



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



Technologické trendy v silniční dopravě

Technologická platforma silniční doprava

prosinec 2018



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



TECHNOLÓGICKÁ PLATFORMA



SILNIČNÍ DOPRAVA



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



ÚVOD	10
Východiska.....	10
Postup zpracování	11
Základní poznatky	11
1. MOBILITA	14
1.1 Úvod	14
1.2 Charakteristika průmyslových a společenských změn	16
Sdílená ekonomika	16
Zastávky a přestupní uzly	19
Parkování	20
Silniční nákladní doprava	21
Citylogistika.....	22
1.3 Popis hlavních trendů technologického vývoje	24
Otevřená data	24
Nové zdroje dat.....	25
Nové technologie v parkování.....	26
1.4 Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů	27
Zpracování a prezentace dat	27
Lokalizace vozidel, predikce dojezdu.....	28
Nové trendy ve veřejné hromadné dopravě	29
Parkování	30
1.5 Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístupů v praxi	32
Bariéry v přístupu	32
Nedostatečné projednávání.....	33
Nedostatky ve sběru a zveřejnění dat	34
Nepromyšlená realizace dílčích opatření.....	34
2. SILNIČNÍ INFRASTRUKTURA	37
2.1 Charakteristika průmyslových a společenských změn	37
Posun společenské poptávky	37
Nové technologické možnosti	39
2.2 Popis hlavních trendů technologického vývoje	40



Digitalizace projektování.....	40
Materiály a technologie	45
Údržba	47
2.3 Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů	49
Projektování.....	49
Výstavba a provoz pozemních komunikací.....	51
Systémy hospodaření s objekty dopravní infrastruktury	54
2.4 Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístupů v praxi	57
Neexistence čitelné strategie výstavby a údržby	58
Pomalá digitalizace.....	59
Malá oborová komunikace, neexistence PPP projektů.....	60
3. INTELIGENTNÍ DOPRAVNÍ SYSTÉMY	63
3.1 Úvod	63
Služby správců infrastruktury koncovým uživatelům (občanům, firmám, institucím).....	65
Služby ITS pro správce infrastruktury.....	66
Služby pro cestující a řidiče.....	68
Inteligentní dopravní a logistické systémy	68
Služby pro provozovatele dopravy	68
Klíčové dokumenty v oblasti rozvoje ITS systémů v ČR	70
3.2 Charakteristika průmyslových a společenských změn	71
Projektové záměry na silniční síti.....	71
Projektové záměry veřejné osobní dopravy.....	72
Projekt RODOS	72
Smart cities - chytrá města.....	73
Big data.....	73
IoT - internet věcí	74
3.3 Popis hlavních trendů technologického vývoje	74
Standartní telematika	75
Telematika 2.0	76
NDIC	76
Mýto.....	76
C-ITS	77
E-mobilita	80



Autonomní vozidla	80
3.4 Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů	81
Inteligentní parkování - optimalizace správy parkování.	82
Smart city – next generation	83
Technologicky nezávislé mýto / sjednocování EETS	84
Elektromobilita v rámci ITS	84
Navigace vozidel, plánování tras a objízdných tras	84
Operativní informace pro dispečery	85
Optimalizace tras	85
Vždy připojen – být online	85
Komfort dopravy veřejné / osobní - řízení provozu	85
Omezení nejen v oblasti ITS	86
3.5 Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístupů v praxi	86
Relevantní problémy v oblasti ITS	86
Klíčové bariéry	89
4. BEZPEČNOST SILNIČNÍHO PROVOZU	90
4.1 Charakteristika průmyslových a společenských změn	90
Východiska	90
Příčiny nehodovosti	91
Elektromobilita	92
Alkohol u řidičů a chodců	93
Inteligentní vozidlové asistenty a autonomní vozidla	93
Sdílená ekonomika	94
Smart cities, urbanismus.....	95
Hromadná doprava	95
4.2 Popis hlavních trendů technologického vývoje	96
Vývoj aktivní a pasivní bezpečnost, nové materiály využívané pro karoserie.....	96
Emise a další negativní externality	97
Akumulátory a alternativní pohony	98
Online vozidlové systémy, OTA	98
4.3 Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů	99
Požadavky a podmínky.....	99
Výcvik, podpora řidiče	100



4.4 Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístupů v praxi ...	101
Ekonomické bariéry a politická podpora	101
Infrastruktura	101
Omezení plynoucí z technologií	102
4.5 Závěr	102
5. ALTERNATIVNÍ POHONNÉ HMOTY PRO SILNIČNÍ DOPRAVU	103
5.1 Úvod	103
Základní charakteristika legislativy a plnění RED I a RED II	104
Aktuální sortiment, kvalita a trh s pohonnými hmotami pro silniční dopravu	104
Období RED I	106
Období RED II	108
5.2 Charakteristika průmyslových a společenských změn	110
5.3 Popis hlavních trendů technologického vývoje	111
Perspektivní technologie výroby energie ve světě	112
Perspektivní technologie v ČR	113
5.4 Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů	114
Kapalná vyspělá alternativní paliva	114
Plynná alternativní paliva	115
Organizační a osvětová opatření	117
Základní srovnání vlastností alternativních paliv se standardními	117
5.5 Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístupů v praxi ...	118
5.6 Závěr	118
6. SILNIČNÍ DOPRAVA A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	120
6.1 Charakteristika průmyslových a společenských změn	120
Snižování dopadu na veřejné zdraví a životní prostředí	120
Internalizace externích nákladů jako inovativní zdroj financování	122
Zajištění energií pro dopravu	123
6.2 Popis hlavních trendů technologického vývoje	124
Ovzduší	124
Hluk	129
Kamenivo	130
Asfalt	130
Energetická náročnost	130



Fragmentace a krajina.....	131
Externality	133
6.3 Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů	134
Ovzduší.....	134
Hluk	134
Energetická náročnost.....	135
Fragmentace a krajina.....	135
Externality	135
6.4 Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístupů v praxi ...	136
7. ELEKROMOBILITA.....	137
7.1 Charakteristika průmyslových a společenských změn	137
Změny automobilového průmyslu.....	137
Změny v energetice	138
Společenské změny.....	138
7.2 Popis hlavních trendů technologického vývoje	138
Nové elektromobily	140
Nabíjecí infrastruktura.....	140
Nové baterie.....	141
Čistá elektřina	143
Podpora.....	143
Autonomní elektromobily a autonomní nabíjení.....	144
Sdílení elektromobilů	146
7.3 Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů	147
Nové technologické postupy výroby vozidel	147
Nový přístup v energetice.....	148
Nové přístupy vnímání dopravy ve společnosti.	149
7.4 Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístupů v praxi ...	150
8. AUTONOMNÍ VOZIDLA	151
8.1 Charakteristika průmyslových a společenských změn	151
Vlastnictví vozu.....	151
Plynulost dopravy	152
Parkování	152
Nástupní a výstupní plochy	152



Počet a obnova vozidel	152
Nové typy vozidel	153
Pojištění	153
Pracovní trh	153
Mobilita pro mladé a hendikepované	153
Psychologické aspekty autonomního řízení	154
8.2 Popis hlavních trendů technologického vývoje	154
Asistenční systémy	155
Teleoperace v řízení vozidel	156
HMI v řízení vozidel	157
Automatizované řízení osobních vozidel	158
Automatizované řízení v MHD	159
Automatizované řízení nákladních vozidel	160
Carsharing	160
Mobility operátoři	161
Elektromobilita	162
8.3 Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů	162
Nové senzorické systémy	162
Umělá inteligence	164
Získávání a anotace dat z provozu	167
Datová fúze	168
Monitorování integrity pro lokalizaci autonomních vozidel	168
Tvorba přesných a aktuálních map	169
Simulace	169
Systémy odolné proti selhání	170
Komunikace V2X	173
Bezdrátové datové komunikační technologie	174
8.4 Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístupů v praxi ...	174
Technické bariéry	174
Bariéry v automobilovém segmentu	174
Legislativní bariéry	175
Společenské bariéry	175
8.5 Shrnutí	176



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



Seznam obrázků

Obrázek 1: Integrovaná mobilita na příkladu města	14
Obrázek 2: Vývoj počtu sdílených aut v České republice	17
Obrázek 3: Příklad správného P+R, železniční stanice Blansko.....	19
Obrázek 4: Prezentace automatického dohledu nad parkováním, INTERTRAFFIC 2014	20
Obrázek 5: Omezení vjezdu – Kroměříž.....	22
Obrázek 6: Fotogalerie OGD dne 2018 ve Volkstheatru	28
Obrázek 7: Digitální otisk	40
Obrázek 8: Schéma metody BIM	42
Obrázek 9: Vozovky s dlouhou životností	46
Obrázek 10: Hlavní složky systému PMS	48
Obrázek 11: Snad první český PPP projekt – část dálnice D4	62
Obrázek 12: Inteligentní dopravní služby	65
Obrázek 13: NDIC Ostrava	67
Obrázek 14: Synergické efekty prvků ITS	75
Obrázek 15: Kooperativní ITS	79
Obrázek 16: Výběr alternativy přinášející největší užitek	79
Obrázek 17: Inteligentní parkování.....	83
Obrázek 18: Mobilní aplikace dopravniinfo.cz.....	85
Obrázek 19: Srovnání cílů a dosažených výsledků v počtu úmrtí při dopravních nehodách...	91
Obrázek 20: Využití různých druhů oceli v konstrukci karoserie.....	97
Obrázek 21: Hlavní trendy elektromobility po roce 2018.....	139
Obrázek 22: První elektromobil s dojezdem přes 400km do 1 mil Kč.	140
Obrázek 23: Elektrické dálnice v Německu – Siemens	141
Obrázek 24: Podíl ceny baterie na ceně elektromobilu.....	142
Obrázek 25: Vývoj ceny baterií.....	143
Obrázek 26: Robotické nabíjení elektromobilů	145
Obrázek 27: Bezdrátové nabíjení elektromobilů – BMW.....	146
Obrázek 28: Tesla model S podvozek.....	147
Obrázek 29: Škoda vision E Powertrain	148
Obrázek 30: Domácí akumulární baterie Tesla Powerwall pro noční nabíjení elektromobilů z fotovoltaiky	149
Obrázek 31: Ložiska lithia v ČR	150
Obrázek 32 : Nejběžnější asistenční systémy	155
Obrázek 33: Pokročilý asistenční systém s plánováním dle míry rizika.....	156
Obrázek 34: Pracoviště vzdáleného ovládání vozidla.....	157
Obrázek 35: Obohacená (augmented) realita umožňující zobrazit doplňující informace o provozu.....	158
Obrázek 36: Nedávno byl vyroben 100. autonomní minibus Apollo od Baidu	159



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



Obrázek 37: Marketingová studie předpovídá nárůst carsharingového trhu pětinasobně mezi roky 2015 až 2025	161
Obrázek 38: Globální MaaS trh v letech 2017-2023 v mld. USD	162
Obrázek 39: Solid State Lidar od firmy Velodyne (Velarray)	163
Obrázek 40: FMCW Lidar s měřením rychlosti objektů.....	163
Obrázek 41: Konvoluční neuronové sítě	164
Obrázek 42: Aplikace YOLO algoritmu v rozpoznávání vozidel v simulaci	165
Obrázek 43: Segmentace obrazu dopravní situace před vozidlem.....	165
Obrázek 44: Porovnání BoschNet a standardní VGG16 sítě pro segmentaci obrazu	166
Obrázek 45: Příklady rozpoznání záměrů chodců.....	166
Obrázek 46: Reinforcement learning pro řízení vozidla	167
Obrázek 47: Testovací prostředí HIL	170
Obrázek 48: Průběh detekce poruchy.....	171
Obrázek 49: Srovnání architektur pro dosažení standardu ASIL D	171
Obrázek 50: Tři jádrový procesor s jádru zapojenými v lock-step režimu s posunutím času výpočtu.	172
Obrázek 51: Různé konfigurace statorových vinutí vícefázových elektrických motorů (2x třífázový motor, 3x třífázový motor a pětifázový motor).	173
Obrázek 52: Integrace X in the Loop simulačních metod.....	173
Tabulka 1: Stupně vývoje systému sdílení kol v posledních desetiletích	18
Tabulka 2	118

ÚVOD

Východiska

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

V současné době činnost platformy navazuje dřívější aktivity, které byly zahájeny v roce 2010.

Technologická platforma silniční doprava v období 2010-2013 s podporou OP PI vypracovala dva strategické dokumenty a to Strategickou výzkumnou agendu oboru silniční dopravy a Implementační akční plán oboru silniční dopravy. Průběh řešení a závěrečné výsledky byly konzultovány s naší odbornou veřejností na řadě odborných seminářů.

V období 2013-2014 opět s podporou OP PI byly zpracovány aktualizace těchto dvou strategických dokumentů.



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



Od roku 2017 řeší Technologická platforma silniční doprava další projekt s podporou OP PIK, jehož prvním výstupem je předkládaná studie technologického foresightu s názvem Technologické trendy v silniční dopravě.

Postup zpracování

V souladu s organizační strukturou technologické platformy byla studie zpracována v osmi pracovních skupinách

1. Mobilita
2. Silniční infrastruktura
3. Inteligentní dopravní systémy
4. Bezpečnost silničního provozu
5. Alternativní pohonné hmoty pro silniční dopravu
6. Silniční doprava a životní prostředí
7. Elektromobilita
8. Autonomní vozidla

a ve třech etapách:

1. Popis problémů současného stavu
2. Směry technologického vývoje
3. Technologické trendy v silniční dopravě

Závěrečná etapa byla zpracována podle jednotné osnovy pro všech osm pracovních skupin:

1. Charakteristika průmyslových a společenských změn
2. Popis hlavních trendů technologického vývoje
3. Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů
4. Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístup v praxi

Výsledkem je dokument s názvem Technologické trendy v silniční dopravě, který byl představen naší odborné veřejnosti na konferenci v Olomouci dne 27.11.2018.

Základní poznatky

Současné období lze charakterizovat jako přelomové, které se stane základem pro další vývoj, jehož konečnou podobu v současnosti můžeme jen odhadovat. Dochází k významným změnám v demografickém složení společnosti, charakterizovaném zvyšujícím se podílem starších osob, jejich počet stále poroste. Nakolik se v našich podmínkách projeví migrace z bližších i vzdálenějších zemí je v současné době velmi ožehavé politické téma.



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



Průběžně se mění sídelní struktura charakterizovaná rostoucím počtem obyvatel větších měst a snižujícím se počtem obyvatel na venkově, tento trend bude v budoucnosti pokračovat.

V současné době jsme svědkem rostoucího zájmu o tzv. sdílenou ekonomiku, v oblasti dopravy sdílení vozidel místo vlastnění vozidel. Dopady sdílení vozidel mohou být velmi výrazné a mohou zásadně změnit cestovní zvyky společnosti včetně dopadů na potřebnou infrastrukturu.

Přes velké úsilí se stále nedaří výrazně odstraňovat problémy dopravy ve městech, ve kterých doprava způsobuje kongesce, je zdrojem znečištění ovzduší, zvyšuje úmrtnost obyvatel a tak ohrožuje životaschopnost měst, která jsou základním prvkem společenského rozvoje.

Významným aspektem budoucího vývoje je stále se zvyšující důraz na zdraví společnosti, což znamená rostoucí tlak na omezování všech zdrojů a činností, které zdraví společnosti ohrožují.

V oblasti silniční dopravy to mj. znamená prosazování vize 0, jejíž dosažení by znamenalo, že silniční provoz by byl zcela bez ztrát na životech jejich účastníků.

Zdraví společnosti rovněž ohrožuje hluk a doprava jako jeho významný zdroj musí ke snižování hluku výrazně přispět.

Již delší dobu si naše společnost uvědomuje omezenost přírodních zdrojů a nutnost s těmito zdroji šetřit. I když se pesimistické prognózy o dohledném vyčerpání zásob ropy nepotvrdily, je nutné v kratším časovém horizontu zavádět úsporná opatření a výrazně zrychlit zavádění alternativních paliv.

Důležitým globálním jevem jsou změny počasí, charakterizované zejména zvyšující se průměrnou teplotou. Dopady, které zvyšování teploty přináší, ovlivní zejména budování a údržbu silniční infrastruktury, na kterou má zvyšování teploty přímý vliv.

Vedle zvyšování teploty jsou doprovodným jevem globálních změn počasí přírodní katastrofy. Silniční infrastruktura musí na tyto hrozby reagovat zvýšenou odolností.

Účinným prostředkem proti globálnímu oteplování je snižování obsahu CO_2 v ovzduší. Doprava je jedním z hlavních zdrojů CO_2 a proto omezování dopravou vznikajícího CO_2 je trvalým politickým úkolem.

V technologické oblasti jsou velkou výzvou tzv. big data, která v oblasti dopravy nové možnosti řešení problémů. Analýzy velkých souborů dat o chování a potřebách cestujících umožní nabízet řešení šitá na míru požadavkům.

Inteligentní dopravní systémy mají před sebou obrovské pole působnosti při zvyšování kvality mobility a její bezpečnosti a zabezpečení. Robotizace je počátku svého prudkého rozvoje a to nejen v současných oblastech využívání, nýbrž i řadě nových, např. při údržbě silniční infrastruktury.



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



Dopad těchto trendů, jejichž výčet není úplný, vývoj silniční dopravy v příštím období zásadně ovlivní. Nejviditelnějšími projevy těchto změn v oblasti dopravy je elektrizace dopravy přivádějící na stávající silniční síť elektromobily a autonomní řízení vozidel, které ve své nejvyšším stupni znamená řízení vozidel zcela bez účasti lidského činitele.

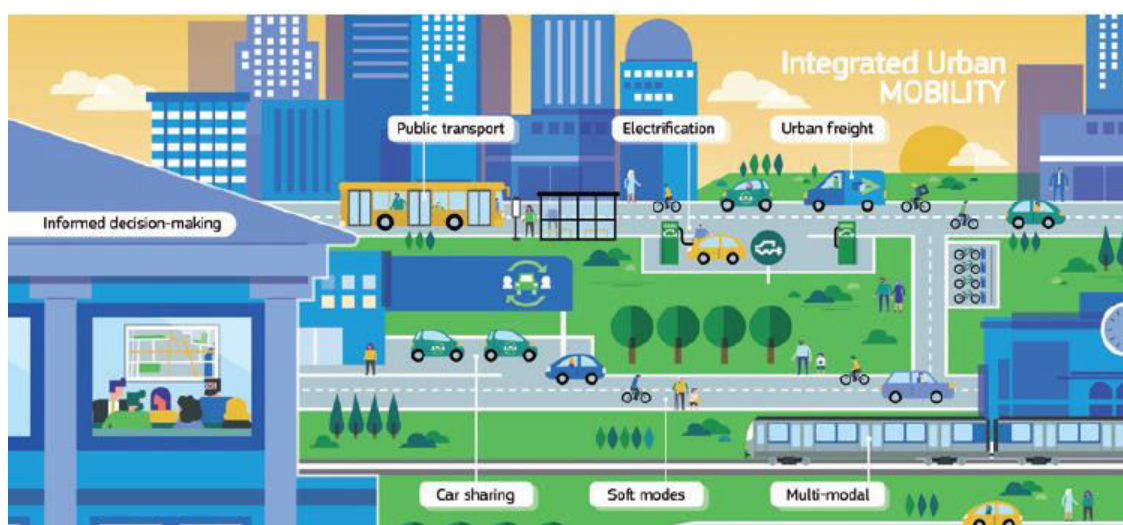
Zpracovaná studie se snažila dopad budoucích trendů na silniční dopravu postihnout ve velmi širokém záběru. Na získané poznatky naváže zpracování dvou strategických dokumentů a to strategické výzkumné agendy a implementačního akčního plánu.



1. MOBILITA

1.1 Úvod

Mobilita je velmi široký pojem, který v sobě spojuje mnohá odvětví vědy a výzkumu v nejrůznějších oblastech a čím dál tím častěji i jejich nejrůznější průniky a spojení.



Obrázek 1: Integrovaná mobilita na příkladu města

Zdroj: ERTRAC

Příklad komplexního řešení městské mobility na obrázku 1 byl převzat z dokumentu Strategická výzkumná agenda, kterou vydal ERTRAC jako svůj podklad pro 9. rámcový program Evropské unie. Z obrázku je zřetelně patrné, jak spolu navzájem souvisí problematika hromadné dopravy, elektrifikace silniční dopravy, nákladní dopravy ve městech, sdílení dopravních prostředků, dostatečného prostoru pro uplatnění měkkých dopravních módů (pěší a cyklistická doprava), problematika multimodální dopravy a informovaného rozhodovacího procesu, tedy procesu, který je založen na dostatečném toku dat ze všech dílčích prvků tohoto systému.

Mobilitu je třeba vnímat ve čtyřech dílčích oblastech, které spolu úzce souvisí 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 zaměřena na podporu změny dělby dopravní práce ve prospěch pěší, cyklistické a veřejné hromadné dopravy, na opatření snížení znečištění ovzduší a snížení hluku vlivem dopravy, snížení celkové spotřeby energie v dopravě a zvýšení podílu energie z obnovitelných zdrojů.



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



Dostupná mobilita – opatření jsou zaměřena na redistribuci uličního prostoru v 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.

Mobilita by měla být průběžně rozvíjena ve všech těchto dílčích oblastech na městské, regionální i celonárodní úrovni. Klíčovým dokumentem pro tento rozvoj by na všech těchto úrovních měl být Plán udržitelné mobility (dále jen PUM), případně SUMP z anglického Sustainable urban mobility plan. Přestože se v názvu SUMP objevuje město, ve skutečnosti by tyto plány měly být, a většinou také jsou, zpracovány pro tzv. městské oblasti, které kromě vlastního města zahrnují také jeho zázemí, pro které město představuje přirozené pracovní, společenské i správní centrum.

Ve většině dosud realizovaných nebo aktuálně rozpracovávaných PUM/SUMP na území České republiky se tak i skutečně děje, a to bez ohledu na velikost sídla, pro které je PUM/SUMP zpracováván. Zároveň je nutno konstatovat, že ke konci roku 2018 ještě stále nemají PUM/SUMP zpracována všechna česká města nad 100 000 obyvatel.



1.2 Charakteristika průmyslových a společenských změn

Počátkem 21. století dochází v oblasti mobility k celé řadě změn, které dílem souvisí s přechody na nové druhy energií, dílem s neustálým vývojem nových technologií a služeb, včetně informačních technologií a souběžně i s mnoha probíhajícími společenskými změnami. Z hlediska průmyslových a technologických změn s významným dopadem na rozvoj udržitelné mobility se jedná především o:

- Přechod na alternativní pohonné hmoty
- Rozvoj informačních technologií
- Změny v možnosti placení za služby, především prudký rozvoj bezkontaktního placení
- Nové možnosti sběru dat o dopravě (např. v sítích mobilních operátorů, v navigačních sítích apod.)

Souběžně se rozvíjí i vývoj adekvátní infrastruktury např. pro dobíjení vozidel přímo provozem na pozemní komunikaci, především na dálnicích.

Pokud se týká společenských změn, z hlediska mobility se jedná především o změny chování, které souvisí s:

- Stále těsnější vazbou na sociální síť,
- Postupující koncentrací obyvatel v městských aglomeracích, ale zároveň snižováním počtu obyvatel v jádrových oblastech těchto aglomerací,
- Vzrůstající oblibou nakupování, včetně nakupování potravin a hotových jídel přes internet,
- Stárnutím populace,
- Vzrůstající oblibou sdílené ekonomiky,

Sdílená ekonomika

Sdílená ekonomika je jedním z výrazných rysů vývoje společnosti v posledním období a lze očekávat, že tento trend bude setrvalý i v následujících desetiletích. Určitou formou sdílené ekonomiky je pochopitelně i tradiční sdílení jízdy s použitím společného prostředku veřejné hromadné dopravy, případně sdílení parkovacího místa na veřejně přístupném parkovišti. Tento pojem však v poslední době nabývá poněkud jiného významu, který spočívá ve sdílení věci, nebo dopravního prostředku určeného v obecné rovině pro individuální dopravu. Typickým příkladem tohoto sdílení jsou systémy carsharingu, bikesharingu, případně sdílení jiných dopravních prostředků (nejnověji elektrokoloběžek).

Tyto systémy jsou významně podporovány i celospolečenskými změnami, a to hned v několika rovinách, z nichž za důležité je třeba vnímat především následující:

- Snižování podílu obyvatel, pro které přestává být auto formou společenského statusu, a to především v nejmladší generaci.
- Růst počtu osob „závislých“ na sociálních sítích. Tito lidé často preferují průběžný kontakt s přáteli na sociálních sítích před řízením osobního automobilu a hledáním volného místa k zaparkování.



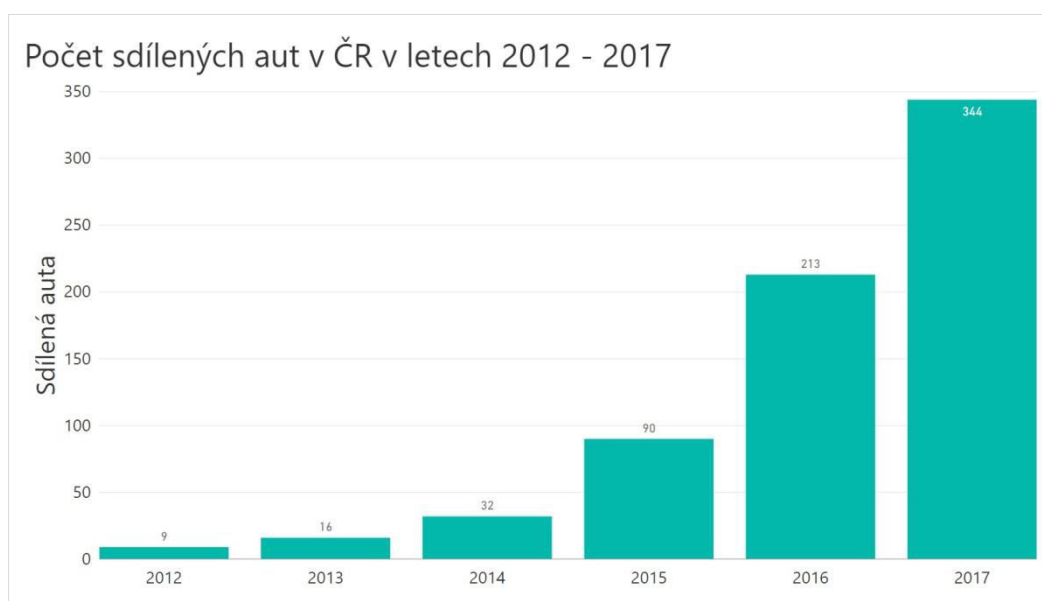
- Rozšiřování pokrytí připojení jednotlivých spojů a přestupních uzlů VDH bezplatným připojením k internetu, které napomáhá nejenom výše uvedené závislosti, ale také umožňuje vyřídít významnou část pracovních nebo studijních aktivit cestou.
- Posilování měkké mobility jako moderního životního stylu.

To vše vede neustálému růstu carsharingu i bikesharingu. Pokud se týká carsharingu, průběžně se rozvíjí v několika formách, které se v průběhu času vyvíjely a nadále se vyvíjí. V některých oblastech funguje více forem současně, někde pouze některé z nich.

Jedná se o:

- Peer to peer formu, kdy si jednotlivci půjčují auta od jiných soukromých osob (v ČR např. HoppyGo)
- Vázaný carsharing, vozidlo je potřeba vrátit ve stejné oblasti, kde bylo zapůjčeno (v ČR např. Autonapůl)
- Volný carsharing, vozidlo je možné vrátit v některé z předem definovaných oblastí (v ČR např. Car4Way)

Z hlediska komfortu uživatelů je zcela zřejmé, že je zcela jednoznačně preferován volný carsharing všude tam, kde je to možné. Podobně jako v mnoha jiných státech se i v České republice carsharing velmi dynamicky rozvíjí. Počet společností i počet sdílených vozidel neustále exponenciálně roste, přesto však stále tvoří velmi malé procento celkového vozového parku. Skutečně skokový nárůst sdílení osobních vozidel je obecně očekáván s nástupem některého z celosvětově významných provozovatelů carsharingu na český trh. V této souvislosti je nejčastěji zmiňována americká společnost ZIPCAR, případně německá společnost CAR2GO.



Obrázek 2: Vývoj počtu sdílených aut v České republice

Zdroj: <http://ceskycarsharing.cz/carsharing-v-cr-2017/>



Ke konci roku 2017 bylo u provozovatelů carsharingu k dispozici 344 vozidel ve 12 městech České republiky a tento počet dál neustále roste. Na jaře 2018 jednotliví aktivní provozovatelé carsharingu v České republice založili Asociaci českého carsharingu.

Relativně samostatnou oblast v rámci carsharingových služeb představuje sdílení elektromobilů. Jeden z nejznámějších a nejdéle provozovaných systémů Carsharingu elektromobilů existuje ve Stuttgartu. Carsharing elektrických vozidel ve Stuttgartu je nejčastěji prezentován jako alternativa k vlastnění druhého auta v rodině, které má obvykle významně menší roční proběh. V posledním období je ve Stuttgartu carsharing elektromobilů rozvíjen především v oblastech nové zástavby souběžně s regulovanými počty míst pro parkování. Z hlediska nových technologií se carsharing elektromobilů nijak neliší od carsharingu vozidel se spalovacími motory.

Bikesharing (sdílení kol) prošel v posledních dvou desetiletích ještě bouřlivějším vývojem než sdílení automobilů. Obecně můžeme mluvit o dvou zásadně odlišných systémech sdílení kol, bezstanicovém a stanicovém. Vývoj sdílení kol je názorně dokumentován v následující tabulce.

Tabulka 1: Stupně vývoje systému sdílení kol v posledních desetiletích

Vlastnost systému	1.	2.	3.	4.	5.
Půjčení a vrácení kol kdekoli					
Jednotná barva kol					
Půjčování kol na předem určených místech					
Vrácení kol na předem určených místech					
Vrácení kol do stanic					
Platba za užívání bikesharingu					
Identifikace uživatele					
Reklama na kole					
Redistribuce kol					
Integrace s ostatní veřejnou dopravou					
Smart bikes					
Elektrokola v systému					

Zdroj: <http://www.bikesharing.cz/historie-bikesharingu.html>

Stanícový systém bikesharingu je náročnější na přípravu i provoz, ale z dlouhodobého hlediska přináší mnohem méně problémů a je tedy ve výsledku efektivnější pro dosažení cílů udržitelné mobility. Základní rizika bezstanicového systému jsou podrobněji popsána v kapitole Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístupů.

Snad v žádné jiné řešené problematice nelze lépe uchopit motto „Mobility as a service“, tedy mobilita jako služba, jako v oblasti veřejné hromadné dopravy. Mobilita je především služba státu, kraje, města a obcí občanům, ke zpřístupnění školy a zaměstnání, ale také všech služeb a volnočasových aktivit. To vše nejenom ve zcela základním a nezbytném standardu, ale tak, aby byl umožněn plnohodnotný život všem nejrozličnějším skupinám obyvatel, včetně těch



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



s různými typy handicapů. Atraktivita veřejné hromadné dopravy se v posledním období významně zvýšila. V současné době (říjen 2018) je již téměř celá republika pokryta regionálními integrovanými dopravními systémy a postupně dochází i k jejich lepší koordinaci v oblastech s rozptýlenou dopravní poptávkou. U mnoha provozovatelů došlo k razantní obměně vozového parku a diverzifikaci vozového parku z hlediska obsaditelnosti jednotlivých vozidel. V rámci některých subregionů se postupně rozvíjejí pilotní aplikace alternativních svozových linek mikrobuseů. Významně se zvyšuje dostupnost vozidel pro osoby s různými typy handicapů a rovněž podíl vozového parku s alternativním pohonem. Nahrazování velkokapacitních autobusů v subregionech s nízkou hustotou osídlení minibusy vede k významným úsporám pohonných hmot a druhotně i ke snížení negativních dopadů dopravy na životní prostředí. Veřejná doprava přestává být vnímána jako sociální služba, a je naopak mnohem více vnímána jako nezbytný prvek dosažení stavu udržitelného rozvoje mobility v budoucnu.

Zastávky a přestupní uzly

Za významným zlepšováním stavu vozidel a dopadu jejich provozu na životní prostředí zaostává stav mnoha zastávek, přestupních uzlů a přístupů k nim. Přestupní uzly často nevyhovují aktuálním požadavkům na kvalitu dopravy, a to jak z hlediska jejich kapacity, jednotlivých přestupních vzdáleností a vazeb, tak také přidáním službami, které přestupní uzel zatraktivňují. S možností využití evropských dotací pro zkvalitnění veřejné hromadné dopravy dochází v posledním období k přestavbě řady přestupních uzlů MHD, případně sloučení různých přestupních uzlů do nového multimodálního přestupního uzlu se současným posílením přestupů z IAD na VHD (P+ R), cyklistické dopravy, sdílené dopravy a TAXI. Příkladem velmi kvalitního přestupního uzlu včetně P+R je přestupní uzel u železniční stanice Blansko (Obrázek 3).



Obrázek 3: Příklad správného P+R, železniční stanice Blansko

Zdroj: google.maps



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



Parkování

K jedné z nejvýznamnějších změn, které jsme v posledním období svědky, je změna v oblasti parkování. Parkování je jednou z klíčových oblastí mobility managementu a parkovací politika jednou z nejúčinnějších forem ovlivňování chování mobility. Přestože principy ovlivnění mobility skrze parkovací politiku jsou známy a dostatečně prověřené již několik desetiletí, v České republice byly dlouhodobě opomíjeny a teprve v posledních letech jsou pozvolna uváděny do praxe našich měst. Problém správné parkovací politiky je mnohem více politický, než technologický. Jedním ze základních pravidel mobility managementu v oblasti parkování je potřeba zpoplatnit parkování všude tam, kde je nedostatek parkovacích míst. Většina politiků ve městech České republiky neměla doposud k tomuto nepopulárnímu kroku dostatek odvahy, a pokud už bylo někde zpoplatnění zavedeno, často bylo zcela nedostatečně kontrolováno.

Jednou z nejnovějších technologií, která úzce souvisí s parkováním a velmi rychle se rozšiřuje i v České republice, je automatický dohled a dozor s průběžným vyhodnocováním nelegálního parkování a zaplacení férové ceny. Podobné kontrolní vozidlo, které bylo poprvé představeno široké odborné veřejnosti na výstavě Intertraffic v Amsterdamu v roce 2014 významně snižuje celkové náklady na automatický dozor a dohled nad parkováním.



Obrázek 4: Prezentace automatického dohledu nad parkováním, INTERTRAFFIC 2014

Zdroj: Heinrich, TPSD

Jak vyplývá i z obrázku 4, který zobrazuje pouze dílčí vyhodnocení přínosu automatického dohledu, zavedení automatizovaného dohledu znamenalo v Amsterdamu rovněž významné úspory na údržbu a obnovu parkovacích automatů. V rámci celého města došlo ke 40% snížení počtu parkovacích automatů. Dalších úspor v Amsterdamu bylo dosaženo vzhledem k eliminaci jakýchkoliv papírových dokladů o parkování, protože celý systém je založen na registraci SPZ zaparkovaného vozidla a ve variantách buď bezkontaktním platbám za parkovné, nebo internetovým převodem, nebo placením kreditní kartou na platebním



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



terminálu. Již v roce 2016 představila firma ELTODO a.s. vlastní vozidlo, které je schopno stejné služby, tedy identifikace vozidel přestupců, ať již z hlediska parkování mimo místa k tomu určená, nebo z hlediska nezaplacení dostatečně dlouhé doby parkování. O další rok později bylo toto vozidlo již v plném provozu v pražských zpoplatněných zónách. Během roku 2018 se využití těchto kontrolních vozidel rozšířilo i do dalších českých měst a jejich technologický vývoj neustále pokračuje.

Souběžně dochází v České republice, a to i ve městech střední velikosti, k značnému rozvoji hromadných parkovacích objektů a zón placeného stání. Byla založena Česká parkovací asociace (ČPA), která se v roce 2017 stala plnoprávným členem Evropské parkovací asociace a významně se podílí i na výměně zkušeností v dalších oblastech mobility, které s parkováním úzce souvisí. Problematika casharingu, multimodální dopravy a regionální veřejné dopravy se stala nedílnou součástí všech konferencí ČPA.

Silniční nákladní doprava

Z hlediska silniční nákladní dopravy se potvrdilo, že její pomalejší růst, ke kterému došlo v mezidobí celostátních sčítání dopravy v letech 2005 a 2010, byl do značné míry způsoben ekonomickou krizí. Po jejím odeznění došlo do roku 2016 k dramatickému nárůstu intenzit silniční dopravy, který významně ovlivnil i prognózy intenzit těžkých nákladních vozidel pro budoucí období a promítl se plně do aktualizovaných TP 225 Prognóza intenzit dopravy, které vstoupily do účinnosti v září 2018. Klíčovým aspektem dopravy je její spolehlivost v čase, proto je silniční doprava často preferována i v relacích, kde by mohla být nahrazena plně, nebo z významné části, dopravou železniční. S růstem intenzit silniční dopravy je však tato spolehlivost stále více narušena. V poslední době se do určité míry podařilo přerušit trend poklesu železniční nákladní dopravy ve prospěch silniční dopravy a naopak některé komodity se opět významněji převážejí po železnici, která ale v kritických úsecích sítě naráží na své kapacitní možnosti.



Obrázek 5: Omezení vjezdu – Kroměříž

Zdroj: HBH

Citylogistika

Samostatným tématem silniční nákladní dopravy je problematika přístupu nákladní dopravy do měst, především pak jejich center. V této oblasti nedošlo v České republice v posledním období k žádným významným změnám a i nadále je řešena nejčastěji vytvářením zón s omezeným přístupem, a to jak tonáží, tak i časově, jak je doloženo na Obrázku 5 na předchozí straně této zprávy na příkladu z Kroměříže.

Problematika citylogistiky je problémem všech vyspělých měst a v Evropské unii je jí v poslední době věnována významná pozornost. Jenom v rámci iniciativy CIVITAS se v současnosti dokončují 4 projekty, které jsou zaměřeny na problematiku citylogistiky (CITYLAB, NOVELOG, SUCCESS, U-TURN). Jedním z důkazů minimální pozornosti, která je věnována problematice citylogistiky v České republice je skutečnost, že v žádném z těchto 4 projektů není partner z České republiky. Cíle výše zmíněných projektů jsou si navzájem velmi blízké. Společným cílem je přispět ke splnění požadavku na snížení produkce CO₂ dopravou ve městském prostředí cestou snížení počtu/délky cest dopravy, která je nezbytná pro chod města, případně nahrazení dopravním prostředků jinými, šetrnějšími k životnímu prostředí.

Součástí všech projektů jsou pilotní implementace opatření, která by měla napomoci dosažení vytčeného cíle. Mezi tato opatření patří např.:

- Vytvoření logistických center na hranicích řešeného území, ve kterých má dojít k omezení nákladní dopravy
- Zásobování v řešeném území elektromobily, případně nákladními elektroky



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



- Zásobování mimo špičkové hodiny, případně zásobování v noci
- Sdílené zásobování pro více cílových uživatelů

V některých z projektů jsou zapojeny i globální přepravní řetězce a je tedy zřejmé, že procesy vyzkoušené v jiných evropských městech by byly schopny realizovat i v České republice, ale musely by k tomu být motivovány příslušnými zákony, případně předpisy nižší právní úrovně.

Jako příklad úspěšného rozvoje citylogistiky je možno uvést aktivity společnosti FM Logistic, která vyvinula v roce 2014 koncept Citylogin, koncept udržitelného a efektivního řešení městské logistiky. Tento koncept je tvořen sklady umístěnými za hranicemi center měst a s vlastním rozvozem po cílovém městě, který je zajištěn dodávkami s ekologickým pohonem.

Prvním městem, které omezilo vjezd vozů se spalovacími motory do historického centra, a tedy těží z výhod konceptu Citylogin, byl Řím. Následně se podobné řešení rozvíjelo v dalších italských městech, ale také ve Španělsku, Polsku, Rusku a ve Francii.

Jak vyplývá z výše uvedeného je šetrné řešení zásobování měst v pokročilých systémech Citylogistiky možné, ale na nových technologiích v podstatě nezávislé. Technologie spočívající v řešení speciálních zásobovacích vozidel pro potřeby citylogistiky nejsou předmětem řešení členů TPSD.

Z hlediska celospolečenských změn je zatím neřešeným problémem neustále se zvyšující obliba nákupu potravin i hotových jídel přes internet a s tím stoupající počet jízd osobních vozidel do obytných území včetně center měst.



1.3 Popis hlavních trendů technologického vývoje

Otevřená data

Z hlediska sběru, analýz a dostupnosti dat pro širokou veřejnost trend v současnosti bezesporu udává hlavní město Rakouské republiky, Vídeň. Zástupci Vídně v roce 2013 představili v rámci konceptu smart cities vizi IKT (Informace, komunikace, technologie), která prosazuje otevřené vládnutí, otevřená data a otevřenou politiku, to vše pomocí informačních a komunikačních technologií. Je samozřejmé, že vznik podobné vize není možno realizovat během jednoho volebního období. Vlastní idea vídeňské vize vznikla o 8 let dříve, tedy již v roce 2005. Případní následníci bezesporu mohou tento čas zkrátit, ale pro aplikaci všech postupů je potřeba významný čas, který rozhodně přesahuje jedno volební období. Tento čas je nutný na přípravu jednotlivých, vzájemně provázaných vazeb, které je možno shrnout do následujících tří pilířů, tak jak jsou správně implementovány nejenom ve Vídni, ale rovněž v řadě dalších měst, která se snaží příklad Vídně následovat.

Informace – v rámci tzv. Virtuálního úřadu (Virtuelles Amt, 2010) existuje 580 webových stránek, které občanům umožní veškeré myslitelné návštěvy úřadů vyřešit z pohodlí domova po internetu (například ohlášení živnosti).

Komunikace – každá stránka umožňuje získat zpětnou vazbu od uživatelů, jim naopak nabízí kontakt na příslušného úředníka, virtuální úřad tak není jednosměrný.

Transakce – systém umí poradit a doporučit vyřízení problému skrze 230 on-line formulářů, které jsou podporovány standardizovaným procesem, podle kterého úředníci magistrátu veškerou agendu řeší. Celý systém je open source.

K říjnu 2018 je ve Vídni na OGD (Open Government Data) portálech 196 datových sad ve strojově čitelném formátu. V návaznosti na veřejnou dostupnost těchto dat vznikají různé aplikace pro mobilní a webové služby, které v oblasti mobility řeší například jízdu veřejnou dopravou, služby různých půjčoven dopravních prostředků, ale i tak specifické věci jako jsou aktuální poruchy výtahů k metru. Bohatá a neustále aktualizovaná databáze umožňuje vznik nových a nových aplikací, které pomáhají občanům Vídně. Ke konci roku 2015 existovalo více než 110 aplikací, které umocňují vzájemný kontakt města s občany a komunitami.

Jednou z nejzajímavějších aplikací, bezprostředně souvisejících s mobilitou, je „Parken Wien“. Aplikace obsahuje informace, kde je možno v reálném čase zaparkovat i s možností filtrovat ta parkovací stání, kde je v cílové oblasti možno parkovat zdarma. Aplikace poradí, zda nestojíte v parkovací zóně pro rezidenty a skrze aplikaci lze parkování pomocí SMS i zaplatit. Součástí otevřeného města je fakt, že aplikace je otevřena i turistům a má tedy, mimo jiné, i českojazyčnou verzi.

Nedílnou a velmi důležitou součástí otevřených dat je i jejich formát, který by měl být co nejvíce kompatibilní s nadřazenými databázemi pro co nejsnadnější spolupráci na státní, ale i celoevropské úrovni. Vídeňský datový portál www.open.wien.at je propojený s národním portálem data.gv.at a ten s evropským portálem www.publicdata.eu.



Nové zdroje dat

Čím dál více je zřejmé, že základní data o mobilitě budou v budoucnosti čerpána z dat mobilních operátorů a v mnoha případech se tak již dnes děje. Dle nejnovějších informací ze serveru www.businessit.cz připadá podle posledních dostupných údajů ČSÚ na sto domácností 206 mobilních telefonů, přičemž tato zařízení používá 98 % jednotlivců starších 16 let. Je více než pravděpodobné, že velká část z těchto uživatelů běžně využívá v mobilních zařízeních geoinformační systémy (GIS) v nějaké formě. Druhotně ovšem do systému vnáší neustále aktualizovanou informaci o své poloze, rychlosti a směru pohybu, a ty zase mohou následně být využity pro mnohé informace, které následující pohyb ulehčí, umožní objektivnější rozhodování o optimální volbě kombinace dopravních prostředků, případně očekávaném dojezdu do cílové destinace v různých variantách trasy a různých variantách použití dopravních prostředků, včetně závislosti na aktuální rychlosti pohybu daného jízdního prostředku a kapacitních rezervách doporučených tras.

Trendy užití GIS jsou aktuálně nejvíce vidět v cyklistické dopravě. Příkladem může být sada chytrých aplikací UrbanCyclers, které pomáhají městům zvyšovat podíl cyklistické dopravy. Aplikace používá nejnovější technologie vyhledávání cyklistických tras využívající velká data o reálném pohybu cyklistů ve městě a je tak schopna doporučovat velmi kvalitní trasy. Obsahuje mobilní aplikaci Rider pro občany, která kombinuje mapové, navigační a motivační funkce a pomáhají tak lidem jezdit ve městě na kole více a lépe. Na mobilní aplikaci Rider navazuje nástroj Analyst, který využívá data sbíraná aplikací k široké škále cyklodopravních analýz pro potřeby datově orientovaného dopravního plánování. Poslední částí sady UrbanCycler je nástroj Campaigner, který městům umožňuje propagovat cyklistickou dopravu zábavnou a cílenou formou. UrbanCyclers jsou poskytovány formou software jako služba (Software as a Service).

I ve veřejné hromadné dopravě existuje již v současné době celá řada chytrých aplikací, které umožňují sledovat pohyb jednotlivých spojů konkrétní linky, aktuální zpoždění proti jízdnímu řádu, předpokládané odjezdy ze všech obsluhovaných zastávek a řadu dalších užitečných informací. Jednou z podobných aplikací je IRIS, který v sobě aktuálně obsahuje městskou a příměstskou dopravu v Brně a jeho nejbližším okolí.

Je zřejmé, že těchto aplikací bude časem přibývat, a to úměrně s dostupností a otevřeností aktuálních dat. Z hlediska co nejefektivnějšího využití možností, které poskytuje multimodální doprava, v plné šíři tohoto pojmu, je třeba rozvíjet technologie související se sledováním rychlostí dopravního proudu na následných úsecích trasy každého vozidla, které je součástí multimodálního přepravního řetězce a souběžně i technologie k analýze potřebné doby k dosažení cílové destinace. Zavedení této technologie do praxe je potom jednou ze zásadních podmínek pro skokové zvýšení atraktivity veřejné hromadné dopravy ve všech jejích podobách a formách.

Na tyto databáze by měly být, pomocí dalších technologií, především z oblasti softwarového inženýrství, navázány nejenom panely s průběžnou informací o následujících odjezdech jednotlivých dopravních prostředků z daného stanoviště, ale také nejrůznější webové aplikace,



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



které poskytují informace nejenom pro cestující, kteří jsou již na nádražích a zastávkách v čekacím prostoru, ale také ty cestující, kteří teprve zvažují mezi různými alternativami realizace vlastní cesty.

Nové technologie v parkování

Pokud se týká parkování, je z hlediska garáží a jiných uzavřených parkovacích systémů kromě identifikace každého jednotlivého místa a sledování jeho aktuálního stavu obsazení, zcela jednoznačným trendem doplnění vjezdového i výjezdového zařízení o kamerový systém, propojený se záznamem SPZ a vyhodnocením času, které dané vozidlo strávilo v parkovacím objektu a informací o zaplacení příslušné úhrady. Tato technologie významně zrychluje výjezd automobilů z dané lokality a tím pochopitelně zvyšuje atraktivitu lokality pro její uživatele. Současně kamerový systém může velmi dobře sloužit k flexibilnímu nastavení ceny za parkování v jednotlivých časových intervalech v průběhu dne i týdne tak, aby pokud možno bylo dosaženo maximálně efektivního využití vložené investice do vybudování parkoviště a zajištění jeho údržby a provozu. Druhotně mohou být data z kamerových systémů využita i k obecnějším informacím pro uživatele, kterým může být cíleně nabízena garantovaně volná kapacita dané lokality v určitém časovém intervalu. Lze očekávat, že v rámci zkrácení zbytečného času budou rozvíjeny technologie, které budou minimalizovat i potřebu návštěvy platebního terminálu a rovnou propojí čas strávený v parkovacím objektu s odečtením příslušné částky z kreditního účtu.

Mnohem náročnější jsou technologie, které zajišťují v podstatě stejné služby a možnosti, ale v otevřených parkovacích systémech, typicky na ulici. Aktuálně se technologický vývoj ubírá dvěma, poněkud odlišnými, směry. Prvním směrem je sledování obsazení jednotlivých parkovacích míst pomocí kamerových systémů, druhým potom vybavení každého parkovacího místa některým ze senzorů, který umožní sledovat jeho aktuální obsazení. V případě kamerových systémů je potřeba ještě dalších technologií pro průběžné analýzy obrazů a jejich následné zpracování do on-line databází obsazenosti. Ve druhém případě je tato databáze tvořena z každého dílčího senzoru za jedinečné parkovací místo a její vytvoření je tedy významně jednodušší. Na druhé straně tyto senzory se jeví jako náchylnější na případné poškození a je tedy velmi obtížné předvídat, který z těchto směrů technologického vývoje bude v dalším období jako dominantní. Vzhledem ke skutečnosti, že obě tyto technologie, které bezprostředně souvisí s průběžným vyhodnocováním volných parkovacích míst v uličním prostoru, jsou relativně nové, budou určitou dobu koexistovat vedle sebe a jejich vzájemné posouzení bude muset být realizováno až s delším časovým odstupem.

Pokud se týká silniční nákladní dopravy, jsou aktuální trendy zaměřeny především do dvou technologických oblastí. Jedná se o technologie, které souvisí s nasazením autonomních vozidel a inteoperabilitou silniční infrastruktury, a to i v mezinárodní dopravě. V současné době (2017 – 2020) probíhá v České republice, podobně jako v řadě jiných států Evropy, projekt C- Roads. Jde o průlomový projekt, který umožní postupné zavádění autonomních (robotických) vozidel, která jsou budoucností automobilového průmyslu. Nedílnou součástí projektu je i propojení pilotních projektů kooperativních koridorů včetně testování vzájemné



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



propojitelnosti jednotlivých informačních systémů na mezinárodní úrovni. Je nepochybné, že na základě tohoto projektu bude iniciován vývoj celé řady souvisejících technologií.

1.4 Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů

Zpracování a prezentace dat

Důležitou složkou technologického vývoje jsou technologie související se zpracováním dat a jejich zveřejněním, nejlépe ve formě otevřených datových sad. Rozvíjeny by měly být technologie související s prezentací dat a informací všem potenciálním skupinám uživatelů včetně všech skupin uživatelů se specifickými potřebami. Příkladem zdařilého zapojení občanů do přípravy a plnění plánů mobility je hlavní město Rakouska, Vídeň. Právě komunikace a informovanost se ve Vídni staly dvěma ze tří základních pilířů realizace plánů mobility. Nedílnou a velmi významnou součástí systému je zpětná vazba od občanů. Lidé mají možnost hodnotit jak fungování systému, tak se skrze něj vyjadřovat k různým návrhům města, čímž se významně rozvíjí komunikace města a občana a získávají se cenné informace od občanů v již klasifikované, standardizované formě. Je prokázáno, že zvolený systém významně usnadňuje a zefektivňuje práci magistrátu napříč různými odbory a odděleními.

K propagaci systému a komunikaci s občany slouží ve Vídni, mimo jiné, také každoroční konference, kterou město Vídeň pořádá k problematice otevřených dat souběžně se soutěží o nejlepší aplikaci a pravidelný den otevřených dat. Všechny tyto aktivity s sebou přinášejí významně větší informovanost obyvatel i návštěvníků Vídně o možnostech mobility a přináší s sebou nové, ale i aktualizované aplikace pro další zkvalitnění života ve Vídni. Významnou složkou informovanosti je i dostatečná prezentace úspor. Podle studie Univerzity v Kremsu je dosažená úspora v řízení Vídně cca 700 000 Eur. Komerční hodnota prvních 100 aplikací, které vznikly na základě OGD (Open Government Data) se odhaduje na cca 550 000 Eur. Na příkladu Vídně je zřetelně vidět, že technologický vývoj ve sběru dat dosáhl oproti stavu před několika málo lety velmi významného pokroku. Přesto je neustále zdokonalován a doplňován dalšími a dalšími možnostmi a technologiemi sběru, přenosu a vyhodnocování dat.



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



Obrázek 6: Fotogalerie OGD dne 2018 ve Volkstheatru

Zdroj: <https://open.wien.gv.at/site/open-data/danke-ogd/>

Pokud se týká systémů sdílené dopravy, je zřejmé, že prioritním zájmem je, aby tyto systémy byly co nejrozšířenější a co nejúčinnější. Je tedy důležité, aby veškeré informace o poskytovatelích těchto služeb, ale i o službách vlastních, byly na webu měst a obcí co nejdostupnější a také aby informovanost obyvatel i návštěvníků města o těchto službách byla co nejširší, podobně jako tomu již je v současné době například ve Vídni, Barceloně, Brémách a mnoha dalších městech.

Lokalizace vozidel, predikce dojezdu

Pokud se týká sdílení aut, kol, ale i jiných individuálních dopravních prostředků, neustále se zdokonalují technologie, které umožňují on-line sledování vozidel a pravděpodobnost jejich dostupnosti v určité oblasti ve vazbě na očekávanou poptávku. Rozvoj těchto technologií je však smysluplný pouze od určité velikosti konkrétního systému sdílení.

V mnoha dílčích podtématech problematiky mobility jsou řešeny technologie související se sběrem dat a následnými analýzami. Očekává se rovněž další rozvoj technologií souvisejících s identifikací oprávněné osoby, tedy osoby, která má daný dopravní prostředek řádně rezervován pro následující použití. Stejně tak je zřejmé, že významným nástrojem mobility jsou různé aplikace v chytrých telefonech. Aplikace nejenom poskytují rychlý přehled o dostupných službách, ale umožňují také instalaci digitálních zámků ke sdíleným kolům/autům, hledání nejbližšího dostupného vozidla, dostupného parkování a také volbu kombinací optimálních dopravních prostředků.

Pokud se týká veřejné hromadné dopravy je rozvoj moderních technologií z hlediska mobility zaměřen především na technologie související s přesnou lokalizací každého jednotlivého spoje a následně technologie související s predikcí dojezdového času do konkrétní zastávky.



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



Na ně budou navázány technologie, které zvýší informovanost přepravců, cestujících ve vozidlech daného spoje, ale rovněž cestujících, kteří chtějí stejný spoj využít na některé z následných zastávek. Zavedení podobných technologií do praxe je jednou ze zásadních podmínek pro výrazné snížení počtu odjezdových stání ve významných zastávkách a uzlech a tím zkrácení jednotlivých přestupních vazeb. Podobné technologie jsou již v současnosti běžně používány v nákladní automobilové dopravě, ale v přepravě osob je jejich využití velmi nízké.

Je rovněž zřejmé, že i nadále budou rozvíjeny technologie, které souvisí s minimalizací operací s hotovými penězi, a to jak v prodeji jízdenek přímo v konkrétním spoji, tak i ve všech formách přímého prodeje jízdenek. Operace s hotovými penězi je jednou z nejnáročnějších činností souvisejících s ekonomikou provozu, a to jak z hlediska vlastní pracnosti, tak i významných ztrát času v případě prodeje jízdenek přímo řidiči v jednotlivých spoji.

Příklady velmi úspěšného zavedení nákupu jízdenek pomocí bezkontaktní platby bankovní kartou lze již v současnosti najít i v České republice, mimo jiné i na Malinovského náměstí v Brně. Již první vyhodnocení prodeje vysoce překročilo původní očekávání a lze tedy konstatovat, že tento příspěvek k moderní mobilitě lze zcela jednoznačně vnímat jako službu občanům i návštěvníkům Brna a plně naplňuje heslo „Mobilita jako služba“.

Pokud se týká jednotlivých forem multimodální dopravy je nutno vyvinout aplikaci, která bude obsahovat pro řidiče IAD zcela zásadní informace, zda se ve směru jeho cesty nachází nějaká potenciální možnost vazby P+R včetně všech navazujících informací. Nejdůležitějšími z nich potom jsou informace o pravděpodobnosti volného místa v čase předpokládaného příjezdu, ceny za zaparkování v dané lokalitě, ale také pochopitelně veškeré informace, které se váží k navazujícím spojům VHD. Podobné aplikace patří mezi nejoblíbenější a jejich vzniku není potřeba věnovat nijak speciální pozornost. Aby mohly vzniknout, potřebují základní, veřejně přístupné, databáze jak o aktuální pozici jednotlivých spojů VHD, tak i z analýz obsazenosti dané lokality P+R v průběhu daného dne a zároveň i aktuální hustoty dopravního proudu ve směru jízdy daného vozidla až do předpokládané cílové destinace parkoviště. Pokud v blízkosti daného přestupního uzlu existuje více možností parkování s rozdílnou kvalitou, případně rozdílnou délkou pěšího přestupu, a takové bezesporu budou existovat, lze předpokládat vývoj technologií, které umožní flexibilní změny ceny za parkování v závislosti na aktuálním obsazení dané lokality. Podobnou technologii nasadil XEROX v Los Angeles na jaře 2012 a následující rok byly první výsledky prezentovány v Evropě na výstavě Intertraffic.

Nové trendy ve veřejné hromadné dopravě

Je zřejmé, že významné zkvalitnění veřejné hromadné dopravy je možno dosáhnout při zapojení TAXI do regulérních spojů VHD. Lze očekávat vývoj technologií, které umožní co nejlépe analyzovat efektivitu nasazení klasických autobusů, případně minibusů na pevně



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



stanovených linkách a v předem daných časech a s tím veškeré související náklady s náklady, které by vznikly při náhradě těchto spojů TAXI službou a její případné podpoře.

Příkladová studie HBH Projekt v roce 2015 ve městě střední velikosti (Valašské Meziříčí – 22 000 obyvatel) prokázala, že případná 50% dotace cen TAXI v době víkendů a svátků je významně efektivnější než standardní podpora, kterou za stejné dny dostává provozovatel MHD. Technologický vývoj bude zaměřen především na co nejefektivnější a nejprůkaznější formu dotace provozovatelů TAXI a pochopitelně rovněž do co nejjednoduššího systému objednání dopravního prostředku (TAXI), který je zapojen do sítě VHD.

Parkování

Významným nástrojem parkovací politiky, který je v Česku zatím velmi málo využíván, je nastavení sazby za parkovné, a to jak s ohledem na čas strávený na daném parkovišti, tak i na denní dobu, případně plně dynamická sazba za parkování v závislosti na naplnění dané lokality. Pro možné zavedení tohoto opatření by bylo mimo jiné potřeba zavést kamerové, nebo senzorové systémy, které by byly schopny sledovat aktuální obsazenost všech dostupných parkovacích míst

V mnoha garážích a obecně uzavřených parkovacích systémech je zcela jednoznačným trendem doplnění vjezdového i výjezdového zařízení o kamerový systém, který významně zrychluje výjezd automobilů z dané lokality. V případě otevřených parkovacích systémů se i nadále budou souběžně rozvíjet technologie sledování obsazenosti jednotlivých parkovacích míst a návazně i technologie pro průběžné analýzy obrazů a jejich následné zpracování do on-line databází obsazenosti.

V nejbližším období bude bezesporu dále pokračovat vývoj kontrolního vozidla parkování, se kterým je spojena celá řada technologií, a to jak technologií průběžného vyhodnocování více druhů obrazového záznamu a identifikací SPZ všech stojících vozidel, tak i technologií, které spočívají v analýze obrazu s cílem průběžného srovnávání SPZ identifikovaných vozidel s databází registrací parkujících vozidel v právě kontrolované oblasti. V návaznosti na tyto činnosti je třeba řešit i spojení s osobami, které zajišťují pochůzkovou činnost, a to především v případě nečitelnosti SPZ a potřebě bližší identifikace majitele stojícího vozidla a samozřejmě také navazující technologie automatizovaného generování výzev k zaplacení zjištěných přestupků.

Dalším technologickým směrem, který je společný pro více rozdílných aktivit mobility, jsou technologie přenosu informací a jejich sdělení cílovému uživateli, v případě parkování řidiči, který se chystá zaparkovat v cílové destinaci, a to vše s ohledem na předpokládanou dobu příjezdu a zároveň s dostatečným předstihem, aby případně mohl volit mezi různými lokalitami pro parkování, jak z hlediska délky cesty, tak i aktuální ceny parkovného v jednotlivých lokalitách.

Pokud se týká silniční nákladní dopravy lze očekávat rozvoj všech technologií, které umožní alespoň základní sběr dat o jejich průběžných objemech v jednotlivých přepravních relacích



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



a následné analýzy pro možnost dostatečně kvalifikovaných rozhodnutí v oblasti multimodální přepravy.

Souběžně se budou vyvíjet i veškeré technologie, které souvisí s budováním kooperativních ITS koridorů na síti TEN-T a jejich napojením na koridory budované v sousedních zemích, aby byla zajištěna interoperabilita dopravního provozu a v budoucnu i postupné zavádění autonomních (robotických) vozidel.



1.5 Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístupů v praxi

Bariéry v přístupu

Z hlediska mobility je zcela zásadní bariérou, která brání mnohem významnějším změnám, setrvačnost v přístupu mnoha nositelů rozhodnutí (politiků, klíčových úředníků samosprávy, případně státní správy), která se plně projevuje již při zadávání, ale i následném zpracování a projednávání plánů mobility. V mnoha případech už vlastní rozhodnutí o zadání Plánu udržitelné mobility (PUM/SUMP) není podloženo širokým celospolečenským konsensem s podporou napříč celým politickým spektrem, ale pouze snahou politické reprezentace na dosažení podpory z některého typu dotací, určených pro projekty související s opatřeními v dopravě.

Jedním z představitelů této skupiny je společný plán Liberce a Jablonce, který tuto skutečnost přímo přiznává a zpracování plánu mobility tematicky rozdělil do fází, přičemž schválené fáze jsou pro oblast VHD a cyklistické dopravy, a to právě pro umožnění čerpání co největšího podílu dotací v dalším programovacím období. Tímto se však ztrácí zcela zásadní smysl plánu udržitelné mobility jako komplexního programu pro zajištění udržitelné mobility v definovaném území.

Mnohdy jsou PUM/SUMP velmi podobné Generálnímu dopravnímu plánu pouze s minimem prvků skutečného plánu mobility. Většinou je velmi podceňena prezentace a komunikace všech jednotlivých etap PUM/SUMP, a to jak na politické úrovni, tak i s veřejností, která většinou není nijak motivována, aby se procesu projednávání aktivně účastnila.

Aktuální stav zpracování plánů mobility a jejich dílčích problémů je pro všechny evropské země, včetně České republiky, výstižně analyzován v pracovním výstupu D1.2 projektu PROSPERITY (Prosperity through innovation and promotion of Sustainable Urban Mobility Plans – Prosperita skrze inovace a podporu plánů udržitelné mobility) z února 2018.

Tato zpráva identifikovala hned několik bariér, které mohou silně ovlivnit dosažení cílů udržitelné mobility v požadovaném časovém horizontu. Mezi ně, podle základní analýzy, patří:

- Nízká úroveň spolupráce mezi různými odbory/úřady na všech úrovních (město, kraj, stát)
- Nízká celostátní podpora a nedostatečný legislativní rámec
- Nedostatečná politická vůle
- Nedostatečná odborná kapacita pro implementaci jednotlivých opatření PUM/SUMP v souladu s vizí SUMP a dostupnými finančními prostředky (které bývají omezené)
- Nedostatečný, případně nedostatečně věrohodný, sběr dat, monitorovací proces a analýzy



Kromě výše zmíněných bariér byly v analýzách strukturovaných rozhovorů s klíčovými zodpovědnými aktéry v jednotlivých zemích Evropské unie identifikovány následující bariéry:

- Nedostatek aktivit SUMP na celonárodní úrovni
- Nedostatek zájmu o problematiku SUMP/PUM mezi politiky na všech úrovních
- Nedostatečná profesionální podpora včetně scházejících pravidel kontroly kvality, nedostatek expertů s dostatečnými kompetencemi pro tvorbu a implementaci SUMP/PUM
- Setrvačnost v tradičním přístupu k dopravnímu plánování, které je zaměřeno především na opatření v rozvoji infrastruktury pro motorovou dopravu, což vede k prioritizaci souvisejících opatření před ostatními opatřeními SUMP.

K výše uvedenému výčtu je nutno konstatovat, že plně odpovídá situaci v České republice v době zpracování tohoto dokumentu (říjen 2018). Dílčí rozdíly mohou být snad jen v hierarchizaci jednotlivých bariér.

Nedostatečné projednávání

Výsledkem nedostatků v projednávání s politiky je skutečnost, že schází obecná podpora udržitelného plánu mobility a jeho jednotlivých opatření a tím pádem může velmi snadno dojít ke zpoždění v realizaci některých opatření SUMP, v kritických případech i jejich kompletnímu odmítnutí, a to nikoliv na základě podrobné analýzy skutečného dopadu, ale pouze a jenom z důvodu změny rozložení politických sil a často i pouze při dílčí personální změně na rozhodujících pozicích odborných referentů, za příslušná opatření odpovědných.

Výsledkem nedostatečného zapojení veřejnosti z nejrůznějších zájmových uskupení je často nežádoucí ovlivnění celého SUMP, ale druhotně i některých dílčích opatření PUM/SUMP dílčími akčními skupinami obyvatel, místo vzájemného vybalancování různých požadavků, potřeb i přání co nejširšího spektra občanů.

Kromě „městských“ plánů mobility by měly existovat a být průběžně aktualizovány i krajské plány mobility a adekvátní dokument na celostátní úrovni. Bohužel ani jeden z podobných dokumentů neexistuje.

V roce 2016 byla přijata Metodika pro přípravu plánů udržitelné mobility měst České republiky, dokončená v roce 2015, jako oficiální metodika MD. Souběžně se problematikou mobility začalo aktivně zabývat Ministerstvo pro místní rozvoj a Ministerstvo životního prostředí. Přesto je nutno konstatovat, že komplexní podpora plánů mobility a jejich naplňování ze státní úrovně doposud schází. Plány udržitelné městské mobility, které byly a jsou zpracovávány pro některá města (např. Opava, Ostrava, Brno, České Budějovice) většinou obsahují pouze velmi obecné indikátory plnění a neumožňují dostatečnou kvantifikaci předpokládaných dopadů a v důsledku toho ani jejich následnou kontrolu.



V mnoha městech došlo k zavedení některých dílčích opatření, která jsou obvykle nedílnou součástí mobility managementu: omezení prostoru pro IAD, vymezení jednoho ze dvou pruhů jízdy pro cyklisty a MHD, zpoplatnění parkování v některých lokalitách, významnému posílení taktové dopravy, usnadnění přestupů, výstavbě parkovacích objektů apod. Jednotlivé aktivity jsou však při neexistenci pravidelně aktualizovaného plánu mobility osamoceny a není dostatečně využit jejich potenciál vzájemné synergie pro zajištění udržitelného rozvoje mobility v daném území a pro naplnění sloganu „Mobility as a Service“, tedy mobilita jako služba obyvatelům daného území.

Nedostatky ve sběru a zveřejnění dat

Zcela zásadní bariérou pro návrh a uplatnění jednotlivých opatření mobility managementu je nedostatek dat, neochota k jejich sdílení a k zajištění jejich průběžných analýz. Je nutno konstatovat, že ve velké míře přetrvává stav, kdy nejsou v dostatečné míře uplatňovány postupy, které by garantovaly dostatečně kvalitní datové soubory pro možnost plánování a následného vyhodnocování efektu jednotlivých opatření v oblasti udržitelné mobility.

Z hlediska dat schází základní kámen jakýchkoliv opatření pro zajištění udržitelné mobility, a to je dostatečně podrobný a průběžně aktualizovaný dat o dopravním chování populace. Aktuálně probíhající celonárodní průzkum dopravního chování „Česko v pohybu“, který probíhá v letech 2017 – 2019 bezpochyby přinese cenné výsledky na úrovni státu, ale pro potřeby dílčích územních celků na úrovni NUTS3 budou počty dotazovaných relativně malé.

Zároveň lze konstatovat, že celkový objem dat, využitelných pro dostatečnou specifikaci jednotlivých opatření plánu udržitelné mobility, neustále roste. Rozsáhlé datové soubory, které pro svoje potřeby shromažďují provozovatelé hromadné dopravy, operátoři řízení dopravy v křižovatkách, v tunelech a na dálnicích, případně operátoři jednotlivých mobilních zařízení, nejsou dostatečně skladovány a následně zveřejňovány tak, aby mohly být aktivně využity pro různá opatření plánu udržitelné mobility, případně pro budoucí vyhodnocování účinnosti jednotlivých opatření.

Ještě horší zdrojová data jsou o dopravě nákladní. S výjimkou dat sbíraných mýtnými branami, schází téměř jakákoliv další data, ze kterých by bylo možné odvodit potřebné matice pro mezioblastní, případně meziokreskové vztahy v přepravě materiálů a zboží a pro prognózu jejich budoucího vývoje. Schází jakýkoliv zákonný předpis, který by firmám stanovil povinnost sdílet základní data o objemech a trasách přeprav jednotlivých výrobních vstupů i výstupů a zároveň umožňoval firmám dostatečnou ochranu jejich obchodních zájmů.

Nepromyšlená realizace dílčích opatření

Významnou bariérou pro širší akceptaci a podporu plánů udržitelné mobility představuje i nepromyšlená realizace některých opatření, která druhotně způsobí problémy širšímu okruhu obyvatel. Jako příklad podobného opatření je možno jmenovat bezstanicový systém bikesharingu. Bezstanicový systém bikesharingu má sice určité výhody z hlediska



minimálních městských investic a také minimálního politického rizika a zároveň rychlého dopadu na dělbu dopravní práce, avšak časem se projevují spíše nevýhody:

- Zaplavení města koly, často již pouze vraky kol
- Parazitování na cizím a veřejném prostoru a veřejném mobiliáři
- Nevhodně zaparkovaných kol, která blokují cestu chodcům
- Vyšší míře vandalizace (až 20% kol bývá poškozeno, operátoři bezstanicového bikesharingu neřeší údržbu a kola zanechávají na ulici)

Následné odstraňování nežádoucích kol (na základě protestů rezidentů) bývá napadeno cykloveřejností za nepřátelský postoj k cyklistům a nedostatečný počet stojanů.

Pokud se týká veřejné hromadné dopravy, která je stále méně vnímána jako sociální služba, dochází v poslední době v mnoha městech k přestavbám jejich přestupních uzlů, především autobusových nádraží. Při těchto přestavbách se mnohdy nedaří dostatečně omezit počet odjezdových stání a tím délku přestupních vazeb, a to přesto, že dnešní technologie umožňují dostatečnou informovanost pro odjezd různých linek ze stejného odjezdového stání.

To, co platí pro autobusová nádraží a přestupní uzly mezi jednotlivými linkami VHD, platí dvojnásob pro přestupní uzly mezi IAD a VHD tedy systémy P+R. I přes několik desetiletí používání Park + Ride schází kvalitní a dostatečně kapacitní přestupní uzly, případně odvozené (Park + Bike, Park + Go), které by motivovaly jednotlivé uživatele k použití šetrnějších způsobů dopravy. Existující kapacity P+R velmi často trpí jak nevhodným umístěním (dlouhá přestupní vazba).

Zcela nedostatečné je zapojení TAXI do systému veřejné hromadné dopravy, a to přesto, že v mnoha případech menších měst by zavedení případných příspěvků města na cestu TAXI bylo o víkendech a svátcích významně efektivnější, než jsou náklady spojené s provozováním městské hromadné dopravy.

I přes významné zlepšení, v některých dílčích případech, nadále v drtivé většině parkovacích objektů schází v dostatečném předstihu informace o aktuálním naplnění konkrétního parkovacího objektu, případně je omezena pouze na informaci o tom, že parkoviště je zcela obsazeno. I tyto informace se však vyskytují většinou pouze v hromadných parkovacích objektech, zcela minimálně jsou k dispozici pro velké plochy parkování na ulici. Ještě horší je informovanost řidičů o možnosti využití kapacit P+R, kde mnohde schází i ta nejzákladnější včasná informace o samotné existenci těchto parkovišť, a to v takovém předstihu, aby využití bylo možné nejenom pro pravidelné uživatele, ale i pro náhodné návštěvníky cílového města.

Samostatnou problematikou, která úzce souvisí s parkováním, je placení parkovného. Jen velmi pozvolna se rozšiřuje možnost bezkontaktního placení parkovného včetně placení mobilním telefonem, i když, jak je známo z mnoha úspěšných realizací v placení MHD v České republice, je tento způsob placení velmi atraktivní a významně snižuje náklady na provozování celého systému snížením počtu operací s hotovostí. Ještě pomaleji než



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



bezkontaktní placení parkovného se rozvíjí dynamické řízení ceny za parkování v místě i čase, které vede k mnohem efektivnějšímu využití dostupné infrastruktury. Samozřejmě je to podmíněno příslušnými technologiemi, kde základem jsou senzory signalizující obsazení dotčeného místa, ale v návaznosti na ně i centrály, které řídí tarifní politiku a informují řidiče, kteří přijíždějí do oblasti o volných parkovacích místech a aktuálních cenách za jejich použití. Všechny tyto technologie jsou již dnes dostupné, jejich implementace je pouze otázkou disponibilních finančních zdrojů, ale i výše zmíněné politické odvahy.

Z hlediska dalšího rozvoje silniční nákladní dopravy je kritickou bariérou pro rozvoj dalších technologií absolutní nedostatek jakýchkoliv dat o objemech zboží a přepravních relacích. Pokud se týče toků materiálu nebo zboží, nejsou ani v sektoru zemědělství a lesnictví, ani v průmyslu a výrobě, ani v sektoru obchodu a služeb, zjišťována, a jak na obecní, krajské nebo celostátní úrovni, archivována a analyzována ani ta nejzákladnější data, na základě kterých by bylo možné s přijatelnou mírou přesnosti predikovat budoucí toky materiálu a zboží a s tím úzce související požadavky na logistické řetězce, včetně citylogistiky.

Tento základní nedostatek byl konstatován již v roce 2012 v rámci zpracování Sektorových strategií Ministerstva dopravy. Přesto na něj doposud nebylo na úrovni státních orgánů a institucí nijak reagováno. Je přitom zřejmé, že tyto informace jsou naprosto nezbytné pro jakékoliv další prognózy možností kombinované dopravy, případně prognózy funkčnosti systémů citylogistiky.

Podobně jako v mnoha jiných dílčích problematikách i v oblasti zásobování nejsou doposud v žádném z měst České republiky shromažďována a analyzována jakákoliv data, která by mohla přispět k přijetí relevantních opatření pro snížení počtu jízd nákladních vozidel ve městě, případně nahrazení stávajících typů vozidel vozidly s nižšími dopady do životního prostředí.

Ve všech formách osobní i nákladní dopravy schází jakákoliv vize cesty k omezení produkce CO₂ a scházející podpora k naplňování této vize.

Pokud se týká silniční nákladní dopravy ve městech, je významnou bariérou uplatnění nových přístupů a technologií nedostatečná kontrola oprávnění k vjezdu do zón s omezeným přístupem a hlavně délky pobytu v nich. Podobně není dostatečně řešena otázka překladišť dodávek z velkotonážních vozidel na menší, případně na vozidla s alternativním pohonem, tak aby dopad nezbytného zásobování města do životního prostředí města byl co nejmenší.



2. SILNIČNÍ INFRASTRUKTURA

2.1 Charakteristika průmyslových a společenských změn

Posun společenské poptávky

Mobilita jako služba

Stále častěji se objevuje a prosazuje pohled na mobilitu jako službu (mobility as a service). Dnešní mladí lidé nepotřebují vlastnit dopravní prostředek a v zásadě to pokládají pro své občasné ježdění za nepraktické. Z druhé strany lze tento trend pozorovat i u bohaté obchodní klientely, která očekává jednoduchý přístup k přepravě do své cílové destinace kdekoliv na světě nejjednodušším, předem objednaným způsobem. Pro mnohé zákazníky je největším přínosem služby Uber to, že je globální, všude funguje stejně, se stejnou aplikací, platby probíhají jednoduše v aplikaci a aplikace prakticky umožňuje obstarat jízdu bez komunikace s řidičem.

V extrémním případě je služba mobility chápána jako něco, co by mohlo být garantované státem.

Sdílené prostředky

Předchozí bod souvisí i s možnostmi sdílených dopravních prostředků – od koloběžek až po auta. Zvláště ve velkých městech strmě rostou možnosti užití sdílených prostředků.

Důležitým aspektem umožňujícím plné užití těchto služeb je také informační a aplikační podpora. Očekávání nebo nutnost pro pohodlné využívání sdílených prostředků je maximální komfort – to znamená třeba přesnou znalost a navigaci na místo, kde je zaparkované sdílené auto.

Globální ekonomika

Globalizovaná ekonomika přináší extrémní nárůst potřeby dopravních výkonů. Diskutuje se a bude se diskutovat o tom, zda je to správně, ale v aktuální chvíli je to prostě fakt.

Globální ekonomiku musíme vidět jako koncept mající dopad na intenzitu osobní a nákladní dopravy a potřebu parkovacích míst. Ve vazbě na dimenzování a plánování silniční infrastruktury je třeba tyto potřeby pečlivě zvažovat.

Globalizace v pozitivním směru vytváří tlak na sjednocení standardů, formátů dat a požadavků na silniční infrastrukturu.

Podpora multimodální dopravy

Přetížení hlavních komunikačních tahů s sebou přináší akcent multimodality zejména ve vazbě na kombinaci silniční a železniční dopravy.

Důraz na environmentální aspekty

Trend navrhovat, realizovat a následně provozovat silniční stavby je nutno chápat v širokých souvislostech. Patří sem nejen směrové a výškové vedení trasy tak, aby se motory vozidel



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



pohybovaly v optimálních režimech, ochrana vod dotčených solením či úkapy, ale například i problematika zabránění střetu se zvěří, či stabilizace svahů pozemních komunikací osázením vhodnými „bezúdržbovými“ rostlinami. A řada a řada dalších... V této věci se v několika posledních letech postoupilo významně vpřed.

Není pochyb, že správně navržené, postavené a udržované pozemní komunikace jsou z hlediska vlivu na životní prostředí významně šetrnější, než ty provozované v současnosti.

Udivující je zavlá zarputilost některých „pseudoeekologů“, kteří důslednou obranou proti nové výstavbě konzervují současný zjevně z hlediska vlivu na životní prostředí nevyhovující (a neustále se zhoršující) stav.

Tím, že není definovaná globální dopravní strategie, která by zohledňovala i ekologické aspekty, nenabízí generickou myšlenku „environment friendly“ infrastruktury, která by obecně, politicky odrážela část protestů.

Reflexe klimatických změn

Ve společnosti jsou i vlivem sdělovacích prostředků více akcentovány extrémní výkyvy počasí a klimatické změny. Zdá se, že naše opravdu objektivně směřuje k extrémnějšímu a turbulentnějšímu počasí.

Tyto skutečnosti je třeba reflektovat ve vazbě na vyšší odolnost dopravních staveb a rychlá řešení kolapsů bez dlouhotrvajících dopadů na plynulost provozu.

Komplikované získávání vztahu k pozemkům

Jakkoli směšně může zařazení komplikací získávání pozemků mezi společenské posuny znít, je zjevným faktem, že existuje jakýsi společenský tlak nebo úzus umožňující výrazně menšinovým zájmovým skupinám skrze blokaci pozemků účinně blokovat celé, typicky liniové, stavby.

Ať už se to děje z pohnutek lepších či horších, je zjevné, že atmosféra ve společnosti je asi taková, že nepřipouští „násilné“ prosazování globálních zájmů (staveb) přes minoritní zájmy menšiny. Současně je patrné, že zřejmě ve společnosti nehraje časové hledisko brzdící infrastrukturní stavby v rámci let žádnou závažnou roli.

Očekávané nasazování asistovaných a autonomních vozidel

Významnou změnu bude přinášet rozvoj asistenčních systémů v autech, které časem přerostou do autonomních vozidel.

Tyto IT systémy přinášejí nové požadavky na infrastrukturu jak z pohledu provozu, tak její plánování. Důležitým prvkem seorientace vozidel jsou například bílé čáry (vodorovné dopravní značení), přesné mapové podklady ve 3D, správné rozhledové poměry apod.

Do budoucna pravděpodobně vznikne potřeba a standardizace řešení automatizovaného vedení vozidla po komunikaci nějakou magnetickou nebo indukční kotvou.

Problémem současné představy autonomního vozidla, které je autonomní bez účasti infrastruktury (to je hlavně současná představa automobilek) je omezení na příznivé klimatické podmínky, s kterými v mnoha evropských státech (hlavně směrem na sever) nelze počítat mimo letní období.



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



Poptávka po omezení hluku

Poptávka po omezení hluku je ve společnosti bezpochyby velice silná bez ohledu na to, jak technicky složité je tato očekávání naplnit. Použitelnými instrumenty jsou měření hluku, použití tichých materiálů (asfaltů), protihlukové zdi, apod.

Poptávka po strategii parkování

Věčně přeplněná parkoviště a ulice, kterými mnohdy v noci nemohou projet ani záchranné složky, přinášejí požadavek na řešení strategie parkování – tak zvané dopravy v klidu. Zvláště ve městech se řeší různé programy rezidentního parkování, městského mýta, odstavných parkovišť a podobně.

Nové technologické možnosti

Počítačové projektování a projektování ve 3D

Počítačově podporované, digitalizované projektování je objektivní realitou. Mnoho projektantů se sice k počítačovému projektu chová jako k papírovému, ale 3D revoluce stojí přede dveřmi.

Ta umožní skutečné projektování z 3D objektů zasazených do 3D krajiny a zásadním způsobem změny veškeré procesy s projektováním spojených.

Fotogrametrie, 3D skenování

Masivní využívání přesných metod plošné letecké fotogrammetrie a pozemního 3D skenování objektů se stalo realitou.

Stavební stroje naváděné podle 3D modelů

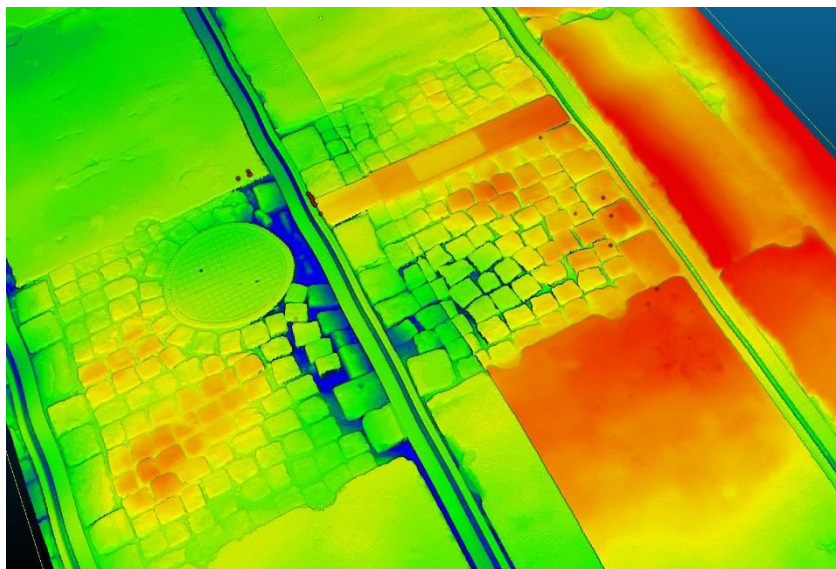
Stojíme na prahu masivního nasazení stavebních strojů naváděných dle 3D modelů, ve vyšší verzi pracujících dokonce zcela autonomně.

Údržba podporovaná moderními IT prostředky

Rovněž v oblasti údržby komunikací a všech jejich částí a příslušenství dochází k přelomovým změnám v důsledku postupného nárůstu využívání nejmodernějších technologií, převážně na bázi IT.

Nové možnosti diagnostiky a sběru dat

Na trh přicházejí nové možnosti diagnostiky a sběru dat. Umožňují automatizovaně a plošně sbírat data za rozumných nákladů a tím získat „digitální otisk“ reálného světa.



Obrázek 7: Digitální otisk

Laboratorní modely stárnutí

Rozvíjející se elektronizace a digitalizace laboratoří umožňuje vypracovat přesnější laboratorní modely stárnutí materiálů. To umožňuje například simulovat mnoholetý stres dopravní zátěže na stavební materiály komunikací za extrémních povětrnostních vlivů v rovině dnů či měsíců.

Nové materiály

Perspektivní jsou materiály s extrémními fyzikálními vlastnostmi, (super-pevné, super-elastické, extrémně lehké, odolné vůči extrémně nízkým a vysokým teplotám, s vynikajícími elektrickými i elektromagnetickými vlastnostmi)

2.2 Popis hlavních trendů technologického vývoje

Digitalizace projektování

Projektanti dopravních staveb aktuálně stojí před výzvou, která se nazývá BIM (Building Information Modelling nebo Building Information Management). Velmi zjednodušeně jde, jak vyplývá již z názvu, o informační modely budov. A hned zde lze spatřovat první problém z hlediska projekce dopravních staveb: je pozemní komunikace budova? Bez ohledu na odpověď na předešlou otázku lze jistě akceptovat celosvětový trend vytváření trojrozměrného modelu díla obsahujícího navíc připojené informace o jeho jednotlivých dílčích prvcích.

Snad jen poznámka na okraj: Z hlediska výstavby dálnic v ČR není technologie BIM nic nového, vždyť „pasport dálniční stavby“, zpracovávaný pro jednotlivé již provozované



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



dálniční úseky v období před 20 lety, si též kladl za cíl nad „základní mapou dálnice“ obsahovat všechny potřebné informace pro správce.

Novým a nepochybně progresivním atributem moderního řešení nazývaného BIM je trojrozměrný model daného díla. Masivní nasazení takové technologie nebylo vzhledem k dostupnému vybavení v minulosti možné. Právě a teprve trojrozměrným zobrazením dostává nejen správce výsledného díla, ale též každý z účastníků jeho výstavby významný nástroj umožňující vzájemnou koordinaci, ať již se pod tím pojmem skrývá cokoli v jakémkoli životním cyklu dané stavby.

Dle dostupných informací je průměrné rozdělení nákladů během životního cyklu stavby následující: na pořízení stavby včetně pozemků cca 23%; na provoz a údržbu cca 71% a na likvidaci cca 6%. Je zjevné, že zejména snížením nákladů na provoz a údržbu, což metoda BIM nepochybně přináší, dojdeme k výrazné úspoře.

Vzhledem ke zmíněným přínosům se danou problematikou zabývala i Vláda ČR. Ta svým usnesením č. 958 ze dne 2. 11. 2016 o významu metody BIM pro stavební praxi a návrh dalšího postupu pro její zavedení ustanovila Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR gestorem pro zavádění metodiky BIM do praxe v České republice. V současné době jsou na základě dohody mezi Státním fondem dopravní infrastruktury (SFDI) a Ředitelstvím silnic a dálnic ČR (ŘSD) realizovány tři pilotní projekty, které však byly investorsky (a projekčně) připraveny klasicky a zpracovaná projektová dokumentace bude podkladem pro zadání BIM modelu.

Z hlediska stávající praxe běžné projekční kanceláře působící na českém trhu je ovšem nutno zmínit dvě úskalí:

Daní za snížení nákladů ve fázi provozu daného objektu (viz výše) je zvýšení pracnosti ve fázi projektové přípravy. Zvýšení nákladů na projekt ve 3D oproti stávajícímu ve 2D lze v tuto chvíli jen těžko odhadnout, protože dosud není známa míra podrobnosti, jakou bude investor v ČR požadovat. Na rozdíl od budov pracují totiž projektanti liniových staveb s rozsáhlým územím a otázkou je, zda budoucí správce potřebuje znát souřadnice povrchu jednotlivých vrstev vozovky (nepochybně), detailní polohu křižujících inženýrských sítí (patrně ano) i přesné souřadnice například jednotlivých příkopových tvárnic (patrně nikoli). A právě s narůstající přesností modelu geometricky rostou náklady na jeho zpracování; v extrémní podobě lze odhadnout i 10 násobný nárůst nákladů oproti klasické projekci ve 2D.

Stávající praxe veřejných obchodních soutěží v ČR obvykle považuje za střet zájmů, pokud nějaký projektant zpracovává několik následujících stupňů projektové dokumentace za sebou, není-li to celé investorem „vypsáno“ jako jediná zakázka. V ideálním případě tak jediný projektant zpracovává posloupnost od dokumentace pro územní rozhodnutí, přes dokumentaci pro stavební povolení a třeba až po dokumentaci pro zadání stavby. Ale stupně před a po této posloupnosti jsou již vždy dílem jiných kanceláří. Z hlediska metody BIM je však zásadní, aby finální model vznikl kontinuálně takřka již od prvních úvah až do realizace. A co víc, aby dokumentoval i skutečný stav tak, jak byl realizován. Dle stávající praxe objednává jednotlivé stupně projektové přípravy do okamžiku zadání stavby investor, poté přejde pořizování projektové dokumentace do gesce dodavatele. A ten v poslední době v zájmu snížit své náklady pohříchu velmi často se souhlasem investora řeší dokumentaci skutečného stavu pouze „tužkovými“ úpravami zakreslujícími případné změny například do dokumentace pro zadání stavby. V průběhu celého procesu projektové přípravy a realizace stavby tedy dochází

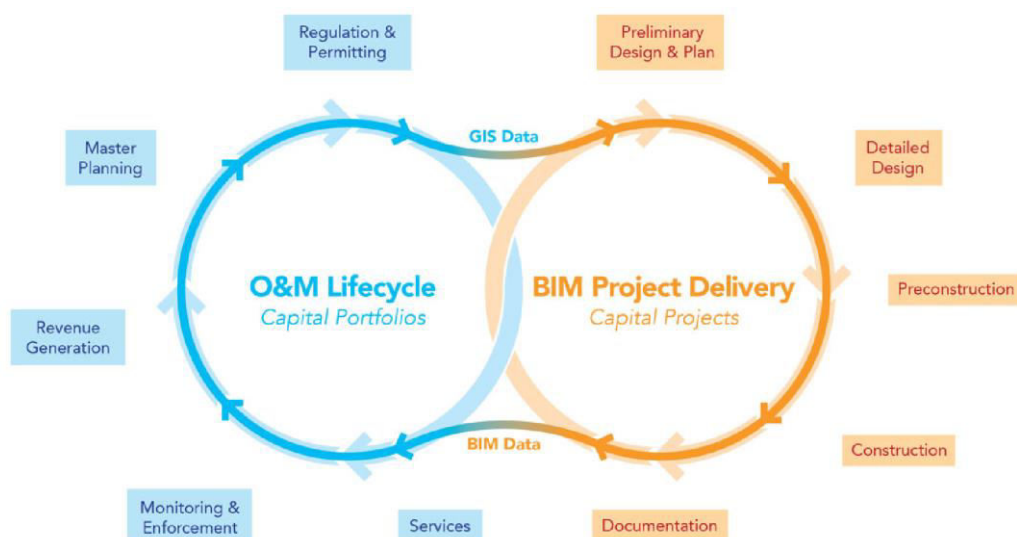


k několika změnám projektanta. Lze se obávat, že zajistit za takových okolností kontinuitu modelu dle standardů BIM bude mimořádný (ne-li nespílitelný) úkol pro pracovníky investora! Projekce dopravní stavby tak, aby vyhověla standardům BIM, tedy projekce ve 3D, nutně znamená nasazení odpovídajícího softwarového vybavení a tomu též odpovídající HW. A rovněž to znamená proškolené projektanty. Pro ty je však nutno zabezpečit plynulý přísun práce v režimu 3D, neboť odpovídající znalosti a dovednosti nepochybně u každého člověka při jejich nevyužívání v čase degradují. Sázka na 3D (BIM) je tedy z hlediska projekční kanceláře v ČR vysoce nákladná a v tuto chvíli poměrně riziková. Nezbyvá než doufat, že se ušlechtilé záměry vlády ČR v oblasti BIM podaří naplnit.

BIM

Smyslem zavádění metody BIM je celková úspora nákladů během celého životního cyklu stavby. Logicky nejsnáze lze snížit ty největší náklady, tedy náklady na provoz a údržbu, které tvoří více než 2/3 celkových nákladů. A to je právě nosná myšlenka BIM. Má toho být dosaženo přesunem rozložení nákladů v čase. Relativně drobné zdražení v procesu pořízení stavby má přinést významně větší úspory během jejího provozu. Zní to logicky, ale prosazení této myšlenky je podmíněno změnou v myšlenkových schématech investorů silniční infrastruktury; nelze nevidět souvislost s bodem.

V horizontu několika let po uvedení prvních staveb silniční infrastruktury připravených dle metodiky BIM do provozu musí existovat pozitivní zpětná vazba ze strany provozovatelů uvedených staveb o smysluplnosti celého systému řešení, který byl původně (jak již z názvu vyplývá) navržen pro budovy. V každém případě však lze v této souvislosti očekávat další postupný (a překotný) vývoj v požadavcích na přípravu staveb silniční infrastruktury.



Obrázek 8: Schéma metody BIM



3D

Novým a nepochybně progresivním atributem moderního řešení nazývaného BIM je trojrozměrný model daného díla. Masivní nasazení takové technologie nebylo vzhledem k dostupnému vybavení v minulosti možné. Právě a teprve trojrozměrným zobrazením dostává nejen správce výsledného díla, ale též každý z účastníků jeho výstavby významný nástroj umožňující vzájemnou koordinaci, ať již se pod tím pojmem skrývá cokoli v jakémkoli životním cyklu dané stavby.

Komunikace

Jak již bylo zmíněno v úvodu této práce, součástí činnosti konzultačních kanceláří je též poskytování služeb objednateli ve formě zabezpečení technického dozoru investora. V současné době je v ČR i na Slovensku tato služba při výstavbě dálniční a silniční infrastruktury realizována v rámci veřejných zakázek primárně „státních“ investorů, tedy „Ředitelství silnic a dálnic ČR“ (ŘSD), „Národnej dálničnej spoločnosti“ (NDS) a „Slovenskej správy ciest“ (SSC), v menším rozsahu pak investorů jednotlivých krajů apod. Technologický pokrok v této oblasti stojící před všemi účastníky výstavby nepochybně spočívá v digitalizaci všech dokumentů souvisejících s výstavou, jakož i v nastavení systému jejich dokumentovaného oběhu. A samozřejmě součástí bude též elektronický stavební deník, jakož i všechny další návazné systémy (dokumentace geodetického zaměření, certifikáty shody použitých stavebních materiálů a prvků, protokoly tlakových a zatěžovacích zkoušek apod.), které budou v rámci procesu BIM v konečném důsledku součástí strukturované databáze navázané na 3D model příslušné stavby.

Vesměs všechny konzultační a inženýrské kanceláře v ČR, jakož i velké dodavatelské firmy, jsou na nasazení výše specifikovaných technologií a procesů připraveny a naopak se nejrůznějšími způsoby snaží jejich uplatnění urychlit. Motivem je zejména jednoznačná a nezpochybnitelná definice odpovědností, jak odpovídá systému řízení kvality (ISO 9001), které mají tyto organizace zavedeny. Pro soukromé investory, kterých je však v oblasti výstavby silniční infrastruktury minimum, je nasazení této technologie již běžným standardem. Stojí za zamyšlení, proč přes existenci celé řady komerčních řešení, z nichž řada je ověřena nasazením na často velmi významných dopravních stavbách i v jiných zemích EU, a/nebo jsou lokalizovány či přímo pro ČR vyvíjeny, připravuje státní investor v ČR vlastní řešení. To je prozatím zaměřeno především na kontrolu a dokumentaci převážně okrajových jevů (viz výše), zatímco dokumentace oběhu klíčových dokladů souvisejících s výstavbou, jakož i elektronický stavební deník, zůstávají v nedohlednu.

Tvorba geodetických podkladů

Podobně jako v případě násobného nárůstu efektivity projekční činnosti s masivním rozšířením PC a zejména grafických vektorových programů (AutoCAD apod.) došlo přibližně ve stejném období též ke skokovému zvýšení efektivity při pořizování geodetických podkladů pro projektování. Tento efekt způsobil zejména nástup „totálních stanic“ s navazujícími technologiemi zpracování v terénu pořízených dat právě na PC. A nedlouho poté „vstoupila do hry“ též letecká fotogrammetrie.



Zaměříme-li se pouze na pořizování vstupních podkladů pro projekci liniových dopravních staveb, pak je opět nutná krátká historická reminiscence. Ještě v poměrně nedávné době považoval každý zodpovědný projektant („zodpovědný“ z hlediska svého postavení v hierarchii projekčního týmu) za nezbytné být osobně účasten při pořizování geodetických podkladů pro daný projekt. Právě osobní detailní znalost stávajícího stavu, na kterou v současném režimu honby za minimalizací nákladů už není prostor, dokázala v mnoha případech optimalizovat navrhované řešení, či dokonce zabránit ještě větším škodám. Momentálně je tedy osobní znalost projektanta alespoň částečně kompenzována odborným dohledem zodpovědného geodeta. Přes veškerou automatizaci vyžaduje dokonalý geodetický podklad pro projekci liniové stavby velkou míru lidské činnosti při vyhodnocování strojově pořízených dat.

Samozřejmě i v případě vyhodnocování strojově pořízených dat pro účely projekce liniové silniční dopravní stavby by mohla být lidská činnost alespoň částečně nahrazena „strojovou inteligencí“, nicméně je patrně otázka nasazení nutné masivní investice do tohoto vysoce specializovaného segmentu geodézie především otázkou efektivity z hlediska tvůrců příslušných SW řešení. Přitom pro uplatnění takových řešení v prostředí geodetických kanceláří v ČR budou opět platit limity vyplývající z nedostatečného ocenění duševní práce (viz výše). A proto v ČR v dohledné budoucnosti nelze očekávat žádný další skokový posun v efektivitě této činnosti srovnatelný například s nástupem totálních stanic apod.

Jiná otázka může být pořizování vstupů pro projekci „rozměrově omezených“ objektů. Například budov, možná i mostů apod. Jedná se o technologii zpracování mračna bodů, ať již bylo ono mračno pořízeno jakoukoli technologií. Do této oblasti patří též tzv. 3D skenování. Příklady využití těchto technologií jsou již i v ČR poměrně hojné. Zejména se osvědčily při rekonstrukci objektů, či obecně všude tam, kde je nutno vycházet ze stávajícího stavu jakýchkoli „útvárů“ vytvořených lidskou činností; tedy nejen budovy, ale též například zemníky, kamenolomy, hráze apod. Zde lze v dohledné době očekávat nejen další technologický posun, ale též masivní rozšíření nasazení těchto technologií do běžné projekční praxe.

Vizualizace staveb

Opět poněkud zkratkovitý název zahrnuje všechny oblasti, které mají společný cíl v propagaci připravovaných staveb silniční infrastruktury. V současnosti se zde snoubí aktuální progresivní vývoj hned v několika oblastech: zobrazení „stávajícího stavu“, digitalizovaná projekce připravovaného inženýrského díla, model díla ve 3D zpracovaný projektanty, programové vybavení související s pokroky v herním a filmovém průmyslu a vysoký výpočetní výkon. Výsledkem této symbiózy jsou velmi realisticky působící „vizualizace“ jednotlivých staveb, které, opatřeny příslušným komentářem, pomáhají seznamovat odbornou i laickou veřejnost s připravovanými stavbami. Tyto vizualizace jsou pak prezentovány v regionálních televizích, umístěny na webu investora apod.

Dnešním standardem je „průlet nad stavbou“, ale existují již i interaktivní aplikace, v nichž se může zájemce pohybovat dle vlastního uvážení. V návaznosti na výše zmíněnou metodu BIM bude možno zobrazovat daleko větší množství informací, nicméně zde se jedná spíše o přístup pro odborníky. Z hlediska nejbližší budoucnosti lze předpokládat průnik „rozšířené reality“ a „virtuální reality“ i do této oblasti.



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

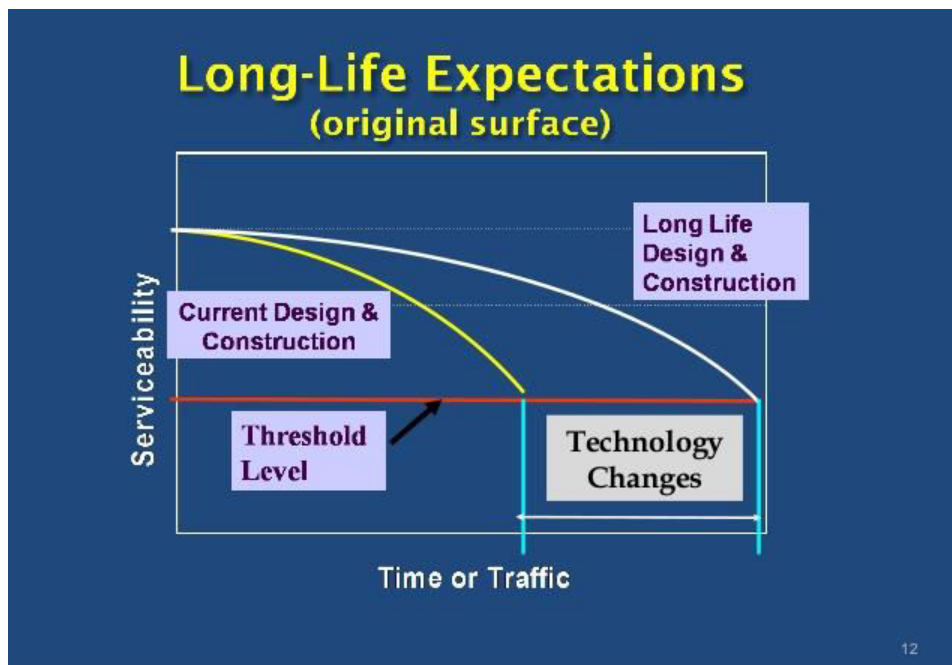


Specifikem výše naznačených řešení v běžné projekční praxi je otázka, zda tvůrcem příslušných výstupů mají být specializovaná firma orientovaná na počítačovou grafiku, či samy projekční kanceláře připravující danou stavbu. Každé z těchto řešení má své výhody a nevýhody. Specializované grafické firmy mohou při tvorbě daného produktu využít větší znalosti a zkušenosti svého personálu s počítačovou grafikou v kombinaci s příslušným nejmodernějším SW vybavením a odpovídajícím HW s potřebným výpočetním výkonem. To vše umožní vlastní zpracování vizualizace za nižší cenu, kterou však vyrovnají náklady na nutnou úpravu a interpretaci podkladů vyexportovaných projekční kanceláří. Naopak obdobný výstup z projekční kanceláře bude bez nutnosti předávání a transformace vstupních dat a se zázemím technicky odborného personálu patrně více odpovídat skutečnému finálnímu řešení, avšak vzhledem k nižšímu využití speciálního SW a HW bude nákladová cena takové díla vyšší. Zřejmě až budoucnost ukáže, která cesta se prosadí trh se zdravou nabídkou i poptávkou.

Materiály a technologie

Long-life pavement

Pokud se bude v budoucnu více prosazovat myšlenka vozovek s dlouhou či dokonce nekonečnou životností (Long-life pavement, Forever Open Road) promítne se to do zvýšených požadavků a nákladů na výstavbu, což by ale mělo mít následný pozitivní dopad na nižší nároky na údržbu – v případě vozovek by se opravy měly týkat zejména horních vrstev krytu vozovky a jejich povrchů. Aby to bylo možné, je nutné změnit dosavadní přístup, kdy pořizovací náklady mají stále rozhodující vliv. Tento koncept se lépe prosazuje u projektů PPP (Public private partnerships), kde dochází ke spolupráci veřejného a soukromého sektoru.



Obrázek 9: Vozovky s dlouhou životností

Vylepšené mechanicko-fyzikální vlastnosti (pevnost, elasticita, odolnost)

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).

Nové přísady

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 samočisticí (self-cleaning) a samo-uzdravující (self-healing) funkci; hlavním smyslem všech těchto úprav, které se týkají stejně tak i novostaveb, 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.

Optimalizace prací a postupů

Optimalizace z hlediska časového se týká zajištění návaznosti jednotlivých kroků údržby, ve vazbě na provádění příslušných technologických celků, přičemž se uplatní možnosti moderního strojního vybavení (v souladu s vizí Průmysl 4), umožňující např. práci na celou šířku jízdního pruhu, zajišťující on-line kontrolu průběhu prováděných prací ve 3D atd.; v případě potřeby výrazného zkrácení času údržby se budou používat speciální materiály



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



a technologie, např. rychle tuhnoucí beton, studené asfaltové směsi, či prefabrikáty; řada operací se dá urychlit také tím, že se na potřeby údržby myslí už ve stádiu výstavby (koncept: Maintenance by design), např. z hlediska optimalizace rozmístění míst pro otáčení vozidel údržby, zřizování míst pro skladování materiálu či určení stavebních celků, které budou přednostně tvořeny prefabrikáty, které bude možné snadno demontovat a znovu osadit; v případě, že je k dispozici vícero variant možného zásahu bude se při volbě vhodné technologie údržby vycházet z výsledků vícekritériální analýzy s využitím výstupů ze systémů hospodaření (AMS).

Údržba

Požadavky norem a technických předpisů se většinou vztahují k novostavbám a zřizování/osazování nových vrstev/prvků. V případě údržby se často vyžaduje individuální přístup.

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.

Koncepce LCC

Díky měnícímu se pohledu společnosti na mobilitu (sdílená ekonomika, iniciativa města s dobrou adresou apod.) a novým technologiím (nastupující uplatnění autonomních vozidel, zvyšující se nasazení ITS a IT apod.) bude potřeba přizpůsobit se těmto změnám.

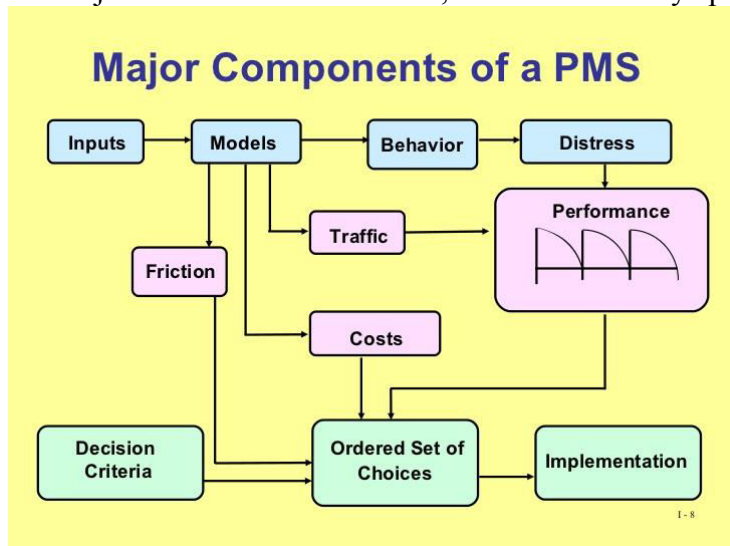
Po roce 2021 dojde k razantnímu snížení podpory z EU na výstavbu a údržbu dopravní infrastruktury v ČR, v porovnání s obdobím let 2004 až doposud. Z toho důvodu bude stoupat potřeba na optimalizaci využití národních zdrojů pro tyto účely.

S tím souvisí i větší důraz na uživatele a schopnost správců obhájit před veřejností oprávněnost nákladů na údržbu objektů dopravní infrastruktury, což bylo zvoleno jako moto pro téma dopravní infrastruktury na připravovaném XXVI. světovém silničním kongresu: The story not always well told: the infrastructure preservation. Do budoucna bude stoupat význam pohledu uživatele a tudíž i váha uživatelských nákladů, které se doposud v systémech hospodaření příliš nezohledňovaly.

Stejně tak bude stoupat požadavek na provázání jednotlivých systémů hospodaření mezi sebou (vozovky, mosty, tunely, opěrné zdi, portály, ITS, dopravní značení apod.), nastavení

jednotných klíčových indikátorů pro různé systémy používané pro stejné účely na různých úrovních správců pozemních komunikací, bude se zvyšovat význam kalkulace a uplatnění nákladů životního cyklu (LCCA), zahrnutí risk managementu do těchto systémů apod.

Pro účely rozhodování o údržbě a plánování zásahů se budou vyžadovat přesnější podklady, které budou sestaveny na základě kombinace pravidelného sběru proměnných parametrů, jednorázové cílené podrobné diagnostiky stavu, ale čím dál ve větší míře také informací z průběžného monitorování stavu infrastruktury, např. mostů pomocí komplexních systému zahrnujících zabudované snímače, osazené detektory apod.



Obrázek 10: Hlavní složky systému PMS

Optimalizace prací

Optimalizace z hlediska časového se týká zajištění návaznosti jednotlivých kroků údržby, ve vazbě na provádění příslušných technologických celků, přičemž se uplatní možnosti moderního strojního vybavení (v souladu s vizí Průmysl 4), umožňující např. práci na celou šířku jízdního pruhu, zajišťující on-line kontrolu průběhu prováděných prací ve 3D atd.; v případě potřeby výrazného zkrácení času údržby se budou používat speciální materiály a technologie, např. rychletuhnoucí beton, studené asfaltové směsi, či prefabrikáty; řada operací se dá urychlit také tím, že se na potřeby údržby myslí už ve stádiu výstavby (koncept: Maintenance by design), např. z hlediska optimalizace rozmístění míst pro otáčení vozidel údržby, zřizování míst pro skladování materiálu či určení stavebních celků, které budou přednostně tvořeny prefabrikáty, které bude možné snadno demontovat a znovu osadit; v případě, že je k dispozici vícero variant možného zásahu bude se při volbě vhodné technologie údržby vycházet z výsledků vícekritériální analýzy s využitím výstupů ze systémů hospodaření (AMS), viz výše.

Snížení dopadu na životní prostředí a komfort uživatelů

Jde zejména o postupné snižování využití přírodních zdrojů, zvyšování podílu recyklace a omezování dopadů provozu na pozemních komunikacích na člověka a přírodu; uplatnění R-



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



materiálu do různých vrstev vozovek se zvyšuje, týká se to jak kameniva do asfaltových a nestmelených vrstev, tak do betonů; snaha je, aby nedocházelo k podřadnému využívání materiálů a aby se zajistila co nejvyšší kvalita a homogenita recyklátu; zpříšňovat se bude také politika ohledně definování odpadů a podmínek pro jejich ukládání na skládkách; další nosná témata jsou snížení hluku, vibrací a prašnosti souvisejícími s provozem na pozemních komunikacích; budou se optimalizovat protihluková opatření, preferovat se budou takové vrstvy a povrchy vozovek, které budou zajišťovat trvalejší snížení hlučnosti, delší životnost a nižší potřebu jejich čištění; bude pokračovat optimalizace tvaru a rozmístění protihlukových stěn a dalších opatření snižujících hlučnost, zejména v obydlých oblastech.

Sdílení informací o stavu

Se vzrůstajícími požadavky na dokumentování vývoje stavu porostou také požadavky na zanášení informací souvisejících s údržbou dopravní infrastruktury do systémů hospodaření (AMS), a to pro všechny úrovně správců (stát, kraj, obce) - od informací o vyskytujících se poruchách, výsledcích diagnostiky, přes výběr vhodného technického řešení, návrh projektu, kalkulace nákladů, výběr zhotovitele až po zdokumentování skutečného provedení a uvedení okolností, které by mohly mít vliv na životnost konstrukcí; tyto informace jsou podstatné pro správce pozemních komunikací, zejména pro následné činnosti a plánování, nehledě na možnosti statistického vyhodnocení a sledování efektivity konkrétních řešení a kvality jednotlivých zhotovitelů. Zpracované vzorové příklady provedení údržby umožní rozšíření ověřených řešení.

„Komunitní“ získávání informací o stavu

Komunitním získáním dat myslíme nejen to, že bude technicky umožněno například získávání dat o podélných nerovnostech z palubních systémů jedoucích automobilů, ale že se na jejich předávání bude veřejnost aktivně podílet a bude je vědomě podporovat v očekávání jejich užitečnosti.

Uplatnění dat z BIM

V poslední době se hodně mluví o zavádění BIM, ale z hlediska údržby bude potřeba do budoucna rozhodnout vazbu či způsob začlenění nebo vztahu mezi systémy hospodaření, tak jak je známe dnes (např. pro vozovky či mosty), a BIM. Zřejmě v první fázi budou muset tyto systémy spolupracovat a až následně bude možné provést něco jako jejich sloučení.

2.3 Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů

Projektování

BIM 4D – 6D

V poslední době se v souvislosti s projekční přípravou stále častěji skloňuje heslo „4D“. Smyslem je do trojrozměrného modelu včlenit ještě čtvrtý rozměr - čas. Opět se z hlediska minulosti v ČR nejedná o převratně novou myšlenku, neboť již v letech cca 1996-2006 byl



pro některé nejvýznamnější stavby realizované progresivními stavebními firmami zpracováván též tzv. „časoprostorový harmonogram“. Jednalo se o schéma, kde na jedné ose bylo staničení příslušné dálniční stavby a na druhé čas výstavby. Účelem bylo umožnit vedení stavby koordinaci jednotlivých činností a optimalizaci nasazení zejména nejdražších strojů a technologických celků.

Ono výše zmíněné heslo „4D“ přináší významnou inovaci v propojení 3D technologie projektování právě s hlediskem času. Času během výstavby, ale i času během provozování a konečně i během likvidace daného díla. Z tématu této práce vyplývá, že se dále budeme zabývat jen procesem výstavby.

Vnesení času výstavby do 3D modelu (BIM) znamená, že se vlastně jedná o jakousi nadstavbu využitelnou při vlastní výstavbě. Tedy o součást „realizační dokumentace“, zpracovávané na přímou objednávku stavební firmy provádějící vlastní realizaci díla. Přitom nejvýznamnější stavební firmy v ČR již v současnosti částečně využívají podklady ve 3D pro činnost některých stavebních strojů. Lze očekávat, že realizační dokumentace ve 4D bude v požadavcích realizačních firem na vybraných prostorově a technicky náročných stavbách následovat technologii ve 3D pouze s nevelkým časovým odstupem, neboť nepochybně má potenciál přinést firmám úspory nákladů vyplývající z optimalizace procesu výstavby.

Common Data Environment

Common Data Environment představuje systém pro digitalizované řízení projektové dokumentace a všech okolních procesů.

Jakkoli se organizace zapojené v oblasti BIM nejvíce snaží právě v této oblasti, bude zde potřeba ještě velkého kusu práce. Dobrým příkladem jsou i legální procesy jako například stavební řízení, jehož elektronizaci a digitalizaci si můžeme představit právě v této kapitole.

Reflexe asistovaného a autonomního řízení

Pro provoz autonomních vozidel je nutné vytvořit podmínky, ale také stanovit, kde budou moci být autonomní vozidla provozována a klasifikovat jak připravenost a vybavenost infrastruktury PK na provoz autonomních vozidel, tak i klasifikovat kvalitu (a aktuálnost, úplnost,...) digitálních prostorových dat, která bude stát poskytovat provozovatelům (výrobcům) těchto vozidel. Oficiální data budou hrát důležitou roli při určování odpovědnosti za provoz autonomních vozidel v situacích, kdy nebudou funkční nebo použitelné pouze senzorické systémy vozidla.

Zpracovat metodiku pro klasifikaci vybavenosti pozemních komunikací pro provoz autonomních vozidel (3D průběh komunikace včetně definice rizikových míst, stav komunikace, dopravního značení, vybavení pro komunikaci V2I, nabíjecí infrastruktury, parkovacích a odstavných ploch apod.) a související metodiky. Vytvořit metodiky a klasifikace stavu digitálního otisku úseků pozemních komunikací pro potřeby provozu autonomních vozidel (polohová přesnost ve 2D, 3D, stupeň generalizace, úroveň zmapování prvků vybavení, zmapování prvků kritické infrastruktury v okolí komunikace apod.).

Pilotní zmapování území pro testování autonomních vozidel. Následně mapování dalších komunikací dle harmonogramu určenému studií (sít' dálnic a silnic E, silnice I. třídy, městské komunikace apod.).



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



Návazně stanovit pravidla pro autonomní vozidla, která by kromě dopravního značení zohledňovaly i vybavenost komunikací a stav prostorových dat.)

Projekce nákladů v LCC

Oblast PPP projektů je České republice odborně i politicky neuchopené téma. Z pohledu údržby infrastruktury jsou PPP projekty naprosto specifická oblast, kde díky natavení penalizace koncesionáře převládá preventivní údržba řízená analýzou rizik možných problémů infrastruktury.

Bylo by vhodné minimálně vypracovat studii a rešerši zahraničních zkušeností, zhodnotit za jakých podmínek a v jakém časovém horizontu by bylo vhodné užívat financování infrastruktury formou PPP projektů, porovnat LCCA strategie ve variantách optimální údržba, obvyklá údržba v ČR a preventivní údržba řízená analýzou rizik, stanovit optimální délku PPP projektů z pohledu vyváženosti finančního modelu.

Sběr 3D dat

Rozvoj a cenová dostupnost sběru 3D dat umožní nové aplikace jak při projektování oprav a nových staveb, tak při plánování údržby. Příkladem mohou být automatizované úlohy na rozhledové poměry, existenci bezpečnostních zařízení, sklonové a odtokové poměry apod.

Výstavba a provoz pozemních komunikací

Sdílení dat

Již v dnešní době generují různé systémy velké množství dat, které nejsou dále zpracovávány ani sdíleny. Všechny výše zmiňované systémy včetně čidel přímo ve vozidlech mohou významným způsobem přispět k budování digitálního otisku reality, který v případě že bude budován a sdílen, poskytne budoucím samoučícím se algoritmům obrovskou datovou základnu.

Krokem 0 by mělo být poskytování co nejpřesnějších dat o infrastruktuře (mapy, výškové poměry, vybavení komunikace...) asistenčním systémům vozidel.

V dalším kroku by se měla vydefinovat sada dat, která půdou opačným směrem a budou on-line aktualizovat centrální datový sklad aktuálními charakteristikami (například data z brzdných systémů vozidel)

Monitoring provozu

Monitoring aktuálního provozu je doménou ITS. Nicméně jeho výsledky mohou být s velkou výhodou užívány i v procesu plánování výstavby a plánování údržby.

Jako zdroj monitoringu jsou uvažovány on-line data z telematických systémů (smyčky, kamery, sčítače dopravy), data z vzorku plovoucích vozidel (FCD) a data ze systému C-ITS (C2I komunikace), které budou mít do budoucna pravděpodobně strmě rostoucí pokrytí.



Pro reálné uplatnění těchto dat je třeba počítat s kombinací a vzájemnou korelací těchto zdrojů. Bližší popis těchto technik je předmětem oblasti ITS.

Využití modelu dopravy založeném na historických datech, aktuálním stavu a predikci vývoje umožní realizovat úlohy typu dostupnost nebo udržitelnost sítě. To umožní reálnou práci se scénáři „co se stane když“ v případě velkých uzavírek a staveb a napoví opatření nutná k stabilizaci komunikační sítě.

Propojení s ITS

Je potřeba zmapovat standardizační procesy o výměně prostorových dat a dopravních informací s autonomními (+V2I) vozidly na úrovni min. EU a aktivně se jich za ČR účastnit, vyměňovat zkušenosti se zahraničím a propagovat připravenost ČR na vývoj a provoz autonomních vozidel. Pouze tak je možné dlouhodobě ochránit investici do vytváření datové základny a přípravy provozu autonomních vozidel. Konkrétně jde např. o přípravu formátu TPEG3 organizací TISA (odpovídá za formáty výměny dopravních informací, jako jsou TMC, TPEG), účast v Open AutoDrive Forum a dalších vhodných organizacích a také o zpracování studie a metodik pro zajištění interoperability prostorových dat a dopravních informací.

Vypracování studie o vývoji standardizace a navrhovaných opatřeních pro problematiku výměny dopravních informací.

Kromě studie by mělo dojít k účasti (vč. případně vstupu a účasti zástupců) v mezinárodních organizacích, které se zabývají přípravou standardů a výměnou zkušeností. Zejm. jde o Open AutoDrive Forum, přípravu standardu TPEG3 (Transport Protocol Expert Group - Highly Automated Driving) organizace TISA. Studie by měla určit a doporučit sledování a účast na případných dalších standardizačních procesech a odborných fórech a ve finále i vést ke vzniku metodiky a doporučení pro realizaci opatření pro úspěšné zavedení provozu autonomních vozidel.

Podklady pro autonomní mobilitu

Datové zdroje, které jsou potřebné nebo potencionálně použitelné pro autonomní mobilitu:

- Navigační mapová data
- Aktuální, 3D
- Sdílení dat (V2V, V2I) – zpětná vazba o odchylkách a aktuální situaci z vozidel
- Další informace z okolí infrastruktury (kritické a bezpečnostní prvky apod.)
- Vybavení infrastruktury pro obsluhu vozidel (odstavné plochy, dobíjecí stanice, čerpací stanice apod.)
- Lokalizace adresních a zájmových bodů na síti pozemních komunikací.

Současný stav je charakteristický tím, že relevantní data jsou aktuálnější v komerčním sektoru než ve státní správě. Na straně státu nejsou v podstatě vůbec podchyceny legální procesy tvorby a aktualizace dat (eGovernment).

- Žádoucí stav by měl být minimálně založen na následujících premisách:
- Minimálně základní set dat garantovaný státem - jako volně dostupná data
- Garantovaná přesnost a integrita



- Jasná informace o tom kde je pokrytí dat v jaké kvalitě
- Jasná informace o tom jak jsou úseky komunikací připravené (a vybavené) pro autonomní provoz (vč. V2X apod.)
- Podchycené eGovernment procesy aktualizace (dopravní značení apod.)
- Přenosné dopravní značení vybaveno telematickým zařízením definujícím jeho umístění a aktivní funkci
- Interoperabilita min. v rámci EU
- Databáze pravidel navázaná na síť pozemních komunikací (virtualizaci dopravního značení, oprávnění k využití úseků infrastruktury autonomními vozidly aj.)

Cíle a opatření, které by měly být realizovány na celostátní úrovni jako vklad do éry autonomní mobility:

- Garantovaná databáze dopravních opatření (omezení rychlosti, vjezdu apod.)
- Tlak na legislativu
- Set Open dat
 - Rychlá aktualizace datových sad
 - Mash s on-line daty (informace z vozidel) – prostor pro sběr, zpracování a sdílení těchto dat
 - Proces Validace
 - 3D
 - Metadata – informace o kvalitě a původu
- Feed dat z vozidel do systému – stanovit povinnost výrobcům a provozovatelům
- Sbírat z aut
 - Aktuální dopravní situaci
 - Odlišnosti od garantovaného stavu
 - Datovou nedostatečnost – vozidlo narazilo na neexistenci dat

Umělá inteligence

Trendem složitých moderních informačních systémů je užívání umělé inteligence (AI). Typickou aplikací jsou případy, kdy mezi vstupními podmínkami a výsledky neexistuje přímý, exaktně daný vztah, ale kdy je výsledku dosaženo kombinací vstupních parametrů podle vah a pravděpodobností, které daný systém získal předchozí zkušeností.

Právě údržba komunikací se sběrem a analýzou obrovského množství dat může být typickou oblastí pro nasazení umělé inteligence.

Musíme ovšem poznamenat, že metody umělé inteligence jsou založeny na učení, což předpokládá existenci extrémně velké množiny trénovacích dat, které mohou vzniknout jen strategickou odbornou činností.

Velice slibným oborem je automatizované rozpoznávání poruch na vozovkách založené na metodách neuronových sítí.



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



Automatizace na 3D modelu

Již v dnešní době je možné navigování některých stavebních strojů na základě 3D dat. Předpokládá se ale přesné geodetické zaměření a aplikace geodetických metod.

Do budoucna bude možno s přesností sběru 3D modelu a analýzy 3D dosáhnout úplné automatizace vedení některých stavebních strojů zejména v oblasti terénních prací.

Dokumentace skutečného provedení a řízení reklamací

Stejně jako pro výstavbu v předchozí kapitole bude možno používat přesných technologií sběru 3D dat pro zdokumentování skutečného provedení a pro vedení případných reklamačních procedur.

Systémy hospodaření s objekty dopravní infrastruktury

Holistické paradigma

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.

Aplikace společenských kritérií

Netechnické, společenské aspekty ve formě „společenských zisků a nákladů“ se stávají stále důležitějšími a požadovanějšími kritérii v procesu hodnocení různých strategií údržby na silniční síti. Správci sítí potřebují prezentovat efekt svých politik a strategií údržby jak na úrovni technických, tak společenských dopadů. Integrace společenských „výkonových parametrů“ hodnocení strategií údržby tak může znamenat podstatný krok k implementaci moderního systému hospodaření podle nejaktuálnějších trendů.

Kontrakty založené na sledování kvalitativních parametrů (Performance based contracts) jsou běžné obzvláště v oblasti PPP projektů. Obvykle jsou založeny na sledování úrovně služby (výkonu) popisem hraničních hodnot technických parametrů (například hodnota parametru IRI nebo MPD a počet přípustných překročení dané prahové hodnoty). Za nezachování úrovně služby a jakékoliv narušení plynulosti dopravy (v důsledku jak neplánovaných, tak plánovaných zásahů na komunikaci) je pak kontraktor signifikantně pokutován. Tímto způsobem jsou konstruovány kontrakty podle šablony Světové banky (Request for Bids Roads -- Output and Performance-Based Road Contracts, The World Bank 2017).

V současné době je většina procesů systémů hospodaření, které zahrnují kalkulace benefitů, založena na technickém přístupu představovaném technickými parametry a klíčovými ukazateli výkonosti (KPI) popisujícími stav a „výkonnost“ majetku. Společenské ztráty (náklady) a přínosy obvykle nejsou brány v úvahu. V rámci rozšíření holistického přístupu k PMS je začlenění společenských benefitů vhodné, pokud je implementovatelné do



stávajících systémů hospodaření a pokud přispívá v rozhodovacím procesu o nejlepší strategii údržby sítě na úrovních technických, podpory rozhodování i politických.

Pro implementaci lze navrhnout aplikaci následujících společenských kritérií v hodnocení strategií údržby

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

Kalkulace různých společenských dopadů jednotlivých projektů údržby nebo celého plánu musí být vyjádřena peněžními hodnotami, což umožňuje kombinovat společenské kritéria s kritérii technickými.

Efekt, vyjádřený společenskými úsporami a společenskými náklady, je základem hodnocení každé navrhované opravy. Pro ohodnocení projektu tímto společenským hodnocením je nutné srovnat úspory a náklady a spočítat jejich peněžní ekvivalent. Společenský efekt je souhrnem společenských dopadů v důsledku opravy (staveniště) a dlouhodobých dopadů uvažujících zlepšení vlastností vozovky. Tato peněžní hodnota může být buď pozitivní, nebo negativní. V případě pozitivní hodnoty převažují společenské přínosy nad náklady. Bez ohledu na algebraické znaménko musí být provedeno zhodnocení společenských úspor a nákladů pro každý jednotlivý projekt údržby a kumulativně je vyhodnotit pro celou síť a celé sledované období. Tímto způsobem je pak možné srovnávat nejen jednotlivé opravy, ale i rozdílné scénáře údržby.

Výběr adekvátního modelu řešení kalkulace netechnických parametrů by měl být založený na široké odborné diskusi. Současná literatura z celého světa sice nabízí množství příkladů, přesto je důležité, aby aplikace řešení respektovala tyto požadavky:

- Vstupní parametry jsou dostupné
- Model není příliš složitý
- Model je prakticky implementovatelný do reálného systému hospodaření
- Model používá ověřené korelace a může být upravován a kalibrován za použití známých lokálních dat
- Model popisuje společenské parametry vhodnou, sdílitelnou formou

Určená společenská kritéria musí být spočítána pro každou jednotlivou opravu v průběhu celého životního cyklu, dále je potřeba sečíst výsledky v jednotlivých úsecích v rozsahu celé sítě a spočítat výsledek navržené strategie v celé uvažované síti.

Na základě výsledků projektu ISABELA i evropských zkušeností by společenská kritéria měla být používána výhradně k porovnávání různých strategií údržby a měla by pomáhat administrativě ve vizualizaci a verbalizaci potřeby investic do infrastruktury. Rozhodování o technologiích oprav na úrovni jednotlivých úseků by mělo být stále založeno na technických parametrech.

Obrovský potenciál má použití uvažovaného globálního prediktivního modelu dopravy jako zdroje vstupních informací aplikovatelných ve společenských parametrech – dojezdové doby



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



v různých situacích, odolnost infrastruktury při velkých uzavírkách, narušení dopravní obslužnosti, riziko tvorby kolon apod.

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. Na základě společenských parametrů může být také vyhodnocována citlivost (odolnost) sítě například v případě uzavírky v místě, které nemá dostupnou nebo jen kapacitně limitovanou alternativu.

Prezentace a tvorba strategií

Tvorba strategií předpokládá vytváření a použití nových SW prostředků pro jejich sestavení. Důležitou součástí sofistikovaných strategií údržby a výstavby infrastruktury je schopnost a technické prostředky pro prezentaci těchto dokumentů na politické úrovni a veřejnosti.

Levný plošný sběr dat na síťové úrovni

Využití 3D technologií, umožňující měření při rychlosti jízdy, snaha spojit měření vícero parametrů dohromady v rámci jednoho měření či přejezdu měřicího vozidla, zvyšování přesnosti v lokalizaci naměřených dat, optimalizace rozsahu a tvaru ukládaných dat – technologie (Nondestructive Testing): profilometry, laserové skenování a směrové lasery, georadar, deflektometry, termografie, ultrazvuk, ... Tyto technologie se stále zdokonalují, a jejich cena se snižuje.

Přesný sběr dat na projektové úrovni

Nástroje pro správce PK pro výběr vhodné kombinace a rozsahu podrobné diagnostiky stavu na projektové úrovni, jako podkladu pro návrh technologie údržby/opravy/rekonstrukce – uplatnění pro různé objekty: vozovky, mosty, tunely apod.; přibývá různých diagnostických metod a pro správce PK je čím dál obtížnější se orientovat v nabídkách různých dodavatelů – proto se zpracovávají vzorové příklady uplatnění, které se osvědčily pro konkrétní situace. Ty jsou pak k dispozici pro budoucí využití a pravidelně se aktualizují. Velký význam mají i negativní příklady, aby se tyto chyby neopakovaly, ale ty je obtížnější pro tyto účely získat.

Průběžné monitorování stavu konstrukcí

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.



Risk management

Se vzrůstajícím množstvím a kvalitou vstupů bude možné v rámci systémů hospodaření provádět podrobnější a přesnější analýzy možného vývoje stavu, což by mělo přinést přesnější předpověď z hlediska životnosti jednotlivých částí staveb, což umožní také přesnější stanovení potřebných nákladů a jejich rozložení v čase. Stále více se v systémech hospodaření bude uplatňovat risk management, který s predikcí vývoje stavu ve vazbě na okolní podmínky musí počítat také. Je zde prostor pro uplatnění různých metod modelování a simulace různých situací, např. požáru v tunelu ve vazbě na evakuační scénáře, náraz vozidla do pilíře mostu apod.

Optimalizace a plánování

Pouze informace o objektech dopravní infrastruktury, jejich stavu a předpokládaném vývoji, technologiích údržby a jejich cenách nestačí, je potřeba pracovat s těmito daty ve vazbě na jednotlivé rozpočty správců, programy zaměřenými na udržitelnost dopravní infrastruktury apod. Optimalizační moduly v systémech hospodaření získají na významu, budou do nich plně začleněny analýzy nákladů životního cyklu (LCCA) a podobné nástroje kalkulující předpokládanou potřebu prostředků na správu objektů dopravní infrastruktury. Bez střednědobého a dlouhodobého plánování není možné zajistit udržitelnost stavu dopravní infrastruktury. Do budoucna bude také stoupat význam pohledu uživatele a tudíž i váha uživatelských nákladů, které se doposud v systémech hospodaření příliš nezohledňovaly (časové ztráty, materiální ztráty, ztráty z dopravních nehod).

Interoperabilita systémů

Se zvyšující se složitostí systémů a technologií osazených na PK a zvyšujícími se požadavky uživatelů bude růst význam koordinace při plánování prací, zásahů, uzavírek, omezení apod. Nejde přitom jen o systémy týkající se objektů dopravní infrastruktury, ale také o inženýrské sítě, ITS, internet atd. Pro tyto účely budou muset být nastavena jasná pravidla, zodpovědnosti a potřebné nástroje.

2.4 Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístupů v praxi

Problémů v oblasti silniční infrastruktury není rozhodně málo. Z pohledu zvenku je největším a globálním problémem neschopnost státu a samospráv v době ekonomické konjunktury efektivně investovat do dopravní infrastruktury. Veřejnost také vnímá velice citlivě situaci, kdy pro neschopnost připravovat a realizovat velké stavby jsou finanční prostředky alokovány do snazších staveb (rekonstrukce D1, opravy krajských silnic apod.) místo toho, aby se intenzivně pracovalo na nejpotřebnějších infrastrukturálních stavbách (VRT, D35, D43 apod.). Koncepční materiály (např. Dopravní sektorová strategie) sice předjímají absolutní potřebnost těchto staveb, ale veřejností jsou vnímány jen jako politické proklamace v situaci, kdy nevidí rychle dosažitelné konkrétní výsledky.

Ze zúčastněného pohledu zevnitř je jasné, že objektivních překážek je veliké množství a není jednoduché je odbourat.



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



Neexistence čitelné strategie výstavby a údržby

Časté střídání ministrů dopravy v nedávném období vedlo ke stavu, kdy dnes prakticky neexistuje opravdu reálná a realizovatelná koncepce přípravy a výstavby páteřní sítě na období delší než cca 5 let. Přitom skutečná doba přípravy dálniční stavby se v současnosti pohybuje mezi 12 až 17 let.

Z předešlého mimo jiné pramení problémy se stabilizací odborně erudovaných zaměstnanců u investorů, dodavatelů i projektantů.

Obecně je jako fakt prezentován nedostatek prostředků na dobudování a obnovu celé sítě silniční infrastruktury, což ovšem zřejmě objektivně není pravda. Prioritní evropská síť je sice definovaná, ale v ČR nemá absolutní prioritu a má velice pomalou přípravu staveb (D0, D35, D43 ...).

Soutěžení veřejných zakázek pouze na nejnižší cenu

Soutěžení veřejných zakázek pouze na „nejnižší cenu“ vede přes všechna kontrolní opatření k fatálnímu snížení kvality výsledného díla. Investor je málokdy ochoten přemýšlet nad jinými než finančními kritérii. Dokonce i parametr délky zhotovení stavby mu přináší zbytečné komplikace při jeho případném nesplnění a proto jej raději nepoužívá.

Přijatelným parametrem soutěží tak může být snad jen délka záruční doby. Jiné standardizované „benefity“, které by stály jako protiváha finančních nákladů nových projektů u zadavatelů neexistují

Tlak na kvalitu výsledného díla musí převážet nad prvoplánovou snahou o krátkozraké snížení nákladů. Přitom je nutno vidět, že náklady na přípravu stavby (bez zahrnutí ceny za získání vztahu k pozemkům) činí méně než 5% z celkových nákladů na pořízení celého díla.

Vyhrocené vztahy mezi zhotoviteli a objednateli

Vyhrocené vztahy mezi zhotovitelem a objednatelem, které často končí u soudu, nepřispívají ke konstruktivnímu přístupu při budování objektů silniční infrastruktury. Přehnaně konkurenční prostředí mezi zhotoviteli spolu s nejasnou koncepcí a slabou svěbytností zadavatelů přispívá k situacím, které jsou na hranici nebo za hranicí podnikatelské etiky.

Nedostatečný multimodální přístup při plánování

Nedostatečný multimodální přístup a mezirezortní komunikace při plánování a výstavbě silniční infrastruktury (silniční, železniční, vodní a letecká doprava) vede k řešení partikulárních problémů a ne řešení problémů mobility jako celku.

Neschopnost komunikovat environmental friendly strategii

Tím, že není definovaná globální dopravní strategie, která by zohledňovala mimo jiné jasným způsobem i ekologické aspekty, není resort schopen tyto ideje komunikovat s veřejností. Generická myšlenka „environment friendly“ infrastruktury by politicky odrážela část protestů pramenících z frustrace a chaosu.



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



Politiky údržby komunikací

Globální „politika údržby“ komunikací, tedy jasný záměr toho, jaké komunikace by se měly udržovat, v jaké kvalitě na úrovni státu neexistuje. Globálně se neimplementuje ani žádný systém hospodaření (PMS), který by odpovídal na otázku, kolik by taková údržba stála.

Příliš dlouho trvající zásahy na silniční infrastrukturu neadekvátně zvyšují uživatelské náklady (časové a materiální ztráty, ztráty z dopravních nehod). Uživatelské náklady nejsou užívány ani jako pomocný argument při rozhodování o prioritě oprav.

Neexistující standardy údržby na úrovni celostátních i regionálních komunikací zamezují standardní, předvídatelné péči o majetek.

Aktuální nedostatečná údržba, ať již důvodem je nedostatek financí, neprofesionalita či nekoncepčnost, významně degraduje dříve vynaložené investice.

Pomalá digitalizace

Nerovnováha schopností využívání prostředků IT

Obecně představují prostředky IT a digitalizace mocný nástroj, který celý rezort může posunout z tradičních metod 19. století do moderního prostředí století 21. Bohužel značná nerovnováha mezi reformátory, tahouny pokroku a zastánci tradičního přístupu dovoluje v rámci přizpůsobení se nejslabšímu a nejpomalejšímu článku jen drobné krůčky směrem k optimálnímu a výhradnímu používání IT technologií.

Neexistence BIM standardů pro silniční stavby

Mohlo by se zdát, že současný tlak na zavedení BIM, který je vyvíjen ze strany Ministerstva a SFDI musí přinést žádoucí efekt. Bohužel se však zdá, že v současné době rozpracované koncepty jsou jen dílčí a v podstatě na úrovni pilotních projektů.

Je nutno jasně definovat formát a strukturu dat, jakož i „úroveň podrobnosti“ zpracování dokumentace staveb silniční infrastruktury, požadované atributy jednotlivých prvků od stavebních objektů až například do úrovně použitých stavebních materiálů a výrobků atd. atd. To vše je totiž již z definice zcela odlišné od „budov“, pro něž byl systém původně koncipován.

Neschopnost digitalizovat oběh dokladů během výstavby

Tento handicap se projevuje jak na úrovni státu – to znamená v rámci stavebního řízení, soutěžení stavby apod., tak na úrovni zhotovitelů v oblasti změnových řízení, dokumentace skutečného provedení a další komunikace s objednatelem, sub-zhotoviteli apod.

Zatímco otázka BIM stojí teprve před námi (viz dále), neboť dosud nebyl zpracován ani jediný projekt silniční stavby v ČR ve 3D, tak digitalizaci dokumentů a dokumentovanému oběhu dokladů během výstavby v tuto chvíli nic nebrání. A přesto se nedaří takové řešení mezi všechny účastníky v oblasti výstavby silniční infrastruktury nasadit.



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



Neexistence jednotných metod „hospodaření“ napříč mody dopravy

Jednotlivé módy dopravy (silniční, železniční, vodní a letecká doprava) používají různé systémy hospodaření (Asset Management Systems - AMS), které nejsou mezi sebou navzájem provázané a nejsou stavěny na stejných principech.

Ani v rámci resortu Ministerstva dopravy nejsou stanoveny globální strategie a postupy při hospodaření s infrastrukturou, které by byly sdílené a společné pro oblast silnic i železnic.

Ne-využívání moderních metod sběru dat

Moderní datosběrné a diagnostické metody představují aktuálně relativně dostupnou a levnou službu, která může být aplikována pravidelně na celou strategickou síť. Přesto se tak neděje, ŘSD dlouhodobě v tomto směru zaostává, SFDI není schopná prosadit dlouhodobou strategii. To vede k nedostatečné podrobnosti a rozsahu diagnostiky (jednorázové) a kontinuálního monitorování stavu klíčových staveb silniční infrastruktury.

Neschopnost jednotné interpretace / analýzy dat

V ČR neexistuje jednotný formát PMS systémů nebo jeho výstupů, SFDI je důsledně nepožaduje. To vede k nemožnosti porovnávat kvalitu infrastruktury v jednotlivých regionech. Současně nelze ani stanovit míru efektivity vynaložených prostředků v jednotlivých oblastech, regionech nebo na konkrétních stavbách.

Malá oborová komunikace, neexistence PPP projektů

Slabě definovaná globální politika

Nedostatečně definovaná politika rozvoje infrastruktury vede i k nedostatečné odborné diskuse na téma aplikace nových technologií zejména ve vztahu mezi zhotovitelem a investorem.

Neschopnost sladit státní a krajské strategie

Bez koordinace krajských a státních zájmů nelze prosadit globální projektové záměry. V různých regionech můžeme sledovat různé situace, kdy kraje jsou brzdou nebo naopak motorem nových projektů a investic.

Varovným příkladem je například Jihomoravský kraj neschopný jasným způsobem projednat Základy územního rozvoje, který tím zbrzdil až zmrazil většinu zásadních dopravních staveb v regionu.

Do přípravy staveb je nedostačeným způsobem zaangażovaná také místní správa a samospráva. Příklady ukazují, že se v nemnohých případech, kde zapojeny byly, podařilo skrz lokální „sousedský“ tlak výrazně pohnout s přípravou staveb – hlavně s výkupy pozemků.



Nerealistická očekávání životnosti staveb

Vývoj nových materiálů a technologií ovlivňuje i v negativním směru životnost některých konstrukcí. Typickým problémem z této oblasti je aktuálně akcentovaný problém nadměrného stárnutí betonových povrchů dálnic zaviněný pravděpodobně novými, v dlouhodobé praxi nevyzkoušenými cementy. U těchto dálnic se bohužel ukazuje, že skutečná životnost těchto staveb je zhruba na polovině předpokládané a projektované životnosti.

Dalším frekventovaným problémem jsou mostní konstrukce z přepjatého betonu, které budou v budoucnu pravděpodobně pokládány za technologický omyl osmdesátých let. Životnost těchto konstrukcí je reálně velice omezena nemožností kontrolovat reálný stav konstrukce a její nebezpečnost je představována hlavně tendencí k náhlému, úplnému kolapsu stavby.

Obecně lze konstatovat, že je nezodpovědné zakládat dlouhodobé plánování na předpokladech životnosti založenými jen na laboratorních předpokladech bez reálné zkušenosti z dlouhodobé praxe.

Malá schopnost komunikovat se zahraničními firmami

Takřka naprostý nezájem českých subjektů veřejné správy účastnit se mezinárodních fór, pracovních skupin apod. a tím velice omezená možnost užití zahraničních zkušeností a dovedností.

Lze vidět jako pozitivní, že „vnucená“ informovanost existuje alespoň na úrovni Evropské unie, nicméně širší mezinárodní výměna know-how objednatelů je výrazně limitovaná neúčastí české odborné veřejnosti v mezinárodním prostředí. Můžeme se domnívat, že příčiny leží v oblasti finanční a jazykové, ale bohužel určitě také v nezájmu.

Nedostatečná diskuse o nových technologiích

Vypjatá atmosféra mezi zadavateli a dodavateli, většinou okořeněná údajnými korupčními a klientelistickými kauzami, vede k velice nízké míře komunikace mezi nimi, která v důsledku brání efektivní možnosti výměny odborných informací a nových technologiích, trendech, zahraničních zkušeností apod.

Náklady VaV na straně dodavatelů

Na úrovni státu existuje v současnou chvíli velice nekoordinovaný přístup k implementaci nových technologií. Pravděpodobně to snad ani neznamená, že by v této oblasti bylo málo finančních prostředků, ale jsou utráceny bez globálního odborného dohledu na projektech obvykle velice formalistického charakteru. To vede k následujícím důsledkům:

- Nové technologie jsou zaváděny nekoordinovaně, většinou komerčními subjekty bez důrazu na koncepční nebo dlouhodobou stránku věci.
- Nová řešení se prosazují jen velmi těžko; zpravidla na sebe bere riziko zejména zhotovitel, jelikož na stavbu platí stejné požadavky a záruční podmínky jako na standardní řešení.
- Nové technologie se do praxe dostávají pomalu, protože to vyžaduje zvýšené úsilí na straně zhotovitele a objednatele a nemalé investice do nového strojního vybavení na straně zhotovitele.



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

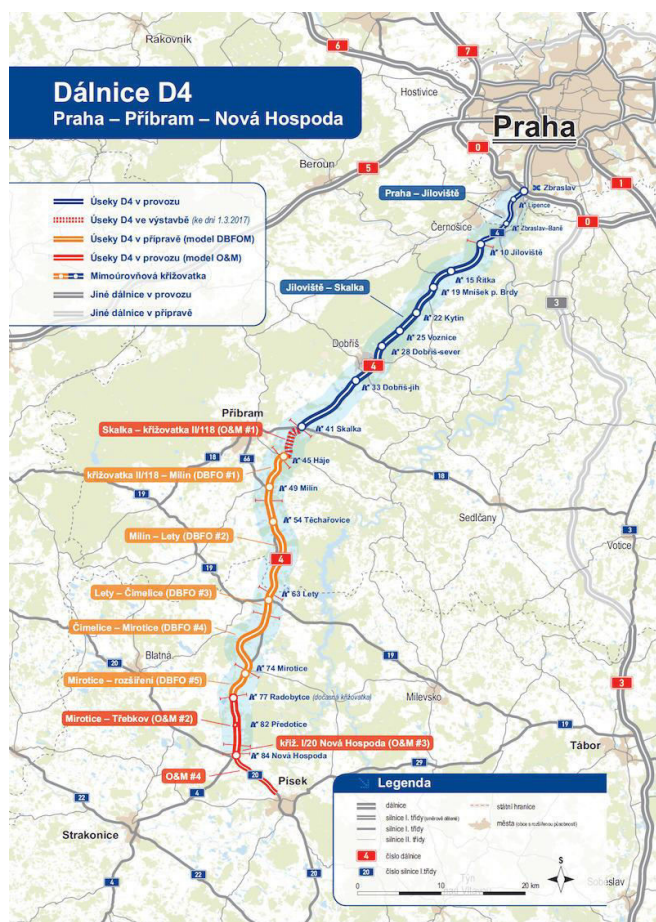


Nedostatečný multimodální / meziresortní přístup

Typickým problémem neschopnosti pohlížet na problémy mobility multimodálně je i velice slabá schopnost komunikace mezi jednotlivými rezorty, která začíná na úrovni ministerstev. To odráží politickou slabost vytčených cílů a neschopnost spojit se pro realizaci staveb s největšími prioritami.

Nepromyšlená strategie PPP projektů

V současné době neexistují v ČR národní zkušenosti s PPP projekty, které mohou být udržitelnou cestou výstavby a údržby infrastruktury po snížení možnosti čerpání peněz z EU. V současné době správci komunikací podle vlastních slov jen „hasí“ největší problémy infrastruktury. PPP projekty mohou pro zhotovitele i investory představovat pohled na celoživotní náklady z druhé strany – preference preventivních metod údržby, koncepce materiálů s dlouhodobou životností, nutnost definovat dlouhodobou strategii udržitelnosti.



Obrázek 11: Snad první český PPP projekt – část dálnice D4



3. INTELIGENTNÍ DOPRAVNÍ SYSTÉMY

3.1 Úvod

Digitalizace a dekarbonizace dopravy jsou jedním z hlavních témat obecnějšího politického programu Evropské komise i České republiky. Digitální jednotný trh jakožto sektor Evropského jednotného trhu, který pokryje digitální marketing, elektronické obchodování a telekomunikace, bude mít jednoznačný dopad na dopravu a každodenní život občanů i jednotlivých účastníků přepravy zboží všech dopravních módů, přičemž silniční doprava zde bude hrát jednu z klíčových rolí.

Obecně lze říci, že ITS se bude rozvíjet nejen z pohledu vývoje nových technologií, ale i z pohledu spolupráce či kooperace stávajících či nových. Zde je důležité vždy vidět synergické efekty, respektive jejich přidanou hodnotu, neboť samostatně je jejich nasazení v poměru s přínosy velice drahé, ale při kombinaci několika prvků ITS sice celkové náklady neklesají, ale jejich přidaná hodnota na základě kooperace několikrát převyšuje původní přínosy.

Na základě tohoto lze definovat několik obecných tezí:

- Doposud oddělené informační oblasti osobní automobilové dopravy a hromadné dopravy osob stále více konvergují směrem k multimodální mobilitě osob/zboží. O tomto tématu toho bylo mnoho napsáno a řečeno, ale stále se rozhodujeme, zda pojedeme osobním vozidlem nebo vlakem/autobusem na základě subjektivního pocitu.
- ITS je sada podpůrných nástrojů a systémů pro podporu moderních mobilních systémů – nástroje ITS tvoří digitální datovou a infrastrukturní podporu pro další odvětví (kooperativní vozidla, autonomní vozidla).

Obecná definice ITS

Obecně se pojem „Intelligentní dopravní systémy“ (ITS) používá pro globální program zahrnující řadu technologií, jejichž cílem je učinit dopravu bezpečnější a efektivnější, s menšími kongescemi na silnicích a s nižším ekologickým zatížením prostředí. Tento systém integruje informační a telekomunikační technologie s dopravním inženýrstvím za podpory ostatních souvisejících oborů tak, aby pro stávající infrastrukturu zajistily systémy řízení procesů, zvýšily přepravní výkony a efektivitu dopravy, stoupla bezpečnost dopravy, zvýšil se komfort přepravy, atp.

V posledních letech však v rámci rozvoje ITS používá pojem “intelligentní dopravní služby“

Mezi základní komponenty dopravně-telematických systémů patří následující oblasti:

1. Elektronické platby (platby za ITS služby, za použití infrastruktury, dopravního prostředku atd.)
2. Management bezpečnostních a záchranných opatření (management nehod, management záchranných a bezpečnostních vozidel, sledování nebezpečných nákladů, atd.)



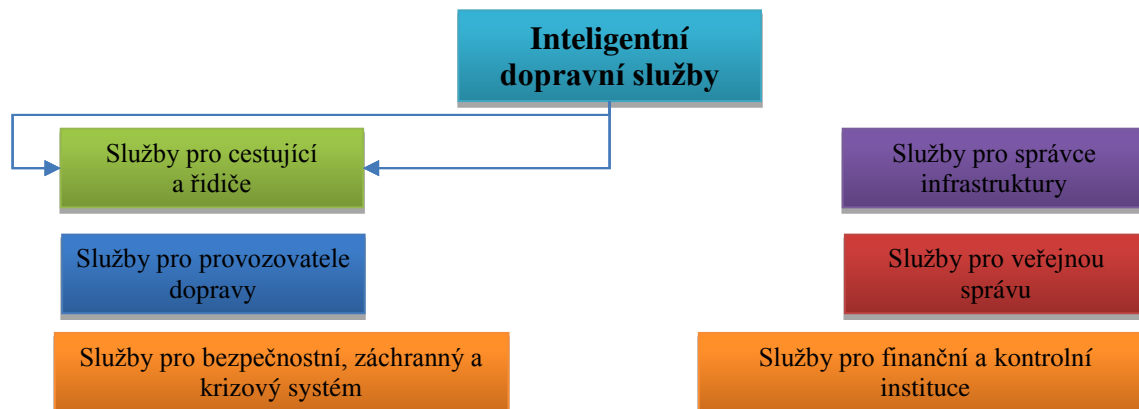
3. Management dopravních procesů (plánování dopravy, řízení dopravy, management údržby dopravní infrastruktury, atd.)
4. Management veřejné osobní dopravy (integrované dopravní systémy, státní správa atd.)
5. Podpora při řízení dopravních prostředků (proti-srážkové systémy, noční vidění, atd.)
6. Podpora mobility občanů (před-cestovní informace, osobní informační a navigační služby, atd.)
7. Podpora dohledu nad dodržováním předpisů (činnost správních úřadů, policie atd.)
8. Management nákladní dopravy a přepravy (management přepravy nákladů, řízení nákladních dopravních prostředků)
9. Dopravně-přepravní databáze (ITS datový registr, dopravní informační databáze, atd.)

Inteligentní dopravní služby lze rozdělit do několika oblastí:

1. **služby pro cestující a řidiče** (uživatelé) - například informace o dopravních cestách, o dopravních spojkách, dopravní informace prezentované řidičům prostřednictvím informačních systémů na dálnicích, dopravní informace prezentované prostřednictvím rádia, televize nebo Internetu, informace zasílané řidičům do automobilů (dynamická navigace, kongesce atd.), služby mobilních operátorů, atd.
2. **služby pro správce infrastruktury** - (správci dopravních cest, správci dopravních terminálů) - sledování kvality dopravních cest, řízení údržby dopravní infrastruktury, sledování a řízení bezpečnosti dopravního provozu, ekonomika dopravních cest, atd.
3. **služby pro provozovatele dopravy** (dopravci) - volba dopravních cest a nejvýhodnějších tras, řízení oběhu vozidlového parku, dálková diagnostika vozidel, dodávka náhradních dílů, atd.
4. **služby pro veřejnou správu** - napojení systémů dopravní telematiky na informační systémy veřejné správy (ISVS), sledování a vyhodnocování přepravy osob a nákladů, řešení financování dopravní infrastruktury (fond dopravy), nástroje pro výkon dopravní politiky měst, regionů, státu, atd.
5. **služby pro bezpečnostní a záchranný systém** - (IZS - integrovaný záchranný systém) propojení systémů dopravní telematiky na integrovaný záchranný systém a bezpečnostní systémy státu, zabezpečení lepšího organizování zásahů při likvidaci havárií, nehod, zvýšení prevence proti vzniku mimořádných událostí s ekologickými důsledky, atd.
6. **služby pro finanční a kontrolní instituce** - (pojišťovny, leasingové společnosti, atd.) - elektronická identifikace vozidel a nákladů, sledování a vyhledávání odcizených vozidel, elektronické platby za poskytnuté ITS služby, atd.



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



Obrázek 12: Inteligentní dopravní služby

Služby správců infrastruktury koncovým uživatelům (občanům, firmám, institucím)

Hlavním úkolem správců infrastruktury z pověření jejich nadřízených institucí je zejména péče o jim svěřený majetek a tedy konkrétně:

- sledování stavu a opotřebení majetku
- pravidelná obnova majetku
- plánování rozvoje a modernizace
- sledování a dohledování činností vykonávaných na infrastruktuře

Kromě výše uvedených klíčových činností správce infrastruktury často vykonává také službu poskytování informací a dat uživatelům z řad občanů v různých rolích, například řidičům, cestujícím, chodcům, turistům, zaměstnancům atd. ale také institucím, soukromým i státním firmám a dalším fyzickým a právnickým entitám. Těchto služeb je celá řada a jsou poskytovány v různých formách podle typu informace a koncového uživatele informace.

Jedná se zejména o:

- pravidelné informace a řídicí povely pro uživatele infrastruktury
- data pro další strojové zpracování právnickým entitám
- informace o stavu infrastruktury a majetku

Forma sdílení výše jmenovaných informací a služeb může být různá a je volena podle typu služby tak, aby data nebo informace poskytované službou byly koncovým uživatelům prezentovány maximálně přijatelnou cestou. Forma poskytování služeb koncovým uživatelům může být:

- Surová data ve strojově čitelném formátu pro další strojové zpracování
- Data zpracovaná do podoby informací
 - Dopravní informace
 - Řídicí povely
 - Úzce specializované sestavy a grafy

Jak je patrné z výše uvedeného, služeb, které vykonávají správci infrastruktury je celá řada a pokrývají široké spektrum koncových uživatelů.



Služby ITS pro správce infrastruktury

Služby ITS pomáhají správci infrastruktury získávat kvalitní data a zpracovávat je do relevantních informací o majetku a provozu na spravované infrastruktuře čímž podstatně přispívají k zefektivnění činnosti správce infrastruktury a umožňují vykonávat řadu činností, které přispívají ke kvalitě služby poskytované správcem infrastruktury svým koncovým uživatelům.

Dále jsou obecně popsány stávající ITS služby pro správce infrastruktury rozdělené do několika logických celků. Uvedené celky a popisované služby jsou obecně platné napříč různými typy infrastruktury (silniční, železniční) ačkoliv uvedené příklady jsou zaměřeny zejména na silniční typ infrastruktury.

Služby ITS pro správce infrastruktury lze rozdělit na několik oblastí:

1. Oblast sběru provozních dat a pasportu majetku

Pro správce infrastruktury je důležité znát stav majetku v jejich správě včetně parametrů jako je jeho stáří, nastavení, poloha a mnoho dalších. Pro zjišťování těchto parametrů správci infrastruktury často využívají služeb automatického sběru dat a vyhodnocení parametrů například pokročilými metodami zpracování obrazu. Mezi technologie sběru pasportních dat se řadí kamerové technologie nebo například radarové nebo lidarové metody sběru a vyhodnocení mračen bodů. Služby sběru pasportních dat tak umožní zajistit dostatek dat a informací například o dopravních značkách, svodidlech, stožárech VO apod. Data z těchto služeb jsou dále využívána a zpracovávána do podoby informací o různých aspektech infrastruktury nebo jsou dále sdílěna surová.

Mezi tyto služby se řadí především soubory HW zařízení a vyhodnocovacího a evidenčního SW, které jako jeden celek tvoří ITS systém sběru dat a pasportu majetku a umožňují prohlížení, úpravu, export nebo tisk vybraných výstupů, tabulek, grafů nebo sestav včetně mapových komponent a podkladů.

2. Oblast řízení a ovlivňování dopravy a správy zařízení

Služby v oblasti řízení a ovlivňování dopravy a správy zařízení jsou založeny zejména na pokročilém zpracování dat naměřených různými detekčními a senzorickými subsystémy (službami) a jejich vyhodnocení do podoby informací pro další návazné systémy, které zajistí provedení daných příkazů na aktorové vrstvě systému řízení. Aktorová vrstva systému řízení zprostředkovává informace ze služeb řízení prostřednictvím různých informačních kanálů, jako jsou zobrazovací panely, radiové služby, nastavení řadičů křižovatek a signálních světel apod.

ITS služby tohoto druhu jsou poskytovány hardwarovými a softwarovými nástroji v centrálních dispečerských systémech (NDIC, HDRÚ Praha, DIC Brno apod.) a v jejich návazných subsystémech, které zajišťují správcům infrastruktury komplexní přehled o aktuálním i minulém dění na infrastruktuře a také přehled o stavu zařízení integrovaných do systému. Tyto ITS služby pomáhají správcům infrastruktury včas reagovat na náhlé situace, jako jsou například sněhové či jiné kalamity, nehody nebo nenadálé stavy v uzavírkách a stejně tak díky monitoringu všech zapojených zařízení včas reagovat na poruchy důležitých komponent systému. Tyto služby pomáhají zlepšovat bezpečnost a plynulost provozu na infrastruktuře a při krizových situacích přispívají k rychlejšímu a efektivnějšímu řízení



procesů odstranění těchto situací. Řízení je založeno na reaktivních scénářích, které vykonávají předem definované a na základě splnění podmínek spuštěné scénáře řízení. Ty obsahují sady pokynů pro jednotlivé aktory návazných systémů.

ITS Služby této kategorie jsou přínosné nejen pro správce infrastruktury, ale i pro koncové uživatele, kterým umožňují získat podrobné a aktuální informace při plánování cesty nebo během ní.

3. Oblast hospodaření s majetkem (vozovkou a mosty)

Určitý přesah mají systémy ITS i v oblastech hospodaření s majetkem, které se věnují zejména sběru a vyhodnocení dat o poruchách krytu vozovek (infrastruktury), predikci rozvoje trhlin a stanovování úrovně degradace konstrukcí a povrchů. Sběr dat o vozovce může probíhat například komplexním HW zařízením umístěným na konstrukci měřicího vozidla, které pomocí kamer a sestavy optických a dalších doplňkových senzorů snímá povrch vozovky. Data z měřicího vozidla jsou vyhodnocena pomocí SW nástrojů obsahující například degradační křivky různých typů povrchů charakterizující proces stárnutí povrchů v čase. Výstupem jsou prostorově spojené informace o kvalitě povrchu a případně také doporučení pro správce infrastruktury ve formě plánu oprav.

4. Oblast vozidlových systémů

Služby v oblasti vozidlových systémů představují zejména systémy sledování pohybu a výkonu práce implementované do některých vybraných vozidel údržby. Tyto systémy poskytují data o poloze stroje (vozidla) a typu vykonávané činnosti včetně dalších doplňkových informací o množství vysypaného (převezeného) materiálu apod. do centrálního dispečerského systému správce infrastruktury.

Vozidlové systémy v některých vozidlech správců komunikací dále také umožňují poskytovat některá vybraná data přímo dalším vozidlům v dosahu pomocí moderní koncepce komunikace mezi vozidly známé jako C-ITS (kooperativní systémy) a tím zlepšovat bezpečnost na komunikacích například v uzavírkách. Informace o vykonávané činnosti spolu s polohovou informací jsou navíc přenášeny i do NDIC do centrálního prvku řízení a ovlivňování provozu na infrastruktuře a je možné díky nim sledovat pohyb vozidel údržby a v návaznosti na to přijímat a vyhlašovat opatření při řízení a ovlivňování provozu.

Služba vozidlových systémů a sledování výkonů je důležitým zdrojem dat pro správce infrastruktury a také po jejich zpracování pro koncové uživatele dopravní infrastruktury (řidiče).



Obrázek 13: NDIC Ostrava



Služby pro cestující a řidiče

Z hlediska služeb cestujícím a řidičům budou podrobně věnovány následující etapy řešení projektu. Mezi tyto služby zařazujeme na straně cestujících informace hlavně v systémech IDS a MHD, které mají velký přesah do ostatních dopravních módů, respektive právě zde dosahují synergického efektu veřejné dopravy.

Služby řidičům vycházejí převážně z vazeb na NDIC či RODOS, tak jak je popsáno v třetí kapitole tohoto dokumentu.

Intelligentní dopravní a logistické systémy

Intelligentní dopravní a logistické systémy se vydávají cestou maximální bezzásahovosti, tj. omezení role lidského činitele. Nejde jen o autonomnost z hlediska řízení dopravních prostředků, ale také o co největší automatizaci při rozhodování a plánování a při předávání informací.

Informační systémy používané v oblasti multimodální dopravy a logistiky s výhodou využívají elektronickou výměnu informací pomocí EDI zpráv. Tyto zprávy se používají jak pro avizaci objednávek, tak pro automatické zasílání informací o uskutečněných nákládkách a vykládkách. Na základě obdržených informací plánují informační systémy práci manipulačních prostředků a také ukládání nákladu tak, aby byl co nejsnadněji a co nejrychleji dostupný pro další manipulaci.

Na hranicích i uvnitř multimodálních logistických center se prosazují on-line dohledové systémy. Jsou to jednak kamerové systémy se softwarem na bázi automatického rozpoznání textu (OCR - Optical Code Recognition), které umožňují rozeznání poznávacích značek automobilů, čísel železničních vozů a čísel ložných jednotek (ILU - Intermodal Loading Unit). Alternativou kamerových systémů jsou brány ovládané za pomoci RFID (Radio Frequency Identification) čipů, kterými je osazen dopravní prostředek, nebo vlastní přepravní jednotka. Nastavením práva průjezdu branou pro daný čip je možné povolit, nebo naopak zakázat průjezd branou. Pro nepřetržité sledování pohybu dopravních a manipulačních prostředků uvnitř logistických center se používají GPS (Global Positioning System) lokátory, které pracují podobně jako sledovací zařízení používaná v silniční, železniční i námořní dopravě.

Služby pro provozovatele dopravy

V oblasti služeb pro provozovatele dopravy jsou patrné trendy směřující ke zjednodušení, zefektivnění a automatizaci procesů. Řada dopravců a speditérů investuje prostředky do specializovaných informačních systémů (TMS – Transport Management System, např. LORI), které jim pomáhají realizovat rozličné procesy související s jejich podnikáním v souladu s těmito trendy.

Při implementacích TMS do dopravních či spedičních firem je velmi často poptávána integrace na další systémy a zdroje dat. Integrací lze dosáhnout významného snížení chybovosti i nároků na lidské zdroje, lepší informovanosti o aktuálním stavu objednávek



a přeprav, a neřídka lze získat také řadu zajímavých dat využitelných pro statistiky a manažerské výstupy.

Evidence a správa vozového parku – fleet management

Dnešní moderní vozidla bývají od výrobce vybavena palubními jednotkami, ze kterých výrobci prostřednictvím webových služeb poskytují řadu údajů o vozidlech a jejich provozu. Pro zjednodušení evidence vozidel v TMS bývají realizovány importy vozidel ze systému výrobce. Data z palubních systémů mohou být v TMS využita i pro informování dispečerů o mimořádných stavech (pokles tlaku v pneumatikách, závada brzdového systému apod.) a pro s tím související plánování mimořádných servisů. Palubní systémy poskytují i data využitelná pro sledování efektivity řidičů a vozového parku, jako například průměrnou spotřebu či bodové hodnocení jízdního stylu řidičů.

Evidence objednávek

V procesu evidence objednávek roste poptávka po řešeních usnadňujících dopravci/speditérovi zavedení objednávky do TMS. Pro zákazníky dopravních a spedičních firem jsou vytvářeny speciální webové portály, jejichž prostřednictvím mohou sami zadávat své objednávky, které se vzápětí objeví v TMS.

Plánování přeprav

TMS poskytují dispečerům nástroje pro usnadnění plánování přeprav. Pro výpočet trasy přepravy lze využít napojení na mapové služby podporující omezení pro nákladní dopravu (rozměry a hmotnost vozidla/soupravy, maximální rychlost, ADR). Trendem je tuto trasu dále využít v palubní jednotce nebo mobilním zařízení k navigaci, a zpět do TMS předávat informace o případných odchylkách řidiče od této trasy.

Kromě trasy poskytují kvalitní mapové služby také podrobné informace o výši mýtného na trase.

Mobilní aplikace – elektronický ložný list

Na trhu jsou dostupné speciální mobilní aplikace spolupracující s TMS. Jednou z nich je např. TABLOG, který řidiči poskytuje podrobné údaje o naplánované přepravě. Řidič v aplikaci zaznamenává průběh přepravy, tedy prováděné operace a podrobnosti k nim. Dispečer, v případě potřeby, může s řidičem komunikovat prostřednictvím zpráv v mobilní aplikaci. Kombinací dat z mobilní aplikace a palubní jednotky jsou získávány podrobné informace o průběhu přepravy a aktuálním stavu, které jsou využívány pro operativní činnost dispečerů a zpracování záznamu o provozu vozidla.

Aktuální stav vozidla a přepravy

Na základě dat z palubní jednotky a mobilní aplikace lze dispečery v reálném čase informovat o aktuálním stavu vozidla a přepravy. Dispečer tak např. ví, kde se vozidlo nachází, jaké náklady již byly realizovány a zda bylo skutečně naloženo to, co bylo naplánováno apod. Data lze využít i pro informování zákazníků o stavu jejich objednávek, o předpokládaném čase doručení zásilky apod.



Zpracování ZPV

Data z palubní jednotky v kombinaci s daty z mobilní aplikace výrazně usnadňují evidenci ZPV (záznam o provozu vozidla). Lze z nich importovat údaje o najetých km, pozici vozidla, řidiči přihlášeném k elektronickému tachografu, nákladkách, vykládkách apod., čímž odpadá papírová evidence průběhu přepravy řidičem a její následný zdlouhavý přepis do TMS.

Ekonomika a fakturace, personalistika

Specializované TMS, jako je např. LORI, nemusí být zároveň komplexním ekonomickým a personálním systémem (v praxi to často ani nebývá žádoucí – řada dopravců a speditérů si při implementaci nového TMS chce ponechat stávající ekonomický a personální systém). Často proto bývá realizováno rozhraní mezi TMS a ekonomikou/personalistikou, čímž se eliminuje ruční přepisování dat mezi těmito systémy.

Klíčové dokumenty v oblasti rozvoje ITS systémů v ČR

Akční plán rozvoje ITS v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050)

Základní strategií týkající se využití ITS určuje vládou schválený „Akční plán rozvoje inteligentních dopravních systémů (ITS) v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050)“. Jde o strategický dokument pro využití detekčních, diagnostických, informačních, řídicích a zabezpečovacích technologií na bázi ITS, GNSS a systémů pozorování Země. Tento dokument analyzoval nedostatky současně provozovaných ITS systémů, čímž poskytl přehled nejen o současné situaci, ale také o přetrvávajících problémech.

Dále tento dokument stanovil vizi výsledného (ideálního) stavu fungování ITS a na tomto základě navrhl opatření, která jsou nezbytná, aby došlo k postupnému zlepšení stávajícího stavu, a to nejen z technického, ale i organizačního hlediska pro zlepšení vzájemné provázanosti jednotlivých druhů dopravy. Na základě této vize je stanoven globální cíl, kterým je zajištění plynulé, bezpečné a energeticky účinné dopravy.

Implementační plán k Akčnímu plánu rozvoje ITS v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050)

Realizačním dokumentem Akčního plánu rozvoje ITS je Implementační plán rozvoje ITS, který již řeší přípravu projektů ITS. Tento plán není koncipován pouze jako jednorázový dokument, ale jako otevřený a živý dokument, který bude do roku 2020 průběžně aktualizován a doplňován na základě dlouhodobého i krátkodobého plánování a programového výběru konkrétních projektových záměrů, resp. rozvojových projektů k financování.

Strategický plán rozvoje NDIC s výhledem na 10 let

Strategický plán vymezuje roli a stanovuje směry dalšího rozvoje JSDI/NDIC, ohraničuje funkční rozsah, navrhuje spolupráci JSDI/NDIC s dalšími systémy provozovanými veřejnými i privátními subjekty na národní i mezinárodní úrovni, posuzuje současný a doporučuje směry dalšího rozvoje organizace silniční dopravy v ČR, provádí revizi regulačního a organizačního rámce JSDI/NDIC, zhodnocuje výkon a kvalitu služeb poskytovaných JSDI/NDIC a navrhuje konkrétní akce v časové ose nebytné realizaci Plánu.



3.2 Charakteristika průmyslových a společenských změn

V kontextu rozvoje nových technologií a informačních systémů, se často hovoří o Průmyslu 4.0 (též Práce 4.0 či čtvrtá průmyslová revoluce), který chápeme jako označení pro současný trend digitalizace, s ní související automatizace výroby a změn na trhu práce, které s sebou přinese. Po třetí průmyslové revoluci, kdy jsme hovořili o automatizaci, zde hovoříme o využívání kyberneticko-fyzikálních systémů.

Nepřehlédnutelné věci budou z hlediska dalšího nahrazování lidské práci roboty, a to nejen ve výrobě, ale i z hlediska odbavování cestujících. Jedná se o v první řadě o různé automatizované operace/systémy, tak jak se s nimi ve velmi omezené míře můžeme setkávat již dnes.

S tímto jsou spojeny také změny v přemýšlení lidí v několika rovinách. Těmito rovinami je myšleno fáze pomoci a usnadňování v oblasti lidské činnosti a způsob vnímání těchto změn obyvateli, včetně důvěry v tyto systémy. Další rovinou je strach ze ztráty pracovních příležitostí a tím negativní důsledky pro dopad na obyvatele. Nemíjí opominutelná také rovina z hlediska ztráty soukromí a občanských svobod.

Z těchto změn vycházejí následující projekty na dopravní infrastrukturu.

Projektové záměry na silniční síti

Na síti kapacitních silnic se plánuje rekonstrukce stávajících, doplnění nebo výstavba nových dopravních detektorů a kamerových systémů. Kamerové systémy budou využívány jak dispečery Národního dopravního informačního centra (NDIC), tak místně příslušnými dispečery zimní údržby pro vzdálený dohled nad stavem silničního provozu a zároveň jako doplňující prvek pro bližší určení meteorologické situace. Jedná se buď o zařízení, která poskytují komplexní informace o teplotě vzduchu, směru a rychlosti větru, druhu a intenzitě srážek, viditelnosti, teplotě povrchu, vodním sloupci atd. Data z meteorostanic jsou využívána dispečery zimní údržby a přispějí ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu., neboť se jedná o lokální hlásiče náledí v problémových lokalitách, které ovládají proměnné dopravní značení a varují řidiče před nebezpečnými meteorologickými jevy jako např. nebezpečí námrazy nebo nebezpečí smyku. Takovýchto rizikových míst je vytipováno v řádu desítek, přičemž každé z nich bude vybaveno senzorem (podle konkrétní situace půjde o radar, meteorostanici nebo detektor dopravy), vyhodnocovací jednotkou s možností dálkového ovládání a aktorem (nejčastěji proměnné dopravní značení nebo jiná vizuální informace).

Dále bude na síti kapacitních silnic budováno proměnné dopravní značení a textové části zařízení pro provozní informace. Ve strategických místech dojde k umístění detektorů (kamerových systémů) sledujících průjezd vozidel. Z naměřených dat bude vypočítávána doba průjezdu danými úseky a predikce kolon. Dále se předpokládá zavedení úsekového měření rychlosti na daných úsecích dálnic a automatických vysokorychlostních vah pro bezobslužné vyhodnocení, zda silniční nákladní vozidlo nebo souprava nad 12 t nejsou přetíženy a neohrožují bezpečnost silničního provozu nebo nepoškozují vozovku. Pokud se bude jednat o přetížené vozidlo, bude zaznamenána jeho registrační značka a pořízena přehledná fotodokumentace vozu. Na nejvytíženějších částech dálniční sítě se předpokládá vybudování liniového řízení dopravy. Kromě instalace portálů s proměnným dopravním značením bude také patřičně vybaveno příslušné řídicí centrum. Předpokládá se obnova



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



dispečerských pracovišť a technologického vybavení Národního dopravního informačního centra (NDIC). Dále se plánuje využití dat z plovoucích vozidel pro plošné kontinuální monitorování dynamiky dopravních proudů na strategické síti komunikací ČR a rozvoj kooperativních systémů pro komunikaci vozidlo-vozidlo a vozidlo-infrastruktura (C-ITS). V rámci připravovaného koridoru ITS (mezinárodní projekt, na kterém se podílí Dolní Sasko, ČR a Rakousko) bude na mezinárodní úrovni testována a následně nasazována aplikace o varování řidičů před pomalu jedoucím vozidlem údržby a před mobilním vozíkem s dopravní značkou, která určuje začátek omezení jízdních pruhů na dálnici. Další uvažovanou aplikací kooperativních systémů je podpora řidičů při jízdě přes železniční nebo tramvajový přejezd (projekt C-Roads navrhovaný k realizaci z kohezní části evropského programu Connecting Europe Facility – CEF).

Projektové záměry veřejné osobní dopravy

Rozvoj ITS ve veřejné osobní dopravě se bude zaměřovat zejména na rozšíření jednotného přístupového místa pro přístup k datům o veřejné osobní dopravě. Bude se jednat zejména o modernizaci Celostátního informačního systému o jízdních řádech (dále jen „CIS JŘ“), jeho doplnění o další důležité datové prvky, případně rozšíření některých stávajících včetně prověření možnosti poskytování informací o tarifech. Dále proběhne příprava univerzálního rozhraní pro propojení a výměnu dat mezi rezervačními systémy ve veřejné osobní dopravě.

Projekt RODOS

V rámci programu Technologické agentury ČR na podporu rozvoje dlouhodobé spolupráce ve výzkumu, vývoji a inovacích mezi veřejným a soukromým sektorem „Centra kompetence“ je vytvářeno centrum RODOS s ideou průběžného zvyšování konkurenceschopnosti ČR v oblasti inteligentních dopravních systémů. Centrum pro rozvoj dopravních systémů RODOS je největším současným subjektem působícím v oblasti aplikovaného výzkumu v odvětví dopravy se zaměřením na monitorování, řízení silniční dopravy a jejího financování. Centrum RODOS tvoří tři největší technické vysoké školy v ČR, jedna veřejná výzkumná instituce a šest podniků, které patří mezi přední dodavatele a výrobce v oblasti IT technologií, software, sběru dat a zavádění inteligentních dopravních systémů do praxe na českém trhu. Strategickým cílem Centra je vytvořit nad silniční dopravou, a to pomocí nových nástrojů dopravní informatiky, komplexní informační nastavbu a integrovat ji do stávajících telematických systémů. Jádrem centra RODOS, je Dynamický Model Mobility ČR (DMM integruje dynamický model pohybu osob, vozidel, zboží a s tím souvisejících informací v rámci celého území ČR). Tento model a jeho provoz nalezne široké využití nejen v dopravě a dalších síťových odvětvích, ale také při výkonu státní a veřejné správy nebo při budoucí realizaci konceptů tzv. Smart Cities. Provoz a průběžný rozvoj DMM představuje nikoliv postačující, ale nutnou výchozí podmínku dalšího rozvoje ČR směrem k prosperující znalostní společnosti v oblasti inteligentních dopravních systémů.



Smart cities - chytrá města

Chytrá města (Smart cities) jsou chápána ve vazbě na mnoho oblastí lidských činností:

- Chytrá ekonomika (smart economy)
- Chytrá doprava (smart mobility)
- Chytré životní prostředí (smart environment)
- Chytří lidé (smart people)
- Chytré bydlení (smart living)
- Chytrá vláda (smart governance)

Z hlediska ITS ve vazbě na silniční dopravu se projekt TPSD zabývá tzv. Chytrou dopravou, v kontextu výše popsaných SMART, a to z důvodu toho, že všechny tyto oblasti jsou úzce propojené.

Chytrá doprava (smart mobility)

Mobilita a doprava jsou nezbytnou součástí městské infrastruktury. Inteligentní město by mělo být snadno dostupné pro návštěvníky i jeho obyvatele. Cestovat přes město by mělo být bezproblémové, pohodlné ale také ekologické. Cílem je poskytnout mnohostranné, efektivní, bezpečné a pohodlné dopravní systémy, které jsou propojeny s infrastrukturou informačních a komunikačních technologií a otevřených dat.

Tendence:

- systém sledování provozu
- sdílení dopravních prostředků
- inteligentní řízení dopravy
- inteligentní světelná signalizace
- inteligentní dopravní informace
- sdílení zkušeností občanů s dopravou
- inteligentní parkovací místa a systémy chytrého parkování
- preference vodičích pásem pro vozy IZS
- sdílení kol (bike sharing)
- elektromobily
- optimalizace a popularizace veřejné dopravy

Big data

Big data – jednoduchý pojem, za kterým se skrývá celá řada trendů v oboru informačních technologií. Obvyklá definice zní, že se jedná o analýzu velkého množství dat, jejichž zpracování tradičními softwarovými prostředky není možné.

Big data charakterizujeme pomocí čtyř vlastností, jejichž anglické názvy začínají na písmeno V.

- **Volume (objem).** Big data mohou dosahovat objemů řádově v petabytech (1 PB = 1000 TB) až exabytech (1 EB = 1000 PB). Většina dat je vygenerována strojově.
- **Velocity (rychlost).** Data proudí do systému obrovskou rychlostí. Tento proud dat je navíc potřeba zpracovávat průběžně a ne ho jen ukládat a čekat, až přijde do práce



analytik. Tato rychlost zpracování dat je pro definici pojmu big data ještě důležitější než jejich objem.

- **Variety (různorodost).** Zpracovávaná data jsou velmi pestrá a často nemají pevně danou strukturu. Je mnohem snazší zpracovat data z formuláře s kolonkami typu datum vystavení faktury, fakturovaná částka a dodavatel než např. multimediální data.

Vericity (věrohodnost). Sledujeme-li např. průběh výrobního procesu velkým množstvím levných senzorů, tak musíme počítat s jejich nespolehlivostí a poruchami.

Technologie big data se postupně přesouvá z pozice experimentální do hlavního proudu. Její význam bude nadále růst i s tím, jak digitalizace zasahuje další a další oblasti našeho života např. IoT. Vedle nesporných přínosů je ale třeba věnovat pozornost i rizikům; k nejdiskutovanějším patří zabezpečení shromažďovaných osobních údajů před zneužitím a neb v současnosti nejčastěji zmiňované GDPR.

IoT - internet věcí

IoT síť fyzických zařízení, vozidel, domácích spotřebičů a dalších zařízení, která jsou vybavena elektronikou, softwarem, senzory, pohyblivými částmi a síťovou konektivitou, která umožňuje těmto zařízením se propojit a vyměňovat si data. Každé z těchto zařízení je jasně identifikovatelné díky implementovanému výpočetnímu systému, ale přesto je schopno pracovat samostatně v existující infrastruktuře internetu.

Internet věcí umožňuje zařízením, aby byly zjištěny, či vzdáleně kontrolovány skrz existující infrastrukturu sítě, která umožňuje lepší integraci fyzických zařízení do počítačově řízených systémů a díky tomu zvýšení účinnosti, přesnosti a ekonomické stránky věci ve spojení se sníženými nároky na uživatele. Pokud jsou v zařízení umístěna čidla či akční členy, technologie se stává částí více obecné kategorie kyber-fyzických systémů, která zahrnuje technologie jako jsou chytré sítě, virtuální elektrárny, chytré domácnosti a inteligentní přepravu, či též chytrá města.

IoT je zjednodušeně řečeno cokoli, co je připojeno k síti (včetně internetu), nebo k jiným strojům a pracuje samostatně bez nutnosti lidského zásahu. Toto propojení, je umožněné řadou moderních komponent a převážně bezdrátových komunikačních systémů a protokolů. Jednoduše umožňuje návrhářům, aby vytvářeli "inteligentní" (sofistikovanější) vybavení a stroje tak, aby svou činnost samy měřily, zaznamenávaly, zobrazovaly, sledovaly a podle tohoto se automaticky nastavovaly.

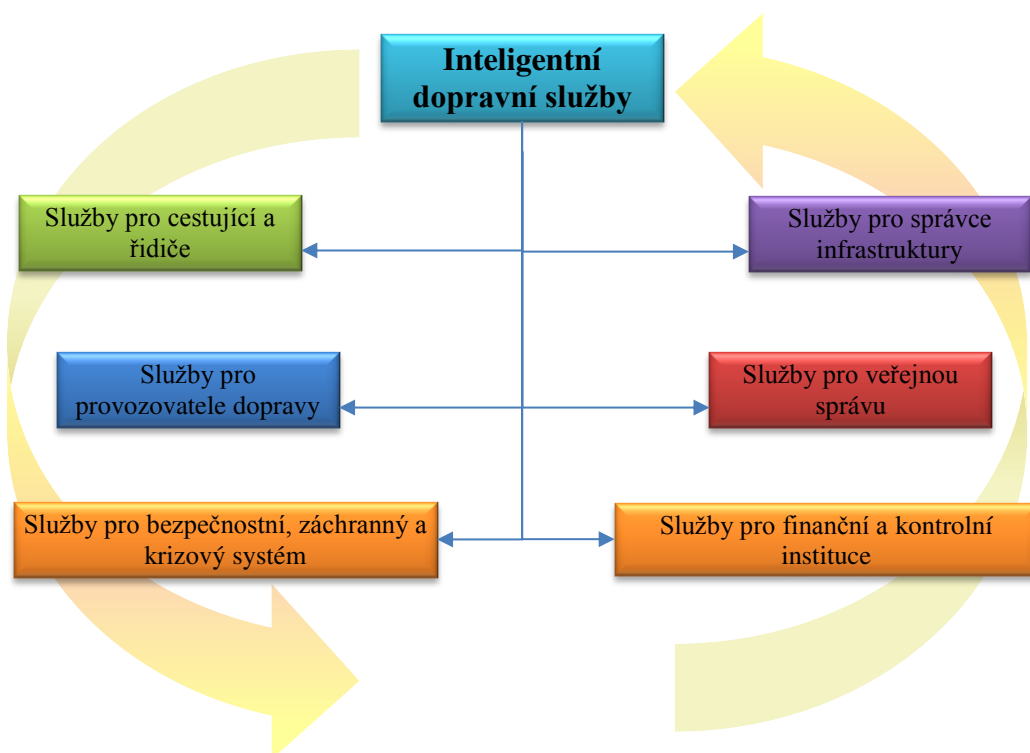
3.3 Popis hlavních trendů technologického vývoje

V dalším textu jsou vyjmenovány možné směry technologického vývoje v oblasti inteligentních dopravních systémů (ITS) v různých oblastech ITS technologií. Jak bylo uvedeno v předchozích kapitolách, systémy ITS tvoří technologickou bázi pro další odvětví, která na ITS staví a odvozují se z dat sesbíraných a vyhodnocených v systémech ITS. Kapitola se věnuje také těmto návazným oborům, jako jsou například technologie autonomního vozidla, které vznikají vhodnou kombinací technologií a informací získaných z různých již existujících systémů včetně ITS. Výhled je přizpůsoben časovému horizontu 2020 – 2050 s těžiskem/zlomovým bodem kolem roku 2030.



Současné směry technologického vývoje v oblasti ITS budou dány na jedné straně rozvojem mobilních sítí (datové přenosy), aktuálního předávání dat, implementace ITS do vozidel, personifikace / GDPR.

Jednu z klíčových rolí budou hrát také synergické efekty jednotlivých prvků ITS, kdy přestanou být jednotlivé komponenty ITS brány jednotlivě, ale jako kooperující prvky poskládané do mozaiky poskytování služeb osobám zapojených do dopravního procesu (stakeholders), tak jak je znázorněno na obrázku 14.



Obrázek 14: Synergické efekty prvků ITS

Standartní telematika

Telematická infrastruktura zůstane do roku 2030-2040 víceméně ve stejném kontextu jako dnes, telematických zařízení bude přibývat a budou pokryty i města, jejich okruhy a významné silnice nižších tříd. Zejména detektorové systémy budou budovány bez nutnosti stavebních prací souvisejících s napájením a datovým přenosem. Dá se očekávat, že telematická zařízení zlevní, což pozitivně přispěje k jejich většímu rozšíření i na méně významné komunikace. Od roku 2030 bude docházet ke stagnaci v oblasti standartních telematických systémů z důvodu nasycení silniční infrastruktury těmito technologiemi a z důvodu přechodu na nové technologie řízení vozidel a přenosu dopravních informací přímo do vozidla.



Telematika 2.0

Rozvoj telematiky se musí přizpůsobit rozvoji v jiných odvětvích, především v oblasti autonomního řízení. Výsledným milníkem v oblasti telematika 2.0. je inteligentní dálnice, která má kvalitní reflexní vodorovné značení pro automatické vedení vozidla pomocí optických systémů a dopravní značky umožňují bezdrátový přenos informace do vozidla. Toho je dosaženo pomocí několika kroků. Nejprve musí být provedena pasportizace značení a výběr systému přenosu informací. K přenosu informace je možné využít C-ITS systému nebo přenášet informace pomocí samostatných zařízení umístěných na dopravních značkách. Celý systém však musí být standardizovaný a interoperabilní, aby při přechodu z jednoho území (kraj, město, stát,...) do druhého nedocházelo k výpadkům.

NDIC

Role NDIC do roku 2020 bude přetrvávat v současném stavu. Dojde k jeho otevření, čímž se zjednoduší a zrychlí jeho rozvoj. Je nezbytné, aby do NDIC byly nadále integrovány všechny telematické zařízení nově instalované na infrastrukturu.

Do roku 2020 bude zaznamenán také posun těžiště práce s daty. Získávání dat bude díky novým senzorickým technologiím a technologiím přenosu dat levnější a dostupnější, bude tedy možné získat levně velké množství dat na mnoha místech silniční infrastruktury zároveň. Těžiště práce s daty se posouvá do oblasti zpracování dat a především jejich validace, ověření správnosti a správné interpretace a propojení.

Kromě detektorů na infrastrukturu budou velké objemy dat po roce 2020 získávány online přímo z vozidel prostřednictvím C-ITS systémů, jejich zpracování bude nutné provádět v jednotkách milisekund. Požadavek na zpracování velkého objemu dat v reálném čase povede k částečné decentralizaci řídicích a informačních funkcí do lokálních krajských a městských řídicích center a přímo do zařízení na infrastrukturu. S větším rozšířením C-ITS se NDIC stane centrálním nástrojem pro:

- Validaci a garanci dopravních informací
- dlouhodobé sledování a zpracování dopravních dat
- řízení dopravy v dlouhodobém a celonárodním měřítku
- garantem bezpečnosti komunikace (PKI server) mezi komponentami C-ITS systému

Systém NDIC se stane centrální autoritou a backend serverem pro C-ITS systémy.

Mýto

Je předpoklad, že po roce 2020 vznikne hybridní systém výběru mýtného na dálnicích, rychlostních silnicích a na silnicích prvních tříd. Tento vývoj bude podpořen především rozvojem C-ITS jednotek ve vozidlech, které bude možné mimo klasické aplikace využít právě pro účely výběru mýtného. Bude třeba vyřešit technicky výběr mýtného u starších vozidel nevybavených jednotkou C-ITS. Řešení jsou možná pomocí dodatečně montované OBU jednotky. Elektronický hybridní systém výběru mýtného u všech typů vozidel bude stimulovat další navazující rozvoj C-ITS systémů a bude umožňovat také různé režimy podpory a nové obchodní modely v oblasti e-mobility nebo sdílených vozidel.



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



C-ITS

Kooperativní systémy (C-ITS) založené na výměně dat nejenom mezi samotnými vozidly, ale také vozidly a infrastrukturou jsou další velkou výzvou v oblasti řízení dopravy. Kooperativní systémy umožňují přímou komunikaci mezi vozidly navzájem a vozidly a ITS jednotkami na dopravní infrastruktuře, které jsou následně předány do dopravně řídicích či informačních center. C-ITS systémy umožňují bezpečné řízení vozidla díky tomu, že včas a přesně informují řidiče o stavu dopravy, nebezpečných lokalitách a jiných problémech vzniklých kolem nich. Dopravní řídicí a informační centra obdrží přesné a ucelené informace o aktuální dopravní situaci přímo z vozidel a díky tomu je možné efektivně a rychle řídit / ovlivňovat dopravní proud a tím zvýšit bezpečnost, plynulost dopravy a snížit negativní dopady na životní prostředí na pozemních komunikacích. Zajištění inteligentní mobility překračující hranice států je základním cílem Evropské unie a aktivity vedoucí k tomuto cíli pokládají základ pro tvorbu panevropského využívání kooperativních systémů. Technologie pro kooperativní systémy byly vyvinuty v rámci evropských výzkumných a vědeckých projektů a jsou ověřovány v podobě pilotních testů po celé Evropě. Smyslem projektu C-Roads Czech Republic je ověřit v praxi na českých silnicích a vybraných železničních přejezdech fungování spolupracujících systémů ITS.

Na komunikacích přibude infrastruktura pro přenos dopravních dat z/do vozidel (hybridní systém C-ITS), který bude sloužit pro potřeby všech vozidel, jak autonomních tak těch manuálně řízených. Do roku 2020 bude C-ITS infrastruktura pokrývat základní síť komunikací v ČR a do roku 2025 bude pokryta celá síť TEN-T a další významné komunikace. Od roku 2019 se očekává zavedení C-ITS jednotek do sériově vyráběných vozidel a tedy poměrně rychlé rozšíření C-ITS aplikací. Po roce 2020 bude postupně vznikat ekosystém živý trh bez nutnosti zásahů a pobídek zvenčí. Tomu musí předcházet vybudování příslušné infrastruktury C-ITS jednotek a větší rozšíření sériově vyráběných vozidel s C-ITS OBU jednotkou.

Typy C-ITS systémů

Kooperativní ITS systémy umožňují přímou komunikaci mezi vozidlovou jednotkou OBU a jednotkami umístěnými v jiných vozidlech, zařízeními umístěnými na infrastruktuře RSU, včetně parkovišť. Komunikace je prostřednictvím specifické frekvence 5,9 GHz, tato frekvence je vyhrazena celosvětově pro bezpečnostní aplikace a samozřejmě pomocí sítě GSM (3G/4G/5G)/IoT. Schéma procesu či pojetí C-ITS je znázorněna na obrázku 15.

Podle způsobu komunikace (výměny dat) se kooperativní systémy C-ITS dělí např. na:

V2V

Komunikace typu V2V slouží k předávání informací přímo mezi jednotlivými vozidly. Každé vozidlo je zároveň vysílač i přijímač a kdykoliv, když přijme relevantní zprávu ji ihned rozešle všem vozidlům v dosahu. K hlavním aplikacím V2V kooperativních systémů patří upozornění na dopravní zácpy, na pomalu jedoucí (např. vozidla údržby) nebo stojící vozidla (např. vozidla stojící kvůli zácpě nebo kvůli technické závadě) a dále upozornění na přibližující se vozidla IZS s právem přednostní jízdy jedoucí k zásahu.



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



V2I a I2V

Komunikace typu V2I a I2V nalézá uplatnění zejména při varování před nebezpečím, upozornění na (dočasnou) práci na silnici nebo informování o nepříznivých meteorologických podmínkách, například o námraze na vozovce. Také lze tento typ komunikace využít k předání informací do palubní jednotky vozidla o aktuálním zobrazení významu výstražných nebo zákazových (proměnných) dopravních značek a světelných signálů apod.

I2I

Komunikace typu I2I je využitelná zejména k předávání výše uvedených informací mezi jednotlivými komunikačními uzly a jejich následnému předání do vozidel pomocí systému I2V.

Popis C-ITS

Tak jak bylo výše uvedeno popis vychází z obrázku č.15, kdy pod pojmem **vozidlová data** lze chápat informace o:

- GNSS - souřadnice/poloha, vektor, rychlost
- Počasí – teplota, oblačnost, nepříznivé podmínky
- Technická data o vozidle
- Autonomní volání o pomoc

Infrastruktura:

- GNSS – informace místa/polohy
- Informace o hustotě provozu/kongesce
- Informace o práci na silnici, uzavírkách, mimořádných situacích, přepravách zvláštní povahy apd

Výše popsané informace mají klíčový charakter pro IZS, kdy na základě dostupných informací jsou schopny jejich systémy navádět pomoc v co nejkratším čase s přihlédnutím na aktuální stav vozovek a hustotu provozu.

Přidaná hodnota pro uživatele dopravy, jak veřejné, tak hlavně IAD je v tom, že v rámci těchto systémů jsou lépe naváděny na parkovací místa, případně varování, aby se určitým místem na určitou dobu vyhnuli.

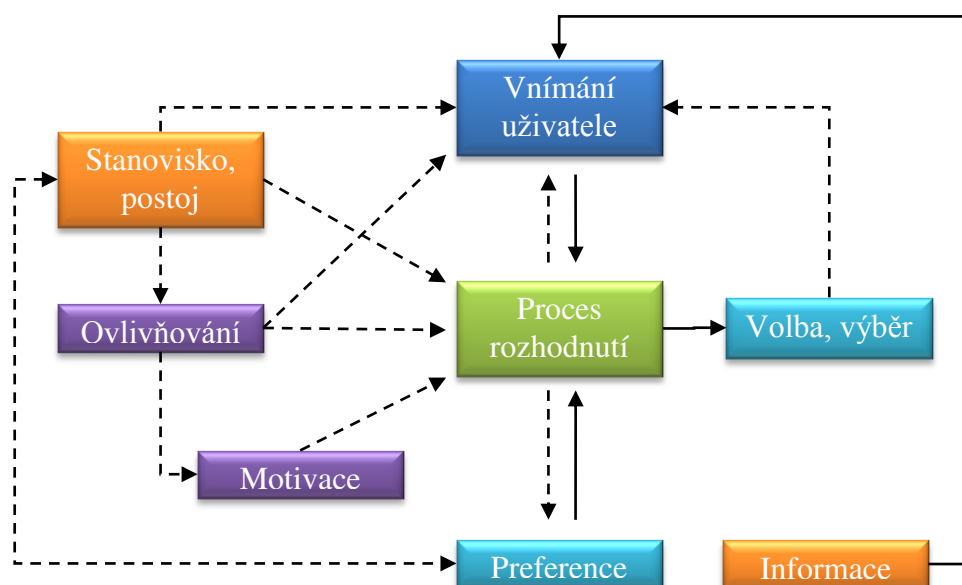
Obrovský skok pak nastane, v okamžiku nasazení autonomních vozidel, kdy si zadáme výchozí a koncový bod naší cesty a vozidlo si samo naplánuje a vyřeší cestu. Z hlediska inteligence a využití C-ITS lze v budoucnu i předpokládat pro oblast osobní dopravy využití i v rámci multimodální dopravy, či v tomto případě komodální dopravy, kdy uživatel dopravy, využije pro svou cestu různé druhy dopravy autonomní vozidlo, osobní vozidlo/autobus/vlak/metro apod. na základě komplexního dopravního systému. Jistě bychom se mohli bavit o dalších typech dopravních prostředků, ale primárně takový to typ cestování vychází z mezních nákladů a mezního užitku.



Obrázek 15: Kooperativní ITS

Jinými slovy jde o to, jak člověk přijímá informace, zaujímá stanoviska, co ho motivuje a ovlivňuje při určité volbě. V našem případě tedy, jaký druh dopravy zvolí. Každý uživatel má zpravidla možnost vybrat si některou z popsaných služeb.

Uživatel volí mezi dostupnými alternativami. Z matematického hlediska jde o minimalizaci nákladové funkce, která zahrnuje veškeré náklady na přepravní proces uživatele a služby spojené s přepravou.



Obrázek 16: Výběr alternativy přinášející největší užitek



E-mobilita

Pro elektromobilitu bude klíčový dojezd na jedno nabití – tedy kapacita baterií a rozvoj sítě dobíjecích stanic. Do roku 2020 by mělo být na území ČR instalováno cca 1300 dobíjecích stanic, na stejnosměrný i střídavý proud a celkově by měly být pokryty dálnice a velká krajská města. Další dokrývání především menších okresních měst bude probíhat mezi lety 2020 a 2025.

Technologii elektrických vozidel lze rozdělit takto:

- hybridní vozidla: vozidla se spalovacím motorem a elektrickými dobíjecími články. Články lze dobíjet buď pouze jízdou, nebo jízdou i ze sítě. Inteligentní jednotka ve vozidle řídí funkci obou motorů a vzájemně je doplňuje podle režimu jízdy. Například do rychlosti 50km/h pouze elektrický motor, při vyšších rychlostech se zapojuje i klasický spalovací motor. Výhoda je menší závislost na nabíjecí infrastruktuře, z čehož vyplývá lepší využitelnost této technologie především v počátcích rozvoje e-mobility.
- plně elektrická vozidla: vozidla pouze na elektrický pohon. Akumulátory lze nabíjet buď střídavým proudem z klasické elektrické, sítě nebo stejnosměrným proudem

Kapacita baterií poroste a baterie budou dále zlevňovat, což povede k dalšímu navyšování počtu E-vozidel. V roce 2030 bude 32% nově zakoupených vozidel spadat do kategorie hybridní nebo plně elektrická vozidla. Důležitým prvkem podpory prodeje e-vozidel bude systém státních pobídek, které startují již v letech 2016-2020. Během těchto let budou první pobídky směřovat do sektoru státní správy, kde se do roku 2030 očekává převaha elektrických referentských vozidel. Pobídky obecně budou směřovat především do oblasti rozvoje infrastruktury pro nabíjení e-vozidel nebo přímo do podpory koncového uživatele e-vozidla v podobě parkování zdarma, dorovnání TCO (Total Cost of Ownership) nebo například pobídky daňové.

Rozvoj v oblasti E Mobility úzce souvisí také s rozvojem v přenosové soustavě a Smart Grids. Pro výstavbu dobíjecích stanic bude potřeba dostatečně kapacitní rozvodná síť hlavně ve městech, kde se předpokládá nabíjení řádově stovek až tisíců elektrických a hybridních vozidel zároveň a také na dálnicích.

Autonomní vozidla

V první řadě bude v dalších letech probíhat legislativní proces legalizace autonomních vozidel, během kterého se budou v jednotlivých státech EU specifikovat konkrétní kroky při zavádění autonomních vozidel. Je třeba sledovat evropskou legislativu a postupovat harmonicky, aby byla zaručena vzájemná interoperabilita všech podpůrných systémů (viz telematika 2.0).

Průběžně bude probíhat také testování a pilotní projekty autonomních systémů pro kamionovou i osobní dopravu v různých prostředích. Tyto testy a pilotní projekty budou sloužit především pro ověření technologií v reálných podmínkách, ověření legislativních a systémových pravidel a také pro prolomení mentální bariéry u uživatelů vozidel. Pro bezpečný provoz autonomních vozidel bude muset být legislativně vyřešena otázka souběhu provozu s manuálně řízenými vozidly a jejich vzájemná interakce.



Pro potřeby této studie je problematika zavádění autonomních vozidel z hlediska vybavení inteligentními systémy rozdělena na tyto tři fáze:

- Systémy podpory řidiče: zpracovaná data ze senzorických systémů pomáhají řidiči řešit krizové stavy, nicméně jsou pasivní a buď nezasahují do řízení směru vozidla vůbec (adaptivní tempomat, ...) nebo pouze v krizových situacích (doronání směru jízdy v pruhu při vybočování,...)
- Částečně autonomní vozidla: budou schopna udržovat směr v určitých režimech jízdy (dálnice,...) a řidič nebude muset při běžné jízdě mimo město zasahovat do řízení. Zásah řidiče bude vyžadován pouze v krizových a nestandardních situacích, pouze přímá jízda bude řízena autonomními systémy
- Plně autonomní vozidla: budou schopna řešit většinu nestandardních dopravních stavů. Jejich plné využití je možné až při poměrně vysoké penetraci autonomních vozidel. Nejprve budou zavedena na dálnicích na delší vzdálenosti.

V první fázi budou rozvíjet stávající systémy podpory řidiče, jako jsou adaptivní tempomaty a hlídání jízdy v pruzích. Jako první segment, kde vstoupí do komerčního užívání částečně autonomní vozidla, bude logistika a doprava zboží na velké vzdálenosti. Do roku 2025 dojde k poměrně rychlému rozšíření tzv. truck platooning, tedy inteligentní jízdy kamionů v řízených kolonách a to především na dálnicích. Technologie je již dnes dostupná a ověřená prvními testy v ostrém provozu, je nutné dořešit standardizaci v komunikaci mezi WiFi systémy jednotlivých výrobců kamionů a komunikaci s dalšími telematickými systémy. Plně autonomní vozidla se budou postupně rozšiřovat po roce 2030. Do té doby bude nutné vyřešit především legislativní překážky a také otázky koexistence autonomních a manuálně řízených vozidel. Velmi nejasným faktorem v rozvoji autonomního řízení jsou běžní uživatelé, kteří nemusejí autonomní vozidla vnímat vždy pozitivně, velmi důležitá bude tedy i fáze posouzení a zajištění public acceptance, kde budou hrát hlavní roli hlavně automobilky a jejich kampaně. Výsledkem činností v oblasti autonomních vozidel bude kolem roku 2040 obecná akceptace tohoto technologického odvětví, na kterou bude navazovat postupně se rozvíjející samostatný trh bez nutnosti zásahů a pobídek vlády.

Konečný milník je v roce 2045, kdy by měla být autonomní vozidla vnímána ve společnosti jako standart a měl by kolem nich fungovat autonomní trh se zdravou nabídkou i poptávkou.

3.4 Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů

Nové technologie a přístupy vycházející z výzkumného prostředí musejí být v co nejvyšší míře uplatněny v praxi zejména při vývoji inovativních produktů a technologií v dopravě. Oblast ITS vytváří základ – technologický, datový a informační pro široké spektrum dalších návazných aktivit, produktů a služeb. Zejména se jedná o oblast autonomních vozidel, kam je směřováno užití většiny nejmodernějších technologií v oblasti dopravy a ITS. Důvodem rozvoje oblasti autonomního řízení je zejména kritické přehlcení dopravní sítě vozidly a z toho plynoucí ekonomické a sociální ztráty způsobené kongescemi, emisemi a nehodami. V dnešní době je možné konstatovat, že autonomní provoz vozidel je výzvou pro evropský i celosvětový trh s automobily, automobilky investují mnoho zdrojů do vývoje autonomního provozu. Právě v případě technologií pro autonomní vozidla se jedná o vhodnou kombinaci již existujících technologií a jejich novou aplikaci v nových případech užití obohacenou



o inovace pocházející právě z výzkumu a vývoje. Mezi aplikované technologie patří například:

- Lidar/radar
- vysokorychlostní vyhodnocování kamerového obrazu
- technologie přenosu dat (ITS-G5, Sigfox, LoRa, apod.)

Nové nároky na technologie kladou oblasti, jako jsou například:

- bezpečnost přenosu dat,
- rychlost přenosu a zpracování dat
- objemy přenášených dat,
- formáty dat pro interoperabilitu systému.

V neposlední řadě velmi kritickou oblastí s velkým vlivem na uplatnění inovace jsou uživatelé a legislativa a s tím související koexistence nových technologií a přístupů s předchozími generacemi technologií i uživatelů. Tento paradox může značně ovlivnit rychlost nasazování inovací do praxe a může mít negativní vliv na dobu jejich zavádění. Tato otázka vždy souvisí také se sociálním statutem uživatelů inovativních systémů a s tím související kupní silou v daném regionu, státu, světadílu. V konkrétním případě autonomních vozidel je pravděpodobné, že prvními uživateli budou uživatelé zejména z velkých firem a korporací, kteří budou šířit povědomí o tomto typu inovace, která bude posléze přenesena i k běžnému typu uživatelů. Předpokládá se také rozvoj autonomního řízení v dopravě a logistice, kde již v rámci uzavřených areálů probíhají první reálné nasazení autonomních vozidel. Uplatňování nových technologií a přístupů v praxi musí ale zároveň podléhat harmonizaci. Tuto úlohu zastávají strategické dokumenty, které musejí reflektovat jak aktuální stav trhu, technologického vývoje dané oblasti tak také stav vývoje a výzkumu v dané oblasti. Tyto studie tvoří podklad pro čerpání prostředků na zavádění inovací a významným způsobem pomáhají zavádět nové technologie a inovace do reálného tržního prostředí.

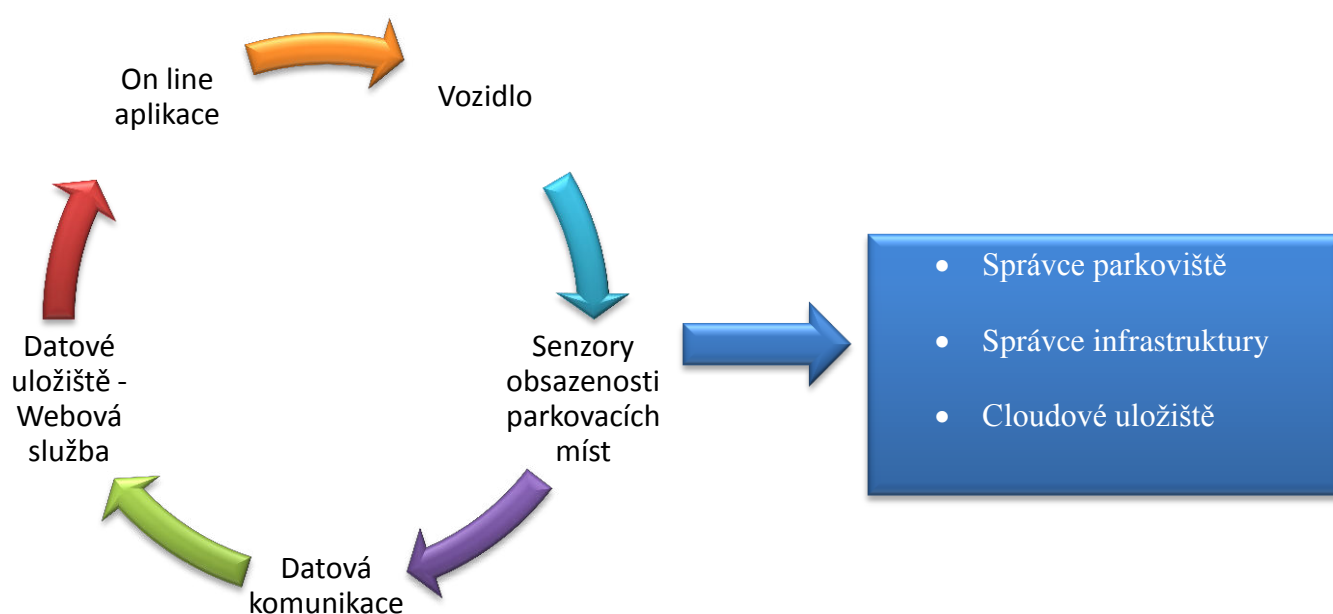
Intelligentní parkování - optimalizace správy parkování.

Z hlediska ITS jde o sledování parkovišť, parkovacích míst a pomocí datové komunikace GSM, IoT a dalších přenáší data do datového uložiště, které např. na základě webové služby předává informaci do mobilní aplikace či přímo do vozidla o možnosti parkování.

Senzorické snímání obsazenosti míst, respektive předávání dalších informací může být doplněno technologiemi OCR, které mohou automaticky vybírat parkovné u zaregistrovaných vozidel. U nezaregistrovaných dále automaticky předávat výzvy ohledně pohledávek.



Až 40 % provozu v centrech měst je zapříčiněno vozidly, která hledají volná parkovací místa. Například navigace na volná parkovací místa prostřednictvím čidel umístěných ve vozovce umí nejen navigovat na volné parkovací místo, ale svede třeba i navigaci k lékaři. Jiné řešení využívá radary, které sledují aktuální situaci a sdělují informace o obsazenosti parkovacích míst řidičimu centru. Tam jsou volná parkovací místa vyhodnocována a výsledek je sdělován řidičům. Tento proces je znázorněn na obrázku 17.



Obrázek 17: Inteligentní parkování

Smart city – next generation

Osobní doprava

Přistavování autonomních osobních vozidel – další fáze car sharing / car pooling na autonomní taxi – zákazník registrovaný v systému, si na základě dostupných informací objedná a nechá přistavit autonomní vozidlo, které ví, odkud má přijet (nejbližší) volné v určitou dobu, či v určitém časovém slotu. Zde se nejedná vždy o aktuálně volné, ale plánovaně volné, neboť zákazník si nepřivolává prázdné vozidlo právě teď jako aktuální taxi (i když toto je možné), ale může si naplánovat přistavení na určitou konkrétní dobu např. den dopředu apod., tak aby mu vozidlo v určitém časovém slotu bylo rezervováno.



To vše vychází z:

- systému sledování provozu
- sdílení dopravních prostředků
- inteligentního řízení dopravy
- inteligentní světelné signalizace
- inteligentní dopravní informace
- sdílení zkušeností občanů s dopravou
- inteligentních parkovacích míst a systémů chytrého parkování
- preference vodících pásem pro vozy IZS
- sdílení kol (bike sharing)
- elektromobility
- optimalizace a popularizace veřejné dopravy

Nákladní doprava

Autonomní rozvážkový systém v oblasti doručování zásilek a balíkové služby

Technologicky nezávislé mýto / sjednocování EETS

Základem EETS je Článek 3 směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/52/ES ze dne 29. dubna 2004 o interoperabilitě elektronických systémů pro výběr mýtného ve Společenství, který stanovuje zřízení evropské služby elektronického mýtného.

Cílem EETS je uzavření pouze jedné smlouvy a užívání pouze jednoho palubního zařízení.

EETS byla definována rozhodnutím Komise 2009/750/ES ze dne 6. října 2009 o definici evropské služby elektronického mýtného a jejích technických prvků (dále také "Rozhodnutí 2009/750/ES").

Elektromobilita v rámci ITS

Rezervace dobíjecích slotů ve městech, rezervace dobíjecího výkonu, neboť pokud bude v budoucnu masivní rozšíření elektrovozidel, tak bude třeba na tuto situaci potřeba dimenzovat také elektrickou přenosovou soustavu, která nebude v mnoha místech řádně dimenzována. Bude se muset řešit, kde a kdy dobíjet svá vozidla. To nejen v městských územních celcích, ale i na venkově, kde v některých místech je přenosová soustava pro velké odběry nevyhovující (zde se bavíme o masovém rozšíření elektromobility - ve vztahu na tlak ne průmyslu, ale politické reprezentace)

Navigace vozidel, plánování tras a objízdných tras

- Využití informací o aktuální dopravní situaci
 - Z oficiálních zdrojů – NDIC, IZS... (problém aktuálnosti dostupné pro veřejnost)
 - Z komunitních zdrojů – Waze apod. (tvorba standardů předávaných do systému)
- Využití historických a statistických dat o intenzitě dopravy
- Využití informací o počasí a fyzickém stavu silniční sítě (náledí, voda na silnici, ...)
- Včasné varování řidiče + návrh objízdných tras na základě výše uvedeného



- Plánování s restrikcemi pro nákladní vozidla (fyzické – např. hmotnost, délka..., legislativní – např. zákaz jízdy nákladních vozidel v určité časy...)



Obrázek 18: Mobilní aplikace dopravninfo.cz

Operativní informace pro dispečery

- Informace o odchylkách od plánované trasy či o riziku nedodržení termínů přepravy
- Využití dat z palubních jednotek, ze systémů výrobců vozidel, z navigace
- Včasné upozornění na problém v místě, kudy jsou naplánovány přepravy,

Optimalizace tras

- S využitím výše uvedeného
- S využitím informací z informačního systému dopravce:
 - o dalších přepravách plánovaných pro vozidlo
 - o volných objednávkách dosud nerozplánovaných na přepravy
- S využitím informací z burz objednávek
- S využitím informací o „driving-time“ řidiče (AETR, ES 561/2006)
- Cílem je navrhnout možnosti, co, čím, kdy a v jakém pořadí přepravit, včetně aktivního vyhledávání volných objednávek k přepravě, aby bylo dosaženo maximální efektivity z hlediska času, výnosů, provozních a mzdových nákladů atd.

Vždy připojen – být online

Klíčové pro rozvoj ITS v jakýchkoliv podobách vychází z neustálého požadavku být online, respektive připojen na internet. A to ať už při cestování VHD či IAD.

Připojení na internet se liší mezi sebou tím, jaký má signál ze zařízení dosah, kolik energie dané zařízení spotřebuje (velmi náročná síť je např. WiFi), jak často a jak velká data se přenášejí a zda je nutné pořizovat nějakou domácí centrálu (např. Z-Wave), či je možné začít zařízení ihned používat (např. Sigfox).

U této technologie je nutné připomenout, že bez dodání tzv. back - office, zařízení jako takové nedávají smysl a vlastní inteligenci jim dávají právě možná využití v praxi, např. v rámci Smart cities.

Komfort dopravy veřejné / osobní - řízení provozu

Prostřednictvím ITS vytvářet bezpečnější a optimalizované toky jak nákladní, tak osobní dopravy. Na základě znalostí účastníků dopravně přepravního procesu lze v budoucnu omezit



kongesce a zlepšit kvalitu v městských oblastech. Dynamicky regulovat dopravu a ne jen na základě dnešních stacionárních prvků. Vytvořit rozhraní, platformu pro efektivní a komplexní řízení dopravy včetně dopravních toků.

Omezení nejen v oblasti ITS

Nadále nad všemi dopravními módy a jejich složkami jako limitní faktor jsou takzvané právní aspekty, na které se můžeme dívat z několika úhlů a to v první řadě z pohledu implementace právních norem ES a ČR ať už z pohledu vymezování „mantinelů“. Největší revoluce v této oblasti z hlediska ITS je pravděpodobně zavádění tzv. GDPR z hlediska zavádění lepší ochrany osobních údajů. Druhou věcí z hlediska právních aspektů bude vymezování odpovědností mezi člověkem, umělou inteligencí, roboty a autonomními vozidly; Z hlediska omezení nelze zapomínat na nedostačující infrastrukturu ve všech oblastech, ať už na silnici, nebo železnici. Dnešní vlastníci a správci infrastruktury se nedokázali vyrovnat s nárůstem dopravy obecně.

3.5 Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístupů v praxi

Tak jako v jakékoliv oblasti lidské činnosti z hlediska rozvoje se střetáváme s problémy, které jsou dnes dány „až na prvním místě“ finančními zdroji, ale tomuto se v této kapitole nevěnujeme, další faktor, který je možno vynechat je někdy lidská nedůvěra ve věci nové. S tím vším spojená implementace právních norem ES a zavádění norem nových spojených s příchodem nových technologií a procesů.

Relevantní problémy v oblasti ITS

- Systémy ITS v ČR nejsou často dostatečně informačně propojeny. V současné době existuje velké množství různorodých dat, aby bylo možné využívat a sdílet např. prostorová data z různých databází a účinněji je provázat s dalšími aplikacemi ITS i informačními systémy státní správy, je nutné stanovit jednotný formát dat.
- Rozvoj, zavádění a využití systémů ITS (např. systémů řízení dopravního provozu na dálnicích a kapacitních silnicích) je nedostatečný a neodpovídá současným potřebám. A to i přesto, že mají vysoký potenciál zvyšovat propustnost a kapacitu silnic, plynulost provozu a snižovat kongesce a dopravní nehodovost.
- Technologické systémy sběru dopravních dat jsou v současné době rozmístěny na malé části z celkové délky silniční sítě ČR.
- Není zajištěno poskytování video záznamů, dat z informačních tabulí ZPI (přes NDIC) a počtů průjezdů ze sledovaných komunikací. Obdobná možnosti jsou i v oblasti železniční dopravní cesty (stanice, přejezdy, přechody atd.).
- Na dálnicích D1, D2, D5 a D8 je provozován systém predikce jízdních dob (travel time), který dokáže spolehlivě určit dojezdové časy pouze v případech plynulého provozu. V případě nastalých dopravních komplikací však nepracuje systém dostatečně rychle, což je nutné napravit.
- V ČR je nadále potřeba pokračovat v naplňování a zdokonalování funkcionalit NDIC a propojovat jej s regionálními centry řízení dopravy (DIC) tak, aby bylo zajištěno oboustranné využívání dopravních informací. Je nutno zajistit kompatibilitu mezi



jednotlivými existujícími centry a jejich zastupitelnost v případě potřeby. Existuje nedostatečné propojení systému NDIC se SÚS a dalších měst v ČR, kde jsou do NDIC odesílány pouze informace o uzavírkách a chybí jakékoli další telematické informace, včetně zobrazení z kamerových systémů v reálném čase. Struktura JSDI je nastavena principiálně správně, ale současný potenciál systému dnes ještě není plně využíván. JSDI je žádoucí propojovat se stávajícími a nově rozvíjenými dílčími systémy ITS, které dopravní informace sbírají, ale také distribují, např. začlenění systému dynamického vážení vozidel za jízdy. Tyto dílčí systémy jsou také zapotřebí, aby distribuované informace mohly být doplněny o informaci, jakým způsobem je ovlivněna dopravní situace. Jedním z hlavních cílů je i navázat spolupráci NDIC s obdobnými centry v zahraničí, zejména se sousedními zeměmi.

- Systémy automobilové navigace využívající v současnosti systém GPS jsou častou doplňkovou výbavou motorových vozidel. Součástí navigačních systémů je i zpracovávání TMC informací, tzn. informací o dopravních událostech. Řidiči by nejvíce uvítali vyšší aktualitu informací, systém navíc nefunguje dobře ve městech. Množství informací vysílaných prostřednictvím RDS-TMC je kapacitně omezeno současnými technickými parametry a pokrytím služby stávajícího zprostředkovatele vysílání. Současná distribuční rádiová síť je nevyhovující z pohledu pokrytí a regionalizace distribuovaných zpráv.
- Jak již bylo zmíněno, informace ze systémů ITS lze využít také pro účely plánování stavebně údržbových a rekonstrukčních prací na dopravní síti. V současné době neexistuje na národní úrovni pracoviště, které by zajišťovalo koordinaci jednotlivých uzavírek a výluk dopravní sítě a to ani mezi jednotlivými institucemi provozujícími silniční síť (ŘSD, kraje, města), ale ani mezi jednotlivými správci a provozovateli dopravních cest jednotlivých druhů dopravy (silniční, železniční síť apod.).
- Některé dopravní podniky poskytují cestujícím službu SMS jízdenky ve spolupráci se všemi českými mobilními operátory. Cestující jsou informováni, že SMS jízdenka bude doručena přibližně do dvou minut od zaslání požadavku na zakoupení příslušné jízdenky. SMS jízdenka se stává platným jízdním dokladem až jejím doručením a až tehdy může cestující nastoupit do vozidla, což v případě večerních nebo nočních spojů znamená počkat na další spoj a to může být pro cestujícího nepřijatelné. Systém není nastaven na požadavky cestujícího. Chybí stanovení garance doby za doručení SMS jízdenky a tato skutečnost tak tuto technologii v očích cestující veřejnosti znehodnocuje.
- I když mají některé městské dopravní podniky data o aktuální poloze vozidel MHD, využívají je pouze pro vnitřní potřeby. V současné době mohou cestující obdržet informaci o aktuální poloze vozidel MHD pouze u aplikace zahrnující vozidla Dopravního podniku města Brna. Tyto informace jsou důležité také pro cestující se sníženou schopností pohybu nebo orientace a z tohoto důvodu je třeba je poskytovat široké cestující veřejnosti. V České republice se pro orientaci a informování nevidomých a slabozrakých ve veřejné osobní dopravě využívá rádiový systém na kmitočtu 86,79 MHz. Systém je provozován již od roku 1996 a slouží pro zlepšení orientace nevidomého v prostoru poskytováním akustických informací o situaci v daném místě, ať už je to důležitý orientační bod, zastávku či dopravní prostředek



MHD nebo poskytováním akustických informací o směru jízdy vozidla, úmyslu nastoupit/vystoupit apod. V současné době je však zvolené kmitočtové pásmo 80 MHz rušeno vnějšími rádiovými zdroji, které je velmi nesnadné odrušit tak, aby nezpůsobovaly podstatné snížení citlivosti přijímače systému. Snížení dosahu uvedeného systému rušením se nejvíce projevuje v těch prostředcích MHD, ve kterých jsou stále více používána zařízení s rychlými datovými sběrnici (intranet), informační panely s rychlými časovými multiplexy, nové palubní počítače s rychlými procesory, rádiové systémy preference vozidel na křižovatkách, vozidlové řídicí systémy, apod. Díky rozvoji informačních technologií se rušení v pásmu do 100 MHz ani v budoucnu nebude snižovat. Jako systémové řešení se tak nabízí stávající rádiový modul dotčených zařízení v kmitočtovém pásmu 80 MHz doplnit o rádiový modul v pásmu 434 MHz (433,9 MHz) a umožnit tak uživateli ovládacího vysílače volbu použití jednoho kmitočtu z obou pásem. V České republice to představuje náklady na částečné přebudování systému orientace a informování zrakově znevýhodněných.

- Přes zavádění systémů ITS do systémů veřejné osobní dopravy je pro neslyšící a nedoslýchavé potřebné získávat informace osobním kontaktem s pracovníky dopravce. Většina personálu dopravce není na komunikaci s osobami se sluchovým postižením připravena. Skupina osob se sluchovým postižením je z komunikačního hlediska velmi různorodá. V minulosti bylo v rámci mezinárodní spolupráce realizováno několik úspěšných prototypů systémů ITS pro sledování přepravy nadměrných a nadrozměrných nákladů a pro sledování přepravy nebezpečných věcí, nicméně žádný z nich nebyl plně rozvinut do komerční podoby. Důvodem je, že každý z nich byl vyvíjen pouze s ohledem na technické vlastnosti a nebral v úvahu organizační a legislativní aspekty v jednotlivých státech.
- Konsolidace infrastruktur prostorových dat (SDI) a související konsolidace a rozvoj datového fondu sad prostorových dat popisujících dopravní infrastrukturu (tj. digitálních map dopravní infrastruktury) je jednou ze základních podmínek rozvoje ITS. K základním a zcela klíčovým informacím v dopravě patří informace o poloze, resp. poloze dopravního prostředku na dopravní infrastrukturu (především v případě pozemní dopravy).
- Na MD je třeba zajistit plošnou SDI, namísto stávajících izolovaných lokálních SDI. Lokální SDI jsou sice schopny pokrýt potřeby svých (lokálních) uživatelů, avšak tyto systémy nejsou vzájemně propojeny. Stávající izolovaná řešení nejsou implementována v rozsahu odpovídajícím potřebám a úkolům MD. Tento stav je stále palčivější a s ohledem na úkoly MD, rozvoji oblasti prostorových dat, která jsou standardním prostředkem pro podporu rozhodování, trendu stále širšího vzájemného propojování prostorových a atributových dat pro efektivnější organizaci dopravy i dění v území, vyžaduje odpovídající řešení. Převážnou většinu sad prostorových dat (tj. datového fondu, digitálních map) pořizují podřízené organizace, které disponují vlastními SDI, jež vznikaly po téměř 20 let izolovaně a ve většině případů plně pokrývají potřeby těchto organizací, vč. integrace do ostatních systémů konkrétní podřízené organizace. Vzájemně jsou však tyto SDI jen velmi málo interoperabilní. A právě jejich interoperabilita je zásadní pro efektivní využívání prostorových dat nejen pro potřeby dopravy, ale i dalších odvětví.



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



Klíčové bariéry

Průřezově nad všemi či napříč všemi výše uvedenými problémy, existují takzvané právní aspekty, na které se můžeme dívat z několika úhlů a to v první řadě z pohledu implementace právních norem ES a ČR ať už z pohledu vymezování „mantinelů“. Největší revoluce v této oblasti z hlediska ITS je pravděpodobně zavádění tzv. GDPR z hlediska zavádění lepší ochrany osobních údajů. Z pohledu současných trendů, kdy v rámci ITS mělo docházet k personalizaci údajů ve vazbě na navigační systémy, na multimodální jízdenky ve veřejné dopravě, na inteligentní vyhledávání spojení, alternativ a služeb jak na cestě, tak v cílové destinaci. Zaváděním GDPR došlo a dochází k omezení z hlediska stávajících systému a produktu nejen v rámci ITS, patrně dojde k určitému zpoždění a změně z hlediska rozvoje těchto služeb ve vazbě na jejich zabezpečení a rozličnosti výkladu, nicméně během pár let dojde k dalšímu rozvoji ITS včetně vazeb například na IoT, BigData, „Smart anything“ a další. Druhou věcí z hlediska právních aspektů bude vymezování odpovědností mezi člověkem, umělou inteligencí, roboty a autonomními vozidly; což je klíčovou záležitostí v rozvoji ITS z pohledu „samo říditelných“ / autonomních vozidel a Smart cities.



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



4. BEZPEČNOST SILNIČNÍHO PROVOZU

4.1 Charakteristika průmyslových a společenských změn

Východiska

Moderní společnost je zcela závislá na dopravě, lidí, surovin i výrobků. Požadavky na dopravu jsou zejména dostupnost, rychlost, bezpečnost, spolehlivost, nízká energetická náročnost, nízká cena, minimum negativních externalit – emisí, imisí, hluku, zaboru území, vytvořených bariér ve městech i volné krajině. Je zjevné, že mnohé z požadavků jdou proti sobě, naopak technologický vývoj dokáže některé zdánlivé protiklady vyřešit (letecká doprava je zároveň nejrychlejší a zdaleka nejbezpečnější, přitom není v osobní přepravě finančně nedostupná).

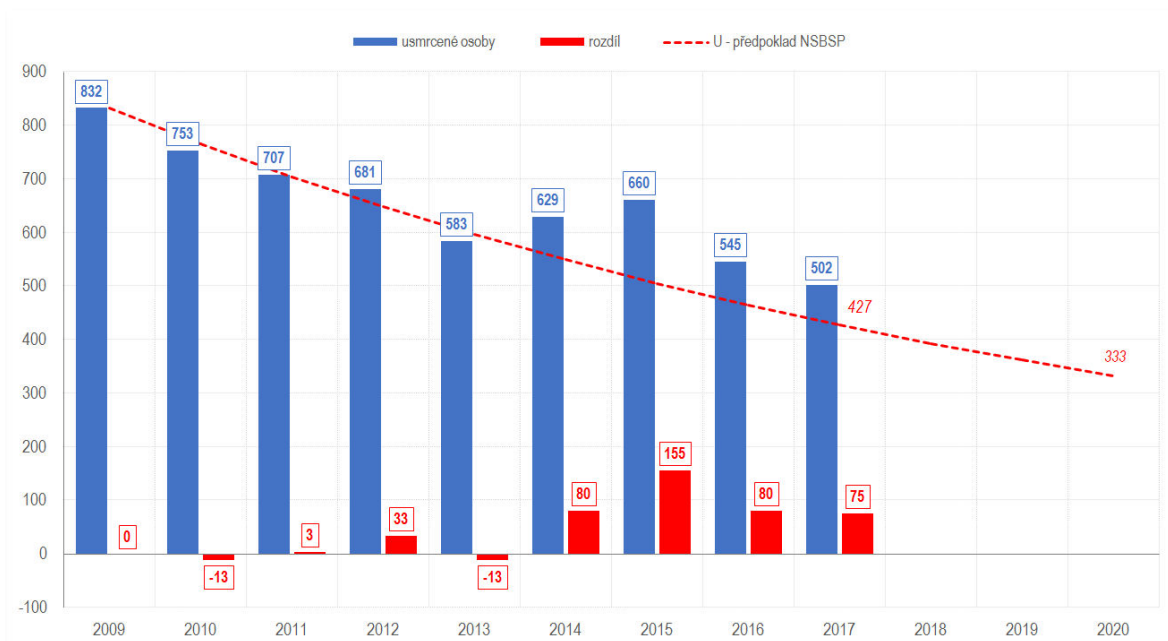
Většina přepravního výkonu i cest probíhá v pozemní dopravě. Kromě specializovaných komunikací (železnice, dálnice) se v dopravním proudu míchají všechny způsoby dopravy, od chodců, přes cyklisty po nákladní vozidla, většina vozidel navíc není ovládána profesionálními řidiči.

V posledních desetiletích dochází k významnému poklesu zraněných a usmrcených při dopravních nehodách. Vděčíme za to technologickému a společenskému vývoji. Od poloviny 90. let došlo k přelomovému pokroku v pasivní bezpečnosti automobilů v souvislosti s novými materiály a CAD - počítačového návrhu konstrukcí. Zároveň se vyvíjí infrastruktura, došlo k přestavbě mnoha nebezpečných křižovatek a otevření nových úseků dálnic, které jsou statisticky bezpečnější než běžné silnice první třídy.

Dlouhodobě klesá počet zraněných a usmrcených při dopravních nehodách, přesto dosažená čísla nenaplnují cíle stanovené v Národní strategii bezpečnosti silničního provozu.



Vývoj počtu usmrcených osob ve vztahu k Národní strategii bezpečnosti silničního provozu



Obrázek 19: Srovnání cílů a dosažených výsledků v počtu úmrtí při dopravních nehodách

V posledních měsících došlo k aktualizaci této strategie, což je důsledkem dlouhodobého nenaplnění vytyčených cílů. Aktualizace obsahuje doplňující analýzy a mění některá partikulární témata. Nahrazuje původní dílčí téma „agresivní jízda“ tématy „nedání přednosti v jízdě“ a „nesprávné předjíždění“, přidává nové téma „nákladní vozidla“.

Příčiny nehodovosti

Nejčastějšími příčinami dopravních nehod u řidičů automobilů bylo v roce 2017:

- řidič se plně nevěnoval řízení vozidla,
- nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem,
- nepřizpůsobení rychlosti stavu vozovky.

Nehody s nejhoršími následky jsou způsobeny:

- vjetím do protisměru,
- nepřizpůsobením rychlosti dopravně technickému stavu vozovky,
- řidič se plně nevěnoval řízení vozidla. Protože důvody vjetí do protisměru či nedodržení bezpečné vzdálenosti jsou typicky ztráta pozornosti (sledování mobilního telefonu, únava), je třeba zaměřit pozornost na chování řidičů a rozpoznat faktory, kterými by bylo možné aktuální stav zlepšit.



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



Nepozornost může mít velký rozsah příčin, které spolu nutně nesouvisí – nezodpovědnost řidičů, neuvědomění si zodpovědnosti, přeceňování vlastních schopností, špatná ergonomie automobilu, závislost na sociálních sítích (a potažmo používání telefonu za jízdy), nepravidelný spánkový režim, špatný stav dopravního značení a infrastruktury, sledování navigace, stres, emoční nestabilita a další. Současný stav poznání procesu vědomí, myšlení a soustředění je omezený a je zde velký prostor pro teoretický výzkum (zaměřený nejen na oblasti důležité pro silniční dopravu a řízení vozidel).

Část z těchto nehod (většinu nehod s nízkými následky) dokáží v blízké budoucnosti eliminovat systémy autonomního brzdění před překážkou. V USA zjistil IIHS (Insurance Institute for Highway Safety) pokles nárazů v malé rychlosti do vozidla vpředu o 40 %, pokud je vozidlo vybavenou autonomním brzděním, pro Evropu není podobná studie k dispozici. Většina výrobců automobilů se zavázala k implementaci tohoto systému do všech svých vozidel od roku 2022, v Evropě zatím nejsou přijata žádná podobná opatření, nicméně dají se také očekávat.

Celkově je téma nepozornosti při řízení jedno z klíčových pro zlepšení situace v provozu na pozemních komunikacích a vyžaduje intenzivní zkoumání a následnou implementaci zjištěných skutečností do provozu. Jednou z metod, které je možné používat, jsou realistické vozidlové simulátory, které umožňují zkoumání chování řidičů v nebezpečných situacích, aniž by byli reálně ohroženi – např. při studiu nástupu mikrospánku. Simulátory mají ale širší pole využití, od návrhu vozidel (ergonomie, implementace vozidlových asistentů) po verifikaci stavebně-inženýrských návrhů a dopravního značení nových úseků silnic.

Elektromobilita

Elektromobilů je v současné době příliš málo na to, aby se statisticky projevil rozdíl v bezpečnosti vůči konvenčním automobilům (pokud tento rozdíl existuje).

Typický dnešní elektromobil zapadá do střední a vyšší třídy, protože by měly být bezpečnější než průměrné auto. Nevýhodou elektromobilů je vyšší hmotnost (kvůli akumulátoru), která může způsobit delší brzdnou dráhu, naopak posun těžiště níže než u běžných aut (stovky kg akumulátorů v podlaze) má pozitivní vliv na stabilitu a přináší komparativní výhodu při srážce s jiným vozidlem. Vliv akumulátorů na požární bezpečnost je nízký – automobily obecně jsou odolné vůči vzniku požáru, i po nehodě, navíc akumulátory mohou hořet také, navíc je složitější je ve srovnání s naftou a benzinem uhasit.

Další specifika elektromobilů jsou obecně lepší akcelerace, nižší maximální rychlost a vybavení vozidla pokročilými vozidlovými asistenty, protože většinou slouží marketingu automobilek jako vlajkové lodě technologického pokroku.



Alkohol u řidičů a chodců

V roce 2017 byl zjištěn alkohol v krvi u 4 % řidičů, kteří způsobili dopravní nehodu. Podle ročenky nehodovosti PČR za rok 2017 při těchto nehodách zemřelo 9,1 % osob usmrcených při dopravních nehodách. U řidičů nemotorových vozidel šlo o 25 % zaviněných nehod, resp. o 23 % usmrcených. Nejvíce nehod způsobili viníci s více než 1,5 promile alkoholu v krvi (2551 nehod z 4251 pod vlivem alkoholu celkem). To je konzistentní s faktem, že zatímco 0,5 ‰ alkoholu zvyšuje šanci dopravní nehody na dvojnásobek, 1,6 ‰ už zvyšuje pravděpodobnost nehody 25×.

Nehodovost pod vlivem alkoholu je specificky velmi nízká pro Prahu (1,7 % nehod způsobil řidič se zjištěným alkoholem v krvi), nejhorší stav je v Plzeňském a Jihočeském kraji (9,7 a 7 %), dále v Moravskoslezském kraji. Ze statistik vyplývá, že je možné specificky zacílit kampaně na prevenci alkoholu za volantem na území okresů (Olomouc, Ostrava, Frýdek Místek, Plzeň město, Brno město).

Intelligentní vozidlové asistenty a autonomní vozidla

V současnosti jsou běžně dostupné zejména dva pokročilé vozidlové asistenty – adaptivní tempomat a asistent jízdy v jízdním pruhu (lane assist). První z nich umí udržovat navolenou maximální rychlost, kterou dokáže dočasně snížit, pokud před ním jede jiné vozidlo. Druhý sleduje vodorovné dopravní značení a udržuje jemnými korekcemi vozidlo v jízdním pruhu. Nejpokročilejší systémy umí detekovat všechen provoz v okolí a po potvrzení řidičem měnit jízdní pruhy (předjíždět na komunikacích, kde je více pruhů v jednom směru). Další běžné systémy nejsou tolik „intelligentní“, ale mohou přispět k bezpečnosti, komfortu a ekologii – upozorní na objekt ve slepém úhlu zpětných zrcátek, parkovací asistenty a zadní kamery usnadňují parkování velkých automobilů s omezeným výhledem, automatické stěrače snižují zátěž řidiče při dešti, systém pro sledování tlaku v pneumatikách upozorňuje na podhuštěné pneumatiky a tím zvýšenou spotřebu paliva.

Obecným problémem asistenčních systémů je jejich špatné užívání uživateli, kteří neprocházejí žádným tréninkem, se systémy se seznamují sami a neznají jejich technická omezení. Výrobci automobilů přitom na tato omezení upozorňují v manuálech. Některá omezení jsou přitom velmi nebezpečná, pokud o nich řidiči neví, např. elektromobily Tesla při jízdě v módu autopilota nemusí reagovat na vozidla stojící v jízdním pruhu, pokud se vůbec nehýbou. S rozšířením pokročilých asistenčních systémů se objeví nutnost výcviku řidičů, kteří by byli při koupi vozidla proškoleni o funkcích a limitech asistentů. Zda budou taková školení povinná (a jak budou definována, např. v případě dočasného vypůjčení auta) záleží na budoucích diskuzích a míře, v jaké se problém projeví.

Lze čekat rozšíření těchto systémů i do levnějších modelů aut, u střední a vyšší třídy by se mohly stát standardem. Cena těchto systémů pro automobilky postupně klesá a asistenční systémy jsou zajímavým benefitem pro zákazníky, navíc ve chvíli, kdy je nabízí konkurence,



ostatní automobilky se nutně přizpůsobují – z výhody se stává standard. Lze také očekávat postupné zlepšování funkce a spolehlivosti systémů, s nárůstem počtu a kvality senzorů (kamery, radary, lidary) a lepší interpretace dat (využití neuronových sítí, resp. „umělé inteligence“).

Tyto podpůrné systémy mohou pomoci zejména řidičům, kteří jsou nějakým způsobem omezeni ve schopnostech řídit. Aktuálně je zkoumán vliv na řidiče s přirozenými omezeními způsobenými vyšším věkem. Se stářím se (ač individuálně) omezují psychické a fyzické schopnosti člověka, např. zrak. Starší lidé mají omezenou schopnost se přizpůsobit prudké změně osvětlení (např. při výjezdu z tunelu), některé změny se projevují už velmi brzy (vidění v noci je výrazně horší už kolem 35. roku života, oproti 20). Starší řidiči mohou rozdíly eliminovat většími zkušenostmi, ale např. ve složitých dopravních situacích se rozhodují pomaleji, jsou hůře schopni se přizpůsobit nečekaným dopravním omezením. V současnosti lze mezi tyto podpůrné systémy zařadit zejména automatickou převodovku, zobrazení aktuální maximální dovolené rychlosti, hlídání slepého úhlu ve zpětných zrcátkách a parkovací asistent.

Některé systémy mohou pomoci s plynulostí dopravy a kapacitou komunikací, typicky upozornění na maximální dovolenou rychlost. Protože značení silnic je na některých místech špatně provedené (nejednoznačné, nepřehledné, špatně umístěné), řidiči zde jezdí pomaleji, než by bylo potřeba. Jedním z takových míst je například ulice 5. května ve směru do centra Prahy, kde je maximální dovolená rychlost 80 km/h, ale řada řidičů zde reálně jede 55–60 km/h, protože si myslí, že je limit 50 km/h.

Sdílená ekonomika

Současným trendem je „X as a service“, což je v českém prostředí chybně chápáno a překládáno jako „sdílení“. Přesnější je význam „využívání něčeho jako služby“, buď za měsíční poplatek, nebo účtované za využitý čas. Už skoro 10 let v Praze, Brně a dalších městech působí různá Rekola, na podzim 2018 se objevily elektromobily Revolt a elektrokoloběžky Lime. Podobně fungují i další služby pro půjčování aut, nejdůležitějším rozdílem vůči konvenčním půjčovnám je decentralizace půjčování a vracení – v rámci nějakého omezení (užší či širší centrum města) je možné půjčovat a vracet kdekoli, zápůjčka probíhá online přes mobilní aplikaci. Wymo (součást Alphabet, Googlu) aktuálně dělá totéž v Phoenixu, kde je možné zavolat si a využít robotické taxi – cílem je, aby člověk nepotřeboval svůj vlastní vůz. Výhodou je samozřejmě nižší cena pro uživatele (pokud nejedí moc), omezení záboru prostoru parkujícími auty, odpadnutí starostí spojených s vlastnictvím auta (běžná provozní údržba, technické kontroly, nebezpečí nečekaných servisních nákladů), možnost využít služby kdekoli a kdykoli. Nevýhodou jsou vysoké náklady pro náročné uživatele a určitý lock-in vůči jednomu dodavateli služby.



Smart cities, urbanismus

Smart cities je předkládáno jako řešení většiny problémů dopravy, zejména ve městech, od optimalizace hromadné dopravy, přes řízení provozu automobilů a jejich parkování po chytré odvážení plných popelnic. Reálně aktuálně chybí koncepce a standardizace, která by všechny tyto jednotlivé systémy propojila, což ale platí pro všechny zařízení, která se dnes označují jako tzn. internet věcí (IoT). Společným problémem, se kterým se dnes potýkají správci systémů a je třeba se ho v budoucnu vyvarovat, je uzavřenost řešení (čímž v důsledku dojde k vendor lock-in). Nákup uzavřených řešení může souviset s nekompetentností osob, které jsou zodpovědné za výběr řešení, popř. i s klientelismem, protože dostává státní správu do situace, kdy dostane nevhodné zařízení, u kterého není možné změnit správce (dodavatele služby), popř. využívat volně data ze zařízení. Všechny prvky smart city systémů by měly být otevřené, ve smyslu volného využívání dat a dokumentovaného API, aby teoreticky mohl správu provádět libovolný jiný subjekt, než dodavatel. Je možné použít i zcela open source řešení, potom je výhodou možnost zařízení průběžně upravovat a vylepšovat. Nelze se řídit častým argumentem, že uzavřené řešení přináší vyšší bezpečnost, protože to není pravda. Z pohledu bezpečnosti je nutné vždy posuzovat úroveň zabezpečení řešení – vyžadovat šifrovanou komunikaci, chránit infrastrukturu – vždy na úrovni vyžadované spolehlivosti a bezpečnosti (detekce volného parkovacího místa vyžaduje jiné zabezpečení než řízení křižovatky).

Hromadná doprava

V minulých letech probíhalo zlepšování parametrů hromadné dopravy (průměrná rychlost, zpoždění) zejména pomocí preference MHD – zavádění vyhrazených jízdních pruhů, dynamického signálního plánu (semafor dokáže dát přednost směru, kde detekuje vozidlo MHD). V tramvajovém i autobusovém provozu dochází ke zlepšení parametrů nasazením nových vozidel, která mají vyšší měrný výkon (kW/t) a tím jsou schopna lepší akcelerace a klidnější jízdy ustálenou vyšší rychlostí.

V nejbližších letech bude pokračovat experimentální provoz elektrobuseů (v současnosti v Ostravě a Třinci v Praze je testován hybrid mezi elektrobusem a trolejbusem. Rozšíření elektrobuseů ve velkých městech by vedlo k poklesu zejména škodlivých oxidů dusíku v ovzduší.

Městská hromadná doprava by měla zůstat ekonomicky nejdostupnější formou dopravy ve městě. V případě předplacených kuponů došlo v Praze v posledních letech ke snížení jízdného, ale vždy je třeba sledovat celkové náklady na provoz MHD. I přes celkové zlepšení stavu infrastruktury zůstává několik míst ve špatném technickém stavu (např. Libeňský most) a je třeba projektovat nová dopravní spojení či linky metra, protože některé části sítě (okolí Karlova náměstí, Lazarské) jsou ve špičce na hranici kapacity. V užším centru velkých měst může MHD odlehčit rozvoj sdílených kol, koloběžek, elektrokoloběžek a dalších prostředků



individuální udržitelné dopravy, protože na krátkou vzdálenost nabídnou lepší door to door čas než MHD či chůze.

4.2 Popis hlavních trendů technologického vývoje

Vývoj aktivní a pasivní bezpečnost, nové materiály využívané pro karoserie

Vozidla jsou (při srovnání v rámci vozů podobné cenové hladiny a hmotnosti) stále bezpečnější. Průběžně dochází k vývoji konstrukce a materiálů. Tento pokrok se projevuje v bezpečnosti silničního provozu se zpožděním, protože vozidla jsou průběžně vyřazována ve věku mezi 15–20 lety (tato čísla jsou závislá na kvalitě výroby a spolehlivosti jednotlivých modelů). Vozidla, kterým je nyní cca 15 let, už jsou postavena za použití CAD a pevnostních výpočtů a jsou relativně bezpečná. Zásadní vliv na pasivní bezpečnost má technický stav vozidla a zejména koroze, což je individuální u jednotlivých vozů.

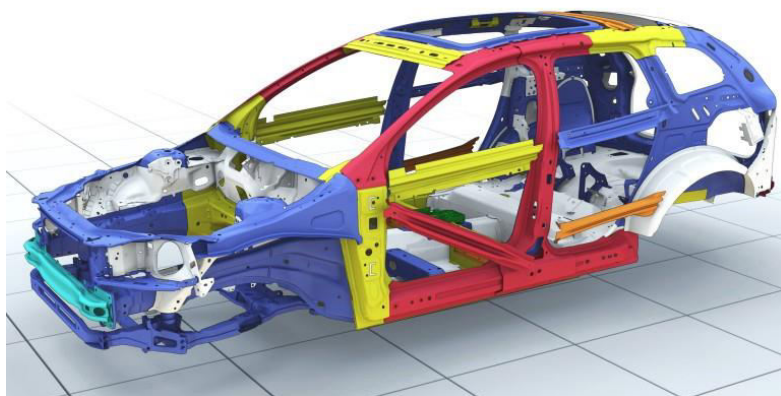
V současné době se u sériových aut využívá konstrukce z různých druhů oceli. Prostor, který chrání posádku, je vyroben z kvalitnější (a dražší) vysokopevnostní oceli. Některá starší vozidla (Audi A8 od roku 1994, Audi A2 1999 – 2005) byla celá vyrobena z hliníku, což přinášelo významnou úsporu hmotnosti (a tím lepší jízdní vlastnosti, aktivní bezpečnost a nižší spotřebu paliva), ale neúměrné zdražení vozu, až do té míry, že Audi prodělávalo na každém prodaném kusu A2 v základním provedení. Některá auta (např. BMW i3 a v podstatě všechny drahé sportovní vozy) se vyrábí z uhlíkových kompozitů (), které podobně jako hliník přináší úsporu hmotnosti za cenu vyšších nákladů na výrobu, uhlíkové kompozity navíc lépe než jiné materiály pohlcují energii při nárazu. Technologie výroby takových vozů je zcela odlišná než u konvenčních. Konstrukce konvenčních automobilů vzniká lisováním, ražením a svařováním ocelových plechů, uhlíkový kompozit se ve vrstvách tkaniny nanáší na formy společně se speciální pryskyřicí a poté se celý díl zapeče v autoklávu. Výroba je mnohonásobně časově náročnější, suroviny jsou dražší, proto se dnes využívá u některých vozů (BMW řady 7) kompozitní konstrukce kombinující vysokopevnostní ocel, hliník a uhlíkové kompozity.

Podobně jako pasivní, také aktivní bezpečnost prošla (a prochází) rychlým vývojem. Stále se zlepšují materiály a konstrukce brzd, brzdových kotoučů a destiček a pneumatik. Do budoucna může být problém s nekvalitními plagiáty značkových pneumatik a náhradních dílů, které nesplňují základní požadavky kladené na homologované díly. Přestože nejde o certifikované měření, lze zmínit test firmy Elit, kde neoriginální levné brzdové destičky zcela. Klíčový podíl na zvýšení aktivní bezpečnosti má povinné zavedení některých asistenčních systémů. Vozidla vyrobená od roku 2006 jsou povinně vybavena ABS (ačkoli tento systém měla i řada vozů z 90. let), od roku 2009 BAS (systém, který rozpozná nouzové brzdění a brzdí maximální silou¹) a od roku 2014 ESP (elektronickou stabilizací vozidla). V současnosti se prosazuje další zlepšování aktivní bezpečnosti pomocí inteligentních vozidlových asistentů.

¹ Většina řidičů nevyužívá a neumí využít plného brzdného potenciálu svého vozu.



V krátkodobém horizontu je zjevné, že většina nových vozů bude vybavena asistentem autonomního brzdění a varování před vozidly ve slepém úhlu jako příplatkovou výbavou. Ve střednědobém horizontu lze předpokládat povinné nasazení těchto systémů do nových vozů, většina automobilek v USA (s 99 procentním pokrytím trhu) se zavázala instalovat samočinné brzdění před překážkou u všech vozidel od roku 2022. Dále zlepšuje ovladatelnost současných vozidel vyšší průměrný měrný výkon (podíl výkonu a hmotnosti vozu) a rozšiřování moderních automatických převodovek, které zjednodušují využití výkonu vozidla v kritických situacích.



Obrázek 20: Využití různých druhů oceli v konstrukci karoserie

Emise a další negativní externality

Automobily jsou legislativně nuceny vypouštět stále menší množství emisí. Toho je dosahováno přesnějším řízením motorů (správného složení směsi a okamžiku zápalu), nižším třením uvnitř motoru, přeplňováním motorů, variabilním časováním ventilů, katalyzátory a nakonec částicovými filtry, v současnosti implementovaných i u zážehových motorů. Hybridní technologie pohonu umožňují další zvýšení efektivity tím, že umožňují rekuperovat energii při brzdění, která je jinak přeměněna v teplo, a dále tím, že mohou vykrývat špičky potřeby výkonu, ve kterých je motor nejméně úsporný a má nejvyšší emise.

Současné požadavky na snížení emisí fakticky vyžadují od automobilek i prodej elektromobilů, které jsou i přes zkapacitňování akumulátorů a jejich zlevňování stále výrazně dražší než konvenční automobily. Pokud se započítá jejich celkové náklady (náklady na servis a pohonné hmoty), jsou schopné se už dnes majitelům zaplatit, hlavně proto, že jsou osvobozeny od spotřební daně z pohonných hmot, kromě toho jsou dále zvýhodňovány (např. levným parkováním v městských parkovacích zónách). Některé studie naznačují, že v celkové sumě ekologických nákladů, které zahrnují i těžbu vzácných kovů a ekologickou likvidaci elektromobilů ve skutečnosti ekologické nejsou, na druhou stranu nevypouští emise ve městech, kde způsobují největší problémy.



Aktuálně je v ČR registrováno jen cca 2000 elektromobilů, ale jejich počty rychle rostou. Uvádějí je na trh i konvenční automobilky (VW, Citroen, Jaguar, BMW, Peugeot...), Tesla ke konci třetího čtvrtletí 2018 vyrobila 200 000 elektromobilů. Důsledkem masivního rozšiřování elektromobilů budou zvýšené nároky na přenosovou soustavu elektrické energie (kvůli dobíjení; dlouhodobě řešitelné), významné zlepšení kvality vzduchu ve městech, kde jsou emise způsobené dopravou (v Praze, ne na Ostravsku) a výpadek příjmů na spotřební dani za pohonné hmoty. Sekundárně ale může rozvoj elektromobility ušetřit náklady na veřejné zdravotnictví.

Akumulátory a alternativní pohony

Elektromobilita je v automobilovém průmyslu důležité téma a při aktuálně nastaveném povinném poklesu vypouštěných emisí se jí automobilky fakticky nemohou vyhnout. Sice se stále objevují koncepty automobilů poháněných vodíkem (spalovací motory či palivové články), jejich rozšíření v horizontu 10 let je u osobních automobilů vyloučené z důvodu technologických omezení a zejména chybějící infrastruktury. V současnosti je relativně rozvinutá infrastruktura pro elektromobilitu (sít' nabíjecích stanic), která postačuje omezenému počtu aktuálně provozovaných elektromobilů, navíc je výhodou, že v nejhorším případě je možné automobil pomalu nabít z každé zásuvky, to u vodíku nebude možné.

Rychle se rozšíří využívání hybridních automobilů, protože nevyžadují velkou kapacitu akumulátorů a stačí jim slabší, menší, lehčí a levnější elektromotor – na elektřinu jezdí jen v nízkých rychlostech, kdy není potřeba vysoký stálý výkon, jako např. při jízdě na dálnici. Jsou schopny využívat jinak mařenou energii při brzdění a optimalizovat režimy spalovacího motoru. Automobilky rozvíjejí i další možná řešení, např. elektrická turbodmychadla.

V létě 2018 se začaly emise a spotřeba automobilů počítat podle nového cyklu WLTP, který více odráží reálné hodnoty dosahované v běžném provozu. Důsledky této změny je třeba sledovat, varováním z minulosti může být nárůst oxidů dusíku ve městech po zvýhodnění vznětových motorů, které mají nižší spotřebu a emise CO₂.

Online vozidlové systémy, OTA

Infotainmenty vozidel už dnes často nabízejí připojení v internetu. V době internetu věcí bude tento trend narůstat, zároveň přichází nebezpečí zneužití slabého zabezpečení některých vozidel, buď při krádeži, nebo dokonce k převzetí kontroly. V letech 2014–2016 byla předvedena řada hacků vozidla Jeep Cherokee, kde útočníci mohli vzdáleně ovládat zrychlení a řízení auta, řidič nemohl nijak zasáhnout. Podobný problém řešilo nedávno i BMW.

Některé automobilky využívají připojení k internetu k aktualizaci firmwaru automobilů, typicky Tesla. Výhodou je možnost opravy chyb a zlepšení užité hodnoty vozu, aniž by musel pro úpravu navštívit servis. Tesla takto např. pravidelně zvyšovala dojezd elektromobilů v oblastech, kde hrozila přírodní katastrofa, aby usnadnila evakuaci.



Nevýhodou je principiální umožnění napadení auta škodlivým softwarem, které je u off-line aut náročnější, u nich je třeba mít fyzický přístup k rozhraní, typicky diagnostické zásuvce v kabině. Rizika plynoucí z online připojení jsou reálná, ale výrobci mají velkou motivaci vyvíjet bezpečné systémy, protože hacknutí většího počtu aut by jim poškodilo reputaci. Zajímavým precedentem je úprava firmwaru brzd Tesla 3 v roce 2018, kdy aktualizace snížila brzdnou dráhu o třetinu, což je obrovský rozdíl, který ukazuje na špatnou implementaci softwaru v původní verzi. Na druhou stranu, automobil prošel homologací před touto úpravou, takže splnil zákonné povinnosti, problém by se projevil až při opakovaném brzdění (kdy by mohly mít špatné výsledky i jiné automobily, které prostě jen nebyly testovány, a navíc by je nebylo možné opravit softwarově).

4.3 Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů

Požadavky a podmínky

Protože v horizontu 10 let nebudou rozšířená autonomní vozidla (s výjimkou systémů, které se budou pohybovat v uzavřeném kontrolovaném území), většina opatření zvyšujících bezpečnost je cílená na řidiče. Je třeba pokračovat ve vymáhání silničních pravidel, k čemuž mohou přispět nové systémy sledování vozidel, v případě, že se statisticky projeví lokální anomálie – aktuálně např. jízda pod vlivem alkoholu v Plzeňském kraji – aktivně na ně reagovat.

Důležitá pro bezpečnost provozu je kvalitní infrastruktura – primárně ve smyslu přehledné komunikace, čistého vodorovného a svislého dopravního značení, sekundárně ve smyslu dostatečné kapacity, protože na přetížených silnicích dochází k poklesu bezpečnosti, což je vidět i na Rizikové mapě ČR. Pokud má v ČR probíhat vývoj (a výhledově využití) autonomních vozidel, je infrastruktura v dobrém stavu podmínkou a přinese i ekonomické benefity. Velmi aktuálním tématem je špatný stav mostních konstrukcí, ale je nemožné odhadovat, jaké budou dlouhodobé důsledky těchto problémů.

Zatímco v extravilánu je třeba budovat obchvaty a dálnice, které zvýší kapacitu komunikací, sníží zdržení, zvýší bezpečnost a zejména odstíní dopravní zatížení mimo obytné oblasti, v intravilánu je trend úprav opačný. Cílem je dostat většinu automobilové dopravy na místní rychlostní dopravní komunikace třídy A, které se zkapacitňují (příkladem mohou být Pražské městské tunely) a ostatní komunikace tzv. zklidnit. Při rekonstrukcích je snížena jejich kapacita, maximální rychlost a prioritou není automobilová doprava, ale více prostoru pro MHD, udržitelné formy dopravy (cyklostezky) a chodce. Důsledkem má být synergie mezi jednotlivými způsoby dopravy a příjemnější uliční prostor pro obyvatele. Infrastruktura pro cyklisty bude mít ve střednědobém horizontu potenciál sloužit dalším novým dopravním prostředkům, které jsou součástí elektromobilního boomu – elektrokolům, elektrokoloběžkám (včetně sdílených Lime), samobalančním jednokolkám a dalším, které nyní způsobují problémy na chodnících.



Výcvik, podpora řidiče

Výcvik řidiče v současnosti probíhá povinně pouze v autoškole a po získání řidičského oprávnění se řidič nemusí dále vzdělávat (platí pro nejrozšířenější řidičské oprávnění skupiny B). Část populace prochází každoročním školením řidičů u zaměstnavatele. Je třeba provést výzkum, zda řidiči znají detailně pravidla silničního provozu – podle toho, zdali je neznají, nebo ignorují, by měly být navrženy kampaně pro podporu bezpečnosti na silnicích. V tomto ohledu jsou nejproblematictější skupinou cyklisti, protože často fakticky neznají pravidla, případně je vědomě porušují a na rozdíl od chodců se pohybují rychle a nečekaně.

Vyšší nehodovost mají začínající řidiči, způsobí každý rok mezi 10 a 15 procenty dopravních nehod. Důvodů je celá řada – u mladých řidičů se kombinuje nezkušenost při řízení, přeceňování svých schopností, nepozornost (spojená často s mobilními telefony), podceňování únavy a (často u výjimečně tragických nehod) konzumace alkoholu a omamných látek. Ministerstvo dopravy v současné době připravuje tzv. řidičský průkaz na zkoušku, kdy bude mít začínající řidič nižší limit bodů před odebráním řidičského oprávnění.

K získání více zkušeností v autoškole se hodí interaktivní vozidlové simulátory, které slouží jako trenažéry. Méně šikovní žáci si na nich mohou déle nacvičovat techniku ovládání auta, při nižších nákladech než v běžném vozidle. Naopak ti, kteří zvládají jízdu v běžných podmínkách, zde mohou být vystaveni náročným scénářům, jízdě v silném provozu a špatném počasí. Je možné dále využívat standardizované scénáře, zaměřené na aktuální problematická témata, jako je chování na železničním přejezdu. Výhodou pro skupinu mladých řidičů, kteří mají tendenci riskovat, je to, že jízda v simulátoru může skončit dopravní nehodou (a pokud jí nedokáží zabránit, vidí, jak snadné je udělat za volantem fatální chybu).

S rostoucí střední délkou života v populaci se zvětšuje počet řidičů ve vyšším věku. Stárnutí je individuální proces, který se u každého člověka projevuje jinak a v jiném věku, celkově však dochází ke zhoršení smyslů, fyziologicky i kognitivně, prodlužuje se reakční čas. Starší řidič může některé projevy zhoršujících se smyslů eliminovat svými zkušenostmi. Problémy těchto řidičů mohou snížit či eliminovat pokročilé vozidlové asistenty, které dokáží upozornit na blížící se nebezpečí či zasáhnout v krizové situaci. Např. stále běžnější automatická převodovka může snížit fyzickou i psychickou zátěž řidiče, který se bude moci koncentrovat na aktuální situaci před vozidlem.

S psychickou pohodou řidiče souvisí ofenzivní jízda, kdy jsou řidiči zbytečně netolerantní vůči ostatním. Projevuje se buď arogantní jízdou (zařazování do malých mezer mezi ostatní vozidla, porušování maximální dovolené rychlosti, riskantním předjížděním, bezdůvodným troubením, vynucováním si uvolnění levého jízdního pruhu na dálnici) nebo pasivní agresivitou – neuhnutím rychlejších vozidlům a „vyškolováním“, které plyne z toho, že je řidič přesvědčen, že je v právu a všichni okolo porušují předpisy. Většina z vyjmenovaných chování je v rozporu s pravidly a má široký negativní dopad na všechny účastníky silničního provozu, netolerantní chování má za důsledek další netolerantní jednání ostatních řidičů. Je



třeba maximálně zachycovat všechny druhy tohoto nevhodného jednání a odpovídajícím způsobem je sankcionovat.

4.4 Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístupů v praxi

Ekonomické bariéry a politická podpora

Bezpečnost silničního provozu je tvořena kompromisy. Těžké auto má při nárazu komparativní výhodu před lehčím (ale vyžaduje výkonnější motor a vypouští více emisí), vůz z uhlíkového kompozitu je pevnější (ale několikanásobně dražší), dálnice je bezpečnější než silnice první třídy, ale je ekonomicky (i společensky/urbanisticky/ekologicky) nemožné mít dálnice všude.

Doprava je důležitou součástí společnosti a jako taková je spojená s obrovskými objemy financí. Na silniční dani bylo v roce 2017 vybráno 6,2 mld. Kč na spotřební dani za pohonné hmoty cca 91 mld. Kč. Hmotné škody způsobené dopravními nehodami činily 6,3 miliard korun. Negativní externality jako emise je prakticky nemožné spočítat, stejně jako pozitivní (resp. je jednoznačné, že bez dopravy by fakticky selhala současná společnost).

Elektromobily jsou v současnosti zvýhodněny nulovou silniční daní, parkováním za 200 korun ročně ve všech Pražských parkovacích zónách, jejich palivo není zatíženo spotřební daní a mají levnější povinné ručení. Je možné získat dotaci na pořízení elektromobilu, pokud slouží k podnikání (program Nízkouhlíkové technologie). Na rozdíl od mnoha jiných zemí (UK, Norsko, F, D, JP, Čína) v ČR nejsou elektromobily zvýhodněny přímou dotací za nákup tohoto vozu, zároveň ani konvenční automobily nejsou zatíženy zvýšenými daněmi při registraci nového vozu. Je záležitostí politiky, zda se tyto podmínky v příštích letech změní.

Infrastruktura

Z důvodů kapacity sítě, spolehlivosti a bezpečnosti je třeba stále rozšiřovat infrastrukturu. Dálnice mají výrazně nižší nehodovost přepočtenou na vozokilometry oproti silnicím první třídy, kromě toho přináší výhodu v podobě vyšší cestovní rychlosti pro osobní automobily. V posledních dvaceti letech došlo ke zlepšení infrastruktury, přestavbě mnoha nebezpečných úseků a křižovatek, což je jednou z příčin zlepšujících se statistik zraněných a usmrcených osob. Současné kauzy okolo mostů v havarijním stavu ukazují, že některé části infrastruktury jsou v horším stavu, než bylo veřejně (a pravděpodobně i neveřejně) známo. V návaznosti na havárie mostních konstrukcí lze očekávat audity a případné opravy, pozitivem současného stavu je politická vůle investovat do staveb, kterým nebyla desítky let věnována pozornost.

V souvislosti se zlevňováním technologie bude častěji nasazeno liniové řízení a inteligentní řízení signálních plánů a proměnlivých dopravních značení ve městech, v budoucnu propojené s car-to-X komunikací. Je třeba dodržovat maximální otevřenost řešení, aby



nedošlo k vendor lock-in. Dále je třeba dbát na zabezpečení, využívat standardy, není např. přípustné data ze senzorů posílat nešifrovaně, protože to zbytečně otevírá možnost útoku na infrastrukturu a potažmo vozidla.

Co se týká budoucnosti elektromobility, na území ČR je dnes cca 300 veřejných nabíjecích stanic s různým počtem stání (1 až cca 14) různých technologií (včetně tří Tesla superchargerů). Kromě toho lze elektromobily (velmi pomalu) nabíjet z každé zásuvky. Pro srovnání, veřejný konvenční čerpací stanic je necelých 4000, navíc dotankování nádrže trvá o 1-2 řády kratší dobu než dobití elektromobilu. Zatím v ČR jezdí přibližně 2000 elektromobilů konvenčních osobních automobilů je 2750× více.

Omezení plynoucí z technologií

Plnohodnotné autonomní automobily na českých silnicích v horizontu 10 let nebudou jezdit, možná s výjimkou systémů taxi v prostorově omezených oblastech (např. některé čtvrti ve městech). Na druhou stranu, pokročilé vozidlové asistenty budou všudypřítomné (některé z nich také legislativně povinné) a současně s tím musí pokračovat výzkum těchto systémů a jejich vliv jak na aktuální bezpečnost provozu automobilu, tak na dlouhodobé chování řidičů. V současnosti neexistují výzkumy, které by zjišťovaly dlouhodobý pokles schopností řidičů, pokud by např. 95 % jízdy za ně vykonával autonomní asistent. Zároveň mají řidiči příliš velkou důvěru v asistenty a neznají jejich technická omezení.

Kritickým bodem bude také stále přechodová fáze mezi autonomní jízdou a aktivním řízením, protože člověk není schopný se rychle přizpůsobovat nečekanému selhání. Tento problém řeší autonomní řízení úrovně 4, kde se předpokládá dlouhý čas mezi upozorněním a převzetím systému, navíc by automobil měl umět se sám uvést do bezpečného stavu (např. zastavit na kraji silnice). Některé automobilky deklarují (Volvo, Ford), že nebudou uvádět na trh vozidla vybavená autonomií úrovně 3, právě z důvodu obav o bezpečnost provozu. Zhoršení statistik následků nehod lze očekávat ve městech s rozšiřováním cyklistické dopravy. Z dat získaných z provozu v Nizozemí, které je typické velkým podílem cyklistiky na dopravě, vyplývá, že jízda na kole je výrazně nebezpečnější než řízení automobilu. To je logické, protože cyklistu není možné chránit prakticky žádnými prvky pasivní bezpečnosti, kromě helmy (která je navíc u dospělých v ČR nepovinná). V roce 2017 poprvé v Nizozemí zemřelo více cyklistů, než řidičů a spolujezdců v autech. Trend je vypovídající o to více, že zatímco v autech se počet zemřelých za posledních 20 let zmenšil méně než na polovinu, u cyklistů je počet prakticky konstantní.

4.5 Závěr

Bezpečnost dopravy je důležité celospolečenské téma a jeho řešení má velkou důležitost. Zároveň je silniční doprava natolik složitý fenomén, kde často nejsou jednoznačně jasné kauzality, že je třeba všechny úpravy a rozhodnutí zpětně reflektovat a případně upravit. Celkové teze a postupy jsou kvalitně zpracovány v Národní strategii bezpečnosti silničního



provozu, jejich implementace ale není jednoduchá a vždy je třeba opatření vidět co v nejširších souvislostech. Opatření samotná často nejsou jednoznačná a všechna zlepšení s sebou nesou i negativní důsledky, které je třeba minimalizovat.

5. ALTERNATIVNÍ POHONNÉ HMOTY PRO SILNIČNÍ DOPRAVU

5.1 Úvod

V listopadu 2018 má Evropský parlament projednat a schválit soubor legislativních opatření k cílům RED II (Renewable Energy Directive) k uplatňování energie z obnovitelných zdrojů a snižování emisí skleníkových plynů z dopravy v letech 2021 až 2030. Jde o závažný dokument vycházející především z Pařížských dohod o ochraně klimatu.

Schválený soubor opatření mají členské země transponovat do národní legislativy do 18 měsíců po zveřejnění. Změny se dotknou výroby energií pro dopravu, motorových paliv a biopaliv, zemědělského sektoru, výroby automobilů, motoristů a silniční dopravy.

Legislativě označované souhrnně jako RED II, tedy budoucí, předchází legislativa označovaná jako RED I, časově omezená od roku 2012 do roku 2020. Cíle RED I byly definovány náhradou fosilní energie v silniční dopravě energií z obnovitelných zdrojů a snížením emisí skleníkových plynů ze spalování pohonných hmot. Plnění cílů RED I bylo předurčeno především biopalivy první generace, kde surovinou je potravinářská biomasa. Ukázalo se, že využívání potravinářské biomasy pro výrobu biopaliv má celou řadu negativ (ohrožení potravinové bezpečnosti, významná změna využití půdy), proto RED II je postavena na koncepci limitu využití potravinářské biomasy jako suroviny pro paliva, přechodu na vyspělá biopaliva vyrobená z nepotravinářské biomasy a bioodpadu a zavedení nových nízkoemisních paliv, jako jsou LPG, CNG, a bezemisních paliv, jako jsou vodík a elektřina z OZE. To vyvolává potřebu masivních investic ve výrobě a infrastruktuře motorových paliv a biopaliv. Odborným odhadem cca 600 až 1200 miliard Kč v období 2021 až 2030 a zvýšení nákladů na výrobu paliv při konstantní ceně ropy cca 70 USD/barel o cca 150 mil. Kč ročně. To budou ceny za splnění cílů RED II. Naskytá se proto relevantní otázka, zda se to vyplatí, a to jak korporátním společnostem, tak spotřebitelům.

Z historického pohledu nejsou alternativní paliva a pohony nic nového. Již na začátku minulého století byly k dispozici spalovací motory na různé potravinářské oleje, bioethanol, bioplyn atd. A tak s větší nebo menší intenzitou to bylo celé století. Stejně tak tomu bylo i s alternativními pohony, např. konkrétně s elektromobily. Na začátku minulého století v USA jezdilo cca 33 % automobilů na elektropohon a 33 % na spalovací motor. Elektromobily vyvíjel a vyráběl i Henry Ford. Pak však v prvním desetiletí minulého století začala dominovat paliva z ropy. Stál u toho John D. Rockefeller a jeho Standard Oil. Důvodem nástupu ropných paliv byl jejich nadbytek, snadná manipulovatelnost, standardnost kvality, univerzálnost a cena jak paliva, tak automobilu se spalovacím motorem. Na konci minulého století byly palivem pro dopravu z 95 % ropné výrobky.



Pak nastal obrat a svět se obrací opět k alternativám. Důvody, které k tomu vedou, jsou zčásti irelevantní. Prvním důvodem je údajně chýlící se konec zdrojů ropy, který povede dle prognóz banky Goldman Sachs k růstu její ceny na 200 USD/barel, a obava, že již nastal OilPeak a zdroje ropy v roce 2014 vyschnou. To se však ukazuje jako lichá domněnka. Druhým důvodem je využití zemědělských plodin (biomasy). Díky technické revoluci v zemědělství výroba potravin nebývale vzrostla a byla tedy omezována (přesto, že v části světa je hlad). Vznikl proto nápad uvolnění kapacity v zemědělství využívat pro výrobu paliv. To však vedlo k zneužívání formou změny užití půdy a jejímu drancování. Začaly se ozývat i hlasy, že přechod na pěstování technických plodin povede k potravinářské nedostatečnosti s ohledem na demografický vývoj Země. Třetím důvodem je snížení emisí ze spalování biopaliv ve srovnání s čistými fosilními palivy. To je sice pravda, ale příčinou nižších emisí biopaliv je povětšinou přítomnost prvků v molekule biopaliva, které nic nepřinášejí do jejich energetického potenciálu (jsou jakýmsi energetickým inertem). To vede pro zachování výkonu spalovacího motoru ke zvýšení spotřeby paliva.

Každý dnes chápe, že je třeba emise skleníkových plynů omezovat. Existuje však i cesta prostřednictvím snižování spotřeby fosilních paliv i biopaliv jak ve výrobě, tak při spotřebě. Existuje i cesta získávat energii z bezemisních zdrojů, jako je využití jaderné technologie, vodní energie, energie větru a slunečního svitu. V delší budoucnosti pak i cesta využití energie chemických vazeb

Politici však rozhodli nejen o cílech RED, ale i o cestě k jejich dosažení. Nezbyvá než navrhnout a realizovat vhodná a optimální řešení, a to nejlépe podle místních podmínek.

Základní charakteristika legislativy a plnění RED I a RED II

Aktuální sortiment, kvalita a trh s pohonnými hmotami pro silniční dopravu

Sortiment a kvalita

Automobilové benziny dle ČSN EN 228 (ČSN 65 6505):

- benzin (E0) s obsahem biosložky nula, s OČ MON min. 95, aditivovaný typ (nabízeny pod obchodními názvy distributorů), označení BA95 SUPER;
- benzin (E5) s obsahem kyslíku do 2,7 % m/m a obsahem biosložky obvykle ve formě ETBE v množství 0 až 15 % V/V anebo ve formě bioethanolu v množství 0 až 5 % V/V, s OČ MON min. 95 a aditivovaný typ, označení BA95 SUPER;
- benzin s obsahem biosložky nula, s OČ 98, aditivovaný typ, označení BA98 SUPER PLUS. Obvykle je nabízen po obchodních názvy distributorů.

Biosložkou se v tomto případě rozumí bioethanol kvasný zvláště denaturovaný anebo z něj vyrobený bioethylterc butyletér.

Motorová nafta dle ČSN EN 590 (ČSN 65 6506):

- motorová nafta (B0) s obsahem biosložky 0;
- motorová nafta (B7) s obsahem biosložky 0 až 7 % objem.

Oba druhy naft jsou nabízeny s předepsanou anebo i dodatečnou individuální aditivací přísadami zlepšujícími užitnou hodnotu paliva. Biosložkou se v tomto případě rozumí methylestery mastných kyselin. Surovinou pro výrobu těchto esterů mohou být rostlinné oleje jako je řepkový, slunečnicový, kokosový, případně i upotřebené kuchyňské (fritovací) oleje.



Motorové nafty jsou s ohledem na klimatické podmínky nabízeny v kvalitě letní, zimní, arktické, či přechodové. Rozdíly v kvalitě jsou definovány nízkoteplotními vlastnostmi ve smyslu ČSN EN 590 Národní příloha.

Jednotlivé typy nafty dle klimatických vlastností jsou u čerpacích stanic nabízeny v normě stanovených časových obdobích.

Směsná paliva:

- směsná nafta (SMN30) dle ČSN 65 6508 s obsahem min. 30 % biosložky, v tomto případě MEŘO;
- bionafta (B100 – čisté FAME nebo MEŘO) dle ČSN EN 14214;
- palivo E85 dle ČSN P CEN/TS 15293 (65 6512) s obsahem až 85 % bioethanolu a 15 % benzínu BA95.

Zkapalněné ropné plyny dle ČSN EN 589.

Stlačený zemní plyn dle ČSN 65 6517.

Elektřina.

Trh s pohonnými hmotami

Automobilové benziny:

- spotřeba v roce 2017 byla 1 600 tis. tun;
- podíl BA95 na celkové spotřebě činí 98 %;
- spotřeba posledních pět let stagnuje.

Motorová nafta:

- spotřeba v roce 2017 byla 4897 tis. tun;
- spotřeba posledních pět let roste, roční přírůstek činí cca 1,5 %.

Poměr spotřeby benzínu a motorové nafty je v % 26/74.

Zkapalněné ropné plyny:

- spotřeba v roce 2017 byla 95,8 tis. tun;
- spotřeba posledních pět let stagnuje.

Stlačený zemní plyn:

- spotřeba v roce 2017 byla 67,6 mil. M3;
- spotřeba posledních pět let roste řádově v desítkách %.

Elektřina:

- spotřeba v roce 2017 byla 0,3 PJ.

Do roku 2025 nepředpokládáme změny sortimentu a význačné změny v kvalitě. Nejspíše dojde k zpříšňování některých parametrů majících vliv na emise skleníkových plynů jak ze spalování pohonné hmoty, tak z distribuce.

Čerpací stanice kapalných pohonných hmot

K 31. 8. 2018 bylo na území ČR celkem 7039 lokalit, z toho veřejných 3974.

Čerpací stanice LPG

K 31. 8. 2018 bylo na území ČR celkem 936 lokalit, z toho 407 samostatných.

Plnicí stanice CNG

K 31. 8. 2018 bylo na území celkem 159 pozic, z toho 137 samostatných.



Věřejné dobíjecí stanice

K 26. 6. 2018 bylo na území ČR 131 pozic.

Počty veřejných čerpacích stanic kapalných pohonných hmot a LPG se meziročně mění velmi málo. Rychle roste počet plnicích stanic CNG a dobíjecích stanic.

Období RED I

Legislativa

Povinnost užití biopaliv v silniční dopravě je v ČR zajišťována prostřednictvím zákona o ochraně ovzduší (201/2012 Sb.), zákona o pohonných hmotách (311/2006 Sb.), nařízením vlády o kritériích udržitelnosti biopaliv (352/2012 Sb.) a vyhláškou MPO o jakosti a evidenci pohonných hmot (133/2010 Sb.).

Evropský parlament a Komise schválily v roce 2015 dvě směrnice týkající se uplatňování biopaliv z OZE v silniční dopravě. Jednalo se o:

- Směrnici Rady (EU) 2015/652 z 20. 4. 2015, kterou se stanoví metody výpočtu a požadavky na podávání zpráv podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 98/70/ES o jakosti benzinu a motorové nafty;
- Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2015/1513 ze dne 9. 9. 2015, kterou se mění směrnice 98/70 ES o jakosti benzinu a motorové nafty, a směrnice 2009/28 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů.

Tyto směrnice byly transponovány do českého práva prostřednictvím zákona o ochraně ovzduší č. 172/2018 Sb. a nařízením vlády č. 189/2018 Sb. o kritériích udržitelnosti biopaliv a o snižování emisí skleníkových plynů z pohonných hmot. Ve Sbírce zákonů byly zveřejněny v srpnu a září 2018.

Technická a obchodní situace

Náhrada předepsaného energetického obsahu (v objemových %) fosilních paliv v silničních pohonných hmotách a snížení emisí GHG (v %) je zajišťována biopalivy I. generace, tj. palivy vyrobenými převážně na bázi potravinářské biomasy. Biopaliva I. generace se v ČR ve větší míře vyrábějí od roku 1996. Současná kapacita tuzemské výroby biopaliv je cca 160 tis. tun FAME a 120 tis. tun bioethanolu. Hrubá spotřeba FAME je cca 276 tis. tun a bioethanolu 117 tis. tun za rok. Pro splnění biopovinnosti se část biosložek musí dovážet ze zahraničí.

Cíl náhrady fosilní energie energií z OZE je úkolem státu a cíl snížení emisí je úkolem dodavatelů motorových paliv (benzinu a motorové nafty). Uplatnění OZE je určeno zákonem o podporovaných zdrojích a NAP pro energii z OZE (165/2012 Sb.).

Cíl náhrady OZE je v dopravě 10 % a nebude v roce 2020 splněn. V roce 2016 bylo dosaženo cca 6,5 % (vypočteno). Očekávaná skutečnost je odhadnuta na 7 až 7,5 %.

Cíl snížení emisí GHG o 6 % v roce 2020 oproti roku 2010 nebude splněn. V současných podmínkách je reálné plnění 3,5 až 4 % a po započtení alternativních paliv LPG, CNG a elektřiny z OZE a ze snížení emisí z těžby ropy cca 5 až 5,5 %.

Poznámka: Obdobná situace je i ve velké většině zemí EU. V roce 2016 pouze Švédsko a Rakousko dosáhlo na cíl 10% náhrady a blízko k němu mají Francie, Finsko a Portugalsko. Ostatní země zaostávají.



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



Indikativním cílem do roku 2020 je uplatnit v silničních palivech cca 0,5 % vyspělých biopaliv, tj. paliv vyrobených z nepotravinářské biomasy nebo odpadní biomasy. Indikativní cíl nebude splněn.

V současné době je v ČR jediná komerční výroba vyspělých biopaliv, a to ve společnosti TEMPERATOR v Liberci, která vyrábí 50 tis. tun/rok FAME na bázi odpadních živočišných tuků, které se dováží. Kapacita výroby je limitovaná nedostatkem odpadních tuků. Produkt firma vyváží. Kvalita vyrobeného FAME neodpovídá ČSN EN 14214 (ČSN 65 6507) Motorová paliva – Methylestery mastných kyselin – Technické požadavky a metody zkoušení z důvodu vyššího obsahu síry a nevyhovujících nízkoteplotních vlastností (teplota filtrovatelnosti).

V dovážené motorové naftě dle ČSN EN 590 (B7) je částečně namíseno (cca 2,2 mil. litrů) tzv. synBIO, což je HVO. Produkt má výborné zimní vlastnosti.

Společnost GLYCONA v Otrokovicích vyrábí z odpadní glycerinové fáze (kapacita 800 tun/měsíc) surový glycerin, mastné kyseliny a methanol.

Ve 4. čtvrtletí 2018 se předpokládá, že společnost Chemoprojekt zahájí výrobu FAME z odpadního rostlinného oleje v areálu bývalé akciové společnosti SETUZA, Ústí n. Labem. Kapacita má být asi 8 tis. tun/měsíc. Předpokládané užití výrobku není známo.



Opatření k možnému splnění cílů v roce 2020

- od roku 2020 zavést na trh plošnou dodávku benzínu typu E10 (obsah bioethanolu cca 9 % objem.), případně kombinace s bioETBE;
- v motorové naftě B7 zvýšit obsah FAME na 6,7 % objem.;
- projednat možnost zvýšení dovozu HVO a jeho mísení do motorové nafty;
- po projednání s EK zavést opět podporu formou nižší spotřební daně pro směsná paliva typu SMN30 a pro nová paliva B20 anebo B30;
- odzkoušet využití výroby (po úpravě kvality v motorové naftě) FAME na bázi UCO ve společnostech TEMPERATOR a Chemoprojekt;
- do poolu snížení emisí GHG započítávat dodávky LPG, CNG a elektřiny z OZE pro dopravu;
- do poolu zápočtu emisí GHG započítat snížení o 1 % z těžby ropy (UER);
- formou poslanecké legislativní iniciativy navrhnout reálnou sankci za neplnění emisí GHG.

Rizika

- nechuť trhu k palivu E10 (cena, stará vozidla a obsah biosložky);
- odmítavé stanovisko EK k ekonomické podpoře směsných biopaliv;
- změna referenční hodnoty emisí ze spalování fosilních paliv z 83,8 na 94,1 g CO₂ekv/MJ;
- absence vyspělých biopaliv v dostatečném množství a kvalitě.

Dílčí závěr k RED I pro ČR

V roce 2020 nebude splněn cíl 10% náhrady fosilních paliv palivy na bázi energie z OZE.

V roce 2020 nebude splněno snížení emisí skleníkových plynů o 6 %.

Povinné osoby mohou být zatíženy zbytečně vysokou pokutou.

Období RED II

Legislativa

Cíle navržené legislativou EU na období od roku 2021 až 2030, tzv. RED II, jsou velmi ambiciózní a budou představovat realizaci investiční činnosti a změny priorit v zajištění a užití surovin pro výrobu energií na bázi OZE. To bude znamenat i velké úsilí a investice do výzkumu a vývoje jak nových technologií, tak zdokonalování stávajících. Bude to vyžadovat i účelnou koordinaci organizovanou státní správou všech dotčených odvětví (zemědělství, výrobců biopaliv, výrobců a distributorů pohonných hmot a automobilového průmyslu).

V současné době probíhá v EU legislativní proces k RED II. K pracovnímu návrhu existovalo mnoho názorů a bylo podáno tisíce často protichůdných návrhů na úpravu díkce a ambiciózních cílů. Z toho důvodu byl proto v rámci orgánů EU (Evropský parlament, Evropská rada a Evropská komise) zorganizován k výchozímu textu a cílům tzv. TRIALOG s cílem sjednotit názory na stanovení cílů v RED II. TRIALOG ukončený 14. 6. 2018 dohodl dále uvedené cíle. Ve druhém pololetí 2018 bude probíhat schvalovací proces, který má vyústit ve schválení RED II Evropským parlamentem v listopadu 2018. Po vydání příslušné směrnice v EUR-Lexu mají členské státy 18 měsíců na transpozici do národního práva.

Hlavní cíle jsou následující:



- podíl OZE na celkové spotřebě energií je navržen ve výši 32 % v roce 2030 s možností revize v roce 2023 a dalších letech. Je navržen jako závazný cíl na úrovni EU či jako závazný národní cíl;
- podíl OZE na konečné spotřebě energie v dopravě je stanoven min. 14 % v roce 2030. Je navrženo uložit jako závazný cíl dodavatelům paliv;
- zastropovat přimíchávání biopaliv první generace (vyrobených z potravinářských a krmných plodin) v roce 2030 maximálně ve výši roku 2020 s možným navýšením o 1 %, maximálně však 7 % z celkové spotřeby;
- zavést vyspělá biopaliva 2G (vyrobená z nepotravinářských a nekrmných surovin uvedených v části A přílohy IX směrnice) a z biologických odpadů do motorových paliv takto: min. 0,2 % v roce 2022, 1 % v roce 2025 a 3,5 % v roce 2030. Započítat je bude možné 2x;
- rozhodnutí o tzv. „započítávání“ či naopak „zákaz používání“ preferovaných biologických odpadů a surovin dle části A přílohy č. IX směrnice 2015/1513 a rozhodnutí o snížení započítávání obnovitelné (zelené) elektrické energie na železnici a v dopravě.

Návrhy na transpozici legislativy RED II do české legislativy

- ponechat přídavek 7 % OZE do motorových paliv na bázi biopaliv 1G;
- stanovit max. 12 % OZE do motorových paliv a max. 6 % snížení emisí skleníkových plynů ze spalování PHM;
- nezavádět ILUC;
- minimalizovat povinnost použití vyspělých biopaliv do roku 2030;
- zrovnoprávnit některá ustanovení k započítávání zvýhodnění/znevýhodnění některých surovin či odpadů k výrobě biopaliv 2G a ke koeficientům;
- souběžně řešit „šedou“ ekonomiku a obcházení povinností plnění cílů;
- zajistit řešení cílů ve shodě dotčených odvětví průmyslu a zemědělství;
- plnění cílů RED II prioritně zajistit tuzemskými zdroji;
- odstranit roztříštěnost zodpovědnosti za plnění OZE (MPO) a GHG (MŽP);
- zajistit dlouhodobou platnost cílů;
- zajistit spravedlivé rozdělení obnovitelných zdrojů, např. sektor PHM 5,5 až 6,5 %, výroba elektřiny 13,6 %, průmyslová výroba tepla a chladu 19,3 %, domácí výroba tepla 19,9 %;
- rozdělit oba cíle mezi všechny dodavatele paliv pro silniční dopravu (plynárenský průmysl a dodavatele elektřiny z OZE);
- rozšířit portfolio surovin pro výrobu vyspělých biopaliv (část A přílohy IX směrnice 2015/1513).

Návrhy budou předmětem jednání o transpozici do tuzemské legislativy v roce 2019, pokud je v listopadu 2018 Evropský parlament schválí. Pokud se tak nestane, celý proces se posune až do agendy nového složení evropského parlamentu po volbách v květnu 2019.

Oborová očekávání k RED II

- Výrobci pohonných hmot: Minimalizace nákladů na plnění cílů v dopravě. Technologická proveditelnost a dlouhodobá udržitelnost řešení. Minimalizace možnosti podvodů, záměn produktů a narušení trhu. Minimalizace dopadů na zákazníka (sortiment, cena a kvalita).



Rovné a spravedlivé dělení požadavků legislativy na všechny účastníky trhu s palivy (plynárenský průmysl, výrobci elektřiny z OZE).

- Sektor výrobců biopaliv a zemědělství: Udržení v provozu současných investic pro výrobu biopaliv 1G. Udržení trhu biopaliv. Dostatečně dlouhá doba na přípravu kapacit pro biopaliva 2G. Dlouhá udržitelnost podmínek a cílů. Ochrana agrárního trhu před dovozem. Minimalizace možných podvodů, spekulací a záměn.
- Stát: Bezproblémové, proveditelné a efektivní splnění cílů EU dle místních podmínek. Minimalizace veřejné podpory pro splnění cílů. Spravedlivá pozice uvnitř EU. Zlepšení image OZE a snižování emisí ve společnosti.
- Spotřebitelé: Udržení životní úrovně komfortu a neomezené mobility. Minimalizace nákladů na splnění cílů (omezení ceny mobility) a nákladů na veřejnou podporu. Pravdivá a srozumitelná prezentace cílů EU a jejich podpora.

Dílčí závěr k RED II pro ČR

V ČR bude nutné přerozdělit dnes dostupnou surovinovou základnu pro výrobu energie na bázi OZE a potravinové bezpečnosti.

Vybudování individuálních regionálních výroben vyspělých biopaliv, což bude vyžadovat vysoké investiční náklady.

Splnění cílů je zatím velmi nejasné, jsou velmi ohrožené.

Je žádoucí, aby výrobci motorových paliv a biopaliv byli přizváni k transpozici legislativy RED II do českého práva od samého začátku.

5.2 Charakteristika průmyslových a společenských změn

Energie, voda a potraviny patří k základním nezbytným zdrojům existence lidské populace. Zabezpečení těchto komodit je proto jednou ze základních funkcí společnosti a státu.

Odvětvová spotřeba energie v EU (2016) představuje tyto spotřeby (% z celkové spotřeby):

- průmysl 27,5 %
- neprůmyslová komerční sféra 31,4 %
- doprava 38,7 %
- zemědělství 2,4 %.

Celková primární spotřeba energie byla v roce 2016 kryta ve světě z 85 % fosilními zdroji.

Současná technologie dopravy není trvalým řešením energetických potřeb. Hlavním problémem je, že nelze smysluplně zajistit rostoucí budoucí přepravu nákladů a osob stávajícími zdroji. Jsou proto hledány alternativní strategie. Současně se silně zvyšuje i tlak na ochranu ovzduší zejména v městských aglomeracích a u dopravních tepen. Ten je doprovázen i tlakem na úsporu fosilních paliv a jejich přesměrování do oblasti petrochemických surovin. To jen umocňuje tlak na hledání alternativních paliv.

V demokratické společnosti mají občané mimo jiné nezcizitelné právo jak na čisté ovzduší, tak na svobodu volného pohybu (volnou mobilitu). Obě práva úzce spolu souvisí a nastartovala celou řadu kladných i záporných jevů ve společnosti. Je to především nesmírný tlak na energetické zdroje pro dopravu, rozvoj automobilového průmyslu a souvisejících sektorů průmyslu opět s dopadem na „drancování surovin“ tak silící znečištění planety odpady a exhalacemi. Tyto problémy nelze řešit na úkor volné mobility osob i zboží. Musí být



řešeny na základě realistických regulačních opatření vzešlých ze široké odborné a občanské diskuze všech účastníků procesu. Regulační opatření musí mít mezinárodní platnost, být plošná a musí být přijata všemi účastníky procesu.

Jejich realizace bude velmi investičně náročná a bude vyžadovat koncentraci finančních zdrojů a výzkumné a vývojové základy minimálně na evropské úrovni.

Další nezbytnou složkou řešení musí být i politicko-společenské uvědomění společnosti, které musí také splnit svůj díl představovaný nejen dodržováním pravidel, ale i pochopením pro růst nákladů na nové zdroje a prostředky pro jejich realizaci.

Řešením situace proto je:

V blízké budoucnosti 20 až 30 let to budou ještě fosilní paliva na bázi ropy a zemního plynu a alternativní obnovitelné zdroje. V delším časovém horizontu 30 až 40 let to bude vodík a následně konverze oxidu uhličitého na uhlovodíky.

5.3 Popis hlavních trendů technologického vývoje

Na základě úvah renomovaných světových institucí spotřeba všech druhů energií minimálně do roku 2040 bude růst. Je to dáno růstem počtu obyvatel na světě a požadavkem na lepší životní podmínky a úroveň života společnosti. Rostoucí poptávka po energiích bude muset být kryta zvýšenou těžbou fosilních paliv a objevem nových nalezišť. Udržitelnost spotřeby fosilních paliv bude i nadále jednou z klíčových výzev pro technologie. Všechny druhy dopravy představují cca 38 % celkové spotřeby energie. Celková očekávaná spotřeba energie musí však být podpořena energií vyrobenou z obnovitelných zdrojů energie.

Dnes ve světě existuje celá řada námětů, jak řešit budoucí potřebu motorových paliv po roce 2020. Základní premisy pro odhad jejich uplatnění vychází z těchto předpokladů:

- světová ekonomika poroste a bude růst životní úroveň střední třídy společnosti především v zemích jihovýchodní a jižní Asie (Indie a Čína). To se projeví především v růstu spotřeby energie pro dopravu. V roce 2040 se očekává, že na světě bude v provozu cca 2 až 2,1 miliardy automobilů. Dnes je to cca 900 milionů;
- nedojde k významné změně preference způsobů dopravy. Poroste však objem přepravy nákladů formou lodní dopravy a poroste letecká přeprava zejména osob;
- neustále bude trvat tlak na ekologii. V dopravě to bude znamenat tlak na snižování emisí CO₂ a dalších skleníkových plynů a pevných mikročástic. To se bude dít dvěma cestami:
 - náhradou paliv s vysokou uhlíkovou stopou palivy s nulovou nebo podstatně nižší stopou
 - snižováním spotřeby paliv jak technickým řešením, tak organizačním způsobem. Tlak snižovat emise se soustředí i na lodní a leteckou dopravu;
- rostoucí poptávka po energii bude muset být kryta zvýšenou těžbou a nálezem nových zdrojů fosilních paliv;
- celková očekávaná spotřeba energií musí být podpořena energií z obnovitelných zdrojů;
- udržitelnost spotřeby fosilních paliv bude i nadále jednou z klíčových výzev pro chemické technologie;
- fosilní paliva budou v dopravě dominovat ještě dalších 30 let.



Je třeba vycházet z předpokladu, že energie a životní prostředí jsou klíčovou oblastí výzkumu a vývoje s vysokým společenským dopadem. To bude generovat zájem o technologie integrující obnovitelné zdroje.

K zajištění budoucí spotřeby energie budou využívány nadále tyto zdroje:

- kapalná, plynná a pevná fosilní paliva (spalovací motor)
- kapalná a plynná paliva na bázi biomasy (spalovací motor)
- elektřina z větrné a vodní energie (elektromotor)
- elektřina na bázi solární energie (elektromotor)
- vodík (z fosilních paliv, elektrolýzy a v budoucnosti pomocí poloumělé fotosyntézy)
- využitím odpadního kyslíčnicku uhličitého konverzí pro výrobu paliv
- energií uvolněnou z chemických vazeb (palivový článek, elektromotor).

Jedná se o projekty s dobou řešení minimálně deseti let a velkou mírou odhadované veřejné podpory ve výši alespoň jedné miliardy eur.

Vedle výše uvedených faktorů má pro spotřebitele paliv velký význam koncová cena. Ta je ve značné části závislá na sazbě spotřební daně, která je dnes 55 až 60 % z celkové ceny. Bohužel ještě dnes je její výše stanovována politicko-ekonomickými zájmy. Nabízí se odvozovat daně z energetického obsahu a emisního vlivu na ovzduší.

Perspektivní technologie výroby energie ve světě

V rámci této studie budou sledovány následující technologie výroby alternativních paliv pro výrobu silničních motorových paliv:

a) moderní vyspělá biopaliva

Tato paliva mohou být vyrobena z nepotravinářských zdrojů biomasy včetně organického odpadu a plodin pěstovaných pro energetické využití. K výrobě paliv, která přispívají ke snížení emisí skleníkových plynů, lze použít různé suroviny, často se jedná o odpady. Některá biopaliva mohou být používána jako směsi s fosilními palivy a další jako náhrada fosilních paliv, přičemž mnohé z nich jsou kompatibilní se stávající infrastrukturou. Pro výrobu vyspělých biopaliv je k dispozici řada technologií, z nichž nejperspektivnější jsou:

- hydrolýza celulózy a následná anaerobní fermentace na bioalkoholy a tzv. syntetická paliva, zejména biomethanol
- hydrogenace rostlinných a živočišných olejů
- pyrolýza biomasy na syntézní plyn s následnou FT syntézou paliv
- hydrotermické štěpení biomasy
- technologie BNG
- výroba bioplynu ze zemědělského odpadu
- výroba alifatických a cyklických uhlovodíků katalytickou dezoxidací nepotravinářské biomasy.

Podrobnosti k těmto technologiím jsou uvedeny v příloze 2 studie Popis problémů současného stavu, oblast alternativní pohonné hmoty v rámci projektu Technologické trendy v silniční dopravě, 1. etapa (31. 3. 2018).

b) vodík po dopravu



- c) uhlovodíková paliva vyrobená termickou depolymerací odpadních plastů a pneumatik (není legislativně definováno)
- d) konverze odpadního oxidu uhličitého na uhlovodíky, které lze užívat jako motorová paliva. V přípravě je pilotní jednotka v ArcelorMittal Gent v Belgii, kde se budou vyrábět motorová paliva z odpadního CO₂ z ocelárny.

Perspektivní technologie v ČR

V současných podmínkách se vyvíjejí nebo existují v ČR tyto technologie vedoucí k splnění cílů RED II:

- a) Cíl: Náhrada fosilní složky paliv energií z OZE činí 14 %. V podstatě to bude znamenat zdvojnásobit současný stav náhrady.

Možným řešením je:

- maximalizovat užití biopaliv I. generace ve smyslu omezení legislativou RED II. To bude znamenat plošné zavedení paliva E10 pro zážehové spalovací motory a zvýšit obsah biosložky v motorové naftě, využít možnost přídavku HVO;
- opětovně zahájit výrobu a distribuci směsných paliv typu SMN30 a E85 a čistého biopaliva B100 a zahájit výrobu B20 nebo B30. To však bude znamenat podpořit tato paliva daňovou úlevou, vyžaduje jednání s EK;
- podpořit výrobu BNG na bázi zemědělských odpadů. To bude vyžadovat rebilanci dnešního využití bioplynu v zemědělství jako paliva pro výrobu tepelné a elektrické technologie. Dále bude nutné zajistit vybudování provozních jednotek pro čištění BNG na kvalitu pro užití jako motorová paliva a vtlačení do plynovodní sítě.

- b) Cíl: Snížení emisí skleníkových plynů ze spalování fosilních pohonných hmot

Možným řešením je vedle výše uvedených technologií ad a):

- plánovitě dosáhnout technickým opatřením snížení spotřeby paliva. Toho je možné dosáhnout plošnou aditivací motorové nafty ke zlepšení čistoty spalovacího motoru a zlepšením mazivosti (snížení tření v motoru a příslušenství). To bude vyžadovat úpravu legislativy a certifikaci procesu;
- za ekonomické podpory realizovat infrastrukturu plnicích stanic na vodík a podpořit obnovu autoparku vozidly na bázi spalování vodíku nebo vozidly s palivovými články;
- podpořit rozvoj spotřeby CNG (infrastruktura a podpora nákupu vozidel na pohon CNG);
- ekonomicky podpořit obnovu zastaralého autoparku vozidel starších deseti let. Zakázat/omezit/dovoz ojetých vozidel.

- c) Cíl: Zavedení vyspělých biopaliv do poolu pohonných hmot. To bude znamenat v komerčním měřítku realizovat některou technologii uvedenou v kapitole 4.1. Hlavní problém je v zajištění jejich dostatečnosti uznaných surovin pro jejich výrobu.

- d) Organizační opatření na úrovni státu a společnosti

- realizovat plánovanou obnovu zastaralého autoparku podle přesně stanovených pravidel.

Dílčí závěr

V současné době jsou z pohledu zdrojů cíle RED II nereálné. Tlak na splnění cílů by měl vycházet z podpory obnovy autoparku a podpory investic do výroby vyspělých biopaliv a infrastruktury vodíkových stanic.



5.4 Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů

ČR je země bez dostatečných vlastních zdrojů fosilních paliv (ropy a zemního plynu) a bez dostatečných zdrojů biomasy pro výrobu potravin a paliv. Zároveň je však zemí, i když geograficky a populačně s určitým omezením, s rozvinutým průmyslem a vysokou životní úrovní obyvatelstva, která se promítá do spotřeby energie a míry mobility. To vyvolává napětí a silný tlak na řešení zdrojů. Je jasné, že tlak se bude v budoucnu dále zvyšovat a to bude motivovat společnost hledat řešení. Ta je spatřována v regulované výrobě a spotřebě alternativ. Ta musí vycházet i z bezpečnostního hlediska zajištění vlastními zdroji. Z tohoto pohledu je dále diskutováno řešení budoucnosti paliv pro silniční dopravu.

Kapalná vyspělá alternativní paliva

Problematika využití kapalných vyspělých biopaliv naráží na tyto technickoekonomické problémy:

a) Zajištění dlouhodobého zdroje surovin

Suroviny pro výrobu 2G paliv. V rámci přípravy legislativních podmínek pro RED II stanovila EU směrnicí 2015/1513/ES, příloha IX, část A, seznam uznatelných surovin pro výrobu vyspělých biopaliv. Jedná se nepotravinářskou biomasu, bioodpady a živočišné tuky a odpady. Je zřejmé, že tyto suroviny se stanou předmětem konkurenčního zájmu povinných společností a stanou se tak lukrativním produktem. Výhodu budou mít ty země, které tyto zdroje mají.

V rámci této etapy byl proveden jednoduchý operativní průzkum dostupnosti těchto zdrojů v ČR. Velký význam bude mít i rozdělení těchto zdrojů pro výrobce elektřiny, tepla a chladu a pro výrobce alternativních pohonných hmot. Ty právě na tento trh vstupují oproti ostatním sektorům pozdě na téměř obsazený trh. Bude proto nutné, aby stát provedl zodpovědnou analýzu dostupnosti těchto zdrojů s přihlédnutím k politice potravinové soběstačnosti. S největší pravděpodobností to bude vyžadovat přehodnocení umístění těchto produktů, a to se všemi dopady.

Zdroje surovin, které jsou k dispozici:

- surový glycerin – odpadní produkt z výroby FAME/MEŘO;
- sláma – odpad z rostlinné výroby;
- chlévská mrva – odpad ze živočišné výroby;
- kaly z čistíren odpadních vod.

Potencionální zdroje surovin:

- směsný komunální odpad;
- biologický odpad z domácností a upotřebené kuchyňské oleje rostlinného původu;
- odpad ze zpracování masa, živočišné oleje, kafilerní tuky;
- kukuřičné klasy zbavené zrn;
- nekomerční pročišťky lesa (listí, jehličí, kůra, větve);
- rychle rostoucí, záměrně pěstované dřeviny.

b) Technologie výroby vyspělých biopaliv

Provozované technologie v ČR:



- V současné době je v ČR jediná výrobná vyspělých biopaliv ve společnosti TEMPERATOR v Liberci, která vyrábí 50 tis. tun/rok FAME na bázi odpadních živočišných tuků, které se dováží. Kapacita výroby je limitovaná nedostatkem odpadních tuků. Produkt nemá vhodnou kvalitu pro silniční paliva.

Zkoušené technologie:

- výroba HVO z UCO (pilotní projekt) – společnost UNIPETROL RPA;
- výroba FAME z odpadních fritovacích olejů. Pravděpodobné zahájení provozu od druhé poloviny roku 2018. Realizátor: společnost Chemoprojekt v areálu společnosti SETUZA, Ústí n. L. (skupina Safichem).

Perspektivní technologie v ČR:

- výroba biomethanolu na bázi glycerinu katalytickým rozkladem vodou. Vyrobený biomethanol je možné použít pro výrobu bioMTBE jako složky automobilových benzinů nebo pro výrobu methylesterů mastných kyselin;
- výroba alifatických a cyklických uhlovodíků katalytickou dezoxidací nepotravinářské biomasy.

Plynná alternativní paliva

Provozované technologie v ČR

- biomethan
 - výrobci: bioplynové stanice;
 - surovina: zemědělské odpady, mrva;
 - kapacita: cca 1,2 mld. m³;
 - využití: výroba tepla, elektrické energie pro spotřebu na místě výroby nebo vtláčování do sítě zemního plynu, následně pro vozidla na CNG. Využití pro pohon však předpokládá vyčištění BNG na kvalitu pro pohon vozidel.

Surovinou pro výrobu biomethanu je biomasa rozložitelná za anaerobních podmínek, což jsou biologicky rozložitelné odpady nebo cíleně pěstované plodiny. V ČR se pro výrobu BNG využívá téměř výhradně odpadní biomasa představovaná:

- rostlinnými zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny. Jedná se o obilnou slámu, kukuřičné slupky a odpady ze zpracování, pročistky lesa, zbytky z lučních a pastevních areálů, odpady ze sadů a vinic, travní porosty z úhorů a parků;
- odpady ze živočišné výroby, jako jsou exkrementy hospodářských zvířat, zbytky krmiv, odpady z mléčnic, odpady ze zpracování masa, kafilerní tuky;
- biologicky rozložitelné komunální odpady, jako jsou kaly z odpadních vod, organický podíl tuhých komunálních odpadů;
- organické odpady z průmyslových a potravinářských výrob.

Bioplyn se z těchto surovin vyrábí v biostanicích fermentací v soustavě fermentačních reaktorů. Rostlinné zbytky ze zemědělské výroby se musí před fermentací drtit.

- CNG a LNG
Nejedná se o typická alternativní paliva, ale o fosilní paliva s nízkými emisemi ve srovnání s kapalnými fosilními palivy (benzin a motorová nafta).



Aktuální využití je uvedeno v příloze 1 studie Popis problémů současného stavu, oblast alternativní pohonné hmoty v rámci projektu Technologické trendy v silniční dopravě, 1. etapa (31. 3. 2018).

Připravované technologie

- Vodík

Vodík jako palivo pro motorová vozidla je v současné době považován jako perspektiva příštích let a postupná náhrada za uhlíková paliva. Je to především z důvodu, že jeho spalováním nevzniká oxid uhličitý a jiné škodlivé zplodiny jako ze spalování uhlovodíků. Dalším důvodem je, že surovin pro jeho výrobu je řádově mnohem více než fosilních uhlovodíků. Dosud je však brzdou cena výroby vodíku a vodíkového vozidla a bezpečnost při distribuci a užití. Větší využití lze proto předpokládat až za cca dvacet let.

Výroba:

Světová produkce vodíku je dnes cca 55 milionů tun za rok. V globálním měřítku dominuje jeho výroba z fosilních zdrojů (z ropy, zemního plynu a uhlí) a vody (elektrolýza). Dalším zdrojem výroby vodíku je zpracování biomasy. Pro masivní využití vodíku v dopravě však jeho výroba z fosilních zdrojů by byla kontraproduktivní z pohledu emisí. Pro masovou výrobu proto přichází v úvahu voda, a to jednak elektrolýza vody, vysokoteplotní elektrolýza, termochemické cykly štěpení vody a S-I cyklus a jednak biotechnologická produkce vodíku z vody především pomocí mikroorganismů a enzymů.

Vodík jako zdroj energie (palivové články):

Perspektivním využitím vodíku je palivový článek, což je zařízení, které při elektrochemické reakci přeměňuje vodík chemickou energií kontinuálně za přívodu oxidačního činidla na energii elektrickou. Palivové články oproti spalovacím strojům pracují s vysokou účinností, která dosahuje v praxi až 40 až 55 %. V současné době je vyvíjeno asi pět druhů palivového článku.

Skladování vodíku:

Vodík lze dlouhodobě skladovat jak v plynné fázi, tak kapalně. Skladování vodíku v kapalně fázi je však velmi energeticky a technicky náročné. To umožňuje výhodně užívat vodíku ke krytí energetických špiček spotřeby. Nevýhodou skladování je jeho nízká hustota a bod varu.

Bezpečnost:

Vodík tvoří se vzduchem vysoce hořlavou a výbušnou směs v širokém rozpětí koncentrací (4 až 75 %) objemu pro hořlavou směs a 19 až 59 % objem. pro výbušnou směs. Při rychlé expanzi stlačeného vodíku může dojít k jeho samovznícení. Navíc má velmi malou zápalnou energii (0,02 J), což může iniciovat jeho vzplanutí. Nízká viskozita a malá velikost molekuly vodíku kladou zvýšené nároky na utěsnění palivové soustavy. Naopak velmi nízká hustota vodíku napomáhá jeho rychlému rozptýlu do okolí.

Využití vodíku v dopravě:

Vodík se dá pro pohon motorových vozidel použít v současné době dvěma způsoby:

- přímé spalování v upraveném spalovacím motoru;
- využitím jako paliva do vodíkového palivového článku, který pracuje na převodu energie z vodíku přímo na elektrickou energii. K tomu využívají vzdušný kyslík, který s vodíkem elektrochemicky reaguje. Odpadním produktem je pouze vodní pára.



V současné době je v ČR instalovaná jedna plnicí stanice pro tankování vodíku, uvedená do provozu v roce 2010. Je umístěna v areálu společnosti Spolana, Neratovice. Podle předpokladu Ministerstva dopravy by do roku 2023 mohlo vzniknout cca šest až osm čerpacích stanic na vodík a další tři až čtyři do roku 2025.

Ústav jaderného výzkumu v Řeži u Prahy vyvíjí projekt výroby vodíku z obnovitelných zdrojů pomocí fotovoltaických panelů. Výrobní jednotku bude doplňovat kompresní stanice s tankovacím rozhraním. Malá plnicí stanice má být připravena k provozu do konce roku 2019 pro vozidla s malou spotřebou. Na projektu s ÚJV Řež spolupracuje VŠCHT Praha a společnost ATP jako dodavatel technologie v oblasti technických plynů.

Automobily na pohon vodíkem se v současné době v ČR neprodávají. Důvodem je chybějící infrastruktura. Nákup vozidel na vodíkový pohon by mohly podpořit dotační fondy EU nebo dotační program MŽP.

Organizační a osvětová opatření

V první řadě je nutné, aby transpozice schválené legislativy k RED II proběhla včas a dohodnutá dílce byla konzistentním názorem státu, zemědělského sektoru, výrobců biopaliv a výrobců a distributorů pohonných hmot pro dopravu. Vzhledem ke kompetencím ve státní správě by mohla být legislativa k RED II transponována prostřednictvím novely zákona o podpoře obnovitelných zdrojů a příslušného legislativního předpisu. Schválen by měl být nejpozději do 30. 6. 2020. Předkladatelem novely zákona by mělo být Ministerstvo průmyslu a obchodu. K projednání transpozice legislativy k RED II může být s výhodou využito mezirezortní skupiny Alternativní paliva či pracovní skupiny Čistá mobilita. Vhodným vládním nástrojem pak NAP Čistá mobilita.

Za velmi důležitý prvek vedoucí ke splnění cílů RED II je smysluplná ekonomická podpora vedoucí k obnově autoparku vozidel a investiční podpora nových technologií pro výrobu vyspělých biopaliv a zajištění vhodných surovin.

V rámci osvětové činnosti státní správy a petrolejářských společností je třeba připravit program informací (sortiment a kvalita) o zařazení nových paliv na trh.

Základní srovnání vlastností alternativních paliv se standardními

Efektivnost využití paliva a energie v dopravě je závislá na výhřevnosti (MJ/litr, MJ/Kg). Největší výhřevnost vykazuje vodík a sestupně následují zemní plyn, LPG, benzin, motorová nafta, ethanol a methanol.

Dalšími faktory užití paliv pro dopravu závisí na emisích při jejich spalování, skladovatelnosti, přepravě a tankování do vozidla.

Výběr vhodného budoucího paliva pro hromadnou silniční dopravu by se měl odvíjet od těchto kritérií:

- výhřevnost
- emisní stopa
- dostupnost/cena
- distribuce/doprava, skladování, tankování.

Základní informace o těchto vlastnostech je uvedena v tabulce 2.



Tabulka 2

Palivo/energie	výhřevnost (MJ/litr)	emise (kg/GJ)	dostupnost	distribuce
automobilový benzin	32	95,3	výborná	výborná
motorová nafta	36	95,1	výborná	výborná
LPG	46 (MJ/kg)	73,6	výborná	výborná
CNG	34 (MJ/m ³)	69,3	omezená	výborná
vodík	119 (MJ/kg)	0,0	není	omezená
bioethanol	24	30,0	omezená	výborná
FAME	33	34,0	omezená	výborná

5.5 Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístupů v praxi

Především je třeba konstatovat, že ve splnění cílů v náhradě fosilní energie energií na bázi OZE a snížení emisí skleníkových plynů ze spalování paliv existují významné bariery, které se časově a místně ve značné míře odlišují. V současné době lze v tuzemských podmínkách identifikovat tyto:

- nedostatečné zdroje nepotravinářské biomasy, navíc vybilancované ve prospěch energetické spotřeby pro výrobu elektřiny a tepla;
- vybilancované komunální a zemědělské bioodpady ve prospěch zemědělské výroby tepla a elektřiny;
- nedostatečné výzkumné a vývojové kapacity pro nové technologie paliv pro dopravu;
- absence technologické spolupráce s evropskými kapacitami pro vývoj těchto technologií;
- absence koordinované ekonomické podpory jak vývoje, tak realizace nových technologií, zbytečná administrativa;
- roztržité oborové priority technologického vývoje v dopravě;
- absence společensko-politické podpory nových technologií, chybí koordinační úloha státu;
- realizace technologie pro výrobu vyspělých biopaliv a vodíku s ohledem na surovinové zdroje a investiční náročnost.

Odstranění těchto bariér vyžaduje politickou podporu a úzkou spolupráci státu, VaV základny a zemědělství a průmyslu.

5.6 Závěr

Hledání alternativních paliv a pohonů pro dopravu, zejména silniční, není vůbec novou záležitostí. Na začátku minulého století v USA spolu soupeřil pohon elektřinou, petrolejářskými produkty (benzinem a motorovou naftou) a parou. V třicátých letech pak trh paliv zcela ovládl pohon automobilů na benzin a motorová nafta. Bylo to především nadbytkem ropy, technologií jejího zpracování na silniční paliva, vlastnostmi a kvalitou a snadnou manipulací při distribuci ke konečným spotřebitelům (motoristům). Stejnou měrou k dominanci vozidel se spalovacím motorem přispěla výroba automobilů v širokém sortimentu a ohromném množství ze sériové výroby. To přispělo k tomu, že cena automobilu se spalovacím motorem byla 7x levnější než cena elektromobilu. Hegemonii ropných produktů v dopravě narušila na straně poražených ve 2. světové válce nedostatek ropy (hledaly se alternativy). Na straně vítězů, kteří měli přebytek ropy, naopak zvýšená spotřeba vedla k zdokonalení a zefektivnění výroby paliv na bázi ropy. Po zbytek 20. století proto jasně



ropa jako palivo a petrochemická surovina dominovala a mluvilo se o „století ropy“. Po 2. světové válce nastala éra prosperity a životní úrovně obyvatelstva. To vedlo k tomu, že velmi vzrostl zájem o automobilismus a tím i o paliva na bázi ropy. V roce 1950 bylo na světě provozováno cca 430 mil. automobilů a spotřeba ropy byla 10,3 mil. bbl/den. V roce 2000 jezdilo po světě cca 700 mil. automobilů a spotřeba ropy byla cca 77,5 mil. bbl/den. V tomto období došlo k dalšímu fenoménu ekonomiky světa. V Číně a posléze v Indii a dalších státech vzrostla hospodářská síla a ta akcelerovala i zlepšení postavení občanů, což vedlo k populační explozi a tlaku na růst životní úrovně. Ten se projevil tlakem na zlepšení přístupu k mobilitě širokých vrstev obyvatel. Dnes se předpokládá, že kolem roku 2040 budou na světě jezdit cca 2 miliardy aut a spotřeba paliv vzroste v ropném ekvivalentu na 104,4 milionů bbl/den. To bylo signálem politikům, aby pootočili kormidlo a spotřebu energií pro dopravu začali směřovat k alternativám v obavě, že ropa v dohledném horizontu bude vyčerpána a její cena dosáhne ceny 200 USD/bbl. Politici na celém světě tuto prognózu řeší především regulačními opatřeními a takřka zapomínají na působení trhu. V podstatě se tedy vracíme na začátek minulého století. Určitě na vyšší technické úrovni.

Pro splnění těchto cílů bude proto nutné:

- aby transpozice schválené legislativy k RED II proběhla včas a dohodnutá dikce byla konzistentním názorem státu, zemědělského sektoru, výrobců biopaliv, výrobců a distributorů pohonných hmot pro dopravu a automobilového průmyslu. Vzhledem ke kompetencím ve státní správě by mohla být legislativa k RED II transponována prostřednictvím novely zákona o podpoře obnovitelných zdrojů a příslušného legislativního předpisu. Schválen by měl být nejpozději do 30. 6. 2020. Předkladatelem novely zákona by mělo být Ministerstvo průmyslu a obchodu. K projednání transpozice legislativy k RED II může být s výhodou využito mezirezortní skupiny Alternativní paliva či NAP Čistá mobilita;
- aby existovala smysluplná ekonomická podpora vedoucí k obnově autoparku vozidel a investiční podpora nových technologií pro výrobu vyspělých biopaliv a zajištění vhodných surovin výrobu vodíku a konverzi CO₂;
- připravit program informací (sortiment a kvalita) o zařazení nových paliv na trh a informovat společnost.

I když lze velmi dobře předpokládat, že fosilní paliva pro silniční dopravu na bázi ropy budou dominovat na trhu ještě v letech 2035 až 2040, je nejvyšší čas, aby se společnost a průmysl adaptovaly na významné změny představované přechodem na jiný typ energií pro dopravu. Bude to znamenat jak změny odborné, tak i změny sociální politiky.

Přechod na jiný zdroj energie v dopravě je zcela systémový a bude znamenat i změnu myšlení a orientace motoristů. Realizace bude možná jen za jejich porozumění.

Přechod na jiný typ energie pro dopravu bude dlouhodobý a bude znamenat i obrovské investiční a jiné náklady na realizaci. S ohledem na otevřenost zemí v Evropě musí celý proces změny probíhat koordinovaně, v dostatečném časovém rozmezí a s využitím dostupných vědeckých výsledků.

Vývoj alternativ se musí odvíjet od specifických podmínek jednotlivých zemí, zejména s ohledem na zdroje a technickou úroveň. Zvolené technologie musí být komplexně analyzovány a nesmí podlehnout politickým tlakům.



6. SILNIČNÍ DOPRAVA A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

6.1 Charakteristika průmyslových a společenských změn

O jednom z nejzávažnějších problémů dopravy a to zejména v důsledku jejich významného rizika pro zdraví člověka, se v současné době hovoří nejčastěji ve spojitosti se znečištěním ovzduší, avšak nezanedbatelný je také podíl na znečištění dalších složek životního prostředí, jako jsou např. podzemní a povrchové vody, půda, biota. Nelze opomenout ani zábor půdy dopravní infrastrukturou a fragmentaci krajiny, které ovlivňují migraci živočichů a biodiverzitu. Neopomenutelnou část zátěže životního prostředí představuje již samotná výroba vozidel a současně produkce značného množství odpadů po ukončení jejich životnosti, obsahující celou řadu nebezpečných látek. Zatímco výše uvedené důsledky jsou spojovány spíše s dlouhodobějšími negativními vlivy, se vzrůstající mobilitou stoupá i počet akutních náhodných znečištění v podobě havárií, které mohou mít pro životní prostředí dalekosáhlé následky zejména při nehodách vozidel přepravujících nebezpečné věci.

Problematika vlivu dopravy na životní prostředí a výzkum v této oblasti je jednou z priorit vyspělých zemí světa včetně zemí EU, jak dokládá jeho podpora jak rámcovými programy financovanými přímo EU, kde se udržitelná doprava pravidelně objevuje jako jedna z priorit, tak celou řadou dalších iniciativ a programů zaštiťovaných EU nebo jinou významnou mezinárodní organizací. Prioritu řešení této problematiky dokládá také evropská technologická platforma ERTRAC v rámci své SVA.

V roce 2013 došlo k aktualizaci a schválení Dopravní politiky ČR pro období 2014 – 2020 s výhledem do roku 2050 (dále jen Dopravní politika), která je základním strategickým dokumentem v sektoru doprava. Základní principy nové Dopravní politiky se od předchozí Dopravní politiky nemění. Dopravní politika deklaruje to, co stát a jeho exekutiva v oblasti dopravy musí učinit (mezinárodní vazby, smlouvy), učinit chce (bezpečnost, udržitelný rozvoj, ekonomika, životní prostředí, veřejné zdraví) a učinit může (finanční a prostorové aspekty). Mezi základní témata, kterými se Dopravní politika v rámci dosažení svých cílů především zabývá, jsou zahrnuty i oblasti související s dopadem dopravy na životní prostředí a zdraví, konkrétně se jedná o:

- omezení vlivů dopravy na životní prostředí a veřejné zdraví,
- podpora multimodálních přepravních systémů,
- rozvoj městské, příměstské a regionální hromadné dopravy v rámci IDS,
- zaměření výzkumu na bezpečnou, provozně spolehlivou a environmentálně šetrnou dopravu,
- snižování energetické náročnosti sektoru doprava a zejména její závislosti na uhlovodíkových palivech.

Snižování dopadu na veřejné zdraví a životní prostředí

Cíl je průřezového charakteru a týká se všech ostatních cílů Dopravní politiky. Je shrnutím hlavních opatření. Doprava v České republice, obdobně jako i v jiných vyspělých státech, tvoří jeden z hlavních antropogenních faktorů, který při svém rozvoji nepříznivě ovlivňuje kvalitu životního prostředí. Dopravní politika ČR formuluje řadu opatření vedoucích ke



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



snížení vlivů dopravy na veřejné zdraví, globální změny klimatu a životní prostředí. Především zvyšování dopravní zátěže (zejména individuální automobilovou dopravou) ve spádových oblastech měst a doprava ve městech samotných jsou negativním důsledkem suburbanizace. Tato situace koresponduje se specifickým problémem České republiky, kterým je nedostatečné vzájemné propojení krajských center a dosavadní koncentricky orientovaná dopravní síť. Zajištěním kvalitní a vyspělé infrastruktury, která stimuluje rozvojové impulzy do okolí a odlehlých a méně rozvinutých oblastí, by mělo současně docházet ke zvýšení komfortu života a snížení negativních dopadů „provozu“ sídel na jejich (a okolní) životní prostředí, a tudíž na kvalitu života jejich obyvatel.

V souvislosti s globálními změnami klimatu je v sektoru dopravy základním opatřením omezování emisí skleníkových plynů vzešlých ze spalování fosilních pohonných hmot (např. zlepšování emisních parametrů dopravních prostředků, podpora nízkoemisních či bezemisních módů dopravy, zvýšení plynulosti dopravy, rozvoj užívání alternativních energií, optimalizace přepravních výkonů nutných pro zajištění potřebné mobility osob a zboží). Základními obecnými principy adaptačních opatření v sektoru doprava jsou princip prevence a princip předběžné opatrnosti. Základním specifickým principem adaptačních opatření v sektoru doprava je princip zajištění udržitelné mobility. Na základě těchto principů je možno definovat konkrétní principy pro formulaci přímých i nepřímých adaptačních opatření na globální změny klimatu.

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

Hluk z dopravy představuje velmi významný vliv na veřejné zdraví a životní prostředí s velkoplošným dopadem. V oblasti snižování hlukové zátěže způsobené dopravou je nutné navrhovat taková opatření, která hluchost redukuje buď přímo u zdroje jeho vzniku (aktivní), nebo na dráze šíření (pasivní). Navrhovaná opatření by měla umožnit zlepšení nepříznivé akustické situace z hlediska zasažení obyvatelstva i území hlukem. Snížení emisí nečistot v ovzduší z dopravy přímo závisí na dopravní intenzitě, skladbě a plynulosti dopravního proudu. Navrhovaná opatření by měla být zaměřena především na snížení intenzit silniční osobní i nákladní dopravy prostřednictvím užší spolupráce mezi dopravci působícími v různých druzích dopravy, a také na zvýšení podílu vozidel využívajících alternativní paliva. Celostátně platná opatření ke snížení vlivů dopravy na znečištění ovzduší jsou v kompetenci především MD (gestor za limity nečistot z výfuku vozidel v rámci EU) a MPO (alternativní paliva), případně jsou automaticky implementovány v rámci harmonizace legislativy ČR s předpisy EU. Opatření na regionální a lokální úrovni zahrnují zejména budování městských okruhů, rozvoj integrovaných dopravních systémů, parkovací politiku, omezení provozu v centrech měst, podporu veřejné a nemotorizované dopravy, omezení vjezdu do některých částí měst, zavedení zón snížené rychlosti ve městech, placené vjezdy do vybraných částí měst, podporu a zlepšování kvality MHD, vypracování regulačního řádu při řešení smogových situací, podporu systémů „Park and ride“, „Kiss and ride“ a „Bike and ride“.

Dílejší aktivity:



- Minimalizovat negativní vlivy hluku a imisí z dopravy, které mají svůj původ v dopravě, a to vhodnými opatřeními na dopravní infrastrukturu.
- Podporovat opatření vedoucí ke zvýšení podílu nízkoemisní nákladní dopravy.
- Postupně odstraňovat ekologické zátěže vyvolané stávající infrastrukturou, na stávající infrastrukturu uplatňovat opatření na ochranu před hlukem a vibracemi, a to přednostně v hustě obydlených místech s překročenými hygienickými limity hluku.
- Minimalizovat negativní vlivy dopravy na veřejné zdraví, stabilitu ekosystémů v krajině, jejich struktury, vazby a funkce.
- Postupně zvyšovat průchodnost dopravní infrastruktury pro volně žijící organismy a člověka. Při výstavbě a rekonstrukcích dopravních staveb využívat technická a jiná řešení zajišťující funkční propustnost pro živočichy a zajistit zprůchodnění stávajících dopravních staveb v úsecích s prokázaným významným fragmentačním vlivem.
- Zohledňovat dopravní problémy v plánech rozvoje dopravy krajů a měst a obcí k dosažení imisních limitů, např. budováním obchvatů a zřizováním nízkoemisních zón.
- Přednostně posilovat kapacitu stávajících dopravních koridorů před budováním souběžných komunikací s obdobnou kapacitou dopravy obsluhujících stejná území. Dopravní koridory a stavby plánovat, navrhovat a realizovat s ohledem na požadavek zajištění konektivity populací volně žijících živočichů a zajištění jejich dostatečné migrační propustnosti.
- Snižovat závislost dopravy na energii na bázi fosilních paliv.
- 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.).
- Zavádět opatření k dodržování maximální povolené rychlosti na dálnicích a rychlostních silnicích (vyšší rychlosti znamenají větší spotřebu energií a vyšší produkci škodlivých látek).

Internalizace externích nákladů jako inovativní zdroj financování

Podle dostupných odhadů činí nejběžnější externí náklady (náklady na kongesce, dopravní nehody, znečištění ovzduší, hluk a globální oteplování) 2,6 % HDP. Tyto náklady obecně platí všichni občané, což znamená, že nedochází k úplné aplikaci principu uživatel a znečišťovatel platí. Již v roce 2008 předložila Evropská komise návrh postupné strategie internalizace externích nákladů ve všech druzích dopravy. O příjmech ze zpoplatnění externích nákladů se přitom v posledních letech živě diskutuje jako o možném novém „udržitelném“ zdroji financování dopravní infrastruktury.

V roce 2011 přijatá novela směrnice Euroviněta dává ČR prostor zavést vedle zpoplatnění samotného provozu na pozemních komunikacích (mýto) i zpoplatnění některých vybraných externích nákladů (hluk a znečištění ovzduší). V zájmu řešení problémů s kongescemi umožňuje tento předpis i flexibilnější přístup při stanovování sazeb mýta podle denní doby. Využití těchto nástrojů se jeví jako žádoucí nejen z hlediska získání dodatečných finančních zdrojů, ale i vzhledem ke geografické poloze ČR (tranzitní země) a očekávanému zavedení tohoto systému v některých sousedních zemích (minimálně půjde o Rakousko). V opačném případě by se ČR mohla potýkat s nežádoucím nárůstem mezinárodní tranzitní dopravy, které by bylo důsledkem nižších nákladů za tranzit přes její území více než přes okolní státy. Nelze



opomenout ani přínos tohoto opatření z hlediska vytváření srovnatelných podmínek pro jednotlivé druhy dopravy.

V souladu s projednávanou evropskou legislativou v oblasti železniční dopravy (revize 1. železničního balíčku) je žádoucí přistoupit rovněž k zavedení diferenciacie ceny za užití železniční dopravní cesty podle míry hluku způsobovaného železničními vozidly. Toto opatření poskytne železničním dopravcům vhodný stimul k provedení obnovy vozového parku, což povede k dalšímu posílení konkurenceschopnosti tohoto druhu dopravy.

V dlouhodobém horizontu bude nutné reagovat na konkrétní obsah budoucích iniciativ Evropské komise v dané oblasti, jak jsou avizovány v aktuální Bílé knize, které by měly vést k další harmonizaci v dané oblasti.

Dílčí aktivity (opatření):

- Přistoupit v souladu s novelou směrnice Euroviněta v oblasti nákladní silniční dopravy ke zpoplatnění vybraných externích nákladů (hluk, nehody a znečištění ovzduší).

Zajištění energií pro dopravu

EU vnímá sektor doprava jako významný strategický prvek, a to včetně návaznosti na stabilitu energetických sítí (důraz na smart grids a elektromobilitu) a oblasti diverzifikace rizik plynoucích ze surovinové a energetické náročnosti. Proto je v Dopravní politice energetické problematice věnována vedle zdrojů finančních samostatná část. Dopravní politika v tomto směru navazuje na Státní energetickou koncepci (SEK) a přináší další aspekty, které v SEK nejsou řešeny (energetiky se zprostředkovaně týkají i ostatní kapitoly zaměřené na zefektivnění provozu, zavádění ITS a vytváření podmínek pro větší využívání energeticky méně náročných druhů dopravy).

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 modelem 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. Problematika energetiky pro dopravu bude řešena v souladu se Státní energetickou koncepcí.

Dílčí aktivity (opatření):

- Podporu směřovat zejména na vybudování veřejných napájecích systémů ve větších městech pro hromadnou dopravu.



- Pokračovat v zavádění postupně se zpřísnujícího legislativního omezení emisí z vozidel.
- 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.
- Prostřednictvím veřejných investic do infrastruktury dokončit v co nejkratší době základní síť dopravní infrastruktury.
- 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.
- Vytvářet podmínky pro vybavení dopravní infrastruktury napájecími a plnicími stanicemi pro alternativní energie v souladu s procesy řešenými na evropské úrovni.
- Směřovat ke zvýšení podíl obnovitelných zdrojů v celkové spotřebě energií v dopravě do roku 2020 na úroveň 10 % dle dohod EU5.
- Snižování spotřeby automobilových benzínů a motorové nafty v dopravě a jejich náhrada alternativními palivy. S ohledem na rafinační proces podporovat vhodnou fiskální politikou vyváženost spotřeby automobilových benzínů a motorové nafty i ve vazbě na očekávaná opatření EU. Zvyšovat podíl alternativních paliv.
- Snižit emise NO_x, VOC a PM 2,5 ze sektoru silniční dopravy obnovou vozového parku ČR a zvýšením podílu alternativních pohonů.
- Snižit ztráty při provozu napájecích soustav a zařízení v elektrické trakci.
- Zvýšit účinnost přeměny u hnacích vozidel v kolejové dopravě při obnově vozidlového parku.
- Zajistit využívání rekuperace energie na elektrizovaných tratích SŽDC.
- Pokračovat v elektrizaci železniční a městské dopravy; snižovat podíl přeprav zboží a osob využívajících k přemístění zboží energii z ropy a postupný přechod k přepravním systémům postaveným na vyšším podílu energií získatelných z obnovitelných zdrojů.
- Provéřit možnosti bezpečné přepravy LNG po vnitrozemských vodních cestách z pobřežních terminálů.

6.2 Popis hlavních trendů technologického vývoje

Ovzduší

a) Plán udržitelné městské mobility (SUMP)

Víme, že sílí tlak na současná dopravní řešení, na stávající infrastrukturu i veřejný prostor. K tomu je třeba připočítat problémy s dopravními kongescemi a s tím souvisejícími dopady na bezpečnost provozu a dopady na životní prostředí, především hluk a znečištění ovzduší.



Komplexní problémy dopravního systému lze řešit jen pomocí celistvého a integrovaného přístupu. Vzhledem k dynamicky se měnícím podmínkám je takový přístup jediným způsobem, jak najít dlouhodobé řešení v oblasti mobility. Tyto vzájemně propojené podmínky jsou charakteristické zejména pro městské struktury. Pokud tyto aspekty nerespektujeme, může to vést nejen ke špatně vynaloženým investicím, ale také k již nevratným procesům. Důležitou úlohou plánování je hledání kompromisu mezi mnohdy protichůdnými zájmy. Hledání shody je důležité zejména proto, že plánování dopravy nikdy neprobíhá samo o sobě, ale v těsné souvislosti s rozvojem města, a to vše v rámci celkové politické atmosféry a daných finančních možností.

Integrovaná dopravní strategie zahrnuje všechny druhy dopravy a musí být posílena souvisejícími plány, jako je územní plánování, strategie rozvoje města nebo také socioekonomické strategie. Tyto strategie se totiž navzájem ovlivňují. Jednotná celistvá dopravní politika vyvažuje jednotlivé módy dopravy a dopravní prostor tak, že každému dopravnímu prostředku dává svoji funkci v rámci systému dopravní obslužnosti území. Výsledkem úspěšné dopravní politiky je, že cestovní doba všech uživatelů se zkrátí. Město bude bezpečnější a kvalita života všech občanů se zvedne.

Možné řešení - Plán udržitelné městské mobility (SUMP)

Řešením může být zpracování specifického strategického dokumentu, tzv. Plánu udržitelné městské mobility (SUMP), který se snaží najít odpověď na to, jak skloubit zájmy obyvatel zájmového území s bezpečností, parkováním, řešením nákladní dopravy, tvorby veřejného prostoru s preferencí chůze a jízdy na kole a v neposlední řadě i otázku role veřejné dopravy. SUMP chce zjednodušeně nabídnout možnost bezpečného, pohodlného a efektivního pohybu lidí i věcí - mobility. Přesný postup zpracování SUMP pak představuje metodika, kterou Centrum dopravního výzkumu, v.v.i. vydalo v roce 2016. K dispozici je pak ještě celá řada dalších podkladů a příkladů ze zahraničí.

Nicméně realizace prvních SUMPů v českých podmínkách naznačuje, že praxe se trochu rozchází s teorií a stále přetrvává k danému dokumentu nedůvěra, nebo je špatně chápán. Z dosavadních zkušeností jsme identifikovali ve zpracování SUMP v ČR tyto problémy:

Dokument SUMP představuje „západoevropskou“ filozofii, která ne zcela odpovídá výchozím podmínkám ČR (například kultura dlouhodobého sledování či vyhodnocování investic, existence klíčových strategií a jednotných regulativů, sociální odpovědnost, nepochopení významu využití výhod jednotlivých módů dopravy).

Dokument SUMP má způsobit změnu v podílu přepravní práce, nikoliv realizovat generely dopravy, či přejít na elektrická vozidla, tak jak je to často interpretováno v Česku.

Dokument SUMP je v Česku prioritně zaměřen na infrastrukturní projekty (je technokratický) opravdu silný participativní charakter za spoluúčasti nejrozličnějších partnerů, místních obyvatel a významných zájmových skupin. O tom sice teorie hovoří, ale reálně se stávající plány nadále zabývají primárně otázkami dopravní infrastruktury.

Je nutná politická vůle ke změnám.

Hnacím motorem úspěšného SUMP je politická vůle příslušných rozhodovacích orgánů. Praxe ukazuje, že ve městech je stále málo politiků, kteří stojí za změnami a vidí budoucnost dále než pouze své volební období, a nemají sílu a dostatek argumentů, aby dokázali o potřebnosti změn přesvědčit své kolegy v radě a v zastupitelstvu. Většina z nás ví, že auto



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



potřebujeme k našemu životu, ale na druhé straně víme, že je jich někdy mnoho a v dopravních kongescích strávíme čas, který by se dal využít efektivněji. Tato změna pohledu je jedním z základních principů SUMP a symbolem kvality řešení městské mobility, veřejného prostoru a dopravy. Cílem je podporovat integrovanou/inkluzivní dopravu, jejímž základem jsou potřeby nás lidí. Středem pozornosti je tak hlavně člověk a jeho životní pohoda.

Je třeba stanovit ambiciózní vizi pro budoucí udržitelnou mobilitu.

V Česku se zatím města bojí stanovit vizi, která by hovořila o konkrétním snížení automobilové dopravy. Vize se může stát efektivním marketingovým nástrojem pro inovativní opatření v oblasti dopravy a mobility. Je-li vize správně formulovaná, může mít pozitivní vliv na ekonomický růst a zaměstnanost. Také může městům pomoci k dosažení vytčených konkrétních cílů. Vize ale musí být spojena s konkrétním závazkem. Vzorem nám může být např. Vídeň (cíl snížení IAD byl stanoven na 15% do roku 2050), Curych, či Lipsko. Vizi si sice každé město musí stanovit samo, ale doporučuje se přijít s návrhem, aby celkový podíl udržitelné dopravy na dělbě přepravní práce dosáhl výše 75%, kde udržitelnou dopravou rozumíme veřejnou hromadnou dopravu, pěší a cyklistickou dopravu. Někde je dominantní veřejná doprava, jinde cyklistická, či pěší. V tomto případě je vize především o postoji a o principu myšlení, která má městům pomoci pochopit nasměrování.

Je třeba zapojit zainteresované subjekty a veřejnost.

Participace znamená, že od samotného začátku navrhování bude veřejnost přizvána k aktivní účasti stanovení cílů. Participační strategie musí být založena na snaze otevřít strategické plánování veřejnosti a dalším aktérům ve městě. Pokud se má veřejnost angažovat, potřebuje mít k dispozici relevantní informace a je třeba ji seznamovat průběžně s moderními principy plánování a tím předcházet budoucím problémům.

Dopravní plánování má vést ke snížení nároků na dopravní systém.

Hlavním principem je opět rozvíjení konceptu „města krátkých vzdáleností“, kdy plánování vychází z „paralelního modelu“, který je založen na tom, že každý druh dopravy je přínosný. Usiluje o vytvoření rovnovážného dopravního systému. V dopravním plánování tedy nemá být kladen důraz na zvyšování mobility založené na automobilové dopravě, ale zejména na lepší dosažitelnost cílů cest všemi mody dopravy, které jsou vzájemně propojené.

SUMP nepreferuje jen bezpečnost a plynulost IAD, ale i dalších účastníků provozu.

Bezpečnost silničního provozu je obecně postavena na třech pilířích – lidský činitel, vozidlo, infrastruktura, což i v SUMP zůstává. Nicméně bezpečnost musí být v kontextu SUMP řešena i z pohledu řešení mobility. Je třeba spojit zvyšování bezpečnosti s možnými změnami v celkově dělbě přepravní práce, které chceme ovlivnit právě SUMP.

Analýza parkovací politiky v centru se musí vyvarovat standardních chyb.

Často je kladen velký důraz na parkování vozidel s cílem navýšit počet parkovacích míst, což je v rozporu s obecnými cíli SUMP. V dotazníkovém šetření je nutné vyhnout se otázce: a podceňuje význam měkkých nástrojů, do kterých patří i komunikační strategie, tj. umění vysvětlit nutné změny tak, aby je občané města pozitivně přijali.

V následující části se zaměříme na nejčastější chyby, které byly nalezeny při studování stávajících dokumentů SUMP, či generelů dopravy. Současně se jedná o rychlý přehled toho, čemu je třeba věnovat zvýšenou pozornost.

Do procesu SUMP musí být zahrnuta mezioborovost.

Aby byly SUMPy úspěšné, musí zahrnovat nejen otázky mobility a dopravní infrastruktury, ale musí se zohledňovat také širší společenské, environmentální a ekonomické aspekty a mít



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



„chybí vám parkování v centru města?“ V takovém případě je velmi pravděpodobné, že většina odpoví, že ano. Je třeba důsledně rozlišovat parkování v centru mezi parkováním rezidentů a krátkodobým a dlouhodobým „odložením“ vozidla lidí nežijících v dané oblasti. Následná opatření by měla být zaměřena právě na řešení dlouhodobého „odložení“ vozidel.

Je třeba navrhovat ambiciózní opatření.

Jak již bylo napsáno, SUMP je strategický plán, který určuje směr, či postoj, který vede ke stanovení nových, ambiciózních cílů směřujících k udržitelné mobilitě. SUMP tak v návrhové části určuje konkrétní cíle a opatření, které jsou realistické s ohledem na současnou situaci ve městě a jejím okolí. Návrhová část obsahuje řadu opatření, ale veřejnost bude vždy vnímat ta opatření, která jsou vidět - 1. Veřejná doprava, 2. Nové stavby pro automobilovou dopravu, 3. Revitalizace veřejného, či uličního prostoru, 4. Zklidňování dopravy, 5. Parkovací politika, 6. Pěší a cyklistická doprava. Mnohá opatření mohou být navrhována nejen podle zahraničních, ale již i tuzemských zkušeností, které se již osvědčila. Další otázkou je, nakolik se využívají moderní informační technologie a principy Smart Cities.

Akční plán využívá výběr balíčku opatření.

Je pravda, že akční plán musí vycházet z finančních možností města dle rozpočtových kapitol a externích zdrojů. Peníze by měly směřovat na vybudování efektivní infrastruktury, v jejímž rámci se bude přepravovat co největší počet osob, za co nejnížší možné náklady. Při tvorbě akčního plánu se tak může stát, že i když např. celý dokument hovoří o významu „integračních opatření“ (např. realizace „levných“ cyklistických pruhů), tak veřejnost a politici si vyberou dražší variantu segregovaných cyklostezek. Důvodem výběru není rozpor s normou, ale domněnka, že cyklistické pruhy jsou nebezpečné a na komunikaci je nutné zajistit především parkování. Ale co když je balíčkem opatření myšleno také to, že město a kraj postupuje jednotně při zpracování či realizaci projektové dokumentace? Nebo když se budují nová parkovací místa pro auta, pak se může uvolnit prostor na ulicích pro cyklistické pruhy.

Je třeba zavést systém auditu a management kvality v SUMP.

Doposud je SUMP vnímám jako dokument, který realizuje vybraná firma a svým způsobem je pak sama kontrolována a možná i směřována někam, kam sama nechce. Proto je dobré, aby samotný SUMP prošel auditem, který by poskytl náhled na současnou strategii městské dopravy a její realizaci. Díky auditu by bylo možné zkvalitnit současné plánovací a realizační procesy i vybraná opatření v oblasti městské mobility. Jedná se de facto o hodnocení strategických plánů a stávajících dopravních politik. Města mají k dispozici řadu forem auditů a to např. prostřednictvím Místní agentury 21.

b) ITS – informativní systémy

V posledních několika letech lze pozorovat výrazný nárůst závislosti lidí na osobní a nákladní dopravě. Avšak zvyšující se objem dopravy má negativní vliv na životní prostředí a je navíc náročný na energetické zdroje. Kvůli nárůstu intenzity a hustoty dopravy bývají komunikace velmi často na hraně své kapacity. Dopravní síť však nelze rozšiřovat donekonečna.

Podstata ITS spočívá v tom, že obsahují nebo jsou sestaveny z částí, které jsou schopny sbírat a zasílat informace (data) o stavu určitého vozidla nebo zařízení do řídicí jednotky nebo operátorovi. Za určitých podmínek řídicí jednotka sama zašle zpět příslušné pokyny (nebo je pokyn zadán manuálně operátorem). Tato akce aktivuje zařízení pro řízení procesu (např.



soubor zařízení určený pro řízení silničního provozu jako např. symboly na proměnných dopravních značkách, návěstní znaky na světelných signalizačních zařízeních apod.). V mnohých aplikacích ITS jsou systémy družicové navigace klíčovou komponentou, protože polohová informace z těchto systémů je integrována do aplikací ITS. Hlavním přínosem zavádění inteligentních systémů a služeb z hlediska společenských přínosů je zvýšení bezpečnosti a spolehlivosti dopravy. Česká republika vnímá tuto problematiku ITS velmi intenzivně, celoevropské snahy podporuje, a proto se snaží zvýšit podíl ITS na řízení a zabezpečení dopravních a přepravních procesů celým komplexem opatření. Rozvoj ITS nepodporuje pouze Ministerstvo dopravy, ale také krajské a městské úřady. V praxi se postupně zavádějí systémy ITS (např. hlavní řídicí ústředny ve velkých městech, aplikace pro sledování intenzity dopravy, pro monitorování počasí, aplikace ITS pro zvýšení bezpečnosti tunelů a podobně).

Z celkem 26 projektových záměrů uvedených v aktualizaci Implementačního plánu k Akčnímu plánu rozvoje ITS již byly dokončeny 3 projekty. Dalších 8 projektů je v současné době realizováno a 6 projektů je ve stádiu přípravy. Nově je přidáno 5 projektových záměrů z oblasti silniční dopravy. Zbýlé projektové záměry jsou ve stádiu ideového záměru. Projekty se mimo jiné věnují rozvoji Národního dopravního informačního centra (NDIC) v Ostravě. Zaměřují se především na další rozvoj NDIC v návaznosti na aktuální potřeby a trendy v oblasti organizace a řízení dopravy, modernizaci technického vybavení NDIC, na zavedení jednotného formátu pro výměnu dopravních informací, na konsolidaci datových zdrojů aj. Společným cílem těchto projektových záměrů je lepší výkon a kvalita funkcí poskytovaných NDIC, plnění cílů a opatření vyplývajících ze strategických dokumentů sektoru dopravy v ČR. U projektových záměrů týkajících se řízení a ovlivňování silničního provozu se jedná například o doplnění informačních portálů na dálnicích, případně o modernizaci existujících systémů dopravní telematiky. Významným projektovým záměrem je mimo jiné výstavba liniového řízení dopravy. Přínosem systémů ITS pro řízení dopravy je zvýšení plynulosti, kapacity komunikací, a tím i bezpečnosti silničního provozu.

Další možností využití ITS jsou tzv. chytrá řešení, mezi která lze zařadit např. chytré lampy. Nová technologie je součástí chytrých sítí, které by v budoucnu měly protkat velká města. Zvýší se komfort i bezpečnost jejich obyvatel. Kromě toho bude tento systém chránit životní prostředí. Příkladem je spolupráce firmy Pražská energetika, která ve spolupráci s Magistrátem hlavního města Prahy a společností Rozvojové projekty, a. s., začal zkušebně provozovat na několika lokalitách Prahy chytré lampy. Jde o prvek pouličního osvětlení, které však kromě osvětlovacího tělesa využívajícího energii pomocí úsporných LED zdrojů nabízí hned několik dalších užitečných „maličkostí“. Například měří znečištění ovzduší. Jejich součástí jsou snímače, které průběžně monitorují množství prachových částic v ovzduší, měří intenzitu hluku a teplotu. Naměřená data pomáhají kontrolovat kvalitu vzduchu, který obyvatelé měst dýchají. „Chytré lampy“ také zvyšují bezpečí obyvatel měst. Pomocí SOS tlačítek na jejich sloupech bude možné v případě nouze kontaktovat linku 112, integrovaný záchranný systém a přivolat tak pomoc, ať už při ohrožení zdraví či bezpečí obyvatel. Dále stožáry „chytrých lamp“ nabízejí zásuvky pro nabíjení jak elektromobilů, tak pro elektrokola. Další potěšující funkcí tohoto typu pouličního osvětlení budoucnosti je, že zajistí Wi-Fi připojení. Všichni obyvatelé, kteří se budou pohybovat v blízkosti „chytré lampy“, mohou využívat neomezené a rychlé připojení k internetu bez omezení dat.



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



Hluk

Hluková zátěž zejména v zastavěných oblastech představuje poměrně závažný negativní efekt, který přináší pozemní komunikace, resp. její využívání silniční dopravou. Evropská komise v této souvislosti v posledních letech vyhlásila řadu cílů, kterým se chce věnovat, aby se životní prostředí obyvatel i v této oblasti zlepšilo. Ukazuje se přitom, že výstavba protihlukových stěn bezesporu není řešení, jelikož esteticky a psychologicky bezesporu vysoké stěny nepředstavují krajinu a prostředí, ve kterém by člověk chtěl žít. Proto jsou podporovány aktivity některých evropských projektů (např. TyroSafe), jejichž cílem je kromě jiného věnovat se i zlepšení spolupůsobení pneumatiky a obrusné vrstvy vozovky, stejně jako i vlastní skladbě pneumatik. Jiné vývojové projekty se zaměřují na možnosti dalšího zlepšení konstrukce vozidel a zejména potom pohonů, které jsou jedním ze zdrojů hluku. V neposlední řadě pak samozřejmě existuje i technologický vývoj v oblasti materiálů a směsí používaných pro výstavbu obrusných vrstev a umožňující snižování hluku v důsledku úpravy některých vlastností, jako je např. textura povrchu. V této souvislosti lze zmínit jak drenážní asfaltové koberce či nízkohlučné asfaltové koberce mastixové, tak i drenážní betonové vrstvy nebo úpravu betonového krytu v podobě promývaného betonu.

Problematika hluku dnes představuje jedno z klíčových témat řešených v souvislosti s rozvojem dopravy a dopravní infrastruktury v rámci Evropské unie. V případě silniční infrastruktury má hluk způsobený vozidly řadu zdrojů, přičemž jedním z těchto zdrojů je hluk vznikající na styku pneumatiky a povrchu obrusné vrstvy vozovky. Při snižování hluku z dopravy lze využít řadu opatření, která zahrnují tradiční a běžné aplikované instalace protihlukových stěn, snižování maximální povolené rychlosti či využití akustických výplní budov (oken). V České republice se dosud v omezené míře používá aplikace technologií asfaltových vrstev snižujících hlučnost, kdy lze dosáhnout snížení hladiny akustického tlaku o 3 až 7 dB. Tyto technologie mají svá specifika, přednosti, ale i omezující podmínky.

Uplatnění asfaltových směsí pro obrusné vrstvy se sníženou hlučností je s ohledem k jejich účelu napomoci snížit hlukovou emisi vznikající na styku pneumatiky pojezdového vozidla a vozovky omezeno výhradně na obrusné vrstvy. Využit lze tyto asfaltové vrstvy v závislosti na zvoleném typu (SMA NH, BBTM NH, jakož i BBTM 8B a AKO 8 navrhaných podle předběžných TP 148) na jakékoli pozemní komunikaci při splnění kvalitativních požadavků, které vymezují tyto technické podmínky. Důležitým rozhodovacím kritériem z hlediska akustické účinnosti je nejvyšší dovolená rychlost, která se u dané pozemní komunikace uplatní. Jak vyplývá ze zahraničních poznatků a bylo opakovanými měřeními prokázáno i v České republice, asfaltové směsi pro obrusné vrstvy se sníženou hlučností přináší maximální akustický útlum, pokud na pozemní komunikaci s významným podílem nákladních vozidel (jejich celkový podíl je alespoň 30 %) je nejvyšší dovolená rychlost alespoň 50 km/h nebo pokud na pozemní komunikaci využívané převážně osobními automobily je nejvyšší dovolená rychlost alespoň 40 km/h.

Níže jsou souhrnně uvedeny základní požadavky, proto aby mohly být splněny požadavky na nízkohlučné povrchy.



Kamenivo

Požadované kvalitativní parametry kameniva pro asfaltové směsi obrusných vrstev se sníženou hlučností, musí odpovídat požadavkům na kamenivo pro konstrukční vrstvy z asfaltových směsí dle řady norem ČSN EN 13108 v závislosti na zvoleném typu směsi (BBTM NH nebo SMA NH), jakož i ČSN 73 6121. Lze použít pouze drcené kamenivo. Vhodné je použití praného kameniva.

Jako vápencová moučka (filer) lze použít materiály splňující požadavky specifikované v normách řady ČSN EN 13108 pro asfaltové směsi typu SMA a BBTM.

Asfalt

Pro výrobu asfaltových směsí pro akustické obrusné vrstvy vozovek se používají:

- polymerem modifikované asfalty dle ČSN EN 14023 nebo dle aktuálně platné národní české technické normy pro tento typ asfaltových pojiv,
- nízkoviskózní asfaltová polymerem modifikovaná pojiva (průmyslově vyrobená), která obsahují některou z chemických přísad nebo vosků a splňují požadavky uvedené v příloze C technických podmínek TP 238,
- asfaltová pojiva modifikovaná pryží dle předběžných technických podmínek TP 148 nebo dle specifikací výrobce, který vlastnosti takového pojiva prokáže Stavebně-technickým osvědčením.

Přísady

Zejména v případě asfaltových směsí typu SMA NH je nezbytné pro omezení rizika stékavosti asfaltového pojiva aplikovat vhodné přísady typu minerálních či celulóзовých vláken. Dále se do jakékoli asfaltové směsi pro obrusné vrstvy se sníženou hlučností připouští použití přísad pro snižování pracovních teplot.

Energetická náročnost

V roce 2021 musí všechna nově vyrobená auta v Evropské unii emitovat méně než 95 g/km emisí oxidu uhličitého. V roce 2030 to musí být ještě o 35 % méně. Evropská unie tímto krokem, na kterém se shodli ministři životního prostředí členských zemí, de-facto zavádí povinnou výrobu elektromobilů. Pojišťuje si tak, že především německé automobilky skutečně splní. Čtyři země chtěly dokonce ještě vyšší snížení, a to o 40 %. Přibližně o třetinu nižší emise než v roce 2021 znamená maximálně asi 60 g/km. Pro zajímavost, emise 95 g/km odpovídají spotřebě 4,1 l/100 km benzínu nebo 3,6 l/100 km nafty.

Nejen díky této směrnici se technologické trendy v oblasti elektromobility nadále vyvíjí. Např. japonská automobilka Toyota vyvíjí nový typ baterie, kterou lze nabít během několika minut a která umožní podstatně delší dobu dojezdu. Vozy s touto baterií chce začít prodávat za pět



let, Současné elektromobily používají lithium-iontové baterie, které se nabíjejí 20-30 minut a na dobítí ujedou 300-400 kilometrů. Nový vůz Toyoty bude vybaven polovodičovou baterií, jejíž kapacita je mnohem větší a nabití trvá jen pár minut.

Klasická paliva

Současnou hysterii okolo zákazu vznětových motorů se snaží mírnit celá řada odborníků. Jak z vývoje automobilek, tak technických vysokých škol, ale i různých dodavatelů automobilové techniky a příslušenství. Firma Bosch, přední dodavatel automobilové techniky a příslušenství, nedávno představila řešení emisního systému, který podle představitelů této firmy zachrání vznětové motory. A to ne pouze na několik málo budoucích let, ale dokonce v delším časovém horizontu. Jakým způsobem se podařilo inženýrům firmy Bosch dosáhnout tak vynikajících hodnot, se nikde podrobně nedočtete. Tisková zpráva uvádí, že je to kombinací pokročilé technologie vstřikování nafty, nově vyvinutého řízení vstupu vzduchu do motoru a dále inteligentního řízení teploty motoru. Bosch navíc uvádí, že motor bude takto nízké hodnoty emisí vykazovat ve všech jízdních režimech. Nemělo by tedy na ně mít vliv, zda řidič pojede výletním tempem, nebo zda se svezí svižněji. Dle prvních zkušeností se proklamované výrazné snížení emisí oxidů dusíku (opravdu prý bylo naměřeno pouhých 40 miligramů na kilometr) údajně nedotklo ostatních výhod vznětového motoru, jakými jsou dynamika ve středních otáčkách či nízká spotřeba paliva, stejně jako emise oxidu uhličitého.

Dalším možným směrem vývoje snížení emisí oxidů dusíku představila Britská univerzita v Loughborough, které spolu vyvíjí emisní systém ACCT (Ammonia Creation and Conversion Technology), který je již dle britského Autocar v takovém stádiu rozpracování, že o něj projevují zájem automobiloví výrobci. Nový systém pracuje podobně jako technologie SCR. I v tomto případě dochází k přeměně močoviny AdBlue, ovšem ta není vstřikována přímo do výfuku, ale je přeměňována na speciální kapalinu, bohatou na čpavek (amoniak) na základě přesně stanovených podmínek ve speciální komoře, která je součástí výfukového potrubí. Tak jako u SCR zde dochází k chemické reakci, na jejímž konci zůstane pouze dusík a voda. Zásadní rozdíl mezi v současné době používaným SCR a ACCT spočívá také v tom, že díky kapalině ACCT je systém celkově účinnější, neboť si vystačí s mnohem nižší teplotou výfukových plynů, než stávající emisní systémy.

Systém ACCT byl zatím testován na voze Škoda, přičemž jízdní podmínky odpovídaly městskému používání s aktivovaným systémem stop/start. Při tom se ukázalo, že ACCT dokáže odbourat celých 98 procent oxidů dusíku (NOx) v porovnání s přibližně 60 procenty u stávajících emisních systémů pro Euro 6. Navíc jak uvádí Autocar, je ještě čas na další vývoj systému.

Fragmentace a krajina

Výstavbou dopravní, průmyslové a sídelní infrastruktury se vytvářejí v krajině bariéry, které významným způsobem brání volnému pohybu živočichů. Biotopy vhodné pro život velkých savců a středních savců jsou štěpeny na stále menší části a v krajině tak vznikají izolované oblasti bez dostatečné komunikace s okolím. Tento proces označovaný jako fragmentace krajiny a fragmentace populací, patří k nejvýznamnějším negativním vlivům lidské činnosti na živou přírodu. Vzhledem k velkému počtu druhů s rozdílnými ekologickými nároky ovlivněných fragmentací krajiny a také vzhledem k variabilitě přírodních a společenských podmínek různých území je řešení tohoto problému a navrhování ochranných opatření velmi



složité. Důvodem, proč je problematika fragmentace krajiny v současnosti tak aktuálním tématem, je extrémní nárůst antropogenních bariér v krajině v posledních několika desetiletích. Volná krajina s množstvím přírodních nebo přírodě blízkých biotopů, která dosud automaticky plnila funkci spojovacího článku mezi různými populacemi, tuto schopnost v současnosti ztrácí. V řadě případů se jedná o nevratný jev a ochrana dosud existujících liniových propojovacích struktur se tak stává pro ochranu přírody a krajiny klíčovým úkolem. Do popředí se dostávají ekologické sítě, jejichž základním atributem je kromě vhodných biotopů právě kontinuita. V případě pohybu volně žijících velkých savců se jedná o tzv. dálkové migrační koridory a migrační trasy. Budování dopravních komunikací a intenzita dopravy na těchto komunikacích jsou bariérami pro pohyb volně žijících živočichů. Křížení významných migračních koridorů s těmito dopravními komunikacemi je optimální řešit s ohledem na eliminaci střetů se zvěří a podporou migrace volně žijících živočichů mezi migračně významnými územími a cennými přírodními lokalitami.

Fragmentace krajiny znamená její rozčlenění na malé, izolované celky. Obecně rozlišujeme pět primárních ekologických efektů fragmentace. Jsou to ztráta lokalit a jejich propojení, bariérový efekt, usmrcení a zranění živočichové v důsledku jejich sražení vozidly, rušení a znečištění a ekologická funkce okrajů (komunikací).

- 1) Ztráta lokalit a jejich propojení. Okamžitý následek konstrukce silnic je jejich fyzická přeměna z přírodních lokalit v intenzivně narušené oblasti. Tento dopad se ještě zhoršuje efekty izolace a vede k nevratným změnám v populacích volně žijících živočichů.
- 2) Bariérový efekt. Pravděpodobně nejhorší dopad fragmentace lokalit dopravní infrastrukturou. Schopnost pohybu živočichů pro hledání potravy, úkrytu nebo možnost rozmnožení je značně omezena silnicemi. Jediný způsob jak tomuto jevu předejít je vytvořit dopravní cesty více průchodné. Bariéra je nejen fyzická, ale také v chování: mnoho živočichů se blízkosti silniční sítě raději vyhne.
- 3) Usmrcení a zranění živočichové v důsledku sražení vozidly. Nejznámější efekt fragmentace. Milióny živočichů jsou každoročně usmrceny pod koly automobilů. Zvláště citliví jsou vzácní živočichové (např. velké šelmy) a také živočichové s každoroční sezónní migrací (obojživelníci).
- 4) Rušení a znečištění. Doprovodné efekty fragmentace.
- 5) Ekologická funkce okrajů silnic. Představuje migrační koridor pro cizí druhy rostlin a živočichů, kteří do naší přírody nepatří a nikdy zde nežili.

Narušování biotopů silničními či železničními komunikacemi podstatně přispívá k účinkům fragmentace biotopů na volně žijící živočichy. Realizace průchodů pro volně žijící živočichy je proto důležitá z hlediska zachování celkové průchodnosti krajiny, zejména s ohledem na dálkové migrační koridory, aby nedocházelo k jejich přerušení bariérou, kterou dopravní infrastruktura vytvoří. Průchody pro zvěř by měly být navrhovány specificky pro potřeby



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



zvířat a měl by být omezen přístup člověku. Na druhou stranu, mosty, propustky nebo jiné struktury vystavěné pro potřeby lidí mohou být upraveny tak, aby zvýšily průchodnost komunikace i pro zvířata. Například nadchody pro zvěř lze dobře kombinovat s lesními cestami v místech, kde lesníci pouze příležitostně potřebují přecházet komunikaci. Úprava již existujících technických objektů je často finančně nejméně náročný způsob, jak omezit bariérový efekt stávajících silnic a železničních tratí.

Externality

Externality představují takový (přímý) vztah mezi dvěma a více ekonomickými subjekty, kdy jeden subjekt svou výrobní činností ovlivňuje určitým způsobem výrobu či spotřebu (výrobní či spotřební funkci) jiného či jiných subjektů. Typické je, že tato ovlivnění představují vedlejší, nezamýšlený efekt dané činnosti a jde o jednosměrný, neekvivalentní vztah neprocházející trhem." V souvislosti s životním prostředím hovoříme o externalitách jako o specifickém ekonomickém vztahu, jenž je zapříčiněn volným využíváním některých složek životního prostředí.

V oblasti dopravy je na evropské úrovni zaveden systém tzv. Euroviněty, který vychází ze Směrnice 38/2006/ES a zavádí možnost zahrnutí (internalizace) externích nákladů těžké nákladní dopravy do mýtného. Označením Euroviněta je také nazýván systém plateb a nástroj kontroly zaplacení poplatků za užívání silnic v Belgii, Dánsku, Lucembursku, Nizozemsku a Švédsku, kdy je možné uhradit poplatky za užívání pozemních komunikací (časový poplatek) prostřednictvím jednoho kupónu platného ve více zemích. Výše platby závisí na požadované délce platnosti tohoto kupónu a dalších parametrech (počet os vozidla, emisní třída). Členské státy jsou oprávněny zařadit do mýtného pro těžká nákladní vozidla poplatek, který je založen na nákladech vzniklých v důsledku znečištění ovzduší a navýšení hluku z provozu či v důsledku přetížení dopravy. Poplatek by měl být vybírán prostřednictvím systémů elektronického mýtného, které neomezují plynulý provoz a nezpůsobují místní bloky na stanovištích pro výběr mýtného. Tento poplatek by měl více motivovat dopravce k obnově vozového parku, což ve výsledku má vliv i na životní prostředí, vyšší bezpečnost nebo nižší provozní náklady apod.

Internalizaci externalit zohledňuje nová Směrnice 2011/76/ES, která stanovuje přírážky za hluk a znečištění, o které mohou členské státy EU zvýšit mýtné sazby. Směrnice stanovuje metodiku výpočtu externalit způsobovaných hlukem a znečištěním včetně maximálních sazeb. Za znečištění by kamiony mohly v budoucnu připlácet na meziměstských úsecích až 12 Eurocentů (3 Kč) a 16 Eurocentů (4 Kč) na příměstských úsecích. Přírážka za hluk je stanovena maximálně na 2 Eurocenty (50 haléřů) s rozlišením sazeb pro den a noc, přičemž v noci je sazba vyšší. Stejně jako mýtné sazby jsou ekologické sazby rozlišeny dle stupně zatížení okolí běžně používanými ekologickými třídami vozidel Euro 0 až Euro VI.

V České republice není Směrnice 2011/76/ES přenesena do národní legislativy ani promítnuta do konstrukce mýtných sazeb. Pro její úspěšnou transpozici je nutno zpracovat řadu analýz a to jak z pohledu ekonomických, tak z pohledu dopadů na životní prostředí. Její následná transpozice může přinést zlepšení v oblasti negativních dopadů dopravy na životní prostředí a zdraví lidí.



Dalším možným nástrojem jak regulovat dopravu je zavedení zpoplatnění parkování a podporou alternativních módů dopravy. Příkladem může být podpora elektromobily formou osvobození od placení dálniční známky, využíváním vyhrazených jízdních pruhů či vjezd do vyhrazených oblastí. V neposlední řadě může být zajímavým příkladem možnost parkování elektrickým, ale i hybridním autům v modrých pražských zónách zadarmo. I přes tyto průkopnické kroky, je nutno známa a navržená řešení odzkoušet, vyhodnotit a případně modifikovat pro specifické požadavky jednotlivých měst, oblastí a zón.

6.3 Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů

Ovzduší

Dopravní politika v zemích střední a východní Evropy po pádu železné opony převážně podporovala rozvoj individuality a „svobody“ podobně, jako Západ v 60. letech. To se projevovalo mimo jiné podporováním nových nabídek v individuální automobilové dopravě formou stavebního boomu kapacitních komunikací, mnoho cenných ploch bylo obětováno ve prospěch míst k parkování, omezujících nástrojů bylo minimum, motorové vozidlo se stalo mnohem dostupnější. Vývoj posledních let ukazuje, že v současné politice není možné pokračovat a zejména, že efektivní dopravní systém města není možné stavět primárně na IAD, nýbrž základem musí být vysoce kapacitní veřejná doprava spolupracující s ostatními dopravními módy. Pro zajištění udržitelného rozvoje města, vysokého standardu jeho obyvatel a zvládání budoucích vysokých nároků mobility je proto nutné především politické odvahy.

V oblasti IAD je i nezbytná změna náhledu a přístupu k tvorbě sítí pozemních komunikací. Řešením ani cílem není omezovat další rozvoj (včetně výstavby nových kapacitních komunikací), nicméně nové a modernizované komunikace již nemají sloužit ke zvyšování nabídky, nýbrž především k odvádění individuální dopravy mimo citlivé území. Typickým příkladem je např. stavba obchvatů sídel. Zde není cílem nová nabídka, ale spíše ochrana obyvatel před vysokou emisní a hlukovou zátěží z dopravy (snížení podílu tranzitní dopravy v sídle). Ruku v ruce s tímto procesem musí jít humanizace pozemních komunikací, hlavně intenzivní proces zklidňování dopravy na stávajících průtazích. Uskutečňování cílů SUMP se neobejde bez promyšlené aplikace výše uvedených nástrojů.

Hluk

Navzdory skutečnosti, že více než 90 % všech zpevněných konstrukcí vozovek pozemních komunikací v ČR je z asfaltových směsí, mají betonové vozovky své opodstatnění a význam. V této oblasti lze hledat uplatnění některých rozvojových trendů, které se vedle využívání betonového recyklátu či dalšího zlepšování ve způsobech ošetření příčných a podélných spár týkají především vlastní betonové směsi, včetně například aktuálně probíhající iniciativy „zelených dálnic“ ve Spojených státech amerických, kde je zkoumána možnost úplné náhrady cementu vhodnými popílkami. Dále je v této oblasti experimentálně ověřováno použití betonu s nízkou smršťovatelností při hydratačním procesu, který by snížil počet nebo zcela omezil provádění příčných spár. Další úpravy se potom týkají především opatření, která by měla umožnit snížení hluku vznikajícího na styku vozovky a pneumatiky. V neposlední řadě lze z



konstrukčního hlediska jako sledovaný trend uvést využití betonové vozovky na mostech či na okružních křižovatkách. Zkušenosti s takovými aplikacemi je možné hledat například v sousedním Rakousku. Zavádění výše uvedených trendů v ČR probíhá s různou intenzitou a má z pohledu zhotovitelů i správců pozemních komunikací rozdílné priority, resp. v některých případech zůstávají některé technologie nedocenené. Z hlediska dlouhodobě ekonomicky udržitelného zajištění funkční silniční sítě však lze všechny uvedené oblasti považovat za nezbytnost, a čím dříve jim bude věnována společná pozornost a dojde k porozumění významnosti zavedení jednotlivých technologií, které tyto trendy reflektují, tím rychleji bude možné docílit dalšího zlepšení alokace veřejných prostředků a českou silniční síť přiblížit standardům vyspělých západoevropských zemí.

Energetická náročnost

Vývoj nových typů bateriových článků a systémy rychlodobíjení jsou nyní aktuálními směry výzkumu a uplatnění v praxi v oblasti elektromobily.

U klasických paliv jsou to právě oxidy dusíku, který představují hrozbu u současných vznětových motorů. K jejich zvyšování došlo už v minulé dekádě, paradoxně z důvodu snahy o navýšení jejich účinnosti. Ta totiž souvisí s teplotou spalování. Proto je snaha ji již nějaký čas snižovat, třeba recirkulací spalin, které je na moderních motorech, od Euro 5 výše zdvojené. Emisní systém ACCT může opravdu představovat spásu do budoucna u vznětových motorů.

Fragmentace a krajina

Volba vhodných opatření k omezení či zamezení fragmentace krajiny je poměrně složitou činností. V praxi jen vzácně postačuje jediné opatření pro efektivní snížení fragmentace biotopů v dané lokalitě. Namísto toho je obvykle realizován celý balík opatření, tvořících vzájemně provázaný celek, jenž řeší problémy jak na specifických konkrétních místech, tak i pro infrastrukturu jako celek. Často se kombinují různá opatření vhodná pro různé skupiny živočichů. Od cílové skupiny živočichů pak můžeme odvodit, jaká opatření budou potřebná – takže v místech, kde dopravní infrastruktura protíná mezinárodně důležitý biokoridor pro velké savce, by měl být jediným řešením velký krajinný most, který pomůže udržet funkční propojenost. Naopak, pro udržení migračního koridoru místní populace obojživelníků postačí malý propustek.

Při vytváření přechodu pro zvěř může být cílovým druhem jakýkoliv druh, který je v oblasti původní. Nepůvodní druhy by neměly být při budování průchodů zohledněny, protože nejsou součástí přirozeného ekosystému. Návrh průchodů by neměl být posuzován pouze pro jediný cílový druh. Například nadchod nad dálnicí, který byl vybudovaný pro migrační stezku jelení zvěře, může rovněž sloužit jako propojení biotopů pro populace bezobratlých (tj. hmyzu) nebo malých obratlovců (např. ještěrky nebo myši). Přesto zkušenost dokazuje, že některé návrhy lépe vyhovují pro určitý druh více než jiné.

Externality

Externality lze řešit pomoví soukromých nebo veřejných zdrojů. Aplikace v praxi lze nejlépe zavádět v oblastech mytných systémů, a to nejen na dálnicích, ale také na silnicích nižší tříd, kdy by mohli přinést benefity pro krajskou a místní úroveň. Nástrojem pro místní úroveň je především zpoplatnění parkování a systém případných úlev pro vozidla s alternativními



pohony, či zpoplatnění vjezdu do vybraných částí měst a to formou jednorázového poplatku za vjezd nebo formou poplatku za ujeté kilometry ve vymezené oblasti.

6.4 Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístupů v praxi

Zkušenosti a poznatky z předchozích let v této oblasti prokazují nutnost řešení problematiky znečištění životního prostředí vlivem dopravy zejména proto, že doprava, především silniční, ovlivňuje většinu ekosystémů, probíhá velmi široká škála potenciálně možných interakcí mezi chemickými látkami a různými matricemi v rozmanitých ekosystémech a mohou vznikat různé látky či skupiny látek velmi nebezpečných pro živé organismy. Tento fakt je dále podpořen neustálým rozšiřováním silniční infrastruktury a nárůstem počtu automobilů zejména ve větších městech ČR. Aktuálnost řešení této problematiky podtrhuje také fakt, že se udržitelná doprava objevuje jako jedna z priorit pravidelně řazených do rámcových výzkumných programů EU.

Problematika vlivu dopravy na životní prostředí a výzkum v této oblasti je podporován jak rámcovými programy financovanými přímo EU, kde se udržitelná doprava pravidelně objevuje jako jedna z priorit, tak celou řadou dalších iniciativ a programů zaštiťovaných EU nebo jinou významnou mezinárodní organizací. Tato problematika je také zahrnuta v řadě legislativních předpisů na úrovni EU, které jsou dále implementovány do příslušných národních předpisů.

Doprava je jedním z klíčových faktorů podpory růstu v moderních ekonomikách a poptávka po dopravě neustále roste. Na druhé straně se doprava stává výrazným problémem vyspělých ekonomik odrážející se mimo jiné v negativních dopadech na životní prostředí a zdraví obyvatel. Zvyšující se nároky však nelze řešit pouze budováním nové infrastruktury. Proto je nutné vstoupit do sektoru dopravy obdobnými nástroji jako v jiných odvětvích hospodářství a dopravní proces regulovat a je nutné jej aktivně řídit. Dopravní politika Evropské unie vytyčená ve schválených dokumentech jasně definovala základní cíl, kterým je podpora udržitelného rozvoje dopravy zboží a osob. Stejný dokument také hovoří o harmonizaci podmínek pro všechny dopravní obory s důrazem na internalizaci externalit, ale také hovoří o represivních nástrojích podpory udržitelného procesu. Společným jmenovatelem všech těchto cílů evropské politiky je znalost procesu a vstup aktivních nástrojů řízení, regulace, ekonomiky a represe s podporou dopravy šetrné k životnímu prostředí. Projekty a záměry výzkumu a vývoje jsou významným nástrojem realizace dopravní politiky. Hledání nových technických, konstrukčních a technologických řešení infrastruktury a organizace procesů v celém dopravně – přepravním řetězci je přímou podporou rozvoje dopravního procesu, respektive realizace dopravní politiky v evropské, národní a místní úrovni. Důraz by měl být kladen na komplexnost projektů zahrnující široké spektrum problematiky vlivu dopravy na životní prostředí.



7. ELEKROMOBILITA

7.1 Charakteristika průmyslových a společenských změn

Změny automobilového průmyslu

Páteří nejen českého průmyslu je výroba vozidel a jejich dílů. Elektromobilita bude mít hluboký dopad na budoucí průmysl, který bude daleko hlubší než zavedení alternativních paliv jako LPG a CNG. Mechanická, elektrická i mechatronická architektura bateriových elektrických vozidel je odlišná díky pohonu. Ten se skládá z baterií, které je vhodné uložit v dolní části vozidla o hmotnosti přibližně 1 gram na 1 metr dojezdu vozidla. Současné technologie tedy umožňují dosahovat dojezdu 500 km na 500 kg baterii. Ostatní části pohonu jako elektromotory, měniče a nabíječky jsou v porovnání se spalovacím motorem malé a lze je umístit na více míst ve vozidle. Proto je konstrukce vozidel, u kterých se počítá pouze s bateriovým elektrickým pohonem, odlišná. S výše popsaným souvisí i rozdílné procesy výroby, odlišné poměry lidské a robotické práce.

Velká část hodnoty vozidla a výrobních procesů bude věnována bateriím. Současné automobilky nejsou na výrobu baterií z prvotních materiálů vybaveny, ale postupně uzavírají partnerství s dodavateli baterií a technologií.

Automobilový průmysl, který se v budoucnosti zaměří na elektromobilitu, bude muset změnit i finanční modely. Dnes významná část příjmů plyne ze servisu a prodeje dílů souvisejících se spalovacím agregátem, výfukem, spojkou, převodovkou a výměnou oleje. Tyto části vozidel u elektromobilů nejsou. Brzdy se opotřebovávají díky rekuperaci mnohem méně. Velmi dlouhé servisní intervaly elektromobilů způsobí nižší příjmy. Naproti tomu se automobilky zaměří na dodávky čisté elektřiny, palubní zábavy a dalších služeb, tj. mohou budoucím zákazníkům nabídnout kompletnější zajištění dopravy.

Součástí pravidelného servisu bude sledování aktuální kapacity baterie i s ohledem na její záruku, která může být až 8 let. Obvyklé snížení kapacity 80 kWh baterie je 20 % po ujetí 500 000 km. I když je životnost baterie přibližně stejná jako životnost zbytku elektromobilu, bude nutné počítat s požadavky na výměnu celé baterie nebo některých její článků. To může být novým servisním příjmem.

Vzdělávání pro nový průmysl

Dalším dopadem elektromobility budou nové požadavky na vzdělávání. Autoservisy se neobejdou bez specialisty s elektrotechnickou kvalifikací. Nové vozy Audi používají trakční napětí 900VDC místo běžných 400VDC, což bude klást vyšší nároky na elektrotechnickou



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



bezpečnost nejen při servisu. Rovněž automobilový vývoj bude vyžadovat jiný odborný profil elektrotechniků a mechatroniků.

Orientace automobilového průmyslu na baterie

V Evropě není, na rozdíl od Asie a Ameriky, rozvinutý bateriový průmysl. Velké továrny na baterie se budují v Polsku a Norsku, ale nejsou primárně určeny pro automobilový průmysl. Baterie pro elektromobilitu jsou vyráběny s vyšším počtem nabíjecích cyklů než běžné baterie pro elektroniku a vyžívají jiný katodový materiál. Automobilový průmysl v budoucnosti bude vyžadovat většinu celosvětových výrobních kapacit na baterie.

Změny v energetice

Současná energetika výroby a distribuce elektrické energie má vztah k dopravě pouze jako dodavatel elektřiny pro trolejovou trakci. Elektromobilita začala energetikám umožňovat dodávku elektřiny i pro automobily, a to pomocí a v souvislosti s dalšími službami.

Společenské změny

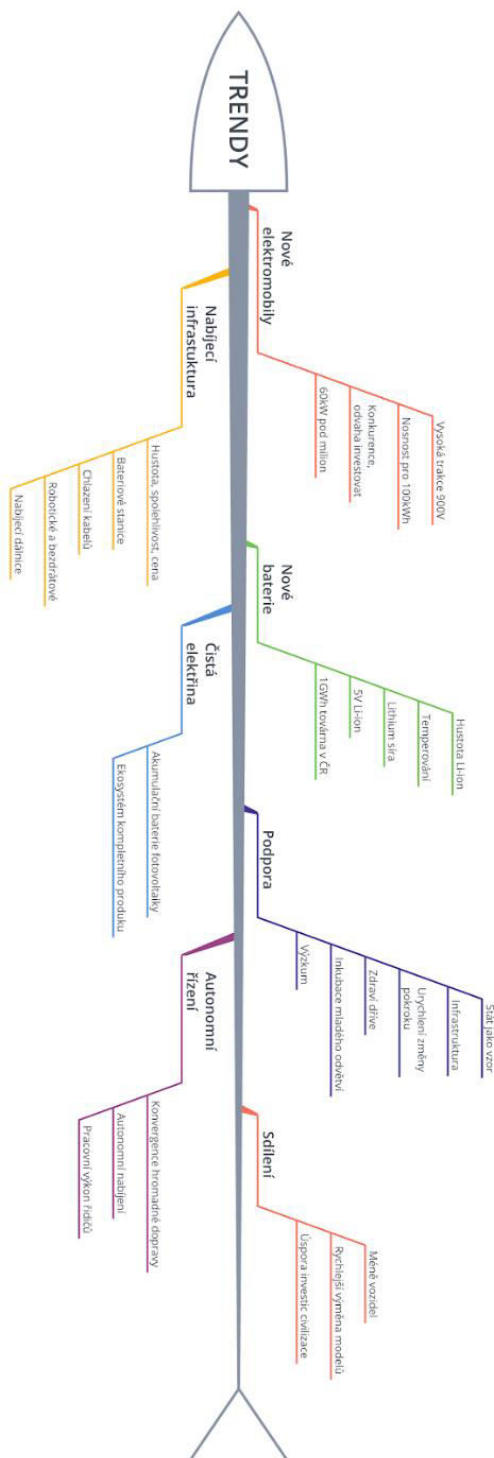
Elektromobilita nepřináší pouze změny v průmyslu, ale také změny ve společnosti a myšlení. Díky elektromobilitě je možné realizovat dopravu na energii pocházející z ČR bez závislosti na dovozu fosilních paliv.

7.2 Popis hlavních trendů technologického vývoje

Hlavními trendy technologického vývoje je nová generace elektromobilů s dojezdem přes 300 km, nová rychlonabíjecí infrastruktura, nové typy baterií, synergie s výrobou čisté elektřiny, dotační podpora, autonomní elektromobilita a sdílení elektromobilů.



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



Obrázek 21: Hlavní trendy elektromobility po roce 2018



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



Nové elektromobily

Předpokládaný evropský prodej elektromobilu Tesla model 3 s dojezdem přes 300 km a cenou kolem 800 tis. Kč bez DPH zmobilizoval ostatní automobilky. Ty připravily elektromobily s podobným dojezdem i cenou, například elektrická verze Hyundai Kona.



Obrázek 22: První elektromobil s dojezdem přes 400km do 1 mil Kč.

Audi jako součást koncernu VW připravila elektromobily s vysokým napětím 900V, které umožňují dvojnásobně výkonné stejnosměrné nabíjení až 200 km za 10 minut. Tato technologie umožňuje přenos dvojnásobného výkonu do vozidla s běžnými kabely. Pro vysoké proudy je možné také využít vodou chlazené kabely.

Zatímco před 5 lety byla nízká odvaha investorů, v roce 2018 se situace změnila. Investoři vidí v elektromobilitě a propojené nové energetiky budoucnost a možné zhodnocení kapitálu. Vzorem jsou i jiné státy jako Čína, Německo a Norsko. Rovněž Evropská komise na podporu baterií a elektromobility alokovala vysoký podíl financí.

Nabíjecí infrastruktura

Začínajícím technologickým trendem v oblasti nabíjecích stanic je kromě vyššího napětí 900 V a chlazení kabelů, také využívání baterií. Ty umožňují snížit maximální alokovaný příkon stanice a krátkodobě nabíjet vyšším výkonem, než je výkon nabíjecích zdrojů stanice. Běžné je dnes již vzdálený dohled nad stanicemi a platba mobilní aplikací. Původně plánovaná možnost rezervace nabíjecího místa se prakticky implementovala.

Hlavním technickým cílem tak zůstává dosažení vysokého počtu veřejných nabíjecích míst. Takovou dopravní infrastrukturu státy, včetně České republiky, podporují. V ČR jde například o podporu prostřednictvím strukturálních dotačních programů Ministerstva dopravy, Ministerstva průmyslu a obchodu či Ministerstva životního prostředí.



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



Budoucími technologickými trendy je bezdrátové nabíjení, které ovšem vyžaduje nákladné zařízení, má ztráty a neposkytuje rychlonabíjení. Alternativou je robotické nabíjení - robotická paže s kamerou, která automaticky spojí nabíjecí konektory.

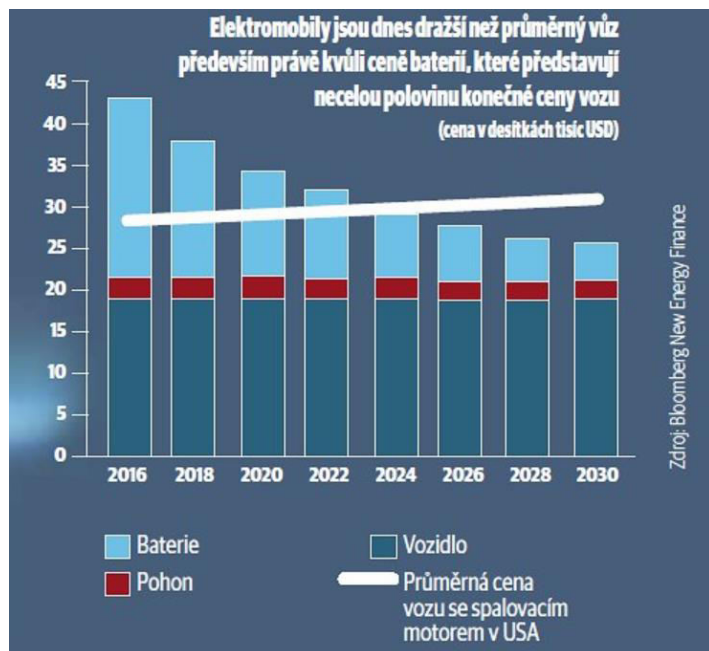
Ve Velké Británii i v Německu vznikají nabíjecí dálnice, které jsou vhodné pro velké nákladní vozidla. Na baterii přijedou k dálnici, vysunou trolej a během dálkové trasy nabíjecí baterie. Jízda mimo dálnici je pak opět na baterie.



Obrázek 23: Elektrické dálnice v Německu – Siemens

Nové baterie

V současné době jsou vyráběny Li-ion bateriové články s běžným katodovým materiálem NMC, pro které je dosažitelná energetická hustota 250 kWh/tunu i když je výrobcí vozidel dosud nepoužívali. Vysokokapacitní baterie nebyly na trhu v dostatečném množství, nedosahovaly dodatečné životnosti a měly vysokou cenu. Díky investicím a růstu objemu výroby se daří tyto slabiny omezovat, ceny bateriových bloků klesají.

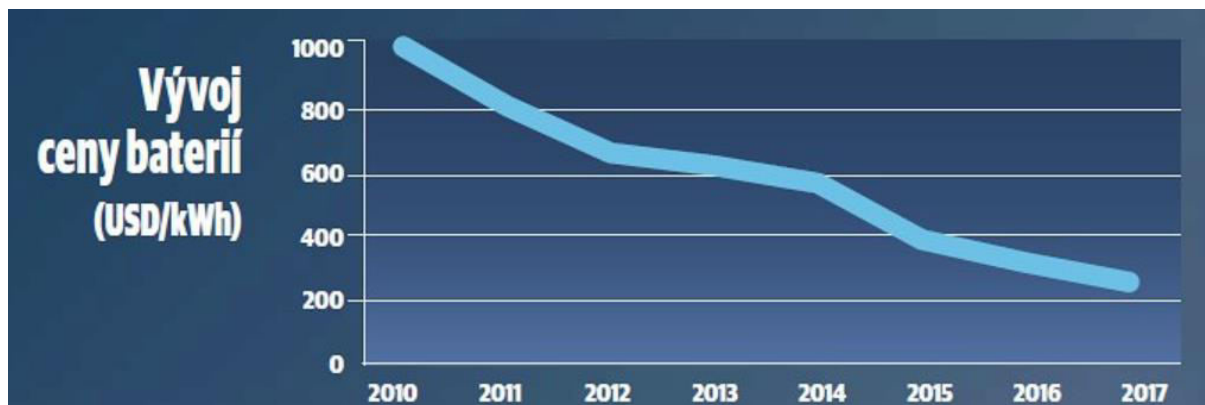


Obrázek 24: Podíl ceny baterie na ceně elektromobilu.

Baterie musí být doplněna vytápěním, chlazením a BMS, zajišťující ochranu a balancování. To znamená, že baterie 500 kg obvykle může mít kapacitu 100kWh. To odpovídá dojezdu přes 500 km při průměrné spotřebě velkého vozidla 18kWh/100 km.

Některé první patenty na výrobu lithiových baterií například NMC v roce 2018 vypršely po 20ti letech a výroba se tak stává dostupnější a levnější.

Slibné jsou nejen technologie Lithium-síra, ale také 5 V články. Proto se očekává nástup třetí generace elektromobilů s levnou baterií a dojezdem kolem 800 km. Tato vzdálenost ujetá na baterie je již shodná se vzdáleností ujetou na fosilní paliva.



Obrázek 25: Vývoj ceny baterií

Pokud si Česká republika bude chtít udržet vedoucí postavení v automobilovém průmyslu, bude muset investovat do továren na baterie. Minimálně bude potřeba produkovat 1GWh ročně, ideálně 10GWh tj. pro 100 000 elektromobilů ročně. Ve vzdálené budoucnosti, pokud bude ČR vyrábět 1 milion elektromobilů ročně, bude potřebovat vyrobit 100GWh baterií ročně.

Čistá elektřina

Elektromobily vždy snižují emise ve městech, ale z globálního hlediska je důležité, aby čerpaly elektřinu s vhodným emisním faktorem. Bezemisní zdroje kromě jádra, především slunce a vítr, potřebují stabilizaci. Tu mohou elektromobily poskytnout, protože většinu dne stojí a mohou být připojeny k síti.

Mnohé automobilky chápou příležitost uzavření ekosystému dopravy. Zatímco obor dodávky fosilních paliv není příliš viditelně propojen s automobilovým průmyslem u elektromobility je to možné změnit. Dodavatelé vozidla mohou být současně dodavateli elektřiny případně i dodavateli domácích baterie. Po vzoru společnosti Tesla Motors a BMW pro německé zákazníky, začínají o tomto modelu uvažovat i ostatní automobilky.

Podpora

Veřejná podpora elektromobility vychází ze strategie Evropské komise, doporučení Pařížské dohody ochrany klimatu, Zimního balíčku Evropské komise a v ČR z akčního plánu čisté mobility. Dotační programy a opatření se již začínají pozitivně projevovat na prodeji elektromobilů a mění uvažování zákazníků, pro které stát funguje jako vzor. Ekonomické důvody také hrají roli. Nízká cena elektřiny za každý ujetý kilometr, levnější servis a dotace na investici do elektromobilu způsobují, že již dnes mnoho podnikatelů a malých firem nečiní



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



rozhodnutí o nákupu elektromobilu jen z ekologického přesvědčení, ale je to pro ně i finančně výhodné.

V silniční dopravě si stát ponechává vlastnictví silnic a dálnic včetně pozemků. Strategická místa pak pronajímá. Podobné je to i v energetickém průmyslu. Proto infrastruktura pro elektromobilitu bude mít také strategický význam. Z tohoto důvodu stát a EU hodlá investovat do nabíjecí infrastruktury, určuje technické podmínky pro nabíjecí stanice a jejich evidenci.

Dalším důvodem veřejné podpory je urychlení technologického pokroku. Pokud by naše země zbytečně zaostávala výzkumem i výrobou za zbytkem západní civilizace, netěžila by jeho výnosy, znalosti a snížila by relativní konkurenceschopnost českých firem. To je nyní i případem Škody Auto, která opakovaně odkládala projekty elektromobility a nyní není vybavena personálně, výrobně ani dodavatelsky.

Nejsilnějším argumentem pro investice do elektrifikace dopravy jsou potenciální úspory ve zdravotnictví. Výdaje na řešení respiračních (prach), civilizačních (hluk) a nádorových onemocnění jsou vysoké i s ohledem na okolní země. Smogová situace v zatížených pražských ulicích a v Ostravě se nezlepšuje. Kvůli smogu a špatnému ovzduší zemře předčasně 5,5 milionů lidí ročně. Z toho v Evropě 400 000 lidí. Z toho v ČR 11 000 lidí. Proto je veřejným zájmem urychlení pokroku vedoucí k čistšímu vzduchu.

Autonomní elektromobily a autonomní nabíjení

Autonomní řízení je sice samostatný obor silniční dopravy, ale elektromobilita mu umí nabídnout skutečné osamostatnění vozidel od řidičů. Elektromobil je totiž možné automaticky nabíjet, což u plnění vozu hořlavinami není bezpečně realizovatelné. Autonomní vozidlo si tedy může po vystoupení posádky v rámci samostatného parkování zajistit nabíjení.



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



Obrázek 26: Robotické nabíjení elektromobilů

Na druhé straně schopnost autonomního nabíjení sníží závislost elektromobilů na nabíjecí infrastruktuře v místě parkování například na sídlištích. Autonomní elektromobily se v noci sami zajedou nabít. Autonomní nabíjení předpokládá nabíjecí stanice s robotickým ramenem nebo bezdrátové nabíjení například v podlaze.

Obě tyto technologie tedy budou v synergii.



Obrázek 27: Bezdrátové nabíjení elektromobilů – BMW

Sdílení elektromobilů

Elektromobily jsou vhodné pro sdílení, protože obvyklý zákazník sdíleného vozidla bydlí ve městě, používá MHD a auto potřebuje výjimečně, když potřebuje něco nebo někoho odvést.

Sdílení vozidel snižuje počet parkujících vozidel ve městě a tím umožňují budovat nabíjecí místa. Sdílení také zvyšuje využívání vozů a jejich rychlejší výměnu, tedy snižování průměrného stáří vozidel. To vede k rychlejším inovacím a dřívějšímu přechodu na elektromobily.

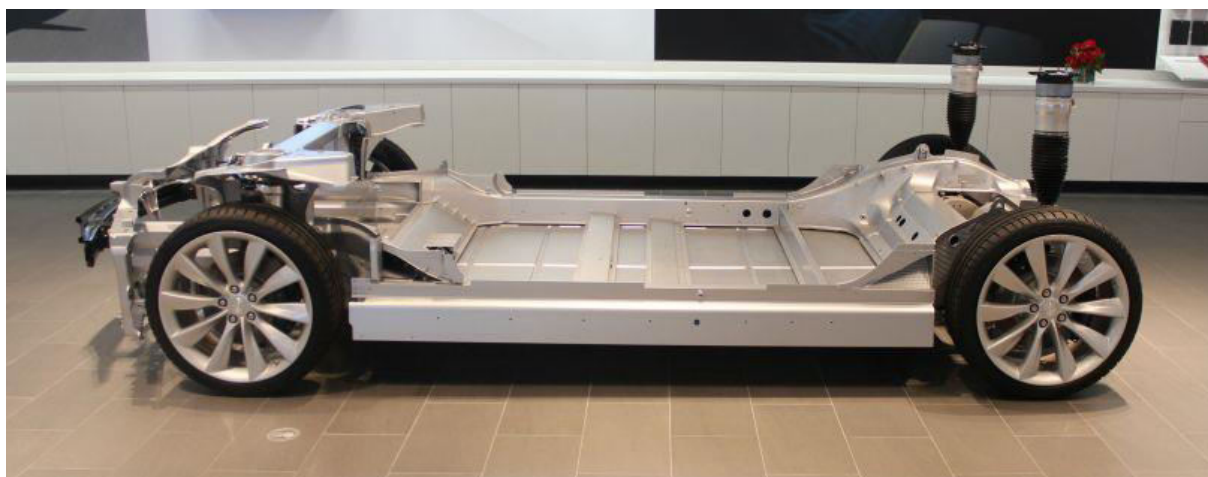
Elektromobily jsou díky vyšší spolehlivosti na ujetou vzdálenost ekonomicky vhodné do permanentního provozu sdílených vozidel. Navíc mnoho zákazníků sdílených vozidel si uvědomuje dopady silniční dopravy na zdraví, z tohoto důvodu nemají vozidlo a využívají MHD. Když už vozidlo potřebují a musí si ho půjčit, pak preferují bezemisní elektromobil.



7.3 Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů

Nové technologické postupy výroby vozidel

Elektromobilita přinese nové technologie do více oblastí průmyslu. Primárně se bude jednat o konstrukci a výrobu vozidel. Změní se postupy výroby samotné konstrukce. Výroba spalovacího agregátu, turbodmychadel, nádrží, převodovek, palivového, výfukového systému bude nahrazena výrobou akumulátorových baterií a trakčních měničů. Změní se také přístup ke systému komfortu vozidel. To znamená, že vytápění přebytečným teplem spalovacího motoru bude nahrazeno funkcí tepelného čerpadla. Samotná karosérie bude více zateplená pro úspory energie na vytápění. Změny postihnou i brzdové systémy, již nebudou moci využívat podtlaku sání motoru. V moderních spalovacích vozech však již nyní existují elektrické vývěvy, které tvoří brzdový podtlak i bez běžícího motoru.



Obrázek 28: Tesla model S podvozek



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



Obrázek 29: Škoda vision E Powertrain

Nový přístup ke konstrukci vozidla nastane i v oblasti pasivní bezpečnosti. Kovový agregát před řidičem byl z hlediska silné přední deformace vozidla vždy rizikem pro posádku. V moderních elektromobilech je hlavní hmota pohonné jednotky v bateriích pod vozidlem. To jedna snižuje těžiště, tj. zlepšuje ovladatelnost a také zlepšuje možnosti konstrukce deformačních prvků v přední části vozidel.

Nový přístup v energetice

Takzvaná nová energetika je již zavedený pojem, který zahrnuje SmartGrids - Chytré sítě, obnovitelné a decentralizované zdroje, akumulaci elektřiny včetně bateriové, fotovoltaika s baterií v domácnostech a firmách, ale také nabíjecí stanice pro elektromobily.



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



Obrázek 30: Domácí akumulční baterie Tesla Powerwall pro noční nabíjení elektromobilů z fotovoltaiky

Vedení energetických firem po celém světě vnímají tyto změny a někdy i rozdělují energetické společnosti na starou (klasické centralizované elektrárny) a novou energetiku (kogenerace, fotovoltaika, baterie, elektromobilita). Příkladem může být E.ON. Některé společnosti prochází tak hlubokou transformací, že mění i název například RWE na innogy.

Nové přístupy vnímání dopravy ve společnosti.

V době, kdy elektromobilita nebyla uživatelsky přijatelná a její trh neexistoval, prakticky nebylo možné společensky vnímat alternativu k prachu a dopravním emisím v exhalacích. V současné době, jak dopravní objemy rostou a došlo k událostem jako emisí aféra Volkswagenu, dává elektromobilita smysl jako společenské a politické téma.

To přineslo i vedlejší efekty ve formě přísnější kontroly emisí, snížení cen originálních filtrů pevných částic pro starší vozy a společenskou podporu elektromobility. Ta se stala taky synonymem pro inovace. S cenově dostupnými elektromobily bude mít společnost volbu, která umožní změnu chování, která není nedostupná a znamená zlepšení.



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

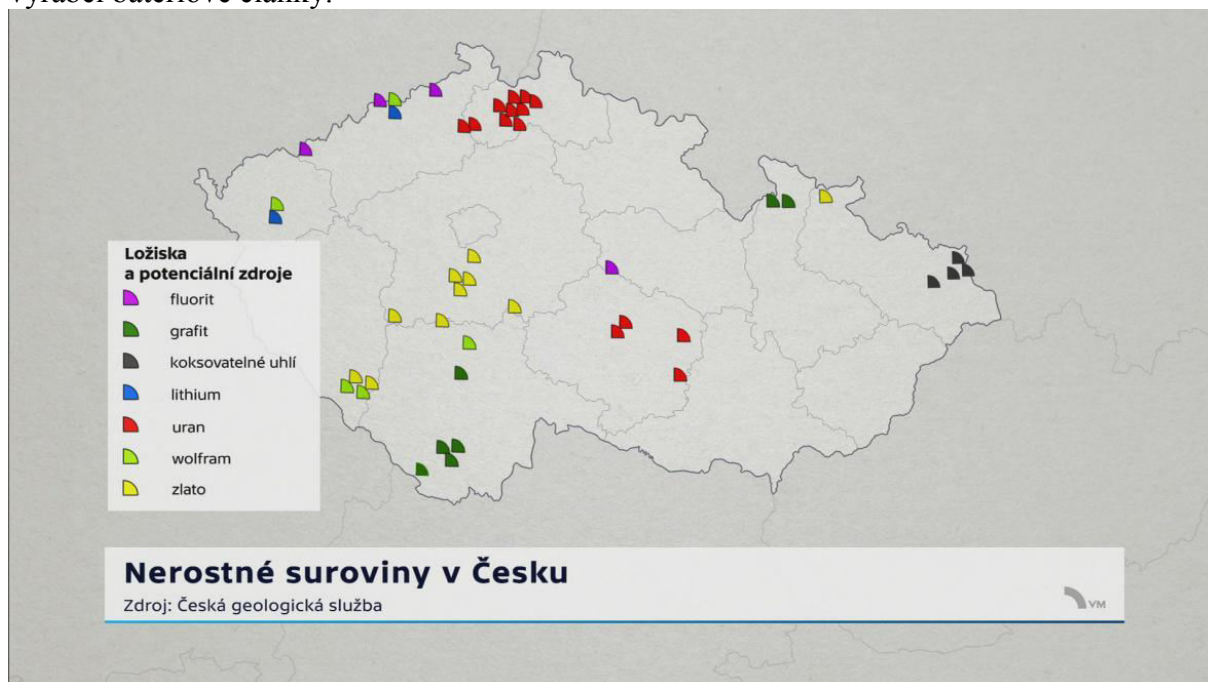


7.4 Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístupů v praxi

Bariér, které brání zavedení elektromobility se několik. Historicky to byly technické slabiny, jako malý dojezd a pomalé nabíjení. I nyní když už jsou tyto problémy minulostí, brání se povědomí mění pomalu. To znamená, že existují marketingové bariéry. Vozidla jsou zařízení s dlouhou životností, které si lidé pořizují na dlouhé období. Průměrný věk vozidel se přesahuje 15 let, což znamená, že uživatelé mění vozidla velmi pomalu. Nárůsty nových elektromobilů vysoké, protože jen malá část nakoupených vozidel v ČR jsou nová. Dalším omezením je že nejpoblárnější značka vozidel mladoboleslavská Škoda Auto elektromobily nevyrábí.

Technickými bariérami je stále požadavek na vyšší dojezd na jedno nabití. I když roste, není ve společnosti dostatečně známo, že je pro většinu jízd dostatečný. Tuto bariéru se snaží překonat popularizace elektromobility.

Zmíněnou technickou bariérou je nedostatečná kapacita pro výrobu baterií. Materiálu, tj. hliníku, mědi, lithia je zatím dostatek, a to i s ohledem na očekávaný růst poptávky. V České republice tato bariéra platí velmi silně, protože zde není žádný výrobce, který by produkčně vyráběl bateriové články.



Obrázek 31: Ložiska lithia v ČR



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



Bariérou v České republice je nedostatečná kapacita pro výrobu elektromobilů. Největší česká automobilka Škoda auto, za posledních 10 let několikrát ohlásila elektrifikaci, ale elektromobil z vlastní produkce dosud není. Přestože mateřský koncern VW již ohlásil konec spalovacích motorů, Škoda nevybavuje ani běžné koncernové hybridní pohony baterií s dostatečnou kapacitou.

České výrobní kapacity vodíkových elektromobilů jsou nulové a výroba je v nedohlednu. Dokonce to vypadá, že se vodíková vozidla v České republice ani nebudou produkovat. Jestliže nárůst kapacity a rychlost nabíjení elektromobilů bude růst současným tempem, nebudou mít zákazníci důvod investovat do vodíkových vozidel. Pak ani pragmatičtí čeští výrobci vozidel nebudou vodíková vozidla produkovat. Plnicí stanice vodíku, ale vzniknou s podporou státu, což umožní cestovat přes Českou republiku.

Poslední technickou bariérou bránící nástupu elektromobility může být nedostatečná kapacita elektrické sítě v místech u hlavních dálničních tahů.

Poslední ekonomickou bariérou nástupu elektromobility je trvající rozdíl v ceně elektromobilu a fosilního vozidla. Přestože cena energie a servisu je nižší, jsou pořizovací náklady rozhodujícím faktorem pro rozhodování o typu pohonu vozidla. Tato bariéru pro podnikatele dočasně omezuje dotační program MPO. Zde však existuje obava z nákladů na vypracování grantového projektu a obava ze závazků jako nemožnost vozidlo prodat, nutnost ujetí minimální vzdálenosti, nákup přes veřejnou zakázku. Pro fyzické osoby by byl v budoucnosti vhodný například dotační program MŽP ze zdrojů Zelené úsporám

8. AUTONOMNÍ VOZIDLA

8.1 Charakteristika průmyslových a společenských změn

Kromě zvýšené bezpečnosti provozu lze od nasazení autonomních vozidel očekávat celou řadu společenských změn, jež jsou podrobněji rozvedeny v následujících kapitolách.

Vlastnictví vozu

V průměru vozidlo 96 % své životnosti není používáno a pouze je zaparkováno a morálně zastarává. Toto jistě není efektivní využití zdrojů. Sdílení vozidla (taxi služba) je nyní používána v menší míře, převážně proto, že potřeba řidiče zvyšuje cenu takovéto služby. Nyní zaváděný Carsharing tradičních vozidel má zase nevýhodu malé penetrace a neobsloužení první a poslední míle. Už příklad aktuálních disruptorů odvětví taxi (Uber, Lyft, Liftago a další) ukázal, že když výrazněji klesne cena mobility, lidé ji začnou podstatně více využívat.

U autonomních vozidel je cena řidiče velmi malá (rozložená do ceny vozu) a proto se očekává prudký růst v oblasti mobility operátorů (taxi služeb). Ostatně i zmíněné firmy typu Uber či Liftago se netají tím, že berou dnešní situaci (s lidskými řidiči) jako přechodnou a jejich primární cíl je ovládnout budoucí trh mobility operátorů. Na pozici mobility operátorů ale



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



aspirují i jiní hráči, jako jsou například výrobci automobilů, kteří nechtějí ztratit přímý vztah s finálním zákazníkem.

S rozvojem mobility operátorů klesne výrazně podíl soukromě vlastněných vozidel a vznikne potřeba společné infrastruktury (např. na objednávání jízd), regulace a sdílení dat.

Pravděpodobně zůstane malá skupina majitelů vozidel, pro které je vozidlo i mobilním pracovištěm či skladem (např. řemeslníci).

Plynulost dopravy

Nasazení autonomních vozidel vzhledem k optimalizaci zrychlování i zpomalování zvýší plynulost dopravy – experimenty ukázaly, že i malý počet autonomních vozidel má velký vliv na zabránění vzniku dopravních front. [Stern 2017] Dále se zvýší využití stávajících zejména rychlostních komunikací, kdy může dojít k lepší časové optimalizaci – autonomní nákladní doprava bude využívat zejména noční hodiny provozu, kdežto osobní doprava denní dobu. To může být podpořeno i určitou formou regulace pomocí časově diferencované výše mýtného.

Parkování

S prudkým poklesem soukromého vlastnictví vozu se očekává, že razantně klesne potřeba parkování vozidel v centru měst a v rezidenčních čtvrtích – je tedy možné tvrdit, že je to šance pro města znovu se nadechnout, pročistit a přiblížit lidem. Ulice v rezidenčních čtvrtích tedy nebudou plné parkujících aut a lze dát větší prostor pro zeleň a společenské aktivity lidí. Mezistupněm jsou ADAS systémy automatického parkování (Valet parking), v současné době se řada produktů chystá do produkce. Také je možné počítat s potřebou určité zásoby parkovacích míst ve frekventovaných oblastech (např. nákupní a kancelářská centra v pracovní době), kde bude čekat menší množství autonomních vozidel připravených k vyzvednutí pasažérů, místo toho, aby sem přijížděla z méně či více vzdáleného provozu až na konkrétní požadavek (analogie k systému vyrovnávacích „cache“ pamětí u dnešních počítačů).

Naopak v době snížené potřeby mobility (typicky v noci) budou autonomní vozidla zaparkována na odstavných parkovištích mimo centra měst – zde bude možné využít např. velká parkoviště u obchodních center, umístěných obvykle blízko páteřní dopravní infrastruktury, která jsou v dané době nevyužitá.

Nástupní a výstupní plochy

Počet parkovacích míst klesne, na druhé straně bude potřeba výrazně rozšířit nástupní a výstupní plochy pro pasažéry tak, aby mohlo dojít k bezpečnému nástupu a výstupu na frekventovaných místech.

Počet a obnova vozidel

Je odhadováno, že pro zajištění stávající potřeby transportu bude potřeba cca 30 % stávajícího počtu vozidel. Tato úspora vyplývá z většího sdílení vozového parku. Tato vozidla budou však mít cca 3x větší nájezd za rok, tudíž dalším pozitivním efektem bude rychlejší obnova vozového parku a rychlejší použití modernějších a úspornějších technologií.



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 pasažérů na silnici.

Pojištění

V současné době je povinné a havarijní pojištění vozidel jedním z velkých segmentů pojišťovnictví. S přechodem na autonomní řízení se budou pojišťovny muset přizpůsobit následujícím změnám:

- Nižší nehodovost vozidel (bude tlak na snížení ceny pojistného)
- Přesun vlastnictví většiny parku na mobility operátory, kteří budou požadovat vlastní, výhodnější podmínky pojištění anebo se budou samopojišťovat (pro velkou flotilu to dává ekonomický smysl)
- Vymizí trestní odpovědnost řidiče, na druhé straně bude společenský tlak na vyšší kompenzace v případě škod na majetku a zdraví osob

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 překládacích 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.

Mobilita pro mladé a hendikepované

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.



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



Psychologické aspekty autonomního řízení

Jízda v autonomním vozidle s sebou přinese i nové psychologické aspekty. Ne každý bude akceptovat ztrátu kontroly a bude chtít využívat autonomní jízdu (obdobu můžeme nalézt třeba ve strachu z létání letadlem). Dále bude zcela jiný přístup k řešení kritických situací, zejména pak od autonomie stupně 4 a 5, kdy posádka nebude již aktivně zasahovat přímo do řízení, ale pouze signalizuje nebezpečnou situaci formou tísňového tlačítka a tím spustí nouzový manévr (obdobu záchranné brzdy ve vlaku).

Dalším pravděpodobným důsledkem lidské nedůvěřivosti budou pokusy o "testování" chování autonomních vozidel ve smíšeném provozu ostatními účastníky provozu. Ještě expresivnějším výrazem takového chování může být až "šikanování" autonomních vozidel lidskými účastníky provozu. Bude třeba hledat řešení těchto situací jak v legislativě, tak v zajištění záznamu, automatického zdokumentování a následného postihu podobného chování.

8.2 Popis hlavních trendů technologického vývoje

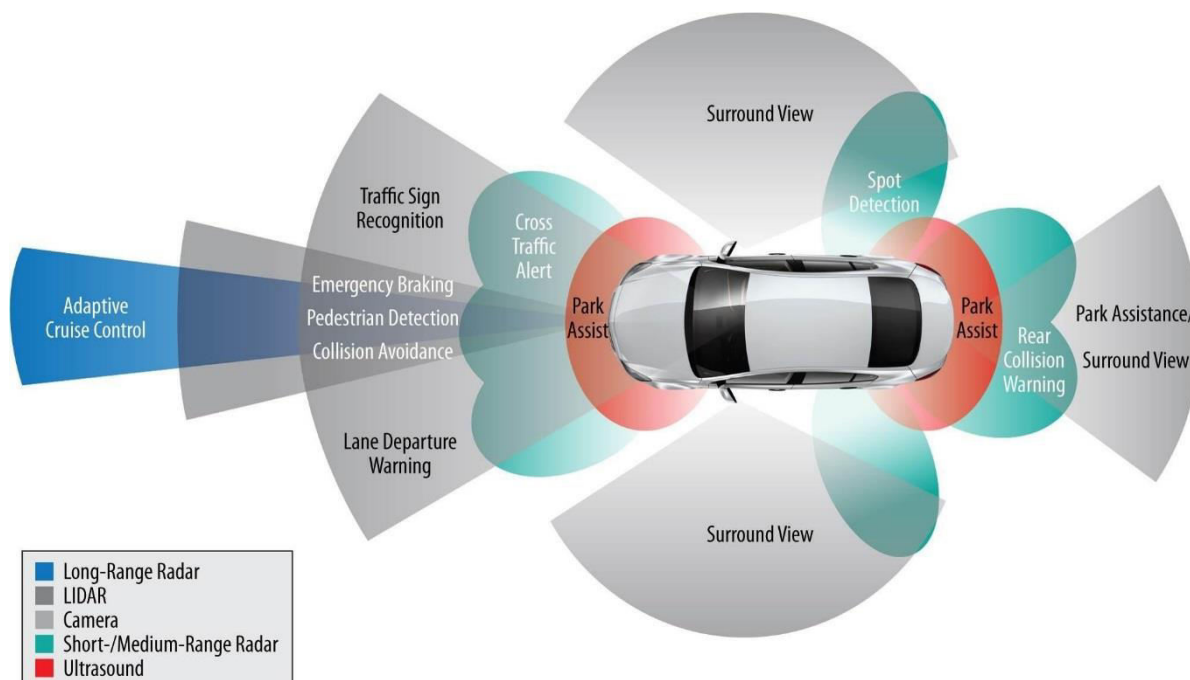
Problematika autonomních vozidel je v poslední době v centru technologického dění. Touto oblastí se intenzivně zabývají jak automobilky, tak i řada dalších firem včetně technologických gigantů jako Google (Waymo), Tesla, NVidia, Intel či Uber. Vzniká i řada nových firem – startupů – věnujících se konkrétně této problematice (např. Voyage, Drive.ai nebo Embark). Základní směry vývoje se pohybují od pokročilých asistenčních systémů řidiče (ADAS) až po kompletní koncept samořiditelného automobilu. Vládní i nevládní organizace a instituce se intenzivně zabývají legislativními a dalšími dopady této problematiky.

Rýsují se již hlavní směry technologického vývoje v této oblasti a uvažuje se o časovém horizontu 5–15 let, kdy autonomní systémy budou na komunikacích běžně v provozu.



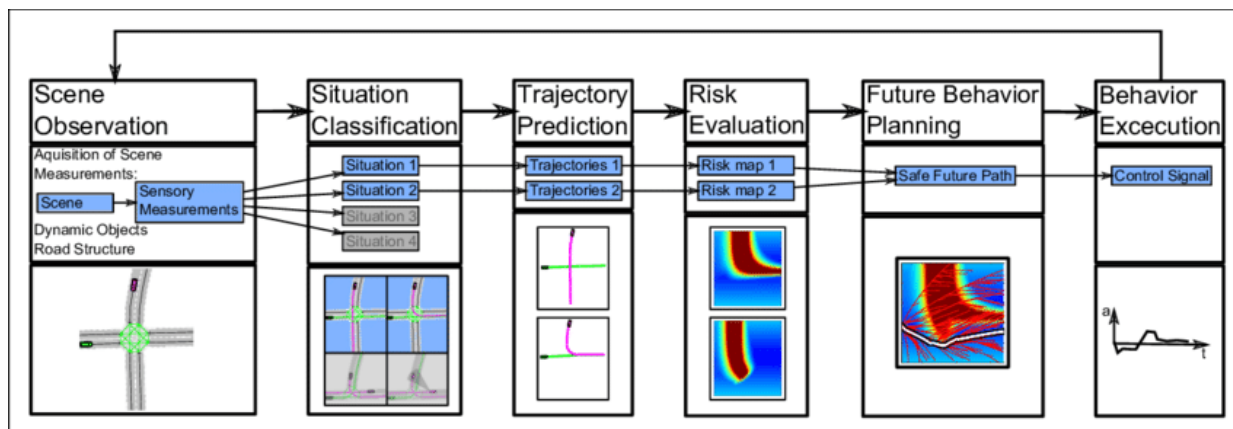
Asistenční systémy

Asistenční systémy (ADAS) jsou cestou, kterou si jako primární směr k plně autonomnímu vozidlu zvolily především automobilky. Jak v reakci na přicházející legislativu tak i proaktivně zejména jako uživatelské vylepšení bezpečnosti.



Obrázek 32 : Nejběžnější asistenční systémy
(zdroj: <https://www.mentor.com>)

V současné době existuje několik desítek využívaných asistenčních systémů, vozidla jsou běžně vybavena systémy jako Parkovací asistent (PA), Inteligentní tempomat (ACC), Automatické nouzové zastavení (AEB), Varování opuštění jízdního pruhu (LDW), Detekce dopravního značení (TSR), Detekce chodců (PD) či pokročilejší Asistent udržení v jízdním pruhu (LKAS) nebo Asistent jízdy v kolonách (TJA). Instalované asistenční systémy vykazují stále vyšší míru inteligence a umožňují pokrýt stále více situací bez zásahu řidiče do řízení. V budoucnu se bude působnost ADAS rozšiřovat zejména o zvládnutí dalších dopravních situací (sledování okolních účastníků silničního provozu, křížení dopravy apod.) a postupně se budou objevovat systémy s obecným vyhodnocováním míry rizika zvoleného automatického manévru na základě pravděpodobnostního vyhodnocení aktuální dopravní situace. Následně tyto systémy plynule přejdou v systémy plně autonomní.



Obrázek 33: Pokročilý asistenční systém s plánováním dle míry rizika

Teleoperace v řízení vozidel

Vzdálené řízení (teleoperace) může být vhodným doplňkem k autonomnímu řízení vozidla a umožní řešení situací, které autonomní mód nezvládá. Nemůže jít o situace, při kterých je třeba reagovat v řádu jednotek sekund, spíše o dlouhodoběji trvající či dostatečně předvídatelné situace. Jako příklad lze uvést třeba projetí komplikovaného opravovaného úseku, objetí déle stojícího (popelářského či zásobovacího) vozu nebo třeba reakce na posunkové či slovní pokyny policisty. Využití se nabízí i v nebezpečných či lidem nepříznivých provozech jako jsou doly, lomy apod.

Pro spojení se vzdáleně řízeným vozidlem bude třeba využít bezdrátového datového spojení (mobilní síť 4G a pokročilejší). Předpokladem také je, že jeden operátor bude mít na starosti větší množství (flotilu) vozidel a bude jejich požadavky na teleoperaci řešit postupně. V mezinárodním vozidlo musí vyčkat jeho zásahu v bezpečném stavu.

Existují startupy, které se věnují přímo této problematice a vyvíjejí první komerční prototypy – např. Phantom Auto nebo Scotty Labs financovaná společností Google.



Obrázek 34: Pracoviště vzdáleného ovládání vozidla
(zdroj: phantom.auto)

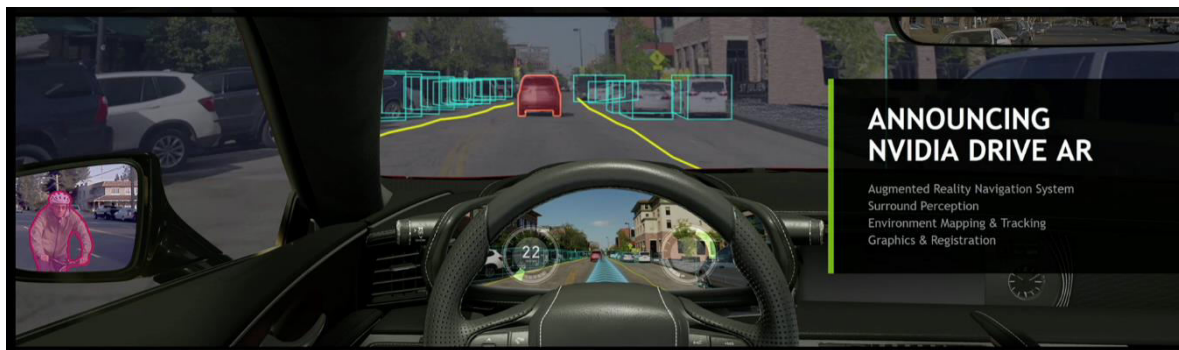
HMI v řízení vozidel

S rozvojem technologií dochází i k postupnému zdokonalování komunikačního rozhraní mezi člověkem a vozidlem (HMI z angl. Human Machine Interface).

Již běžně ve vozidlech můžeme narazit na asistenty zvládající verbální komunikaci a rozpoznávání řeči (např. pro ovládání hands-free nebo autorádia), rozšiřují se informativní či výstražná hlášení systému, klasické kontrolky jsou doplněny podrobnější informací na palubním displeji. V budoucnu můžeme očekávat další zdokonalování tohoto přístupu a stále „inteligentnější“ informační asistenty na úrovni pokročilých chatbotů, kteří budou schopni na základě verbálního požadavku podat informace jak o vozidle samotném, tak o aktuální trase, počasí, dopravní situaci, či třeba ovládat infotainment systém vozu.

Dalším viditelným trendem je úzké online propojení personálních mobilních zařízení s informačním systémem vozu a personalizace HMI. Informačním centrem se stává hlavní informační panel, případně rozšířený o doplňkové panely pro další pasažéry vozu. Nikdo již nepochybuje o nutnosti připojení vozidla do cloudu dané automobilové značky či obecně k internetu.

Dále se uvažuje o využití čelního skla vozidla jako displeje pro zobrazování doplňkových informací, a to i přímo v návaznosti na okolní prostředí jako obohacenou (augmented) realitu.



Obrázek 35: Obohacená (augmented) realita umožňující zobrazit doplňující informace o provozu

Dalším trendem je změna způsobu osvětlení interiéru vozidla, kde se stále více využívá rozptýleného (ambient) světla a světelných povrchů, které mohou sloužit pro další intuitivní komunikaci s posádkou vozu (např. změna osvětlení ovládacího prvku v případě potřeby změny nastavení apod.).

Automatizované řízení osobních vozidel

Cílem dnešního vývoje je získat plně autonomní vozidlo schopné zvládat všechny běžné i nestandardní dopravní situace. Cesta k tomuto milníku však bude ještě poměrně dlouhá a během ní se prakticky uplatní i celá řada dílčích řešení. U osobních vozidel je možné očekávat postupný nástup autonomního řízení zejména v těchto praktických aplikacích:

- **Autonomní parkování** – umožní posádce vozidla vystoupit na místě, kde není dostupné vhodné parkování (typicky centra měst) a následně autonomně vyhledá volné parkovací místo v dosahu mimo centrum a zde zaparkuje. Zde bude čekat na opětovné přivolání a přistavení posádce zpět na původní (nebo jiné) místo nástupu. Vlastní řízení s posádkou nebude autonomní. Tato aplikace vhodně řeší jeden z hlavních problémů využitelnosti vozidel v centrech měst, navíc při autonomní jízdě z/na parkoviště je vozidlo bez posádky, což umožňuje jet nižší rychlostí a současně je vyřešena otázka bezpečnosti posádky vs. ostatních účastníků provozu při autonomní jízdě.
- **Autonomní domácí parkování** – je obdobou předchozí aplikace s tím, že umožní parkovat vozidlo autonomně v garáži nebo parkovacím domě, který je více vzdálen od místa bydliště majitele vozu. Z hlediska míry autonomie se jedná o jednodušší úlohu než v předchozím případě, neboť místo parkování je vždy stejné, a proto je možné tento úkol řešit záznamem trasy a jejím opětovným projetím.
- **Autonomní jízda po dálnici a rychlostních komunikacích** – zde se jedná o automatizaci rutinní činnosti jízdy na větší vzdálenosti po rychlostních komunikacích, která klade (díky své délce často trvající hodinu a více) zvýšené nároky na pozornost a soustředění řidiče. Rychlostní komunikace jsou pro automatizaci vhodné z důvodu výrazně jednodušší dopravní situace (např. ve srovnání s městským provozem) – jízda v jednom směru bez křížení, kvalitní značení jízdních pruhů, absence ostatních účastníků silničního provozu (chodci, cyklisté, ...). Bude třeba vyřešit předání řízení z autonomního režimu zpět posádce na konci rychlostního úseku (zejména případ, kdy



si řidič řízení zpět nepřevzme) – to mohou řešit např. speciální odstavné pruhy u sjezdů z dálnic, na kterých autonomní vozidlo v takovém případě automaticky zastaví.

- **Autonomní jízda v kolonách** – asistenty jízdy v kolonách jsou již dnes součástí některých komerčně dodávaných vozidel. Opět se jedná o vhodný případ pro automatizaci, kdy jsou jednoduché provozní podmínky – nízká rychlost, stanovený jízdní pruh, sledování předchozího vozidla. Lze očekávat takovéto specifické asistenty i pro další jednoduše vymezitelné dopravní situace.

Automatizované řízení v MHD

Provoz vozidel v rámci MHD má svá specifika. Tím hlavním je zejména přesná definice tras (linek) MHD a jejich zastávek, dále pak je to provoz převážně v městském prostředí, a tedy za nižších rychlostí (běžně do 50 km/h).



Obrázek 36: Nedávno byl vyroben 100. autonomní minibus Apollo od Baidu

Tyto podmínky jsou výhodné pro zavedení automatizace v této oblasti. Zvláště pro zavedení MHD v menších městech, kde dosud nebyla tato služba občanům rentabilní, může být výhodné provozování autonomního minibusu, který nepřetržitě obsluhuje definovanou okružní trasu po obci s pevně stanovenými zastávkami a relativně bezpečnou rychlostí kolem 40 km/h. Odpadají významné náklady na řidiče, nutnost přestávek, je možné využít technologii projetí již dříve zaznamenané trasy. Na rozdíl od osobních vozidel je třeba vyřešit problém nastupování a vystupování a určení okamžiku bezpečného ukončení této fáze přepravy, a tedy možnosti pokračovat v jízdě. Z hlediska technického se jedná o dobře zvládnutelný úkol, společnost Baidu v Číně ohlásila nedávno 100. vyrobený autonomní minibus.

Dalším možným využitím autonomního řízení jsou komunitní autonomní TAXI služby obsluhující opět menší území malé obce či městské čtvrti s jízdou v malé rychlosti využitelné



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



např. pro seniory. Technicky je možné takovouto službu opět řešit kompletním přesným zmapováním daného poměrně malého území a jízdou v takovéto předem známé oblasti. Podobné projekty se již objevují např. projekt startupu Voyage v Kalifornii.

Automatizované řízení nákladních vozidel

V nákladní dopravě je pro automatizaci vhodná zejména část týkající se dlouhé jízdy vozu po dálnicích a rychlostních komunikacích, kdy se jedná o poměrně jednoduchou dopravní situaci podobně, jako bylo zmíněno u osobních vozidel, běžné provozní rychlosti jsou v tomto případě výrazně nižší (cca 80 km/h). Současně je možné i využití řetězení nákladních vozidel (platooning), neboť pro náklad na rozdíl od lidských pasažérů nepředstavuje velká blízkost za následovaným vozidlem psychickou zátěž.

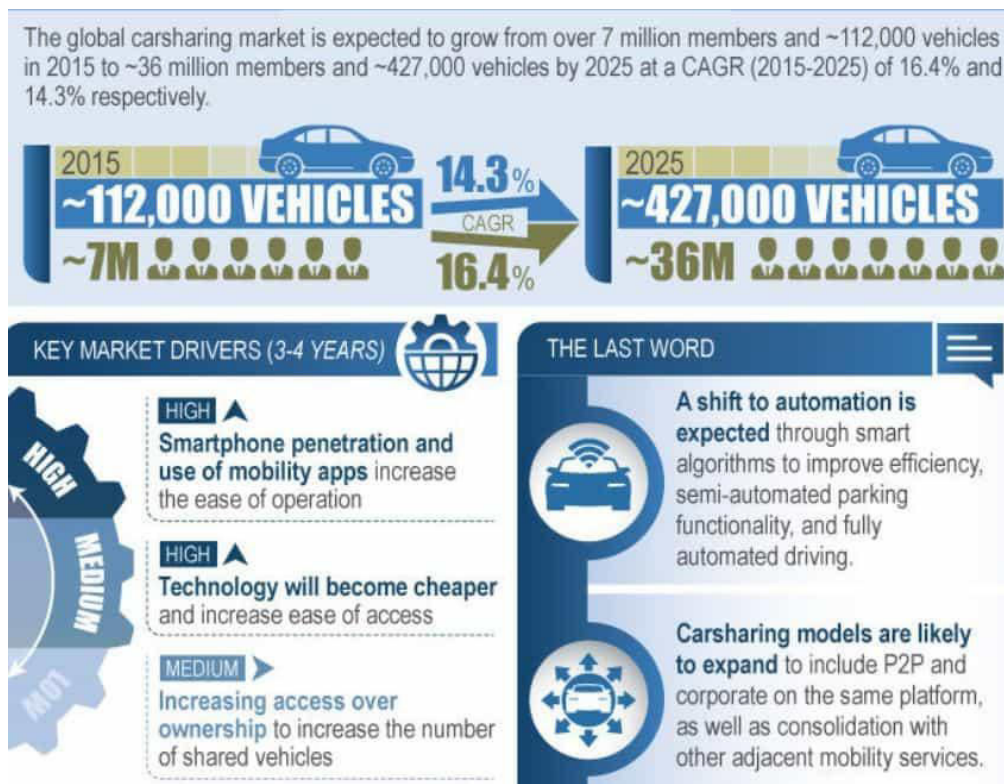
Zbývá dořešit vhodný způsob přechodu na lidské řízení po opuštění rychlostní komunikace, zvažuje se budování tranzitních uzlů na příslušných místech, kam vozy budou schopny autonomně zajet z dálnice a zde si je převezme pronajatá lidská posádka. Další možností je využití autonomního režimu jízdy v kombinaci s lidským řidičem nebo v kombinaci s dálkovým řízením vozu tak, že se výrazně (dle některých odhadů až 3x) zvýší efektivita využití vozu. Na dlouhých úsecích mohou řidiči spát či zpracovávat administrativní úkoly spojené s přepravou a tím eliminovat čas pro stání vozu během povinných pauz.

Další využití autonomních nákladních vozidel je možné a děje se již dnes v konkrétních aplikacích jako jsou překladiště, přístavy, doly a další místa, kde je jasně ohraničené provozní prostředí, omezený přístup ostatních účastníků silničního provozu i osob a nízká provozní rychlost.

Dle některých odborníků přijde komerční využití autonomního řízení v nákladní dopravě výrazně dříve než v dopravě osobní, kvůli výše zmíněným vhodným podmínkám a výrazné ekonomické výhodnosti tohoto přístupu. V současnosti již zahájily zkušební provoz autonomní nákladní vozidla firem Uber, Waymo (Google) a Tesla.

Carsharing

Výrazným trendem, který ovlivní budoucnost mobility, je zvyšování podílu sdílení namísto individuálního vlastnictví osobních vozidel. Moderní mobilní komunikační technologie umožňují výrazně zjednodušit proces rezervace, vyzvednutí, monitoring provozu či placení služby sdíleného vozu. Autonomní řízení do tohoto segmentu přinese zejména možnost samostatného přesunu vozidla na místo vyzvednutí klientem a tím zvýší i dostupnost carsharingu a přispěje k jeho rozmachu.

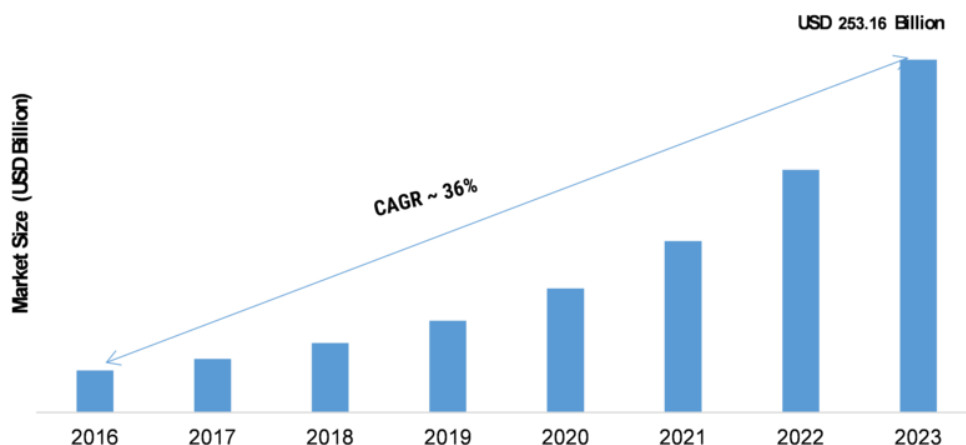


Obrázek 37: Marketingová studie předpovídá nárůst carsharingového trhu pětinasobně mezi roky 2015 až 2025

Mobility operátoři

Přirozeným následným krokem navazujícím na oblibu carsharingu je vytvoření trhu komerčních poskytovatelů služeb mobility pro širokou veřejnost MaaS (Mobility as a Service). Uživatelé budou mít jednotný přístup ke službám mobility např. prostřednictvím mobilní aplikace, mobility operátor bude sdružovat a kombinovat různé typy dopravních prostředků (letadlo, vlak, MHD, carsharing, autonomní vozidla) a uživatel bude za tyto služby platit cenu na základě zvoleného tarifu podobně, jako je tomu dnes u mobilních telefonních operátorů.

Tímto směrem se vydaly technologické firmy a startupy následovány automobilkami, které se chtějí na tomto budoucím trhu také podílet. Mezi klíčové hráče v této oblasti nyní dle studie Market Research Future patří firmy jako BMW Group (Germany), Alliance Corporation (Canada), Apple Inc. (U.S.), Xerox Corporation (U.S.), Lyft, Inc.(U.S.), Uber Technologies Inc. (U.S.), MaaS Global (Finland), Deutsche Bahn (Germany), Daimler AG (Germany), Communauto (Canada), Car2go (U.S.), Hailo (U.K.), Bridj (U.S.), Ola (India), Ridepal (U.S.), Make My Trip (India). Velký růst se v této oblasti očekává v Evropě, zejména v Německu, Finsku a Francii i v Severní Americe, zejména v USA a Kanadě.



Obrázek 38: Globální MaaS trh v letech 2017-2023 v mld. USD

Elektromobilita

Automatické řízení není přímo závislé na elektromobilitě, ač je s ní často nesprávně spojováno. Systémy automatického řízení je možné stejně dobře využít i u "klasických" benzinových či naftových vozů.

Automatické řízení však bude přínosem pro rozvoj elektromobility, neboť umožní snadnější přístup k dobíjecím stanicím v libovolném čase nezávislém na času řidiče. Autonomní elektromobil se může kdykoli odjet sám dobít a následně se vrátit. To povede i k optimalizaci využití nabíjecích stanic. Co je třeba v tomto směru vyřešit je otázka technologie a bezpečnosti neasistovaného nabíjení elektromobilů.

8.3 Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů

Nové senzorické systémy

Snímání okolí vozu je klíčovou součástí systému autonomního řízení. S postupem času dochází ke zlepšování stávajících technologií a dále k jejich zlevňování, což umožňuje použití lepších senzorů ve standardních vozech.

Lidar

3D lidary jsou dnes již standardem jak u prototypů autonomních vozidel, tak i u vozidel vyšší třídy (Audi A4 již používá několik 3D Scala senzorů). Aktuální produkční typy 3D lidarů mají stále nevýhodu v tom, že obsahují pohyblivé části (rotující zrcátka či čočky). Nově se však na trhu objevují tzv. Solid State Lidars, které již pohyblivé součástky neobsahují, a tudíž mají potenciál menší velikosti, nižší výrobní ceny, a to vše při zachování kvality snímáče.

Mezi nejvýraznější hráče v oblasti Solid State lidarů patří Velodyne, LeddarTech, Quanergy, Ibeo a další.



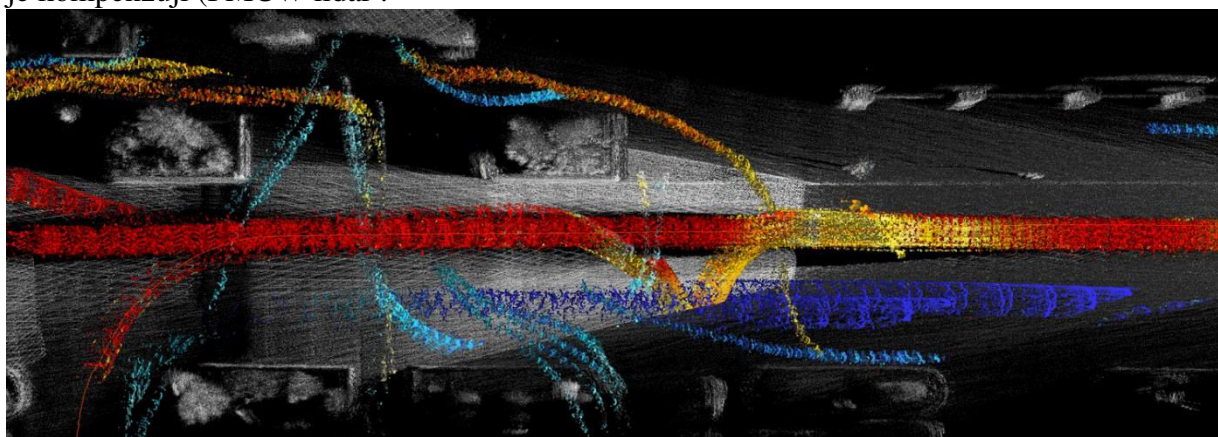
EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj
Operační program Podnikání
a inovace pro konkurenceschopnost



Obrázek 39: Solid State Lidar od firmy Velodyne (Velarray)

zdroj <http://velodynelidar.com>

U běžných lidarů může docházet k vzájemnému rušení mezi jednotlivými snímači či od jiného zdroje světelného záření (slunce). Objevují se však technologie, které tyto nevýhody nemají či je kompenzují (FMCW lidar).



Obrázek 40: FMCW Lidar s měřením rychlosti objektů

Stereo kamery

Technologie stereo vize existuje již delší dobu, nicméně nebyla příliš využívána pro svou technologickou a výpočetní náročnost. V poslední době se objevují pokročilejší řešení, která umožňují její využití v automotive jako dalšího senzoru pro sledování vozovky a objektů na ní. To přináší nový pohled na využití stereometrie jako pasivní (bez nutnosti emise) alternativy k dnes již běžně využívanému 3D Lidaru.



Umělá inteligence

V poslední době jsme svědkem obrovského posunu v oblasti aplikované umělé inteligence (AI). Rozvoj konvolučních neuronových sítí a strojového učení (primárně reinforcement learning) za posledních cca 8 let výrazně zlepšil možnosti počítačového řešení v oblastech jako je

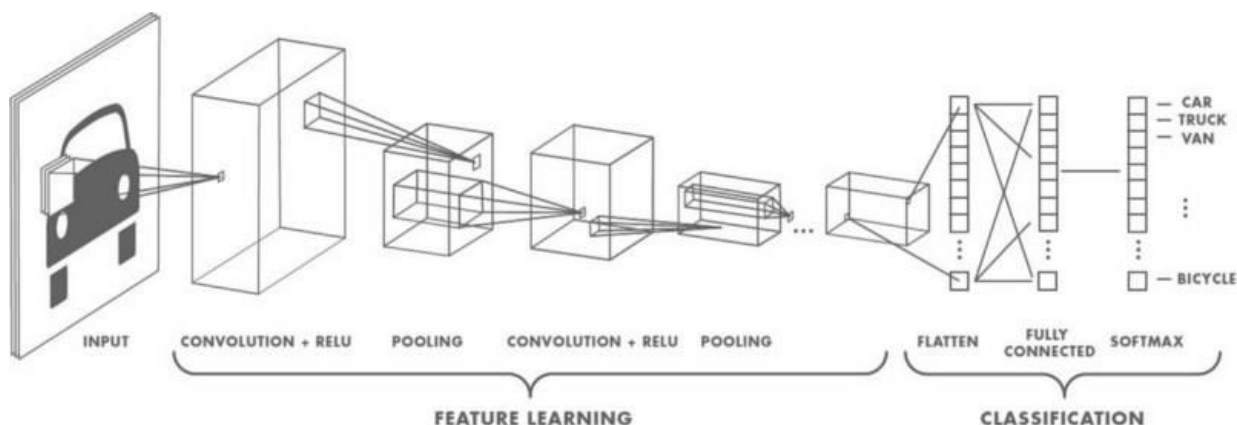
- zpracování obrazu, rozpoznání objektů
- zpracování dat ze snímačů, filtrace šumu
- plánování trasy
- adaptivní řízení

Vedoucí firma v oboru samořiditelných vozidel Waymo používá metody AI defacto v každé části systému samořideleného vozu .

Možné způsoby uplatnění prvků AI v autonomním řízení jsou rozebrány v následujících kapitolách.

Zpracování obrazu

Rozvoj konvolučních neuronových sítí (Convolutional Neural Networks - CNN) v posledních letech umožnil výrazně zlepšit schopnosti počítačového vidění a identifikace objektů. Klíčovou vlastností CNN je schopnost rozpoznat v obraze tzv. význačné vlastnosti (features) pomocí konvolučních filtrů.

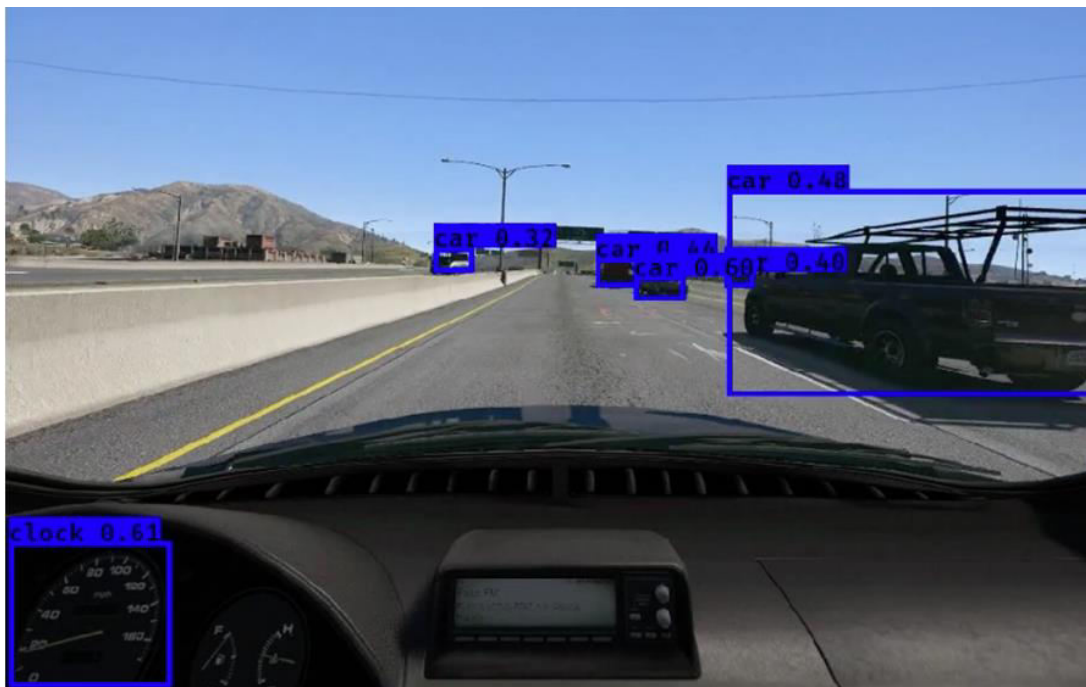


Obrázek 41: Konvoluční neuronové sítě

V oblasti identifikace objektů stojí za zmínění algoritmus YOLO, který se vyznačuje velkou rychlostí a dobrou spolehlivostí. Aplikuje neuronovou síť na celý obraz (frame) najednou, tato síť rozdělí obraz na oblasti a predikuje obrysové obdélníky (bounding boxes) a pravděpodobnosti pro každou oblast. YOLO zpracovává obraz zhruba 1000x rychleji než používaná metoda R-CNN a 100x rychleji než Fast R-CNN.



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



Obrázek 42: Aplikace YOLO algoritmu v rozpoznávání vozidel v simulaci

Další aplikovatelnou metodou je poslední verze již zmiňované metody R-CNN, a to tzv. Faster R-CNN. Je sice procesorově náročnější než YOLO3, dosahuje však vyšší přesnosti. Jako další metody můžeme zmínit SSD: Single Shot MultiBox Detector či Region-based Fully Convolutional Networks.

Další používanou metodou počítačového vidění je segmentace obrazu, kdy se u každého bodu obrazu určuje, do které skupiny patří (cesta, vozidlo, chodec apod.)

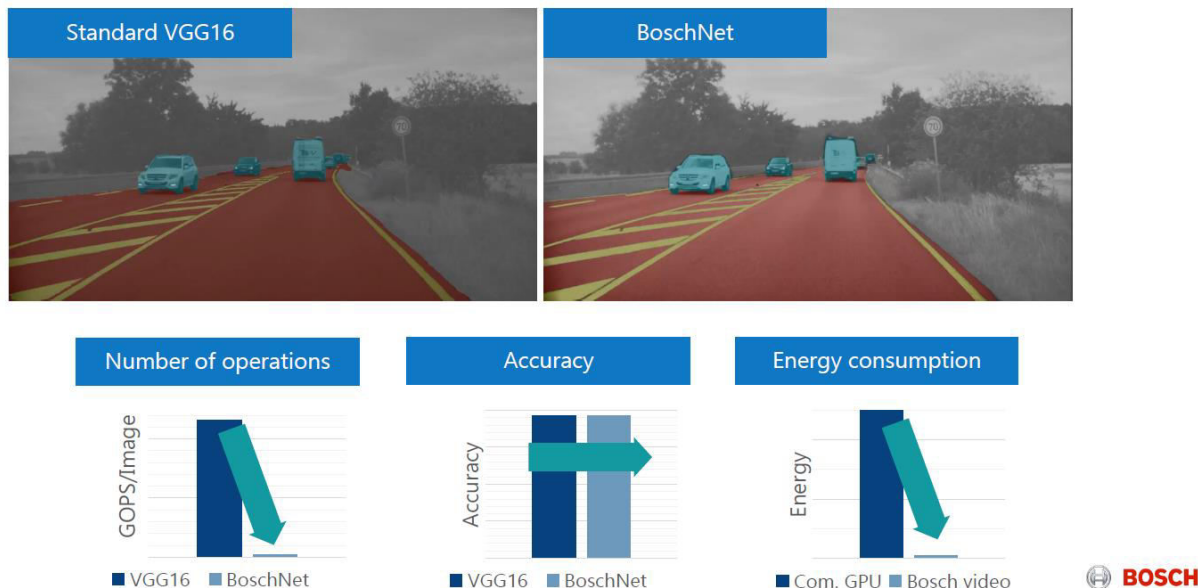


Obrázek 43: Segmentace obrazu dopravní situace před vozidlem

Tyto metody jsou již blízko k použití v ADAS systémech nové generace. Např. firma Bosch vyvinula neuronovou síť BoshNet, která je stejně rychlá a přesná jako standardní VGG16, ale má pouze 4 % náročnost na výpočetní kapacitu (a tedy i spotřebu).

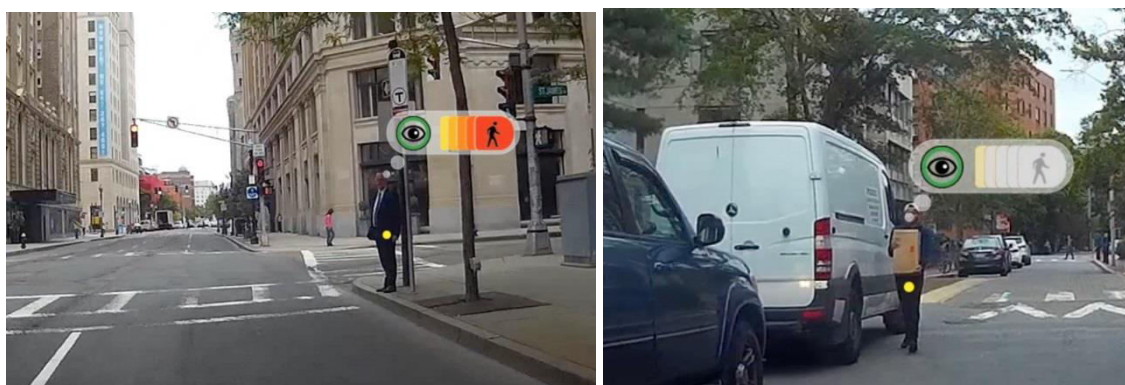


EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj
Operační program Podnikání
a inovace pro konkurenceschopnost



Obrázek 44: Porovnání BoschNet a standardní VGG16 sítě pro segmentaci obrazu

Neuronové sítě lze použít i pro předvídání chování ostatních účastníků silničního provozu, primárně chodců. K určení záměru chodců se používají vstupy jako kontext (jak daleko je chodec od vozovky), směr jeho pohybu, směr pohledu a postavení těla, případně posunky (gestures).



Obrázek 45: Příklady rozpoznání záměrů chodců

Zpracování dat ze snímačů

Při zpracování dat ze snímačů vozidla lze využít neuronových sítí těmito způsoby:

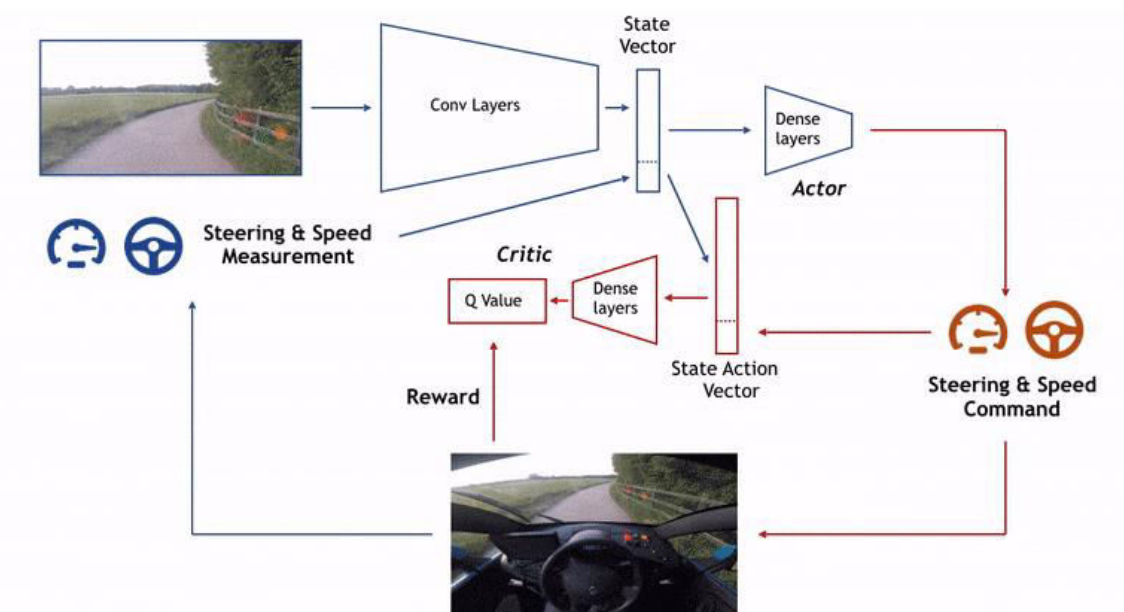
- Filtrování šumu daného senzoru – neuronové sítě mohou být naučeny na identifikaci měření, které je zatíženo šumem.

- Senzorová fúze – spojení dat z více snímačů většinou otevírá výzvy v tom, jak spojit jednotlivá data tak, aby byla využita veškerá informace ze snímačů (nedostatek jednoho snímače v dané situaci byl kompenzován jiným) a zároveň aby byla korelace dat použita k redukci šumu a nesprávně identifikovaných objektů (false positives).

Reinforcement learning – průběžné zdokonalování

Zajímavým přístupem je použití Reinforcement learning (RL) pro samotné řízení vozidla. Princip RL spočívá v učení požadovaného chování pomocí ocenění (penalizaci) jednotlivých stavů a nalezení optimálního řešení s minimem penalizací.

Metody v této oblasti v poslední době rychle postupují a např. je znám i postup, jak během 20 min (11 iterací) lze naučit algoritmus pro udržení vozidla v jízdním pruhu a zdolat trasu o délce 250 metrů.



Obrázek 46: Reinforcement learning pro řízení vozidla

Získávání a anotace dat z provozu

Využití umělé inteligence v oblasti autonomních vozidel s sebou přináší potřebu velkého množství anotovaných dat z reálného provozu jak pro učení, tak pro následné ověření správné funkčnosti AI algoritmů.

Do budoucna se uvažuje i o stochastickém přístupu pro ověření spolehlivosti nedeterministických AI algoritmů využitých v autonomním řízení, např. ve formě certifikované standardní sady scénářů, které musí daný algoritmus správně vyhodnotit. Tyto sady se následně budou rozšiřovat o další reálné situace, ve kterých AI vyhodnocení selhalo a tím bude zajištěna správná funkčnost v budoucích podobných případech.



Anotací dat se zabývají jak automobilky nebo dodavatelé v automotive průmyslu, tak specializované firmy, které danou problematiku řeší např. formou crowdsourcingu (Playment, AIotive, Mighty AI) nebo s využitím AI asistované anotace (understand.ai, Drive.ai). Umělou inteligenci je možné zapojit i ve fázi postprocesingu anotovaných dat pro úpravu počasí, denní doby, ročního období apod. například s využitím GAN neuronových sítí.

Datová fúze

Metody datové fúze jsou základem pro spojení dat získaných z různých senzorů na vozidle a jejich společné vyhodnocení. Tímto přístupem a vhodnou kombinací různých senzorů, jejichž vlastnosti se doplňují, je možné získat přesnější a věrohodnější obraz aktuální situace v okolí vozidla.

Pro datovou fúzi se často využívají základní přístupy spojující data dle pevně daných naprogramovaných pravidel. Budoucnost v této oblasti pak patří pravděpodobnostnímu přístupu a metodám, které využívají principy pravděpodobnostní robotiky v kombinaci s umělou inteligencí.

Hlavní výzvou této domény je nalezení pravděpodobnostního přístupu, který je dostatečně obecný a současně má výpočetní náročnost umožňující jeho realizaci na současných výpočetních systémech. Ačkoli řada řešení v této oblasti vede na exponenciální výpočetní složitost, objevují se první metody, které tuto otázku řeší a dosahují polynomiální či semilineární výpočetní složitosti.

Monitorování integrity pro lokalizaci autonomních vozidel

Klíčovou podmínkou pro úspěšné zavedení autonomních vozidel do provozu je přesná a spolehlivá lokalizace. Podle některých expertů je požadována přesnost 30 cm či méně v závislosti na prostředí, ve kterém se vozidlo pohybuje. Podobným výzvám čelil v minulosti i letecký průmysl, který zavedl pojem „integrita navigačního řešení“. Jedná se o míru důvěry ve správnost navigačního řešení poskytnutého systémem.

Integrita zahrnuje schopnost systému generovat upozornění v reálném čase, pokud navigační řešení nemůže být použito z důvodu nedostatečné jistoty v aktuální přesnosti jeho údajů. V opačném případě hovoříme o „Nebezpečí zavádějící informace (Hazardous Misleading Information)“. Je lepší vědět, že navigační řešení je nesprávné, a nepoužít jej než použít chybné informace.

Spolu s navigačním řešením se na základě dílčích pravděpodobností přispívajících k chybnému měření a použití redundantních zdrojů lokalizace (jako např. GNSS satelit) vypočítá Úroveň ochrany (Protection Level), což je 3D prostor ve kterém se vozidlo nachází s velmi vysokou pravděpodobností (možnost chyby je menší než 10^{-7}). Pokud Úroveň ochrany přesahuje vyžadovanou úroveň přesnosti pro danou oblast a operaci (Alert Limit), musí systém do požadovaného času (Time to Alert) vygenerovat upozornění.

Dá se očekávat, že s rozvojem autonomní mobility se objeví i požadavky na monitorování integrity, která, pokud nebude splňovat požadavky pro danou oblast a operaci, bude vyžadovat zásah v řízení vozidla (zpomalení, alternativní navigaci, asistenci nebo vyčkání na znovuoobnovení požadované integrity). Proto se tímto směrem zaměřuje i evropský výzkum v rámci agentury ESA.



Tvorba přesných a aktuálních map

Stěžejním úkolem při robotickém řízení je přesná lokalizace – vozidlo musí mít k dispozici informaci s přesností na 20-30 cm, kde na vozovce se nachází. Tuto přesnost za běžných podmínek rozhodně neposkytují GNSS a nelze to očekávat ani v budoucnu. Velmi častým řešením tohoto problému je vytvoření naprosto přesných 3D map s doplněním informací ze senzorů nazývaných „DNA vozovky“, nejčastěji 3D lidarů a kamery. Do takto vytvořených map se pak vozidlo při dalších průjezdech daným úsekem přesně lokalizuje. Tento přístup využívá většina dnes reálně fungujících robotických vozidel (Google, Uber, Voyage, ...).

Tvorba těchto přesných map je však poměrně náročná i vzhledem k tomu, že mapy potřebují pravidelnou aktualizaci, aby co nejlépe odpovídaly skutečnosti a zejména kvůli obrovské velikosti dat (řádově TB/den/vozidlo), která v tomto objemu není možné přenášet běžně přes internet. Takto vytvořenou přesnou mapu pak může využívat více různých odběratelů – provozovatelů autonomních vozidel. Není tedy divu, že tvorba přesných map pro autonomní vozidla je nabízena jako služba a že v této oblasti se vytváří nový trh s přesnými mapami. Snaží se na něm prosadit jak firmy, které se dosud zabývaly automobilovými navigačními systémy (TomTom, Here) nebo nové startupy zaměřené přímo na tuto oblast (Carmera, DeepMap). Technologické firmy jako Google či Uber řeší tento problém využitím vlastních přesných mapových podkladů.

Vzhledem k řadě problémů spojených s tvorbou a využitím přesných map (např. možnost provozu pouze v omezené zmapované lokalitě, nutnost aktualizace apod.) odborníci hledají přístupy, které by závislost na přesných mapách eliminovaly – to je možné buď hledáním úspornějších metod uložení a práce s obrovskými přesnými mapami nebo zvyšováním inteligence autonomních vozidel tak, aby se dokázala lokalizovat i s využitím méně přesných map.

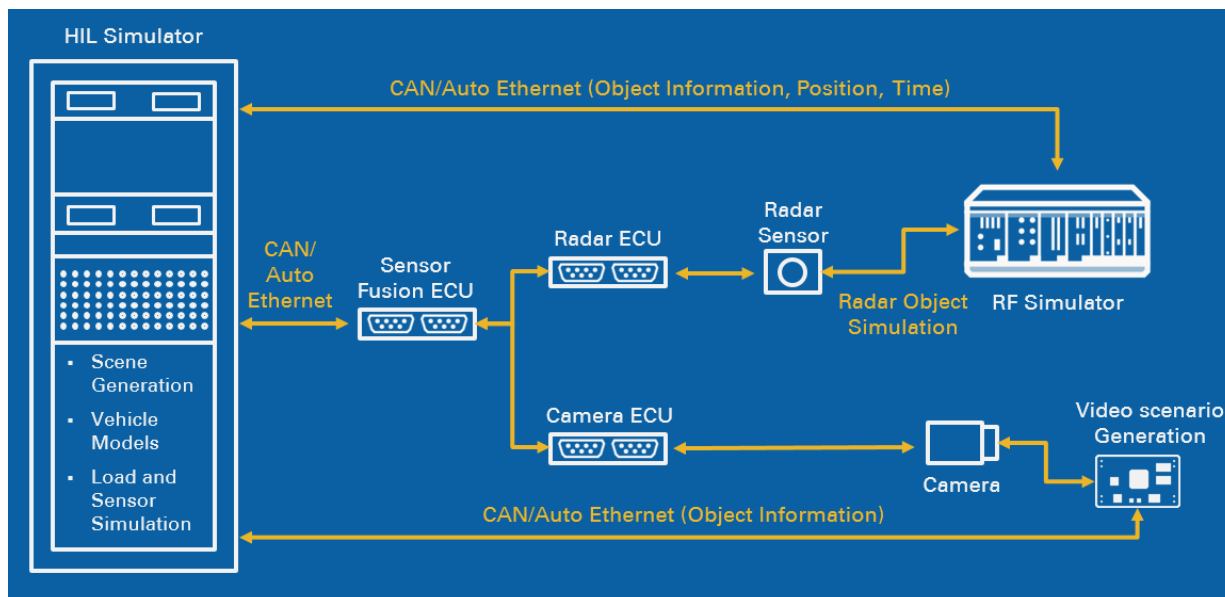
Simulace

Simulace se stávají velmi důležitou součástí vývoje i testování prvků ADAS systémů a autonomních vozidel. Např. vozy Waymo najezdily od počátku testování více než 5 milionů mil, zatímco v simulacích "urazí" jejich 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.

Technologie simulací se postupně vylepšuje, na trhu jsou k dispozici simulační nástroje v celé škále schopností i ceny:

- Open source systémy jako Carla (<http://carla.org/>) či Microsoft AirSim
- Běžné simulační systémy (rFPro, IPG)
- Super-realistické simulační systémy běžící na serverových farmách či v cloud (např. Nvidia GTC)
- Software-in-the-loop (SIL) a hardware-in-the-loop (HIL) systémy

Použití nejnovějších simulačních systémů umožní vyvíjet, nasazovat a testovat prvky autonomního řízení rychleji a s vyšší mírou kvality samotných řešení.



Obrázek 47: Testovací prostředí HIL

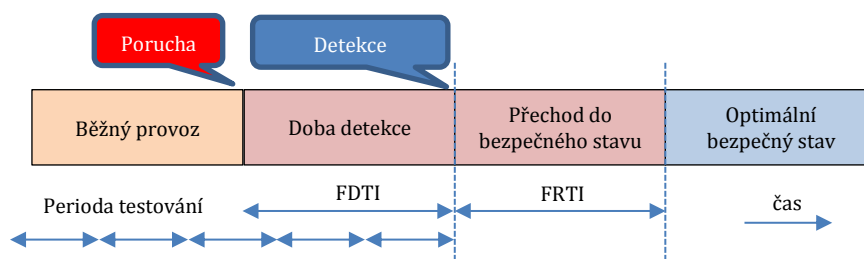
Systémy odolné proti selhání

Přestože se s prototypy autonomních vozidel setkáváme čím dál častěji, musí tato oblast nejprve technologicky dozrát. Tuto skutečnost si uvědomují výrobci současných automobilů, kteří ve svých plánech počítají s komercializací autonomních vozidel kolem roku 2050. Cena těchto prototypů je obrovská a stále mají rezervy ve spolehlivosti, funkční bezpečnosti a správném rozhodování. Jsou často postaveny ze součástí, které nejsou navrženy na dlouhodobý provoz, neprošly dlouhým procesem optimalizací na úrovni komponent, ale hlavně na úrovni celého vozidla.

V poslední době je možné sledovat vývoj v oblasti norem pro automobilový průmysl, které umožňují dosáhnout požadovaného stupně bezpečnosti. Příkladem může být norma ISO 26262, jejíž reedice bude vydána koncem roku 2018. Přinese zobecnění pro autobusy, nákladní auta a motocykly. Dále se zabývá požadavky na bezpečnost systémů ADAS, jejichž funkcionalita nebyla v dřívější době zřejmá. Norma pokrývá deduktivní a induktivní metody analýzy poruchovosti – FTA (Fault Tree Analysis) a FMEA (Failure Mode and Effects Analysis). Požadavky na bezpečnost (bezpečnostní cíle) jsou definovány pomocí HARA (Hazard Analysis and Risk Assessment). Bezpečnostní cíle jsou analyzovány na systémové úrovni a jsou rozpracovány na bezpečnostní požadavky. Rozvoj těchto postupů a norem se dá očekávat i nadále. Tento trend se bude pozitivně projevovat na všeobecném povědomí a akceptaci autonomního řízení, může se však projevit i negativně ve smyslu znemožnění dosažení specifikovaných bezpečnostních konceptů, jak je možné například vidět u striktních požadavků na psaní softwarového vybavení pro oblast leteckého průmyslu pomocí normy DO-178C.

Odolnost proti selhání bude u autonomních vozidel důležitým požadavkem. Bez tohoto rysu by se jen velmi obtížně nalézala všeobecná akceptace konceptu autonomních vozidel. Zajištění odolnosti proti selhání vychází z postupného vývoje, který probíhá na všech úrovních, od návrhu základních snímačů a aktuátorů, přes návrh subsystémů, až po systémovou úroveň. V případě selhání musí být systém schopen chybné chování zdetekovat,

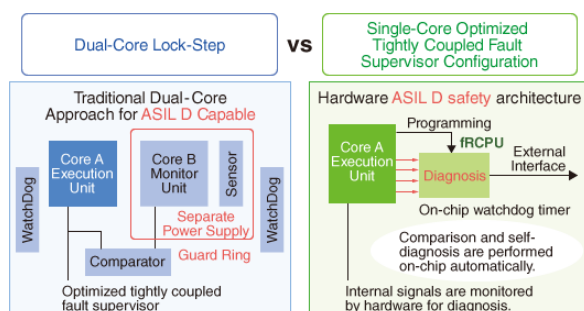
rozpoznat a na úrovni řízení zajistit změnu funkcionality tak, aby byla částečně zajištěna původní funkčnost. Poměrně velkým, ne-li největším problémem, je včasná detekce poruchy, aby nebyla omezena bezpečnost provozu a současně nedocházelo k falešným alarmům. Časový interval od vzniku poruchy do její detekce se nazývá Fault Detection Time Interval (FDTI).



Obrázek 48: Průběh detekce poruchy

Časový interval od detekce poruchy do přepnutí do vhodného bezpečného stavu se nazývá Fault Reaction Time Interval (FRTI). Součet těchto časů je nedílnou součástí požadavků na bezpečnost (Obrázek 48).

Podpora pro realizaci systémů odolných proti selhání se již nachází v moderních procesorech vyráběných pro použití v automobilovém průmyslu. Firma Toshiba nabízí mikrokontroléry navržené na zajištění funkční bezpečnosti. Jejich jádro je napevno spojené s hardwarovými testery, které sledují správnost signálů (Obrázek 49). Tím je zajištěna sebediagnostika, která se spravuje pomocí dostupného softwarového vybavení.



Obrázek 49: Srovnání architektur pro dosažení standardu ASIL D

(převzato z <https://toshiba.semicon-storage.com/us/product/automotive/micro/functional-safety.html>)

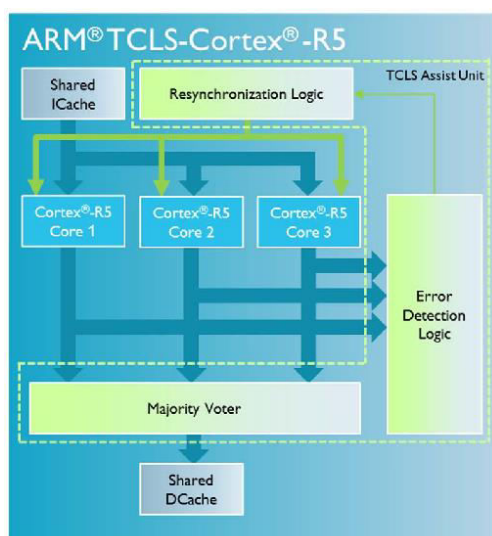
Výhodou tohoto řešení je nižší náročnost na plochu čipu a na jeho spotřebu ve srovnání s klasickým zapojením dvou jader v lock-step režimu. Firma Toshiba tak umožňuje realizovat systémy bezpečné při selhání použitím jednojádrových procesorů. Jejich dvoujádrové varianty umožňují navrhovat systémy odolné proti selhání.

Mikrokontroléry rodiny AURIX vybavené jádry Tricore jsou navrženy tak, aby s nimi bylo možné dosáhnout nejvyšších standardů zabezpečení v automobilovém průmyslu. První generace obsahuje až tři jádra, z nichž dvě mohou běžet v lock-step režimu. Jsou zde využity dva druhy jader, které mohou posloužit pro zajištění rozdílnosti (diverzity) na hardwarové



úrovni. Druhá generace těchto procesorů obsahuje až šest jader, z nichž čtyři mohou běžet v režimu lock-step. Byly navrženy s cílem využití v systémech ADAS pro zajištění vysoké úrovně funkční bezpečnosti. Procesory AURIX obsahují jednotku pro správu bezpečnosti, která zpracovává jednotlivé alarmy mikrokontroléru. Umožňují detekci poruch a jsou vybaveny záložními napájeními.

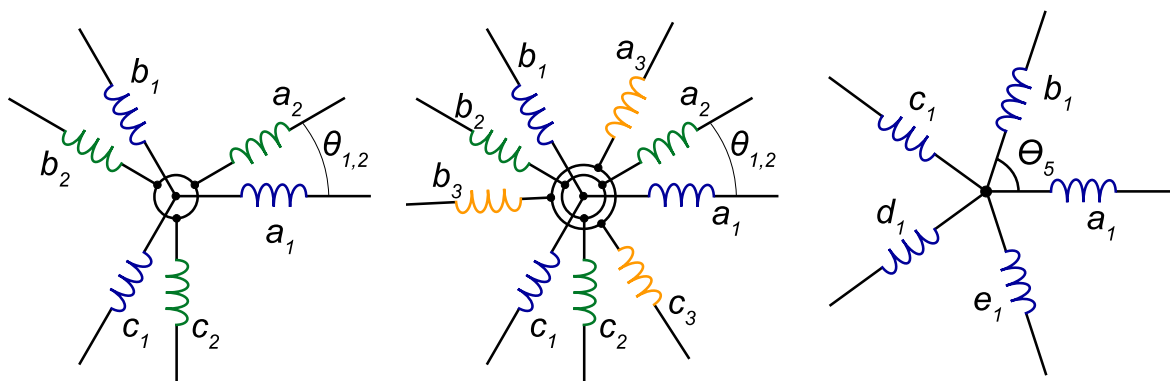
Objevují se i varianty procesorů v architektuře 3oo2 (Obrázek 50). Jedno takové řešení staví na využití tří jader zapojených v lock-step režimu. Je zde zajištěno rozsynchronizování běhu všech tří jader, obsahuje blok detekce chyb a vybírá stejný výsledek získaný alespoň ze dvou jader.



Obrázek 50: Tří jádrový procesor s jádry zapojenými v lock-step režimu s posunutím času výpočtu.

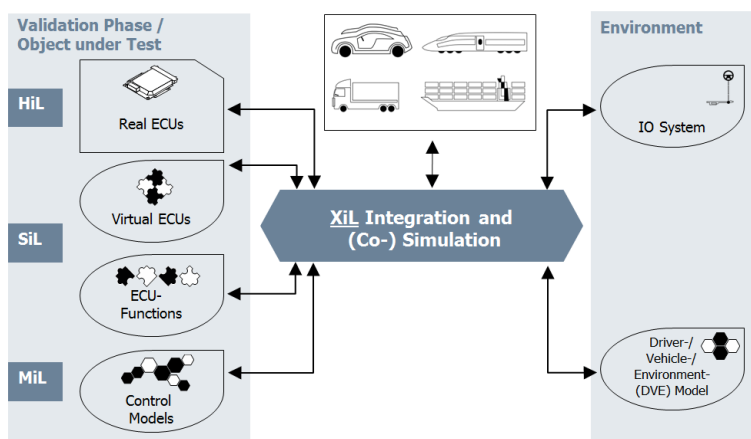
Na úrovni motoru pro plně elektrická vozítka se dosahuje odolnosti proti selhání využitím vícefázových střídavých elektrických motorů. Ve srovnání s klasickým spalovacím motorem, kde je redundance v počtu válců, která zajišťuje, že tento motor může pracovat i při poruše jednoho válce, vede u běžně používaného třífázového motoru ztráta jedné fáze k nemožnosti pokračovat v další jízdě. Přestože to na první pohled vypadá, že v případě využití třífázových subsystémů v jednom motoru umožňuje využít běžných algoritmů řízení třífázových motorů, není to zcela pravda. Statorová vinutí jsou umístěna ve stejném prostoru a navzájem se ve své činnosti ovlivňují. Celé řešení má řadu dílčích výhod, kterými jsou snížení maximálního proudu, možnost použití výkonových součástek dimenzovaných na nižší proudy a další.

Využití prvků redundance se poměrně snadno realizuje na hardwarové úrovni. Mnohem složitější je situace při vývoji programového vybavení. Pro každou uvažovanou poruchu je nutné zajistit algoritmy pro její detekci a také vytvořit řídicí algoritmy zajišťující činnost ve funkční poruše. Dá se proto očekávat, že ještě více vzroste požadavek na počet IT specialistů.



Obrázek 51: Různé konfigurace statorových vinutí vícefázových elektrických motorů (2x třífázový motor, 3x třífázový motor a pětifázový motor).

Velký důraz je a bude čím dál tím více kladen na validaci systémů odolných proti selhání. Dá se říci, že přístupy X in the Loop (XiL), jako jsou MiL, SiL, PiL a HiL, jsou v dnešní době běžně používané (Obrázek 52).



Obrázek 52: Integrace X in the Loop simulačních metod

(převzato z https://www.etas.com/en/products/applications_virtualization_xil_approach.php)

Problémem u systémů bezpečných proti selhání je samotné vygenerování poruchy tak, aby bylo možné otestovat reakci systému na její výskyt. Vedle prostředků pro detekci chyb se do systémů vkládají jednotky pro emulaci vzniku poruch – Failure Insertion Units (FIU). Bez jejich pomoci by nebylo možné dosáhnout dostatečného pokrytí testů. FIU jsou také nedílnou součástí HiL simulátorů (dSPACE, NI, ETAS, Opal-RT, ...). Umožňují emulovat situace jako rozpojení obvodu, zkrat na zdroj napětí, na zemní potenciál, zkrat mezi datovými vodiči a další.

Komunikace V2X

Co se týče komunikace mezi vozidlem a ostatními vozidly v silničním provozu (V2V) či infrastrukturou (V2I) nebo cloudem (V2C), tato oblast stále naráží na velkou roztržitost,



nedostatek standardizace a z toho plynoucí malou připravenost, i když této oblasti se věnuje velké úsilí a probíhá řada aktivit.

Z těchto důvodů je v současnosti a nejbližší době možné očekávat zejména využití komunikace V2C, která slouží zejména pro sdílení informací o provozu a aktualizaci online map mezi vozidly jedné flotily.

Bezdrátové datové komunikační technologie

Autonomní vozidla budou v mnohem větší míře využívat online připojení k internetu. Budou klást tedy větší požadavky na mobilní datové sítě, a to z důvodů:

- Načítání přesných map (Hi-Res) pro lokalizaci a navigaci vozidla
- Posílání aktualizace na datové servery (v případě zjištění odchylky od mapy, informace o sjízdnosti, překážkách)
- Umožnění tele-operace, tzn. dálkového řízení v nestandardních situacích či v případě chybějících map (poslední míle)
- Získávání aktualizace firmware

Speciálně pro tele-operaci je potřeba sítí nové generace – je třeba dostatečný datový tok i nízká latence, což by sítě 5G měly splňovat (propustnost až 20 GBit/s a latence 1 ms).

8.4 Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístupů v praxi

Rozvoj autonomních vozidel je mezioborovou záležitostí, která zasáhne do velké škály aspektů našeho života. Proto, existuje celá řada oblastí, ve kterých je možné identifikovat překážky pro další rozvoj.

Technické bariéry

Hlavním technickým problémem je v současnosti chybějící řešení pro autonomii stupňů 4 a 5, přičemž panují obavy, že autonomie stupně 3 nebude prakticky použitelná z důvodů nemožnosti plnohodnotného předání řízení zpět řidiči v dostatečně krátkém čase. Hlavními technickými výzvami v této oblasti je zejména řešení první a poslední míle a komplexních dopravních situací.

Dále je třeba zmínit nedostatečnost stávající infrastruktury jako je komunikace car2x, dostupné HD mapy, testovací infrastruktura, realističtější simulace a anotovaná data.

Ne zcela vyřešenou otázkou je také spotřeba systémů autonomního řízení.

Bariéry v automobilovém segmentu

Pokud se jedná o připravenost výrobců automobilů, pak mluvíme v podstatě o "revoluci" v celém tomto segmentu. Do současnosti byly automobilky zejména výrobci hardware, nicméně situace se velice rychle mění a hlavní roli ve vozidlových systémech začíná hrát software. Musí zde tedy dojít k restrukturalizaci výrobních procesů a celého řetězce tak, aby se z automobilek stali výrobci software.

Dalším aspektem je cena autonomních systémů, které výraznou měrou mohou zvýšit cenu vozidel. Například 3D lidar, který je v současnosti klíčovým snímačem u velké většiny fungujících autonomních konceptů, svojí cenou převyšuje cenu vlastního vozidla. Proto je kladen důraz na hledání řešení, která budou schopna využít cenově dostupnější snímače, k



čemuž je třeba zejména dořešení problematiky pokročilé fúze těchto snímačů. Současně se hledají cesty ke zefektivnění a zlevnění výroby stávajících drahých snímačů. Otázkou je, zda pro snížení ceny bude stačit pouhá masová výroba, nebo zda bude třeba výrazně zlepšit technologické řešení současných nákladných senzorů.

Dále je třeba vnímat nutnost postupné kompletní změny modelu výroby a prodeje vozidel, kdy zákazníci nebudou koncoví uživatelé ale spíše firmy poskytující mobilitu jako službu, tedy operátoři mobility. Jedná se tedy o změnu prodejního a servisního řetězce z B2C na B2B, čemuž se stávající výrobci automobilů musí přizpůsobit. Možností je i zapojení těchto výrobců do trhu s mobilitou a vznik velkých mobilních operátorů spojených s konkrétními automobilkami. Současně můžeme registrovat příchod nových výrobců z řad technologických firem s jiným přístupem k celé problematice (Tesla) a rizika s tím spojená.

Legislativní bariéry

Hlavní legislativní bariérou je chybějící legislativní rámec v EU a zatím pouze částečně vytvořená legislativa v USA. V rámci legislativního procesu bude nutné dořešení otázek jako odpovědnost za provoz autonomního vozidla, etika provozu, úprava dopravních předpisů (např. dopravní kontroly), státní regulace (kontroly funkčnosti a bezpečnosti, povolování provozu a dalších).

Společenské bariéry

Pro plnohodnotnou akceptaci a rozšíření autonomních vozidel bude nutno čelit i řadě společenských bariér, jako jsou:

- **Hluboce zakořeněné vlastnictví vozidla, společenský status**

Pro mnoho lidí je vlastnictví vozidla pevně daný bod, kterého se nebudou chtít vzdát. Mnohdy vozidlo dané značky slouží i jako společenský statusový symbol, jakou pozici daný člověk ve společnosti zaujímá.

Nicméně autoři této práce očekávají, že funkci společenského statusu převzou jiné výrobky (dnes to již je např. mobilní telefon). Také diferenciací úrovně služeb mezi mobility operátory může fungovat jako společenský status (stejně tak jako economy a business třída u letecké dopravy).

- **Předsudky a obava z AI, nedůvěra**

Experimenty společnosti Waymo ukázaly, že předsudky a obava z automatické řízení vozu vyprchají velmi rychle a lidé vzápětí využívají nově získaný volný čas ke svým aktivitám

- **Vozidlo jako mobilní zavazadlo**

Mnohdy je vozidlo používáno mimo jiné jako mobilní základna/zavadlo. Pravděpodobně ekonomické aspekty donutí většinu uživatelů tento způsob využití vozidla opustit.

- **Přechodné zvýšení hustoty dopravy**

Autonomní doprava může ve střednědobém horizontu paradoxně ještě zvýšit hustotu dopravy ve městech, protože se stane konkurencí hromadné dopravy. To bude kompenzováno až zavedením nových (vícemístných) typů vozidel umožňujících



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



zvýšení přepravní hustoty osob, případně regulačními opatřeními ve městech s důrazem na kombinaci různých druhů dopravy.

8.5 Shrnutí

V tomto dokumentu jsme shrnuli jak nadcházející průmyslové a společenské změny, tak aktuální směry technologického vývoje v oblasti snímačů, fúze, umělé inteligence, algoritmů řízení, zvyšování spolehlivosti a nastínili vhodné uplatnění těchto technologií a přístupů v oblasti autonomního řízení vozidla.

Speciálně v oblasti **umělé inteligence** je vidět výrazný pokrok, který může stávající přístupy zcela změnit – je proto dobré tuto oblast sledovat a průběžně verifikovat možnosti uplatnění v automotive prostředí. Rostou také nároky na spolehlivost systémů a tvorbu **systémů odolných proti selhání**.

Výzvou je i postupné **snížování závislosti** autonomních vozidel **na přesných 3D mapách** a zvyšování jejich autonomní inteligence tak, aby zvládla projet i předem nezmapované úseky.

V oblasti snímačů jde hlavně o rozvoj **lidarů**, kde pravděpodobně dojde k rozšíření Solid State lidarů a dále k celkovému zlevnění produkce, a tedy i k většímu použití u běžných vozidel.

Simulace je stále více a více využívána pro vývoj i testování prvků ADAS systémů a autonomního řízení. Technologie se zlepšuje a umožní i nasazení prvků umělé inteligence u produkčních vozidel – tyto nelze testovat deterministicky, a proto je potřeba provést mnohem rozsáhlejší stochastické otestování pomocí simulací.

Infrastruktura silniční sítě také musí být výrazně rozšířena pro použití autonomních vozidel. Jedná se o poskytování online hi-res map, komunikace mezi autonomním vozidlem a dopravní infrastrukturou (ať lokální, tak i centrální). Komunikační sítě nové generace musí zvládnout podstatně větší datové toky a zároveň zajistit malou latenci pro časově kritické operace (tele-operace).