii, ale částečnou autonomii úrovně 3-4 dle SAE. Tyto systémy však pokryjí celou řadu aplikačních oblastí a stanou se tak tvůrci revoluce v dopravě. K tlaku na jejich využití přispějí i značné pozitivní ekonomické, ekologické a bezpečnostní dopady těchto technologií. Klíčové bude postupné vytvoření legislativní, technologické a infrastrukturní podpory těchto systémů. Na to reflektují i navržená výzkumná témata, která pokrývají oblast základního technologického výzkumu autonomních systémů řízení, tvorby a poskytování přesných mapových podkladů, teleoperaci, výzkum v oblastech očekávaného nejdřívějšího rozvoje jako je nákladní a průmyslová přeprava a automatizace MHD, vývoj a nasazení systémů odolných proti selhání a jejich testování.

1. Oblast městská mobilita

1.1 Úvod

Městská mobilita zajišťuje obyvatelům měst možnosti jejich pohybu na jejich území a v blízkých oblastech města. Všechny moderní přístupy k mobilitě uživatelů lze shrnout v jednotném přístupu tzv. udržitelné mobility. Udržitelná mobilita by měla uspokojovat potřeby stávajících obyvatel, aniž by v budoucnu ovlivňovala potřeby budoucích obyvatel, tedy budoucích uživatelů mobility. Jakým způsobem jsou cesty v dopravě realizovány dnes a jak budou realizovány v budoucnu řeší dělba přepravní práce neboli tzv. modal-split. Přístup k městské mobilitě je dnes realizován nejen pomocí motorové individuální automobilové dopravy či různými kapacitními prostředky MHD, ať už pomocí páteřních linek kolejové dopravy (příměstské vlaky, tramvajové linky), ale také pomocí prvků uživatelské mikromobility, kterými jsou moderní prvky – zejména elektrokola, elektrické koloběžky nebo jiné osobní přepravníky.

Zavádění pokročilých technologií má svůj význam v autonomním doručování menších zásilek vzduchem, pomocí autonomních systému dronů testovaných v zahraničí. Veškeré kroky k zajištění mobility osob i zboží jsou směřovány k principu zajištění udržitelné mobility, která bude sloužit všem uživatelům městské mobility dnes i v budoucnu.

Městskou mobilitu je třeba vnímat ve čtyřech dílčích oblastech, které spolu úzce souvisejí a jejichž opatření se navzájem doplňují pro dosažení definovaných cílů udržitelnosti:

- Bezpečná mobilita – opatření jsou zaměřena na snížení osobních následků nehod.
- Udržitelná mobilita – opatření jsou zaměřená na podporu změny dělby dopravní práce ve prospěch pěší, cyklistické a veřejné hromadné dopravy, na opatření zaměřená na snížení znečištění ovzduší a snížení hluku vlivem dopravy, snížení celkové spotřeby energie v dopravě a zvýšení podílu energie z obnovitelných zdrojů.
- Dostupná mobilita – opatření jsou zaměřena na redistribuci uličního prostoru ve prospěch udržitelných módů dopravy a na zrovnoprávnění přístupu k mobilitě pro všechny skupiny uživatelů.
- Efektivní mobilita – opatření jsou zaměřena na zvýšení efektivity dopravního systému a uplatnění nových technologií pro management mobility.

Opatření sloužící pro podporu všech kroků, které budou směřovat k pokročilým a vyvinutým prvkům fungující městské mobility, v sobě musí implementovat moderní pojetí rozvinuté společnosti. Možnosti zavedení takové mobility jsou ve využití procesů pro územní plánování, regulaci zbytného parkování, podpoře využívání veřejné dopravy, pěší a cyklistické dopravy i s ohledem na užívání vozidel s nízkou emisní zátěží. Každé město je svým uspořádáním a svými obyvateli jedinečně a neexistuje tak jednotný návrh konkrétních kroků, které by spolehlivě vedly k takto vytčenému cíli. Není tak možné vytvořit jeden ucelený návod, ale je nutné přistupovat k takovým řešením, která budou přizpůsobena

požadavkům konkrétních míst. U všech kroků a jednotlivých opatření, která mají sloužit pro podporu uskutečňování cílů, musí být vždy pečlivě vyhodnocován místní vliv. Jen tak bude možné splnit prioritní cíl udržitelné mobility, tedy zajistit moderní a funkční města pro všechny jejich obyvatele a pro všechny uživatele městských komunikací. Zároveň je vhodné, když města sdílejí dostupná data. Netýká se to jenom veřejně dostupných statistik o mobilitě osob a zboží v daném území, ale také o tzv. real-time data, která jsou cenným zdrojem pro vyhodnocování dopadů přijatých opatření a šíření příkladů dobré praxe.

Z dlouholetých zkušeností na mnoha zahraničních příkladech lze sledovat různé kroky vedoucí k dosažení udržitelné mobility s omezenými zdroji. Z hlediska zavádění automatizace pro malá a střední města v Evropě to mohou být města Karditsa a Farkadonna z Řecka a dále v nich pozorovat pozitivní přínosy z hlediska zavádění automatizace pro malá a střední města v Evropě. V nizozemském městě Emmen úspěšně řeší problematiku veřejné dopravy z hlediska obnovitelných zdrojů a integrovaného přístupu k „zelenější“ politice města. V portugalském městě Alentejo úspěšně řeší problematiku stárnoucí populace a související rozvoj dopravy tzv. na vyžádání, což je obdoba českého systému „senior-taxi“.

Moderní přístupy k řešení městské mobility se týkají tzv. Mobility Hubs. Již dnes jsou představeny základní principy a praktické zkušenosti, kdy mobilitní uzly vznikají především v blízkosti nádraží. V rámci vybavování uzlů dochází také k vybavování pomocí systému dobíjecích stanic a vytváření e-hubs (e-uzly). Tento typ uzlů se nejčastěji realizuje v blízkosti již existujících dopravních terminálů. Lze v nich propojit více obvyklých dopravních módů, ale zároveň i nových prvků mikromobility v jednom dopravním systému města. Ukazuje se, že zavádění takových uzlů může mít také pozitivní vliv na zvyšování bezpečnost. Mimo jiné se omezuje parkování v rozhledových trojúhelnících a dochází ke zlepšování uspořádání uličního prostoru například v blízkosti přechodů pro chodce. Při tomto plánování je naprosto nezbytné spolupracovat s místními obyvateli, ptát se na jejich názor k uspořádání uličního prostoru a provádět následný monitoring a postupnou optimalizaci úprav. Nejen z nizozemských zkušeností vychází, že lidé v poslední době více cestují a ke svým cestám i více využívají elektrická kola, elektrická vozidla a dopravní prostředky veřejné dopravy, jako vlaky a autobusy.

Změny chování cestujících lze vnímat v evropském prostředí především s vlivem na klima a ovzduší. Prokázalo se, že pro změnu volby dopravního prostředku stačí mnohdy jen malé „postrčení“, které může mít relativně velký význam pro zvýšení kvality života. K takovým řešením mohou patřit také individuální mobilita obyvatel a tzv. „Micromobility sharing zones“. Přispívají k tomu i opatření, které bylo realizováno v Paříži, kde se od roku 2021 zavedla maximální dovolená rychlost vozidel v hodnotě 30 km/h.

S chováním uživatelů dopravy jdou ruku v ruce také požadavky na parkování ve městech a obcích. Problematika se dotýká nástrojů, které se využívají k řízení parkování, jako jsou analýza přijíždějících a odjíždějících vozidel, nastavení délky parkování, flexibilní zpoplatnění jednotlivých lokalit apod. Ke sledování potřeb parkujících se již dnes využívají anonymizované GPS data. Jejich obstarání bývá však celkem nákladné. Opět se zde ukazuje, že základem pro správné řízení nejen parkování, ale všech aspektů mobility, jsou data jako

taková a přístup k jejich využívání. Je třeba zdůraznit, že potřeba parkování je jeden z částí systému MaaS (Mobility as a Service) jako tzv. problematika „Parking as a Service – PaaS).

Ve správě nových přístupů k dělbě dopravního prostoru při řešení městské mobility je nutné uvést také pojem „proměnného obrubníku“ (dynamic kerbside), jenž se dostává v současnosti stále více do povědomí osob zodpovědných za efektivnější využívání městského prostoru. Plocha u obrubníku má po celou dobu svého určení během dne vždy jen jednu možnou funkci, je využívána k parkování, k doručování zboží, k zastavování autobusů, k jízdě cyklistů, k nabíjení elektrovozidel či jen k parkování vozidel. V případě proměnného obrubníku by plocha u obrubníku mohla být využívaná více efektivním způsobem. V případě, že u obrubníku zastaví autobus například 30krát denně vždy na dobu maximálně 30 sekund, vzniká otázka, zda by nešlo po ostatní dobu využívat tento prostor i jinak. Podobně v případě, že je plocha u obrubníku určena pro parkování, po kterém je poptávka v určité oblasti pouze v průběhu noci obyvateli přilehlých nemovitostí. Samozřejmě je s tímto opatřením potřeba upravovat i související legislativu. V této souvislosti vzniká další prostor pro uplatnění nových technologií, jak provádět vyznačování takových míst, jak dohlížet na prostor, na využívání vozidel, zvyšování či snižování parkovacích míst dle zaplněnosti, změnu počtu jízdních pruhů dle aktuálního vytížení apod. ruku v ruce s aktuálním sdílením dat a jejich zabezpečením v rámci kyberbezpečnosti.

Pozornost je nutné zaměřovat také na bezpečnost mobility například pomocí snižování rychlosti vozidel v centrech měst na základě dialogu s místními obyvateli města a firmami, které v daném místě podnikají. Ukazuje se, že snižování rychlosti v centrálnějších oblastech města je pozitivně přijímáno. Možnosti využití nacházejí také systémy tzv. OFF-street parkování, které rozvíjejí prostor pro pohyb pěších a pro působení podniků v daném prostředí. Získaný prostor lze využívat pro chytré nabíjení elektrických dopravních prostředků na území města. Nizozemské město Arnhem vyvinulo systém inovativní energetické politiky, která dovoluje městu zvýšit podíl čisté energie s minimálním negativním dopadem na přenosovou energetickou síť města. Do popředí řešení mobility vstupuje využívání PPP projektů a jejich praktické využití v evropských městech. Běžící projekty jsou zaměřené především na řešení v prostoru městské mobility, zhodnocování dopadů a zavádění dalších smart řešení, jako je rozvoj dalších dopravních prostředků v mikromobilitě (bike sharing, e-scooters, apod.). Mobilita musí být dostupná pro všechny, s čímž souvisí také cena. Nesmíme zapomínat na tzv. dopravní chudobu a sociální vyloučení určitých skupin z městské mobility.

Zástupci měst mohou pomocí nástrojů upravující předpisy vjezdu vozidel (UVAR) regulovat vjezd vozidel do center měst. Z praktických zkušeností při zavádění takových opatření vyplývají pozitivní zkušenosti. Například princip vytvoření oblastí v centrech měst a na obvodu okruh, kdy vjezd do oblasti města je umožněn pouze z okruhu. Nedochází tak ke zbytečnému průjezdu tzv. zbytné dopravy napříč oblastmi a mezi jednotlivými oblastmi, ale vozidlo se musí vždy vrátit na okruh a objet po obvodu do další zóny (tzv. Circulation plan strategy). Taková opatření souvisejí se zaváděním bezemisních zón ve městech, využitím vhodných dopravních prostředků pro takový provoz a také s využitím zkušeností ze zavedených sdílených prostor v některých evropských městech. Nízkoemisní zóny jsou jen kousek od nulově emisních zón, které lze již také vidět v zahraničí. Vždy ale musí být v určité rovnováze s ekonomikou dané oblasti a s potenciální tvorbou dopravních kongescí, ale i

sousedních lokalitách. Ukazuje se, že takové zóny mohou vznikat jak v malých, ve středně velkých i ve velkých městech. Opět je však důležité spolupracovat s místními obyvateli a zapojit je do rozhodovacích procesů zavádění opatření, podobně jako v plánech udržitelné městské mobility (SUMP).

Pro dlouhodobé zavádění udržitelných opatření k dosažení cílů zlepšení kvality městské mobility lze využít následující kroky:

- snížit poptávku po mobilitě;
- snížit stupeň automobilizace a snížit podíl cest IAD na území města;
- zvýšit využívání veřejné hromadné dopravy;
- zvýšit význam aktivní mobility;
- optimalizovat nákladní dopravu v centrech měst.

Velký význam využívání technologií spojených s provozem dronů v městském prostředí v tzv. „Urban Air Mobility (UAM)“ lze spatřovat v rostoucím počtu společných výzkumných a inovačních projektů. Tyto projekty se zabývají využitím dronů pro dopravní aplikaci v prostředí UAM nejen v evropském prostředí. Výzkumné iniciativy se soustředí na vývoj stavu techniky a technologií a vytvářejí tak základ například pro autonomní letecké prostředky ke sledování letecké dopravy, letecké prostředky pro vyhledávání a záchranu obyvatel nebo automatizovanou elektrickou mobilitu sloužící pro doručování zboží v prostoru městských aglomerací. V posledních několika letech došlo k vývoji a otestování inovativních řešení, která by měla zajistit, aby přeprava byla bezpečnější a zároveň šetrnější k životnímu prostředí. Provozování dronů a problematika UAM otevírají novou kapitolu nejen v letectví, ale také v kontrole městské dopravní infrastruktury např. při běžných rutinních prohlídkách mostů a technologií v tunelech a zároveň při pravidelných prohlídkách městských komunikačních a energetických sítí. Využití takových technologických prostředků umožňuje snižovat riziko vystavování pracovníků nebezpečí a zvyšuje efektivitu pravidelného dohledu nad infrastrukturou. Zároveň je potřeba se vyrovnat s obavami veřejnosti týkajících se provozování systému automatických dronů na území obydleného města, takzvaně nad jejich hlavami. Vnímání obyvatel je důležitým rozhodujícím prvkem v celém systému masivnějšího přijetí využívání autonomních dronů v prostředí UAM.

Rychlý rozvoj systému provozování dronů v UAM je potřeba podpořit současným rozvojem procesů digitalizace a automatizace, což bude zajišťovat systematické kroky vedoucí k bezpečnému a efektivnímu vzdušnému prostoru města, který pojme vysoký počet létajících dronů. Pro překonání bariér širšího rozšíření je také potřeba překonat problémy se zajištěním dostatečné energetické kapacity akumulátorů, aby drony mohly létat na delší vzdálenosti a zajistily tak obsluhu i větších měst a aglomerací. Pokud budeme uvažovat nejen dopravu malých zásilek, ale také dopravu osob, je požadavek na energetickou náročnost se zajištěním jejich bezpečnosti ještě vyšší. Pro nakládku zboží a nástup cestujících bude potřeba vybudovat také pozemní infrastrukturu v podobě nákladových terminálů a určitých intermodálních uzlů s vazbou na ostatní módy dopravy, např. dopravních terminálů. Tato

místa musí zajistit také dobíjení elektrických prostředků a zajištění jejich alespoň základní údržby.

Zřízení tzv. „Air-TAXI“ je jednou z možnou aplikací pro individuální přepravu osob, zajišťující pohodlí IAD a přinášející výhodu vyhnutí se dnes již přehuštěné silniční dopravní infrastruktuře. Tato myšlenka je však podmíněna zřízením určité nové služby řízení letového provozu v malých výškách a nad územím obydleného města, aby byla zajištěna bezpečnost provozu. Službě dopravy osob pomocí autonomních dronů bude určitě předcházet plné rozvinutí automatizovaného systému přepravy zásilek po městech. Zásilky jsou menších rozměrů a celý dron i se zásilkou má nižší váhu, což má nižší nároky na energetickou náročnost přepravy. Balíčky také mohou být doručovány na předem vytipovaná místa tzv. porty. Tyto porty mohou být zřízeny v místech mobilitních uzlů v návaznosti na ostatní módy dopravy. Lidé si tak mohou zásilku vyzvednout a k cestě domů zvolit například jeden z prvků mikromobility či hromadné dopravy.

Obrázek 1 Cargo drony

Zdroj: https://www.istockphoto.com

Co se týče zavádění moderní a technologicky pokročilé mobility nejen ve městech, ale i mezi městy, je nutné také uvést i technicky vyspělý návrh mobility při vysokých rychlostech s názvem hyperloop. Hyperloop je energeticky účinný, rychlý a flexibilní způsob přepravy cestujících a zboží. Nabízí alternativu pro leteckou dopravu v rámci jednoho kontinentu, kdy

kombinuje rychlost letadla a pohodlí vlaku. Svou rychlostí přepravy může hyperloop přepravovat zboží citlivé na čas, čímž představuje alternativu ke kontinentální letecké nákladní dopravě a dálkové přepravě nákladními automobily.

Plánovaná síť hyperloop se svou celkovou délkou více jak 25000 kilometrů by propojila všechny členské státy Evropské unie, kromě však ostrovních oblastí. Dle sdružení Hyperloop Development Program (HDP) by investiční náklady vybudování takové sítě dosáhly výše 981 miliard EUR. Náklady však mohou být kompenzovány vyššími přínosy, jež jsou:

- nižší prostorové požadavky než jiné dopravní koridory
- nižší negativní dopady hluku a vibrací
- nižší množství prachových částic.

HDP je partnerství veřejného a soukromého sektoru iniciované nizozemskými ministerstvy hospodářství a klimatu, infrastruktury a vodního hospodářství, nizozemskou provincií Groningen a skupinou průmyslových podniků a výzkumných institucí. Věnují se vývoji hyperloopu jako bezpečného, udržitelného a životaschopného způsobu vysokorychlostní mobility a chtěli by přivést hyperloop k realizaci.

Hyperloop je způsob dopravy s vozidly projíždějícími v síti speciálních nízkotlakých trubek, které pro svůj provoz využívají méně energie než letecká, silniční nebo železniční doprava. Je schopen provozu ve velmi vysokých rychlostech a bez řidiče a nabízí nepřetržitou kapacitu pro pohyb cestujících a nákladu bez mezizastávek. Infrastruktura sítě tratí hyperloop může být vyvýšená na sloupech, na povrchu země nebo pod zemí v tunelech. Vozidla připomínající malá letadla bez křídel jezdí uvnitř tubusu buď samostatně, nebo v krátkých vlacích s krátkými časovými intervaly za sebou virtuálně spojených vozidel. Udržitelná vysokorychlostní doprava hyperloop spojuje současné technologie z různých odvětví do nového konceptu mobility. Namísto vlaků využívajících kola na kolejích, využívá systém magnetické síly a vakuové pumpy pro levitaci, vedení a pohon. Hyperloop řeší negativa v podobě odporu vzduchu a vlivu hluku pomocí provozování přetlakových vozidel uvnitř sítě nízkotlakých trubek o tlaku blízkém vakuu. Nízkotlaké prostředí snižuje aerodynamický odpor vzduchu a spotřebu energie, což umožňuje vozidlům dosáhnout rychlosti přes 700 kilometrů za hodinu.

Evidentním cílem mobility hyperloop je nabídnout cestujícím podobné služby a pohodlí cestování jako železnice a zároveň poskytnout další výhody v podobě cestovní rychlosti stejně vysoké jako mají letadla. Výsledkem je nová generace dopravy, která bude pohodlná, bezproblémová, bez dlouhých čekání při přestupech ze stávajících druhů dopravy a umožňuje cestovat dále za kratší dobu.

Tematikou sítě hyperloop se zabývalo již mnoho evropských měst. Například město Amsterdam prostřednictvím organizace Hardt Hyperloop uvedlo, že hyperloop by mohl být jedním ze způsobů jak řešit mobilitu v aglomeraci velkého města je využít tento nový prostředek dopravy, který má dle jejich vyjádření vysokou kapacitu, vysokou rychlost při nízké spotřebě energie, zajišťuje přímé spojení a má nízké náklady na údržbu. Studie pro

využití sítě hyperloop se zatím soustředily na zlepšení dopravního napojení letiště Schiphol, v dalším období (do roku 2050) by se hyperloop využíval jako náhrada letů na krátké vzdálenosti. Další využití lze spatřovat i v přepravě nákladů.

1.2 Hlavní problémy výzkumu a vývoje

Z hlediska pracovní skupiny městská mobilita je třeba uvést, že i přes průběžné upozorňování na řešení této problematiky, je stále minimální pozornost věnována sběru, analýzám a zpřístupňování dat. Přitom právě pravidelný moderní a aktuální sběr, analýzy 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. K zavádění technologií získaných výzkumem je potřeba dosáhnout větší provázanosti výzkumu se subjekty, které jsou schopny výsledky využít. Takový přenos je stále nízký v porovnání s mezinárodním prostředím. 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.

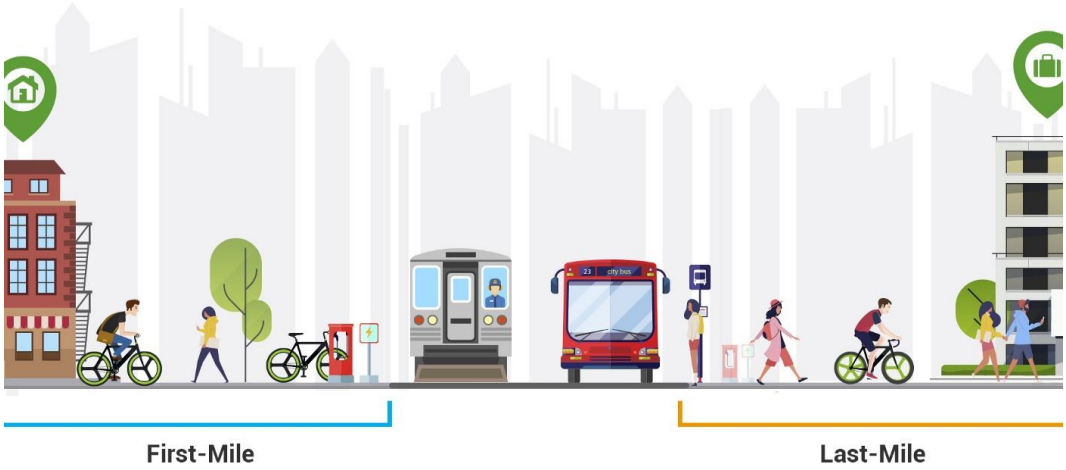
Výzkum týkající se nových poznatků v městské mobilitě by se po práci s daty v mobilitě měl týkat také všech moderních přístupů od sociálních vlivů na mobilitu, přes technologické zajištění nových řešení až po využití stávajících prostředků hromadné dopravy ve městě a nabídku nových možností dopravy. Výzkumné aktivity uvažující městskou mobilitu jako svůj hlavní předmět zájmu musí zohledňovat řešení a vývoj nových a efektivnějších pravidel pro řešení současné dělby přepravní práce a přepravních zvyklostí cestujících. Zároveň musí odpovědět na otázky týkající se dopadů na emise znečišťujících látek v dopravě a vlivu na efektivnost možných módů dopravy. Výzkumné aktivity musí vzít v úvahu moderní trendy nových technologických změn mezi které patří:

- koncept chytrých měst;
- digitalizace společnosti;
- sdílená ekonomika.

V souvislosti s omezeným počtem parkovacích míst ve městech bude nutné ve výzkumných aktivitách zohlednit vliv počtu vozidel ve společnosti a podporovat jeho snížení. Tento přístup jde ruku v ruce s řešením kvality ovzduší ve městech a možným přístupem k emisím vozidel. Možnosti jsou v omezování přístupu vozidel se spalovacími motory do center měst a případným nahrazováním za vozidla bezemisní, tedy například elektromobilů. To zase musí řešit přístup výzkumných aktivit zabývajících se technologiemi pro dostatečně kapacitní zajištění parkovacích míst s technologickým vybavením pro rychlé a bezpečné nabíjení těchto vozidel. S touto problematikou úzce souvisí i řešení jiných alternativních pohonů pro vozidla pro městskou mobilitu, a to vybavených nejen zastaralými spalovacími motory a novějšími elektrickými motory.

Mezi klíčové výzkumné aktivity řešící moderní mobilitu patří nejen technologická řešení, ale také nejrůznější organizační opatření. Jedná se zejména o přístup k efektivnímu využívání vozidel v dopravě, což by mělo mít za cíl vytvoření dostatečného propojení využití

individuální automobilové dopravy s veřejnou hromadnou dopravou a s ostatními módy dopravy při řešení otázky dopravy na „první a poslední míli“.



Obrázek 2 Princip "první a poslední míle"

Zdroj: https://medium.com

Řešení musí probíhat s ohledem na problematiku stárnoucí populace. Tomu může pomoci i vývoj nových technologií kompenzující smyslové vnímání a rozvoj a provozování systémů autonomních vozidel, které by na určitém prostoru či určitých komunikacích mohly částečně až zcela nahradit řidiče. Problematika autonomních vozidel je předmětem samostatné pracovní skupiny TPSD.

Dalším z možných organizačních opatření je motivace ke zvyšování obsazenosti vozidel (zvyšování efektivity využívání vozidel), nebo k využívání sdílených vozidel a sdílených jízd. Hlavní motivací pro účastníky takové dopravy by mohla být cenová politika (zpoplatnění vjezdu) či zvýhodnění vozidel s nižším negativním dopadem na životní prostředí v obydlených částech měst. Samozřejmě podpora vyššího využívání intermodální dopravy a jejich kombinací.

Klíčových řešení výzkumných témat v rámci městské mobility je mnoho a všechny se budou muset dříve či později realizovat a zajistit tak odpovídající požadavky pro moderní mobilitu. Aby naše národní zájmy mohly uspět v konkurenci nejen rozvinutého evropského prostředí, bude potřeba vzájemná podpora napříč výzkumnou i realizační sférou.

Jedním z přínosů VaV je šíření znalostí a informací o zjištěných výsledcích. Nezbytnou součástí efektivního výzkumu je přenos definovaných poznatků z výzkumu do praktického prostředí a následně do komerčního využití. K tomuto účelu často slouží aplikační garanti,

kteří výsledky projektů mohou využít i komerčně. Aplikační sféra obsahuje nejen komerční a podnikový prostor, ale také veřejný prostor, který tak může sloužit jako významný uživatel výsledků VaV. Na základě analýzy byly identifikovány hlavní problémy pro šíření inovací, tak jak o nich hovoří Národní výzkumná a inovační strategie pro inteligentní specializaci České republiky 2021–2027 (Národní RIS3 strategie).

Základní 4 oblasti problémů bránící zavádění inovací a nových technologií jsou:

1) Kvalita veřejného výzkumu

Kvalita veřejného výzkumu je zřejmá z porovnání procesů využití výsledků s ostatními evropskými zeměmi. V České republice je již pozorován pozitivní vývoj, kdy na mnoha místech vnikla a dále je rozvíjena řada kvalitních výzkumných pracovišť s moderním vybavením, zařízením a infrastrukturou. Tomuto trendu je důležité i nadále věnovat dostatečnou pozornost.

2) Spolupráce výzkumného prostředí s aplikačním prostředím

Doporučuje se zvýšení intenzity vazeb mezi výzkumnou a aplikační sférou, která by zajistila přenos znalostí, výsledků výzkumu a technologií. V posledních letech se ustálil rostoucí trend zlepšení výsledků a přibližování průměru EU.

3) Míra internacionalizace VaV

V poslední době lze pozorovat zlepšení v zapojení do programů Evropské unie, avšak český výzkum stále vykazuje menší zapojení do mezinárodní výzkumné spolupráce. Počet zahraničních odborníků v českém prostředí by měl být postupně zvyšován a mezinárodní spolupráce prohlubována.

4) Systém řízení VaV a výzkumných organizací s ohledem k využití výsledků

Základním předpokladem je podpořit ve výzkumu kvalitu (v mnohých případech na úkor kvantity) a v oblasti aplikovaného výzkumu podpořit transfer technologií, využití výsledků, a jak už bylo zmíněno, zvýšit spolupráci mezi výzkumnou a aplikační sférou. Konkrétně je důležité věnovat pozornost kvalitě a podpoře potřebných aktuálních projektů a zvýšit podporu pro přenos výsledků výzkumu pro vyšší využití v praxi pro zvýšení reálné a praktické užitnosti.

1.3 Vize budoucího stavu v roce 2030

Při sledování předchozího vývoje městské mobility lze i v souvislosti s moderními požadavky stanovit odhad, jak bude mobilita vypadat v roce 2030. Je již nyní jasné, že i v období do roku 2030 bude pokračovat současný trend vzrůstající městské mobility, a to jak v osobní, tak i v nákladní dopravě. Zmíněný růst bude probíhat i se všemi svými negativními dopady, které se již dnes projevují a ovlivňují všechny složky městské mobility, zejména uživatele mobility i obyvatele prostředí, ve kterém se mobilita odehrává. Snahou do budoucna by tak mělo být úsilí všech odborníku, kteří v oblasti mobility působí, aby byly negativní vlivy co nejvíce eliminovány.

Kromě řešení aktuální problematiky dopravních kongescí je významným cílem přístupu k moderní městské mobilitě také dobrá parkovací politika, která již v roce 2030 bude nedílnou součástí plánů mobility v dopravní politice měst. Například parkoviště typu Park & Ride budou sloužit pro kombinování IAD a výkonné a vysoce kvalitní VHD s co nejkratší vzájemnou vazbou. U nákladní dopravy bude 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). Společný rozvoz v městských oblastech a pásmech s regulovaným přístupem bude vyžadovat účinné plánování tras, aby se zamezilo jízdám bez nákladu nebo zbytečným jízdám a parkování.

Do roku 2030 bude muset být významně snížen počet ploch pro využívání k bezplatnému parkování a odstavování vozidel zejména v hustě zastavěných oblastech. Po roce 2030 by již mělo být dosaženo takového stavu, kdy každý řidič parkující na veřejném prostoru na ulici zaplatí „férovou“ cenu za využití parkovacího místa, které se nachází na veřejném prostoru města. Zároveň pro takový předpoklad bude již rozvinuté budování hromadných parkovacích ploch v podobě i vícepatrových garáží pod i nad zemí a stojící vozidla na veřejném prostoru budou postupně vytlačena do těchto garáží. Takový proces bude v souladu se zpracovanými politikami parkování jednotlivých měst a budou v souladu s dynamickými ohodnocováním cen za parkování i ve vztahu k velikosti vozidla a atraktivitě lokality (centrum, širší centrum, okolí města). Pro parkování na ulici bude nutné aplikovat tzv. progresivní parkovné, budou zkráceny bezplatné intervaly parkování na minimální hodnoty, a nakonec bude zavedeno placení za skutečnou dobu stání na parkovacím místě. To znamená, že řidič zaplatí za přesně strávený čas při parkování s přesností na minuty. V souvislosti s rozvojem moderních technologií bude možné zjistit aktuální obsazenost jednotlivých míst v reálném čase. Řidičům bude také nabídnuta možnost rezervace několik minut dopředu pro využití takového parkovacího místa, tedy poskytnut dostatečný čas, aby mohl k danému parkovacímu místu dorazit a bylo minimalizováno riziko „zbytečné jízdy“. Technologie jsou již dnes možné aplikovat s využitím chytrých telefonů.

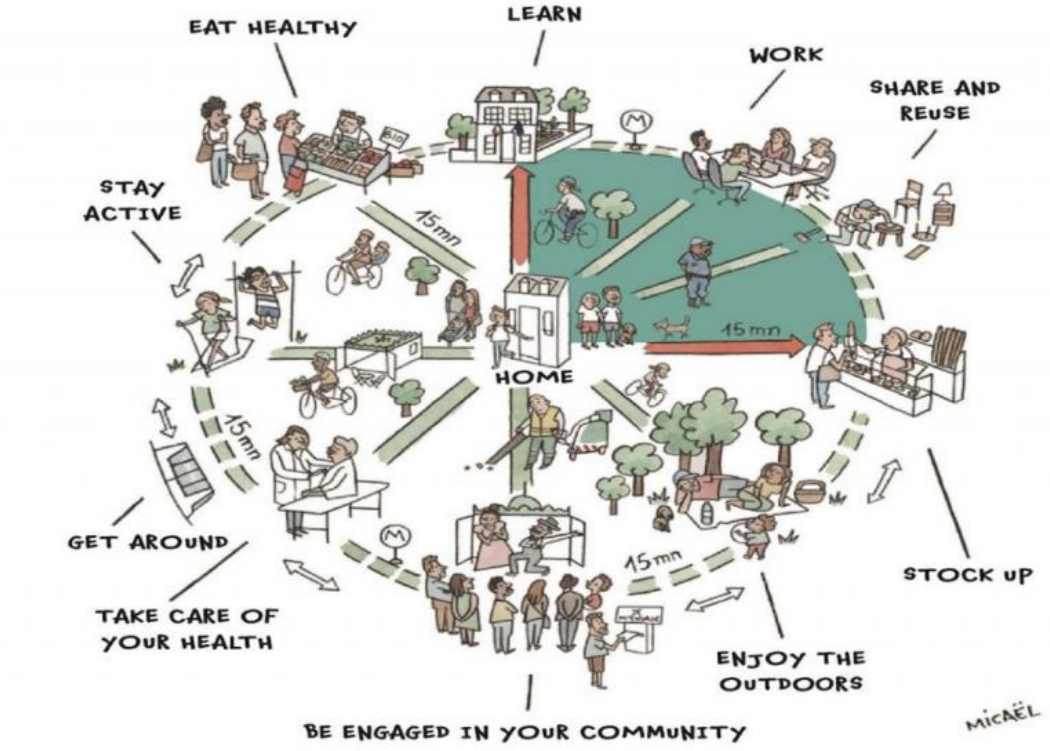
Pro dosažení cíle zelenější města a obecně zajištění vyšší udržitelnosti městské mobility budou zavedena místní omezení dopravy a budou uplatněny poplatky za používání městských komunikací. Již v současné době se stále častěji hovoří o zpoplatněném vjezdu do užších center měst, tzv. mýtném. V souvislosti s touto problematikou bude zároveň věnována pozornost eliminaci nebezpečí roztříštění městských oblastí a aglomerací do městských

oblastí s nově stanovenými hranicemi, kde veřejné správy některých měst budou používat různá kritéria pro omezení vjezdu vozidel. Budou vypracována a stanovena harmonizovaná pravidla pro městská pásma (zavádění pěších zón, omezení vjezdu, omezení rychlosti, poplatky za používání městských komunikací atd.) tak, aby bylo možné široké uplatnění těchto opatření bez neúměrných překážek pro mobilitu občanů a přepravu zboží.

Významný prostor bude věnován klíčové problematice dat. Je potřeba zajistit masivní rozvoj moderních technologií, které umožňují online sběr dat o dopravě a následně jejich zpřístupnění v podobě otevřených databázových systémů. Dřívější iniciativy ke shromažďování údajů a datových sad o dopravě ukázaly, že ve statistických údajích jsou velké mezery, a že navzdory některým iniciativám chybí jednotné definice, které by tyto datové sady dokázaly propojit a vzájemně využívat i napříč jednotlivými platformami. Těmito mezerami se bude potřeba zabývat a vyřešit je tak, aby subjekty s právem rozhodovat a lidé v praxi na všech úrovních měli k dispozici nezbytné informace. V řešeném prostoru České republiky a v návaznosti na evropské státy by Evropská komise na základě svých obecných zkušeností se shromažďováním, harmonizací a využíváním statistických údajů mohla v této oblasti přispět vytvořením například monitorovacího střediska. To by v budoucnu pomáhalo zajišťovat nezbytné údaje pro tvůrce politik a širokou veřejnost a zároveň zajišťovat garanci standardizovaných dat pro využívání nejenom provozovatelů dopravy. Je zřejmé, že mnohem více budou využity procesy digitalizace a automatizace v oblastech služeb mobility v městském prostředí, dopravy jako takové a logistiky při přepravě nákladů.

Velmi důležitá pro přepravu cestujících i pro přepravu zboží a nákladu je aktuální dostupnost informací a dat týkajících se doby strávené na cestě, popřípadě na alternativních cestách k cíli. Nemyslí se tím však pouze alternativa trasy cesty v rámci jednoho přepravního módu, ale alternativa jako jeden dlouhý celek řetězce různých přepravních módů ucelené trasy. Opět platí, že dílčích cílů v této problematice není možné dosáhnout bez pravidelného a aktuálního sběru dat a jejich následné analýzy, kdy data o dopravě a dopravním chování obyvatel musí být shromažďována v dostatečném objemu i kvalitě. Dostatečná aktuálnost, kvalita a veřejná dostupnost dat v dopravě tak bude základní nezbytný předpoklad pro naplňování všech doporučení. Kromě získávání aktuálních dat je pro přepravu nákladu také potřeba, aby bylo dosaženo kvalitnějšího plánování trasy včetně kombinace využívání různých druhů dopravy.

Pro zvýšení efektivity dopravních procesů bude potřeba více využívat známého pojmu „město krátkých vzdáleností“. Tento výraz v sobě obsahuje princip, že obyvatelé určitého města budou mít možnost většinu svých každodenních rutinních cest ze svého domova absolvovat v krátkém čase a na krátké vzdálenosti. Jejich cíle cesty jako jsou práce, škola, obchody a služby budou lokalizovány v blízkosti jejich domova a nebudou muset tak pro pravidelnou dojížďku absolvovat časově a vzdálenostně náročnou dojížďku ani za prací ani za volitelnými volnočasovými aktivitami s využíváním individuální motorové dopravy. 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 neoddělitelně souvisí změna současné dělby přepravní práce, kdy z největšího podílu využívání individuálních motorových vozidel musí dojít ke změně. Princip města krátkých vzdáleností je uveden, viz následující obrázek.



Obrázek 3 Princip fungování „patnáctiminutového města"

https://seattlegreenways.org

Budou využívány prostředky městské a příměstské hromadné dopravy. V rámci městské infrastruktury bude mnohem více disponibilního prostoru věnováno cyklistické, pěší a městské veřejné dopravě. Samozřejmě ruku v ruce s vyšším využíváním MHD musí být právě odpovídající vytváření prvků infrastruktury MHD, tedy dostatečně hustá síť zastávek, logicky navázaných přestupních uzlů a moderní vybavení jak vozidel, tak i sítě městských linek. To vše s ohledem na přímou návaznost na individuální prvky mikromobility jako jsou dnes nejběžnější elektrické koloběžky, jízdní kola či elektrokola. Budou kvalitněji řešeny veškeré přestupní vazby včetně souvisejících parkovišť, přístupů do stanic a zastávek a vlastních nástupišť. Budování tzv. „mobilitních uzlů“ bude standardní součástí tvorby moderních měst budoucnosti. Jedná se o místa ve městech, která vznikají v blízkosti míst s přímou vazbu na dopravu, tedy nádraží, záchytná parkoviště a jiné dopravní terminály, aby jejich uživatelé měli přístup s krátkou vazbou na mikromobilitu. Přestupní terminály budou nabízet další služby s přidanou hodnotou pro cestující (místo setkání, multimédia, restaurace, obchody). Budou vytvořeny systémy a modely pro navrhování optimálních priorit městského dopravního prostoru. Budou vyvinuty také nové koncepce ke zlepšení mobility chodců, cyklistů a osob se zdravotním postižením (šikmý výtah pro cyklisty, plošné dopravníky pro chodce nejen v nákupních zónách apod.).

Změny nastanou také ve využívání prostředků nové mobility, tedy sdílených vozidel a elektrovozidel na dopravní infrastruktuře. Významnější bude využívání prostředků veřejné dopravy, které budou vykazovat stále vyšší zastoupení autonomních systémů řízení vozidel, ať už veřejné hromadné či individuální, která bude menší a energeticky efektivnější. V první fázích bude využití na určitých předem definovaných částech pozemních komunikací, popřípadě na definovaném území měst, jako jsou například centra měst. Plně rozvinuté budou linky provozovatelů autonomních autobusových linek spojující například dopravní terminály a letiště. Autonomní systémy se významným způsobem rozvinou a budou se stále více dostávat do všeobecného využití s následným zaváděním i na další komunikace.

Pokud jde o sdílená vozidla nebo sdílené jízdy, oba tyto principy moderní mobility jdou ruku v ruce s novými technologiemi. Některé již dnes existují a budou se i do roku 2030 dále rozvíjet.

Patří sem technologie pro:

- bezkontaktní platbu jízdného včetně technologií pro bezpečné platby;
- online registrace a rezervace plánovaných jízd;
- vzájemné sdílení online dat mezi platformami (v případě využití více služeb mobility);
- identifikace uživatele a identifikace plánovaných cest.

Takového budoucího stavu bude muset být dosaženo s dostatečnou podporou veřejnosti a s jejich dostatečnou vůlí změnit své návyky v jejich pravidelné každodenní mobilitě. Proto budou muset být zavedeny účinné vzdělávací a osvětové programy, které zajistí dostatečnou informovanost uživatelů městské mobility o možnostech plánování svých cest. Zároveň si musí být dostatečně vědomi všech výhod i nevýhod, které z jednotlivých alternativních druhů plynou nejen pro ně samotné, ale také pro ostatní účastníky dopravy ve městech. V roce 2030 by měl být již plně implementován princip tzv. „uživatel platí a znečišťovatel platí“, tedy pokud si uživatel zvolí pro svou mobilitu dopravu s vyšším znečištěním následně i spravedlivě zaplatí za její provoz. Systém zpoplatnění infrastruktury bude mnohem reálněji vyjadřovat v dopravě v pohybu i v dopravě v klidu odpovídající míru využití veřejných prostor v podobě parkovišť a komunikací a zároveň bude tento systém nastaven tak, aby se maximalizovaly možnosti využití dostupné infrastruktury rozložením dopravních špiček v čase a byla tak přímo ovlivněna i dělba dopravní práce.

Uvedené vize představené ve výše uvedeném textu je (a dále bude) možné dosáhnout pouze společným úsilím všech dotčených subjektů, a to včetně orgánů státní správy. Samozřejmě i ve spolupráci s Technologickou platformou silniční doprava, která se svým znalostním potenciálem významně má významný podíl na výzkumu mnoha souvisejících otázek a problémů a může nabídnout rozhodujícím činitelům dostatečně odborně zdůvodněné argumenty pro jednotlivá rozhodnutí.

1.4 Nástin zaměření a obsahu hlavních výzkumných témat

Hlavní výzkumná témata v oblasti městské mobility vycházejí z vize budoucího stavu v roce 2030, tedy horizontu, do kdy bude potřeba učinit dílčí kroky pro podporu rozvoje větší digitalizace a automatizace procesů organizující mobilitu v městském prostředí. Obsah témat vychází z kvantifikování požadavků, které jsou již dnes řešeny a také propojuje datové a informační požadavky s budoucí udržitelností systémů integrovaných a využitelných v městské mobilitě.

1.4.1 Sběr dat a jejich přístupnost

1.4.1.1 Zaměření a cíle

Základním kamenem a předpokladem pro jakýkoliv další rozvoj dopravy je stále aktuálnější řešení otázek sběru dat, jejich zpracování, vyhodnocování, archivace a jejich zpřístupňování nejen odborné veřejnosti ale také pro další okamžité využití nejen v prostředí městské mobility, ale i v ostatních oblastech dopravy. Veškeré kroky, které vedou k naplňování cílů pro hospodaření s dopravními daty musí být uskutečňovány v oblasti dopravního inženýrství a následně i v prostředí městské mobility a územního plánování. Dílčí data jsou již dnes sbírána v rámci uzavřených systému dopravně inženýrských dat v dopravě například městské hromadné dopravy, řízení a správy městské infrastruktury např. tunelů a mostů, avšak nejsou přístupná mimo tyto datové systémy. Cílem tohoto tématu by tak mělo být vytvoření nové datové centrály pro oblast národní mobility, která by stanovila jasná pravidla a možnosti pro sběr, archivaci, analýzy a veřejné zpřístupňování těchto dat pro odbornou i širší veřejnost k dalšímu využití. Toto zpřístupnění by mělo být kompatibilní jak mezi regionálními, tak i mezi evropskými databázemi.

1.4.1.2 Stručný popis tématu

Vytvoření a provoz národní datové centrály pro otázky mobility souvisí s celou řadou dílčích témat, která jsou zcela zásadní, jak pro samotný vznik takového datacentra, tak i pro jeho další běžný provoz. Nadále se tak budou rozvíjet technologie, které souvisejí se zpracováním dat a jejich následujícím zveřejňováním ve formě otevřených datových sad. Je také potřeba rozvíjet technologie a postupy související s prezentací dat a informací všem potenciálním skupinám uživatelů, a to včetně všech skupin uživatelů se specifickými potřebami. Toto zveřejňování musí umožňovat také mezinárodní kompatibilitu napříč evropskými zeměmi.

Souběžně budou řešeny technologie související se sběrem dat a následnými analýzami dat a technologie, které souvisejí s identifikací oprávněné osoby v souvislosti s rozvojem všech forem sdíleného dopravního prostředku (např. kola, vozidla). V návaznosti na rostoucí potřeby dat budou vyvíjeny nové aplikace v chytrých telefonech, které nejenom budou poskytovat rychlý přehled o dostupných službách, ale také umožní instalaci digitálních přístupových údajů ke sdíleným kolům či autům, hledání nejbližšího dostupného vozidla, dostupného parkování, volbu kombinací optimálních dopravních prostředků a mnoho dalších souvisejících služeb.

Bude potřeba postupně rozvíjet také databáze, které v sobě integrují informace týkající se stavu mobility v jednotlivých městech a identifikují potřeby jak obyvatel, tak i dalších uživatelů mobility. Tato data jsou potřebná pro strategická rozhodování a pro tvorbu udržitelných plánu městské mobility. Bude nutné identifikovat informační zdroje a začít spolupracovat se současnými vlastníky dat. Před vlastním rozhodovacím procesem je nejprve důležité znát současné problémy. Z důvodu neexistujících centrálních databází informace v oblasti dopravy a mobility chybí či jsou neúplné. Pro vytvoření kompletního obrazu o celkovém stavu problematiky městské mobility je tak potřeba nejprve data identifikovat, získat a poté uspořádat tak, aby byla zajištěna jejich celková provázanost a využitelnost pro zpracování. Totéž se týká i dat využívaných mezi dopravními prostředky a prostředím městské infrastruktury a mezi prostředky navzájem (tzv. V2I a V2V).

Obrázek 4 Otevřená data v udržitelné a propojené městské mobilitě

Zdroj: https://datos.gob.es

Seznam priorit pro řešení:

- Definování základního rozsahu dat nezbytně potřebných pro jakákoliv opatření v řízení poptávky po informacích v městské mobilitě jednotlivých skupin obyvatel, a to včetně jeho harmonizace pro možnost mezinárodního srovnání (nejen) v rámci EU.
- Stanovení základního a skutečně reprezentativního vzorku obyvatel ČR pro získání dostatečně věrohodných a dostatečně detailních dat o dopravním chování obyvatel.
- Sjednocení metodiky sběru dat, a to jak běžnými způsoby, tak i s využitím přístupu nových technologií.
- Vyřešení procesu depersonalizace dat pro jejich další využívání.

- Vytvoření národní datové centrály pro otázky mobility včetně stanovení pravidel pro archivaci, analýzu, bezpečnost a zajištění přístupnosti dat pro širokou (nejen) odbornou veřejnost.

1.4.2 MaaS – mobilita jako služba

1.4.2.1 Zaměření a cíle

Jedná se o typ služby, která pomocí jednotného digitálního přístupu umožňuje uživatelům plánovat své cesty, rezervovat různé přepravní prostředky a platit za ně na jednom místě, například pomocí aplikace v chytrém mobilním telefonu. Je zde tak integrována možnost využívat několik různých druhů dopravy pomocí jedné platformy na jednom místě a dochází tak k jejich vzájemnému propojování.

Mobilita jako služba má ve svých principech několik cílů souvisejících s udržitelnou dopravou:

- 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;
- zajistit dostatečnou informovanost všech potenciálních uživatelů o všech možnostech dopravy a přepravy nejlépe online;
- zajistit stejné možnosti dopravy pro všechny skupiny jejich potenciálních uživatelů.

1.4.2.2 Stručný popis tématu

Přístup k městské mobilitě dle principu „mobilita jako služba“ představuje sjednocení různých forem přepravních služeb do jednotné služby mobility dostupné na vyžádání. Služba cestujícím poskytuje například pomocí přehledné softwarové aplikace přístup k jednoduchému způsobu úhrady za několik různých možností volby dopravních prostředků. Uživatel nemusí řešit několik různých cestovních 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 přepravní systém zvolit, ať už kolo, elektrickou koloběžku či sdílený elektromobil, a o poloze a časové dosažitelnosti volného dopravního prostředku. Další vývoj takových systémů směřuje k integraci všech podobných služeb provozovatelů veřejných dopravních prostředků do jednotného systému například v rámci jednoho města, kraje či státu, kdy pod jednou registrací získává uživatel přístup do všech služeb sdružených v hlavní službě. Uživatel se nemusí registrovat a získávat jednotlivé uživatelské účty pro každou službu zvlášť, ale na základě jedné registrace má přístup ke všem, které se v hlavní službě nacházejí. K již existujícím a nově vznikajícím službám se váže mnoho nových technologií, které dovolují jejich provozovatelům integrování nových funkcí. Ať už se jedná o aktuální sledování polohy vozidla pomocí GPS, aktuální stav

dopravních prostředků nebo obsazenosti a naplněnosti odkládacích míst pro dopravní prostředky. Vše je jednoduše kontrolovatelné pomocí aplikace v chytrém mobilním telefonu.

Obrázek 5 Rozvinutý princip MaaS v městském prostředí

Zdroj: https://www.drivesweden.net

Služby, které mají v současnosti v městské mobilitě největší dopad na rozvoj nových či stávajících technologií spadajících do „MaaS“, patří do následujících skupin:

- bezkontaktní placení za služby (parkovné, cestovné);
- elektronický nákup jízdenek (vzdáleně, na zastávkách, ve vozidlech);
- úhrada odpovídající ceny (skutečně strávený čas);
- vzdálená online rezervace parkovacího místa či navázaného dopravního prostředku;
- aktuální informovanost o stavu parkovacích míst;
- online informovanost o variantách přepravy osob (čas, cena, dopravní prostředek);

- sdílení aktuálních dat o dopravě (zpoždění, kongesce, využití parkovišť);
- automatizované hlídání vjezdu do center měst;
- dynamické řízení dopravy ve městech (křižovatky, úseky) a preference VHD;
- definování času a jeho určování při jízdě vozidel VHD pro správný čas jízdy.

V souladu s aktuálním rozvojem a trendy, které se uplatňují například i ve vztahu ke stárnoucí populaci, se počítá s rozvojem technologií pro zlepšení mobility osob se sníženou schopností pohybu a orientace. Jedná se nejenom o osoby s jakýmkoliv smyslovým či pohybovým hendikepem, ale také například děti, a osoby starší populace. Jak vychází nejen ze zahraničních údajů a studií, lze očekávat, že rozvinutá evropská populace bude v následujících desetiletích stárnout, což souvisí s kvalitním a rozvinutým zdravotnickým systémem. Toto předpokládané stárnutí populace je potřeba již nyní brát v úvahu při navrhování městských dopravních systémů. Prioritně je potřeba rozvíjet takové technologie a opatření, která budou v souladu s požadavky této skupiny osob. S postupným zaváděním technologií pro zranitelné účastníky silničního provozu bude významná role takových ITS systémů, které napomáhají zvyšovat bezpečnost pěších, cyklistů a ostatních nechráněných účastníků silničního provozu v rámci městské mobility. Patří sem i tzv. chytré semafory, které informují o délce doby zelené, či vhodně zvyšují délku efektivní zelené při detekování většího počtu osob u přechodu. Dále informační a komunikační technologie související s informovaností cestujících na zastávkách veřejné hromadné dopravy zobrazující aktuální příjezd a odjezd požadovaných spojů a různé orientační systémy v dopravě pro akustické navádění osob se sníženou schopností orientace v prostoru.

Seznam priorit pro řešení:

- zvyšování dopravní obslužnosti městských a příměstských oblastí přímým zaváděním odpovídajících flexibilních linek veřejné dopravy;
- propojování systémů sdružující různé módy dopravy;
- vyvíjení systému pro aplikaci jednotného způsobu úhrady za více módů dopravy;
- podpora sdílení dat mezi různými poskytovateli služeb městské mobility;
- zajištění bezpečnosti sdílení dat uživatelů v elektronickém kyberprostoru;
- rozvíjení informačních kampaní pro obyvatele měst týkajících se volby vhodných dopravních prostředků a negativních vlivů s tím souvisejících;
- zavádění návaznosti veřejné hromadné dopravy na mobilitu osobní mobility (pěší, cyklistická);
- zvyšování podpory využívání prostředků mikromobility v centrech měst;

- podpora ekologičtějších prostředků mobility pomocí organizačních opatření.

1.4.3 Mobility management ve městech

1.4.3.1 Zaměření a cíle

Podpora rozvoje mobility managementu znamená větší využívání široké nabídky všech různých způsobů mobility ve vztahu k její udržitelnosti a s menšími negativními dopady, jako je například nižší ekologická zátěž na městské prostředí.

Mobility management je založen na:

- dostupném a kvalitním přístupu k aktuálním informacím;
- intenzivní komunikaci mezi jednotlivými prvky v systému;
- odpovídající organizaci;
- správné koordinaci.

Volbou správných dopravních prostředků lze zvýšit pozitivní vliv na životní prostředí a snížit tak negativní dopady. Lze také zvyšovat bezpečnost a zdraví přepravovaných osob. Kroky v řízení mobility managementu lze ovlivňovat cenovými mechanismy a podporou určitých módů městské mobility, zejména pěší a cyklistické dopravy na krátké vzdálenosti v centrech měst. Podporovat je vhodné také různé typy sdílené dopravy, ať už se jedná o sdílená motorová vozidla, nebo vyšší využívání prostředků veřejné hromadné dopravy. Plány udržitelné městské mobility jsou také účinným nástrojem, protože spojují plánování na úrovni řešeného města s kontextem krajské dopravy a mají za cíl dosažení příznivějších podílů udržitelné mobility v dělbě přepravní práce a tím zvýšení podílu hromadné, nízkoemisní nebo nemotorové dopravy.

1.4.3.2 Stručný popis tématu

Prvním předpokladem pro zavádění mobility managementu je znalost aktuálního stavu dopravní poptávky a nabídky. Důležitým prvkem v tomto systému jsou zároveň jejich prognózy do budoucna, tedy data o budoucí dopravě v databázích, jejichž problematika je řešena v tématu 1 Sběr dat a jejich přístupnost. Zpracování plánu udržitelné městské mobility by pak mělo být realizováno dle doporučení v rámci evropské metodiky, respektive českého dokumentu Metodika pro přípravu plánů udržitelné mobility měst České republiky, zpracovaného Centrem dopravního výzkumu v roce 2015.

Plány udržitelné městské mobility, jako strategické plány určené k uspokojování potřeb mobility osob a firem ve městech, musí splňovat následující cíle:

- zlepšení kvality života;
- snížení objemů IAD a motorové dopravy jako celku a jejich nahrazení udržitelnými formami;
- snížení objemu zbytných každodenních cest IAD;
- snížení negativních dopadů na životní prostředí a na zdraví obyvatel pomocí volby „zelenější“ dopravy;
- zajištění přístupnosti dopravy pro všechny obyvatele, včetně osob se sníženou schopností pohybu a orientace;
- zvýšení integrace plánování dopravy a ostatních sektorů (územní plánování, životní prostředí, energetické a sociální otázky.

Mobility management se bezprostředně dotýká také odstavování vozidel a parkování na území měst. Stále častěji je tak proto na komunikacích určitým způsobem regulováno veřejné parkování. Jedná se zejména o části blízko centra města či jiné exponované lokality s vysokou poptávkou po parkování. Uplatňují se technologie pro zlepšování uživatelské přívětivosti a celkového zjednodušení obsluhy, například platba za parkování je hrazena pomocí bezhotovostního způsobu placení v podobě bezkontaktní platby platební kartou či moderními chytrými hodinkami. Určitou nadstavbou budou i plně rozvinuté systémy, které umožní nejen platbu pomocí aplikace v chytrém mobilním telefonu, ale taky možnost si online zjistit okamžitý stav volných parkovacích míst v lokalitě kam řidič míří a v určitý časový okamžik například 10 minut před příjezdem si rezervovat parkovací místo. Řidič pak nebude muset trávit hledáním volného parkovacího místa další čas a nebude zatěžovat životní prostředí dalšími exhalacemi, hlukem a zvýšenou pravděpodobností vzniku nehody při opakovaném hledání volného parkovacího místa. Vznikají tak další zbytečně generované cesty. Zavedení managementu parkování vede k omezení těchto generovaných cest a snížení negativních vlivů automobilové dopravy v centrech měst na životní prostředí. Moderní přístup, využívaný zejména v zahraniční, je tzv. „off-street parking“, tedy parkování vozidel mimo pozemní komunikace v různých podzemních či nadzemních garážích. V poslední době se začínají objevovat také moderní parkovací systémy pojmenované jako automatické zakladače vozidel. Systémy vznikají jako podzemní i nadzemní varianty a vynikají zejména svou malou náročností na prostor.

Mobility management se zabývá také řízením vjezdu do centra města či do zavedených nízkoemisních zón za využití předpisů UVAR (z anglického Urban Vehicle Access Regulations). Princip vyjadřuje formu řízení dopravy pomocí regulovaného vjezdu a vyloučení či omezení vozidel 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. Při řízení dopravní politiky regulací se uplatňují nízkoemisní zóny a sledování vznikajících kongescí ve městě. Řízení vjezdu vozidel do definovaných městských oblastí se stalo oblíbenou metodou, jak se vypořádat s dopravou v městském prostředí i v souvislosti s přihlédnutím k tzv. zelené

dopravě. Principy UVAR regulují přístup vozidel na městskou infrastrukturu v souladu s trendem tzv. zdravé dopravy ve městech, který již svým dlouholetým přístupem snižuje negativní dopady dopravy na zdraví obyvatel v městském prostředí.

V souvislosti s přístupovými předpisy do oblastí ve městech se budou dále rychle rozvíjet moderní technologie týkající se detekce vozidel (včetně pokročilé videodetekce), automatického vyhodnocení a výběru pokut 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. Například ITS systémy (zmíněné v prvním tématu této zprávy), které umožňují vzájemnou komunikaci mezi vozidly (V2V) či komunikaci mezi vozidlem a infrastrukturou (V2I) již dnes dokazují, že jsou schopné sdílet informace a bezpečně komunikovat mezi sebou. Další z technologií, které se využívají pro problematiku řízení vjezdu vozidel, jsou technologie automatického rozpoznávání registračních značek vozidel, které jsou softwarově vyhodnocované z digitálních kamer umístěných u pozemní komunikace.

Nedílnou součástí procesu pro zpracování plánu mobility je zapojení všech dotčených stran, včetně uživatelských skupin, které je nezbytné pro legitimní přijetí plánu a z něho vyplývajících změn a také pro objektivní podporu nebo usměrnění politických rozhodnutí vysoce nad rámec jednoho volebního období. V té souvislosti je nezbytným úkolem vývoj a výzkum metod, které zajistí dostatečnou informovanost všech dotčených skupin obyvatel, budoucích uživatelů plánů mobility, ale rovněž vývoj metod, které usnadní a podpoří zapojení co nejširšího okruhu obyvatel do aktivní účasti na jeho přípravě, schvalování, realizaci dílčích aktivit a zpětné vyhodnocování účinku jednotlivých dílčích opatření i plánu jako celku.

Pravidelné monitorování aktivit mobility managementu a jejich vyhodnocování (min. jednou za pět let) jsou nezbytnou součástí celého procesu, protože umožňují posouzení účinnosti aktivit vůči definovaným cílům a reality oproti očekávanému vývoji. Měřítkem úspěchu je zejména dopad na dělbu přepravní práce (navýšení podílů veřejné hromadné, nemotorové a nízkouhlíkové dopravy) a dopad na spokojenost a chování uživatelů dopravy.

Plány mobility se stanou nedílnou součástí posuzování investičních záměrů novostaveb i významnějších rekonstrukcí stávajících objektů nad hranici určité kapacity zaměstnanců, nebo návštěvníků. Stanou se kvalitním dokumentem nadřazeným územním plánům a dopravním generelům a to tím, že cíle k prosazení a udržení „čisté mobility“ budou prioritní.

Seznam priorit pro řešení:

- Aktualizace metodiky zpracování plánů mobility a jejich vhodné implementace nejenom pro města a významné zaměstnavatele, ale pro úroveň aglomerací a krajů;
- Vývoj metodiky pro zajištění dostatečné informovanosti a podporu reálného zapojení všech skupin budoucích uživatelů do přípravy plánů mobility;
- Vývoj vyhodnocovacích nástrojů pro efektivní posouzení dopadu projektů mobility managementu v podmínkách České republiky;

- Vývoj metod pro zkoumání sociologických faktorů, které ovlivňují dopravní chování;
- Vývoj metodiky vzdělávání všech věkových skupin v oblasti udržitelné mobility.

1.5 Závěr kapitoly

Udržitelnost v přepravě obyvatel a zboží v prostředí městské mobility je hlavním cílem pro naplnění požadavků kladených na budoucí dopravu ve městech. Velkou výzvu představuje nejen snížení emisí, ale také úplná klimatická neutralita dosažená do roku 2050.

S probíhajícími socioekonomickými změnami, jejichž jsme svědky v posledních desetiletích, se sice postupně zvyšuje podíl obyvatel, kteří vyznávají aktivní způsob života, současně však významně stoupají požadavky lidí na rychlost a komfort dopravy.

Úspěch kladených cílů a jednotlivých kroků k dosažení modernější dopravy záleží také na změně přístupu obyvatel k fungování městské mobility a jejímu efektivnějšímu využívání. Pro úspěšnou změnu je důležitá také podpora pro výzkum a inovace. Následné zavádění poznatků a technologií do praxe jsou tím správným klíčem na cestě k trvale udržitelné městské mobilitě.

1.6 Seznam použité literatury

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

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

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

Ministerstvo dopravy. Koncepce městské a aktivní mobility pro období 2021-2030. MD 2021 [online]. Dostupné z:

https://www.mdcr.cz/getattachment/Dokumenty/Strategie/Dopravni-politika-a-MFDI/Koncepce-mestske-a-aktivni-mobility-pro-obdobi-202/Koncepce-mestske-a-aktivni-mobility.docx.aspx

Centrum dopravního výzkumu, v.v.i. Metodika pro přípravu plánů udržitelné mobility měst České republiky. [online]. Dostupné z: https://www.cdv.cz/file/metodika-pro-pripravu-planu-udrzitelne-mobility-mest-ceske-republiky/

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

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 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/

2. Oblast silniční infrastruktura

2.1 Úvod

Dalo by se říci, že s některými výsledky rozvoje silniční infrastruktury a vědy a výzkumu v této oblasti můžeme být spokojeni, na některé dokonce můžeme být hrdí. Je tady mnoho firem a výzkumných organizací, které drží krok s celosvětovým odborným děním, zapojují se do výzkumu a mají výborné výsledky.

Nicméně právě věda a výzkum stojí velice křehce na ostré hranici společností odpovědných a bohatých a těch druhých. Existuje velice vážné nebezpečí, že v současné situaci, v které bude mít naše společnost pocit, že už se jí tak nedaří a že chudne, omezí vědu a výzkum ve všech směrech.

Nemusí se to nutně dotknout budování infrastruktury jako takové, protože ta je brána jako jakási kompenzace nebo podpora, kterou má stát podporovat a stavět i v chudých letech.

Ale odbornosti a odborné veřejnosti se to může dotknout nevídaným způsobem a je na projektech, jako je ten náš, aby se snažily hledat vhodná témata, způsoby efektivní implementace a financování tak, aby věda a výzkum neumíraly na úbytě ani v těžkých dobách, které máme bezpochyby před sebou.

2.2 Hlavní problémy výzkumu a vývoje

Novým pohledem v současném společensko-ekonomickém prostředí vidíme strategii výstavby a údržby a zaostávající digitalizaci jako hlavní problémy oblasti silniční infrastruktury.

2.2.1 Strategie výstavby a údržby

Ze strategického pohledu je nejdůležitější politická vůle a podpora dopravní infrastruktury.

Podle Štěpána Křečka ze společnosti BH Securities stát dlouhodobě selhává při budování strategických projektů, jako jsou například vysokorychlostní tratě. *„Hlavní problém spočívá v tom, že realizace strategických projektů trvá několik volebních cyklů. Politici proto mají malou motivaci na těchto projektech pracovat, protože plody jejich práce sklidí jejich následovníci.“*

I aktuální politická situace může tomuto pohledu nahrávat. Veliká a potenciálně nestabilní koalice, jakkoli pozitivně je zatím vnímána, není asi při vší úctě ideálním nositelem dlouhodobé strategie. Ale to je jen příklad současného stavu.

Obecně platí, že strategie a politika rozvoje dopravní infrastruktury by měla být vnímána jako celospolečenské téma, nepodléhající rychlým změnám nálady a měla by být dlouhodobě podporována a naplňována (možná jen s drobnými nuancemi) jakoukoli vládou.

Připomeňme jen v bodech hlavní problémy, které sledujeme v našem oboru několik posledních let:

- Soutěžení veřejných zakázek pouze na nejnižší cenu
- Vyhrocené vztahy mezi zhotoviteli a zadavateli v procesu výběrových řízení
- Nízké investice do R&D v soukromé sféře i u státu
- Nedostatečný multimodální přístup při plánování infrastruktury
- Nejasná strategie investic po omezení zdrojů EU

Nutno poznamenat, že v současné době čelíme bezprecedentním ekonomickým problémům zaviněným pravděpodobně celým komplexem příčin včetně aplikovaných covidových opatření, války na Ukrajině a růstu cen energií a materiálů.

Předmětem této práce není tyto příčiny a souvislosti jakkoli analyzovat. Nicméně je zcela jasné, že budou mít velice negativní dopad jak do budování a udržování infrastruktury jako takové, tak do příbuzných oborů, které jsou na infrastrukturu navázány – včetně vědy a výzkumu.

Lze očekávat, že i když míra investic do infrastruktury nemusí nutně klesnout, při započtení inflace a nárůstu ceny stavebních materiálů bude reálně v následujících letech významně nižší. Mnohé infrastrukturální projekty tak budou pravděpodobně nabírat další a další zpoždění.

Podpora vědy a výzkumu bude nutně klesat a hrozí nebezpečí, že se některé vědecké kapacity budou přemisťovat do oblastí zasažených ekonomickou krizí méně než EU.

Obrázek 6 Strategie rozvoje silniční sítě resortu dopravy

2.2.2 Pomalá digitalizace

V kapitole reflexe digitalizace se chceme zastavit u dvou oblastí, které se v České republice živě vyvíjejí.

Zavádění metodiky a nástrojů **BIM** sice při pohledu zvenku vypadá nadějně, vznikají pilotní projekty i verze standardů. Aktivity standardizace vznikají zejména ve dvou organizacích – SFDI a Česká agentura pro standardizaci (ČAS).

Tyto dva rozvíjející se standardy však vznikají bez vzájemné koordinace a s různými cíli. Navíc nereflektují poslední vývoj mezinárodních standardů IFC a jsou proti nim o několik let pozadu. Další hráči na českém trhu (dodavatelé i zadavatelé) v této situaci tápají a nevědí, kterým směrem namířit své rozvojové aktivity.

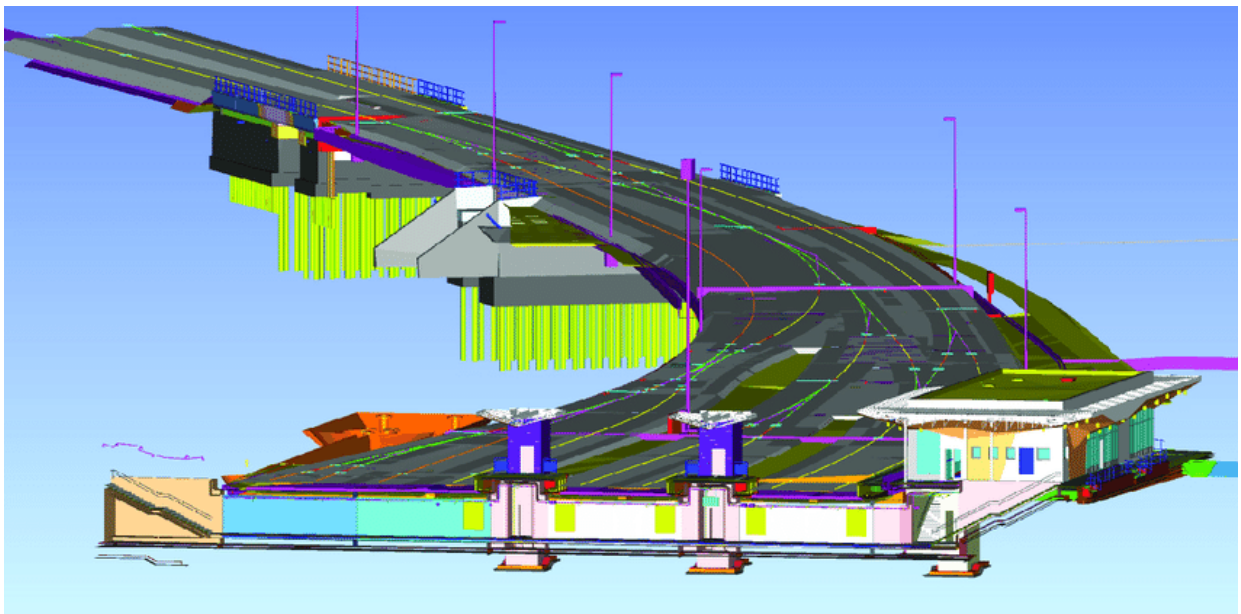
Reálným výsledkem je bohužel stav, kdy se dodavatelé snaží předepsaného BIM modelu dosáhnout s minimálním úsilím a cenou a výsledný projekt není rozhodně připraven na to, aby plnil své poslání po celou dobu životnosti stavby, tak jak to princip BIM předpokládá.

Druhou oblastí je několikrát rozebírané a kritizované prostředí projektů Digitální technické mapy (**DTM**). V současné době jsou již všechny důležité projekty v oblasti DTM minimálně ve fázi výběrového řízení a to jak v oblasti sběru dat, tak v oblasti SW systémů.

Pozitivní je minimálně to, že největší hráči infrastruktury – SŽ a ŘSD – rozšířili své požadavky nad rámec prostého datového modelu DTM o další objekty, potřebné k jejich obvyklé práci. Pozitivně hodnotíme i jejich schopnost spolupracovat na formulaci předmětných výběrových řízení. To bohužel není zcela obvyklé.

Nicméně zásadní problémy DTM jako takové zůstávají. Komplikovaný model komunikace mezi správci infrastruktury, kraji a ČÚZK založený ne na sdílených procesech, ale na předpokládané geodetické přesnosti, je velikým rizikem celého projektu. Již dnes se v diskusích ukazuje, že problém – „kde končí územní odpovědnost jednoho subjektu a začíná územní zodpovědnost druhého“ – byl od začátku velice podceněn.

Poslední aktuální problém digitalizace, kybernetická bezpečnost, je rozebrán v samostatné kapitole.



Obrázek 7 Příklad BIM modelu silniční stavby

2.3 Vize budoucího stavu v roce 2030

2.3.1 Projektování

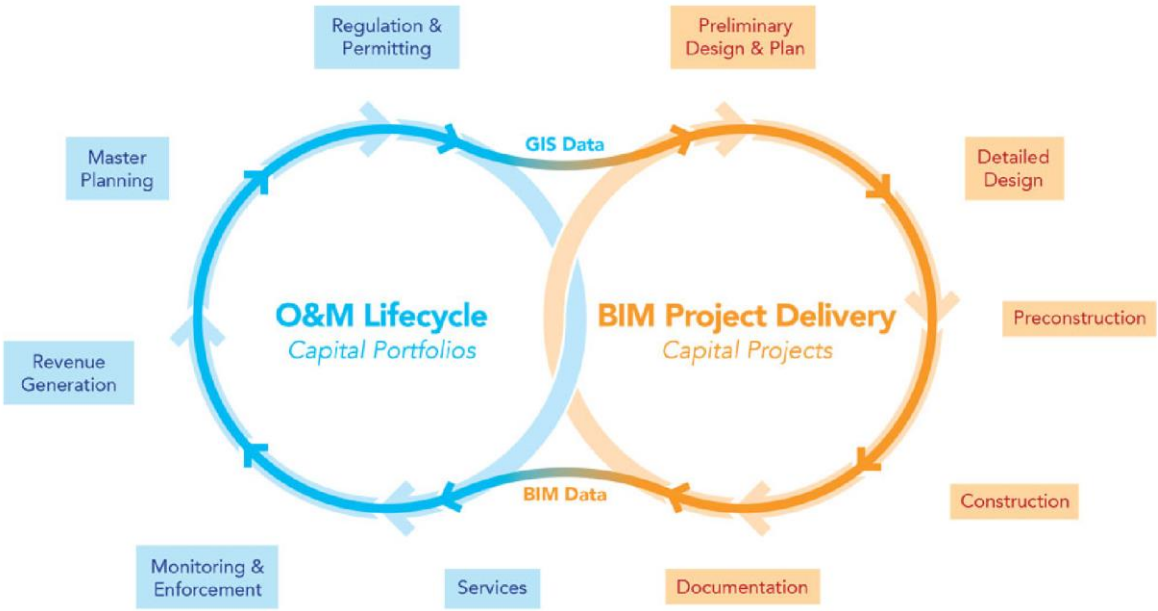
V oblasti projektování nastává „druhá vlna“ digitalizace. Ta první přinesla přerod z kreslení na papíře do systémů CAD, ta druhá posouvá CAD projekt k BIM modelu komponent ve 3D, vytvořených v rámci standardní metodiky.

Jednotná metodika BIM a používání prefabrikovaných výrobků a komponent změní způsob, jakým se projektují i dopravní stavby.

V relativně krátké době budou překonány výkonnostní problémy a problémy nekompatibility SW nástrojů jednotlivých výrobců a uživatelé se budou opravdu soustředit jen na užitečnost a standardizaci jednotlivých kroků v globální metodice.

Modely BIM budou vznikat i díky jednoduchému a levnému přístupu k 3D projekčním podkladům získaným z podrobného mapování za použití dronů a dalších nástrojů. Stejné podklady budou následně používány i pro vizualizace staveb, náhledu jejich působení v krajině a vůbec ke komunikaci s veřejností.

V rámci rozvoje BIM bude možné elektronicky a digitálně komunikovat v rámci všech kroků projektování – mezi investorem a projektantem, s orgány státní správy nebo v rámci povolovacích procesů.



Obrázek 8 Životní cyklus stavby

2.3.2 Realizace

2.3.2.1 Materiály a technologie

Do budoucna se budou preferovat materiály pro provádění údržby s vylepšenými mechanicko-fyzikálními vlastnostmi (pevné, elastické, lehké, odolné vůči vodě a agresivním látkám, odolné proti extrémně nízkým a vysokým teplotám, snášející zvýšené provozní zatížení, vynikajícími elektrické i elektromagnetické vlastnosti); v praxi se začne rozšiřovat úprava či náhrada části pojiv, možnost aplikace za méně vhodných podmínek, používání nových přísad pro dosažení lepších parametrů materiálů (uplatnění rejuvenátorů, vláken a jiných výztužných prvků, vosků, biosložek, nanomateriálů ovlivňujících chemické vlastnosti apod.) a materiálů se speciálními vlastnostmi, které se v současné době ověřují, zajišťující samočistící (self-cleaning) a samo-uzdravující (self-healing) funkci.

Hlavním smyslem všech těchto úprav je dosažení lepších provozních parametrů, snížení frekvence zásahů a zvýšení životnosti jednotlivých staveb. Za tímto účelem se budou dále rozvíjet také prostředky sekundární ochrany, např. impregnace, penetrace, nátěry aplikované na povrchu staveb.

Větší váha se bude klást i na ekologickou stopu jednotlivých materiálů a obecně jejich udržitelnost. Například energeticky vysoce náročný cement (resp. slínek) by mohl být nahrazován alkalicky aktivovaným betonem vyrobeným z odpadních a sekundárních surovin.

Nastalá ekonomická situace může ještě akcelerovat nahrazování „starých“ materiálů jako například oceli moderními kompozitními materiály.

2.3.2.2 Optimalizace stavebních prací a postupů

Optimalizace stavebních postupů a technologií je v současné době určována filosofií snižování nákladů globálních korporací. Hlavním hybatelem těchto změn nebude ani tak investor jako zhotovitel, který aplikuje globální zkušenosti.

Důraz bude kladen na optimální návaznosti rychle aplikovatelných materiálů a moderní strojní vybavení, které bude maximálně využívat data z BIM (3D) projektu zadavatele, které ve výsledku umožní zásadní míru automatizace stavebních strojů přesahující do budoucího autonomního provozu těchto zařízení.

Obrázek 9 Frézování vozovky na základě digitálních podkladů

2.3.3 Rozvoj silniční sítě a mobility

Současná společensko-ekonomická situace může přinést větší dopady do náhledu na silniční a obecně mobilitní infrastrukturu, než jsme si uměli představit. Předpokládaná kritéria společenské zodpovědnosti vzhledem k ochraně životního prostředí, komfortu, dostupnosti apod. budou možná v období ekonomické recese výrazně přehodnocená.

Snaha o dobudování dálniční infrastruktury bude bezpochyby pokračovat a bude prezentovaná jako sociálně spravedlivá a udržitelná. Možnost rychlého pohybu po silnicích bude prezentována jako spravedlivá volba pro jednotlivce a firmy.

Z důvodu omezeného množství dostupných finančních zdrojů bude výrazně více využíván koncept PPP projektů.

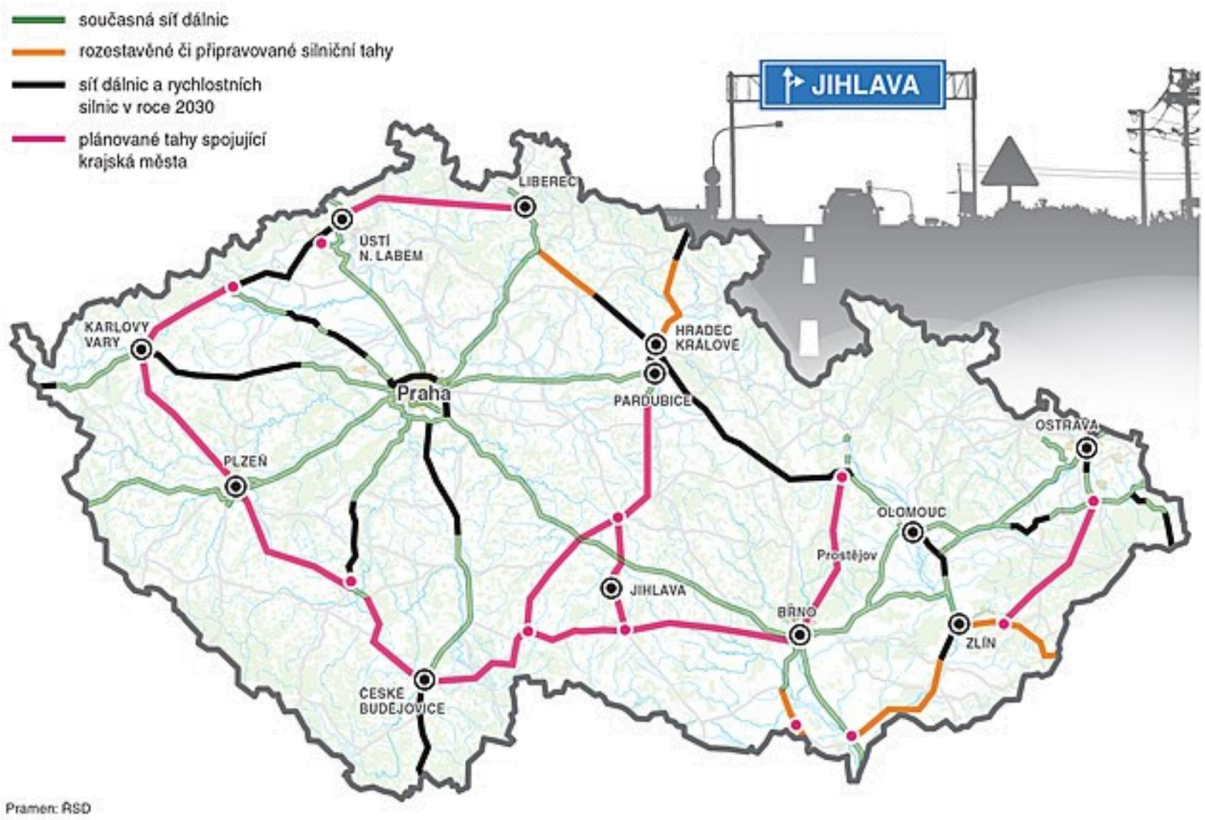
Kontroverze může vzbuzovat nástup VRT. Představuje ekologicky příznivý, ale finančně extrémně náročný mód dopravy minimálně v době výstavby. Již dnes se ozývají i negativní hodnocení, která zdůrazňují, že VRT spojují jen ekonomicky silné regiony a soustřeďují se na business klientelu.

Nepredikovatelný je v tuto chvíli přístup ke sdílené mobilitě. Jejich náklady mohou oscilovat od společensky zodpovědných až po neudržitelně luxusní. Nicméně právě v ekonomicky nepříznivých dobách je možné očekávat spíše jejich rozvoj.

Rozhodně lze očekávat další rozvoj v oblasti individuální mikromobility – kola, elektrické koloběžky, apod.

Společensky je třeba očekávat výrazně zvýšenou poptávku po těchto dopravních modech vůči tradičním (automobily, MHD) až do té míry, že bude pravděpodobně nutné přehodnocovat systémy městského plánování dopravní dostupnosti pro jednotlivé mody dopravy.

Výsledkem může být třeba poptávka po městské páteřní síti dedikované exkluzivně mikromobilitním prostředkům.



Obrázek 10 Návrh propojení krajských měst novými rychlostními komunikacemi

2.3.4 Údržba

Se vzrůstajícími požadavky na účinnost údržby a životnost staveb se bude vyžadovat uplatnění nových materiálů a technologií a optimalizace prací a postupů, které zajistí provoz na pozemních komunikacích bez znatelných omezení pro uživatele, podporující myšlenku vozovek s dlouhou životností.

Rostoucí budou také požadavky na snížení dopadů na životní prostředí, ve vazbě na recyklaci, nakládání s odpady, snížení hluku, vibrací a prašnosti souvisejícími s provozem na pozemních komunikacích.

Větší pozornost bude věnována zvýšení efektivnosti v těch oblastech, které vyžadují zvýšené náklady a mající zásadní dopad na zajištění plynulosti a bezpečnosti provozu, například zimní údržbě.

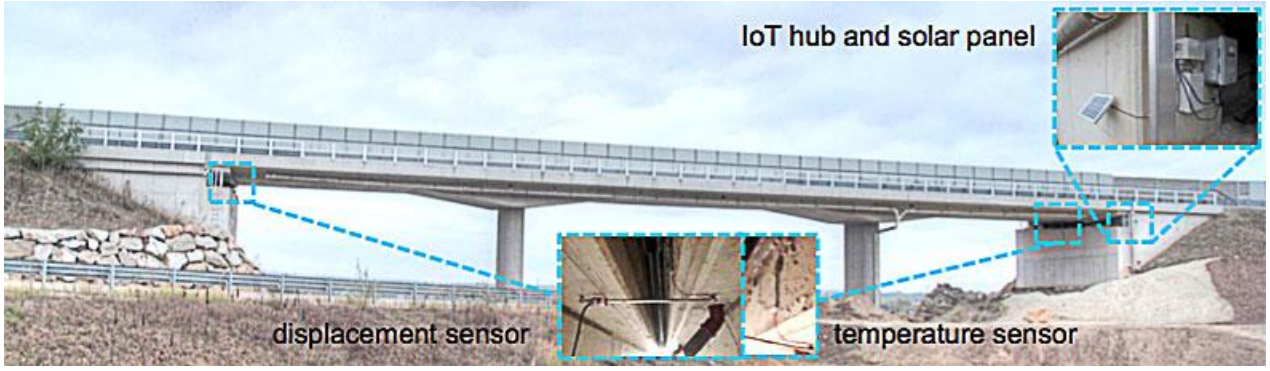
Také se budou zvyšovat nároky na dokumentaci provedených prací v systémech hospodaření pro účely sledování efektivity konkrétních řešení, kvality jednotlivých zhotovitelů a plánování budoucích prací.

2.3.5 Monitorování infrastruktury

Mimo sledování klimatických vlivů (meteostanice), intenzity provozu (sčítače, kamery, WIM stanice) se budou čím dál více uplatňovat systémy se zabudovanými snímači, osazenými detektory apod., které informují a zaznamenávají aktuální stav konstrukce (Structural Health Monitoring). V některých případech tyto systémy slouží také jako varovný systém, který může odhalit formující se poruchu a zabránit tak poškození sledované stavby (mostu, tunelu, zdi), případně umožnit včasný a ekonomický zásah. Tyto systémy sledují různé parametry jako: teplota, deformace, napětí, akustické signály, změny v elektromagnetickém poli apod. Některé z nich již nepotřebují ke spojení s ústřednou kabely, přenos dat se provádí na dálku v pravidelných intervalech, výstupy jsou často přístupné přes internet v přehledných aplikacích. Se snižující se cenou těchto systémů a softwarů pro jejich správu bude možné je aplikovat i na méně významných stavbách.

2.3.5.1 Inteligentní infrastruktura

- Rychlý vývoj v oblasti systémů integrujících mikro-elektro-mechanická zařízení s nízkou spotřebou nabídnou nové rozsáhlé možnosti sběru dat.
- Široká distribuce senzorů Internetu věcí (IoT) nabídne real-time informace o stavu prvků DI a okolních podmínkách, které nebyly dříve dostupné.
- Infrastruktura s podporou IoT nabídne vstupy pro centralizované řízení dopravy - např. kontroly podmínek v tunelech, zklidnění dopravy, signalizace atd.
- Mýto, jako specifická implementace IoT, nabídne specifické datové zdroje o užívání infrastruktury



Obrázek 11 Příklad implementace IoT čidel na mostním objektu. Zdroj Valarm.net

2.3.5.2 Komunitní zdroje dat

- Účastníci silničního provozu se stanou poskytovateli dat tím, že poskytnou přímou zpětnou vazbu, pokud se vyskytnou nějaké problémy.
- Vozidla se stanou poskytovateli dat tím, že budou dodávat data přímo z telemetrických zařízení, videa a údaje o okolním prostředí.
- Mobilní zařízení mohou poskytovat autonomní zpětnou vazbu o cestovních časech, trasách, proudu vozidel.

2.3.5.3 Dálkový průzkum země

- Monitoring dopravní infrastruktury bude praktičtější a bezpečnější za využití satelitů a dronů.
- Snímky z letadel a družic usnadní efektivnější plánování a prioritizaci dopravních sítí místních komunikací.

2.3.5.4 Nástroje pro podporu rozhodování

- Mizející omezení velikosti dat a přístupu k nim, vysokorychlostní výpočetní technika a umělá inteligence přemění způsob hodnocení stavu DI a zlepší predikci budoucího stavu. Rozhodování bude zohledňovat vznikající výzvy na snížení uhlíkové stopy a provozování propojených/autonomních vozidel.
- Integrované systémy odstraní překážky bránící propojení dat a umožní podporovat lepší rozhodování na základě nově dostupných, kombinovaných datových sad.
- Schopnost reprezentovat velké objemy dat v prostředích, jako je rozšířená realita a BIM, zlepší vizualizaci v reálném světě, která již není omezena na GIS nebo tabulkové reprezentace.

2.3.6 Kybernetická bezpečnost

V době zpracování tohoto dokumentu utrpělo ŘSD velký atak vyděračským softwarem (ransomware), který zašifroval prakticky všechny důležité servery organizace a vyřadil všechny IT systémy, které byly umístěné v jejich vnitřní infrastruktuře.

V době, kdy digitalizace je nejdůležitějším tématem transformace procesů a analýza velkých, historických dat hlavním zdrojem technologické zkušenosti je důležité, aby tyto systémy i datové záznamy byly dosažitelné a maximálně zabezpečené.

Zvláštní kapitolou jsou nejrůznější speciální technologie, technologické sítě, polní instrumentace (např. čidla ve vozovkách) apod. Tvůrci těchto speciálních technologií se často domnívají, že tyto technologie jsou natolik specifické, že jejich napadení prakticky nehrozí a podceňují jejich zabezpečení.

Připomeňme virus Stuxnet, který byl nečekaně zacílen na Scadové systémy v jaderném průmyslu a svým specifickým zaměřením vzbudil veliké překvapení v odborném světě.

Dalším aspektem bezpečnosti je ochrana informací o účastnících provozu. Moderní technologie sledování jsou „dobrý sluha, ale špatný pán“. Vytvářejí hodnotná data, zvláště při analytickém zpracování velkých dat, ale představují vážné nebezpečí narušení soukromí individuálních účastníků. Toto soukromí je třeba maximálně ctít a tvorbu informačních systémů těmto podmínkám citlivě přizpůsobovat.

2.4 Nástin zaměření a obsahu hlavních výzkumných témat

2.4.1 Téma 1 - Koncepce komplexní digitalizace přípravy a realizace staveb

2.4.1.1 Zaměření a cíle

Implementace 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 BI.

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

Uživatelem systému jsou všichni účastníci těchto procesů, tedy projekční firmy, realizační firmy, investoři, správci infrastruktury.

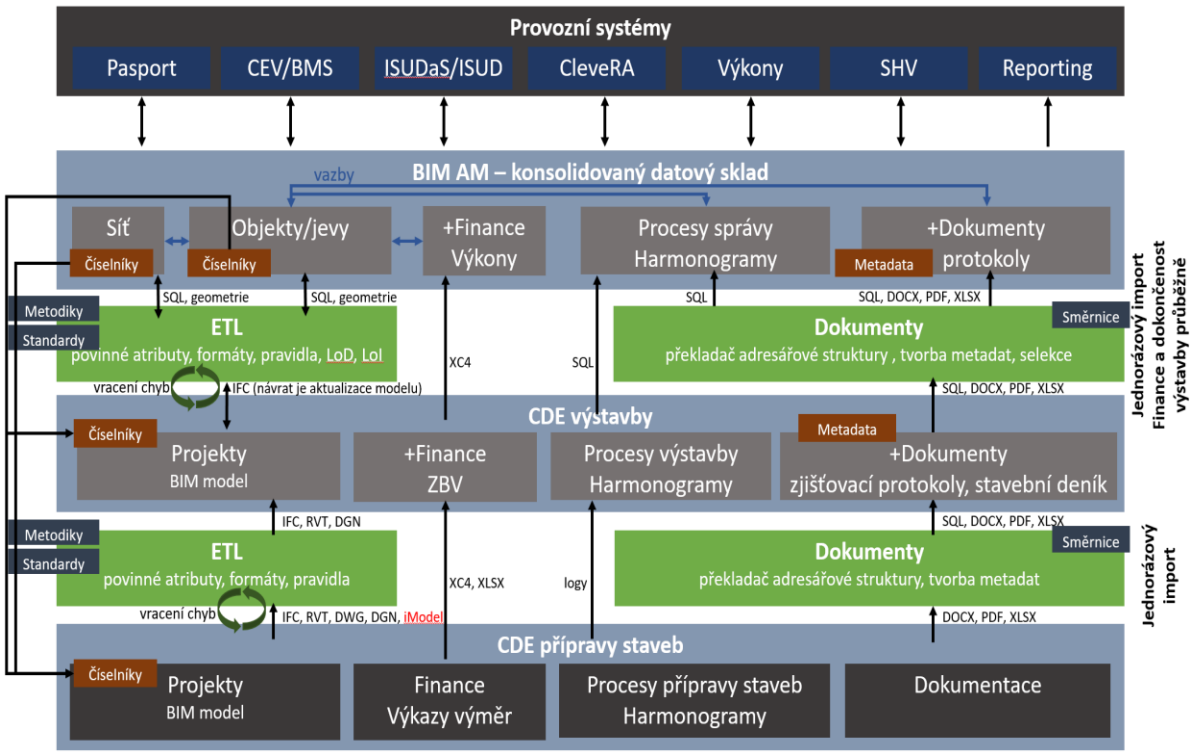
2.4.1.2 Stručný popis tématu

Komplexní systém založený na BIM objektech / IFC modelech implementující procesy projektování, rozpočtování, výstavby, údržby a finančního managementu.

Hlavní požadavky na platformu v oblasti BIM:

- Vzájemné konverze BIM datových modelů v IFC

- Práce s různými verzemi IFC
- Kontrola validity a logiky BIM datového modelu
- Spojování a rozdělování BIM modelů
- Vzájemné konverze GIS a BIM formátů
- Konverze do zjednodušených geometrií GIS reprezentace, konverze do 2D
- Slučování a generalizace objektů v IFC
- Spojování více BIM modelů se zachováním originální struktury
- Možnost rekonstrukce původního vstupního IFC
- Automatický provoz podle konfigurační databáze
- Integrovatelnost do prostředí třetích stran



Obrázek 12 Schéma komplexního systému založeného na BIM. Zdroj VARS

2.4.2 Téma 2 - Rozvoj problematiky prioritizace oprav komunikací a oceňování v systémech SHV

2.4.2.1 Zaměření a cíle

Systém SHV byl implementován na ŘSD v roce 2021 a nyní prochází etapou optimalizace. Představuje otevřenou platformu pro analýzu dat o stavu PK a implementaci algoritmů pro návrh oprav, kalkulace nákladů a přínosů, výpočet celoživotních nákladů atp.

Systém SHV ŘSD se nesoustřeďuje jen na komunikace ve správě ŘSD, ale je v něm možné ověřit algoritmy aplikované na libovolné části silniční sítě.

Předmětem projektu je návrh nových algoritmů ověřitelných a případně aplikovatelných v systému SHV.

Hlavními tématy algoritmů doplňujících stávající systém jsou:

- Modelování dopadů na plynulost dopravy na základě prediktivního modelu
- Aplikace socioekonomických a ekologických kritérií
- Oceňování aktuálního stavu sítě

2.4.2.2 Stručný popis tématu

Modelování dopadů na plynulost dopravy na základě prediktivního modelu

Prediktivní model dopravy představuje simulační nástroj pro predikci stavu dopravy založeném na poptávkovém modelu.

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.

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.

Aplikace socioekonomických a ekologických kritérií

Netechnické, společenské aspekty se stávají stále důležitějšími a požadovanějšími kritérii v procesu hodnocení různých strategií údržby na silniční síti.

Pro implementaci nových algoritmů navrhujeme aplikaci následujících společenských kritérií v hodnocení strategií údržby:

- Dostupnost sítě a její omezení (dojezdový čas, spolehlivost služby, vozidlové náklady)
- Bezpečnost (nehody se smrtelnými a vážnými následky způsobenými stavem majetku, stav konstrukcí)
- Životní prostředí (hluk, znečištění ovzduší, režim ochrany přírody, ekologický dopad opravy)

Strategické užití společenských kritérií může nabídnout nástroje nejen pro hodnocení sítě, ale i pro kvalitativní porovnávání různých regionů, státní a krajské sítě apod. Navíc mohou být společenská kritéria jako míra nehodovosti, čas ztracený v kolonách apod. použita pro definici úrovně poskytované služby, prahových hodnot a cílů.

Oceňování aktuálního stavu sítě

Cílem projektu je vyvinout metody pro finanční ocenění vozovky či celé spravované sítě na základě kalkulace reprodukční hodnoty (hodnoty nového vybudování entity) sníženého o aktuální diagnostikované opotřebení.

Stanovením absolutní hodnoty majetku umožní kalkulaci rozdílů v různých časových řezech podle skutečnosti nebo predikovaného stavu.

To lze aplikovat například při stanovení škod na lokální komunikaci, po které byla vedena významná, dlouhodobá objížďka.

2.4.3 Téma 3 - Komplexní systém hospodaření s objekty dopravní infrastruktury

2.4.3.1 Zaměření a cíle

Projekt představuje holistický přístup k životnosti a údržbě jednotlivých prvků dopravní infrastruktury.

Předpokládá možnost práce s libovolnými objekty, konfigurovatelnou, libovolnou strukturu jejich statických atributů. V dalším přírůstku je třeba na základě definice libovolně definovatelných procesů a postupů spravovat dynamické parametry.

Pod dynamickými procesy je třeba chápat predikci budoucího stavu, prevenci, optimalizaci údržbového cyklu, prohlídky apod.

Poslední fází je přidání finančního rozměru na základě jednotných, standardizovaných číselníků ceny procesu (například údržby).

2.4.3.2 Stručný popis tématu

Projekt obsahuje vytvoření jednotné Evidence objektů, která bude obsahovat všechny objekty silniční sítě včetně informací o jejich stavu.

Budou založeny struktury všech objektů a definovány procesy aktualizace dat. Systém bude schopen pracovat s libovolnou strukturou atributů a dokumentů daného objektu. Na Evidenci objektů budou provázány procesy plánování a provádění údržby.

K objektům budou propojeny procesy s konkrétními objekty, např.:

- Prohlídky objektů

- Procesy běžné údržby - periodická údržba, mimořádná údržba

- Procesy preventivní údržby

- Plánování založené na standardech údržby.

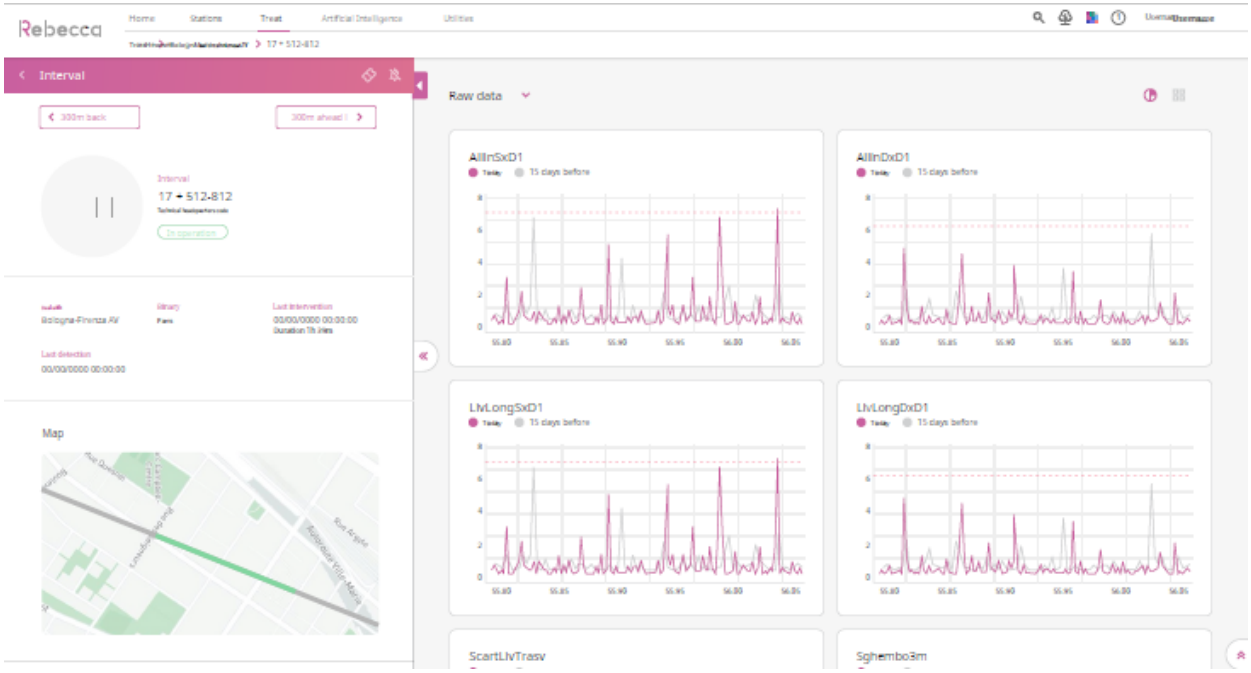
Centrální číselníky a ceníky činností ve vazbě na procesy, přehled o nákladech na údržbu za jednotlivé objekty.

Jednotný základ pro všechny evidenční systémy, bude obsahovat struktury všech objektů majetku PK (statické a dynamické atributy). Na tuto evidenci budou provázány další provozní systémy.

Evidence objektů poskytne přehled o majetku a jeho stavu jako základ pro hospodaření.

Všechny dynamické úkony (prohlídka, údržba,…) budou přivázány ke konkrétním objektům, bude docházet ke změně stavu objektů na základě provedené údržby. Bude k dispozici historie vývoje stavu objektů.

Holistický přístup k hospodaření s objekty dopravní infrastruktury předpokládá aplikaci všech možných úhlů pohledu na tyto objekty. Tedy nejen perspektivou finančních nákladů nebo úspor, ale také šetrností k životnímu prostředí nebo společenských benefitů nebo ztrát způsobných nefunkční infrastrukturou.



Obrázek 13 Systém Rebecca pro správu cyklické (periodické) údržby. Zdroj Almaviva

2.4.4 Téma 4 - Automatická kontrola kvality komunikace z 3D dat

2.4.4.1 Zaměření a cíle

Návrh řešení, které pomocí dnes rutině sbíraných 3D dat umožní automatické, objektivní bezpečnostní prohlídky.

2.4.4.2 Stručný popis tématu

Tématem navrhovaného projektu je automatizovaná analýza bezpečnostních opatření a ostatních návrhových prvků z 3D dat pro posouzení stavu pozemních komunikací a jejich souladu s návrhovými parametry příslušné kategorie.

Automatická analýza podpořená principy strojového učení by měla vyhodnotit daná kritéria a upozornit na oblasti sítě, kde tato kritéria nejsou naplněna.

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

Implementace těchto algoritmů může být podpořena použitím virtuální reality pro prohlížení výsledků. Analýza bude představovat zásadní krok k objektivizaci, zlevnění a zrychlení bezpečnostních prohlídek.

Obrázek 14 Pilotní systém hlavních prohlídek. Zdroj VARS

2.4.5 Téma 5 - Rozvoj podrobných diagnostických metod

V této podkapitole je soustředěno několik návrhů perspektivních, experimentálních technologií, které představují komplex metod pro vývoj a implementaci nových diagnostických metod vozovky.

2.4.5.1 Mikrotrhliny na tuhých vozovkách

Mikrotrhliny jsou miniaturní poškození betonových povrchů, v počáteční fázi výrazně menší než 1 mm, které později degradují do podoby skupinových trhlin (aligator cracking).

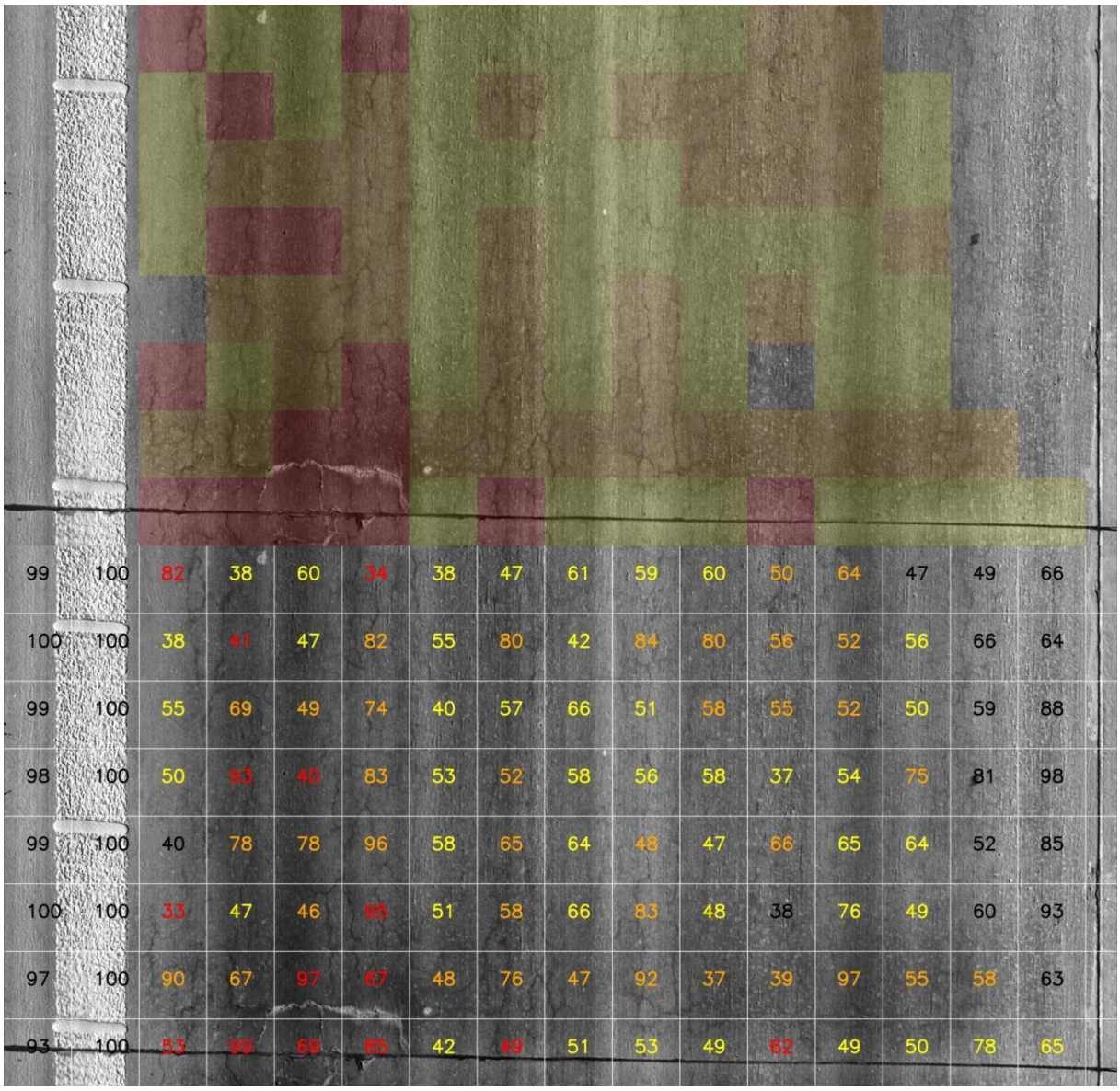
V počínající fázi jsou velice těžko odhalitelné, i na velice podrobném obrazovém záznamu tvoří jen jemné stíny. Výrazně lépe rozpoznatelné jsou v případě, že je vozovka vlhká.

Předmětem návrhu je shromáždit dostatečný počet snímků s různým stupněm poškození, jeho podrobné vyhodnocení s přesným určením poškozených míst v rámci snímku a použít ho jako učící sadu metod umělé inteligence.

Dá se očekávat, že při použití správných metod a dostatečně velké učící sady (v řádu desetitisíců snímků) by mohl vzniknout produkt, který umí označit oblasti na snímcích obsahující mikrotrhliny a vyhodnotit jejich závažnost.

Podle předběžných experimentů by mohla pravděpodobnost správné kategorizace přesáhnout 90%, což je více, než při použití manuálního vyhodnocení zaučeným operátorem.

Součástí produktu by měly být i nástroje pro analýzu vývoje porušení v čase na sledovaných místech, statistické zpracování a tvorba časových řad.



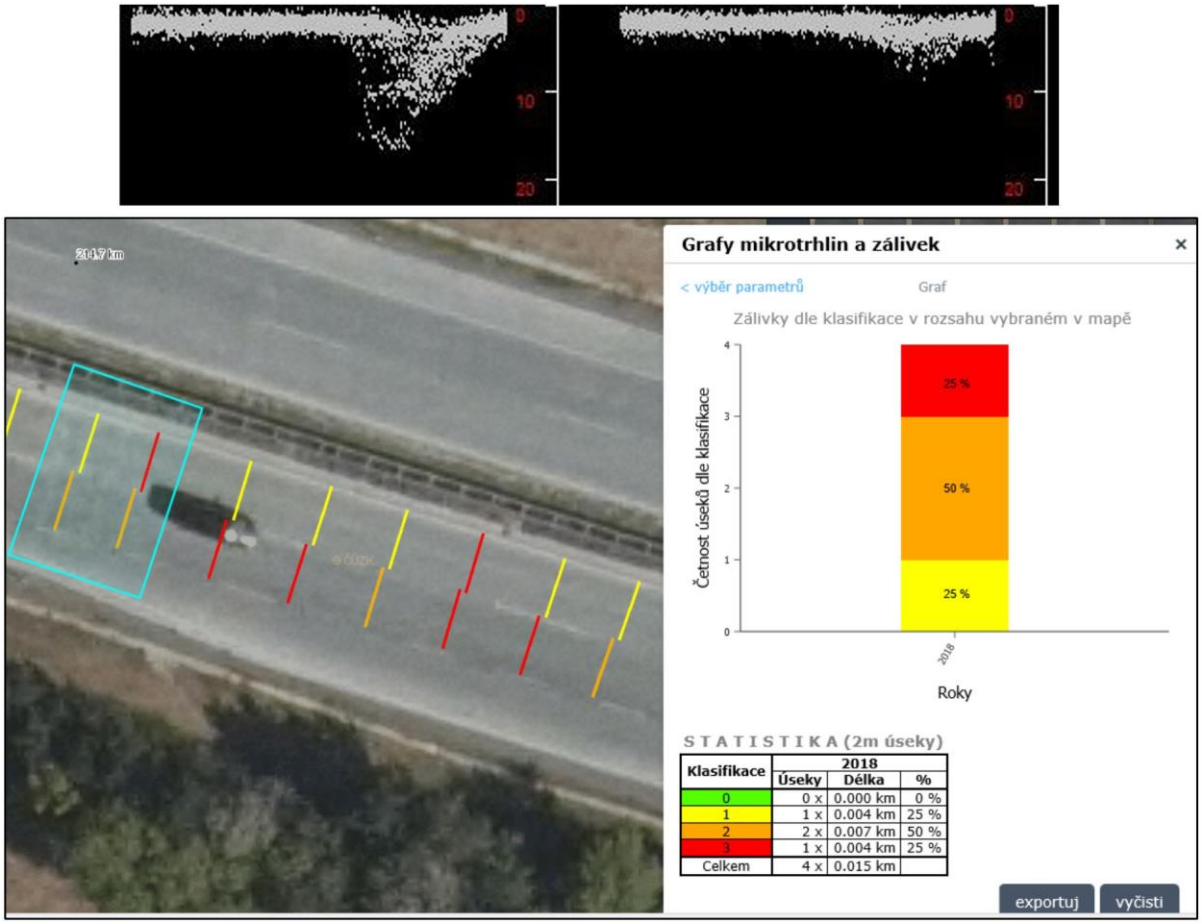
Obrázek 15 Příklad vyhodnocení trhlin a mikrotrhlin. Zdroj AUTOCONT

2.4.5.2 Defekty betonových panelů

Defekty na betonových panelech jsou mimo plošných prasklin, na které je možno využívat standardní OCR algoritmy, poškození příčných a podélných hran, ulomené a poškozené rohy a analýza zálivek.

Protože tyto poruchy se vyskytují ve specifickém místě, nelze počítat s použitím algoritmů UI. Nejprve je třeba rozpoznat podélné a příčné hrany jednotlivých panelů a v této oblasti pak aplikovat podrobnou analýzu hloubkových laserovách dat a vyhodnocovat kvalitu (ostrost) hrany, resp. vyplnění spár.

Algoritmy předpokládají unikátní kombinaci rozpoznání hran z dat intenzity a poškození z dat v hloubkovém spektru.



Klasifikace	2018		
	Úseky	Délka	%
0	0 x	0.000 km	0 %
1	1 x	0.004 km	25 %
2	2 x	0.007 km	50 %
3	1 x	0.004 km	25 %
Celkem	4 x	0.015 km	

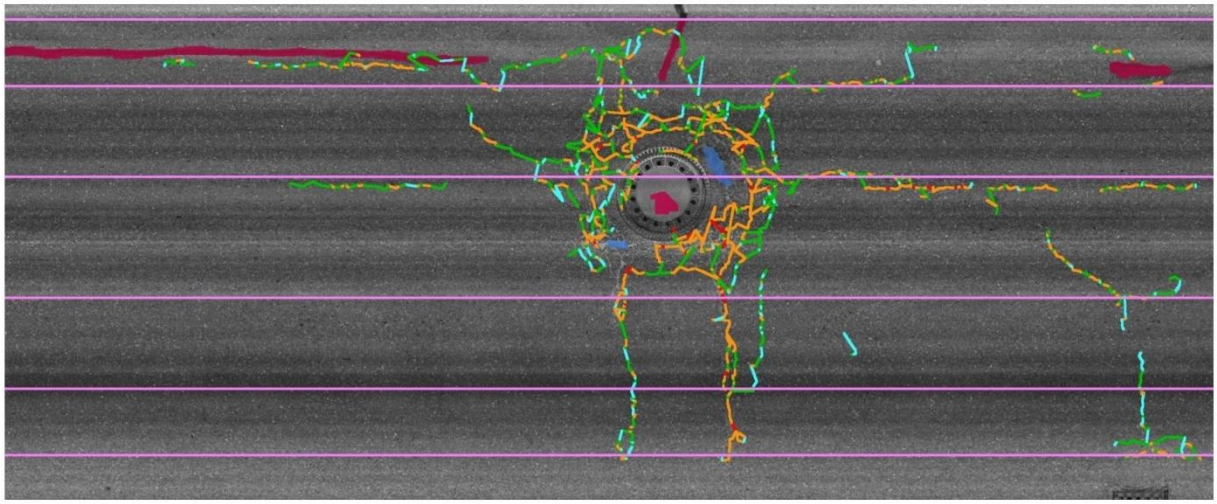
Obrázek 16 Analýza příčných spár. Zdroj VARS

2.4.5.3 Automatické rozpoznání poruch

Hlavním cílem tohoto úkolu je vyvinout sadu algoritmů pro rozpoznávání poruch na vozovkách, které budou založeny na exaktních algoritmech rozpoznávání a budou umožňovat širokou parametrizaci.

Říká se, že problémem metod umělé inteligence je to, že ukládá zkušenost z výsledků, ale ne znalost postupu.

Úkolem těchto algoritmů je právě na základě znalosti odborné problematiky umožnit velice podrobné nastavování parametrů algoritmů tak, aby dosáhly i jemně definovaného výsledku a nebyly, jako umělá inteligence, závislé na obrovské sadě učících dat. Naopak by měly umožnit změnami nastavení parametrů přizpůsobení algoritmu konkrétním požadovaným analýzám.



Obrázek 17 Automatická detekce poruch vozovky. Zdroj Pavemetrics

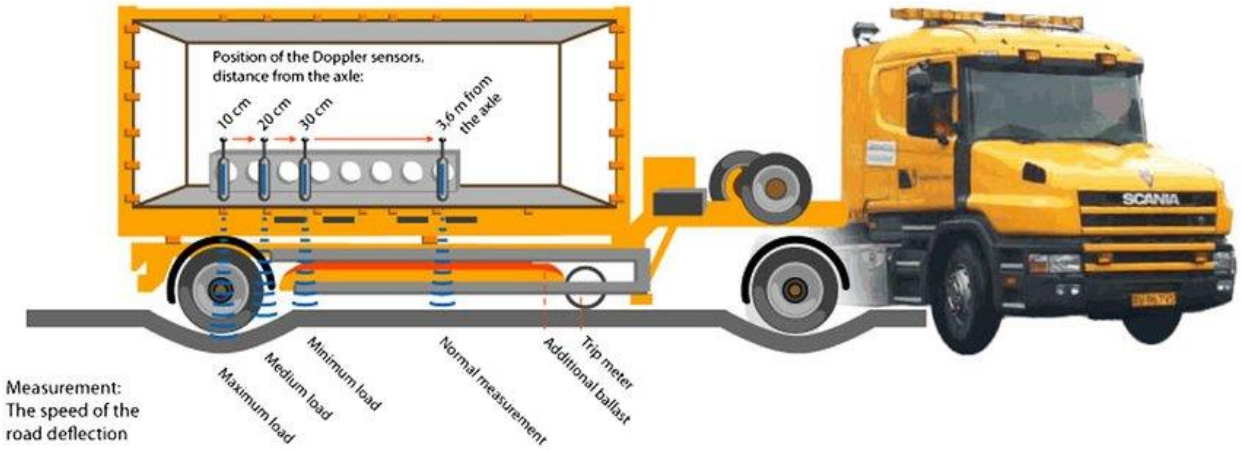
2.4.5.4 Stanovení protismykových vlastností z mikrostruktury

Cílem úkolu je implementovat tak podrobný 3D sběr dat o povrchu vozovky, který umožní stanovení parametrů mikrostruktury povrchu simulací 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.

2.4.5.5 Traffic Speed Deflectometer

Předmětem úkolu je rozšířená interpretace dat o průhybu vozovky zaznamenaných zařízením typu TSD (Traffic Speed Deflectometr) pro potřeby analýzy kvality betonové vozovky. Poznamenejme, že v tuto chvíli nabízejí zařízení pro kontinuální měření průhybu nejméně dva producenti a zařízení tohoto typu se stávají standardem pro stanovení únosnosti na síťové úrovni.



Obrázek 18 Traffic Speed Deflectometer. Zdroj Greenwood

Nové možnosti nabízejí nové metody analýzy a interpretace dat v parametrech – nesoudržnost betonových panelů, strukturální praskliny, ulomené rohy, defektní ložná vrstva a poškození kotev. Tyto metody by byly komplementární k metodám defektů betonový panelů a mohly by tak vytvořit naprosto unikátní komplexní koncept diagnostiky tuhých vozovek.

2.5 Závěr kapitoly

Kapitola se na základě analýzy aktuálního stavu a vize stavu budoucího soustředí na definici širších i konkrétních témat, která by měla být rozpracována jako výzkumné projekty.

Ve spolupráci odborné veřejnosti, státní správy i soukromých společností by tím mohlo silniční hospodářství aplikovat nejmodernější technologie odpovídající zvyklostem 21. století obvyklým v jiných oborech.

Snahou je podpořit i odbornou diskusi správců infrastruktury, jako zadavatelů projektů a zhotovitelů, většinou zkušených mezinárodních soukromých firem, zaměřenou na aplikaci nových technologií, importu know-how a standardizaci.

2.6 Seznam použité literatury

- 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.mdcr.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.mdcr.cz/Dokumenty/Strategie/Vysokorychlostni-trate?returl=/Dokumenty/Strategie
- ČÚZK, Ing. Karel Štencel, 2021, Co přinesou digitální technické mapy obcím a jaké jsou jejich povinnosti?
- Operační program Doprava, Dopravní sektorová strategie 2. fáze [online], 2013, Dostupné z http://www.dopravnistrategie.cz/nabidka-projekt/nabidka-ke-stazeni
- Státní fond dopravní infrastruktury, Předpis pro informační modelování staveb (BIM) pro stavby dopravní infrastruktury, 2020
- Operační program doprava 2021+ [online], https://www.opd.cz/slozka/Operacni-program-Doprava-2021
- Návrh Operačního programu doprava 20214 – 2027 [online], https://www.opd.cz/slozka/Operacni-program-Doprava-2021

3. Oblast inteligentní dopravní systémy

3.1 Úvod

Primárním cílem této zprávy je analyzovat současný stav v oblasti inteligentního řízení v kontextu systému inteligentní dopravy a dále pak identifikovat, jakým způsobem zavádět tyto pokročilé technologie v kontextu cílování k letem 2030 resp. 2050. Součástí je také návrh akčního plánu včetně jednotlivých kroků k jejich implementaci.

3.2 Hlavní problémy výzkumu a vývoje

3.2.1 Smart traffic management

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 platforem. Klíčem k úspěchu v této oblasti jsou spolehlivá realtimová 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.

3.2.2 Inteligentní infrastruktura

Celková situace

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.

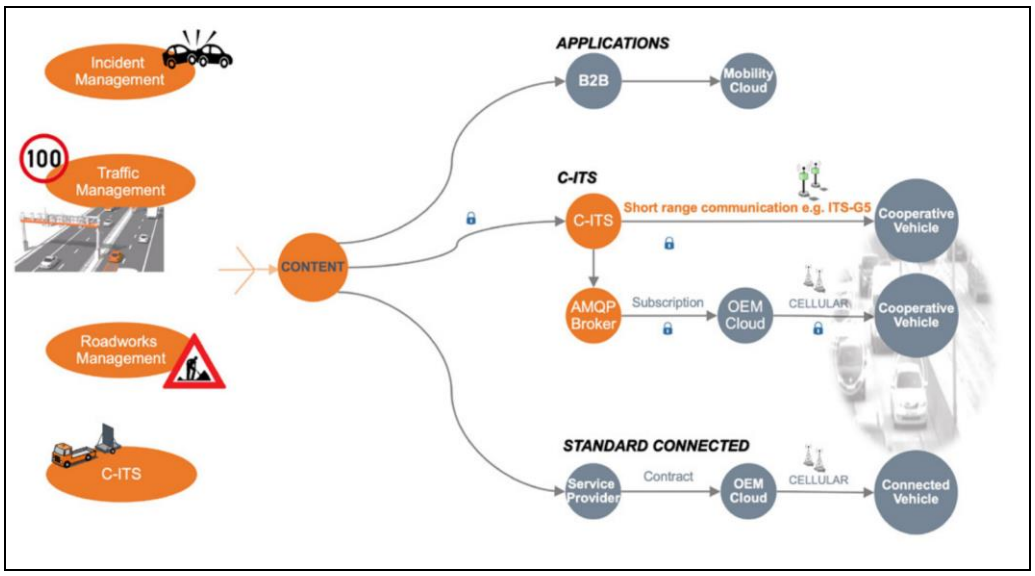
Jednotlivé uvedené technické pojmy byly separátně realizované v různých zemích a městech. Umělá inteligence je také navrhována pro zlepšení detekce dopravního provozu. Všechny nové algoritmy strojového učení se budou opírat o údaje shromážděné stávajícími systémy, jako jsou CCTV a indukční smyčky. Tyto 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, Lidaru 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 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 st. správy by si nemusely samy do budoucnosti 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.



Obrázek 19 Sdílení dat mezi infrastrukturou a vozidly

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 překládané vize mají 4 fáze:

- Plánování
- Navrhování
- Implementace
- Monitorování

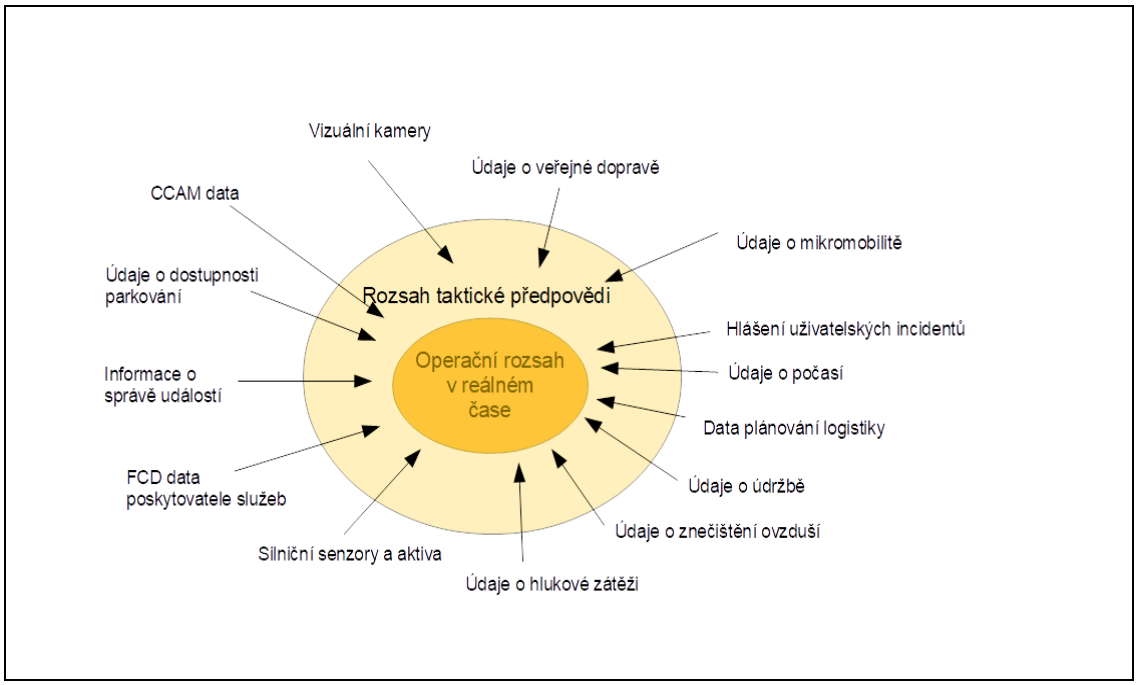
Bude také nutné začlenit i soukromé služby „na vyžádání“ do zbytku sítě, aby „mobilita jako služba“ byla komplexní. Tyto služby by měly být nákladově efektivní a pružné a měly by se zaměřovat na konkrétní a specifické uživatele. Uživatelé přicházejí v různých formách a množství, a proto by řešení na 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 aleje/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 ze sondy k určení chování uživatelů.



Obrázek 20 Vzájemné vazby v systémech struktury ITS

Chytrá města a řešení

Podstatou tohoto tématu jsou způsoby, jak řešit intenzivní poptávku po dopravě po 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 dopravního přetížení inovativními prostředky – ale obecně nikoliv tak, že by motoristy odklonili do jiných způsobů cestování.

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 obecnými tématy z pohledu řešení jsou:

- Pokročilé senzorové a monitorovací technologie
- **Využití nízkoenergetických senzorů** pro přenos dat a nástroje pro sběr dat a mobilitu.
- Klimatické cíle a zapojení
- Spotřeba energie elektrifikovaných autobusů s potřebami nabíjení elektromobilů v městské dopravě s elektrickými vozidly.
- Role dat v pokročilé správě mobility
- Zlepšení mobility a bezpečnosti pomocí ITS
- **Geofencingová data** v reálném čase k posouzení účinnosti programů řízení poptávky po dopravě a informacích o ní.
- **Bezpečnější ulice** - přístup využívající existující data související s bezpečností k dřívější identifikaci rizik.

- Politika a vztah politických a regulačních procesů s dopravními operacemi, technologickými řešeními a účinným cyklem zpětné vazby mezi zúčastněnými stranami.

- Problematika BigData.

Chybějící přesná definice ITS způsobuje, že téměř každé řešení ITS lze považovat za přispívající k „chytřejšímu městu“. 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. Dále zvážit integraci datových zdrojů a zpřístupnění dat vývojářům. Tyto strategie mohou přispět k tomu, co bychom mohli označit jako „chytřejší města“.

3.3 Vize budoucího stavu v roce 2030

V souladu s dokumenty ERTRAC Agenda 2030 můžeme definovat základní domény implementace inteligentních dopravních systémů:

- Dálnice a koridory
- Omezené oblasti
- Městská smíšená doprava
- Venkovské oblasti

3.3.1 Dálnice a koridory

Oblast automatizace dálnic a asistovaných koridorů umožní typické aplikace pro automatizaci dálnic, provoz nákladních vozidel mezi jednotlivými uzly a kooperativní interakci vozidel s podporou infrastruktury. V této doméně budou nasazena vozidla společně s podporou infrastruktury.

Silniční síť transevropské dopravní sítě (TEN-T) – a zejména dálnice –poskytuje páteřní síť silniční dopravy pro Evropu. Dálnice v Evropě jsou obecně dvouproudové dálnice s rozdělením mezi provozem v opačném směru a obvykle více než jedním jízdním pruhem v každém směru.

Na dálnicích budou mít většinu vozidla vybavená různými úrovněmi pokročilých asistenčních systémů pro řidiče (ADAS). Podíl kooperativních asistenčních systémů pro řidiče se zvýší s využitím technologií V2X spolu s vozidly schopnými nižší úrovně automatizace (L0-L2). Vyšší úroveň automatizace (L3-L4) bude možná v závislosti na regulaci s rostoucí vyspělostí technologie.

Na úrovni států EU bude vybráno několik asistovaných koridorů, kde možnosti silniční infrastruktury a komunikačního systému budou splňovat požadavky na nasazení vozidel CCAM s podporou infrastruktury. Kandidátské koridory jsou koridory s implementovanými hybridními komunikačními schopnostmi, sestávajícími z chytré směsi komunikačních

technologií krátkého a dlouhého dosahu, díky evropským projektům na koridorech 5G a platformě C-ROADS. Asistované koridory budou splňovat specifické dopravní potřeby pro zvýšení bezpečnosti a účinnosti pro lepší využití sítě.

Aktivátory

- Cenově dostupná vozidla s možností L2-L4.
- Definované parametry pro základní reakci CCAM bezpečnostních funkcí v reálném čase.
- Řízení dopravy v reálném čase
- Přesné určování polohy
- C-ITS s dostatečným pokrytím konektivity, kvalitou služeb a důvěryhodností dat
- Dostupné bezpečné zóny infrastruktury (např. krajnice)

3.3.2 Omezené oblasti

Uzavřené oblasti jsou obvykle oddělené od okolí pomocí bran, aby se zabránilo neoprávněnému vjezdu vozidel a osob. V této doméně může být smíšený provoz manuálně ovládaných vozidel a dalších automatizovaných vozidel. Vozidla jsou obvykle provozována také při nižších rychlostech a mohou existovat i specifické dopravní předpisy. Vzhledem k tomu, že omezené oblasti jsou obvykle pod dohledem, existuje mnohem nižší riziko přítomnosti např. neoprávněného vozidla. Typickými příklady omezených prostorů jsou „Uzavřená parkoviště a parkovací domy“, „Logistické terminály a přístavní prostory“ a „Autobusové a dopravní terminály“.

Aktivátory

- Vozidla schopná L4 s nastavením parametrů
- Reakce v reálném čase na připojené bezpečnostní funkce
- Řízení dopravy a sledování v reálném čase na místě.
- Možnost zajištění širokopásmového připojení s nízkou latencí v doméně
- Kontrola obvodové bezpečnosti pomocí např. bran, plotů a geoplotů
- Mechanismus pro zajištění přijatelného výkonu infrastruktury i v nedokonalých podmínkách (např. redundance)
- Funkční bezpečnost celého dopravního systému
- Efektivní řetězec nástrojů pro ověřování splňující požadavky certifikace

3.3.3 Městská smíšená doprava

V krátkodobém a střednědobém horizontu je zlepšení bezpečnosti a efektivity v metropolitních oblastech a městech jedním z nejdůležitějších společenských cílů v oblasti mobility. Samořiditelná vozidla mají potenciál zásadním způsobem přispět k řešení rostoucích problémů městské smíšené dopravy. Jednou z klíčových otázek je, jak integrovat automatizaci do systému intermodální mobility, který zahrnuje širokou škálu vozidel s různými technickými řešeními, doručovací služby a přepravu zboží, veřejnou a soukromou dopravu, sdílení automobilů, stejně jako chodce, cyklisty, další prostředky a řešení pro mikromobilitu.

Proto se inkrementální přístup s ohledem na velkou rozmanitost případů použití jeví jako nejslibnější způsob nasazení silniční automatizace v městských aplikacích. Během této dekády bude možné zavést automatizované řízení ve městech alespoň v omezených aplikacích, jako jsou vyhrazené trasy, kde je ostatní provoz omezen. Bude však trvat déle, než se tyto systémy budou schopny zcela samostatně vypořádat se všemi složitými situacemi městské dopravy.

Aktivátory

- Schopnost snímacích a percepčních technologií vypořádat se se stále složitějšími dopravními situacemi bude nezbytná pro použití v aplikacích městského smíšeného provozu.
- Snímání prostředí musí být doplněno také pomocí digitálních mapových informací ověřených senzory.
- V2X pro správu vozového parku / řídicí centrum vozidel
- Dostupnost aktuálních HD map městské silniční sítě
- PDI konektivita, včetně dopravních informací v reálném čase
- Poskytování další podpory infrastruktury (správa vozového parku, centrum řízení vozidel)
- Efektivní řetězec nástrojů pro ověřování splňující požadavky certifikace
- Integrace scénářů kritických pro bezpečnost specifických pro městskou dopravu do databáze scénářů

3.3.4 Venkovské oblasti

Mobilita pro všechny osoby, které žijí a pracují ve venkovských oblastech a představují téměř 30% populace EU. Existuje velká závislost venkovského obyvatelstva na automobilové dopravě a možnosti využití veřejné dopravy mohou být omezené, což představuje velkou dlouhodobou výzvu. Vozidla bez řidiče jsou proto vnímána jako skvělá příležitost ke zlepšení mobility lidí a zboží na venkově.

Venkovské silnice zároveň představují speciální výzvu pro vyšší úrovně automatizace. Mají smíšený provoz (včetně divoké zvěře, zemědělských strojů atd.), relativně vysoké rychlosti až 90 km/h, typicky obousměrný provoz, a proto extrémně vysoké relativní rychlosti vozidel, jakož i velké rozdíly v typech silniční infrastruktury a podmínek. Ty se mohou navíc rychleji měnit (v porovnání s městy nebo dálničními koridory), např. s neodklízeným sněhem. Kromě toho je kvalita dat digitálních map a konektivity ve venkovských oblastech z principu horší.

Proto je pro automatizaci silnic ve venkovských oblastech doporučován dvoustupňový přístup:

- V krátkodobém horizontu lze využít stávajících systémů ke zlepšení bezpečnosti silničního provozu ve venkovském prostředí. U vyspělých technologií je třeba se zaměřit na zvýšení tržního uplatnění a rozšiřování funkcí. Zároveň zde může být v příštích letech prostor pro další rozvoj technologií a příslušné regulace.

- Z dlouhodobého hlediska může vývoj vysoce automatizovaných řešení mobility zlepšit život na venkově a je třeba jej urychlit do roku 2030. To zahrnuje služby pro lidi a zboží, např. poskytování služeb první/poslední míle přístupovým bodům a také sdílené a/nebo veřejné dopravy. Důležitou roli zde bude hrát obchodní řešení problematiky, a tedy i forma motivace od státu.

Aktivátory

- Neustálé zlepšování vnímání prostředí

- Snížení nákladů na zvýšené výrazné zavádění nižších úrovní automatizace

- Dostupnost aktuálních HD map venkovské silniční sítě (podpora i pro nižší úrovně automatizace digitálními mapami s průběžně obnovovaným obsahem)

- Dopravní informace v reálném čase a přesné informace o místních povětrnostních podmínkách ve venkovských oblastech (zejména při výjimečných povětrnostních podmínkách, které jsou součástí dopravních informací souvisejících s bezpečností podle nařízení v přenesené pravomoci 886/2013)

- Spolehlivé připojení ve venkovských oblastech

- Poskytování nestacionární podpory infrastruktury (např. drony, poskytování informací o krátkodobých pracích na silnici)

- Větší využívání metod virtuálního ověřování pro snížení nákladů, v souladu s požadavky certifikace, také pro nižší úrovně automatizace

- Zahrnutí interakce člověk-stroj do ověřovacích postupů (uvědomění si režimu)

- Integrace scénářů kritických pro bezpečnost specifických pro venkovské silnice do databáze scénářů pro vyšší úrovně automatizace (včetně různých světelných podmínek/podmínek vozovky + okrajových případů)

3.4 Návrh strategie

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.

3.4.1 Vize

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

3.4.2 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.

3.4.3 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

3.4.4 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.

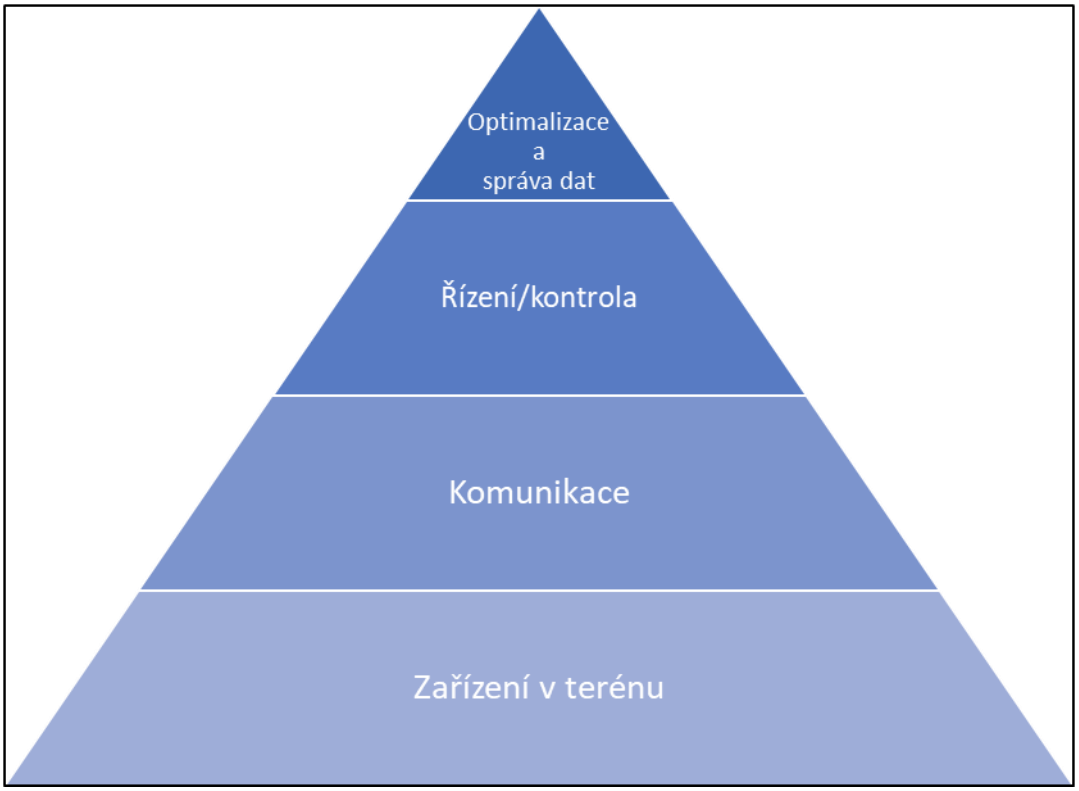
- Zavádět postupy zaměřené na omezení dopravních zácp, jako je zpoplatnění kongescí, jízdní pruh s vysokou obsazeností, nízkoemisní zóna, flexibilní pracovní doba atd.

- Rozšířit využívání chytrých energetických řešení v oblasti ITS.

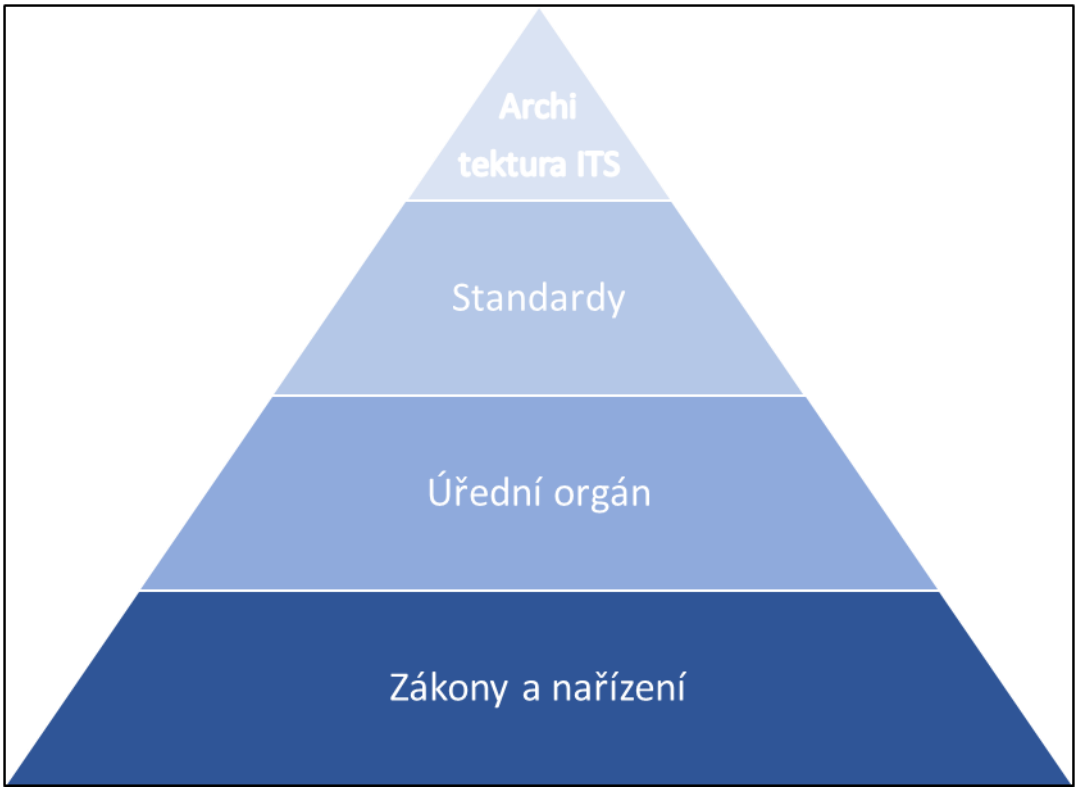
- Nasadit a rozšířit Testovací a certifikační centra autonomního řízení, kde se provádějí funkční a provozní testy autonomních vozidel a poskytují certifikační služby.

- Šířit plány udržitelné městské mobility.

Akce, které budou provedeny k dosažení vize, byly naplánovány s přihlédnutím k základní funkční struktuře ITS.



Obrázek 21 Technická struktura ITS



Obrázek 22 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.

3.5 Nástin zaměření a obsahu hlavních výzkumných témat

3.5.1 Téma 1 – Komunikace vozidlo – infrastruktura a vozidlo – vozidlo

3.5.1.1 Zaměření cíle

- Vybudovat bezpečnou infrastrukturu pro komunikaci infrastruktura -vozidlo
- Vybudovat bezpečnou infrastrukturu pro komunikaci vozidlo – vozidlo
- Přijmout kvalitní technickou normalizaci a standardizaci

3.5.1.2 Stručný popis tématu

Komunikace mezi vozidlem a infrastrukturou a vozidly mezi sebou se ukazuje jako velmi důležitá součást vývoje následujících let. S ohledem na testování na komunikacích EU lze předpokládat nutnost funkční interoperability těchto systémů také v České republice, a to jak díky přeshraniční spolupráci, pokud vozidla přejíždí z jedné sousední země do druhé, taky díky obecné kompatibilitě systému komunikujících s technickou infrastrukturou. V tomto směru je v České republice nutný vývoj, a to ve směru k přípravě státních organizací na nasazování těchto systému – například ŘSD, TSK, BKOM a podobně. V ČR také existuje prozatím ne zcela využitá výhoda existence celé řady firem dodavatelského řetězce automobilek, kde by výzkumné a vývojové úkoly tohoto směru mohly a měly logicky probíhat, a to i s podporou státu, neboť je to v jeho zájmu. Výsledkem nasazování těchto systémů pak bude bezpečnější silniční infrastruktura a snížení počtu mimořádných událostí na komunikacích.

3.5.2 Téma 2 – Kyberbezpečnost, BigData, OpenData

3.5.2.1 Zaměření cíle

- Přijmout specifické standardizační a normativní postupy pro ochranu osobních údajů v dopravě
- Vybudovat systém pro kyberbezpečnost technické infrastruktury komunikací jako součást kritické infrastruktury státu
- Přijmout kvalitní technickou normalizaci a standardizaci pro oblast OpenData a BigData s ohledem na poskytování dat o dopravě a dopravní infrastruktuře.

3.5.2.2 Stručný popis tématu

Obecné téma kyberbezpečnosti můžeme rozdělit na několik dalších podoblastí.

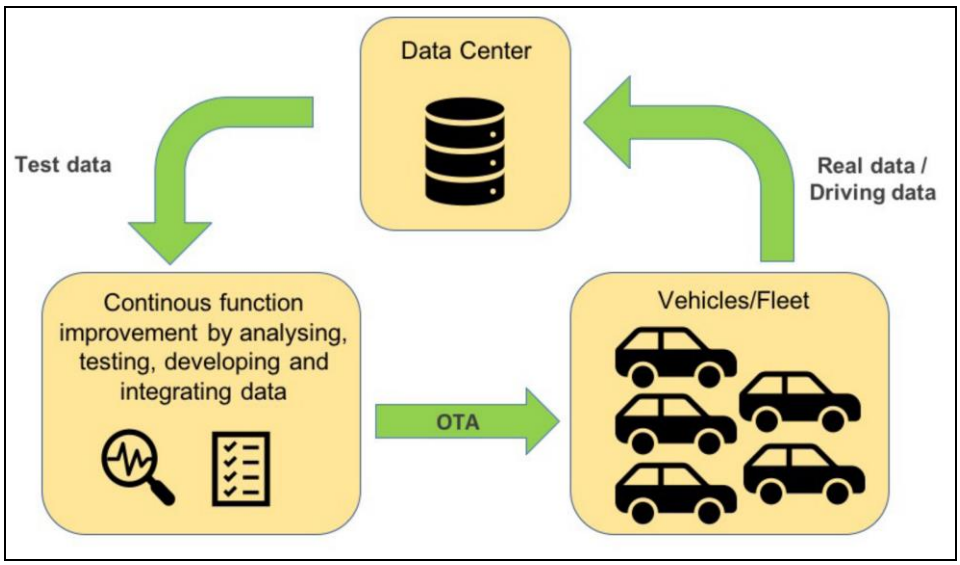
1. Problematika ochrany osobních údajů.

V tomto směru dochází k neustálému vývoji v souvislosti s implementací GDPR a navazujících norem, ale tato problematika se také velmi úzce dotýká telematických systémů, neboť vozidla jsou dnes vybavená identifikátory, které umožňují stanovení jednoznačné

vazby mezi vozidlem a konkrétní osobou, a také s rozvojem komunikačních systémů typu vozidlo infrastruktura bude docházet k nutnosti ochrany údajů. Tato problematika se na základě zkušeností například ERTRAC ukazuje jako velmi komplexní a jako Velká výzva k dlouhodobému řešení.

2. Problematika kyberbezpečnosti síťové infrastruktury. Reálné zkušenosti evropských zemí ze začátku roku 2022 oblasti kyberbezpečnosti státních institucí ukazují že tato oblast je nesmírně důležitá, a s rozvojem a nasazováním dalších technických zařízení bude tato důležitost ještě stoupat. V současnosti neexistuje obecná Norma týkající se kyberbezpečnosti pro telematické systémy nicméně existují postupy, jak tyto záležitosti řešit a uvádět je do souladu s bezpečnostními kategoriemi na Národní úrovni např. dle NUKIB. Důležitá bude nicméně je otázka mezinárodní interoperability, neboť infrastrukturní telematické systémy musí komunikovat přeshraničně a s rozvojem výměny dat u vozidlech a infrastrukturou tak bude muset být harmonizována i část ochrany předávaných údajů. V tomto směru tedy budeme v následujících letech čelit význam na správné metodické postupy, a především jejich implementace, aby se zabránilo škodám v této oblasti.

3. Problematika OpenData a BigData. V oblasti OpenData došlo v České republice v posledních letech k pozitivnímu vývoji, kdy vznikl například Národní katalog otevřených dát, otevřené formální normy (OFN) a další unifikované postupy, jak data publikovat. I tato problematika se nicméně bude vyvíjet, a zejména s ohledem na poskytování dat o telematické infrastruktuře, ať už statických nebo dynamických bude nutné stanovit a udržovat nejlepší možné postupy, jak zpřístupnit zároveň data veřejnosti, a zároveň nepoškozovat telematickou infrastrukturu z pohledu potenciálních bezpečnostních hrozeb a taktéž data anonymizovat na přiměřené úrovni. V oblasti BigData, která s předchozí nepřímo souvisí pak dochází také k velkému posunu, kde hardwarové a softwarové prostředky již umožňují analytické využití shromažďovaných dat mnohem lepším způsobem a taky je zřejmá mnohem větší motivace státních organizací tato data shromažďovat a publikovat. V této souvislosti pak nastupují podobné otázky jako v předchozím případě, to je zabezpečení a způsob přístupu k těmto datům pro odbornou i laickou veřejnost.



Obrázek 23 Zpětnovazební využití BigData

3.5.3 Téma 3 – Hodnotící metodiky

3.5.3.1 Zaměření a cíle

- Vytvořit unifikované metodiky na úrovni státu pro hodnocení přínosů inteligentních dopravních systémů a jejich nasazování.
- Přijmout kvalitní technickou normalizaci a standardizaci v této oblasti

3.5.3.2 Stručný popis tématu

Oblast vývoje metodik je zdánlivě sekundární problematika nicméně se ukazuje, že je nutné ji akcentovat. Důvodem je skutečnost že při jakékoliv přípravě investičního záměru na inteligentní dopravní systémy je nutné připravit podklady pro hodnocení záměru a vyhodnocování nasazení technických systémů a co nejpřesnější kalkulaci jejich přínosů pro dopravu a společnost. V současnosti jsou tyto záležitosti řešeny většinou individuálně, a způsoby jakým jsou vyčíslování přínosy pro stát jsou velmi různorodé a mají velmi různou vypovídající hodnotu. Cílem tohoto tématu, které je aktuální v celé řadě dalších zemí je tedy navrhnout unifikované způsoby vyčíslování nákladů a přínosů telematických systémů pro stát. Součástí těchto metodik by pak měly být také hodnocení socioekonomických dopadů a variantních přínosu. Unifikovaný by také měly být nákladové analýzy těchto socioekonomických modelů včetně například doporučovaných KPI. Sekundárním výsledkem pak pro stát bude transparentnější prostředí pro investice tohoto druhu.

3.5.4 Téma 4 – Inteligentní dopravní systémy

3.5.4.1 Zaměření cíle

- Implementovat adaptivní systémy řízení dopravy ve vytipovaných oblastech a vypracovat pak obecné postupy nasazování v ČR
- Vypracovat metodiky pro anti Vendor lock-in postupy při zadávání a udržování zakázek v oblasti Inteligentních dopravních systémů

3.5.4.2 Stručný popis tématu

V oblasti inteligentních dopravních systémů docházelo k rozvoji, který je také důležitý z pohledu rozvoje v České republice. Jedná se jedná o systémy simulací na různých abstraktních úrovních modelování dopravy dále pak vizualizační systémy dopravních situací, ale co se z pohledu České republiky ukazuje jako velmi perspektivní oblast jsou adaptivní systémy řízení dopravy, neboť problematika uzavírek ať již v regionálním nebo lokálním kontextu je z pohledu veřejnosti velmi důležitá, a je také důležitá z pohledu státu a údržby infrastruktury. V tomto směru se tedy ukazuje jako perspektivní nalezení správného využití těchto systémů včetně návrhu sběru dat po dopravní situaci a jejich zpětnovazební využití právě v adaptivních systémech řízení dopravy.

Další velmi důležitou problematikou v ČR je vypracování postupů pro zadávání zakázek v oblasti dopravní telematiky s ohledem na zamezení Vendor Lock-in problematiky. Důvodem jsou dlouhodobé velmi vysoké (a často skryté) náklady státu v této oblasti na údržbu těchto systémů, ale také blokace a obtížný rozvoj dalších projektů.

3.6 Závěr kapitoly

Strategická výzkumná agenda vychází jednak z původně definovaných cílů SVA z roku 2019 a dále pak z aktualizovaných zkušeností České republice i v zahraničí v oblasti inteligentních dopravních systému. Hlavním výstupem SVA jsou tematické cíle, kterým by měla být z pohledu rozvoje věnována v České republice pozornost v kontextu inteligentních dopravních systémů a tyto cíle by měly být dle našeho názoru zpracovávány, podporovány a naplňovány. Snažili jsme se vytypovat základní problematiky které je nutné perspektivně řešit, aby rozvoj inteligentních dopravních systému byl v souladu s rozvojem v EU a okolních zemích.

3.7 Seznam použité literatury

[1] 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.amsp.cz/uploads/Vybory/Inovacni_manual_male_a_stredni_firmy.pdf

[2] 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

[3] 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/

[4] 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/Analyza-barier-VaVaI_Finalni-dokument_2.pdf

[5] Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky. STRATEGIE PODPORY MALÝCH A STŘEDNÍCH PODNIKŮ V ČESKÉ REPUBLICE 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

[6] 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

[7] Ministerstvo dopravy ČR. Rozvoj dopravní infrastruktury do roku 2050. Dostupné z: https://www.mdcr.cz/getattachment/Dokumenty/Strategie/Rozvoj-dopravni-infrastruktury-do-roku-2050/Rozvoj-dopravni-infrastruktury-do-roku-2050/Rozvoj-dopravni-infrastruktury-do-roku-2050.pdf.aspx

[8] 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%20vl%C3%A1dy%20%C4%8CR%20ze%20dne%2030.%20%C4%8Dervence%202019%20%C4%8D.%20564.pdf

[9] 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

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

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

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

[13] 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).

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

[15] 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

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

[17] TS - Inteligentní dopravní systémy. *Český kosmický portál: Informační stránky Koordinační rady ministra dopravy pro kosmické aktivity* [online]. Dostupné z: http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/its---inteligentni-dopravni-systemy/

[18] Individuální automobilová doprava. *Vítejte na Zemi* [online]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=individualni_automobilova_doprava&site=doprava

[19] Poptávková doprava. *Wikipedie* [online]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Poptávková_doprava

[20] What is MaaS?. *MaaS Alliance* [online]. Dostupné z: https://maas-alliance.eu/homepage/what-is-maas/

[21] Evropský navigační systém Galileo zahajuje svůj provoz. *Český kosmický portál: Informační stránky Koordinační rady ministra dopravy pro kosmické aktivity* [online]. [cit. 2019-06-10]. Dostupné z: http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/narodni-kontaktni-bod-galileo/tiskova-zprava-evropsky-navigacni-system-galileo-zahajuje-svuj-provoz.html

[22] Více druhů dopravy, jeden systém. O čem je Mobility as a Service [online]. Dostupné z: https://www.czechsight.cz/vice-druhu-dopravy-jeden-system-o-cem-je-mobility-as-a-service/

[23] Connected, Cooperative and Automated Mobility Roadmap. ERTRAC Working Group. 18. 2. 2022.

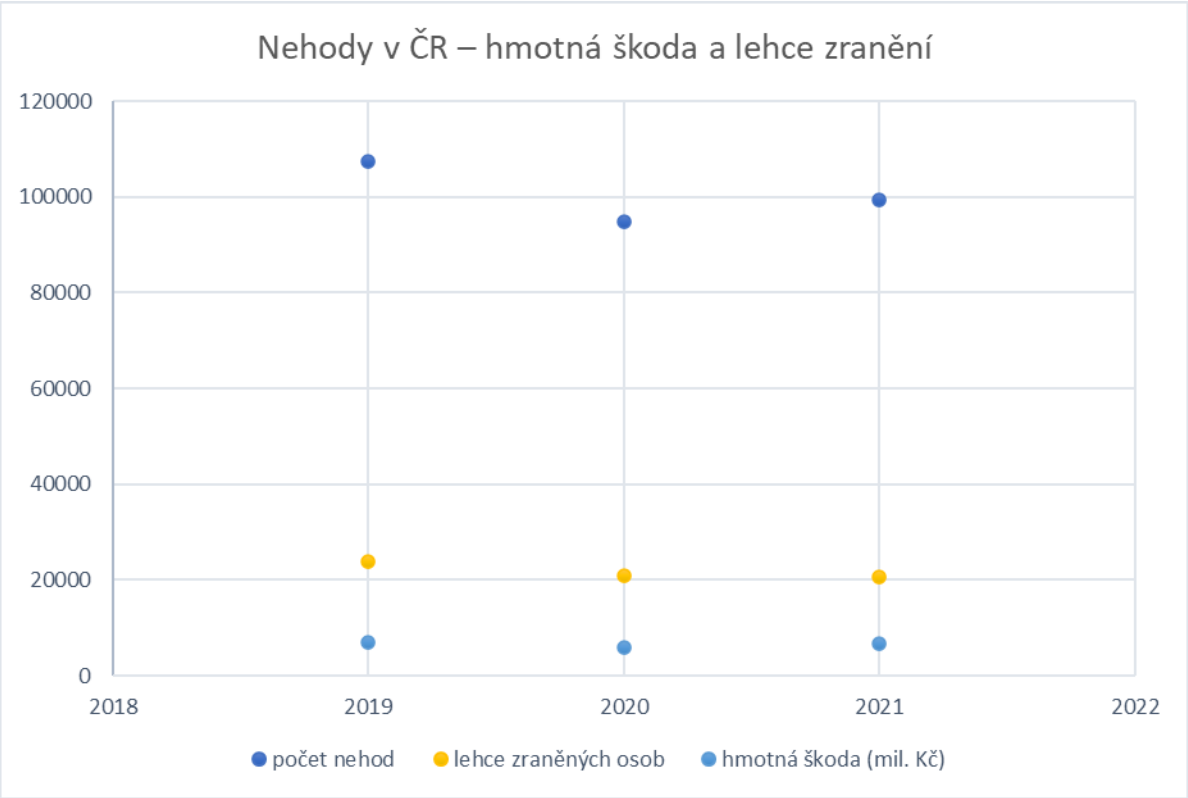
[24] Vize rozvoje autonomní mobility. [online]. Ministerstvo dopravy. Dostupné z: https://www.autonomne.cz/documents/vize-rozvoje-autonomni-mobility.pdf

4. Oblast bezpečnost silničního provozu

4.1 Úvod

4.1.1 Statistiky za rok 2021 v kontextu vývoje 2010-2021

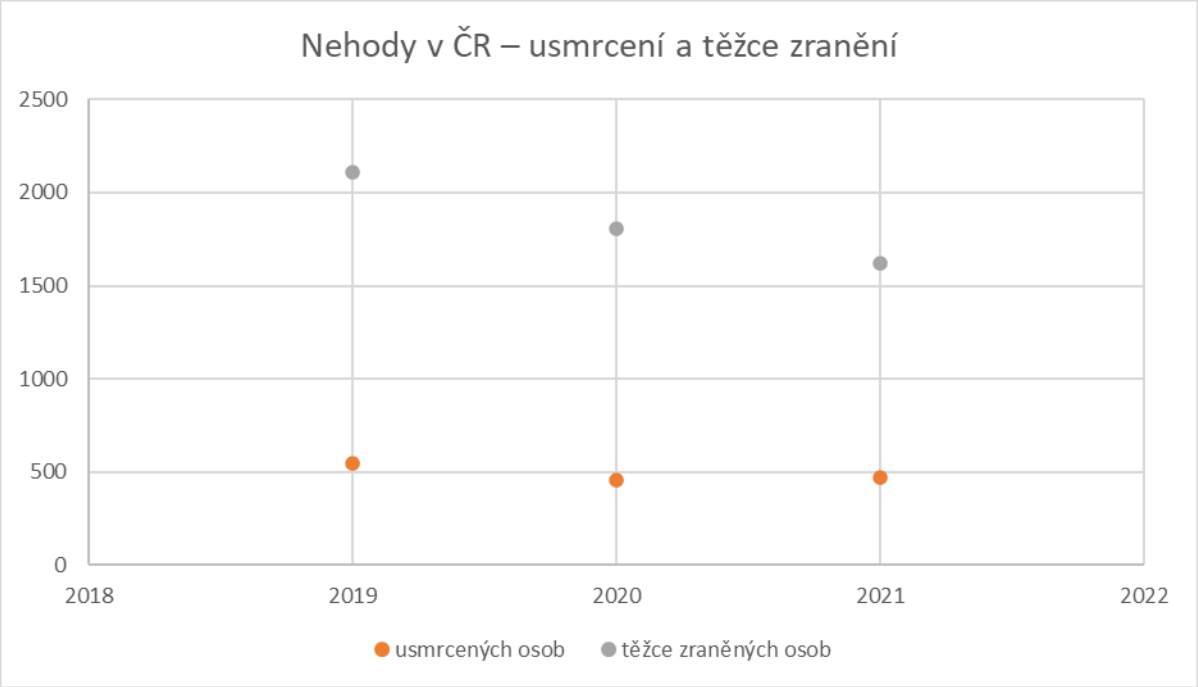
Zatímco rok 2020 byl z pohledu nehodovosti zjevně ovlivněn pandemií COVID-19 do té míry, že statistiky nehodovosti nebylo možné považovat za relevantní, rok 2021 byl v ČR blíže normálnímu stavu a roku 2019. Přesto jsou výsledky roku 2021 oproti roku 2020 (Graf 1, Graf 2) ne jednoznačně negativní, což by bylo očekávatelné při nárůstu dopravy.



Graf 1 Vývoj počtu nehod, hmotné škody a počtu lehce zraněných při dopravních nehodách v ČR v letech 2019-2021 [1][2][3]

Oproti roku 2020 vzrostl celkový počet dopravních nehod (o 4,8 %) a hmotná škoda (o 11,7 %), naopak mírně klesl počet lehce zraněných (o 1,4 %). Jednoznačně pozitivní je pokles počtu těžce zraněných, a to o 10,1 % a relativně nízký nárůst usmrcených (o 2,2 % při významně vyšším nárůstu počtu nehod). Tyto výsledky lze přičíst více faktorům,

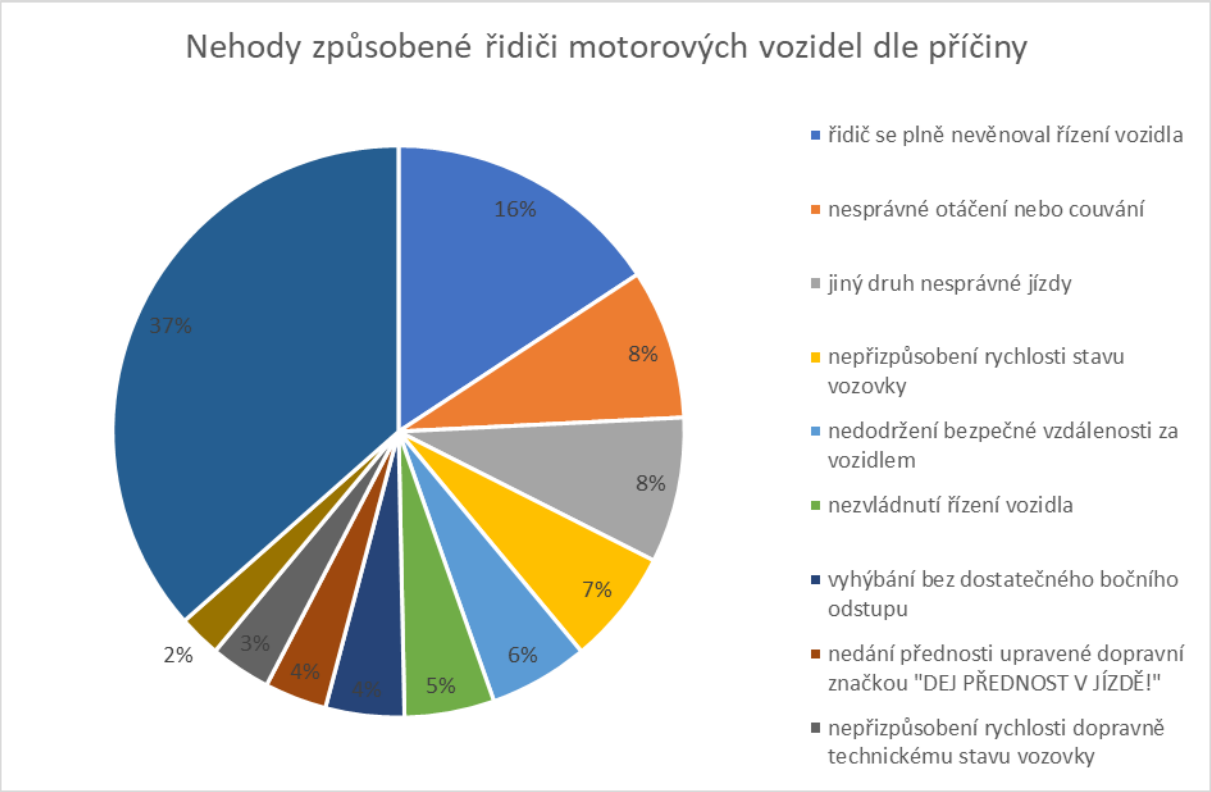
nejdůležitější z nich jsou celkové zlepšení stavu infrastruktury (méně nebezpečných křižovatek, úprava komunikací z hlediska pasivní bezpečnosti, více obchvatů obcí) a zejména definitivní vyřazování vozidel z období před rokem 2000, která byla navrhována s velmi omezenými bezpečnostními standardy z hlediska pasivní bezpečnosti. Tyto vozy byly účastníky disproporčního počtu usmrcených a těžce zraněných vůči jejich dopravnímu výkonu. Z tohoto pohledu už není kritický ani stárnoucí vozový park – vozidla vyrobená na začátku tisíciletí nemají stejně vysokou pasivní bezpečnost, jako nové vozy, celkově je ale jejich bezpečnost bližší vozidlům novým než např. vyrobeným před rokem 1997 (což ilustruje např. hodnocení vozů v EuroNCAP). Zároveň statistiky neukazují signifikantní počet nehod způsobených technickým stavem vozidla (349 z 99 332 nehod celkem, tzn. méně než půl procenta nehod), který souvisí se špatnou údržbou a nepřímo i stářím vozu. Obecně obměnu vozového parku považujeme za jeden z největších faktorů poklesu těžce zraněných a usmrcených v letech 2000–2020.



Graf 2 Vývoj počtu usmrcených a těžce zraněných při dopravních nehodách v ČR v letech 2019-2021 [1][2][3]

Další významné zlepšení postupně nastane s masivním vybavením vozidel systémy autonomního brzdění před překážkou, zejména s detekcí chodců. V ČR v roce 2021 zemřelo 90 chodců, což je více než 19 procent všech usmrcených. IIHS přitom uvádí, že tyto systémy jsou schopné už v současném technickém provedení snížit počet nehod s chodci o desítky procent [4], navíc v americkém kontextu výrazně horší infrastruktury pro pěší, v ČR lze očekávat ještě lepší výsledky.

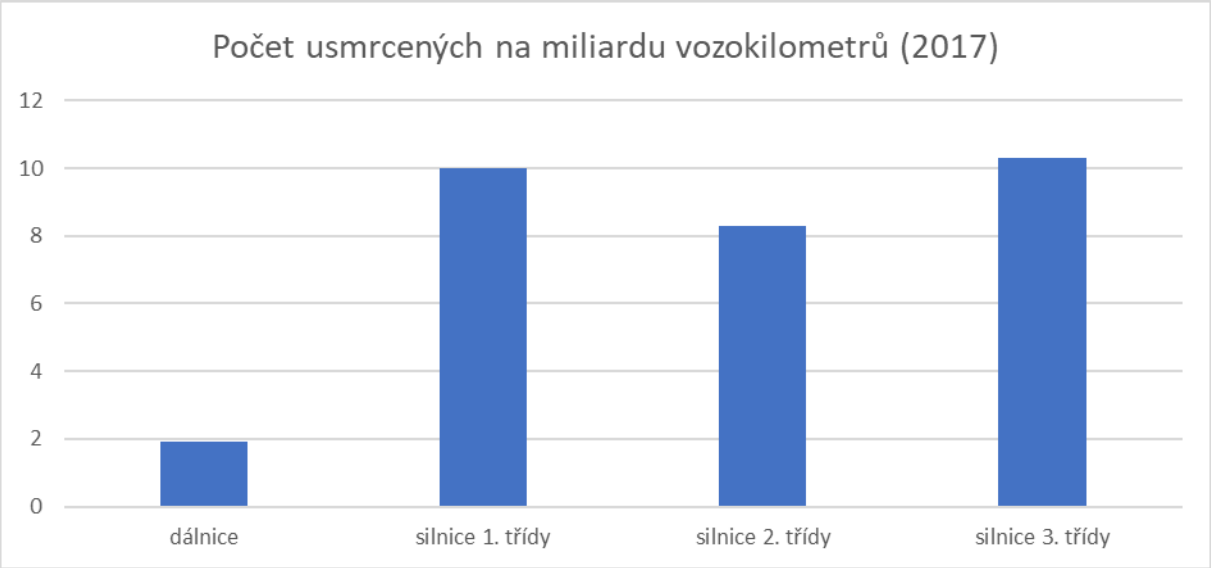
Z pohledu příčin dopravních nehod, které způsobili řidiči motorových vozidel, dlouhodobě převažuje příčina „řidič se plně nevěnoval řízení vozidla“ s 19,8% podílem, dále „nesprávné otáčení nebo couvání“ s 10,7% podílem a „jiný druh nesprávné jízdy“ s 10,4 %. Tyto podíly ukazuje také Graf 3. Celkem řidiči motorových vozidel zavinili 79000 nehod, zvířata (lesní i domácí) 15349 nehod, řidiči nemotorového vozidla (typicky cyklisté) 2965 nehod, chodci 765 nehod. Další hodnotou, která je významná pro návrhy opatření pro snížení následků nehod je fakt, že nepřiměřená rychlost byla příčinou u 16,4 % dopravních nehod, ale zároveň mají tyto nehody disproporční více než 40% podíl na počtu usmrcených.



Graf 3 Nehody způsobené řidiči motorových vozidel dle příčiny, ČR, 2021 [1]

4.1.2 Nehodovost v ČR z pohledu dat z EU

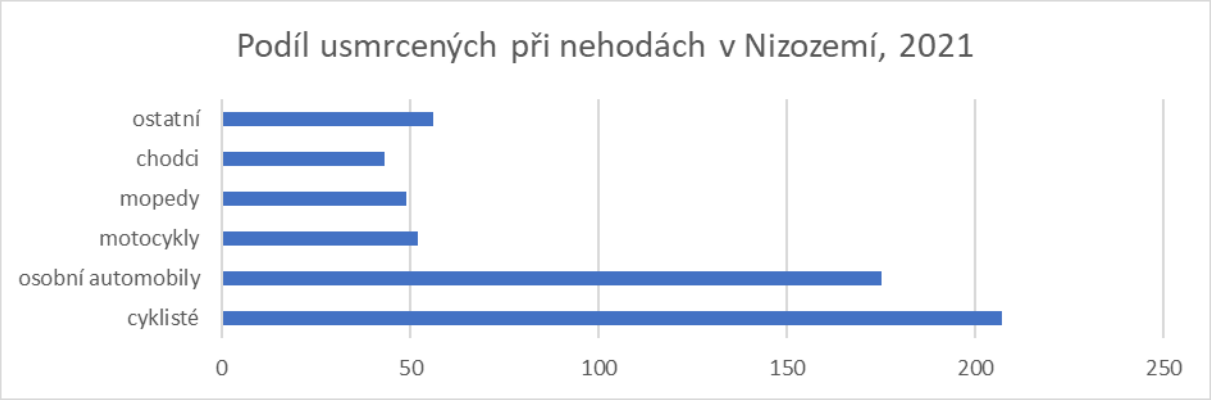
Pro kontext a také z důvodu, že řada opatření pro snížení nehodovosti je definována na evropské úrovni, zejména Evropskou komisí, je třeba zasadit nehodovost a následky nehod v ČR do celoevropského kontextu. ČR je v nehodovosti a následcích nehod dlouhodobě průměrná – jak v počtu nehod, tak ve zlepšujících se trendech [5]. Oproti jiným státům EU je pozitivní nulová tolerance alkoholu v krvi řidiče, naopak oproti západní Evropě je méně vyspělá infrastruktura (zejména podíl dopravního výkonu na dálnicích, které jsou přitom několikanásobně bezpečnější než silnice 1. třídy – viz. Graf 4). Přitom pokud by podíl dopravy na dálnicích dosahoval úrovní běžných v západní Evropě, nehodovost a následky v ČR by byly také do určité míry nižší.



Graf 4 Počet usmrcených při dopravních nehodách na miliardu vozokilometrů (data z roku 2017) [6]

Nejdůležitější dokumenty EU definují cíl snížení ročního počtu těžce zraněných na polovinu do roku 2030 ve srovnání s rokem 2019. Tyto dokumenty jsou zejména *Annex to the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Europe on the Move – Sustainable Mobility for Europe: safe, connected and clean* [7] a *Next steps towards 'Vision Zero', EU road safety policy framework 2021-2030* [8]. Cíle EU, resp. EK bude poměrně obtížné naplnit v kontextu podpory nízkoemisní individuální mobility, protože zatímco počet zraněných a usmrcených v osobních automobilech dlouhodobě klesá (významně, relativně vůči stagnujícímu nebo lehce stoupajícímu absolutnímu počtu nehod), pro další způsoby dopravy tento pozitivní vývoj není, nebo není významný. Např. pro srovnání, v Nizozemsku, kde je dlouhodobě podíl cest vykonaných na kole vyšší než 25 procent, počet usmrcených cyklistů už několik let překonává počet usmrcených ve vozidlech, viz.

. V nárůstu podílu cyklistické dopravy z toho důvodu jednoznačně vidíme riziko z pohledu snahy o minimalizaci úrazů při dopravě.



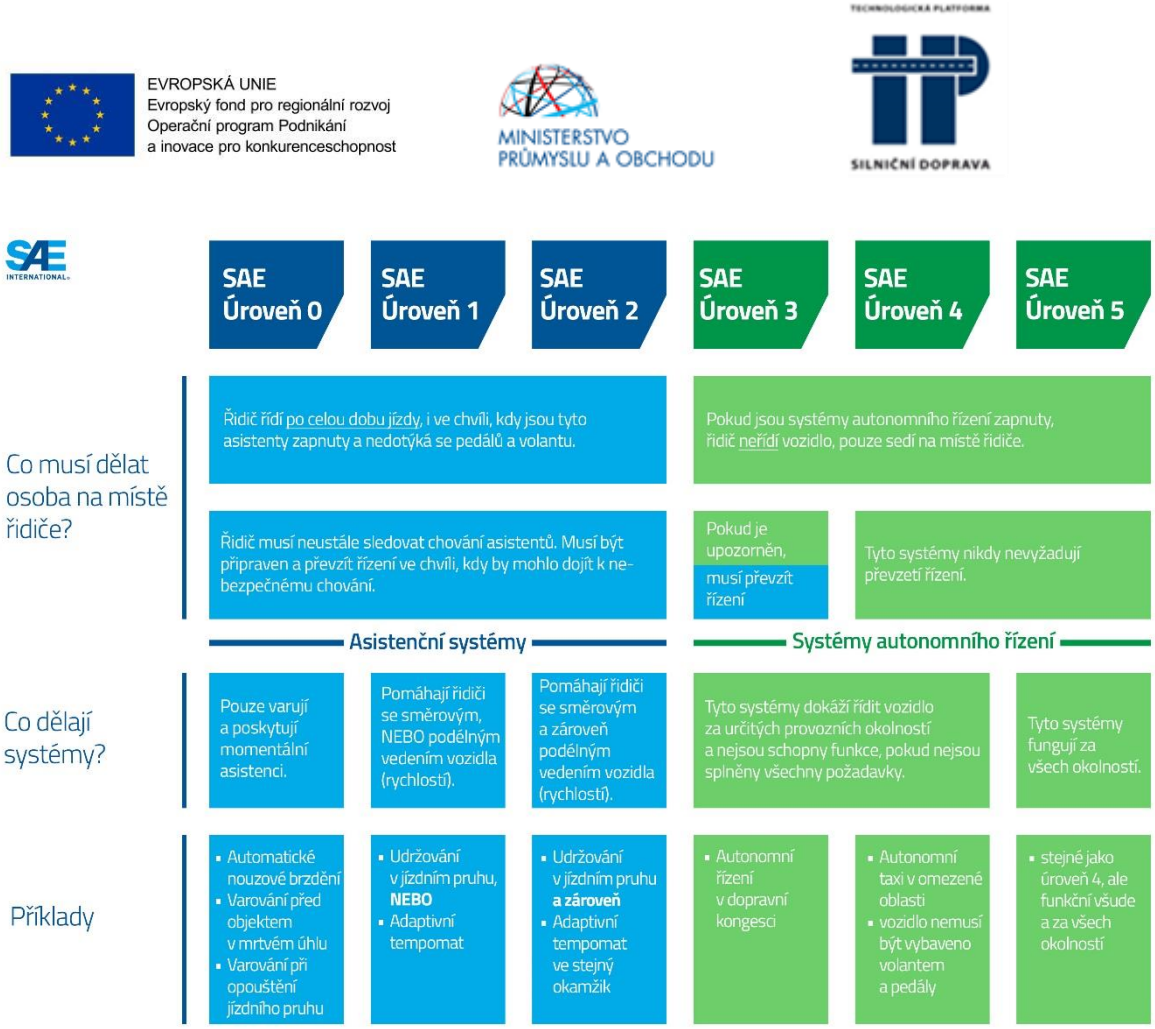
Graf 5 Počty usmrcených při dopravních nehodách v Nizozemí v roce 2021 [9].

4.2 Hlavní problémy výzkumu a vývoje

4.2.1 Změny v řízení vozidel, řidič jako operátor

Řízení vozidla prochází s rozšiřováním různých asistenčních systémů významnou změnou paradigmatu, srovnatelnou se změnami v letectví v 70.–80. letech. Vozidla jsou stále více schopná přebírat některé součásti řízení, typicky kontrolu rychlosti a udržování v jízdním pruhu, čímž se role řidiče posouvá k činnosti operátora. Zatímco nasazení plnohodnotného autonomního řízení (úrovně 4 a 5 dle SAE 3016, Graf 6je pravděpodobně minimálně dekádu vzdálené, asistenty úrovně 1 a 2 jsou běžné, a některé z nich budou v nejbližších letech povinné (např. lane assist a systém autonomního brzdění před překážkou).

Největším problémem, který se opakuje při testování systémů nižších úrovní, je chybovost a selhávání systému, aniž by systém selhání rozpoznal a řidiče varoval. Řidič musí po celou dobu řízení automobilu asistentem jeho činnost monitorovat, ale lidský kognitivní aparát není příliš výkonný v oblasti monitorování – dochází proto velmi často k neadekvátní reakci, která může končit až dopravní nehodou. Z hlediska rozpoznání rozměru tohoto problému je limitující, že z dat o nehodovosti nelze získat představu o tom, zda specificky selhání asistenčního systému bylo bezprostřední příčinou nehody, fakticky jde z hlediska statistik o nevěnování pozornosti řízení. Přestože se této oblasti intenzivně věnují vědecké týmy i vývojová oddělení v automobilkách, problém s předáváním řízení a ovládáním asistenčních systémů pravděpodobně vyřeší až uvedení autonomních systémů úrovně 3 a výše, které spolehlivě upozorňují na vlastní selhání a dávají řidiči čas k převzetí řízení, popř. samy provedou manévry pro minimalizaci rizika. Rozsáhlejší popis problematiky předávání řízení lze nalézt např. v dostupném extraktu normy ISO/TR 21959-1 - Silniční vozidla [10].



Graf 6 Úrovně autonomního řízení dle SAE 3016

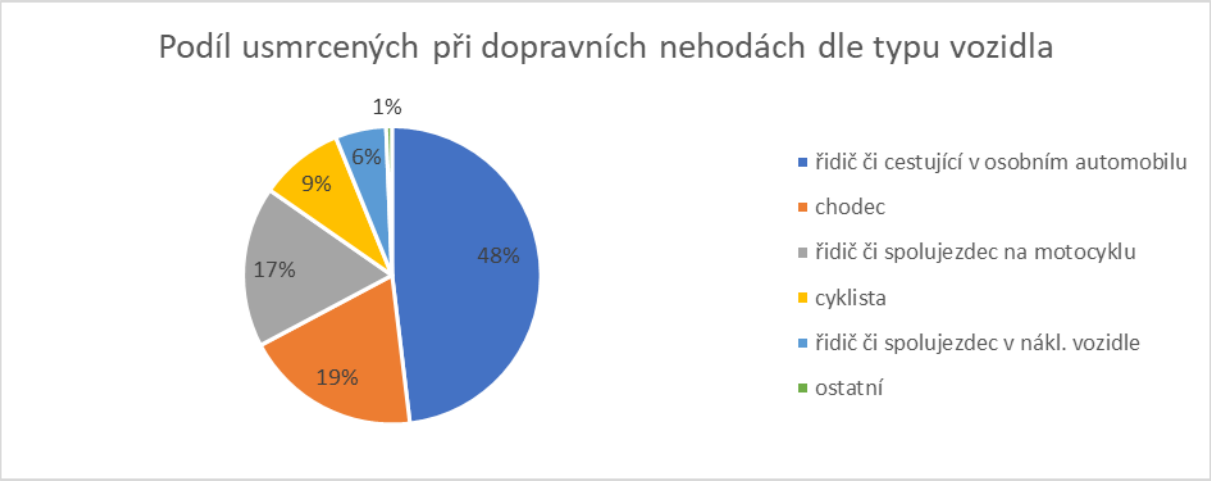
4.2.2 Posun k nízkoemisní mobilitě

Běžné bateriové elektromobily se bezpečností významně neliší od vozů odpovídající třídy vybavených spalovacím motorem. Jediným jednoznačně negativním faktorem z hlediska bezpečnosti je horší následek nehody pro kolizního partnera, protože jsou kvůli akumulátorům typicky těžší (např. pohotovostní hmotnost Škody Citigo 1.0 MPI je 929 kg, zatímco pohotovostní hmotnost elektrické Škody Citigo iV je 1235 kg). Na druhou stranu, umístění akumulátorů BEV do podlahy posouvá těžiště níže vůči konvenčním vozům, což zvyšuje stabilitu a tím aktivní bezpečnost, manévrovatelnost a schopnost se blížící nehodě vyhnout. Obavy z požární bezpečnosti elektromobilů se také příliš nenaplňují, elektromobily hoří poměrně vzácně, pokud už ale k poškození battery packu a požáru dojde, je těžko hasitelný.

Problémem, který spojuje všechna lehká vozidla, je nízká pasivní bezpečnost. Ta je nevyhnutelným faktorem lehkého vozidla, a proto je snaha alespoň kompenzovat tento problém infrastrukturou (více oddělená od konvenčních automobilů), obecným snižováním rychlosti v obytných oblastech, což je přínosné i pro bezpečnost chodců a nasazováním bezpečnostních systémů do vozidel, která jsou např. autonomně schopná zastavit před cyklistou.

4.2.3 Bezpečnostní problémy spojené s aktivní mobilitou

Chodci tvoří dlouhodobě zhruba pětinový podíl na usmrcených účastnících dopravy. Podíl jejich zavinění je relativně nízký, přibližně 15 procent. U cyklistů je tato hodnota vyšší, pohybuje se kolem 50 %, důvodem samozřejmě je, že na rozdíl od pěších mnoho cyklistů zemře v důsledku nehody, kde jsou jediní účastníci. Podíl usmrcených v ČR v roce 2021 dle typu vozidla ukazuje Graf 7.



Graf 7 Podíl usmrcených při dopravních nehodách dle typu vozidla, ČR 2021 [1]

V roce 2021 oproti roku 2020 nejvíce stoupl počet usmrcených v kategorii chodec (+9) a v kategorii motocyklista (+21). Do kategorie aktivní mobility tak spadá cca třetina všech úmrtí na silnicích. Malý podíl mají zatím prostředky sdílené mobility jako jsou např. elektrokoloběžky, přestože jsou obecně považovány za nebezpečné – vzhledem k nízké rychlosti do 25 km/h ale při nehodě jen vzácně dojde ke smrtelným zraněním.

4.3 Vize budoucího stavu v roce 2030

4.3.1 Silniční doprava – infrastruktura

Největší vliv na bezpečnost motorové silniční dopravy předpokládáme ve vývoji a stavbě infrastruktury. Vozidla dosáhla z hlediska pasivní bezpečnosti a ochrany posádky velmi vysoké úrovně. Zvýšení bezpečnosti při zachování stejného dopravního výkonu přinese rozšíření dálniční sítě a rekonstrukce komunikací, včetně úpravy nebezpečných křižovatek (v oblasti snížení počtu nebezpečných křižovatek už došlo k významnému zlepšení v letech 2010–2020) a více obchvatů obcí přinese snížení ekologické zátěže, ale i nehod s účastí chodců. Infrastruktura v roce 2030 bude inteligentnější, více propojená a schopná dynamického řízení a reakce na neočekávatelné situace.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 2019/1936, která mění směrnici 2008/96/ES o řízení bezpečnosti silniční infrastruktury, přináší změny v inspekcích a bezpečnostních auditech silnic nejen v síti TEN-T, i s ohledem na potřeby zranitelných účastníků silničního

provozu, dále se zaměřením na posouzení interakce mezi různými technologie asistovaného řízení a infrastrukturou [11].

Do roku 2030 bude ve větších městech zvýšena úroveň cyklistické infrastruktury, zároveň nikoli nutně na úkor prostoru pro IAD. Stavebně technická řešení infrastruktury v západní Evropě, kde je násobně vyšší podíl cyklistické dopravy na dopravním výkonu (desítky procent, některá města v Nizozemsku i výrazně přes 50 %, v Praze necelé 1 %) přitom nespoléhá na cyklo-pruhy na okrajích silnic, ale na komplexní systém dopravní sítě ve městě nezávislé (a oddělené) od silniční sítě. Kromě zvýšení bezpečnosti je oddělení infrastruktury méně stresující i pro řidiče, cyklisté navíc nemusejí dýchat zplodiny z aut. Typické bude také zavedení velkých území s maximální dovolenou rychlostí 30 km/h a přednostmi zprava. To opět při správném urbanistickém řešení nemusí přinášet nižší cestovní rychlost a kapacitu pro IAD, ale vyžaduje řešení území jako celků – za pozitivní příklad může být dán pražský Karlín. Na většině území čtvrti platí zóna 30, původně kapacitní Sokolovská už je prakticky pouze pro MHD a místní dopravu a většina silniční dopravy je svedena na kapacitní Rohanské nábřeží. Zachování sběrných komunikací s maximální rychlostí 50 (výjimečně až 70) km/h je nezbytné pro zachování kapacity a zároveň tyto širší a rychlejší komunikace přirozeně odvádějí tranzitní provoz ze zklidněných obytných čtvrtí – i v tom je možné se inspirovat např. v Amsterdamu či Helsinkách.

4.3.2 Silniční doprava – autonomní řízení, asistenční systémy a rozhraní

V roce 2030 budou nové vozy vybaveny asistenty minimálně úrovně 2, úroveň 3 bude dostupná v určitých provozních situacích, např. jízda na dálnici či v koloně. Bude pokračovat už nyní patrný posun k řidiči jako operátorovi. Podmínkou pro bezpečné nasazení asistentů řízení je vhodně navržené uživatelské rozhraní vozidel. Obecně lze předpokládat, že bude analogické k současným dotykovým displejům, pouze bude pokrývat větší plochu a bude více uživatelsky přívětivé. Zároveň systémy samotné budou spolehlivější (což je zároveň funkční podmínka pro autonomní řízení třetí úrovně).

Některé z autonomních systémů vyžadují pro svůj provoz mapu infrastruktury ve vysokém rozlišení – prakticky jde o 3D podklady s přesností v řádu milimetrů, které popisují infrastrukturu. V současnosti probíhají v ČR návrhy, jak takovou infrastrukturu vytvářet a udržovat a kdo by ji měl poskytovat. První systém, který na tyto mapy spoléhá svou funkčností, je Ultra Cruise od General Motors (nahrazuje současný Super Cruise), který využívá kombinaci senzorů a HD modelu infrastruktury pro autonomní řízení úrovně 2 na vybraných silnicích. Zajímavý je fakt, že GM nespoléhá s aktualizacemi infrastruktury na poskytovatele HD map (třetí stranu), ale mapy průběžně aktualizují sama vozidla, která využívají Super Cruise, pokud zaznamenají lokální změnu infrastruktury [12].

4.3.3 Silniční doprava – povinné bezpečnostní systémy

Vozidla jsou v posledních 15 letech postupně vybavována různými asistenčními systémy, které jsou postupně podmínkou homologace a schválení pro provoz. První takový systém byl protismykový systém při brzdění ABS, později elektronická stabilizace ESP, dále eCall, inteligentní asistent rychlosti a lane assist. Do roku 2030 lze očekávat povinné autonomní brzdění před překážkou, detekci chodců a cyklistů, varování před objekty ve slepém úhlu zpětných zrcátek a nepřekročitelný asistent rychlosti (omezovač maximální rychlosti).

V některých zemí EU je už dnes za specifických podmínek povinný alkoholový zámek startování, typicky u řidičů, kteří byli přistiženi při řízení pod vlivem alkoholu.

4.3.4 Lidský faktor – řidiči, cyklisté, chodci

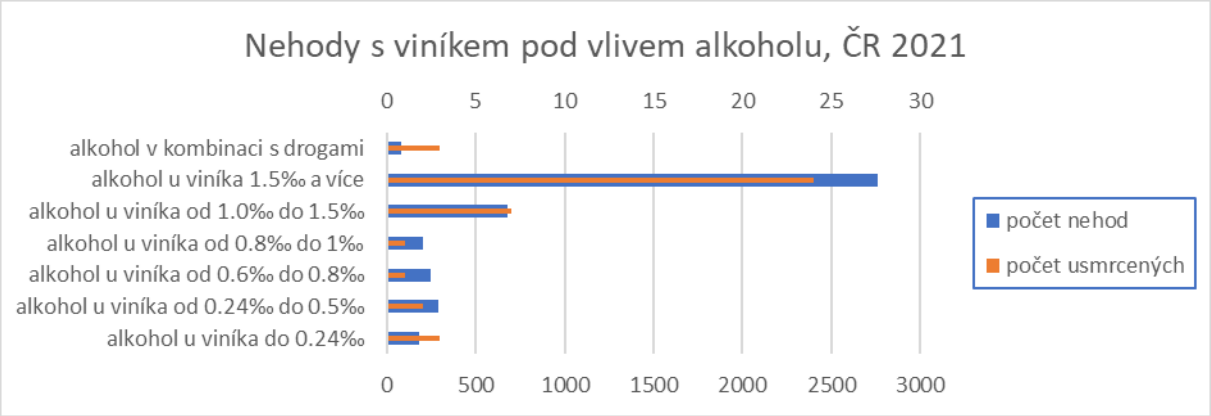
4.3.4.1 Nepozornost, chyby

„Řidič se plně nevěnoval řízení vozidla“ je nejčastější příčinou dopravní nehody. Ztráta pozornosti, resp. chyba při řízení způsobená neadekvátní reakcí či absencí reakce je velmi složitý problém, který má řadu různých (i nesouvisejících) příčin. Ty mohou být jak fyziologického charakteru (únava, fyzické vyčerpání až po nestabilní hladinu glukózy v krvi), tak s psychologickým pozadím – stres, kognitivní přetížení, emocionální nestabilita, otupělost z repetitivních úkonů; některé důvody nepozornosti jsou podmíněny ovládacím rozhraním vozidla (neintuitivní řízení, dotykové obrazovky vyžadující pozornost), další jsou pak jednoznačně způsobené nezodpovědností a vědomým porušováním dopravních předpisů, typicky jde o používání mobilního telefonu při řízení.

Asistenční systémy mohou eliminovat značnou část nehod způsobených krátkodobou nepozorností, typicky jde o systémy autonomního brzdění v koloně či upozornění na vozidlo v mrtvém úhlu zpětných zrcátek. Současná rozhraní vozidel na bázi velkých dotykových displejů by měla být spojena s automatickými bezpečnostními asistenty jako je lane assist, protože ovládání displeje neúměrně zatěžuje vizuální pozornost řidiče, tyto systémy budou v roce 2030 standardním vybavením vozidel. Lze očekávat pokles absolutního počtu nehod z nepozornosti, právě díky rozšíření asistentů řízení.

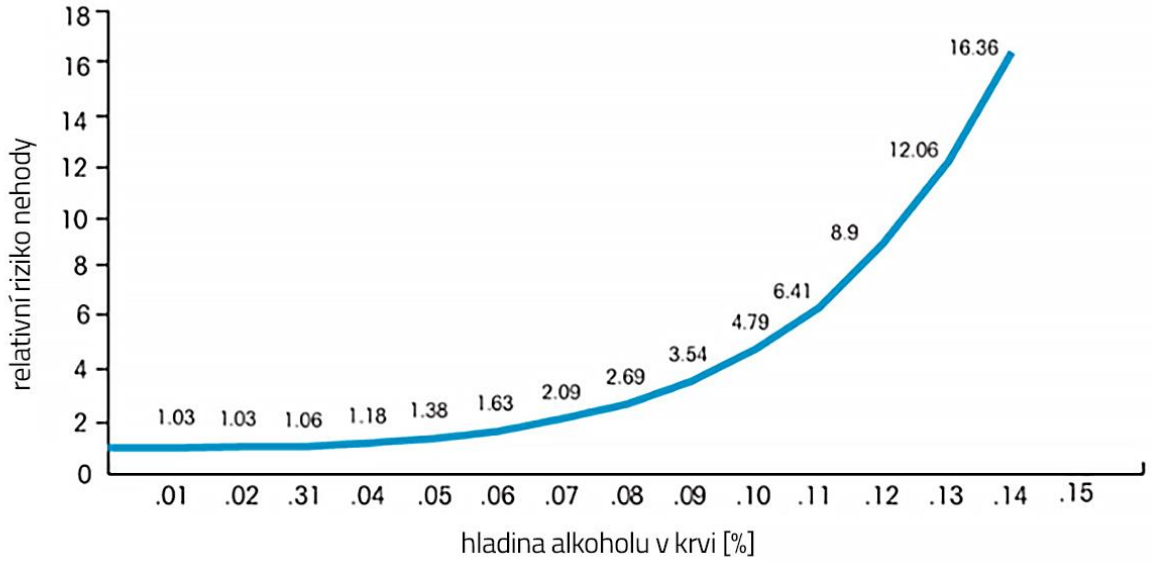
4.3.4.2 Řízení pod vlivem alkoholu

ETSC považuje obecně za nedostatečně vymáhání předpisů, resp. sledování jejich dodržování, argumentují zejména jízdou pod vlivem alkoholu (řidiči považují za extrémně nepravděpodobné, že jim bude měřen alkohol v krvi) a nepoužíváním bezpečnostních pásů; uvádí např. že zatímco v Německu používá pásy 99 % spolujezdců na zadních sedadlech, v Itálii pouze 11 % [13]. V České republice jsou obě tyto oblasti poměrně dodržované, údaje CDV uvádí, že v roce 2021 se nepoutali pásem v průměru 3,5 % řidičů, 6.1 % spolujezdců vpředu a 12 % spolujezdců na zadních sedadlech; orientační měření alkoholu v krvi je součástí prakticky každé kontroly PČR. Přesto bylo v roce 2021 u 4452 nehod v ČR zjištěn alkohol u viníka dopravní nehody [1] (tzn. přibližně u 4,5 % ze všech nehod, Graf 8).



Graf 8 Nehody s viníkem pod vlivem alkoholu, ČR 2021 [1]

Zároveň je na statistice jasně patrné, jak se stoupající hladinou alkoholu v krvi exponenciálně stoupá riziko způsobení dopravní nehody, což odpovídá vědeckému poznání Graf 9 – většina řidičů se „zbytkovým“ alkoholem pod 0,5 promile pravděpodobně dojede do cíle bez nehody, a proto jsou mimo statistiky, zatímco u 1,5+ promile je šance nehody mnohonásobně vyšší (a zároveň mají tito řidiči na svědomí většinu obětí nehod způsobených pod vlivem alkoholu).



Graf 9 Vliv hladiny alkoholu v krvi řidiče na pravděpodobnost nehody [15]

V některých zemích EU se (v malé škále a testovacím provozu) nasazují alkoholové zámky řízení – typicky u řidičů, kteří byli přistiženi při řízení pod vlivem alkoholu. Kvůli malému rozšíření je zatím cena těchto zámků řádově v tisících EUR/vozidlo, takže nejsou prakticky uplatnitelné sériově, ale jejich cena by významně klesala s počtem kusů. V některých dokumentech EK se uvažuje o plošném nasazení ve specifických případech, např. u autobusů

či nákladních vozidel, kde se předpokládá řízení profesionálním řidičem a potenciální ohrožení okolí je ještě větší než u osobního auta.

4.3.4.3 Prevence nehod (vozidla a infrastruktura)

Jak je patrné z předchozích kapitol, cestou ke snížení počtu a zejména následků nehod je jejich prevence a v případě nastalé nehody minimalizace dopadů. K určitému počtu dopravních nehod nevyhnutelně bude docházet, ale jejich následky by měly mít charakter pouze materiálních škod a maximálně lehkých zranění. Cestou k tomu by měla být synergie mezi lepší bezpečností vozidel, infrastruktury a zodpovědnějším chováním uživatelů. Můžeme očekávat různé automatické bezpečnostní systémy, jako omezovače rychlosti s *geofencingem* (vyhrazenými oblastmi s maximální rychlostí/výkonem), infrastruktura by měla být lépe přizpůsobená aktivní mobilitě, zejména cyklistice a lehkým individuálním vozidlům. Na různé možnosti upozorňuje ETSC, např. v tiskové zprávě *Urgent action needed to tackle deaths of pedestrians and cyclists* [16]. Další inspiraci, jak bude vypadat mobilita budoucnosti, představuje koncept motocyklu BMW CE 02 a AMBY, což jsou elektrické stroje kombinující lehký motocykl s geofencingem omezeným režimem „elektrokola“ s maximální rychlostí 25 km/h (Obrázek 24). Možnosti bezpečnější mobility a urbanistických řešení diskutuje a představuje dokument *EUROPE ON THE MOVE – Sustainable Mobility for Europe: safe, connected and clean* [7].

Obrázek 24 BMW CE 02 [17]

4.4 Nástin zaměření a obsahu hlavních výzkumných témat

4.4.1 Téma 1: Inkluzivní infrastruktura v intravilánu

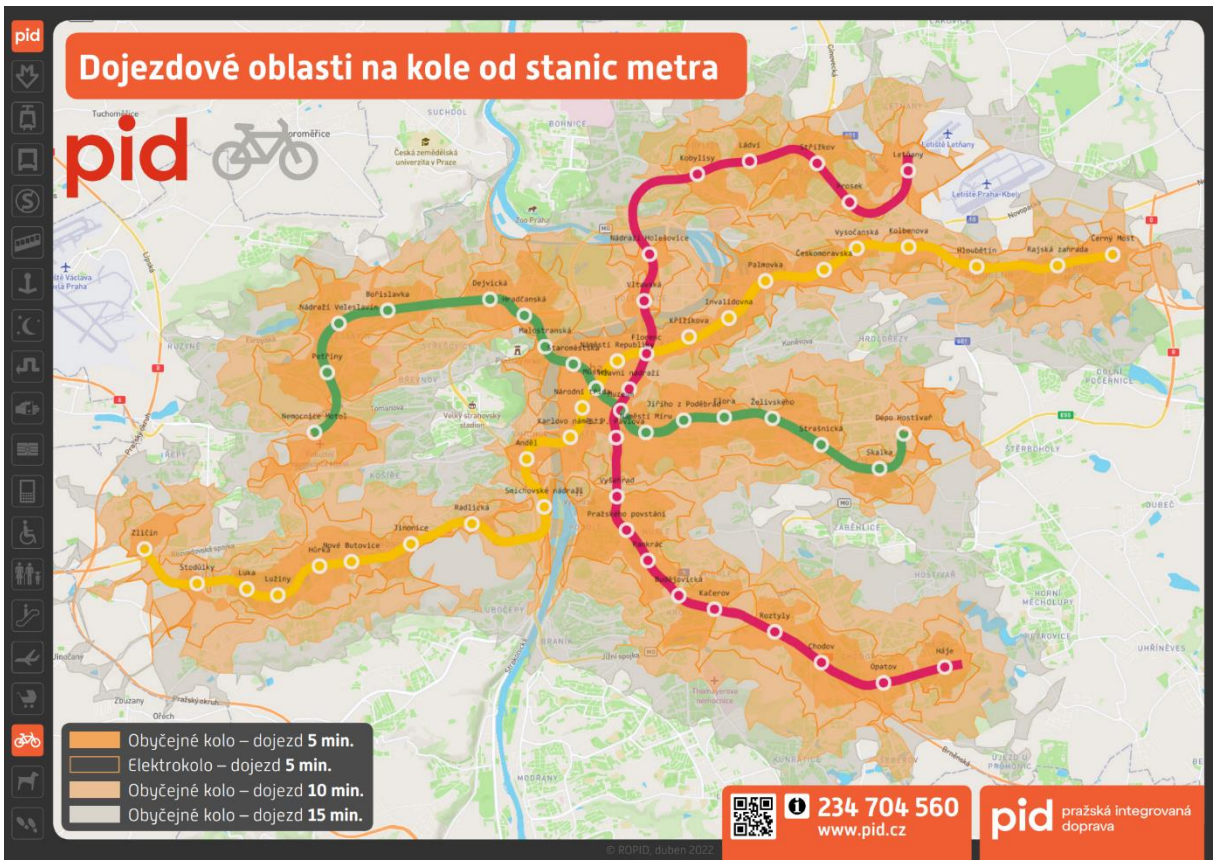
4.4.1.1 Zaměření a cíle

Podpora bezpečné aktivní mobility ve městech EU je jedním z hlavních cílů relevantních dokumentů. Základní dokument *The New EU Urban Mobility Framework* [18] zmiňuje i bezpečnostní aspekty aktivní mobility – nutnost kvalitní (a oddělené) infrastruktury, inkluzivity pro lidi se sníženými možnostmi mobility. V souvislosti s Vizí nula by měly pokračovat různé programy a kampaně zaměřené na informovanost a dodržování bezpečného chování, finanční podpora EU by měla být podmíněna tím, že projekty jsou v souladu se „*safe system*“ přístupy. Zároveň je jako nejbezpečnější systém dopravy ve městech zmíněna MHD, což je v souladu se současnými statistikami nehodovosti, a zároveň je nerealistické přepokládat, že by bylo možné vůbec dosáhnout stejné relativní bezpečnosti např. cyklistické dopravy vůči MHD. Vyšší nebezpečnost těchto aktivních způsobů mobility, včetně rizika zranění, by ale mělo být vyváženo statisticky měřitelným pozitivním efektem na zdraví způsobených pohybem a aktivním životním stylem.

Aspekty týkající se sdílené mikromobility jsou kvalitně a detailně zpracovány např. v dokumentu *Integration of Shared Mobility Approaches in Sustainable Urban Mobility Planning* [19]. Dokument popisuje například různé byznys modely i principy sdílených vozidel, od koloběžek, přes kola, po automobily, a různé mechanismy vracení (stanice, volné bezstanicové systémy) a jejich výhody a rizika. Dále řeší sdílení jízd a (defacto) taxislužby, včetně jejich integrace do systémů MHD, a také nákladní (zejména last-mile) dopravu. Dlouhodobým cílem je nejen posun od individuální automobilové mobility k dopravě, která je prostorově efektivnější a emisně čistší – individuální a sdílená mikro-mobilita může při správném využití tvořit komfortní, rychlou a dostupnou alternativu (či kombinaci) individuální mobilitě i MHD, což obecně zvyšuje odolnost dopravního systému jako celku, jako příklad lze uvést pokles využití MHD, a naopak výrazný nárůst individuální cyklistické mobility v době pandemie COVID.

4.4.1.2 Stručný popis tématu

V českém prostředí je třeba se dále zaměřovat na urbanistická a technická řešení cyklistické dopravy, zejména ve stavbě páteřních tras, které jsou oddělené od silnic (nejen ve formě cyklo-pruhů). Přestože je *modal split* (dělba přepravní práce nebo také podíl dopravních výkonů – volba dopravního prostředku) cyklistiky nízký, má potenciál rozvoje, zejména jako last-mile dopravního prostředku. Příkladem by mohla být integrace sdílených kol do pražského systému Lítačka, kdy bylo po pilotním provozu rozhodnuto o dlouhodobé opatření ve formě dvou cest na sdílených kolech do 15 minut zdarma denně pro držitele kuponu MHD (nebo 5 minut na elektrokole) [20]. V současnosti probíhá výběrové řízení na poskytovatele služby, podmínkou je mj. nabídnout kola u 90 % stanic metra, což dále podpoří využití pro last-mile ve více okrajových oblastech města (Obrázek 25).



Obrázek 25 Dojezdové oblasti na kole od stanic metra [21]

Bezpečnost využití last-mile cyklistické dopravy je podobný problém jako bezpečnost cyklistické dopravy ve městech obecně a bude důležité sledovat, jak se změní statistiky nehodovost v souvislosti se zavedením této možnosti dopravy. Statistiky využití vypůjčení kola na Lítačku ukázaly, že by o tuto nabídku měl být velký zájem [20].

4.4.2 Téma 2: Asistenční systémy, autonomní řízení, rozhraní a nepozornost

4.4.2.1 Zaměření a cíle

V souvislosti s posunem ve způsobu ovládání vozidel, který je popsán v kapitolách 4.2.1, 4.3.1 a 4.3.2 bude průběžně docházet k potřebě vzdělávat i neprofesionální řidiče automobilů. Dokud nedojde k automatizaci úrovně 4 a více dle SAE, bude lidský faktor stále zásadní pro bezpečnost dopravy, a znalost správného ovládání asistenčních systémů bude nutnost srovnatelná se schopností využívat znamení o změně směru jízdy. Mimo vzdělávání je dalším tématem sledování kvality rozhraní vozidel, jejich ergonomie a sledování rizik spojených s jejich využitím, včetně např. nutnosti informovat uživatele (řidiče) o jejich omezeních a limitech. Špatně navržená rozhraní se projevují typicky neúměrným odebíráním pozornosti řidiče. Ztráta pozornosti je hlavní příčinou dopravních nehod, a přestože ze statistik není možné zjistit, jaký podíl nehod způsobilo špatně navržené/nepřehledné rozhraní, ze zkušeností z výzkumů půjde pravděpodobně řádově minimálně o jednotky procent a více, což představuje stovky dopravních nehod. Nepozornost je obecným dlouhodobým problémem,

který je víc diskutován v kapitole 4.3.4.1. Dalším rozměrem problému je využívání mobilních telefonů jako asistence (např. pro navigaci), což může být provedeno relativně bezpečně (telefon v zorném poli, ale nezakrývající nic důležitého, přehledné a jednoznačné vedení např. s hlasovými příkazy) i zcela nebezpečně (telefon zakrývající zorné pole výhledu ven, chaotická a chybující navigace, která zcela odebírá pozornost). Využití mobilního telefonu navíc může svádět k dalším (ilegálním) způsobům využití. Navíc, ze systematického přístupu k bezpečnosti není vyhovujícím řešením ilegalizace specifického použití (ta už je zavedena), ale snaha o to, aby řidič vozidlo, asistenty a další nástroje využíval přirozeně bezpečným způsobem, což je jeden z hlavních požadavků na ergonomii.

4.4.2.2 Stručný popis tématu

Projekty v této oblasti by se měly věnovat dvěma základním oblastem:

- Rozhraní vozidel a asistenčních systémů: jejich posouzení, optimalizace, zhodnocení z pohledu lidského faktoru.

- Informovanost, výuka, osvěta: proč řidiči chybují? Jaké znalosti by jim pomohly? Jaké jsou důvody selhání, jaká je motivace pro správné chování?

Jednou z (nutných) možností v příštím desetiletí může být požadavek na základní výuku asistenčních systémů (včetně jejich limitů) i v autoškolách. Součástí výcviku může být např. využívání vozidlových simulátorů, které různé chybové stavy a limity umí trénovat v bezpečných podmínkách.

V neposlední řadě je třeba sledovat dodržování předpisů, zejména v momentě, kdy se ve statistikách nehodovosti začnou projevovat jako příčina asistenční systémy a špatné využívání mobilních telefonů. V případě osvětových kampaní je třeba průběžně vyhodnocovat dopady, v dubnu 2022 byl např. ve vědeckém časopise Science publikován kvalitně zpracovaný výzkum, který prokázal negativní vliv na nehodovost v případě, že byli v daném úseku silnice řidiči upozorněni na počet obětí dopravních nehod v daném místě [22].

4.4.3 Téma 3: Infrastruktura, asistenty řízení a autonomní vozidla

4.4.3.1 Zaměření a cíle

Jedním ze základních pojmů pro bezpečnost dopravy je tzv. „safe system“. Safe system předpokládá přístup k dopravě jako systému, kde, přestože je snaha o maximální omezení dopravních excesů a nehod, určitá míra nehodovosti je nevyhnutelná. V tom případě je třeba navrhovat systém tak, aby nehody, které se stanou, nevedly k těžkým zraněním či úmrtí. Detailněji se těmito přístupy zabývají dokumenty *Next steps towards ‘Vision Zero’: EU road safety policy framework 2021-2030* [8] a *Valletská deklarace* [23].

Infrastruktury se týká i nutnost průběžné kontroly a údržby, které byly mediálně zviditelněny přibližně před pěti lety sérií katastrofických selhání mostních konstrukcí v Itálii, ale i v ČR (Trojská lávka). I v současnosti jsou na území ČR v havarijním stavu tisíce mostů, další významné stavby potřebují stálý monitoring, např. Prackovická estakáda z důvodu pohybů podloží.

4.4.3.2 Stručný popis tématu

Návrh a stav infrastruktury by měla odpovídat *safe system* přístupu. Prakticky jsou elementy *safe system* dlouhodobě součástí rekonstruovaných komunikací – např. jde o principy „odpouštějící infrastruktury“ – silnice je přehledná, intuitivní, bez zrádných úseků, v případě míst, kde hrozí riziko střetu (např. křižovatky) je snížena rychlost, popř. v případě možnosti je zde umístěn např. kruhový objezd, který přirozeně snižuje rychlost dopravního proudu na úroveň, kdy náraz nezpůsobuje život ohrožující zranění. V případě dálnic a rychlostních komunikací jsou součástí pasivní bezpečnosti svodidla a bloky pohlcující náraz, např. u sjezdů či mostních pilířů a dalších pevných překážek.

Zejména pro autonomní vozidla bude nezbytnou podmínkou přehledná a udržovaná infrastruktura, včetně vodorovného dopravního značení. Už v současnosti je patrné, při využívání asistenčních systémů založených na videodetekci, že některé úseky silnic jsou v nedostatečném stavu, kdy systémy selhávají a v horším případě mají tendenci vést vůz do protisměru/ven ze silnice. Asistenční systémy a systémy autonomního řízení by také měly být tématy výzkumných projektů, které monitorují bezpečnost vozidel. Tyto projekty bude vhodné sledovat ze dvou směrů, jedním z nich je spolehlivost a funkčnost samotných systémů řízení, druhým z nich rozhraní vůči řidiči.

4.4.3.3 Zaměření a cíle

Určitou renesanci, která bude dále posílena rostoucími cenami energií, zažívají miniaturní automobily o parametrech, které byly běžné při boomu miniaturních vozidel v 50.–60. letech 20. století; to znamená kapacitu 1-4 osoby, hmotnost okolo 500 kg, výkon do 20 kW a maximální rychlost do 90 km/h. Jednoznačnými výhodami těchto vozidel je cena, malé rozměry, které umožňují bezproblémové parkování ve městech a zejména poloviční až třetinová spotřeba energie ve srovnání s běžným automobilem. Nevýhodou je naopak jednoznačně pasivní bezpečnost, kterou limitují jak malé rozměry (nedostatečné deformační zóny), tak požadavek na nízkou hmotnost a lehkou konstrukci.

Obrázek 26 Citroen Ami, městský elektromobil pro dvě osoby [24]

4.4.3.4 Stručný popis tématu

Tyto malé elektromobily jsou z pohledu homologace čtyřkolky, na které se logicky vztahují mnohem nižší požadavky na bezpečnost než u běžných automobilů. V ČR jde zatím o marginální až exotický způsob dopravy, ale s jejich rozšířením bude třeba sledovat nehodovost, následky a příčiny nehod, a případně navrhovat příslušná opatření. K tomuto typu vozidel byly provedeny nárazové zkoušky EuroNCAP jen při dvou kampaních v letech 2014 a 2016, a výsledky byly neuspokojivé. U většiny vozidel byla pravděpodobná smrtelná zranění už při rychlosti 50 km/h [25][26].

Podobné problémy se týkají i elektrokol – sice poskytují možnost rychlejší a méně namáhavé dopravy, ale zároveň je na nich snazší dosáhnout rychlosti, ve které je vyšší pravděpodobnost vážných zranění. V Nizozemsku bylo v loňském roce 80 z 207 usmrcených cyklistů jezdci na elektrokolech [9]. Podle výzkumu ve Finsku je ještě horší situace u jezdců na elektrokoloběžkách [27], jejichž nehodovost je také složitě statisticky sledovatelná. Výzkumné oblasti v tomto tématu jsou tedy zejména sledování vývoje následků nehod těchto specifických typů vozidel, sledování trendů a situací ve kterých k nehodám dochází, výzkum přístupů a metod pro minimalizaci následků nehod, výzkum související s možnostmi úpravy infrastruktury pro inkluzi miniaturních vozidel, pokud by došlo k jejich organickému rozšíření.

4.4.4 Téma 5: Infrastruktura, kyberbezpečnost

4.4.4.1 Zaměření a cíle

Část nových vozidel a celé infrastrukturní celky spoléhají pro svoji korektní funkci na propojenost, sdílení dat a komunikaci. Do budoucna s rozšiřováním konceptů komunikace *vehicle-to-vehicle* a *vehicle-to-infrastructure*, které např. umožní interakci mezi vozidlem a světelně řízenou křižovatkou, bude kybernetická bezpečnost stále větším problémem. Další součástí je zajišťování bezpečnosti (a správnosti) průběžných aktualizací softwaru v automobilech. Výzkumná témata by měla být zaměřena zejména na *fail-safe* design a ověřování celých systémů (vozidel a součástí infrastruktury), na bezpečnost komunikačních protokolů a API. Pozornost by měla být věnována snaze o využívání open source řešení, která mají známý kód/vnitřní strukturu a jsou díky tomu snáze auditovatelná.

4.4.4.2 Stručný popis tématu

Problémem kyberbezpečnosti v dopravě se zabývá i program *Europe on the Move* [28]. Přestože je to technicky možné, zatím nedochází k masivním kybernetickým útokům na vozidla, ani infrastrukturu. To je na jednu stranu pozitivní, ale zároveň neexistují precedenty, jak v takovém případě postupovat, a řada různých vektorů útoku je pravděpodobně neznámá. Je jen otázka času, kdy bude dopravní infrastruktura vystavena podobným (latentním) útokům jako počítačové sítě a běžná zařízení, jako počítače a mobilní telefony. Řada běžných síťových zařízení je cílem stovek automatizovaných útoků denně, a bylo by naivní předpokládat, že ve chvíli, kdy se skupině útočníků útok na vozidla či infrastrukturu vyplatí, neprovedou ho, např. s cílem získat výkupné.

4.5 Závěr kapitoly

V této kapitole byla shrnuta data o nehodovosti, analyzovány různé faktory, které mají na bezpečnost silniční dopravy vliv, a zhodnoceny různé trendy, které budou mít dopad na nehodovost v následujících letech. Byly také navrženy tematické skupiny pro výzkumné a vědecké projekty. Jako největší téma mobility příštích let vnímáme posun k aktivní mobilitě (a stoupající počty zraněných v souvislosti s cyklistickou a nízkoenergetickou mobilitou) a změnu paradigmatu řízení v souvislosti s asistenčními a autonomními systémy (pravděpodobně snižující počet dopravních nehod způsobených řidiči automobilů). Jako rizikovou oblast s těžko rozpoznatelnými dopadem vnímáme kyberbezpečnost telematických systémů a vozidel samotných.

4.6 Seznam použité literatury

[1] INFORMACE o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice v roce 2021. Policie ČR. Dostupný z www: https://www.policie.cz/soubor/informace-o-nehodovosti-prosinec-2021-docx-pdf.aspx

[2] Ročenka nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice v roce 2020. Policie ČR. Dostupný z www: https://www.policie.cz/soubor/rocenka-nehodovosti-2020-pdf.aspx

[3] Ročenka nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice v roce 2019. Policie ČR. Dostupný z www: https://www.policie.cz/soubor/rocenka-nehodovosti-2019-pdf.aspx

[4] Pedestrian crash avoidance systems cut crashes — but not in the dark. IIHS, 2022. Dostupný z www: https://www.iihs.org/news/detail/pedestrian-crash-avoidance-systems-cut-crashes--but-not-in-the-dark

[5] Road safety in the EU: fatalities in 2021 remain well below pre-pandemic level. EK, 2022. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_2012

[6] Nehodovost v roce 2017 dle typu komunikací. Observatoř bezpečnost silničního provozu. Dostupný z www: https://www.czrso.cz/clanek/nehodovost-v-roce-2017-dle-druhu-komunikaci/?id=1710

[7] Annex to the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Europe on the Move – Sustainable Mobility for Europe: safe, connected and clean. EK, 2018. Dostupný z www: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar%3A0e8b694e-59b5-11e8-ab41-01aa75ed71a1.0003.02/DOC_2&format=PDF

[8] European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, Next steps towards 'Vision Zero': EU road safety policy framework 2021-2030, Publications Office, 2020. Dostupný z www: https://data.europa.eu/doi/10.2832/391271

[9] Fewer road traffic deaths in 2021. In: CBS, 2022. Dostupný z www: https://www.cbs.nl/en-gb/news/2022/15/fewer-road-traffic-deaths-in-2021

[10] ISO/TR 21959-1 - Silniční vozidla – Výkon a stav člověka v kontextu automatizované jízdy: Část 1 -Společné základní koncepce, 2020. Dostupný z www: https://www.standardland.cz/iso-tr-21959-1/t2213?appgroups=12-98-101&sources=10

[11] Směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 2019/1936. Dostupný z www: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L1936&from=EN

[12] GM announces door-to-door Ultra Cruise ADAS. SAE, 2021. Dostupný z www: https://www.sae.org/news/2021/10/gm-announces-door-to-door-ultra-cruise-adas-system

[13] Enforcement of rules on drink-driving and mobile phone use at the wheel decreases in majority of European countries. ETSC, 2022. Dostupný z www: https://etsc.eu/enforcement-of-rules-on-drink-driving-and-mobile-phone-use-at-the-wheel-decreases-in-majority-of-european-countries/

[14] Mapa NUB. CDV, 2022. Dostupný z www: https://www.czrso.cz/nub/post/map

[15] Robert Voas, James C Fell: Preventing Impaired Driving Opportunities and Problems. 2021.

[16] Urgent action needed to tackle deaths of pedestrians and cyclists. ETSC, 2020. Dostupný z www: https://etsc.eu/urgent-action-needed-to-tackle-deaths-of-pedestrians-and-cyclists/

[17] BMW Motorrad Concept CE 02. Studie, BMW, 2021. Dostupný z www: https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0341092EN/bmw-motorrad-concept-ce-02?language=en

[18] The New EU Urban Mobility Framework: Communication from The Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. EK, 2021. Dostupný z www: https://transport.ec.europa.eu/system/files/2021-12/com_2021_811_the-new-eu-urban-mobility.pdf

[19] Integration of Shared Mobility Approaches in Sustainable Urban Mobility Planning. EK, Directorate-General for Mobility and Transport, 2019. Dostupný z www: https://www.eltis.org/sites/default/files/integration_of_shared_mobility_approaches_in_sumps.pdf

[20] Sdílená kola jako trvalá součást MHD. Praha po zkušebním provozu vypíše soutěž na jejich provozovatele. In: zdopravy.cz, 2022. Dostupný z www: https://zdopravy.cz/praha-vypise-soutez-na-zajisteni-sdilenych-kol-v-ramci-litacky-snizi-pocet-vypujcek-111597/

[21] Dojezdové oblasti na kole od stanic metra. PID, 2022. Dostupný z www: https://pid.cz/wp-content/uploads/2022/04/TZ-22_010_bikesharing-0.pdf

[22] HALL J., MADSEN J. Can behavioral interventions be too salient? Evidence from traffic safety messages. In: Science, 4/2022, doi: 10.1126/science.abm3427. Dostupný z www: https://www.science.org/doi/10.1126/science.abm3427

[23] Outcome of Proceedings: Council conclusions on road safety - endorsing the Valletta Declaration of March 2017. Dostupný z www: http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-9994-2017-INIT/en/pdf

[24] Citroen Ami review. In: Top Gear, 2020. Dostupný z www: https://www.topgear.com/car-reviews/citroen/ami

[25] 2014 Safety of Quadricycles. Euro NCAP, 2014. Dostupný z www: https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/safety-campaigns/2014-quadricycles-tests/

[26] 2016 Quadricycles' Tests. Euro NCAP, 2016. Dostupný z www: https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/safety-campaigns/2016-quadricycles-tests/

[27] Finnish researchers say e-scooter riders more likely to be injured than pedestrians, cyclists and motorcycle riders. ETSC, 2022. Dostupný z www: https://etsc.eu/finnish-researchers-say-e-scooter-riders-more-likely-to-be-injured-than-pedestrians-cyclists-and-motorcycle-riders/

[28] Europe on the Move: Commission completes its agenda for safe, clean and connected mobility. Tisková zpráva, EK, 2018. Dostupný z www: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_18_3708

5. Oblast alternativní pohonné hmoty pro silniční dopravu

5.1 Úvod

Alternativní paliva pro silniční dopravu jsou jednou z více možností, jak zajistit splnění programu snižování emisí uhlíku ve smyslu Pařížské dohody (úmluvy) z roku 2015 a dalších zásadních programů k ozelenění planety. 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 a technickými evropskými normami.

Alternativní pohonné hmoty pro silniční dopravu jsou účinným způsobem zajištění splnění programu Green Deal. Hlavními zásadními technologickými opatřeními jsou: náhrada uhlíkatých paliv energií neobnovitelného původu (uhlí, ropa a zemní plyn) obnovitelnými zdroji energie jako je sluneční záření, energie vody a větru a paliva vyrobená na bázi nepotravinářské biomasy a odpadní komunální biomasy a snižování emisí oxidu uhličitého v energetice a dopravě s postupným přechodem na nízko a bezuhlíkové technologie výroby a spotřeby energie jako je například „zelený vodík“ a syntetická uhlovodíková paliva. Program je výrazem Ekologické civilizace a udržitelného rozvoje společnosti.

ČR směrnici a další akt EU o podpoře využívání energie z OZE 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.

Zákon č. 382/2022Sb. nabyl účinnosti dnem 1. ledna 2022. Jedná se o zákon, který stanoví pravidla pro rozvoj a regulaci podporovaných zdrojů energie pro topení, chlazení a dopravu do roku 2030. Zákon má stěžejní význam pro dosažení uhlíkové neutrality.

Zákon transformuje do české legislativy Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/1999 ze dne 11. prosince 2018 o správě energetické unie a opatření v oblasti klimatu, kterým se mění nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 663/2009 a směrnice Evropského parlamentu a Rady 94/22/ES, 98/70/ES, 2009/31/ES, 2009/73/ES, 2010/31/EU, 2012/27/EU a 2013/30/EU, směrnice Rady 2009/119/ES a (EU) 2015/652 a zrušuje nařízení Evropského parlamentu a některých dalších ustanovení zákona o podporovaných zdrojích energie (vyhláška o technickoekonomických parametrech. Rady (EU) č. 525/2013, v platném znění a mění směrnici Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 ze dne 11. prosince 2018 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů.

Administrátorem zákona je Ministerstvo průmyslu a obchodu. Zákon dále vyhlašuje podmínky pro obsah, kontrolu a využívání Integrovaného vnitrostátního plánu v oblasti energií a klimatu.

K zákonu byl vydán prováděcí předpis formou Vyhlášky č.79/2022 Sb. o technickoekonomických parametrech pro stanovení referenčních cena zelených bonusů a k provedení.

Hlavní obsah a změny zákona č.382/2022Sb. jsou tyto:

a) Zákon mění tyto zákony:

Zákon o podporovaných zdrojích energie

Zákon o podporovaných zdrojích energie (zákon č.310/2013Sb.)

Zákon o hospodaření energií

Energetický zákon

Zákon o pohonných hmotách. Zákon mění a doplňuje povinnost dodavatelům prodávat alternativní paliva pro silniční vozidla.

Zákon o ochraně ovzduší. Zákon mění a doplňuje definice pohonných hmot, biopaliv a pokročilých paliv a povinnost dodavatelům zajistit minimální množství pokročilých paliv za rok a povinnost zajistit minimální množství paliv z OZE za rok.

b) Hlavní změny v oblasti dopravy

b1) definuje biometan vyrobený z bioplynu jako vyspělé plynné palivo pro silniční vozidla

b2) definuje elektřinu vyrobenou prostřednictvím OZE pro pohon vozidel

b3) stanoví podmínky pro poskytnutí Zeleného bonusu jako podpory uplatnění výroby a distribuce biometanu a elektřiny z OZE pro dopravu

b4) definuje pravidla zdrojů pro jejich zpracování na OZE

b5) stanoví povinnost mít osvědčení o původu. Stanoví povinnosti výrobců a dodavatelů BNG a elektřiny z OZE odběratelům

b6) určuje mít licenci na výrobu a distribuci BNG a elektřiny z OZE

b7) stanoví podmínky pro uznávání záruk původu

c) Povinnosti dodavatelů zákazníkům BNG a elektřiny z OZE.

BNG musí být dodáván do distribuční sítě CNG a BNG a na plnicí a čerpací stanice a to alespoň 0,5 % energie z CNG a BNG z celkové spotřeby v dopravě od 1.1.2023, 2 % od 1.1.2025 a od 1.1.2030 40 %.

Elektřina z OZE - alespoň 9 % elektrické energie z celkové spotřeby v dopravě od 1.1.2023 a 11 % a od 1.1.2030.

5.2 Hlavní problémy výzkumu a vývoje

Výzkumná a vývojová základna v ČR, která má významné personální a věcné vybavení k řešení problematiky výroby a distribuce energie původem z OZE je lokalizována v těchto organizacích:

- Vysoká škola chemicko-technologická v Praze
- ORLEN UniCre, a.s.
- Univerzita Karlova.

Minoritní VaV činnost v různých dílčích tématech jako je vývoj a racionalizace výroby vyspělých alternativních paliv provádějí další organizace jako je Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta zemědělská a technologická Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Mendelova univerzita v Brně, Technická univerzita v Liberci a VŠB-Technická univerzita Ostrava, jejich činnost však není centrálně koordinována.

Sběrem dat a anotační činností technickoekonomických dat se zabývají profesní zájmová sdružení, svazy, platformy a asociace jako jsou: CZ Biom, SCHP ČR, ČAPPO, Česká vodíková asociace a další.

Hodnocení silných a slabých stránek výzkumu a vývoje výroby energie z OZE, vývoje legislativy a hodnocení výsledků do roku 2022.

Silné stránky:

Jasná legislativa

Velký soubor technologií s různým stupněm komerčního využití

Ekonomická podpora EU a členských zemí

Politická a společenská podpora korporátních společnosti

Pochopení a přístup korporací k programu.

Slabé stánky:

Nerovnoměrné výsledky dosažených cílů programu zemí **E**U

Negativní postoje některých třetích zemí k programu

Nerovnoměrný technický vývoj a společenské poměry zemí a uvědomění občanů

Rozdílná ekonomická podpora

Malá progresivita výsledků

Nedostatečné personální vybavení a materiálová základna

Nedostatečná restrikce podpory fosilních zdrojů

Malá ekonomická podpora bankovních institucí pro vývoj a výrobu energie z OZE.

Podle plánu bylo uložené 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 g CO2/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. Uznané suroviny 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. Jedná se o tato témata:

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 do roku 2050. Jednotlivá opatření bude EK s členskými zeměmi diskutovat a je legitimní otázkou jaký nakonec bude dosažen kompromis.

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.

Konkrétní stav VaV řešených témat z pohledu ČR.

Biometan: Technologický vývoj výroby BNG z bioplynu anaerobního původu a jeho čištění je prakticky ukončen. Existuje řad technologií patentového původu. Optimální technologií je

membránová filtrace. Z pohledu vývoje nových technologií nejsou třeba žádná opatření. Výběr technologií bude odvislý od požadavků investora.

HVO: Existuje řada technologií na bázi rostlinných olejů, UCO, živočišných olejů apod. Výběr technologií je odvislý od zadání investora, dostupnosti surovinových zdrojů a přiznání zeleného bonusu.

Vodík: Nepředpokládá se do roku 2030 vlastní vývoj komerční výroby nebo racionalizace stávajících technologií zeleného vodíku. Bude upřednostňován dovoz.

Elektřina z OZE: Velmi široká škála zdrojů a surovin včetně větru, slunce a vody. Očekává se velmi rychlý rozvoj budování fotovoltaických elektráren.

Syntetická uhlovodíková paliva: V ČR se vzhledem na náročnost procesu nepředpokládá vlastní vývoj technologií.

Závěr k VaV alternativních paliv pro silniční dopravu ČR.

Nepředpokládá se vlastní základní výzkum. Prioritou vlastní VaV základny zůstane podíl na spolupráci a řešení dílčích problému ve spolupráci s nadnárodními korporátními institucemi.

Hlavním problémem VaV je nedostatečné vybavení finančními zdroji a prostředky a nevyvinuté personální zázemí.

5.3 Vize budoucího stavu v roce 2030

Na celém světě vzrůstá stále silněji snaha řešit nepříznivý trend vývoje klimatu na Zemi vyvolaný čerpáním zdrojů jako důsledek růstu počtu obyvatel, udržitelného růstu 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 udržitelnou Evropu). Jedná se o investiční projekt s rozpočtem ve výši 1 bilion eur vynaložených během deseti let. Tento investiční pilíř má tři hlavní cíle:

- Dosažení čistých nulových emisí skleníkových plynů
- Oddělení nového technickoekonomického růstu od stávajících zdrojů (především neobnovitelných)
- Realizace spravedlivého inkluzivního zeleného přechodu energetických technologií všech zemí.

Tato opatření mají zajistit ekologickou civilizaci a udržitelný rozvoj.

V oboru alternativních paliv pro silniční dopravu je již vize budoucího stavu bez uhlíkových technologií v ČR definována zákonem č.382/2021 Sb., kterým se mění zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony.

Vize budoucího stavu v roce 2030 popisuje cesty k dosažení těchto cílů. Představuje tato opatření:

- Úplné odstranění využití neobnovitelných zdrojů k výrobě energie a náhrada obnovitelnými zdroji energie jako je slunce, vítr, voda a biomasa
- Využití nepotravinářské biomasy a odpadů pro výrobu energie
- Recyklace biologického komunálního odpadu na využitelnou energii pro výrobu tepla, chlazení a dopravu.

To v oblasti alternativních pohonných hmot pro silniční dopravu představuje realizovat tato základní strukturální opatření:

- Elektromobilitu prostřednictvím výroby elektřiny pomocí fotovoltaických elektráren
- Výrobu biometanu z bioplynu prostřednictvím stávajících bioplynových stanic.
- Distribuci zeleného vodíku pro dopravu
- Vybudování infrastruktury plnicích a dobíjecích stanic pro automobily
- Rekonstrukce bioplynových stanic na výrobu biometanu
- Vybudování fotovoltaických elektráren na budovách a ve vhodném terénu
- Vybudování komerční kapacity pro výrobu HVO z UCO.

Analýza strukturálních opatření v oblasti alternativních pohonných hmot pro silniční dopravu:

a) Fotovoltaika.

Příklad fotovoltaického panelu o 144 článcích moderní konstrukce: použitá technologie HALF-CELL (elektrický výkon poskytuje i za šera), výkon 410 W, odolnost proti extrémnímu počasí (zátěž sněhu 5400 Pa a 2400 Pa poryvy větru) a použití technologie ANTI-PID, která zamezuje degradaci křemíku ve článcích.

b) Rekonstrukce bioplynových stanic na výrobu biometanu. Doplnění čištění bioplynu na kvalitu biometanu. Stav k 31.3.2022 Aktuální počet bioplynových stanic je 590 a stanic na výrobu BNG dvě.

Roční výroba bioplynu cca 1,5 mld m3/2021, odhad pro rok 2030 cca 2,3 mld.m3.

Předpokládaný stav k 31.12.2030: Rekonstrukce bioplynových stanic na výrobu biometanu, počet bioplynových stanic cca 680 a BNG 500 pozic.

c) Distribuce zeleného vodíku pro dopravu.

d) Infrastruktura čerpacích stanic, plnicích stanic pro CNG, BNG a vodík a dobíjecích míst k 31.3.2022

Veřejné čerpací stanice celkem 3978

Pouze stanice LPG 531

Pouze plnicí stanice CNG/LNG 198

Dobíjecí místa celkem 944 (dle MPO)

e) Předpokládaná infrastruktura čerpacích stanic, plnicích stanic a dobíjecích míst k 31.12.2030

Veřejné čerpací stanice celkem 4000

Plnicí stanice pro (CNG a BNG) celkem 650

Dobíjecí místa celkem všech typů a provedení 9500

f) Umístění fotovoltaiky na budovách a ve vhodném terénu

Podle zveřejněné studie UK Praha lze přitom jen výrobu v solárních elektrárnách zvýšit na pětinásobek, a to výstavbou zhruba 19 tisíc solárních elektráren.

g) Vybudování kapacity pro výrobu HVO z UCO.

- Rekonstrukce hydrogenačních komor v UNIPETROL RPA

- Rekonstrukce hydrogenačních komor v a.s. PARAMO UNIPETROL RPA.

5.4 Nástin zaměření a obsahu hlavních výzkumných témat

Hlavní výzkumná témata pro uplatnění vyspělých silničních paliv do roku 2030 jsou tato:

- elektromobilita

- výroba a distribuce biometanu

- výroba a distribuce vodíku pro pohon vozidel.

Tato témata jsou obsažena v zákonu 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.

Témata jsou doplněna o projekt uplatnění vysokokoncentrovaných směsí biopaliv a fosilních paliv a výroby a distribuce hydrogenovaných rostlinných olejů podle současné provozní technologie.

Popsaná témata navržená jsou určena k realizaci do roku 2030. Na jejich výběru a definici se dohodla státní správa, výzkumné a vývojové organizace, korporátní organizace a profesní organizace petrolejářského a plynárenského průmyslu a distribučních firem a výrobců alternativních paliv na bázi obnovitelných zdrojů energie, ČEZ a Česká vodíková platforma. V rámci zákona č. 382/2021Sb. je definována ekonomická podpora státem.

5.4.1 Elektromobilita

Výzkumná témata zpracovala pracovní skupina elektromobilita.

5.4.2 Výroba a distribuce biometanu

5.4.2.1 Zaměření a cíle

Zákonem č.382/021Sb. je stanoven cíl minimálního podílu biometanu z OZE na celkové spotřebě energií v dopravě na: 0,5 % od 1.1.2023, 2,0 % od 1.1.2025 a 40 % od 1.1.2030. Povinnost je určena dodavatelům biometanu. Biometan bude přednostně vyráběn na rekonstruovaných bioplynových stanicích z bioplynu anaerobního původu.

Biometan bude dodávána výrobci do středotlaké centrální sítě CNG a budou stanovena pravidla jejich zápočtu jednotlivých výrobců. Podpora bude možná na základě Zeleného bonusu.

Součástí projektu bude dobudovat infrastrukturu plnicích míst pro automobily jako součást čerpacích a plnicích stanic.

5.4.2.2 Stručný popis tématu

Výroba a distribuce se předpokládá v těchto technologických krocích:

- Výroba bioplynu vyrobeného anaerobním kvašením z biomasy a biologického odpadu na současných bioplynových stanicích
- Čištění vyrobeného bioplynu. Nejvhodněji technologie je membránová filtrace (odstranění vody, CO2, čpavku a sirovodíku) na biometan v kvalitě ČSN 65 6514
- Vtláčení biometanu do středotlakého rozvodu CNG a transport prostřednictvím plynovodů k plnicím místům.

BNG je vhodný pro pohon osobních a dodávkových vozidel a městských autobusových linek hromadné dopravy.

5.4.3 Výroba a distribuce vodíku pro pohon vozidel

Výroba a distribuce vodíku je řešena Vodíkovou strategií ČR zpracovanou Ministerstvem průmyslu a obchodu. Ta obsahuje principy podpory, výroby, komplexního využití, dopravy a skladování vodíku. Konkrétní detailní realizaci zpracovala Česká vodíková technologická platforma.

5.4.4 Rozvoj výroby směsí fosilních paliv a biopaliv I. generace

5.4.4.1 Zaměření a cíle

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.

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 %. hydrogenované rostlinné oleje pro pohon.

5.4.4.2 Stručný popis tématu

Technologie mísení biopaliv I. generace s fosilními silničními palivy (automobilovými benziny a naftou) je komerčně zvládnuta a vyzkoušena od roku 2007. Principem komerční výroby je mísení ropných komponent s biosložkou na mísícím zařízení. Technologická zařízení mají potřebnou kapacitu v rozsahu 0 až 30% obsahu biosložky.

Technologie výroby hydrogenovaných rostlinných olejů (HVO) je komerčně zvládnuta. Produkt nabízí například společnost francouzská společnost TOTAL, rakouská ÖMV a finská NESTE. Princip technologie výroby spočívá v katalytické (katalyzátor Pt nebo Mo apod.) hydrogenaci rostlinných nebo živočišných olejů, a to buď samostatně nebo ve směsi s plynovými nebo středními ropnými oleji za tlaku cca 20 až 30 kbar a teploty cca 250 až 350 stupňů Celsia. V případě hydrogenace ve směsi lze výhodně hydrogenovat směs s obsahem 0 až 30 % objemových. V tomto případě se jedná o tzv. co-procesing. HVO má lepší ekologické a zejména motorkářské vlastnosti než motorová nafta a FAME/MEŘO jako je vyšší cetanoné číslo, nízký obsah aromátů, praktický nulový obsah síry, vysokou oxidační stabilitu a vyšší výhřevnost. Má však nižší mazivost, což se v praxi řeší přídavkem mazivostních přísad. HVO lze používat přímo jako palivo pro vznětové motory nebo ve směsi s motorovou naftou.

Kvalita a sortiment těchto směsných paliv je stanovena evropskými technickými normami. Kontrola kvality prostřednictvím ČOI je bezproblémová.

Automobilové benziny s obsahem biosložky líh a další paliva) vozidel, lehkých nákladních vozidel, kamionů a autobusů vybavených zážehovým spalovacím motorem.

Motorová nafta s obsahem biosložky (FAME/MEŘO) a HVO jsou vhodná paliva pro pohon osobních vozidel, těžkých nákladních vozidel, kamionů, autobusů a těžkých stavebních strojů vybavených vznětovým spalovacím motorem.

CNG je vhodným palivem pro osobní a malé dodávkové vozy a autobusy s omezeným dojezdem.

LNG je vhodným palivem pro nákladní vozy a kamiony.

Témata jsou v souladu s názory České asociace petrolejářského průmyslu a obchodu, Českého plynárenského svazu, CZ Biom, České technologické platformy pro užití biosložek v dopravě a chemickém průmyslu a České vodíkové technologické platformy.

5.5 Závěr kapitoly

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 15 %. 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.

Problematiku výroby, distribuce a užití alternativních pohonných hmot lze shrnou 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 vyžádá investice ve výši cca 500 mld. Kč.

V závěru roku 2021 došlo v důsledku dopadů pandemie nemoci Covid-19 k růstu energetického a materiálového nedostatku základních komodit, k růstu politicko - bezpečnostního rizika a inflace. Začátkem roku 2022 se zvýšily světové ceny ropy až na historická maxima (cca 120 až 130 USD/bbl a zemního plynu až na 7,8 MMBtu/m3.) To mělo vliv na cenu nejen pohonných hmot, ale dalších průmyslových a zemědělských komodit a dokonce k jejich nedostatku na trhu. V důsledku ruské agrese v únoru 2022 na Ukrajinu došlo k dalšímu zhoršení situace. To má velké a dlouhodobé nepříznivé ekonomické dopady na ČR, evropské země a vyspělé ekonomiky světa. Dopady se především projeví v dalším růstu světových cen fosilních paliv (ropy a plynu), nedostatku a odklonění finančních zdrojů určených pro ekologický rozvoj a dekarbonizaci a omezení ekonomického a sociálního růstu. To se promítne do konkrétních témat zelených technologií, která budou utlumena na řadu let nebo budou zrušena.

Vláda ČR v březnu 2022 oznámila vedle sankčních ekonomických opatření vůči Ruské federaci další konkrétní kroky pro řešení krize a opatření pro řešení růstu cen silničních paliv, které budou mít závažný negativní dopad na splnění cílů snížení emisí skleníkových plynů do atmosféry a náhrady fosilní energie pro výrobu tepla a chlazení a alternativních paliv pro dopravu. Zásadním opatřením je zrušení přimíchávání biopaliv I. generace jako je FAME a MEŘO do standardních fosilních silničních paliv jako je motorová nafta, přičemž přídavek bioetanolu a jeho derivátu do benzinu zůstane zachován. K posílení ekonomické stability byl schválen návrh na snížení spotřební daně za silniční paliva a zrušena silniční daň. Opatření v dubnu 2022 schválila Poslanecká sněmovna Parlamentu České republiky.

Popsaná situace se promítne nejen do ekonomické situace, politicko-společenského klimatu, ale i do splnění opatření programu Green Deal. Zejména dojde k těmto dopadům:

- ČR nesplní cíl náhrady fosilní energií z OZE v dopravě a snížení emisí skleníkových plynů s možnými sankcemi ze strany EK

- Povinné osoby (firmy) ze zákona zodpovědné za používání biosložek v silničních palivech budu významně zatíženy sankcí, která bude v řadě firem likvidační

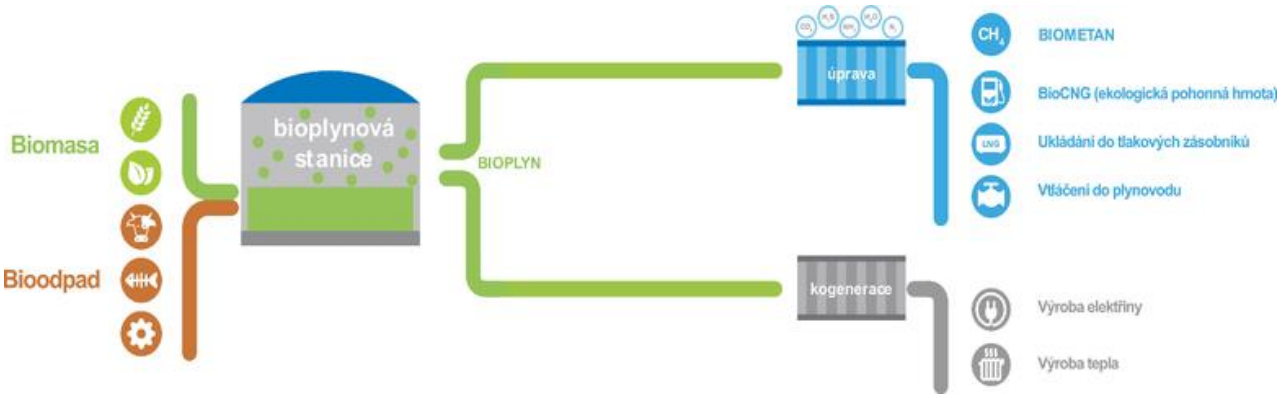
- Dojde k zmaření investic na vybudování mísících zařízení biopaliv do fosilních paliv

- Bude zastaven ekonomický růst hospodářství a zavádění ekologických opatření.

Kumulace uvedených dopadů zvýší katastrofické dopady na klima na planetě, z nichž pak nebude (nebo velmi obtížná) cesta zpět.

Obrázek 27 Příklad nové výrobny BNG - Rapotín

Společnost Energy Financial Group A.S. (EFG) vyrábí v obci Rapotín biometan čili zemní plyn z biologicky rozložitelných odpadů. Jedná se o první projekt tohoto druhu v Česku, při němž je biometan dodáván přímo do plynové distribuční sítě. Zařízení proměňuje biologický odpad na energie a palivo.



Obrázek 28 Výroba biometanu

Výroba biometanu probíhá, jak pro kogenerační výrobu elektřiny a tepla u výrobce biometanu, tak u perspektivních spotřebitelů, které nabízejí výrobu BNG pro pohon silničních vozidel.

5.6 Seznam použité literatury

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2014/94/EU ze dne 22. 10. 2014 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 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

Nařízení 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, 2020 a 2021

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 Ciahotný, 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 Powertrains 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

Cestovní mapa modernizace silniční dopravy 3. etapa. Návrh řešení a způsobů implementace Cestovní mapy modernizace silniční dopravy pro oblast alternativních paliv pro silniční dopravu, listopad 2021

Vodíková strategie ČR, MPO červenec 2021

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

Národní výzkumná a inovační strategie pro inteligentní specializaci ČR 2021 – 2027, (RS 31), MPO 2021

Zpráva o aktualizaci a stavu Evidence čerpacích stanic pohonných hmot v ČR k 3.1.2022, MPO, 01/2022

Vyhláška č.79/2022 Sb. o technicko-ekonomických parametrech pro stanovení referenčních cena zelených bonusů a k provedení některých dalších ustanovení zákona o podporovaných zdrojích energie (vyhláška o technicko-ekonomických parametrech

6. Silniční doprava a životní prostředí

6.1 Úvod

Cílem této aktualizace je popis současného stavu a nástin obsahu a zaměření hlavních výzkumných témat.

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 citovaném dokumentu 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 Hlavní problémy výzkumu a vývoje

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 cyklodopravu 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. Aktivity 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 Vize budoucího stavu v roce 2030

Pokud chce Česká republika v dopravě nadále zůstat na špici technologického pokroku, je nutné, aby zaměřila a podpořila své výzkumné aktivity v klíčových otázkách např. snížení emisí uhlíku, jejichž zdrojem je doprava zvýšením účinnosti leteckých a automobilových motorů nebo na přechodu 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 doprava využívající družicových systémů pro určování polohy v dopravě.

6.4 Nástin zaměření a obsahu hlavních výzkumných témat

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.

6.4.1 Téma 1: Udržitelná mobilita v citlivých oblastech/ chráněných územích

6.4.1.1 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 řídce 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

6.4.1.2 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 přemisťování 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.

6.4.2 Téma 2: Návrhy metodik pro snížení negativních vlivů dopravy

6.4.2.1 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 infrastruktuře.

- 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.

6.4.2.2 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 měřící 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 produkovaných 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 redukují 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 obsahů 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.

Aktivity 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.)

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

6.4.3.1 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 NOx, VOC a PM 2,5 ze sektoru silniční dopravy obnovou vozového parku ČR a zvýšením podílu alternativních pohonů.

6.4.3.2 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 modem 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 modů 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.

6.5 Závěr kapitoly

Materiál obsahuje nástin témat pokrývající problematiku vlivu dopravy na životní prostředí, a to jak z pohledu možného znečištění jednotlivých složek životního prostředí, tak ve vztahu k udržitelnosti zdrojů energie využívaných v dopravním sektoru a dalších negativních faktorů ovlivňujících životní prostředí jako celek a kvalitu života (fragmentace, hluk). 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

I když se elektromobilita začala v dopravě prosazovat již v 18. století a prakticky vše kromě vysokokapacitních baterií bylo objeveno v 19. století, začala se prosazovat teprve po roce 2010 z důvodu stavby továren na lithiové baterie a tlaku na snižování emisí. Stalo se tak díky vedlejším technickým inovacím ve výrobě lithiových článků, výkonových polovodičů a počítačovému řízení pohonů. Inovační odvaha nových automobilek a problémy s dosahováním klesajících emisních limitů otevřely investice i do výzkumných oblastí.

V roce 2022 se objevily další důvody pro elektromobilitu, zejména nedostatek a růst ceny plynu a ropy kvůli probíhající válce na Ukrajině.

7.2 Hlavní problémy výzkumu a vývoje

Hlavním směrem elektromobilního výzkumu je energetická kapacita akumulátorů na jednotku hmotnosti. Na začátku 21. století, když se začaly prosazovat hybridní pohony, byl ústředním tématem inovací výkon baterií. Bylo nutné vyvinout a efektivně vyrábět relativně malou baterii, například 3 kWh, která měla mít dostatek výkonu pro akceleraci a pohyb vozidla, například výkonem 40 kW. V současné době, kdy existuje tlak na maximální elektrický dojezd bez využití fosilního spalování, je již baterie dostatečně velká na to, aby poskytla výkon 100 kW až 500 kW bez speciálních úprav. To znamená, že výzkum se již nesoustředí hlavně na výkon, ale na kapacitu k uložení elektrické energie.

V oblasti elektromotorů inovace probíhají, ale nedochází k zásadním technologickým skokům. V podstatě se stále využívají asynchronní i synchronní elektromotory s permanentními magnety. Motory jsou vodou chlazené z důvodů snížení hluku a vysokootáčkové z důvodů snížení hmotnosti. Budoucí inovace spočívají ve tvaru rotoru, integrované pevné převodovce a snižování elektrických i mechanických ztrát. Směry výzkumu elektromotorů pro silniční vozidla budou spočítat především ve skokovém zvýšení trakčního napětí elektromobilů z 400 V na 900 V a s tím spojené inovace nutné pro zvýšení izolačního odporu a bezpečnosti. Posledním viditelným pokrokem v oblasti elektromotorů je synchronní motor představený společností Tesla, který používá natočení magnetů, které je bližší reluktančním elektromotorům. Ukázalo se, že nový tvar magnetického pole snižuje ztráty a je efektivnější v nejčastějších jízdních režimech. Dlouhodobá měření ukazují snížení průměrné spotřebu až o 18 %. To umožňuje vyšší dojezd elektromobilu prakticky 600 km na 100 kWh akumulátor.

Inovace probíhají v oblasti polovodičů a řízení výkonu elektromotoru pomocí frekvenčních měničů. Kvalita vektorového řízení elektromotoru, jeho spolehlivost, nízké ztráty energie, schopnosti autotuningu – vyladění parametrů podle parametrů zátěže a také zvýšení napětí z 400V na 900 V jsou hlavní trendy vývoje frekvenčních měničů. Možné budoucí směry rozvoje u obousměrných frekvenčních měničů v elektromobilech umožní využívání měniče i

jako výkonné třífázové AC nabíječky, ale také pro přifázování na napájecí síť a dodávku energie zpět do běžné sítě, tedy do domácnosti či společnosti nebo pro ostrovní provoz.

Budoucí očekávané inovace související s bateriemi zasáhnou i systémy pro řízení baterií BMS. Ty se nyní přizpůsobují vyššímu napětí, ale také individuálně sledují články, vyhodnocují jejich elektrický stav, teplotu, vnitřní odpor i stáří a podle toho optimalizují nabíjení a jízdu. Budoucí generace BMS umožní řízení teploty baterií i s ohledem na plánovaný profil trasy, požadavky výkonu i očekávané rychlé nabíjení na základě informací od navigačního systému a infotainmentu. Rozvoj inovací v oblasti BMS také bude sledovat nové technologie baterií. Například akumulátory lithium-síra mají jiný průběh napětí při nabíjení a vybíjení, mají více odlišných fází vybíjecí charakteristiky, a proto bude potřeba inovovat i v oblasti chování BMS.

Největší rozvoj je očekáván v oblasti baterií. Nové katodové materiály, náhrady lithia, pevný elektrolyt, keramické separátory a 5V články umožňují dosahovat 1,5x až 5x vyšší měrné energetické hustoty než současné akumulátory například NMC. Hlavním problémem těchto nových článků však stále je životnost daná počtem nabíjecích cyklů. S růstem kapacity akumulátoru ve vozidle však klesá potřeba vysokého počtu nabíjecích cyklů, protože pak by již životnost baterie přesáhla životnost vozidla.

Poměrně nečekaným směrem rozvoje ukládání energií, který je způsoben výzkumem v oblasti akumulátorů, je zmenšení a snížení hmotnosti LiFePO4 (zkráceně LFP). To umožnilo LFP akumulátory znovu začít používat v osobních vozidlech, nejenom v autobusech a nákladních vozech. Maximální kapacita při rozumné hmotnosti osobního vozidla je 75kWh, což omezuje dojezd na přijatelných 450 km. Toto omezení je však vyváženo nehořlavostí baterie, odolnosti vůči deformacím, a hlavně extrémní životností. Například Tesla poskytuje baterie se životností (záruka na pokles kapacity menší než 20 %) na vzdálenost milionu mil tj 1 600 000 km.

Výše uvedené očekávané inovace, které budou podpořeny výzkumem v těchto oblastech, budou podpořeny také ostatními inovacemi souvisejícími s vozidly obecně. Například online propojení 5G, nové materiály a uspořádání vozidel, autonomní řízení s automatizovaným nabíjením.

7.3 Vize budoucího stavu v roce 2030

Pokud bude pokračovat současný trend elektrifikace osobních vozidel, bude v roce 2030 v ČR jezdit 500 000 elektromobilů. Počet rychlonabíjecích míst se vyrovná s počtem čerpacích stanic, tj. bude přesahovat 4 000. Počet AC stanic pro pomalé nabíjení do 20 kW bude přesahovat 20 000 míst.

Tato vize předpokládá rozšiřování výroby elektromobilů v ČR. Tedy nejen vozidel Hyundai/Kia, ale také další továrny a typy elektromobilů Škoda v ČR. Kromě osobních vozidel bude pokračovat elektrifikace výroby autobusů a nákladních vozidel. Zatím nevyužité příležitosti elektrifikace jsou v oblasti traktorů.

Výzkumná témata budou řešit nejen ukládání elektrické energie a její efektivní využívání, ale také efektivní výrobní postupy pro baterie od zpracování lithia a dalších kovů. V roce 2030 by již měla Česká republika začít těžit lithium, a hlavně interně zpracovávat a vyrábět materiály pro výrobu akumulátorových článků.

V oblasti výzkumu by v roce 2030 už měla být zvládnuta technologie umožňující dojezd elektromobilů kolem 800 km a nabíjení rychlostí 200 km za 5 minut na úrovni napětí 900 V.

7.4 Nástin zaměření a obsahu hlavních výzkumných témat

Hlavní výzkumná témata podporující elektromobilitu jsou v oblasti výroby baterií, recyklace baterií, pohonů, nabíjení a energetice.

7.4.1 Téma 1 Energetická hustota akumulátoru

Energie uložená v bateriích je dána násobkem potenciálu čili napětí a kapacity uložení elektrických iontů uvážená v Ah/kg. Výzkum v oblasti elektrochemie tlačí obě hodnoty výše v mnoha metodách. Zvyšování napětí článků se děje změnou katodového materiálu. Dříve používané $LiFePO_4$ (LFP) baterie s nominálním napětím 3,2 V jsou nahrazovány články $LiNi_xMn_yCo_zO_2$ (NMC) s napětím 3,7 V a dále směrem k 5 V technologiím viz obrázek 29.

7.4.1.1 Zaměření a cíle

Výzkum se zaměřuje na zvyšování energetické kapacity akumulátorů. Kromě základního výzkumu, jehož výsledkem jsou již nyní velmi vysoké hustoty se výzkumná pozornost věnována i oblastem které vedou v efektivní výrobě akumulátorů.

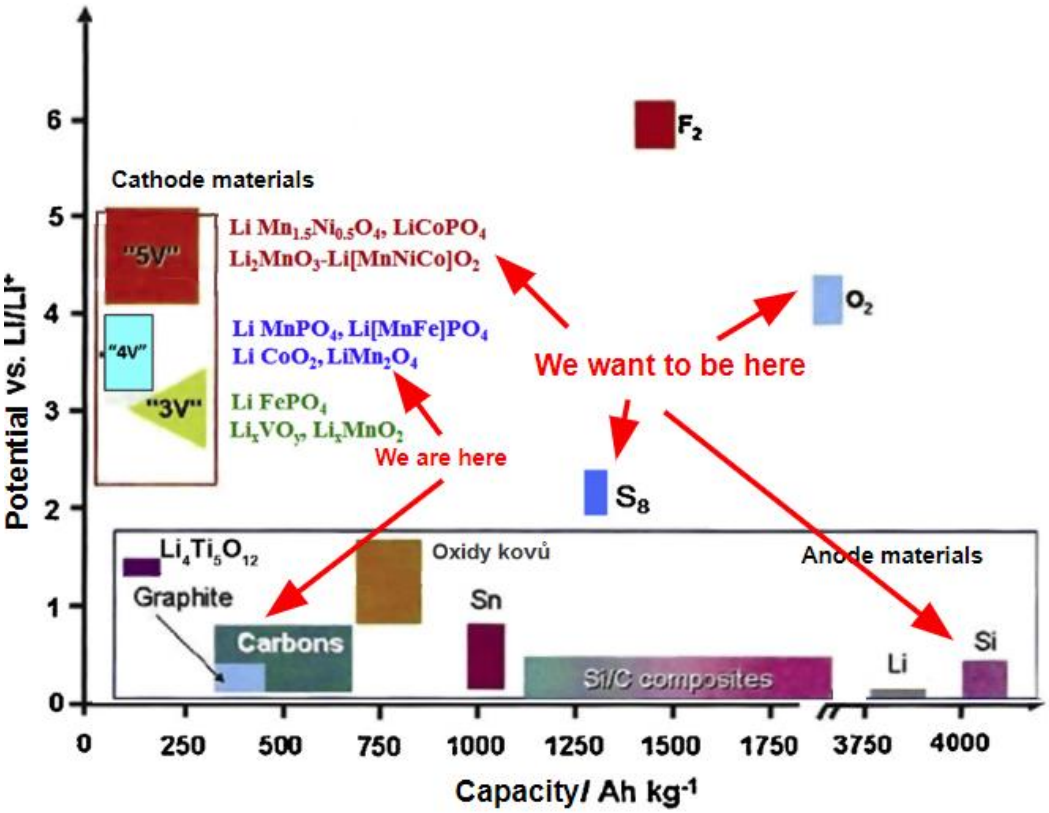
7.4.1.2 Stručný popis tématu

Hlavní vývoj v současné době probíhá postupnou optimalizací katodového materiálu NMC. Tím dochází k postupnému zvyšování obsahu niklu a snižování obsahu kobaltu a manganu, což bude mít vliv na zvýšení kapacity a současně snížení závislosti na co do zdrojů omezeném kobaltu. Touto postupnou úpravou lze dosáhnou přibližně 20% nárůstu kapacity, avšak za předpokladu, že budou odstraněny problémy spojené se snižující se životností elektrodového materiálu v závislosti na rostoucím obsahu niklu.

Další větví vývoje budou pak vysokokapacitní katodové materiály, především pak LiNi0,5Mn1,5O4 a Li-rich NMC, přičemž v případě Li-rich NMC může dojít k dalšímu zvýšení kapacity, a to přibližně o 30 %. Tento materiál je svou strukturou velmi komplikovaný v porovnání s klasickým NMC a dochází u něj k rapidnímu poklesu kapacity a není stabilní při vysokém zatížení. Tyto problémy budou muset být před nasazením do praxe také vyřešeny.

Na straně anodových materiálů dochází především k rozvoji využití křemíku jako aktivního materiálu v kombinaci s grafitem či jinou formou uhlíku. Křemík je velmi zajímavý především díky své velmi vysoké kapacitě, ale je zatížen velkými objemovými změnami během opakovaného nabíjení a vybíjení, což vede k rapidní ztrátě kapacity. Z tohoto důvodu se rozvíjí především koncept křemíko-uhlíkových kompozitů, které potlačují tyto problémy. V současnosti se v praxi začínají používat anody s přibližně 5% obsahem křemíku a do

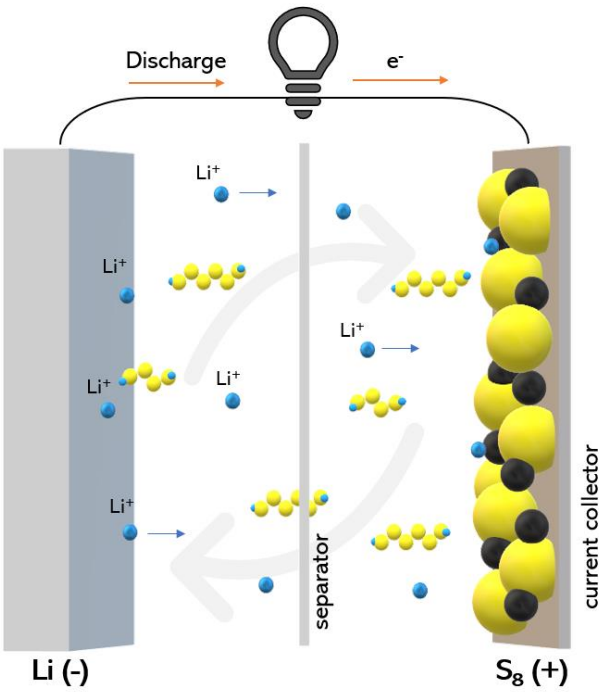
budoucna se počítá s jeho postupným růstem až k 40 či 50 %, přičemž praktické nasazení při takto vysokých koncentracích se nepředpokládá před rokem 2035.



Obrázek 29 Cíle výzkumu v oblasti akumulátorů

Odlišnou větví vývoje jsou pak akumulátory Li-S, které jako aktivní materiál na straně katody využívají levnou a dostupnou síru a jako záporná elektroda slouží kovové lithium případně křemíkovo - uhlíkový kompozit s vysokou koncentrací křemíku či čistý křemík. Tento systém může dosáhnout dvojnásobné kapacity na kg hmotnosti akumulátoru, než mají v současné době používané Li-ion akumulátory. Tento systém je zatížen řadou problémů, které musí být vyřešeny, jako je malá stabilita při cyklování, způsobená objemovou roztažností síry, malou vodivostí síry a jejím rozpouštěním do elektrolytu. Současně při využití lithia jako anody musí být vyřešeny problémy spojené s růstem dendritů, které mohou vést ke zkratu akumulátoru.

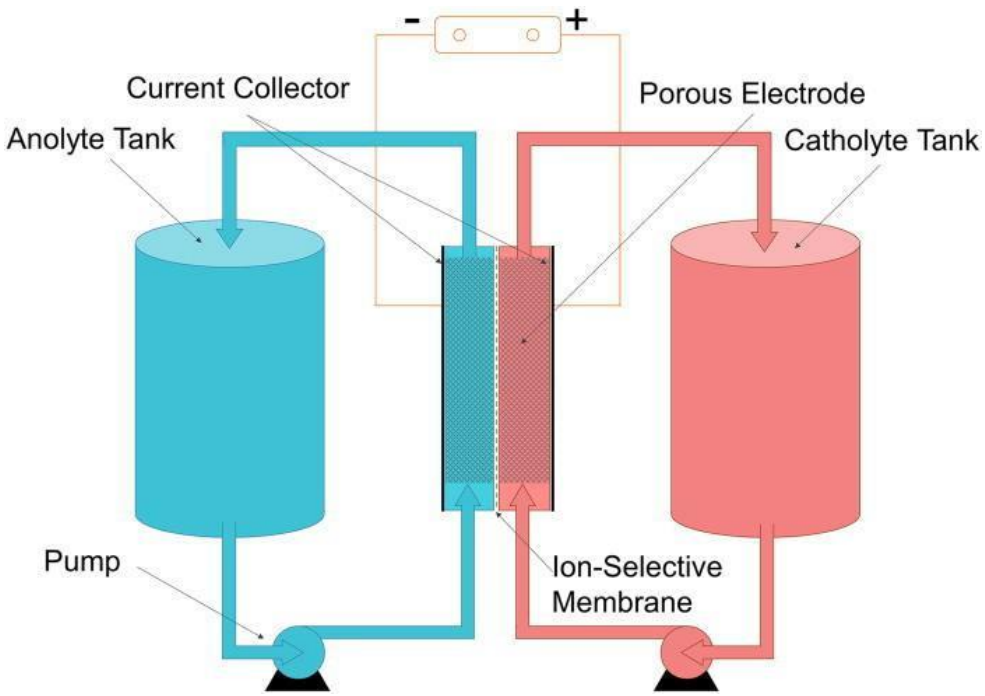
Současně se výzkum zaměřuje na vývoj pevných elektrolytů, které mohou vyřešit problémy spojené především s lithiovou anodou nebo rozpustností materiálů v tekutém elektrolytu. U těchto pevných elektrolytů musí být v budoucnu pro jejich možnou aplikaci dosaženo dostatečné vodivosti za pokojové teploty a snížení jejich tloušťky na úroveň v současnosti používaných separátorů.



Obrázek 30 Princip akumulátoru lithium-síra

Předposlední významnou oblastí vývoje, především pro stacionární aplikace, jsou akumulátory na bázi sodíku tedy Ni-ion. Hlavní výhodou je snadná dostupnost sodíku daná jeho velkým výskytem v zemské kůře. Tyto akumulátory díky své menší teoretické gravimetrické i volumetrické hustotě energie mohou sloužit především v méně náročných aplikacích a případně ve stacionárních aplikacích. Současným problémem, který musí být odstraněn, je malá cyklovatelnost v současnosti známých elektrodových materiálů.

Poslední oblastí vývoje akumulátorů jsou takzvané redox-flow akumulátory neboli průtočné akumulátory. Tyto akumulátory jsou zajímavé především díky své velmi vysoké cyklovatelnosti dosahující až deseti tisíc cyklů. Konstrukce těchto akumulátorů se od klasických liší tím, že aktivní materiály, v tomto případě anolit a katolit, jsou tekuté a uskladněné v nádržích mimo elektrody. Při jejich přečerpání přes elektrodový systém dochází k reakci a vytvoření elektrické energie, přičemž kapacita akumulátoru je dána velikostí nádrží a maximální výkon pak konfigurací elektrod. V současnosti se používají v praxi dva typy průtočných bateriových systémů, a to jsou vanadové-redoxní akumulátory a zinko-bromidové redoxní akumulátory. Nevýhoda těchto systémů je velmi malá kapacita jak na kg, tak na litr objemu akumulátoru. V porovnání s Li-ion akumulátory je kapacita na kilogram přibližně 7x menší. Proto se předpokládá jejich budoucí využití u nabíjecích stanic, nikoli přímo v osobních silničních vozidlech. Do budoucna se rozvíjí systémy založené na využití lépe dostupných materiálů, než je vanad, například organických.



Obrázek 31 Akumulátory redox flow pro nabíjecí stanice

Dosavadní vysokokapacitní baterie, které jsou produktem výzkumu v posledních letech, se však potýkají s vysokými výrobními náklady a malou cyklovatelností. Proto kromě základního výzkumu musí následovat rozsáhlý výzkum aplikovaný, který najde efektivní výrobní postupy. To však předpokládá rozsáhlou poptávku po vysokokapacitních bateriích. V současné době však mnoho výrobců investovalo do technologií Li-ion na bázi LFP, zejména pak NMC, a nemají tendenci do nových technologií investovat dříve, než se stávající investice navrátí.

Kromě základního výzkumu, který se v ČR provádí především na technických vysokých školách a Akademii věd ČR, je potřeba podpořit i vývoj vedoucí ke stavbě malých produkčních linek na akumulátorové články.

Dalším směrem vývoje, který v ČR není rozvinutý, je zpracování lithia. Ačkoli v České republice prokazatelně existují významné zásoby lithia v minerálu Cinvaldit K(Li,Fe,Al)3 (AlSi3O10) (OH,F)2 na Cínovci a v dalších lokalitách v ČR, není nijak zpracováván, ani v experimentálním měřítku. V ČR chybí kapacity pro lokální zpracování, jehož produktem by byly lithiové polotovary použitelné pro následnou produkci baterií, ideálně také v ČR.

Několik firem včetně ČEZ připravuje výrobu akumulátorových článků. Kromě průmyslových investic zde bude potřebný i aplikovaný výzkum z důvodů specifik českého lithia.

7.4.2 Téma 2 Efektivní druhý život baterií

7.4.2.1 Zaměření a cíle

S množstvím elektromobilů bude stále častěji docházet k totálním nehodám a vyřazování starých elektromobilů. Protože většiny ceny baterie tvoří materiál, je baterie na konci životnosti i po nehodě stále cenným komponentem a může sloužit jako stacionární úložiště energie, například pro fotovoltaiku.

7.4.2.2 Stručný popis tématu

Problém druhého života baterií, který čeká na aplikovaný výzkum, je vytvoření univerzálního nástroje - elektrických obvodů, HW a SW, který by umožnil spojovat menší bateriové bloky různých parametrů a kvality do velmi velkých bateriových celků. Důležité je i zachování bezpečnosti proti požáru, zkratu.

Dosavadní poznatky a praxe umožňují spojování pouze baterií stejného typu, například z jednoho typu vyřazeného elektromobilu, přičemž kvalita baterií musí být nejméně průměrná. Zbytek vyřazených baterií z vozidel se posílal na recyklaci. Aplikovaný výzkum v této oblasti by mohl pomoci zvětšit podíl baterií z elektromobilů, které jsou využívány pro energetiku (second life) a jejich působení zde prodloužit. V elektromobilitě se za spotřebovanou často považuje baterie, jejíž kapacita klesla pod 80% původní. V energetice, která není citlivá na poměr hmotnosti a kapacity, by taková baterie mohla sloužit i pod 50% kapacity, například do 25% a nárůstu vnitřního odporu.

7.4.3 Téma 3 Recyklace baterií

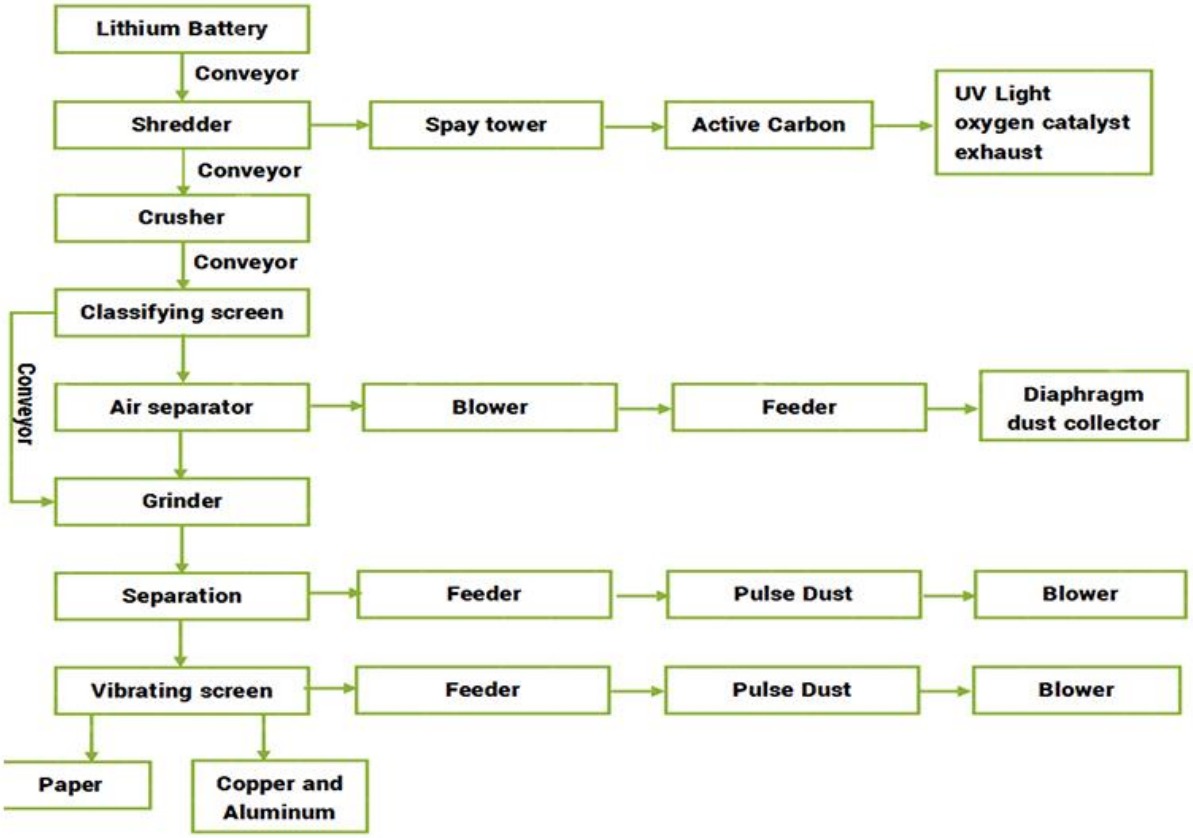
7.4.3.1 Zaměření a cíle

Aplikovaný výzkum v oblasti recyklace baterií by se měl zaměřit na energeticky a ekonomicky efektivní získávání materiálů z vyřazených baterií různých typů. Důležité je najít také postupy, které jsou bezpečné, ekologické a na jejich výstupu je kvalitní reparovaný materiál, který je možné použít na výroby nových bateriových článků, které budou mít lepší parametry než recyklované články, kdy byly nové.

7.4.3.2 Stručný popis tématu

Vlastní recyklace inaktivovaných, tedy zcela vybitých baterií, není složitá a je přitom vysoce účinná. Recyklovat je možné až 98 % hmotnosti baterie z elektromobilů. Například z baterie z vozidla BMW i3 lze získat 2 kg kobaltu, 6 kg lithia a 12 kg manganu a niklu. Zbytek tvoří plně recyklovatelný hliník a měď.

Výzkum je potřeba zaměřit na spotřebu elektřiny při recyklaci. Například v současné době jsou na začátku recyklace baterie zkratovány v solné lázni a zbytková energie v nich se maří v teplo. Přitom by ji bylo možné použít k pohonu drtících strojů.



Obrázek 32 Proces recyklace lithiových baterií

Protože životnost lithiových baterií v elektromobilech přesahuje 18 let a poté se očekává jejich využití ve stacionárních úložištích nejméně 10 let, není zatím dostatek baterií z elektroniky pro velkoobjemovou recyklaci. Maloobjemová recyklace se přitom nevyplácí.

Aplikovaný výzkum by se měl zaměřit na vývoj malých recyklačních linek, které budou dostupnější.

Malé procento baterií z elektromobilů, které jsou vadné nebo zničené dopravní nehodou, zpracovávají v současné době závody v Německu. Zde podobně jako v Číně vzniklo několik závodů na recyklaci lithiových baterií. Jeden například postavil koncern Volkswagen společně s továrnou Northvolt.

Do doby, než bude v ČR dostatek vyřazených lithiových článků, nebude jejich recyklace zisková. Přesto by bylo vhodné dotačně podpořit recyklaci, protože to vede k lokální cirkulaci cenných materiálů, jejichž hodnota v budoucnu velmi poroste. Místní recyklace také omezí zbytečné cestování materiálu.

7.4.4 Výzkumná témata v oblasti pohonů

7.4.4.1 Zaměření a cíle

Výzkum v oblasti elektrických pohonů již není základní, a ne výhradně aplikovaný. Pohony totiž již nyní dosahují minimálních ztrát. Aplikovaný výzkum se tedy soustředí na zvládnutí mechatronického řešení s malými rozměry, dostatečným výkonem, přiměřenou spolehlivostí a nízkou cenou výroby.

Výzkumná témata se zaměřují na snížení hmotnosti při zachování nebo snížení hmotnosti a objemu pohonu.

Vzhledem k velkým rozdílům spotřeby elektrické energie však stále existuje prostor pro výzkum v oblasti úspor elektřiny ve vozidle, zejména v oblasti chlazení, mazání, efektivnější rekuperaci a podobně. Měřitelné rozdíly vyplývají z průměrné spotřeby podobných elektromobilů na trhu, podobné velikosti, hmotnosti a podobného koeficientu aerodynamického odporu.

7.4.4.2 Stručný popis tématu

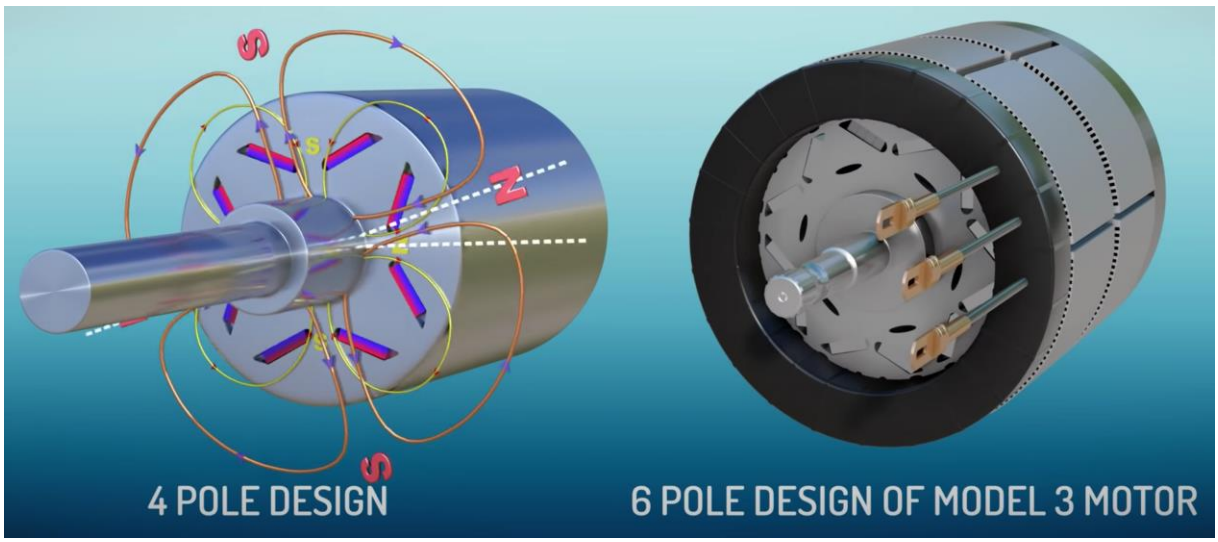
Cestou pro snížení hmotnosti a ceny pohonů může být zvýšení provozního napětí elektromobilu z 400 V na 900 V. To však vyžaduje součástky i motory na vyšší napětí, zařízení vozidla s vyšším izolačním odporem, a hlavně celosvětovou vysokonapěťovou nabíjecí infrastrukturu. Touto cestou se pravděpodobně vydá více automobilek včetně koncernu Audi/VW.

Výzkum pohonů, který dosud nevedl k efektivnímu nasazení ve vozidlech, je pohon integrovaný přímo v kolech. Zde se vývoj soustředí na izolaci pohybujících se částí vůči vodě, zachování komfortu jízdy s koly s větší hmotností, chlazení a elektrickou bezpečností při nehodě.

Obrázek 33 Kompletní pohon elektromobil Tesla 3

Variabilita elektrického pohonu, který nemusí být nutně umístěn v prostoru určeném pro spalovací motor, otevře nové inovační téma hledání nového uspořádání vozidel. Nové uspořádání bude mimo jiné i důsledkem automatizace řízení vozidel.

Inovace se nevyhnula ani dosavadním běžné více-pólovým asynchronním a synchronním elektromotorům. Nově automobilky začínají používat synchronní reluktanční elektromotory se šikmo umístěnými permanentními magnety. Například nová generace vozidel Tesla 3 a S s těmito motory dosahuje úspor až 20% energie. To spolu s dalšími inovacemi, jako 120 kWh baterie a optimalizace čerpadel umožňuje dojezd až 837 km u sériově vyráběných elektromobilů.



Obrázek 34 Inovovaný reluktanční synchronní elektromotor se šikmými permanentními magnety

Tato inovace však není v produkci jiných automobilech, kde si vyžádá ještě aplikovaný výzkum, který ještě sníží spotřebu elektromobilů. V ideálních případech kombinace několika inovací pohonu dokáže snížit kombinovanou spotřebu SUV z 26kWh na 100 km na 19kWh na 100 km.

7.4.5 Výzkumná témata v oblasti energetiky

7.4.5.1 Zaměření a cíle

Zde se provádí především aplikovaný výzkum a vývoj zařízení a protokolů umožňující komunikaci a obousměrný přenos energie mezi elektromobilem a budovami.

7.4.5.2 Stručný popis tématu

Základní technologie přenosu energie z budovy nebo nabíjecí stanice je zvládnutá od počátků elektromobility. Přenos energie z elektromobilu ven, tj. takzvané vybíjení všech, dosud běžný není.

Existuje technologie car4plug, což je v podstatě AC výstupní zásuvka na vozidle 230V 16A. Tato zásuvka není napájena z 12V palubní sítě (alternátoru), jak je běžné u spalovacích vozidel, ale vysokonapěťové z trakční baterie. Nové vozidla Hyundai Ioniq 5 a Kia EV6 již mají tuto technologii dostupnou, Nissan Leaf s využitím externího měniče, ale jiné vozidla tento vývoj a inovaci ještě nezařadili do produkce.

Předmětem výzkumu by měl být efektivní oboustranný přenos energie plug2grid mezi budovou a elektromobilem. Vysoká cena stárnutí baterie za spotřebované cykly navíc velmi klesá i nové generace LFP baterií, které se začínají znovu uplatňovat v elektromobilech.

7.4.6 Výzkumná témata v oblasti nabíjecích stanic

7.4.6.1 Zaměření a cíle

Výzkum a inovace v současnosti směřují k vysokovýkonným nabíjecím stanicím, které jsou doplněny bateriovou akumulací.

Téma nabíjení elektromobilů propojuje technologie vozidel a jejich baterií s energetikou. Základní typy stejnosměrného a střídavého nabíjení jsou technicky zvládnuty a výzkum v těchto oblastech se přesouvá zejména k vyšším výkonům a napětím. Nejedná se o základní výzkum, nýbrž aplikovaný.

Výzkumné cíle v tomto tématu spočívají v nalezení výkonných a cenově dostupných aplikací, které poskytnout výkonný drátový nebo bezdrátový přenos energie do vozidel i z vozidel.

Výzkum musí probíhat i v oblasti energetiky. Kromě oborů vyhledávajících nové možnosti získávání elektrické energie dojde ke změnám i v oblasti stavební. Lokální energetické zdroje jako fotovoltaika a kogenerace budou využívat kromě baterií v domě i baterie v elektromobilech. S rostoucí kapacitou baterií přestane platit pravidlo, že elektřina se nedá skladovat a převážet jako náklad bez použití vodičů. Nově se stane komoditou, která tyto vlastnosti mít bude. To bude mít vliv na její obchodování, dostupnost, na energetickou bezpečnost státu i odolnost proti blackoutu. Vývoj v makroenergetice je obtížně predikovatelný bez kvalitních vědeckých simulací a modelů.

7.4.6.2 Stručný popis tématu

Zvyšování nabíjecího výkonu je tlačeno vyšší kapacitou baterií ve vozidle. Nákladní vozidla a autobusy jsou již nyní nabíjeny vyššími výkony, ale obvykle využívají zařízení pro profesionální připojení proškoleným řidičem nebo bezobslužné nabíjecí troleje. Rozvoj výzkumu bude nutný v oblastech využívání vysokého napětí, bezpečnosti provozování trolejí na dálnicích a v tunelech.

Dále je očekáván výzkum v oblastech bezdrátového nabíjení. Současné technologie umožňují přenos pouze malých výkonů do stojícího vozidla. Oblast výzkumu se soustředí na přenos energie mezi vozovkou a vozidlem přesahující 10 kW i s ohledem na omezení zdravotních rizik a elektromagnetickou kompatibilitu, tj. omezení rušení telekomunikací.

V oblasti nabíjení osobních vozidel vodivým propojením je poptávka pro vývoj nabíjecích stanic s vodou chlazenými kabely, které umožní vodivé připojení pro vyšší výkony. Poptávka je i po vývoji robotického nabíjecího místa, které připojení a odpojení provede bez obsluhy.

V oblasti nabíjení osobních vozidel bude další rozvoj požadován i v oblasti inteligentního řízení mnohočetných nabíjecích míst. Se změnou stavební legislativy bude stále více parkovacích míst v rezidenčních stavbách i v nákupních centrech a veřejných parkovištích vybaveno pomalým nabíjením do 20 kW, tj. obvykle AC 400V 32A. Takovým připojením budou hromadně vybaveny i stožáry veřejného osvětlení, například v Praze. Přestože se bude jednat o pomalé nabíjení, v součtu v vzhledem k několika stovkám nabíjecích přípojek bude

nutné využívat inteligentní systémy pro distribuci výkonu. Budoucí výzkum tedy bude i v oblasti energetiky a energetického hospodářství s využitím baterií a lokálních zdrojů.

Výkonné nabíjení na palubě elektromobilu dosahuje maximálních výkonů kolem 22 kWh, tj. 3x32 A. Přitom kabely, standardní konektory a nabíjecí místa mohou poskytovat příkon až AC 3x63 A, tj 44 kW. Pro tyto výkony však nejsou k dispozici výkonné palubní nabíječky.

Obrázek 35 Elektrifikovaná dálnice

7.5 Závěr kapitoly

Popsaná strategická výzkumná témata podpoří využitelnost elektrických pohonů v silniční dopravě. Zejména jde o kapacitu, cenu baterií a oboustranné propojení elektromobilů se sítí. Mnohá témata, která jsou v současné době teprve před základním výzkumem, nebo nejsou pro ČR nyní prioritní, se mohou rychle stát aktuální. Pohony pro silniční dopravu totiž zaznamenávají technologickou změnu, která zde nebyla téměř století. Poprvé dochází k masivnímu odklonu od spalování biologických pozůstatků našich předků, jež se shromažďovaly miliony let. Poprvé má ČR šanci mít dopravu méně energeticky závislou Rusku a na jiných zemích. Synergie elektromobility lze najít i v energetice, která hledá pomocí fotovoltaiky cestu ze závislosti na ruském plynu. K tomu je potřeba nejen základní a aplikovaný výzkum, ale také inovace, jež umožní průmyslu výsledky použít.

8. Oblast autonomní vozidla

8.1 Úvod

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

Ačkoli doba je poznamenána globální koronavirovou krizí, návaznou „čipovou“ a energetickou krizí a válkou na Ukrajině, vývoj v oblasti autonomních vozidel neustává. Automobilky změnily 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 letošním roce.

Co se týče osobní dopravy, aktuálně nastala fáze masivního testování v reálném provozu včetně ověření prvních komerčních modelů autonomní osobní dopravy. V této fázi jsou především velké společnosti jako Waymo (dceřiná společnost Google testuje v různých oblastech USA více než 600 vozidel působících jako autonomní taxi), Baidu (čínská společnost testující 300 autonomních vozidel), Argo AI (spojení automobilek Ford a Volkswagen se 100 vozidly pro pilotní provoz), Tesla (autopilot přístupný uživatelům v beta verzi), GM/Cruise (akvizice startupu Cruise se stovkami autonomních vozidel velkovýrobcem automobilů GM), Aptive, Zoox nebo ruský Yandex.

Také 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. Například v Německu spouští Karlsruher Institute for Technologie s podporou ministerstva dopravy a konsorciem RABus pilotní projekt autonomních autobusů pro města Mannheim a Friedrichschafen s výhledem na rozšíření do celé spolkové země Bádensko-Würtenbersko do roku 2023. Další úspěšné testy se provádějí zejména v uzavřených areálech univerzit (např. další test autobusu Navya v Sharjah University v Dubaji nebo doprava seniorů do místní nemocnice v Detroitu).

Poměrně slibně se rozvíjející trend carsharingu byl výrazně zasažen a utlumen zejména z důvodu pandemie a pandemických opatření. Na této oblasti se jistě projevily i problémy služby Uber a její ústup od autonomie po nehodě při testování a následném odprodeji autonomní divize na konci roku 2020. Nicméně můžeme pozorovat první náznaky opětovného oživení v tomto segmentu.

O to výrazněji se posouvá využití autonomních technologií v rámci nákladní dopravy, které je motivováno zejména výhledem na úsporu přepravních nákladů, zrychlení přepravy díky vynechání povinných přestávek a také kritickým nedostatkem řidičů na pracovním trhu po celém světě. Objevují se první komerční nabídky služby autonomní přepravy od různých společností. Například společnost Einride plánuje dodávat své autonomní elektrické kamiony od roku 2022 s cenou služby 18.000 – 22.500 USD měsíčně. Společnost TuSimple provozuje dopravní síť autonomních kamionů v jižní části USA napříč státy Arizona – Nové Mexiko – Texas přičemž úzce spolupracuje s přepravní společností UPS, a v dubnu 2021 získala investici dalších cca 1 mld USD při vstupu na burzu. Dalšími hráči v této oblasti jsou některé automobilky – třeba Tesla se svým projektem Semi nebo Volvo s projektem Vera. S touto oblastí úzce souvisí i tzv. „přeprava v rámci poslední míle“, ve které se profilují např. společnosti Nuro (kalifornská společnost věnující se dopravě nákupů pomocí autonomních vozidel s pilotním komerčním provozem pro společnosti jako Chipotle, Domino’s nebo Walmart), nebo čínská firma Neolix (výrobce autonomních robotů pro dopravu zásilek či jako mobilní prodejní automaty).

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, TUV SÜD). Vznikají první ověřovací reálné aplikace, zatím většinou mimo veřejné vozovky.

Z hlediska využitých senzorových technologií můžeme v této oblasti registrovat dva hlavní proudy. První z nich se vydává cestou využití přesných laserových (LIDAR) aktivních snímačů a budování podrobných map infrastruktury obsahujících tzv. DNA vozovky (zejména údaje z přesných snímačů). Vozidla se pak lokalizují v této mapě s centimetrovou přesností opět na základě aktuálně snímaných přesných dat v provozu. Druhým proudem je využití kamerového systému (typicky 3-10 kamer), jako pasivního snímače a zpracování údajů z něj pomocí umělé inteligence, zejména konvolučních neuronových sítí. První z přístupů přirozeně poskytuje data v 3D formátu vhodném pro budování reálného 3D modelu okolí. U druhého přístupu přímá informace o prostorové konfiguraci okolí není k dispozici, proto se jako doplňková technologie v tomto případě často využívá stereometrie pro získání 3D informace z obrazu.

Oba přístupy mají své výhody a nevýhody a v současnosti není zcela zřejmé, který z nich ve výsledku převáží, či zda půjde nakonec o jejich kombinaci. Zatím nejpokročilejší autonomní systém od společnosti Google je založen na LIDAR technologii, o využití čistě kamerového přístupu s doplňkovými snímači jako radar nebo ultrazvukové senzory zase usiluje autonomní řešení od dodavatele elektromobilů Tesla.

V současnosti se již do sériově vyráběných vozidel přímo ve výrobě integrují výše uvedené pokročilé snímače, přestože pro ně zatím nemusí být plné využití. Předpokladem je, že v budoucnu pak budou využity třeba právě pro pokročilé autonomní funkce, které se „zapnou“ pouze instalací příslušného nového software v těchto vozidlech. Inspirací je zde bezesporu

koncept automobilky Tesla, která tento přístup již běžně provozuje a aktualizuje palubní systém svých vozidel uživatelům online několikrát ročně.

Jako nutný doplňující koncept k plné autonomii se jeví vzdálené řízení (teleoperace) vozidel, které může najít uplatnění v řadě případů, kdy by plná autonomie vyžadovala příliš složité nebo příliš nákladné řešení. Může být s výhodou využita zejména tam, kde je jeden operátor schopen obsluhovat větší flotilu vozidel s postupnými požadavky na jejich přemístění a možností počkat na zásah operátora. Dále může být vhodná k řešení dopravních situací, se kterými si aktuální autonomie neporadí a u kterých je možné počkat na zásah operátora (např. vyřešení složité situace způsobené rekonstrukcí vozovky či objetí popelářského vozu). Z hlediska infrastruktury potřebné pro teleoperaci je již většina prostředků k dispozici v produkčním stavu. Jedná se zejména o datové mobilní připojení 4G a pokročilé 5G připojení, pro něž mobilní operátoři stále hledají vhodné využití.

Jak je možné sledovat v oblasti vývoje nových komponent, jejich výrobci si začínají uvědomovat, že současné produkty budou v řadě případů jen stěží použitelné v autonomních systémech úrovně SAE 4 a 5. Zajištění vysoké spolehlivosti dopravních systémů vyžadují systematickou změnu na všech úrovních. U jejich nových výrobků je proklamována skutečnost, že jsou vyvinuty s ohledem na implementaci v systémech s vysokou úrovní autonomnosti. U těchto výrobků je uvedené, že jsou bezpečné při selhání, případně dokonce odolné proti selhání. Bezpečné při selhání znamená, že jsou schopny svoji poruchu detekovat a přejít do bezpečného stavu. U systémů odolných proti selhání je systém schopen pokračovat, třeba jen v omezeném režimu, v dalším fungování.

Přechod k vyšším stupňům autonomního řízení je doprovázen přechodem k drive-by-wire systémům řízení. Tento vývoj není otázkou poslední doby. První takovýto systém byl použit automobilkou BMW již v 90. letech minulého století. Zajímavostí je, že v leteckém průmyslu to bylo ještě o dvacet let dříve (systém fly-by-wire). Od té doby se podařilo odstranit dřívější nedostatky těchto systému, jako byla dlouhá latence odezvy a nízká spolehlivost a přichystat tyto systémy k masovému použití.

8.2 Hlavní problémy výzkumu a vývoje

Základním technologickým problémem v oblasti autonomního řízení je přesná navigace, která umožní udržet vozidlo na silnici ve správném jízdním pruhu. K tomu je třeba dosáhnout přesnosti v řádu centimetrů (běžně se udává hranice do 10-20 cm). Tento problém se v obou základních přístupech, tj. lidarovém, respektive kamerovém, daří uspokojivě řešit s využitím přesných map, respektive pokročilé klasifikace okolí pomocí hlubokých neuronových sítí.

Hlavní výzvou se tak dále stává spolehlivost ve složitějším prostředí městského provozu, reakce systému v případě neobvyklých situací a obecně pak míra spolehlivosti. V této problematice se již nejedná o skokový pokrok, ale spíše inkrementální a dlouhodobé vylepšování, sběr a vyhodnocení dat z reálného provozu a následné učení na nové situace takto identifikované. Zatím se příliš neprosazuje koncept speciální úpravy stávající infrastruktury pro autonomii, ale většinovým trendem je zvládnutí autonomní jízdy v běžné infrastruktuře.

Další problémy ovlivňující výzkum a vývoj jsou spíše administrativního, legislativního či systémového rázu. V následujících podkapitolách podrobně rozvedeme hlavní problémy v této oblasti.

i. Nedostatek příležitostí k praktickému uplatnění autonomie

Jednou z klíčových překážek ve využití autonomní dopravy a přepravy je aktuální neexistence reálného trhu v této oblasti. Autonomní řízení je zkrátka natolik nové, že zatím o jeho reálném využití zatím všichni spíše uvažují. Je ale třeba se přesunout ze stádia úvah do stádia praktických implementací a pilotních provozů v co nejširší škále možného využití této technologie. Zde může zásadní roli sehrát dobře cílená veřejná podpora, a to nikoli pouze na segment výzkumu a vývoje, ale především na segment praktického využití a implementace těchto technologií u koncových zákazníků (zpočátku spíše firem a institucí).

Pokud jde o koncového uživatele autonomie jako fyzickou osobu, tak tento model je ještě poměrně vzdálený a v nejbližší době (řekněme v nejbližších pěti letech) nemá cenu zvažovat konkrétní podporu v tomto segmentu.

ii. Testování a nedostatečná testovací infrastruktura

Technologie autonomního řízení jsou velmi komplexní, testovacích scénářů je téměř nekonečné množství a některé z technologií (zejména z oblasti umělé inteligence) nejsou deterministické. Tato kombinace faktorů činí testování autonomních systémů řízení extrémně komplikovaným ve srovnání s testováním současných automobilových systémů. Automobilový průmysl obecně klade zásadní důraz na spolehlivost a proto očekává stejný přístup i v této nové oblasti.

Je tedy třeba stanovit postupy pro testování autonomních systémů, které však budou naprosto originální oproti stávajícím přístupům. Kromě budování specializované infrastruktury a polygonů pro testování autonomního řízení se dá očekávat zahrnutí stochastických metod testování algoritmů umělé inteligence, víceúrovňové testování HW a SW (Hardware in the Loop, Software in the Loop a následné integrační testy) a zejména pak využití simulací pro testování. Pro srovnání – vozy flotily Waymo najezdily od počátku testování více než 5 milionů mil, zatímco v simulacích "urazí" virtuální testovací vozy cca 2.7 miliard mil ročně. V současnosti je pro vývoj a testování automatického řízení využíváno buď interních simulačních nástrojů nebo nástrojů komerčně dostupných jejichž vývoj a množství se s poptávkou postupně zvyšuje.

Pro rozvoj autonomního řízení je také neodmyslitelná potřeba testovací infrastruktury, ať už jde o specializované polygony či vyhrazené úseky veřejných komunikací a zejména pak jasná a jednoduchá pravidla a podmínky pro využití těchto zdrojů širokým spektrem vývojových firem, nejen těch obřích, ale i středních a menších, včetně startupů. Samozřejmě jde i o nastavení různých ekonomických modelů využívání tak, aby si z nich jednotlivé firmy byly schopny rozumně zvolit ten, který jim bude při jejich velikosti a možnostech vyhovovat.

iii. Bezpečnost a odolnost proti selhání

S přechodem k autonomnímu řízení dochází k tomu, že jsou postupně další komponenty označovány jako kritické z hlediska bezpečnosti a zabezpečení. Mohou to být ty, které v současných autech nejsou obsaženy vůbec (percepce okolí, lokalizace), nebo ty, které dříve za kritické označovány nebyly (pohon, navigace).

Hlavním předpokladem pro realizaci systémů bezpečných při selhání/odolných proti selhání je diagnostika poruchy, pro kterou se využívá redundance. To s sebou přináší cenový nárůst komponent, který se nakonec přenáší do ceny celého vozidla.

V současné době se otevírá cesta k řešení řady problémů použitím principů umělé inteligence. Využití umělé inteligence přináší radikální nárůst požadavku na výpočetní výkon. Paralelní zpracování těchto úloh je umožněno vývojem GPU a multiprocesorových systémů. Na druhé straně je vysoký výpočetní výkon vykoupen vysokými požadavky na spotřebovaný elektrický výkon, který se nepříznivě projevuje v dojezdové vzdálenosti autonomních vozidel.

iv. Legislativní překážky

Oblast autonomní dopravy a přepravy je velice investičně náročná, což plyne z potřeby vysoce kvalifikovaných lidských zdrojů a špičkových technologií. Pro tyto vysoké investice je z pohledu investora klíčový především výhled na možné reálné využití výsledků těchto investic. A zde je limitujícím faktorem hlavně nejasnost a nejistota v legislativní oblasti. Pro podporu investic by bylo dobré jasně stanovit cestovní mapu legislativních změn včetně pevných termínů a podpořit vizi jejího naplnění konkrétními praktickými kroky v legislativní oblasti.

Na počátku jasně stanovit pravidla a potřebné prerekvizity pro testování a pilotní provoz na veřejných komunikacích jak s řidičem, tak bez řidiče, dále stanovit očekávané kroky a obecné požadavky pro povolení běžného provozu autonomních vozidel v různých prostředích (dálnice, město, …) včetně závazných termínů jejich implementace do právního systému, což by dále přispělo k urychlení návrhu konkrétních právních předpisů a technických norem v této oblasti.

8.3 Vize budoucího stavu v roce 2030

Při výhledu do roku 2030 v oblasti automatizovaných systémů řízení můžeme vycházet zejména z předpokladu širšího využití aktuálně fungujících či pilotně testovaných systémů a jejich zdokonalení. Jejich nasazování do praxe má vždy určitou setrvačnost a souvisí i s cykly obnovování vozového parku.

v. Asistenční systémy

Aktuální snaha automobilek na zavádění inteligentních asistenčních služeb se promítne do plošného rozšíření těchto asistentů. Běžnou součástí vybavení nových vozidel se postupně stávají asistenty pro zvýšení bezpečnosti (např. automatické nouzové brzdění, automatické vyhnutí kolizi, automatická detekce chodců, automatická detekce nebezpečných dopravních

situací) tak i asistenty aktivní jízdy (např. asistent jízdy v pruhu, inteligentní tempomat, asistent jízdy v kolonách, asistent jízdy na dálnici). U všech těchto asistentů stále je, a i nadále bude, předpokládána přítomnost lidského řidiče ve vozidle a jeho minimálně pasivní (dozorovací) role a schopnost převzít řízení v případě potřeby či limitu fungování automatického asistenta. Naopak v případě selhání či ztráty pozornosti řidiče (mikrospánek, zdravotní indispozice apod.) budou systémy schopny převzít kontrolu nad vozidlem a bezpečně s ním pokračovat nebo zastavit. Těmito systémy již bude vybavena naprostá většina osobních vozidel a všechna vozidla MHD a nákladní přepravy (což bude i legislativně vyžadováno).

Při testování přebírání řízení od asistenčních systémů na úrovni 3 bylo zjištěno, že člověk, který předtím nevěnoval pozornost řízení ani okolnímu provozu, potřebuje poměrně dlouhý čas (8-12 vteřin) na zorientování v aktuální dopravní situaci, aby mohl bezpečně převzít zpět kontrolu nad vozidlem. Z toho vyplývá, že asistenty budou doplněny o striktní kontrolní mechanismy ověřující udržení pozornosti řidiče během provozu v asistovaném režimu (kontrola bdělosti, požadavek na držení volantu apod.) a budou tuto pozornost vyžadovat.

vi. Plně automatizované řízení osobních vozidel

Technologický pokrok v oblasti automatizovaných systémů řízení přinese i značné rozšíření autonomních systémů, nicméně díky jejich pořizovacím nákladům budou rozšířeny méně a pravděpodobně ještě nebudou tvořit většinu aktivního vozového parku v osobní dopravě. Mohou však již v této době převládat v MHD nebo nákladní dopravě, a to v některých oblastech, státech či městech – půjde o nerovnoměrné rozprostření způsobené jak ekonomickou situací, tak rychlostí změn v legislativě jednotlivých zemí a samosprávných celků. Masivní využití autonomních systémů je také možné očekávat v zemědělství, kde již dnes automatizace hraje významnou roli.

Technologicky bude autonomní řízení nejspíše zajišťováno zařízeními vyvinutými předními technologickými firmami, které mají dostatek finančních a lidských zdrojů na zvládnutí složitých technologií, jejich testování a ověření spolehlivosti – v současnosti tímto směrem míří třeba Google, Cruise, Tesla, NVidia apod. Tato zařízení pak budou po své homologaci nabídnuta jak automobilkám, tak specializovaným firmám zabývajícím se jejich zástavbou a budou instalovaná do vozidel jako rozšiřující vybavení. Budou zvládat autonomní řízení ve smíšeném provozu (tj. spolu s neautonomními vozidly) a to především na dálnicích či jiných vyhrazených úsecích dopravních komunikací. Některá z nich mohou pak fungovat jen v oblastech s přizpůsobenou dopravní infrastrukturou a značením. Je možné, že budou mít jistá striktnější provozní omezení než neautonomní vozidla (např. nižší rychlostní limit).

V této době bude dostatečně dobře zvládnutá i autonomní technologie řízení ve městech a jiných složitých dopravních situacích. Můžeme očekávat komerčně fungující přepravní služby ve formě autonomních taxi vozidel v různé konfiguraci na úrovni řízení 4-5 v geograficky omezené oblasti v rámci velkých technologicky rozvinutých metropolí a dalších velkých měst.

Bude existovat zákonné pojištění pro případ nehod těchto autonomních systémů, jednotný odškodňovací systém s vyloučením trestní odpovědnosti při dodržení zákonných podmínek

provozování těchto systémů. Současně bude na jejich provoz dohlížet autorita, která bude vyšetřovat nehody a eliminovat rizika při nich zjištěná vydáváním dalších podmínek pro provoz těchto systémů (obdobně jako je tomu dnes v letectví).

vii. Plně automatizované řízení MHD

Dojde k rozšíření (již dnes pilotně využívaných a testovaných) automatických řídicích systémů v MHD, nejprve v jednotlivých městech, postupně se pokrytí bude zvyšovat. Bude se nejspíše jednat v největší míře o kolejový způsob přepravy (tramvaje, metro, nadzemní železnice, železnice obecně …), u kterého je autonomie řádově jednodušší díky kolejovému vedení. U silničních vozidel se bude jednat zejména o autobusy a trolejbusy jezdící po stále stejných trasách, což opět umožňuje jednodušší zvládnutí autonomního řízení a je možné a ekonomicky přijatelné upravit silniční infrastrukturu těchto tras o prostředky podporující autonomní řízení (speciální značení, navigační tagy apod.). Vzhledem k vyšší individualizaci osobní dopravy obecně bude tento trend patrný i v oblasti MHD, kdy bude v provozu širší škála zejména menších vozidel hromadné dopravy s nižší přepravní kapacitou (do 25 míst) a variabilními (zejména z hlediska počtu zastávek) linkovými trasami.

viii. Carsharing a operátoři mobility

Běžným a dostupným způsobem přepravy bude i carsharing s tím, že část těchto dopravních prostředků již bude využívat autonomního řízení nebo teleoperace minimálně pro přemístění nevyužitých nebo odstavených vozidel blíže k dalším zákazníkům. Operátoři mobility (Mobility as a Service – MaaS) pak budou nabízet multimodální dopravní řešení, tj. kombinaci různých navazujících typů přepravy integrovaných do jednotného plánovacího systému. Takto se přirozeně sníží i potřeba osobního vlastnictví dopravních prostředků a výrazně vzroste efektivita při jejich využití. Takto využívané osobní vozy již nebudou většinu svého času trávit na parkovištích čekajíc na příchod majitele, ale budou v provozu (v případě potřeby) téměř neustále. To bude mít i vliv na častější obnovu vozového parku a pozitivní dopad v oblasti inovací.

ix. Nákladní automobilová doprava

Využití automatizovaných systémů řízení v nákladní dopravě na dlouhých trasách bude jednou z priorit přepravních společností zejména z důvodu ekonomického přínosu tohoto řešení, zkrácení času přepravy díky eliminaci povinných přestávek a získání konkurenční výhody. Současně v jejich zavádění sehraje roli i neustále přetrvávající a prohlubující se nedostatek kvalifikovaných profesionálních řidičů na trhu práce. Přepravní společnosti budou také ochotny investovat do nákladnějších plně autonomních řešení, navíc přeprava nákladu je méně kontroverzní z hlediska odpovědnosti v případě nehody. Proto jejich zavádění do praxe od okamžiku dostupnosti prvního komerčně ověřeného řešení bude velmi intenzivní. V roce 2030 můžeme očekávat již významné rozšíření těchto systémů při přepravě nákladu, je možné, že již budou v této oblasti převažujícím řešením. Umožní také snadnější využití multimodální přepravy a můžeme očekávat navázání na systém evropské dopravní sítě TEN-T, jehož jádro by mělo již být v této době v provozu. Více nákladů přepravovaných na střední vzdálenosti (300-1000 km) bude tedy takto přepravováno po železnici a na transitní uzly bude navazovat právě automatizovaná kamionová doprava. Vzhledem k tomuto vývoji dojde i k

restrukturalizaci profesí v nákladní přepravě a posunu od řidičů k operátorům transitních uzlů, pracovníků překladišť a řidičů lokální dopravy. Nejsložitější pro autonomii je totiž tzv. poslední míle, která s sebou nese i další požadavky jako je nakládka, vykládka či přímé jednání s koncovým zákazníkem – zde tedy můžeme očekávat nové uplatnění stávajících řidičů dálkové kamionové přepravy.

x. Autonomní parkování mimo centra měst

S využitím carsharingu a autonomního řízení a/nebo teleoperace dojde k zásadní přeměně center (nejen) velkých měst. Nebude zde již třeba současný obrovský počet parkovacích míst a ploch, neboť vozidla v centru pouze zastaví, aby umožnila výstup pasažérů, a následně buď odjedou obsloužit dalšího zákazníka nebo se zaparkují na odstavném parkovišti mimo centrum města. Z tohoto důvodů přibude naopak potřeba vhodných míst pro nástup/výstup pasažérů realizovaných nejspíše jako dopravní zálivy. Ve městech spíše než nasazení plně autonomních systémů řízení je možné očekávat funkci inteligentního parkovacího asistenta (zajistí zaparkování bez posádky na odstavném parkovišti) instalovanou do „ručně“ řízených vozidel, takže tato možnost bude dostupná v naprosté většině provozovaných vozidel. Alternativou k plné autonomii je zde využití teleoperace, případně teleoperace v kombinaci s částečnou autonomií – tato řešení budou zejména v počátcích této služby nejčastější.

xi. Bezpečnost a odolnost proti selhání

V následujících letech bude pokračovat transformace komponent pro automobilový průmysl směrem k použití v systémech vyžadujících vysokou úroveň bezpečnosti se současnou vysokou úrovní zabezpečení. Budou vyvíjeny nové komponenty s vestavěnými funkcemi zajišťujícími odolnost proti selhání. Narůstající komplexita a zvyšující se počet součástek i součástí vede ke snižování spolehlivosti celého vozidla, která musí být udržena, případně zvýšena navýšením spolehlivosti jednotlivých komponentů.

xii. Online přesné mapy a jejich aktualizace z provozu

Pro systémy autonomního řízení bude pravděpodobně třeba zajistit aktuální přesné mapy s údaji ze všech dostupných senzorů. Tyto informace budou zajišťovány jak dedikovanými vozidly, tak budou získávány přímo z vozidel během jejich provozu. Autonomní vozidla tedy budou současně tyto mapy využívat i aktualizovat. Jejich součástí bude přirozeně i velmi přesná a aktuální informace o provozu, a proto bude možné lepší plánování tras s ohledem na aktuální dopravní situaci. Vzhledem k citlivosti a strategické povaze těchto informací bude třeba zajistit jejich bezchybnou distribuci v reálném čase a také zabezpečit tato data proti napadení a svévolnému pozměnění. Je pravděpodobné, že tato data budou poskytována nějakou veřejnoprávní autoritou ručící za jejich bezchybnost, nicméně v začátcích provozu autonomních vozidel můžeme očekávat izolované zdroje dat pro různé autonomní systémy.

xiii. Teleoperace

Teleoperace bude nedílnou součástí autonomního řízení ve vhodných segmentech:

Carsharing – zde může teleoperace sloužit k přesunu odstavených vozidel k novým zákazníkům. Operátor bude mít na starosti celou flotilu takových vozidel, která po odstavení mohou počkat na převzetí tímto operátorem a přemístění na nové cílové místo.

Nákladní doprava – v nákladní dopravě bude teleoperace používána jako doplněk pro řešení nestandardních situací nebo pro překonání úseků, kde nebude umožněna plně autonomní jízda, opět za předpokladu, že daná situace umožňuje vyčkání zásahu operátora

Autonomní parkování – zde bude teleoperace vhodným doplňkem částečné autonomie pro případ složitých dopravních situací nebo oblastí či úseků bez možnosti plně autonomní jízdy. V takovém případě si operátor převezme odstavené vozidlo na cestě k autonomnímu zaparkování a po překonání problematického úseku jej opět přepne do plně autonomního režimu.

Podobně jako v některých ostatních oblastech můžeme očekávat realizaci teleoperace jako služby nabízené koncovým zákazníkům (Teleoperation as a Service – TaaS), kdy poskytovatelé vzdáleného řízení budou disponovat týmem a infrastrukturou pro zajištění této potřeby pro různé okruhy zákazníků. Půjde o hotová řešení, která bude možné integrovat do různých dopravních platforem. Součástí takových řešení bude i částečná autonomie pro bezpečné zvládnutí případného výpadku spojení s operátorem během vzdáleně řízené jízdy.

xiv. Mobilita pro mladé a hendikepované

Díky autonomním vozidlům dojde k doplnění funkce MHD a výraznější individualizaci přepravy v této oblasti. Autonomní vozidla přinesou výrazné zvýšení možnosti mobility pro hendikepované a starší lidi, kteří nemohou sami řídit. Samozřejmě pouze v případech, kdy není nutná následná asistence po vystoupení z vozu. Je možné očekávat rozvoj speciálně vybavených vozidel např. pro nevidomé či neslyšící pasažéry.

Možnost využití individuální mobility vzroste i pro nejmladší generaci. S rostoucí oblibou využívání mobility jako služby dojde ke zmenšování počtu lidí s řidičským oprávněním. Trend snižování počtu mladých lidí s řidičským oprávněním je již patrný a v současnosti se připisuje zejména vlivu moderní online komunikace. Autonomní řízení pravděpodobně přispěje k jeho prohloubení. Jako problém je možné vnímat především riziko dalšího omezení aktivního pohybu pro mladou generaci a dále i možnost zahuštění přepravy ve městech na úkor MHD, které bude vyžadovat příslušnou regulaci.

xv. Nové typy vozidel

Již aktuální rozšíření mobility služeb typu Uber či Liftago ukázalo, že tyto služby neberou své uživatele jen ze skupiny řidičů vlastních aut, ale také ze skupiny uživatelů městské hromadné dopravy. Dochází již tedy k tomu, že se provoz v centru měst ještě více zahušťuje. Aby se tomuto negativní efektu zabránilo, bude pravděpodobně potřeba vzniku nových typů vozidel, které překlenou rozdíl mezi osobními taxi a velkými vozy MHD – měly by udržet osobní a flexibilní formát dopravy, a přitom zvýšit hustotu pasažéru na silnici.

xvi. Pracovní trh

Rozvoj autonomní dopravy přinese zásadní dopady i do struktury pracovního trhu. Je možné očekávat úbytek pracovních míst řidičů nákladní dopravy. Tato místa se budou nejspíše restrukturalizovat na operátory telematického řízení a dále pracovníky v překladových uzlech či řidiče obsluhující nejsložitější „poslední míli“ doručení zboží.

Také lze očekávat úbytek pracovních míst v oblasti poskytování TAXI služeb. Tento pracovní trh už je v současnosti do značné míry ovlivněn poskytovateli přepravních služeb typu Uber či Liftago a autonomní vozidla k tomuto trendu ještě přispějí.

8.4 Nástin zaměření a obsahu hlavních výzkumných témat

8.4.1 Tvorba a sdílení přesných mapových podkladů

8.4.1.1 Zaměření a cíle

Jedním z rozšířených přístupů pro řešení přesné lokalizace v autonomním řízení je vytváření velmi přesných mapových podkladů obsahujících kromě klasických 2D/3D GIS informací i data ze senzorů umístěných v mapovacím vozidle, zejména pak z laserových snímačů (LIDAR), kamer a dalších. Tyto mapové podklady je třeba jednak vytvořit, validovat, aktualizovat a zajistit jejich distribuci pro automatické systémy řízení.

8.4.1.2 Stručný popis tématu

Je třeba navrhnout rozšiřitelný systém a formát ukládání přesných mapových podkladů, dále pak způsob snímání a uchování informací z jednotlivých snímačů, způsob fúze a prostorového ztotožnění dat z různých senzorů. Dále pak je třeba navrhnout a implementovat proces distribuce těchto přesných mapových podkladů, které představují velké objemy dat, s ohledem na časovou a prostorovou složitost řešení a také na přenosové kapacity distribučního kanálu. Je třeba navrhnout způsob validace takto vytvořených mapových podkladů a dále pak jejich aktualizaci ať už s využitím dedikovaných mapovacích vozidel či údajů poskytnutých zpět přímo uživateli těchto mapových podkladů.

8.4.2 Autonomní přeprava nákladu v průmyslových areálech

8.4.2.1 Zaměření a cíle

Výsledkem projektu bude nasazení a provozování prototypu autonomního dopravního systému dle níže uvedené specifikace do běžného provozu v rámci průmyslového areálu. Projekt bude řešit otázky autonomní navigace na trase, antikolizní systém, uživatelské zadání požadavku na přepravu, řešení nepředvídaných situací například s pomocí teleoperace. Dále bude zajištěn monitoring a ukládání informací o provozu formou „černé skříňky“ a bude možné přepravní zařízení nouzově zastavit pomocí nouzového tlačítka.

8.4.2.2 Stručný popis tématu

Předmětem projektu je vytvoření prototypu řešení pro automatizaci přepravy materiálu a komponent v průmyslovém areálu podniku. Předpokladem je, že v rámci areálu je možné

vnitřními předpisy upravit a povolit provoz autonomních vozidel i přesto, že jinak je provoz podřízen běžným dopravním předpisům. Platforma bude provádět přepravu mezi předem stanovenými pevnými body v rámci areálu po předem stanovených trasách. Součástí řešení bude i jednoduché přivolání platformy na dané stanoviště či zadávání cílové trasy pro další jízdu (obdoba tlačítek ve výtahu).

Zde se jako nejvhodnější jeví automatizované využití přepravních platforem s nosností 0,5-5 tun, které jsou schopny v době provozu v podstatě nepřetržitě obsluhovat přepravu potřebnou pro běh výroby v podniku. Technické řešení je možné založit na jednoduché autonomii doplněné o možnost vzdáleného řízení a zásahu vzdáleného operátora.

Alespoň částečná automatizace v této oblasti má potenciál přinést:

- Snížení nákladů na vnitrofiremní přepravu (mzdové náklady řidičů).
- Vyřešení případných prostojů.
- Zlepšení dostupnosti vnitrofiremní přepravy.
- Zlepšení kvality ovzduší díky využití nízkoemisních technologií (elektropohony, CNG).

8.4.3 Automatizace MHD

8.4.3.1 Zaměření a cíle

Výsledkem projektu bude nasazení a provozování prototypu autonomního dopravního systému dle níže uvedené specifikace do běžného provozu. V případě úspěšného nasazení prototypu do praxe dojde k zásadní změně v pojetí hromadné dopravy v menších a středních městech a bude to krok na cestě k plně autonomním systémům osobní hromadné dopravy. Vhodným se jeví např. nízkopodlažní minibus s přípravkem pro nástup invalidního vozíku nebo kočárku, využití autonomní navigace vozidla v rámci předem definované trasy, automatické zastavení na předem definovaných zastávkách pro nástup a výstup, antikolizní systém, řešení základních dopravních situací (maximální povolená rychlost, přednost v jízdě, …), řešení nestandardních situací s využitím teleoperace, záznam informací o probíhající jízdě ve formě „černé skříňky“, systémy nouzového zastavení vozidla jak vně tak uvnitř vozidla a automatická komunikace s pasažéry.

8.4.3.2 Stručný popis tématu

Předmětem projektu je vytvoření prototypu řešení pro automatizaci MHD v menších a středních městech za účelem provozu okružních či kyvadlových linek v rámci intravilánu města.

Zde se jako nejvhodnější jeví automatizované využití minibusů s kapacitou 10-20 osob, které jsou schopny v době provozu v podstatě nepřetržitě obsluhovat danou linku. Technické řešení je možné založit na jednoduché autonomii doplněné o možnost vzdáleného řízení a zásahu vzdáleného operátora.

Zajištění hromadné dopravy v malých a středních městech (8-12 tis. obyvatel) je pro městské samosprávy poměrně nesnadno dostupné. Většinou se jim nevyplatí provozování vlastního dopravního podniku, a tak tuto službu poptávají po externích dopravních podnicích, případně dotují meziměstské linky, aby zajížděly i na další zastávky. Výsledné řešení je pak kompromisem mezi možnostmi, dostupností a cenou.

Alespoň částečná automatizace v oblasti MHD má potenciál přinést:

- lepší poměr cena / výkon této služby (velký podíl nákladů činí mzdy řidičů),
- lepší obslužnost (náklady na provoz vozidel řízených lidmi jsou vyšší mimo běžnou pracovní dobu),
- lepší dostupnost pro seniory, mládež a hendikepované – možnost obsloužit za stejné náklady více tras a širší časové rozmezí,
- zlepšení kvality ovzduší díky vyššímu využití hromadné dopravy namísto individuální navíc s potenciálem využití nízkoemisních technologií (elektropohony, CNG).

8.4.4 Teleoperace

8.4.4.1 Zaměření a cíle

Zmapování prvků potřebných pro úspěšné zavedení teleoperace (vzdálené řízení člověkem) jako řešení problému poslední míle či problémů s neočekávánými vlastnostmi prostředí.

8.4.4.2 Stručný popis tématu

Dosavadní pilotní projekty ukázaly, že automatizované systémy řízení dokážou zvládat běžné situace, ale v případě nestandardních událostí či nezmapovaného prostředí nesplňují tyto systémy očekávání. řízení s teleoperací, které umožní pokrýt všechny situace a zajistit 100% fungování jak z hlediska pokrytí trasy, tak i možných konfigurací prostředí.

Příklady situací, které nebudou v blízké době řešitelné automatizovaným řízením a bude zde nutná intervence lidského řidiče:

- Akce vyplývající z pokročilého kontextu situace

o Rozpoznání, zda je před vozidlem kolona (není možno jet dále) či jde o překážku, kterou je možno objet (kurýrní vozidla, práce na silnici, nehody)

o Řešení speciálních situací (živelné události – požáry/povodně, nehody, silniční úpravy, demonstrace, obecně události s výskytem velkého množství chodců či nezvyklých předmětů na vozovce)

- Nezmapované oblasti pro “poslední míli” - logistické areály, doprava osob v rámci soukromého areálu či vzdálených venkovských oblastí

Teleoperace jako taková není technologicky náročná, nicméně jde o integraci mnoha technologií a je zde mnoho aspektů, které je třeba ve fungujícím prostředí zohlednit:

- Technologie kodeků a zajištění co nejmenší latence a robustnosti datového toku
- Technologie komunikace (4G/5G sítě, multi-provider a multi-channel kanály)
- Vybavení operátorského stanoviště operátora (typy předávaných dat – obraz, zvuky, otřesy, virtuální realita)
- Fail-over řešení (identifikace výpadku ve spojení, nouzový lokální automatizovaný řidič a bezpečné odstavení pohybujícího se vozidla)
- Kybernetická bezpečnost řešení (několikastupňová ochrana před narušením či neautorizovaným přístupem k vozidlu či do teleoperation infrastruktury)
- HW nenáročné řešení pro řešení malých robotů, např. řešení poslední míle pro doručovatele potravin či jiného drobného zboží
- Poskytování služeb Teleoperace jako služba (řešení v cloudu)
- Integrační služby

8.4.5 Vývoj systémů odolných proti selhání

8.4.5.1 Zaměření a cíle

Vyvinout nové architektury systémů odolných vůči selhání a jejich integrace v komponentách s vysokými požadavky na bezpečnost, spolehlivost a zabezpečení. Při vývoji budou sledovány následující vlastnosti

- Cenová dostupnost – redundance použitá pro diagnostiku systému musí obsahovat optimalizovaný počet součástek s ohledem na minimální cenové navýšení.
- Požadavky na odolnost proti poruše – výskyt poruchy (ze sady analyzovaných nejčastějších poruch) nesmí vyřadit danou součást z provozu. V některých případech je tolerováno omezení funkčnosti, například omezení maximálního dosažitelného výkonu pohonu.
- Činnost v reálném čase – diagnostika poruch a následná rekonfigurace řídicího systému musí probíhat v reálném čase.
- Diverzita systémů – zdvojená řešení musí být realizována pomocí různého hw řešení a tím současně i softwarového vybavení, aby byla potlačena možnost vzniku systémové chyby.

8.4.5.2 Stručný popis tématu

Výzkum v oblasti systémů odolných proti selhání je možné rozčlenit do následujících tematických celků:

- Vývoj nových architektur pro snížení komplexity, ceny a hmotnosti systémů s požadavkem na odolnost proti selhání.

- Optimalizace využití redundance, hledání optimálních redundantních architektur.

- Vývoj diagnostických metod. Použití deterministických metod postavených na fyzikálních principech, použití umělo inteligenčních přístupů využívajících hloubkové učení a postupy analýzy velkých dat.

- Vývoj v oblasti samo se rekonfigurovatelných systémů v reálném čase.

- Využití diagnostických metod postavených na znalosti modelů, které jsou simulovány v reálném čase a porovnávány s reálným chováním subsystémů.

8.5 Závěr kapitoly

Vzhledem k rychlému vývoji v této oblasti je zavedení a následné masové rozšíření autonomních dopravních systémů otázkou blízké budoucnosti. Nejspíše nepůjde o plnou autonomii úrovně 5, ale částečnou autonomii úrovně 3-4 dle SAE. Tyto systémy však pokryjí celou řadu aplikačních oblastí a stanou se tak tvůrci revoluce v dopravě. K tlaku na jejich využití přispějí i značné ekonomické, ekologické a bezpečnostní dopady těchto technologií. 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. Klíčové bude postupné vytvoření legislativní, technologické a infrastrukturní podpory těchto systémů.

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. Na to reflektují i navržená výzkumná témata, která pokrývají oblast základního technologického výzkumu autonomních systémů řízení, tvorby a poskytování přesných mapových podkladů, teleoperaci, výzkum v oblastech očekávaného nejdřívějšího rozvoje jako je nákladní a průmyslová přeprava a automatizace MHD, vývoj a nasazení systémů odolných proti selhání a jejich testování. Pokud se podaří všechna nebo alespoň značnou část uvedených témat úspěšně naplnit, bude Česká republika velmi dobře připravena na příchod a zavedení autonomních dopravních systémů a může být v tomto ohledu jedním z předních států EU, kde se tyto systémy budou realizovat.

9. Seznam použitých zkratek

ACEA	European Automobile Manufacturers´ Association
ADAS	Advanced Driver Assistance Systems
AI	Artificial Intelligence, umělá inteligence
AMS	Asset Management System
API	Application Programming Interface, rozhraní pro programovací aplikaci
ASTM	American Society For Testing And Materials
AV	Autonomní vozidlo
B7	motorová nafta ČSN EN 590 s obsahem biosložky do 7 %
B8/B9	motorová nafta ČSN EN 590 s obsahem biosložky do 8 až 9 %
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%
B30	motorová nafta ČSN 65 6508 s obsahem biosložky od 25 do 30 %
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
BIM	Building Information Management
bioCNG	stlačený zemní plyn z biomasy
bioETBE	bioetyl-terc-butyletér
bioLLPG	zkapalněné ropné plyny na bázi biomasy
bioLPG	bio zkapalněné ropné plyny
BKOM	Brněnské komunikace, a.s.
BNG	biomethan – vyčištěný bioplyn na kvalitu dle ČSN 65 6514
CAD	Computer aided design

BNG	biomethan – vyčištěný bioplyn na kvalitu dle ČSN 65 6514
CAD	Computer aided design
CBA	Cost Benefit Analysis, analýza nákladů a přínosů
CCAM	Connected, Cooperatice and Automated Mobility, sdílená autonomní mobilita
CCTV	Closed-circuit television, uzavřený televizní okruh
CDE	Common Data Environment – společné datové prostředí
CDV	Centrum dopravního výzkumu
CEN	European Committee for Standartization (Evropský výbor pro standardizaci)
CEPK	Centrální evidence pozemních komunikací
CES	Centrální evidence výrobků
C-ITS	Cooperative Intelligent Transport System(s), kooperativní inteligentní dopravní systém/systémy
CNG	stlačený zemní plyn
Co-processing	společné zpracování dvou a vícepetrochemických surovin společně
C-ROADS	Climate Rapid Overview and Decision Support, celoevropská koordinační platforma pro zavádění C-ITS systémů na provozní úrovni
C-V2X	Cellular -Vehicle to Everything
CZ Biom	České sdružení pro biomasu
ČAPO	Česká asociace petrolejářského průmyslu a obchodu
ČAS	Česká agentura pro standardizaci
ČEPRO	České produktovody, a.s.
ČeR	Česká rafinérská, a.s.
ČOI	Česká obchodní inspekce
ČSN	Česká technická norma
ČSN EN	evropská technická norma transformovaná doslovně do ČSN
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální

ETSC	European Transport Safety Council, vlivná nezisková organizace zabývající se bezpečností silničního provozu
ETSI	European Telecommunications Standards Institute, Evropský ústav pro telekomunikační normy
Euro NCAP	nezávislá mezinárodní organizace, která provádí nárazové zkoušky automobilů
FAEE	etylestery mastných kyselin
FAME	metylestery mastných kyselin
FCD	Floating Car Data, data z plovoucího vozidla
FVE	fotovoltaická výroba elektřiny
FT	Fischer - Tropschova syntéza
GDPR	General Data Protection Regulation, Obecné nařízení na ochranu osobních údajů
GHG	skleníkové plyny
GIS	Geografický informační systém
GPR	Ground-penetrating radar – georadar
GPS	Global Positioning System
HD	High Definition, vysoké rozlišení
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 System(s), inteligentní dopravní systémy
ITS-G5	Intelligent Transport System(s) – G5, inteligentní dopravní systémy pro frekvenční pásmo 5,9 G5
IZS	integrovaný záchranný systém
JVF	Jednotný výměnný formát
KPI	Key Performance Indicator, klíčový ukazatel výkonnosti
KVET	kombinovaná výroba elektřiny a tepla
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
MMBtu	milion British thermal unit
MMR	Ministerstvo pro místní rozvoj
MOD	Mobility on Demand Alliance, mobilita na vyžádání
MPD	Mean Profile Depth
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MTBE	metyl-terc-butyl etér

VRU	Vulnerable road users, zranitelní účastnící silničního provozu
VŠCHT	Vysoká škola chemicko-technologická v Praze
WIM	Weight in Motion - vážení za pohybu
XTL	syntetická parafinická nafta
Zelený vodík	vodík vyrobený pomocí obnovitelné energie

10. Seznam obrázků

Obrázek 1 Cargo drony 10
Obrázek 2 Princip "první a poslední míle" 13
Obrázek 3 Princip fungování „patnáctiminutového města" 17
Obrázek 4 Otevřená data v udržitelné a propojené městské mobilitě 20
Obrázek 5 Rozvinutý princip MaaS v městském prostředí 22
Obrázek 6 Strategie rozvoje silniční sítě resortu dopravy 31
Obrázek 7 Příklad BIM modelu silniční stavby 32
Obrázek 8 Životní cyklus stavby 33
Obrázek 9 Frézování vozovky na základě digitálních podkladů 35
Obrázek 10 Návrh propojení krajských měst novými rychlostními komunikacemi 36
Obrázek 11 Příklad implementace IoT čidel na mostním objektu. Zdroj Valarm.net 38
Obrázek 12 Schéma komplexního systému založeného na BIM. Zdroj VARS 40
Obrázek 13 Systém Rebecca pro správu cyklické (periodické) údržby. Zdroj Almaviva 44
Obrázek 14 Pilotní systém hlavních prohlídek. Zdroj VARS 45
Obrázek 15 Příklad vyhodnocení trhlin a mikrotrhlin. Zdroj AUTOCONT 46
Obrázek 16 Analýza příčných spár. Zdroj VARS 47
Obrázek 17 Automatická detekce poruch vozovky. Zdroj Pavemetrics 48

Obrázek 18 Traffic Speed Deflectometer. Zdroj Greenwood 49

Obrázek 19 Sdílení dat mezi infrastrukturou a vozidly 53

Obrázek 20 Vzájemné vazby v systémech struktury ITS 54

Obrázek 21 Technická struktura ITS 62

Obrázek 22 Administrativní struktura ITS 63

Obrázek 23 Zpětnovazební využití BigData 66

Obrázek 24 BMW CE 02 [17] 80

Obrázek 25 Dojezdové oblasti na kole od stanic metra [21] 82

Obrázek 26 Citroen Ami, městský elektromobil pro dvě osoby [24] 85

Obrázek 27 Příklad nové výrobny BNG - Rapotín 101

Obrázek 28 Výroba biometanu 101

Obrázek 29 Cíle výzkumu v oblasti akumulátorů 114

Obrázek 30 Princip akumulátoru lithium-síra 115

Obrázek 31 Akumulátory redox flow pro nabíjecí stanice 116

Obrázek 32 Proces recyklace lithiových baterií 118

Obrázek 33 Kompletní pohon elektromobil Tesla 3 120

Obrázek 34 Inovovaný reluktanční synchronní elektromotor se šikmými permanentními magnety 121

Obrázek 35 Elektrifikovaná dálnice 123

11. Seznam grafů

Graf 1 Vývoj počtu nehod, hmotné škody a počtu lehce zraněných při dopravních nehodách v ČR v letech 2019-2021 [1][2][3] 70

Graf 2 Vývoj počtu usmrcených a těžce zraněných při dopravních nehodách v ČR v letech 2019-2021 [1][2][3] 71

Graf 3 Nehody způsobené řidiči motorových vozidel dle příčiny, ČR, 2021 [1] 72

Graf 4 Počet usmrcených při dopravních nehodách na miliardu vozokilometrů (data z roku 2017) [6] 73

Graf 5 Počty usmrcených při dopravních nehodách v Nizozemí v roce 2021 [9]. 74

Graf 6 Úrovně autonomního řízení dle SAE 3016 75

Graf 7 Podíl usmrcených při dopravních nehodách dle typu vozidla, ČR 2021 [1] 76

Graf 8 Nehody s viníkem pod vlivem alkoholu, ČR 2021 [1] 79

Graf 9 Vliv hladiny alkoholu v krvi řidiče na pravděpodobnost nehody [15] 79