

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Autonomní mobilita v podmínkách ČR

Bc. Helena Paulusová

Diplomová práce
2019

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Helena Paulusová**
Osobní číslo: **D17353**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**
Název tématu: **Autonomní mobilita v podmínkách ČR**
Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Teoretické aspekty autonomní mobility
2. Analýza stávajícího stavu uplatnění autonomních vozidel
3. Návrhy na posílení rozvoje autonomní mobility
4. Zhodnocení dopadů rozvoje a potenciálu uplatnění autonomní mobility

Závěr

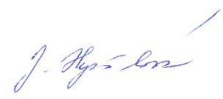
Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucí/ho**
Rozsah pracovní zprávy: **50 - 60 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:
dle pokynů vedoucí/ho práce

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Ivo Drahotský, Ph.D.**
Katedra dopravního managementu, marketingu
a logistiky

Datum zadání diplomové práce: **31. října 2018**
Termín odevzdání diplomové práce: **17. května 2019**


doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

L.S.


doc. Ing. Jaroslava Hyršlová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 12. dubna 2019

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012 Pravidla pro zveřejňování závěrečných prací a jejich základní jednotnou formální úpravu, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 15. 5. 2019

Bc. Helena Paulusová

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce doc. Ing. Ivu Drahotskému, Ph.D., za vstřícný přístup a cenné rady při zpracovávání diplomové práce.

ANOTACE

Práce se zaměřuje na autonomní vozidla v České republice s ohledem na legislativu, pojišťovnictví a možné přínosy a rizika. Zabývá se také etickými dilematy a zásadami, kterými by se mělo vozidlo řídit. V práci jsou také uvedeny údaje o vývoji autonomně řízených vozidla jiných zemí.

KLÍČOVÁ SLOVA

autonomní vozidla, silniční doprava, silniční infrastruktura, Česká republika

TITLE

Autonomous mobility in conditions of the Czech Republic

ANNOTATION

The work focuses on the autonomous vehicles in the Czech Republic in aspects legislation, insurance industry with benefits and risk. It also deals with ethical dilemmas and principles, that vehicle should follow. In the work are introduced information about autonomous vehicles in differ countries.

KEYWORDS

autonomous vehicles, road traffic, road infrastructure, Czech Republic

OBSAH

ÚVOD	10
1 TEORETICKÉ ASPEKTY AUTONOMNÍ MOBILITY	11
1.1 Dosavadní vývoj	11
1.2 Stupně automatizace.....	14
1.2.1 Přínosy pro společnost	15
1.2.2 Rizika autonomních vozidel.....	16
1.3 Pracovní skupiny.....	17
1.4 Legislativa.....	17
1.5 Etické otázky.....	18
1.5.1 Typy etiky vozidel.....	19
1.5.2 Dvacet zásad autonomních vozidel pro Spolkovou republiku Německo	20
1.6 Testování vozidel	24
1.7 Dopravní značení	24
1.8 Mapové podklady.....	25
1.9 Informační modelování staveb	25
1.10 Komunikační síť.....	26
1.11 Podpora vozidel.....	26
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	27
2.1 Umělá inteligence.....	27
2.2 Uplatnění umělé inteligence.....	28
2.3 Technické prvky autonomních vozidel	29
2.3.1 Lidary	29
2.3.2 Radary	30
2.3.3 Sonary	31
2.3.4 Modelové zobrazení	32
2.4 Veřejná městská doprava	32
2.5 Nákladní doprava	33
2.5.1 Analyzování jízd autonomních kamionů.....	34
2.6 Sdílení autonomních vozidel.....	35
2.7 Přípravenost infrastruktury a energetiky	36
2.7.1 Infrastruktura.....	36
2.7.2 Zdroje energie vozidel.....	37

2.8	Testy v USA.....	38
2.8.1	Autopilot společnosti Tesla.....	39
2.8.2	Ohlas u obyvatel USA.....	39
2.9	Pojištění a otázka odpovědnosti	40
2.10	Společnost Valeo.....	41
2.10.1	BMW.....	41
2.11	Projekt Waymo	41
2.11.1	Ostatní společnosti	42
2.12	Shrnutí.....	42
3	NÁVRHY NA POSÍLENÍ ROZVOJE AUTONOMNÍ MOBILITY	44
3.1	Včasná informovanost.....	44
3.2	Mimořádné situace spojené s autonomně řízenými vozidly	44
3.2.1	Porucha vozidla.....	44
3.2.2	Zranitelnost systému	45
3.2.3	Objekty na dopravní infrastruktuře	46
3.2.4	Zdroje energie pro pohyb vozidel	47
3.3	Aktualizování informací na dopravní síti.....	47
3.4	Integrovaný záchranný systém.....	48
3.5	Problematika pojištění.....	48
3.6	Bezpečnost autonomně řízených vozidel	50
3.7	Technické prvky autonomně řízených vozidel.....	50
3.7.1	Projekce kamer.....	51
3.8	Přechod pro chodce.....	52
3.8.1	Signální tlačítko	52
3.8.2	Kombinace snímacích senzorů a určeného místa.....	53
3.8.3	Alternativní přechod pro chodce.....	53
3.9	Časové rozvržení uvedení do provozu autonomně řízených vozidel	54
3.10	Případové studie – reakce systému v krizových situacích	55
3.11	Shrnutí.....	57
4	ZHODNOCENÍ DOPADŮ ROZVOJE A POTENCIÁLU UPLATNĚNÍ AUTONOMNÍ MOBILITY	59
4.1	Ekonomické dopady autonomní mobility	59
4.1.1	Ekonomické dopady na nákladní dopravu	60
4.2	Možnosti finanční podpory pro zavádění autonomní mobility	60

4.2.1	Parkování	60
4.2.2	Zvýhodněné dobíjení.....	61
4.3	Sdílení	61
4.4	Vlastnictví dat	61
4.5	Shrnutí.....	62
ZÁVĚR		63
POUŽITÁ LITERATURA.....		64
SEZNAM TABULEK.....		70
SEZNAM OBRÁZKŮ		71
SEZNAM ZKRATEK.....		72

ÚVOD

Dopravu člověk využívá již několik tisíciletí k tomu, aby mu usnadňovala přepravu materiálu, zboží či osob. Každý druh dopravy má své specifické vlastnosti z hlediska rychlosti, pohodlnosti, kapacitního množství či bezpečnosti. Plně autonomními vozidla jsou vizí těchto specifických vlastností, s příslibem nižšího zatěžování životního prostředí externími náklady. Autonomně řízená vozidla jsou výzvou pro současnou společnost a budou mít dopad na řadu oblastí zejména na legislativu, pojišťovnictví, zdravotnictví, oblast etiky a na automobilový průmysl.

Vývoj automobilového průmyslu značně narůstá prostřednictvím nadcházející modernizace automobilů s vyššími požadavky na technický a technologický rozvoj a s důrazem na bezpečnost. Autonomně řízená vozidla jsou schopna se orientovat v prostoru a detekovat překážky prostřednictvím kamer, lidarů, radarů a sonarů.

Tato diplomová práce se zabývá problematikou autonomní mobility v České republice.

Cílem této diplomové práce je vyhodnocení problematiky autonomní mobility v podmínkách ČR ke dni odevzdání práce, a potenciálu dalšího rozvoje v kontextu se zahraniční situací.

1 TEORETICKÉ ASPEKTY AUTONOMNÍ MOBILITY

Autonomní vozidla jsou v dnešní době velice diskutované téma, které se pojí s pohodlím, bezpečností, budoucností mobility ale i s mnoha otázkami. Vozidla s manuálním řízením v dohledné době však úplně nevyumizí z důvodu současného masivního rozšíření, radosti z řízení, nemožnosti nasazení na nevhodné infrastrukturu (především v málo rozvinutých zemích) či nedůvěřivosti vůči autonomním vozidlům.

1.1 Dosavadní vývoj

Podle německého Spolkového výzkumného ústavu silniční sítě (BASt) (akční plán, 2019, s. 5) definuje autonomní vozidlo jako: „*Vozidlo je samo řízeno bez lidského dozoru, přičemž při poruše účinnosti automatizovaných funkcí se samočinně přepne do režimu, který je pro systém autonomního vozidla nejméně rizikový.*“

Klasifikace autonomního řízení dle akčního plánu (2019):

- Vozidlo s automatizovaným řízením umožňuje vykonávat určité činnosti bez zásahu řidiče např. parkovací asistent.
- Plně autonomní vozidlo bez lidského zásahu je schopno samo se bezpečně přemístit na určené místo, kde snímá stav infrastruktury a komunikuje s vozidly ve svém okolí.
- Datově propojené vozidlo komunikuje s ostatními vozidly ve svém okolí.
- Datově připojené vozidlo s automatizovaným řízením je vozidlo, které je datově propojené a automaticky řízené.
- Kooperativní inteligentní dopravní systémy (C-ITS) využívá vozidlo, pokud je datově připojené, komunikuje s okolními vozidly a se silničním zařízením, které souvisí s infrastrukturou. Czechspaceportal (2019) dodává, že komunikace infrastruktury s vozidly může být velmi důležitá při řešení problému za mimořádných událostí, při snížené viditelnosti a při předcházení dopravním nehodám. Tento systém dále umožňuje preferování vozidel například integrovaného záchranného systému, kterým by byla udělena přednost na křižovatkách nebo vozidlům MHD v rámci preference dopravy.

Z důvodu zajištění bezpečnosti posádky cestující ve vozidle jsou do dnešních vozidel instalovány systémy a prvky, které mají za cíl předejít dopravní nehodě nebo snížit její dopady. Bezpečnostní prvky dělíme na:

- aktivní – jejich účelem je zabránit dopravní nehodě. Ibesip (2019a) shrnují aktivní prvky například:

- Anti-lock brake system (ABS), česky - protiblokovací brzdňý systém – účelem systému je zajištění, aby se nezablokovala kola při brždění vozidla z důvodu například na mokré vozovce či ledu a tím zabrání snížení či ztráty adheze mezi koly vozidla a dopravní komunikací.
- Adaptivní tempomat – vozidlo udržuje bezpečnou vzdálenost od vozidla jedoucím před ním prostřednictvím úpravy jízdní rychlosti.
- Parkovací asistent – zaparkuje vozidlo na rozměrově přijatelné parkovací místo. Řidič pouze řídí vozidlo prostřednictvím pedálu plynu, brzdy a řazení.
- Systém sledování bdělosti řidiče – systém na základě průběžné analýzy řízení a monitoringu řidiče je vyhodnocována jeho bdělost. Při překročení hodnoty z indexu únavy, vozidlo zvukově či vizuálně upozorní řidiče na možné riziko usnutí za jízdy.
- Asistent jízdy v kolonách – asistent je využíván pro zajištění bezpečné vzdálenosti mezi vozidly při jízdě v kolonách a zároveň slouží jako prevence pro zamezení srážky vozidel. Asistent využívá automatického zabrzdění kol a upravuje rychlost vozidla. Asistent je aktivní při nízkých rychlostech cca 30 km/h.
- pasivní – jejich účelem je snížit následky dopravní nehody. Ibesip (2019b) shrnují pasivní prvky:
 - Autosedačky pro děti – zabezpečují ochranu či zmírnění následků vlivem dopravní nehody dětí do jejich výšky 150 cm a váhy 36 kg.
 - Bezpečnostní pásy – zajišťují, aby se tělo pasažéra při nárazu nepohybovalo ve směru jízdy a tím sebe či jinou osobu nezranilo či neusmrtilo.
 - Airbagy – zpomalují pohyb osoby ve směru jízdy a zpomalují náraz. Airbagy jsou účinné pouze při kombinaci bezpečnostních pásů.
 - Deformační zóny v karoserii vozidla – deformační zóny mohou záměrně zesilovat či zeslabovat karoserii vozidla v určitých místech. Energii uvolněnou při nárazu mohou následně přesměrovávat na jiné části karoserie a vytvářet tak bezpečný prostor pro cestující. Deformační zóny mohou kinetickou energii vozidla uvolněnou při nárazu také absorbovat.
 - Opěrka hlavy – zamezuje, aby se osobám ve vozidle při nárazu a zpětném pohybu těla dozadu, zlomil vaz.

Internetový magazín ifleet (2018) uvedl, že Michiel van Ratingen ze společnosti Euro NCAP se vyjádřil ohledně bezpečnostních prvků následně: „*I auta s vyspělými asistenčními*

systemy vyžadují pozorného řidiče, který auto kontroluje po celou dobu. Je důležité, aby moderní aktivní i pasivní systémy zůstaly celou dobu na pozadí jako důležitá bezpečnostní záloha.“

Z hlediska historie autonomních vozidel jsou počátky vývoje nejasné. Dusil (2018) a Hyan (2015) se rozcházejí v názoru o prvním autonomním vozidle. Dusil (2018) uvádí, že první plně autonomní vozidlo bylo vyvinuto již v roce 1968 německou společností Continental. Upravený Mercedes 250 byl vozidlem, které jezdilo na speciální testovací dráze za účelem testování pneumatik. Toto vozidlo však bylo navrženo na principu dálkového ovládní.

Hyan (2015) tvrdí, že první autonomní vozidlo bylo vyrobeno v roce 1977, tedy o 9 let později, než jak uvádí Dusil (2018). Toto vozidlo bylo japonským prototypem Tsukuba Mechanical Engineering viz obrázek 1. Vozidlo disponovalo dvěma kamerami a počítačovým systémem.



Obrázek 1 Japonský prototyp autonomního vozidla (Weber, 2014)

Na obrázku 1 je zobrazen prototyp japonského autonomní vozidla, kde je umístěna přístrojová deska s počítačem, který vyhodnocuje informace z kamer.

1.2 Stupně automatizace

Dle akčního plánu (2019) uvedlo sdružení SAE standard SAE J3016, který rozděluje automatizaci řízení vozidel na šest stupňů viz. obrázek 2. Akční plán (2019) dále dodává, že v konečném stupni uživatel vozidla řidičský průkaz již nebude vyžadován.

	Úroveň podle SAE*	Popis úrovně	Řízení vozidla	Sledování dopravní situace	Reakce na dynamickou dopravní situaci	Režimy jízdy (např. dálnice, město)
Dopravní situace sledována řidičem	0	BEZ AUTOMATIZACE - vozidlo řídí výlučně řidič. - řidič zároveň sleduje dopravní situaci a reaguje na ni				žádné
	1	ASISTENCE ŘIDIČE - automat provádí úkony spojené buď s příčným pohybem, nebo s podélným pohybem vozidla (nikoli však obojí současně) - řidič neustále sleduje dopravní situaci a musí být připraven v případě potřeby převzít řízení				omezené
	2	ČÁSTEČNÁ AUTOMATIZACE - automat provádí úkony spojené jak s příčným pohybem, tak s podélným pohybem vozidla současně - řidič neustále sleduje dopravní situaci a musí být připraven v případě potřeby převzít řízení				omezené
Dopravní situace sledována vozidlem	3	PODMÍNĚNÁ AUTOMATIZACE - veškeré úkony jsou prováděny automatem - řidič musí být schopen v případě nutnosti převzít řízení				omezené
	4	VYSOKÁ AUTOMATIZACE - veškeré úkony jsou prováděny automatem bez nutnosti zásahu řidiče - automat pracuje v omezených režimech jízdy				omezené
	5	PLNÁ AUTOMATIZACE - veškeré úkony jsou prováděny automatem bez nutnosti zásahu řidiče (řidič neexistuje) - automat pracuje ve všech režimech jízdy				všechny

Obrázek 2 Stupně automatizace dle standardu SAE J3016 (Akční plán, 2019)

Dle obrázku 2 je šest úrovní automatizace vozidel, které jsou seřazeny od minimální po maximální podporu řízení (Akční plán 2019):

- Úroveň 0 znamená, že systém vozidla řidiče pouze upozorní vizuální či akustickou výstrahou při nějakém podnětu například hlídání mrtvého úhlu.
- Úroveň 1 („hands on“) podporuje řidiče se základními úkony řízení pomocí adaptivního automatu, či parkovacích asistentů. Řidič musí být i při těchto činnostech připraven převzít kontrolu nad vozidlem.
- Úroveň 2 („hands off“) vyjadřuje, že řidič musí mít ruce na volantu a mít vozidlo pod kontrolou. Tato úroveň je o něco pokročilejší než úroveň 1. Jedná se o napomáhání řízení, které souvisí s činnostmi akcelerace, brždění a řízení.
- Úroveň 3 („eyes off“) uvádí, že řidič může odvrátit pozornost od řízení, přičemž musí být schopen zareagovat na určitou situaci v daném časovém intervalu, který upřesní

výrobce. Jedná se situace, kde je nutná okamžitá reakce (například při řízení na dálnici a následné brždění).

- Úroveň 4 („mind off“) je podobná jako úroveň 3, což znamená, že autonomní řízení je určeno do určitého prostředí či situace jako je například kongesce. Při tomto režimu není nutná pozornost řidiče. Během vypínání pomocného řízení je třeba, aby řidič opět převzal kontrolu nad vozidlem. Pokud by se tak nestalo, musí se vozidlo bezpečně odstavit.
- Úroveň 5 (režim řízení) znázorňuje plně autonomní řízení. Vozidlo bezpečně přemístí cestující na zvolené místo bez zásahu do řízení.

1.2.1 Přínosy pro společnost

Autonomní řízení má pro společnost množství přínosů. Jedním z nich může být snížení emisí, které vozidla produkují, snížení ceny za přepravu zboží s vyloučením řidičů, snížení externích nákladů plynoucích z dopravy a také z přepravy zboží. Akční plánu (2019) uvádí další přínosy možné přínosy:

- Zvýšení účinnosti dopravy prostřednictvím plynulosti dopravy, snížení jízdní doby a odstupu mezi vozidly na psychologicky bezpečnou vzdálenost (PBV). Pod pojmem psychologicky bezpečnou vzdáleností si autor představuje vzdálenost mezi autonomními vozidly, která je psychicky únosná čili nevzbuzuje u cestujících nutkavý pocit převzít kontrolu nad vozidlem při určité rychlosti.
- Zvýšení bezpečnosti dopravy prostřednictvím eliminování chyb lidského charakteru v důsledku například únavy, nepozornosti či nepředvídatelnosti různých elementů na dopravní cestě. Částečná automatizace řízení vozidla může snížit následky dopravní nehody nebo jí může úplně zamezit.
- Zvýšení dostupnosti mobility:
 - Zajištění či zlepšení mobility u stárnoucí populace či osob se zdravotním omezeními a tím zvýšení sociální rovnosti v dopravě.
 - Snížení finančních nákladů cestujících na zajištění mobility prostřednictvím sdílením autonomních vozidel.
 - V osobní i nákladní přepravě může využívání autonomních vozidel snížit náklady na přepravu, a to z důvodu minimalizace nákladů na řidiče vozidel.
- Snížení emisí, hluku a dalších vlivů ohrožující životní prostředí bude zajištěno:
 - Vyšší plynulostí dopravy zajištěnou nižší četností tvorby dopravních kongescí.

- Technologickým pokrokem a zaváděním nových vozidel s rekuperací kinetické energie do provozu.
- Dalším technologickým pokrokem v oblasti snížení aerodynamického odporu karoserie, snížení valivých odporů pneumatik a jejich opotřebení, zvýšení efektivity motorů, baterií a jiných komponent vozidel.
- Vlivem zvýšení bezpečnosti se minimalizuje počet nehod a tím se sníží množství emisí a jiných látek, které mohou znečišťovat životní prostředí (úniky provozních kapalin).
- Z důvodu zavedení autonomních vozidel se sníží externí náklady na dopravní nehodovost a následně se sníží počet výjezdů bezpečnostních záchranných složek k dopravním nehodám, které produkují další emise.
- Kombinace provozu autonomně řízených vozidel s vozidly řízenými manuálně vytváří z hlediska lidských chyb bezpečnější silniční provoz.

1.2.2 Rizika autonomních vozidel

Autonomní vozidla mají kromě přínosů popsaných výše i mnoho rizik. Rizika představují kybernetické útoky, sdílení provozu autonomních vozidel s běžnými vozidly či obavy ze ztrát zaměstnání. Dle akčního plánu (2019) jsou reálná následující rizika:

- Kybernetický útok je problém pro všechny moderní přístroje. S tímto pojmem také souvisí ochrana osobních údajů, na kterou je v dnešní době kladen velký důraz. Autonomní vozidlo bude zaznamenávat jak často a kam uživatel vozidla jezdí, a tak vozidlo může předvídat cestu domů, do zaměstnání či na jiné opakující se cíle. Hrozbou jsou také únosy konkrétních vozidel, skupin (konkrétní značka, model, modelový rok například s nízkým zabezpečením), teroristické útoky, záměrné autonehody či zcela úplný kolaps dopravy v rámci města, kraje, státu či kontinentu.
- Strach ze ztráty zaměstnání například u řidičů taxislužby, autobusů, nákladních vozidel a jiných druhů automobilové dopravy.
- Obecné obavy z moderních technologií, nedůvěra k autonomním vozidlům spojené s šířením dezinformací.
- Odposlouchávání.
- Možná psychická či fyzická újma z důvodu dopravní nehody vozidla.

1.3 Pracovní skupiny

Podle Akčního plánu (2019), zpracovaného na základě dokumentu „Platformy pro autonomní vozidla“, bylo vytvořeno pět pracovních skupin, jejichž úkolem bylo určit stanoviska a doporučení, které zapříčiní následný rozvoj mobility pro autonomní vozidla.

Členění pracovních skupin:

- Pracovní skupina jedna se zaměřila na „Právní aspekty“. Stanovila legislativní oblasti (provoz a testování automobilů, ochrana osobních informací a odpovědnost, schvalování vozidel z hlediska jejich používání vozidel v silničním provozu), ve kterých není autonomní mobilita v současnosti definována a navrhla legislativní úpravy.
- Pracovní skupina dva cílila na „Společenské a etické otázky“, ve kterých uvedla:
 - Vlivy ovlivňující společnost.
 - Hledisko škod vzniklých v důsledkem dopravní nehody.
 - Nové možnosti podnikání v oblasti silniční dopravy.
 - Různé úrovně komunikace mezi řidiči.
 - Změna kvality života uživatelů vozidel.
- Pracovní skupina tři se zabývala „Technologií autonomního řízení“, kde se zajímala o technologické funkce vozu, jakož je například:
 - Snímání infrastruktury.
 - Dále o bezpečnosti a zastoupení řidiče při řízení vozidlem.
 - Zpětné předávání kontroly řidiči.
- Pracovní skupina čtyři vytvářela projekt „Dopravní, digitální infrastruktura, bezpečnost a prostorová data“ a zaměřila se na sběr, určení parametrů prostorových dat a jejich garanci. Také skupina cílila na bezpečnost infrastruktury a její odolnost.
- Pracovní skupina pět posuzovala „Pilotní ověřování a posuzování shody“, které uvádí testování vozidel v podmínkách České republiky (ČR) z hlediska bezpečnosti, spolehlivosti a zkušebního provozu na komunikaci ve městě a mimo obce.

1.4 Legislativa

Zákony pro autonomní vozidla v ČR nejsou k dispozici z důvodu definování řidiče jako osoby, nikoliv technického zařízení dle Česka (2000), zákon o silničním provozu č. 361/2000

Sb. praví: „Řidič je účastník provozu na pozemních komunikacích, který řídí motorové nebo nemotorové vozidlo anebo tramvaj; řidičem je i jezdec na zvířeti.“

Dle Akčního plánu (2019) je klíčové definování nového legislativního rámce, práva, povinnosti a odpovědnosti účastníků silničního provozu, majitelů infrastruktury a autonomních vozidel, které by pružně reagovaly na vývoj technologií v tomto odvětví. Pro plné testování autonomních vozidel je důležité i legislativní právo v mezinárodní rovině v důsledku provozu přes státní hranice. Další důležitou právní oblastí pro úpravu je ochrana osobních údajů, které budou autonomní vozidla zaznamenávat. Klade se otázka, zda mohou mít přístup k osobním datům i třetí strany například policie či pojišťovny. Osobními údaji jsou například nejčastější cíle cest, telefonní číslo, číslo platební karty, seznamy kontaktů, biometrické údaje (tvář, vzorec chování a hlasu). Inteligentní dopravní systémy (ITS) prozatím v současnosti zaznamenávají pouze anonymní údaje.

Otázky spojené s ochranou osobních údajů dle Akčního plánu (2019):

- Kdo bude mít pravomoc k přístupu k údajům?
- Jak s údaji bude zacházeno?
- Kdo bude ověřovat správnost údajů?
- Jak vyřešit pojištění se ztrátou údajů?
- Délka minimální doby archivace údajů?

1.5 Etické otázky

V případě nevyhnutelného střetu se autonomní vozidlo musí „rozhodnout“, jakým způsobem změni směr jízdy a zda způsobí škodu majetku, zranění či úmrtí jiné osoby, nebo bude dále směřovat k překážce na dopravní komunikaci a způsobí kolizi. Dle Akčního plánu (2019) je důležité vytvořit etický kodex, kde budou uvedena pravidla a povinnosti spojená se škodou. V Německu některé zásady v oblasti etického kodexu již vznikly, sděluje Aktualně.cz (2017). Jedna ze zásad uvádí, že pokud by se autonomní vozidlo mělo střetnout s překážkou, pak by mělo dojít k nárazu nehledě na věk, pohlaví či postavení případné osoby. Vozidlo si nesmí vybrat, koho srazí, pouze bude intenzivně brzdit, aby důsledky srážky byly, co nejmenší k dané situaci. Pokud by vozidlo před střetem změnilo kurz jízdy, pak by bylo možné, že vozidlo daleko více ohrozí zdraví a život řidiče i posádky, než kdyby došlo ke srážce osoby. Další ze zásad spočívá v tom, že řidič dokáže vždy převzít kontrolu nad autonomním vozidlem, i když pravděpodobnost nehody se stává vyšší.

1.5.1 Typy etiky vozidel

Dle Bernátha (2019) tým vědců z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, Ústavu státu a práva Akademie věd ČR, Filosofického ústavu Akademie věd ČR a Teologické fakulty Jihočeské univerzity předkládá ideální typy vozidel na základě etiky:

1. Tank – vozidlo se bude chovat tak, aby vždy ochránilo posádku i za cenu usmrcení vyššího počtu lidí, než se nachází ve vozidle. Černý a Kopecký (2017) poukázali na otázku, zda tanky budou mít stejnou strategii jako autonomní autobusy?
2. Počítadlo či počtář – vyhodnocuje situaci na základně počtu zachráněných životů. Pokud by při určitém havarijním scénáři ve vozidle byl jeden cestující a vozidlo by mělo srazit dvě osoby, pak by se vozidlo „rozhodlo“ zranit či usmrtit svého dočasného uživatele. Jestliže by ve vozidle cestovaly tři osoby a mělo by dojít k autonehodě například s chodcem, pak se vozidlo rozhodlo zachránit cestující.
3. Rytíř – nahlíží na nehodové situace jinak než předešlé dva typy. Pokud by automobil vyhodnotil, že k záchraně pasažérů je nutné změnit směr jízdy, při které by došlo k úmrtí osoby mimo vozidlo, pak by vozidlo směr nezměnilo.

Bernáth (2019) dodává, že vědecký tým uskutečnil ústní dotazování, jehož se zúčastnilo 4 443 dobrovolníků, kteří byli obeznámeni s třemi typy etického rozhodování. Bylo zjištěno, že pokud by nastaly situace:

- Za situace, pokud by byl ve vozidle pouze jeden člověk a vozidlo by mělo buď narazit do překážky a tím zabít svého uživatele, nebo změnit směr a následně srazit a zabít pět lidí, rozhodlo devadesát procent dotazovaných, aby se směr nezměnil a byl zabít pouze jeden člověk.
- Ve scénáři, pokud by místo překážky stáli lidé a vedle by se nacházela pevná překážka, pak by účastníci raději změnili směr vozidla a zvolili smrt posádky.

Bylo zjištěno, že u první situace pět až deset procent by si vybralo typ Rytíř a u druhého případu osmdesát procent zúčastněných, by se chovalo jako Počtáři.

Tým vědců se dále zabýval otázkou, jaký typ softwaru ve vozidle by si dotazovaní pořídili, pokud by tato informace byla známá? Necelých šedesát procent by si vybralo Počítadlo z důvodu možného etického odsouzení společností při rozhodnutí koupit Tanku. Třicet procent dotázaných by si zvolilo Tank a zbývající část by připadla na typ Rytíře. Pokud by typ vozidla nebyl ostatním znám, pak by si shodně čtyřicet pět procent dobrovolníků pořídilo Tank nebo Počítadlo a okolo deseti procent by si zvolilo Rytíře.

V případě, pokud by stále nebyl znám veřejnosti typ softwaru a dotazovaní účastníci by měli umístit do automobilu své dítě, by se šedesát procent rozhodlo pro Tank, třicet procent by zvolilo Počítadlo a Rytíř deset procent.

Dále Bernáth (2019) pokračuje, že prostřednictvím autonomních vozidel se sníží počet dopravních nehod a tím se zvýší poptávka po lidských orgánech. Dopravní nehody určitým způsobem pomáhají „dotovat“ nemocnice, ve kterých jsou orgány potřeba. Také dodává, že pokud by Počítadla byla nasazena do silničního provozu, pak nejbezpečnější by byla přeprava v plně obsazeném vozidle. Z toho také vyplývá, že v případě plného obsazování vozidel by došlo k minimalizování výskytu málo obsazených vozidel a tím by se snížil počet vozidel na dopravních komunikacích, z čehož vyplývá snížení dopravní intenzity na komunikacích.

Černý a Kopecký (2017) doplňují, že konečné rozhodnutí v otázce tří zmíněných etických typů vozidel závisí na softwarových inženýrech, kterým předkládají návrhy na řešení situace etici. Tato řešení však nebudou nikdy ideální.

1.5.2 Dvacet zásad autonomních vozidel pro Spolkovou republiku Německo

Hamalčíková (2017) uvádí, že spolkové ministerstvo dopravy stanovilo dvacet etických zásad, které mají sloužit jako doporučení výrobcům.

Etické zásady pro automatizovanou a sítí propojenou dopravu dle Etické komise (2017; překlad autora ve spolupráci s vedoucím práce):

1. Částečně a plně automatizované dopravní systémy slouží především ke zvýšení bezpečnosti, a to všech účastníků silničního provozu. Z těchto dopravních systémů lze mimo bezpečnějšího provozu lze umožnit i další výhody mobility. Tento technický rozvoj naslouchá principu privátní autonomie ve smyslu svobody jednání při vědomí vlastní zodpovědnosti.
2. Ochrana lidí má přednost přede všemi zvažovanými výhodami. Cílem je snižování škod až k jejich úplnému vymýcení. Povolení automatizovaných systémů je jen tehdy přijatelné, jestliže slibují ve srovnání s lidským řídičským výkonem přinejmenším snížení škod ve smyslu pozitivní bilance rizik.
3. Zajištěná zodpovědnost pro uvedení a povolení automatizovaných a sítí propojených systémů ve veřejném dopravním prostoru náleží veřejnému sektoru. Dopravní systémy vyžadují proto úřední povolení a kontrolu. Vymýcení nehod je ideál, přičemž technicky nevyhnutelná dodatečná rizika při zavádění automatizovaného jízdního provozu nestojí v cestě při existenci zásadně pozitivní bilance rizik.

4. Rozhodnutí člověka vedené vlastní zodpovědností je výrazem společnosti, ve které se nachází uprostřed dění člověk se svými nároky na vlastní rozvoj a zároveň se svojí potřebou být chráněn. Každé státní a politické rozhodnutí slouží proto svobodnému rozvoji a ochraně člověka. Ve svobodné společnosti se uskutečňuje zákonné utváření techniky tak, aby maximum osobní svobody rozhodování ve všeobecném řádu lidského rozvoje se mohlo srovnávat se svobodou ostatních a jejich bezpečností.
5. Automatizovaná a sítí propojená technika by měla společnost prakticky co možná nejlépe zbavovat dopravních nehod. Technika musí být dimenzována podle svého právě aktuálního stavu tak, aby kritické situace vůbec nevznikaly, k tomu patří i situační dilema, tedy situace, ve které stojí automatizované vozidlo před „rozhodnutím“ muset nutně uskutečnit jedno ze dvou nevyhnutelných zel. Přitom by mělo být využíváno a kontinuálně rozvíjeno celkové spektrum technických možností – například od omezení oblasti aplikace kontrolovatelného dopravního okolí, jízdní senzorky a brzdové výkonnosti či signálů pro ohrožené osoby až k prevenci při jízdách prostřednictvím „inteligentní“ infrastruktury na silnicích. Podstatné zvýšení dopravní bezpečnosti je cílem vývoje a regulace, a sice již při dimenzování a programování vozidel ve prospěch defenzivní jízdy, jež šetří slabší účastníky silničního provozu („Vulnerable Road Users“).
6. Zavádění vyšších automatizovaných dopravních systémů obzvláště s možností automatizovaného vyvarování se kolizí může být společensky a eticky přikázáno, jestliže tím mohou být využívány existující potenciály zmírnění škod. Obráceně je eticky myslitelná zákonně uložená povinnost k využívání plně automatizovaných dopravních systémů nebo navození praktické nevyhnutelnosti, jestliže je s tím spojeno podrobení se technickému příkazu (Zákaz degradace subjektu na pouhý prvek počítačové sítě).
7. V nebezpečných situacích, které se ukazují při veškeré technické péči jako nevyhnutelné, má nejvyšší prioritu v právních aspektech ochrana lidského života. Programování je proto třeba zaměřit v rámci technicky možného tak, aby se v mezních situacích akceptovaly ztráty či škody na zvířatech a majetku, pokud lze zabránit ohrožení osob.
8. Náročné dilema, jako je rozhodnutí, při němž stojí život proti životu, je závislé na konkrétní skutečné situaci při zahrnutí nevypočitatelných způsobů jednání postižených. Proto nejsou jednoznačně zachyceny nějakou normou a také nemohou být bezpochyby co do etiky naprogramovatelné. Technické systémy musejí být

interpretovány směrem k vymýcení nehod, nejsou však v případě komplexního nebo intuitivního odhadu následků nehod tak zachyceny v příslušných normách, aby mohly nahradit rozhodování mravně uvažujícího, zodpovědného řidiče vozidla. Člověk jakožto řidič by se sice mohl chovat protiprávně, zabije-li v kritické situaci jiného člověka, aby přitom jednu nebo více osob zachránil, ale v takovém případě na něm nemusí nutně spočívat vina. Právní rozsudky toho druhu při retrospektivním pohledu, jež vyzdvihují tyto zvláštní okolnosti, se nedají jen tak přeměnit ani v abstraktně generalizované zamýšlené posouzení (Ex – Ante), ani v odpovídající naprogramování. Bylo by právě proto žádoucí, aby se zkušenosti systematicky zpracovávaly nějakou nezávislou veřejnou institucí, například Spolkovou centrálou pro vyšetřování nehod automatizovaných dopravních systémů nebo Spolkovým úřadem pro bezpečnost v automatizované a síti propojené dopravě.

9. Při neodvratných nehodových situacích je jakákoliv kvalifikace dle osobních hledisek (věk, pohlaví, tělesný nebo duševní stav) striktně zapovězena. Finanční kompenzace ze strany obětí je zakázána. Všeobecné programování vedoucí ke snížení počtu zraněných může být akceptovatelné. Ti, kteří jsou účastni na vytváření rizik mobility, nesmějí obětovat nezúčastněné.
10. Člověku vyhrazená zodpovědnost se při automatizovaných a propojených dopravních systémech posunuje od řidiče k výrobcí a provozovateli technických systémů a k instancím s rozhodovací pravomocí v oblasti infrastruktury, politiky a práva. Zákonná ustanovení při ručení a jejich konkretizace v soudní rozhodovací praxi musejí tento přechod dostatečně zohlednit.
11. Pro ručení za škody vzniklé aktivovanými automatizovanými dopravními systémy platí tytéž zásady jako při běžném ručení za zboží. Z toho vyplývá, že výrobce nebo provozovatel jsou povinni své systémy neustále optimalizovat a také již dodané systémy pozorovat a vylepšovat, kde jen to je technicky možné a únosné.
12. Veřejnost má nárok na dostatečně diferencované objasnění nových technologií a jejich použití. Ke konkrétnímu uskutečnění zásad, jež jsou zde rozvíjeny, by měly být příslušné směrnice pro používání a programování automatizovaných vozidel v co možná transparentní formě vyvozovány, ve společnosti komunikovány a ze strany odborníků i nezávislých míst kontrolovány.
13. Zda bude v budoucnu možné a smysluplné úplné propojení a centrální řízení veškerých vozidel v kontextu digitální dopravní infrastruktury, jak se děje na železnici a v letectví, se dnes nechá jen stěží odhadnout. Úplné propojení a centrální řízení

veškerých vozidel v kontextu digitální dopravní infrastruktury je eticky myslitelné, pokud a do jaké míry je schopno vyloučit rizika úplné kontroly účastníků dopravy a manipulaci při řízení vozidla.

14. Automatizovaná jízda je akceptovatelná jen do té míry, kdy myslitelné zásahy, obzvláště manipulace v IT-systému nebo také z podstaty věci vyplývající slabiny systému nevedou k takovým škodám, které by trvale otráslly důvěrou v silničním provozu.
15. Povolené obchodní modely, které využívají data vyvíjející se automatizovanou a sítí propojenou jízdou, jež jsou pro řízení vozidla závažná či naopak nevýznamná, nalézají své hranice v autonomii a datové svrchovanosti účastníků v dopravě. Držitelé a uživatelé vozidel rozhodují v zásadní míře o dalším předávání a používání svých vyskytujících se dat u vozidel. Dobrovolnost takového vydávání dat předpokládá existenci seriózních alternativ a proveditelnosti. Normativní síle faktů, jak převažuje kupříkladu při zásahu do dat prostřednictvím provozovatele webových vyhledávačů nebo sociálních sítí, by se mělo zavčas vzdorovat.
16. Musí se jasně rozlišit, zda je využíván systém bez řidiče nebo zda si řidič ponechává zodpovědnost s možností „Overrulings“ (zrušení, anulování). U systémů, které nejsou bez řidiče, musí být rozhraní člověk / stroj tak dimenzováno, aby se dalo v každém okamžiku regulovat a bylo rozpoznatelné, které kompetence, na které straně spočívají, obzvláště na které straně se nachází kontrola. Rozdělení kompetencí (a tím i zodpovědnosti) například s ohledem na časový okamžik a regulaci zásahu by mělo být dokumentováno a uloženo. To platí především pro procesy předávání mezi člověkem a technikou. Je třeba usilovat o mezinárodní standardizaci předávacích procesů a dokumentace (zaprotokolování), aby se vzhledem k nadnárodnímu rozšíření automobilových a digitálních technologií zajistila kompatibilita dokumentačních a protokolových povinností.
17. Software a technika vysoce automatizovaných vozidel musejí být tak dimenzovány, aby se prakticky vyloučila nutnost nečekaného předání kontroly na stranu řidiče (nouzový stav). Aby se umožnila účinná, spolehlivá a bezpečná komunikace mezi člověkem a strojem a vyloučilo se přetěžování, musejí se systémy silněji přizpůsobit komunikačnímu chování člověka a nikoli naopak vyžadovat od člověka zvýšenou přizpůsobivost jeho výkonů.
18. Učící se a při provozu vozidla samoučící se systémy stejně jako jejich spojení s centrální databází scénářů mohou být co do etiky povolené, pokud a do jaké míry

dosahují bezpečnostní prospěch. Samoučící se systémy smějí být jen tehdy použity, pokud naplňují požadavky bezpečnosti v relevantních funkcích řízení vozidla a nerozměňují zde nastavená pravidla. Jeví se smysluplné, aby se předávaly relevantní scénáře do centrálního katalogu scénářů podléhajícímu neutrální instanci, za účelem vytvoření odpovídajících a všeobecně platných zadání včetně některých předávacích testů.

19. V nouzových situacích se musí vozidlo dostat samostatně, to znamená bez lidské podpory, do „bezpečného stavu“. Sjednocení obzvláště definice bezpečného stavu nebo také předávacích obvyklostí je žádoucí.
20. Přiměřené využívání automatizovaných systémů by už mělo být součástí všeobecného digitálního vzdělání. Přiměřené zacházení s automatizovanými dopravními systémy by mělo být při výuce v autoškolách vhodným způsobem zprostředkováváno a přezkušováno.

1.6 Testování vozidel

Dle akčního plánu (2019) se pro testování různých úrovní řízení vozidel využívají uzavřené objekty – polygony, na kterých se simulují různé dopravní situace a kde je ověřována i účinnost komunikačních sítí. Komunikační technologie jsou nedílnou součástí autonomně řízených vozidel, protože zabezpečují bezpečnost a plynulost dopravy. Komunikace prostřednictvím internetu mohou využívat i cestující pro zábavu či práci. Testování neprobíhá pouze na testovacích polygonech, ale i v běžném dopravním provozu například na Pražském okruhu.

1.7 Dopravní značení

Akční plán (2019) uvádí, že současné dopravní značení zůstane vyhrazeno pro běžné účastníky silničního provozu (např. manuálně řízená vozidla, chodce, jezdce nebo cyklisty). Pro autonomní vozidla tato dopravní značení budou pouze doplňková, spíše se vozidlo bude řídit na základě aktualizovaných informací od ostatních účastníků provozu.

Akční plán (2019) dále uvádí, že současné dopravní značení je třeba opatřit C-ITS jednotkou nebo jiným technickým zařízením pro zajištění informací, a sice jiným než vizuálním způsobem. Současné dopravní značení nemůže být z důvodu smíšeného provozu autonomních a manuálně řízených vozidel zcela odstraněno.

Členění dopravního značení dle akčního plánu (2019):

- Vodorovné dopravní značení, umístěné na pozemní komunikaci, které může ohraničovat či jinak upravovat dopravní cestu. Vodorovné dopravní značení

je doplněné o reflexní částice, aby kamery ve vozidle zaznamenaly důležité údaje například o změně směru, upozornění na přechod pro chodce, či parkovací místa.

- Svislé dopravní značení je umístěno na pravé straně okraje či nad dopravní komunikací. Každé svislé dopravní značení má rozdílný tvar a člení se na:
 - Statické značení typu přechod pro chodce, železniční přejezd bez závor či příkázaná maximální rychlost.
 - Přenosné značení je umístěno na určitou dobu. Jedná se o směrové tabule, dopravní kužely či statické značení umístěné na podstavci.
 - Dynamické značení může podávat v podobě dopravní informační tabule například informace ohledně provozu na pozemní komunikaci.

1.8 Mapové podklady

Dle akčního plánu (2019) jsou přesné mapové podklady nezbytnou součástí autonomních vozidel k zajištění bezpečné jízdy po komunikaci. Mapové podklady pomocí detekčních a polohových systémů, zahrnují informace o pevných překážkách na dopravní infrastrukturu. Dále zahrnují informace o rychlostních limitech, instalovaných dopravních radarech, řazení jízdních pruhů, názvy ulic atd. Aktualizace mapových podkladů může být také prováděna pomocí komunikací vozidel mezi sebou. Jedná se o vozidla s úrovní automatizace 4 a 5.

Mižďochová (2015) doplňuje, že autonomní vozidla stále snímají své okolí pomocí ultrazvukových, radarových, laserových a kamerových senzorů, které určují rychlost, pohyb a směr objektů. Výsledné informace musí být porovnány s podrobně zpracovanými mapovými podklady pro vozidla. Na základě senzorů vozidlo zaznamenává prostorovou mapu, která slouží pro navigaci.

1.9 Informační modelování staveb

Akční plán (2019) uvádí, že informační modelování staveb anglicky Building infrastructure modeling (BIM) je systém, který zaznamenává a sdílí detailní údaje o stavebních zařízeních (všechny druhy dopravního značení, maximální podjezdové výšky či maximální přípustné hmotnosti vozidla vůči stavebnímu objektu) v průběhu jejich životního cyklu. Pro aktuálnost dat musí všichni účastníci stavebního procesu zaznamenávat údaje, a to i v případě, že se jedná o rekonstrukci.

1.10 Komunikační síť

Akční plán (2019) uvádí, že autonomní a datově propojená vozidla budou disponovat vysokou úrovní komunikačních technologií z důvodu plynulosti dopravy, bezpečnosti a internetu. Typy systémů dle Akčního plánu (2019):

- Systém s krátkým dosahem na základě technologie Wi-Fi. V tomto systému probíhá sdílení informací na principu:
 - V2X – přenos informací mezi více vozidly a infrastrukturou.
 - V2V – přenos informací mezi vozidly.
 - V2I – přenos informací mezi jedním vozidlem a infrastrukturou.Vzdálenost je limitována odhadem na 1 km.
- Systém založený na rozvinutí sítí 4G za účelem disponování vozidel internetem a pokrytí signálu dopravních tras. Komunikace V2X by se v tomto principu rozšířila na LTE-V2X. Pro autonomní vozidla je důležité pokrytí dopravní infrastruktury mobilními sítěmi 5G z důvodu rychlého přenosu informací, které tato generace mobilní sítě poskytuje.

1.11 Podpora vozidel

Podle akčního plánu (2019) dojde ke změně i ve vzdělávacím systému a autoškolách. Z tohoto důvodu bude nutná podpora vozidel i z hlediska informační kampaně. Strach z autonomních vozidel by měla vysvětlit vzdělávací kampaň, v níž by se vysvětlily přínosy a rizika těchto vozidel. Technologie autonomních vozidel jsou součástí přirozeného vývoje dopravních prostředků a společnost by měla být informována na základě pravdivých informací.

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V současné době se vývoji autonomních vozidel věnují společnosti například Valeo, Volvo, BMW, Nissan, Daimler Trucks, Tesla nebo Google, který se zabývá projektem Waymo. Tyto společnosti se snaží minimalizovat újmy na zdraví a majetku prostřednictvím vývoje a výzkumu technologií vedoucí k autonomnímu řízení a minimalizaci dopravních nehod.

Tabulka 1 Počet dopravních nehod v silniční dopravě v ČR

Rok	Počet dopravních nehod	Počet nehod, při nichž došlo ke zranění nebo usmrcení					Celkový počet vozidel	Procentuální vyjádření počtu nehod vůči počtu vozidel [%]
		Celkem	Zaviněné řidičem motor. vozidla	Zaviněné chodcem	Zaviněné cyklistou	Ostatní		
2015	93 067	21 561	17 738	1 083	2 254	486	6 866 066	1,36
2016	98 864	21 386	17 705	1 002	2 214	465	7 106 864	1,40
2017	103 821	21 263	17 675	1 015	2 102	471	7 386 110	1,41
2018	104 764	21 889	18 017	1 029	2 360	483	-	-

Zdroj: (Český statistický úřad, 2019 a Český statistický úřad, 2018)

Z tabulky 1 vyplývá, že celkový počet dopravních nehod každým rokem roste. Zvyšuje se nejen počet dopravních nehod, ale také i celkový počet vozidel na dopravních komunikacích ČR. V případě zavedení autonomních vozidel, by se počet dopravních nehod měl snížit. Vliv řidiče motorového vozidla má největší podíl na celkovém počtu dopravních nehod, při kterých došlo ke zranění nebo usmrcení. Odstraněním přímé vazby řidiče na řízení motorového vozidla by bylo dosaženo velkého přínosu pro bezpečnost na silničních komunikacích. Z procentuálního vyjádření je patrný růst počtu dopravních nehod ve srovnání s počtem vozidel.

Akční plán (2019) uvádí, že devadesát procent dopravních nehod, které se vyskytnou na dopravní komunikaci, způsobí chyba řidiče vozidla. Avšak při zavedení autonomně řízených vozidel neklesne nehodovost o devadesát procent, jelikož svoji roli sehrávají i další okolnosti, mezi něž může patřit například špatný stav vozidla, infrastruktury či jiná situace, která plyne z náhlého neočekávaného dění na vozovce.

2.1 Umělá inteligence

Umělá inteligence má několik definic, mezi které patří Kostkova definice dle Mendelu (2019): „Umělá inteligence je vlastnost člověkem uměle vytvořených systémů vyznačujících se schopností rozpoznávat předměty, jevy a situace, analyzovat vztahy mezi nimi, a tak vytvářet

vnitřní modely světa, ve kterých tyto systémy existují, a na tomto základě pak přijímat účelná rozhodnutí, za pomoci schopností předvídat důsledky těchto rozhodnutí a objevovat nové zákonitosti mezi různými modely a jejich skupinami.“

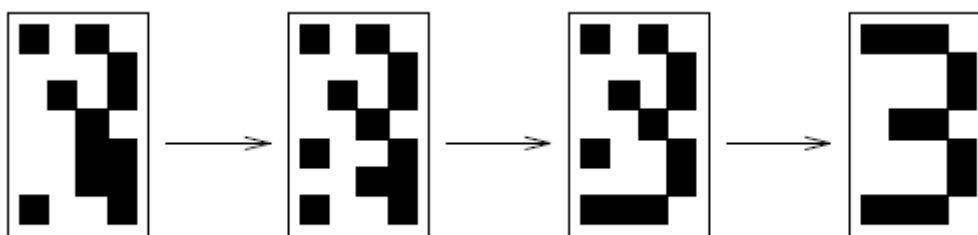
Umělá inteligence pracuje na principu vkládání rozhodovacích mechanismů člověkem.

2.2 Uplatnění umělé inteligence

Na základě údajů z lidarů, radarů, sonarů a kamer vyhodnocuje umělá inteligence údaje o detekovaných objektech, a sice zda se jedná o falešně pozitivní objekt (například volně se pohybující igelitová taška či listí z padajícího stromu) či se jedná o objekt, který ohrožuje vozidlo.

Otázkou pro vývoj autonomních vozidel je možnost, zda se autonomní vozidla budou schopna sami „učit“ z předchozích zkušeností. Javůrek (2018) sděluje, že Společnost Wayve u vozidel se zabývala umělou inteligencí prostřednictvím metody zpětnovazebního učení, anglicky reinforcement learning. Tato metoda pracuje na principu, kdy učitel (řidič) dává impulzy vozidlu, co je špatně (kam by vozidlo nemělo jet) a vozidlo se stále pokouší pokračovat v jízdě se správnou implementací jízdy. Výhoda této metody je jednoduchost k datovému připojení, protože systém nemusí přijímat a odesílat velké množství dat do síťového úložiště. Tento systém může být využit i pro složitější jízdy vozidla, které by byly pro určitou úroveň autopilota komplikované. Příkladem může být jízda po účelové komunikaci (lesní a polní cesty či vodní brod).

Další metoda, která může být využívána umělou inteligencí, je metoda postupného vybavování zapamatované číslice. Postup vybavování je na obrázku 3.



Obrázek 3 Postupné vybavování zapamatované číslice (Kuba, 1995)

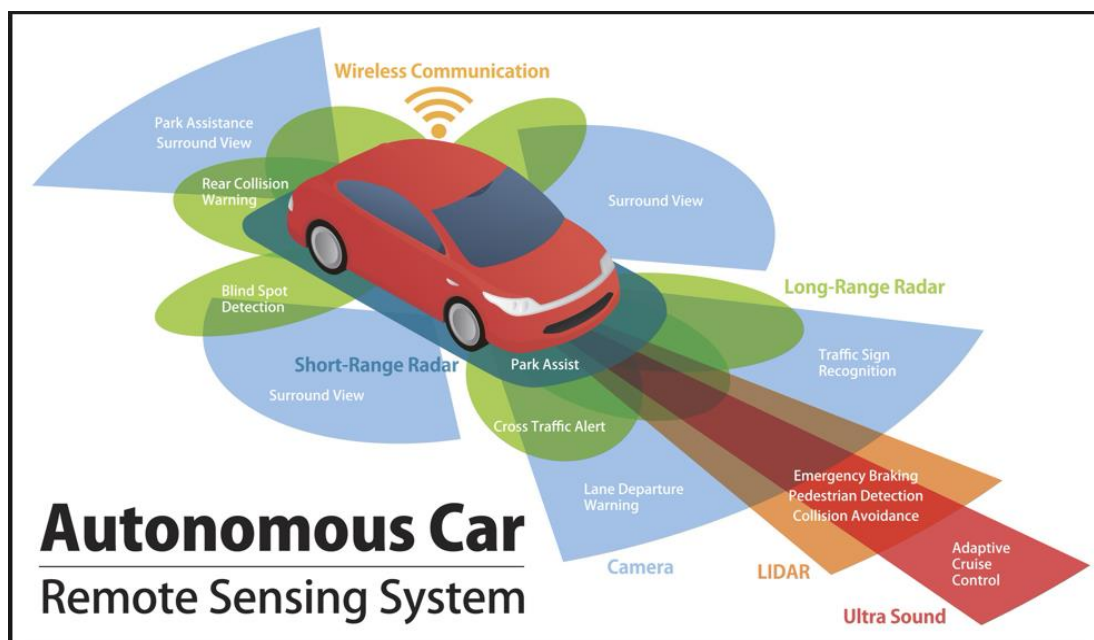
Na obrázku číslo 3 je uvedena metodika postupného vybavování zapamatované číslice. Tento princip využívají i počítačové programy. Postup vypadá takto: do systému vozidla je nahrán soubor číslic, systém při detekování možné číslice sestaví postupně celý

obraz číslice. Možné využití pro autonomní vozidla spočívá ve vybavení si číslic na dopravní značce.

2.3 Technické prvky autonomních vozidel

Autonomní vozidla disponují technickými prvky, jako jsou lidary, radary, sonary, akcelerometr, gyroskopy a kamery, které pomáhají vozidlu se orientovat v prostoru. Tyto prvky se kombinují s globálním družicovým polohovým systémem. Tento systém umožní určení přesné polohy vozidla v reálném čase, což je důležité pro rozvoj autonomního řízení vozidel pro stupně automatizace 3 a 4 (akční plán, 2019).

Na obrázku číslo 4 jsou zobrazeny systémy autonomních vozidel, které detekují překážky a následně o těchto objektech vozidlo sdílí informace prostřednictvím bezdrátového komunikačního systému.



Obrázek 4 Systémy autonomních vozidel (Frenzel, 2018)

Na obrázku číslo 4 jsou patrné především v přední části vozidla snímací systémy jako je lidar, sonar či kamerový systém. V zadní části vozidla se nachází parkovací asistent a systém pro detekování překážek ve slepém úhlu. Autonomní vozidlo je propojeno přes Wi-Fi, které sdílí informace prostřednictvím V2X.

2.3.1 Lidary

Kilián (2018a) uvádí, že lidary měří vzdálenost objektů prostřednictvím laserového paprsku. Tento paprsek může být ve formě viditelného světla, infračerveného či ultrafialového záření a je vyslán vysílačem, následně odražen od předmětu a přijat snímačem neboli

detektorem. Pomocí naměřeného času paprsku a jeho vlnových délek je sestaven digitální trojrozměrný obraz prostoru, ve kterém se vozidlo nachází. Prostřednictvím tohoto obrazu vozidlo „vidí“ své okolí a ve spolupráci se softwarem může vozidlo předpokládat možné riziko srážky s překážkou, na základě určení například její rychlosti, velikosti a směru jízdy či pohybu objektu.

Při sestavení prostředí, ve kterém se autonomní vozidlo nachází, může software používat umělou inteligenci například pro analyzování obrazu z kamerového systému vozidla. Tato technologie neslouží jen k varování pro případnou srážku vozidla s překážkou, ale také může pomoci při parkování nebo hlídat slepé úhly. Systémy s lidarovou technologií používají rotační šestihranná zrcadla, která odrážejí paprsek, a tak snímají své okolí. Tři paprsky slouží k detekci dopravního značení a jízdních pruhů a zbylé tři identifikují překážky vztahené k autonomnímu vozidlu (Kilián, 2018a).

Japonská společnost Toyota, která disponuje autonomními vozidly, má zabudováno dvanáct senzorů, mezi něž patří šest lidarů, pět radarů a kamera, která je zabudovaná ve zpětném zrcátku (Kilián, 2018a).

Lidary nejsou jen dominantou autonomních vozidel, ale také se používají například pro geografické, geologické či lesnické záměry. Běžné lidary nepředstavují žádné nebezpečí pro oči, a tak se mohou využívat v prostoru, kde se nacházejí osoby. Lidary, které disponují vysokým výkonem, jsou používány pro výzkum atmosféry, kde detekují vlastnosti částic oblaků, teplotu či koncentraci stopových plynů (Kilián, 2018a).

2.3.2 Radary

Dle Kiliána (2018a) je rozdíl v principu mapování vzdálených objektů radarů od lidarů pouze v tom, že místo světla využívá rádiové vlny. Technologie radarů je starší než technologie lidarů a je již technicky dobře zvládnutá, protože první radary se objevily již za 2. světové války. Tabulka 2 srovnává tyto zmíněné technické prvky.

Tabulka 2 Srovnání výhod a nevýhod lidarů a radarů

	Výhody	Nevýhody
Lidary	Identifikace objektů	Nepříznivé počasí
	Přesnost	Dosah
	-	Cena
Radary	Nepříznivé počasí	Identifikace objektů
	Dosah	Přesnost
	Cena	-

Zdroj: Kilián (2018a) a Autor

Z tabulky 2 vyplývá, že výhodou lidarů je schopnost určení parametrů objektů a tím ve spolupráci se softwarem lze identifikovat, o jaký předmět se jedná v okolí autonomního vozidla. Nevýhoda lidarů se ukazuje tehdy, nastanou-li nepříznivé povětrnostní srážky jako jsou dešťové či sněhové srážky, mlha v podobě vodních kapek či ledových krystalků. Lidary mají rovněž sníženou schopnost detekování objektů v noci. Další nevýhodou je dosah paprsku lidarů, který je limitován vzdáleností, jež se pohybuje v rozmezí 500 až 2 000 km. Tato vzdálenost je výrazně menší ve srovnání s radary pro detekování objektů ve vzdušném prostoru. Nevýhodou je i cena lidarů, neboť je vyšší oproti radarům.

Výhoda radarů spočívá ve schopnosti detekování objektu na vzdálenější oblasti než u lidarů bez ohledu na počasí či tmu. Tyto objekty radar zcela neidentifikuje, ale jen zaznamená, že se nachází nějaký předmět v detekovaném poli. Předností radarů je cena, která je nižší než u lidarů.

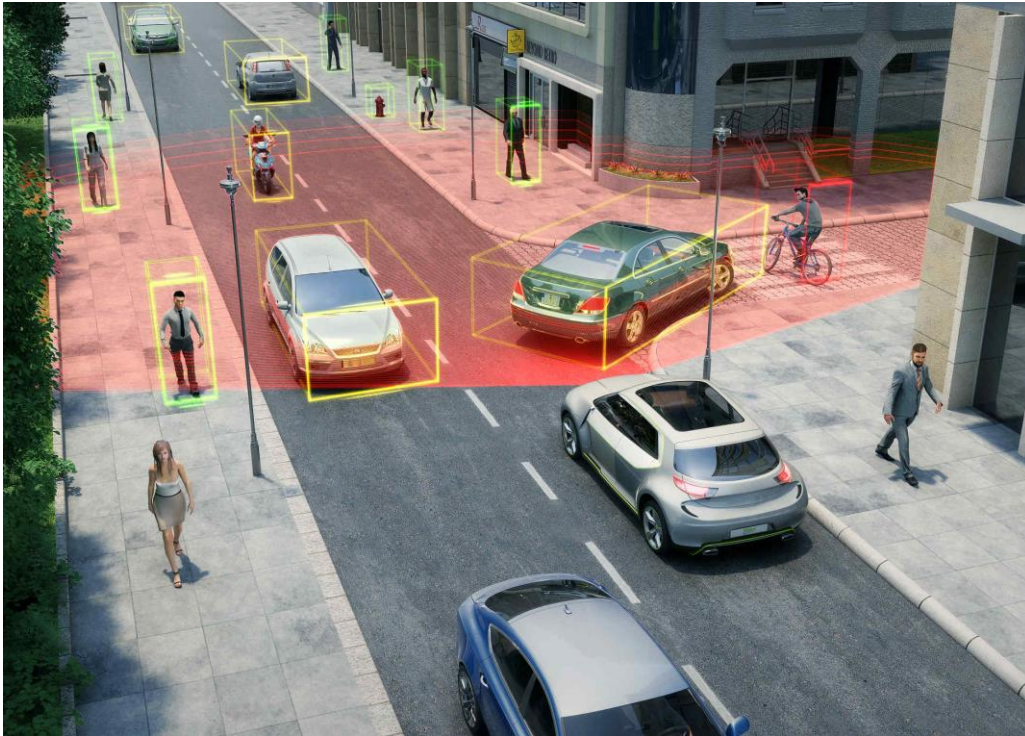
Kombinace radarů a lidarů pomáhá vyvážit nevýhody jedné technologie prostřednictvím druhé a naopak.

2.3.3 Sonary

Parkovací systémy vozidel využívají ultrazvukové vlny, které pracují na podobném principu jako lidary a radary. Ultrazvuková vlna vyslaná z vysílače umístěného v předním či zadním nárazníku se odrazí od překážky a je zachycena senzorem. Poté je vyhodnocena řídicí jednotkou, která určí vzdálenost mezi vozidlem a objektem. Oproti lidarů a radarů spočívá nevýhoda sonaru v rychlosti šíření zvukových vln prostorem, kdy je zvuk pomalejší než rychlost světla (Kilián, 2018a).

2.3.4 Modelové zobrazení

Prostřednictvím kombinace technických prvků: radarů, lidarů, kamer a umělé inteligence vozidlo „vidí“ své okolí kolem sebe. Společnost Valeo (2019a) představuje možné zobrazení situace na obrázku 5.



Obrázek 5 Vizuální vyhodnocení kolizních objektů (Valeo, 2019a)

Na obrázku 5 je patrná situace, kdy vozidlo snímá své okolí a vyhodnocuje kolizní a nekolizní objekty. Zelené označení je určeno pro objekty, které představují minimální hrozbu střetu s vozidlem z důvodu kombinace nízké rychlosti a prozatímní nekolizní trajektorie. Žlutě vyznačené předměty jsou z hlediska střetu pravděpodobně vyšší než zelené například z důvodu vyšší rychlosti. Červené značení znamená kritické ohrožení vozidla kolizí, které vyžaduje zastavení vozidla, aby se zamezily či snížily následky dopravní nehody.

2.4 Veřejná městská doprava

Autonomní vozidla disponují velkým potenciálem i pro městskou hromadnou dopravu. Dle zpravodajského serveru Českého rozhlasu (2018) školený operátor bude přítomen ve vozidle, jehož cílem je dohlížení na bezpečnou dopravu, a v případě neobvyklé situace může zasáhnout a převzít řízení autonomního autobusu.

Buspress (2018) poukazuje na úspěšné otestování dvou autonomních minibusů ve Vídni v městském provozu. Vozidla byla uvedena na půlkilometrový úsek, který zvládla opakovaně projet a komunikovat se semaforem. Bylo umožněno, aby v jednom minibusu cestovalo celkem

jedenáct osob, přičemž z tohoto počtu musel být jeden operátor. Maximální povolená cestovní rychlost byla 20 km/h. Kocera (2017) dodává, že ve městě Shenzhen, které se nachází v Číně, byly otestovány čtyři autonomní minibusy pro městskou dopravu. Společnost Shenzhen Bus Group otestovala vozidla na zhruba kilometrovém úseku. Buspress (2018) a Kocera (2017) se shodují, že v obou případech byl ve vozidlech přítomen operátor, který by v určité situaci musel převzít řízení nad vozidlem.

Autonomní řízení není jen dominantou silniční dopravy, ale také i železniční dopravy. Skalický a Wojtovič (2018) zmiňují, že pro aplikaci autonomního řízení metra v Praze jsou připraveny linky A a C. Pro uskutečnění autonomních jízd vlaků do praxe by byla třeba legislativní změna drážního zákona. Autonomně řízené vlaky v metru existují ve městech Londýn, Paříž, Dubaj, Barcelona či Kodaň a fungují na úrovni samostatné infrastruktury.

Kinkor (2018) uvádí, že letiště Václava Havla plánuje pořídit autonomní minibus EZ 10 viz obrázek 6, jehož kapacita je vyhrazena pro deset osob. Jeho trasa pro přepravu osob by byla mezi terminály jedna a dva. Největší překážkou je legislativní rámec, aby bylo schváleno řízení autonomních vozidel.



Obrázek 6 Autonomní minibus EZ 10 (Billington, 2018)

Na obrázku 6 je zobrazen autonomní minibus EZ 10, který je v běžném provozu v Číně, USA a Dubaji. Uvedení do provozu Minibusu EZ 10 by mělo nastat i v ČR.

2.5 Nákladní doprava

Autonomní vozidla by v nákladní dopravě znamenala značnou změnu jak pro společnost, tak pochopitelně i pro řidiče vozidel (viz kapitoly 1.2.1 a 1.2.2). V dohodě AETR by bylo nutné ošetřit tuto změnu legislativně. Dle Mižďochové (2015) by se stala přínosem přínosem by se stala eliminace nedostatku kvalitních řidičů a snížení nákladů podniku spojené

s povinnými přestávkami řidiče. V uzavřených areálech firem, letišť či jiných dopravních uzlů by byl provoz s autonomními vozidly snazší, poněvadž se jedná o uzavřený definovaný komplex, a tudíž lze minimalizovat nepředvídatelné události. Manipulace s přepravními jednotkami pomocí senzorů vozidla snižuje náklady a zvyšuje efektivitu práce.

Kdenabijet (2017) rozšiřuje využití autonomních vozidel o platooning, což znamená jízda v konvoji nákladních vozidel s minimálními rozestupy, pomocí nichž se snižuje odpor vzduchu a klesá spotřeba paliva. Prostřednictvím technologie Wi-fi je možné v tomto „vláčku“ ovlivňovat uceleně řízení (akceleraci a brzdění).

Špaček (2018) doplňuje, že platooning byl testován kamiony značky MAN společností Schenker ve Spolkové republice Německo na dálnici mezi městy Mnichov a Norimberk, kde vzdálenost mezi městy je cca 165 km. První vedoucí kamion korigoval rychlost a směr jízdy jedoucího kamionu za ním. Bylo zjištěno, že druhý následující kamion vykazoval nižší spotřebu nafty než první kamion o deset procent díky snížením odporu vzduchu.

Pavec (2016) dodává, že platooning byl uskutečněn i s kamiony značky Scania, přičemž jejich celková jízda činila přes dva tisíce kilometrů. Úspora kamionů, které se pohybovaly za vedoucím kamionem činila patnáct procent.

Havlík (2019) uvádí, že možnou vizí pro nákladní dopravu může být prototyp elektrického autonomně řízeného tahače Tesla Semi či částečně autonomně řízený naftový tahač Cascadia společnosti Daimler.

Vyvstává otázka ceny a životnosti baterií pro nákladní vozidla a doby nabíjení při vysokém požadavku na elektrický pohon. V souladu s vizí nižšího znečišťování životního prostředí by takto koncipovaná nákladní doprava mohla být doprava šetrnější?

2.5.1 Analyzování jízd autonomních kamionů

Při jízdě autonomního vozidla, je mnohem kratší reakční čas od analyzování situace po vydání pokynu k činnosti. Příkladem může být mimořádné brzdění. Běžný řidič při jízdě vozidla musí vyhodnotit situaci s ohledem na únavu, počasí, zdravotní stav a svůj věk. Během toto reakčního času se vozidlo pohybuje směrem k překážce. Následně řidič musí sešlápnout brzdový pedál. Autonomní vozidlo vyhodnocuje situaci před vozidlem neustále a pokyny pro zastavení vozidla může vyslat téměř okamžitě.

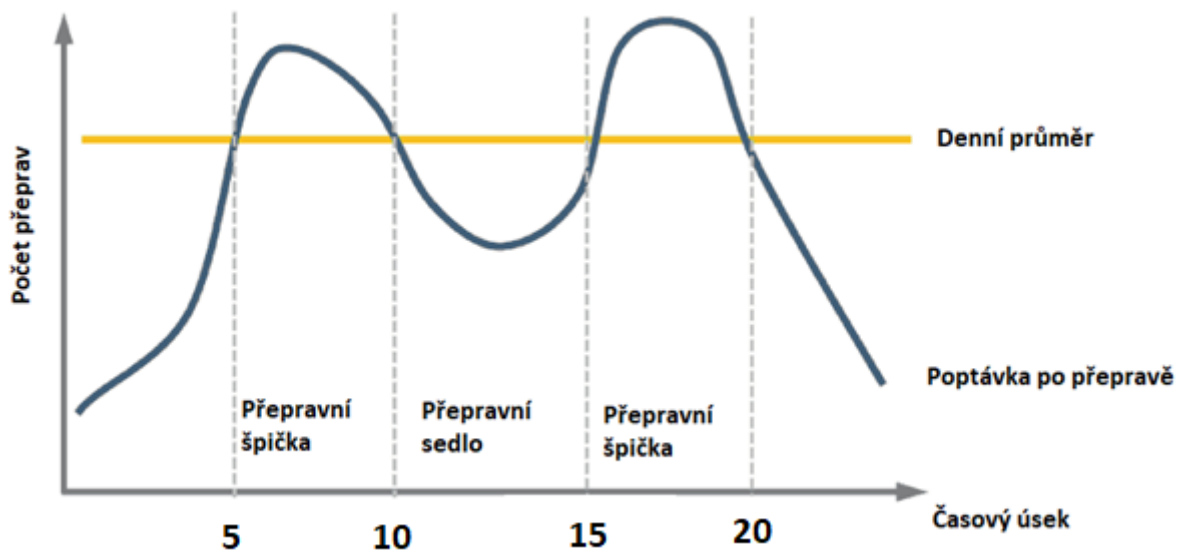
Automobilové společnosti usilují o vyhodnocování nestandardních dopravních situací a snaží se optimalizovat chování vozidel v těchto situacích.

2.6 Sdílení autonomních vozidel

Dle Swan (2015) sdílení autonomních vozidel je příslibem levnější dostupnosti pro pořízení respektive, na pronajmutí autonomního automobilu na určitou cestu. V současné době sdílení vozidel s řidičem již probíhá ve společnostech jako je například Uber, Zipcar či Lyft. Pro využití této služby je určena mobilní aplikace dané společnosti, jako v případě nasazení plně autonomních vozidel.

Prostřednictvím sdílení vozidel by se snížil i počet parkovacích míst z důvodu nepřetržité jízdy autonomních vozidel k nejbližšímu zákazníkovi v okolí. Sdílení autonomních vozidel má význam pro úroveň 5 z důvodu samovolného přejíždění a vyhledávání mezi zákazníky bez obsluhy.

Je otázkou, zdali autonomní vozidla ovlivní intenzitu přepravy oproti autonomně neřízeným vozidlům, či situace zůstane neměnná jako na obrázku 7.



Obrázek 7 Intenzita přepravy v pracovním dni v provozu řízené řidičem (Transport geography, 2019, upraveno autorem)

Na obrázku 7 lze možné vidět znázornění intenzity přepravy v závislosti na čase v pracovním dni. Pro časový úsek je jednotkou hodina, a úseky jsou rozděleny po pěti hodinách. Přepravní špičky se nacházejí v rozmezí páté až desáté hodiny a mezi patnáctou a dvacátou hodinou.

Přepravní špičky se tvoří v závislosti na zvýšené přepravní intenzitě vlivem jízdy do zaměstnání či zdravotních a sociálních institucí.

2.7 Přípravenost infrastruktury a energetiky

Štrunc a Krepindl (2019) vyjádřili určité obavy o budoucnosti elektrické energie, kterou využívají ekologická vozidla. Tyto obavy vznikly z důvodu plánovaného snižování počtu jaderných elektráren v EU. Z toho plyne i zvýšení cen a poptávky po elektrické energii v příštích letech. Výrobci vozidel mají v plánu zvyšovat počet a umístění přípojek elektrických vozidel. Je také otázkou, jak ovlivní energetiku nabíjení vozidel v domácnostech z hlediska přetěžování elektrické sítě.

2.7.1 Infrastruktura

Pro autonomně řízená vozidla je důležité zabezpečení infrastruktury z hlediska její modernizace a komunikace s vozidly.

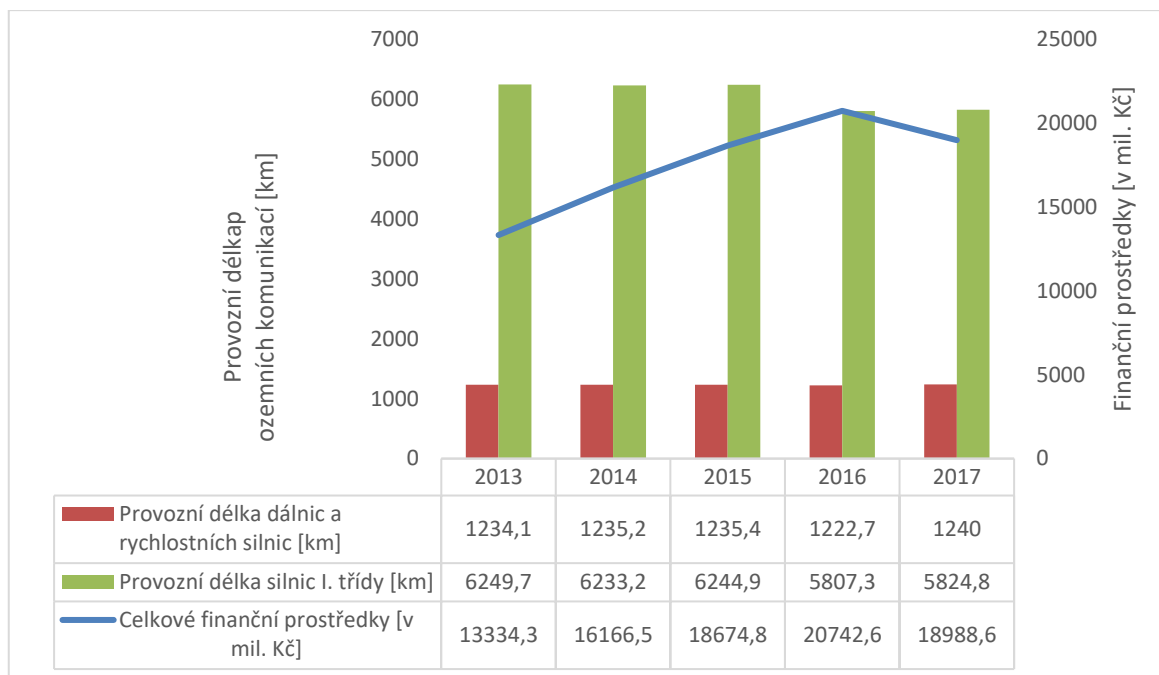
Cafourek (2019) sděluje, že jako první v ČR se nachází chytrá silnice na jedné Pražské okruhu pod označením D0 a jedné na části dálnice D1 mezi obcemi Rudnou a Mirošovicemi. Tato chytrá silnice pouze upozorní řidiče prostřednictvím propojeného vozidla na událost, například na intenzivně brzdící vozidlo, které se nachází ve špatně viditelném úseku. Dále upozorňuje řidiče na omezení na dopravní komunikaci z důvodu dopravní nehody či probíhající práce na silnici. V roce 2022 by připojená vozidla k infrastruktuře měla být schopná automatického zastavení při ohrožení posádky na životě.

Akční plán (2019) uvádí, že pro testování autonomních vozidel bude do konce roku 2022 vybudován polygon na Sokolovsku. Budou zde simulovány různé situace, které lze na dopravní infrastruktuře podstoupit, aniž by došlo k ohrožení veřejnosti, a také zde bude probíhat testování komunikace na úrovni V2X.

V souvislosti s provozem autonomních vozidel v ČR musí být zvyšována kvalita dopravní infrastruktury. Graf finančních výdajů na opravu a údržbu silnic a dálnic se nachází na obrázku 8. Současný stav kvality dopravních komunikací by způsoboval poškozování drahých zařízení i z hlediska otřesů počítačové technologie a tím zvyšoval náklady na opravy autonomních vozidel.

Na obrázku 8 je patrné celkové vyjádření finančních prostředků na opravy a údržby silnic a dálnic. V roce 2016 lze pozorovat zvýšení provozní délky dálnic z důvodu přiřazení většiny rychlostních komunikací do kategorie dálnic II. třídy dle Ministerstva dopravy (2017).

V roce 2013 byla původní délka dálnic a rychlostních silnic 1 234,1 km a v roce 2017 byla délka 1 240 km, došlo tudíž k rozšíření sítě dálnic o 5,9 km.



Obrázek 8 Grafické vyjádření provozní délky a finančních prostředků na opravu a údržbu silnic a dálnic v letech 2013 až 2017 (Ministerstvo dopravy, 2017 upraveno autorem)

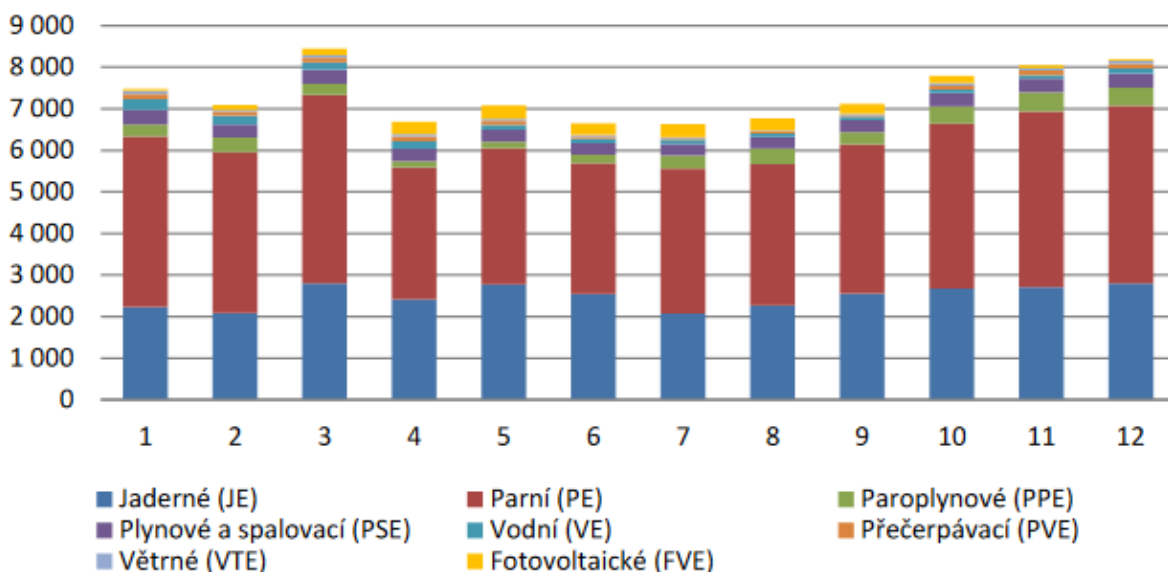
Z grafu uvedeného na obrázku 8 lze pozorovat, že celkové finanční výdaje na opravu a údržbu silnic I., II a III. třídy, dálnic a rychlostních silnic, se každým nadcházejícím rokem zvyšují vyjma roku 2017.

Dle hybrid (2017), dokázalo ve Francii částečně autonomně řízené vozidlo Citroën C4 Picasso navázat komunikaci na úrovni V2I. Vozidlo bylo schopno samo projet mýtnou bránou bez pomoci řidiče či bez pomoci vodorovného dopravního značení.

2.7.2 Zdroje energie vozidel

S ohledem na stávající stav životní prostředí se zvyšuje tlak na snižování emisí například prostřednictvím elektrických vozidel využívajících k ukládání elektrické energie baterie. Využívání baterií ve vozidlech má však pouze vliv na lokální snižování emisí, a to z důvodu výroby elektrické energie prostřednictvím elektráren, které využívají jako palivo neobnovitelné zdroje. S růstem poptávky po elektrické energii se tak zvyšuje zátěž na životní prostředí v místě její výroby.

Zátěž je také kladena na distribuční síť elektrické energie, kterou je přiváděna elektrická energie do vozidla. Přetěžování elektrické sítě může způsobit výpadek elektřiny neboli tzv. blackout, který závažně ochromí spotřebitele elektrické energie a v rámci určité oblasti a státu. Měsíční výroba elektrické energie v roce 2018 je uvedena na obrázku 9.



Obrázek 9 Vývoj výroby elektřiny v ČR v roce 2018 (Energetický regulační úřad, 2018)

Na obrázku 9 je patrné, že největší podíl energie z celkové výroby je vyprodukováno pomocí parní energie. Druhé pořadí náleží jaderné energii. Na obrázku je zřejmé, že ČR produkuje elektrickou energii nejvíce z neobnovitelných zdrojů, ze kterých výroba bude více žádána z důvodu zvyšující se poptávky po elektrické energii.

Bednář (2014) vyjádřil obavy z přetěžování elektrické sítě. Pokud by počet uživatelů překročil únosnou mez, pak by elektrická síť mohla být přetížena a hrozil by výpadek elektrického proudu. Frei (2018) se shoduje s tím, že bateriový pohon klade vysoké nároky na energetickou síť.

2.8 Testy v USA

Dopravní policisté v Kalifornii museli zastavit vozidlo společnosti Tesla, ve kterém řidič usnul za jízdy. Rychlost vozu činila 110 km/h a byl pravděpodobně uveden v režimu autopilota. Systém autopilota je aktivní, pokud řidič drží své ruce na volantě z důvodu zajištění vlastní aktivity. Řidič sleduje silniční provoz a je schopen na vzniklé situace patřičně reagovat. Společnost Audi využívá metodu, při které jsou zabudovány uvnitř vozidla kamery. Tato zařízení sledují během jízdy řidiče a průběžně vyhodnocují, zda je schopen věnovat se řízení (Příbyl, 2018).

Kilián (2018b) dodává, že je nezákonné, aby řidič předal plnou odpovědnost nad řízením vozidla autopilotu (míněno vozidlo s částečně autonomním řízením) a nevěnoval pozornost okolnímu provozu (např. aby řidič při jízdě usnul).

Řezníčková (2019) doplňuje, že určitým milníkem, pro možnou variantou odpočinku i v podobě spánku, by měl být rok 2020. Vizionář a podnikatel Elon Musk rovněž vyznačil tento letopočet, kdy by měla společnost Tesla mít plně autonomní vozidlo.

2.8.1 Autopilot společnosti Tesla

Bakša (2016) uvádí, že Vozidlo Tesla Model S disponuje autopilotem, ve kterém je zabudován software 2.0. Pokud vozidlo disponuje touto funkcí autopilota, pak je schopno:

- samostatné jízdy v pruhu bez pomoci řidiče,
- změny jízdního pruhu na dálnici,
- změnit rychlost prostřednictvím adaptivního tempomatu,
- varovat řidiče před střetem vozidla s jiným objektem,
- řízení vozidla v „nouzovém“ režimu,
- detekování volného místa pro parkování vozidla,
- samo zaparkovat.

Tyto činnosti provádí vozidlo pod dohledem řidiče. Důvod vzniká v případě, kdyby na silniční komunikaci nastala situace, ve které by bylo nutné, aby řidič zasáhl do řízení.

2.8.2 Ohlas u obyvatel USA

Každá technologie má své příznivce a odpůrce. Stejně tomu bylo během průmyslové revoluce v Anglii, kdy parní stroj ovlivnil celou společnost. Lidé z důsledku obav začali ničit stroje. Tato situace by se dala částečně přirovnat k dnešním autonomním vozidlům v USA, jelikož část obyvatel USA má na ně negativní názor.

Cibulková (2019) uvádí, že byly zaznamenány případy, kdy na autonomně řízená vozidla společnosti Waymo obyvatelé křičí, fyzicky je ničí i tím, že házejí na vozidla předměty, a dokonce byl zaznamenán případ, kdy na operátora byla vytasena zbraň. Operátor, který je v těchto autonomních vozidlech přítomen a vozidlo ve městě testuje, může být těmito akty následně zraněn i z důvodu poničení senzorů, jimiž vozidlo detekuje prostor kolem sebe. Společnost Tesla také zaznamenala negativní postoj obyvatel, kdy například byla úmyslně zablokována jejich rychle dobíjecí stanice, a došlo též ke slovním napadáním.

Útoky vůči autonomním vozidlům od obyvatel přicházejí z důvodu obav ze ztráty zaměstnání, jakož i ztráty bezpečí či soukromí.

Autor se domnívá, že v Evropě by mohla situace napomáhat podobným obavám, které pociťují určité části americké veřejnosti. Historie by tak mohla připomínat události během průmyslové revoluce v Anglii.

2.9 Pojištění a otázka odpovědnosti

Česká asociace pojišťoven (2017) uvádí, že růst počtu autonomně řízených vozidel může mít dopad na oblast pojišťovnictví z důvodu snížení dopravní nehodovosti i snížení nákladů jak na léčení poraněných osob, tak na opravy vozidel. Prostřednictvím asistenčních systémů, které zajišťují technické prvky, snímají okolí vozidla za neustálého zaznamenávání informací a tím rychleji zjišťují příčiny vzniku dopravní nehody.

Bednář (2015) dodává, že dle tiskové kanceláře Associated Press musí být prototypy autonomních vozidel, které disponují autopilotem, pojištěny do 5 milionů amerických dolarů, tedy na 115 000 000 Kč. Také se zmiňuje, že tato autopilotem řízená vozidla musí řídit proškolený řidič.

Pučelík (2018) doplňuje větu, že vlivem vyššího technologického pokroku automobilů by se mohla snížit cena havarijního pojištění či povinného ručení. Majitel vozidla by se měl rozhodnout ohledně manipulace a využití zjištěných údajů a dat.

Akční plán (2019) uvádí, že u autonomně řízených vozidel od úrovně 4 přebírá zodpovědnost za umělou inteligenci výrobce. Při nižších úrovních přebírá zodpovědnost řidič. Otázka odpovědnosti za vzniklou škodu a řešení konfliktů s nadcházejícím autonomním řízením vozidel bude výzvou pro legislativu ČR.

V ČR zatím neexistuje pojištění pro autonomně řízená vozidla. Dle Opojištění (2016) je možným vzorem nebo inspirací britská společnost Adrian Flux, která toto pojištění zprostředkovává. Dále Opojištění (2016) dodává, že škoda, kterou způsobí vozidlo z důvodu softwaru bude uhrazena pojišťovnou v případě, že:

- Aktualizace bezpečnostních systémů je nevhodně do vozidla nainstalována. Pojišťovna si klade jako podmínku, že do autonomního vozidla musí být nainstalovány nové aktualizace od výrobce nejpozději do 24 hodin od vydání.
- Selže či vypadne spojení satelitů s navigačními systémy vozidla. Nastává nepříznivé ovlivnění jízdy vozidla a vlivem této činnosti vzniká škoda.
- Řidič převezme řízení autonomního vozidla z důvodu vyvarování se dopravní nehody a následkem toho způsobí řízenému vozidlu či softwaru škodu.
- Řízení autonomního vozidla přebírá kontrolu hacker a jeho vlivem byla způsobena škoda.

Významnou roli hraje, zdali budou mít pojišťovny přístup k informacím z autonomních vozidel. Pokud ano, pak se nabízí otázka, jakým způsobem bude zajištěn

přístup k informacím, a tedy jak budou ošetřeny osobní údaje. Byla by zde možnost i sdílení osobních údajů třetím osobám?

Cenu plně autonomního vozidla jakož i výši jeho pojištění nelze přesně určit z důvodu, že toto vozidlo ještě není zcela vytvořeno ke splňování úrovně 5 dle SAE J3016. Prozatím se k tomuto částečně autonomnímu vozidlu přibližuje typ Tesla Model S, které disponuje Tesla autopilotem.

Dle Papadopoulos (2019) cena vozidla Tesla Model S činí 2 880 000 Kč. Tato cena za částečně autonomní vozidlo je pro většinu obyvatel ČR pro jeho koupi nepřijatelná. Je možné, že s plně vyvinutým autonomním řízením cena může být vyšší. Autor se zamýšlí, že by se cena v budoucnu mohla razantně snížit až na cenu běžného auta z důvodu možného historického opakování, kdy Henry Ford vytvořil automobil Ford model T, který byl finančně dostupný pro většinu obyvatel USA.

2.10 Společnost Valeo

Francouzská Společnost Valeo (2019b) testuje autonomně řízená vozidla i v ČR, kde má pět poboček, ve kterých probíhá vývoj systémů pro autonomní vozidla. Vozidla byla testována i v městském provozu Paříže. Valeo úzce spolupracuje nejen s automobilovým průmyslem, ale také i s firmami z oblasti telekomunikací a spotřební techniky. Společnost vkládá do svých vozidel Lidar, oproti společnostem Tesla či Wayve, které tento systém neuplatňují.

Společnost Valeo (2019b) testuje své technologie v oblasti informačních technologií. Ověřování správnosti naprogramování systémů probíhá na polygonu v Milovicích, na kterém probíhají zkušební jízdy za uplatňování různých dopravních situací týkajících se autonomně řízených vozidel. Následně se testují vozidla i v běžném provozu měst a dálnic.

2.10.1 BMW

Společnost BMW (Bayerische Motoren Werke), dle akčního plánu (2018) plánuje vybudování polygonu v roce 2020 v Karlovarském kraji u města Sokolov. Souček (2019) dále dodává, že zkušební testy vozidel by měly být zahájeny odhadem v roce 2022. Souček (2019) uvádí, že polygon nabídne 250 pracovních míst a plocha celého komplexu bude činit přibližně 550 hektarů.

2.11 Projekt Waymo

Americká společnost Google vytvořila v roce 2009 projekt Waymo (2019). Cílem projektu je vytvořit zcela autonomně řízené vozidlo s ohledem na zjednodušení cestování

a zvýšení bezpečnosti a snížení nehodovosti. Pro Waymo je také důležité pohodlí a užívání jízdy bez stresu.

2.11.1 Ostatní společnosti

Další společnosti, které se podílejí na výzkumu a vývoji autonomních vozidel jsou Bosch, Continental, Wayve, Volvo, Tesla, Citroën, Audi, Mercedes-Benz, Toyota, General Motors, Ford, Samsung, Volkswagen, Uber, Fiat, Apple, FiveAI a další.

2.12 Shrnutí

Částečně autonomně řízená vozidla jsou testována v běžných podmínkách dálnic, silnic a polygonu v ČR.

- V současné době proběhly testy autonomních vozidel v částečně autonomním řízení vozidla, v němž koná dohled operátor, který by v případě nutnosti převzal jeho řízení, jež by bylo aplikováno do zkušebních vozidel náležitých osobní individuální, osobní městské či nákladní dopravě.
- Technické prvky částečně autonomně řízených vozidel, které se využívají pro detekování objektů a orientaci v prostoru, představují lidary, radary, sonary a kamery. Údaje z těchto prvků analyzuje software, který vyhodnocuje typ objektu, stejně jako směr, rychlost, ohrožení v případě kolize a následné jednání (brzdění vozidla).
- Autonomní mobilita bývá spojována s elektromobilitou. Z tohoto důvodu se zvyšuje poptávka po elektrické energii. ČR vyrábí elektřinu nejvíce z neobnovitelných zdrojů, a sice spalováním uhlí a prostřednictvím jaderné energie. Existuje infrastrukturální nepřipravenost na autonomní vozidla. Se zvyšující se poptávkou po energii je kladena vyšší zátěž na distribuční síť, což vlivem náhlého zvýšení odběru elektrické energie může způsobit tzv. blackout.
- Mezi využívané metody umělé inteligence patří metoda zpětnovazebního učení, při které řidič dává upozornění vozidlu týkající se chybného směru jízdy. Touto metodou se vozidlo naučí jet po dopravní komunikaci a zároveň se vyznačuje nižší náročností vůči přenosu dat než při současných metodách. Dále následuje metoda postupného vybavování zapamatované číslíce vztahující se k umělé inteligenci autonomních vozidel. Tento aspekt je důležitý například pro čtení státní poznávací značky či svislého dopravního značení.

- Pojišťovny mohou ovlivnit ceny pojištění z autonomně řízených vozidel. Britská společnost Adrian Flux je již připravena krýt pojištění za škody u autonomních vozidel, které mohou být způsobeny například selháním satelitních systémů či škodou způsobenou hackerem.
- Autonomním řízením se zabývá mnoho společností z různých odvětví, jako jsou počítačové technologie, automobiloví výrobci, či výrobci bezpečnostních systémů. Mezi těmito společnostmi jsou uvedeny například Valeo, Waymo, Bosch, Tesla a další.

3 NÁVRHY NA POSÍLENÍ ROZVOJE AUTONOMNÍ MOBILITY

Autonomně řízená vozidla disponují velkým potenciálem, avšak k jejich využívání v ČR je nutné posílit jejich rozvoj v řadě oblastí.

3.1 Včasná informovanost

Z hlediska posílení podpory autonomně řízených vozidel by bylo třeba včasné informovat veřejnost o možných vylepšeních daných systémů a postupu ve vývoji k bezpečné jízdě pro veřejnost.

Autor si je vědom tvrdé konkurence mezi společnostmi, které se podílejí na výzkumu a vývoji autonomně řízených vozidel. Sdílení informací i mezi sebou by mohlo přispět k posílení rozvoje autonomní mobility mezi společnostmi. S ohledem na bezpečnost řidičů a pasažérů ve vozidlech společnost Volvo podstoupilo podobnou volbu jako při sdílení patentu tříbodového bezpečnostního pásu určeného výrobcům automobilů. Patent tříbodového bezpečnostního pásu byl zabudován do vozidel společnosti Volvo od roku 1959 (Duchoň, 2009).

K předejití nepokojů obyvatel nebo alespoň ke zmírnění negativních reakcí obyvatel z důsledku obav (viz kapitola 2.8.2), by se měla veřejnost průběžně informovat o přínosech autonomně řízených vozidel, zvýšení bezpečnosti dopravního provozu a podobně.

3.2 Mimořádné situace spojené s autonomně řízenými vozidly

Pojem mimořádná situace lze charakterizovat jako situaci, která není zabezpečená či ošetřená v algoritmech využívaných v rámci autonomního řízení. Jedná se o procesy a postupy, kterými jsou vyhodnocovány konkrétní situace vyskytující se v provozu. Při tom nelze primárně předpokládat, že veškeré stavy okolního prostředí budou jednoznačně předpovězeny a vyhodnoceny.

Různé mimořádné či nepředvídatelné situace mohou být nebezpečné pro vozidla řízená řidičem, stejně jako chodce, cyklisty, ale i pro autonomně řízená vozidla, která mají moderní systémy na detekování objektů a prostoru.

3.2.1 Porucha vozidla

V situaci, kdy autonomně řízenému vozidlu by byla protržena pneumatika, se nabízí otázka: Jak se vozidlo zachová v provozu s autonomně řízenými vozidly? Vozidlo by mělo upozornit ostatní vozidla na principu V2V o možné překážce na dopravní komunikaci.

Vozidlo by mělo být odstaveno ke krajnici, kde by si vozidlo již automaticky „zavolalo“ servisní službu s informací o přesné poloze.

V případě, že by se vozidlo nepodařilo odstavit z jízdního pruhu ke krajnici, pak by vozidlo mohlo komunikovat na úrovni V2X, kde by se zvolila objízdná trasa nebo zpomalení dopravního proudu a následné objetí porouchaného vozidla. Otázkou tedy je, jak budou reagovat ostatní vozidla, aby byly minimalizovány dopady na dopravní proud, a zda je možno docílit ponechání individuality rozhodování, jako v případě klasického řidiče.

V případě, že dle akčního plánu (2019) autonomně řízená vozidla úrovně 5 nebudou mít volant a pedály brzdy, spojky či plynu, bylo by vhodné, aby pro zachování bezpečnosti (dopravní nehoda, teroristického útoku, vzplanutí součástky) bylo vozidlo vybaveno určitým tlačítkem či pákou pro zastavení a opuštění autonomně řízeného vozidla. V případě letecké dopravy, která je jeví jako velice bezpečná (možná bude stejně bezpečná i doprava pomocí autonomně řízených vozidel) možnost „vystoupit“ neexistuje. Toto by mohlo přispět k vyšší bezpečnosti a snížit obavy z autonomně řízených vozidel. Toto tlačítko by se mohlo přirovnat k záchranné brzdě ve vlacích.

3.2.2 Zranitelnost systému

Možným kritickým okamžikem pro autonomně řízená vozidla může být vyhlášení válečného stavu ve státě, ve kterém se nachází. V takové situaci by mohly být poskytovány dezinformace či ztráta systému GPS, který je důležitý pro autonomně řízená vozidla za účelem nastavení cíle cesty. Systém GPS může být ohrožen nejen lidskou činností, ale i sluneční aktivitou, která v posledních letech narůstá a opakuje se v periodě jedenácti let, kdy u Slunce dochází k tzv. přepólování. Válečný stav by mohl být využit i pro získání a zneužití veškerých osobních údajů třetí osobou.

Zranitelnost systému může být z hlediska možných virů v softwaru či útoku hackera. Z toho důvodu by bylo vhodné nainstalovat antivirový systém s odolným firewallem, aby se zamezilo nejen případným nechtěným manévřům vozidla, nýbrž i sledováním či odcizením osobních údajů.

Pro zvýšení bezpečnosti systémů autonomních vozidel by bylo vhodné, aby vozidlo disponovalo systémem kontroly příkazů („vlastní imunitou“) který by vyhodnocoval reálnost prováděných příkazů. V případě, že by systém vyhodnotil prováděné příkazy jako nelogické např. kličkování po komunikaci vlivem zásahu hackera, zastavil by vozidlo a uvedl by chybu systému vozidla.

3.2.3 Objekty na dopravní infrastruktuře

Možnou situací, do které by se mohlo autonomně řízené vozidlo dostat, je i jízda po místní komunikaci například bez vodorovného značení se zanedbaným technickým stavem. Zde se nabízí varianta, aby mapové podklady, které využívají autonomní vozidla pro autonomní jízdu, pozemní komunikace v tomto stavu neobsahovala, nebo na nich nebylo možné zapnout autonomní řízení.

Na dopravních komunikacích se mohou nacházet:

- větve stromů,
- divoká zvěř, která by mohla vozidlo poškodit,
- strom, který zamezuje průjezd vozidel v obou směrech,
- další překážky způsobené vlivem přírodních katastrof.

Pokud vozidlo není schopno se otočit zpět z důvodu odlišných technických rozměrů vozidla a vozovky, v takovém případě by vozidlo mělo informovat ostatní vozidla o překážce, a pokud byla cesta ostatních vozidel naplánována přes toto problematické místo, bylo by žádoucí uskutečnit změnu plánované trasy. V případě otočení se na dopravní komunikaci se předpokládá individuální posouzení řidiče při manévrování vozidla.

Možnou situací je změna směru jízdy autonomního vozidla v důsledku opravy či údržby dopravní komunikace. Důležitá by měla být standardizace dopravních značek, respektive standardizace jejich vzdáleností od každé značky podle obrázku 10. Dle této standardizace by mohla být snazší orientace v prostoru a včasné zpomalení s ohledem na úhybný manévr autonomně řízeného vozidla i co se týče komfortu cestujících.

Standardizace vzdáleností značení by dle autora mohla být důležitá pro zvýšení bezpečného provozu autonomně řízených vozidel, tak aby se zamezil střet vozidel s pojízdnou uzavírkovou tabulí či jiným značením během nepříznivých vlivů počasí (déšť, mlha, tma) i s pomocí systému C-ITS.



Obrázek 10 Standardizace vzdálenosti značení (Zákruta, 2019 a autor)

Na obrázku 10 je zobrazena standardní vzdálenosti značení na dopravní komunikaci při omezení její části. Dopravní značení je umístěno v určitých vzdálenostech, aby mohlo

zareagovat nejen částečně či plně autonomní vozidlo, nýbrž i manuálně řízené vozidlo při úvaze smíšeného provozu.

Určitým „objektem“ by mohly být i virtuální značky, které by byly řidičem či vozidlem spatřeny prostřednictvím speciálních senzorů či speciálním sklem. Tyto virtuální značky by mohly být kdykoli aktualizovány v reálném čase.

V případě jízdy po komunikaci, na které spočívá námraza či je zledovatělá, autonomní vozidlo předá informaci ostatním vozidlům o změně adhezních podmínek na úrovni V2V.

3.2.4 Zdroje energie pro pohyb vozidel

Autor se zamýšlí nad elektrickou energií jakožto palivem, které je spjata s autonomními vozidly a vizí nižšího znečištění životního prostředí. Toto palivo musí být stále vyráběno z mnoha neobnovitelných zdrojů, které jsou velkým zdrojem této energie, ale také se jejich počet bude snižovat. Z tohoto důvodu by bylo vhodné se zaměřit na palivo na bázi vodíku, ze kterého vzniká čistá voní pára, kterou lze kondenzovat na tekutou vodu.

Tuto vodu by bylo možné v létě nechávat vykapávat na dopravní komunikace a tím je ochlazovat a zamezovat jejich zbytečnému rozpínání a ničení. V zimě či při počasí, které by vykazovalo nízké namrzající teploty, by se tato voda mohla uchovávat v nádobě, která by se buď za nějaký čas vypustila, či by se jiným způsobem zužitkovala přímo ve vozidle.

Jednou z nevýhod současných elektrických vozidel je dlouhé nabíjení do baterie. V případě velkého vytížení baterií (v zimním období topení a letním období využívání klimatizace) by mohlo dojít k jejich vybití v nevhodných situacích. Takovým příkladem může být například vybití baterií u vozidla, které zůstane stát například v dopravní kongesci, v případě defektu na vozidle a podobně. V případě většího počtu „vybitých“ vozidel by mohlo dojít k omezení průjezdnosti silnic či dálnic.

3.3 Aktualizování informací na dopravní síti

V případě aplikace autonomně řízených vozidel do provozu, by se prostřednictvím sdílení informací mezi vozidly aktualizovaly údaje o dopravní síti a jednotlivých pozemních komunikacích. Tím je myšleno aktualizování průjezdnosti dopravních komunikací v téměř reálném čase. Pokud na dopravní komunikaci bude zaznamenána překážka vozidlem, pak vozidlo tuto informaci poskytne ostatním autonomně řízeným vozidlům na úrovni V2V v případě, pokud se nebude jednat o tzv. chytrou silnici. Tím se poskytne objízdná trasa pro autonomně řízená vozidla a pro složky záchranného integrovaného systému z toho plynou následující výhody:

- Rychlejší zásah na postižené místo komunikace (dopravní nehoda či pád stromu do vozovky). Následně se netvoří kongesce a lze tak snížit dojezdovou dobu vozidel.
- Omezení negativního vlivu řidičů a pasažérů vozidel na vzniklou dopravní situaci (přihlížející osoby).
- Rychlejší uvedení stavu vozovky do běžného provozu.

Definovaný rozsah sítě by mohl být vhodný i pro nákladní vozidla s autonomním řízením z důvodu zamezení vjezdu nepovolených vozidel (například z důvodu hmotnosti či rozměru vozidla či návěsu) na přilehlou dopravní komunikaci. V závislosti na situaci by se mohla vymezit výjimka pro nákladní vozidla například z důvodu oprav komunikace atd.

3.4 Integrovaný záchranný systém

Autor se zamýšlí nad autonomně řízenými vozidly integrovaného záchranného systému. Vozidla by měla obsahovat současně autonomní a manuální řízení vozidla z důvodu nepředvídatelných událostí, manévrech vozidla a případnou jízdu v obtížně orientovatelném terénu jako je les, lom či jízda přes vodní potok, kde by vozidlo mohlo vyhodnotit překážky, které nelze projet, a řidič by tak musel přepnout na manuální řízení vozidla.

V případě přírodních katastrof (požár, zemětřesení či záplavy), které poškodí objekty či samotnou dopravní infrastrukturu, může být obnova pro autonomní vozidla finančně i technologicky náročná. Zničení dopravních značek je kritické pro obnovu mapových podkladů, které jsou důležité pro provoz autonomně řízených vozidel.

Autonomní řízení vozidla by pak sloužilo k účelu zpětné jízdy na stanici, na situace bez vykazované pohotovosti či situaci s přímým přístupem vozidel na pozemní komunikaci, například k dopravní nehodě, požáru či armádní pomoci při budování protipovodňových opatření ve městech.

Krajní formou „záchranné služby“ by mohl být převoz postiženého pacienta prostřednictvím autonomního vozidla do nemocnice nebo alespoň jízda autonomního vozidla s osobou, vyžadující lékařské ošetření vstříc k záchrannému vozidlu.

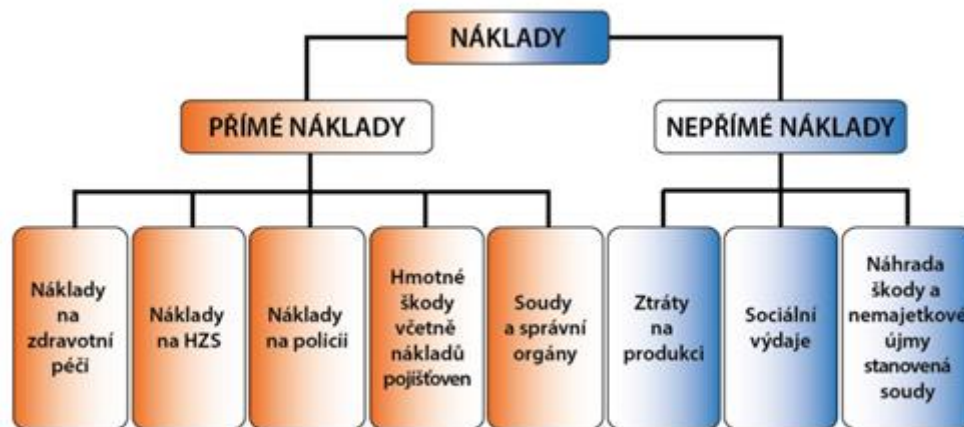
3.5 Problematika pojištění

Autor se zamýšlí, jak se do pojištění promítne „cena“ života. Jedná se o situaci, kdy vznikne dopravní nehoda autonomně řízeného vozidla, ve kterém budou cestující usmrceni. Bude pojišťovna či dokonce výrobce přejímat odpovědnost za život v případě poruchy autonomního vozidla, a to nejen softwaru?

Jakým způsobem bude pojištění autonomních vozidel probíhat, pokud by se aplikovaly typy etiky vozidel (kapitola 1.5.1)? Náklady na produkci státu by se daly vyjádřit obrázkem 11, kdy z důvodu závažnější dopravní nehody je nutností, aby byl financován převoz postiženého (repatriace), zabezpečeno jednak ošetření, avšak také náklady na vyprošťování a likvidaci vozidla a škod způsobených dopravní nehodou případně únikem kapalin z vozidel atd. Cena nákladů za složky integrovaného záchranného systému se v různých zemích liší.

Statistickým vyjádřením ceny lidského života jsou veškeré ekonomické náklady, které musejí být vynaloženy v daném státě na určitého jedince.

Citová cena člověka pro ostatní osoby jemu blízké je však nevyčíslitelná.



Obrázek 11 Členění nákladů celospolečenských ztrát z důvodu nehodovosti (Centrum dopravního výzkumu, 2018)

Obrázek 11 popisuje náklady, které mohou plynout z dopravní nehody. Náklady jsou členěné na přímé náklady a nepřímé náklady. Přímé náklady lze vyčíslit přímo. Nepřímé náklady je obtížné vykalkulovat.

Celospolečenské ztráty jsou ztráty, ve kterých stát přichází z důvodu usmrcení či zranění osob o jejich produktivitu, přičemž investoval do těch osob nemalé finanční prostředky.

Tabulka 3 Ekonomické ztráty průměrně vyjádřené na jednu osobu v Kč v letech 2016 a 2017

Zranění	2016			2017		
	Počet osob	Ztráta na osobu [Kč]	Celková ztráta [Kč]	Počet osob	Ztráta na osobu [Kč]	Celková ztráta [Kč]
Usmrčená osoba	611	19 411 000	11 860 121 000	577	19 784 000	11 415 368 000
Těžce zraněná osoba	2 530	5 094 200	12 888 326 000	2 286	5 097 500	11 652 885 000
Lehce zraněná osoba	24 486	668 500	16 368 891 000	24 719	716 700	17 716 107 300
Nehoda s hmotnou škodou	77 478	364 500	28 240 731 000	82 558	386 400	31 900 411 200
Celkem	105 105	1 033 000	69 358 069 000	110 140	1 103 100	72 700 000 000

Zdroj: Centrum dopravního výzkumu (2018 a 2019)

Z tabulky 3 vyplývá, že cena ztraceného lidského života při dopravní nehodě v roce 2017 je vyšší než v roce 2016, kdy se snižuje počet vážných dopravních nehod s následkem úmrtí. Je možné také pozorovat zvýšení celkové ztráty na produkci obyvatel dle všech zaznamenaných zranění, kde se náklady zvýšily o 3 341 931 000 Kč.

Vlivem autonomně řízených vozidel poklesne razantně počet úmrtí při dopravních nehodách. Prostřednictvím nižší nehodovosti se sníží ekonomická ztráta na produkci a rovněž nároky na využití záchranných složek, které by mohly být uplatněny na jiných kritických místech jako jsou například přírodní katastrofy (požáry, zemětřesení či záplavy).

3.6 Bezpečnost autonomně řízených vozidel

Bezpečnost posádky a osob v okolí vozidla je prioritou každé společnosti, která se zabývá vývojem a výrobou autonomně řízených vozidel. Autor se zamýšlí nad riziky, která jsou spojena s vozidly (viz kapitola 1.2.2). Autonomně řízené vozidlo by mělo být nepřetržitě sledováno, případně by mělo sledovat své okolí i během své nečinnosti z důvodu možného vandalizmu, kdy by mohla být poškozena čidla, kamery pro detekování prostoru a objektů kolem vozidla nebo samotná baterie. Tento způsob škody by nemusel být na první dojem zřejmý například z důvodu přelepení čidla páskou či zamalování čidla či kamer stejnou barvou, jako je vozidlo.

3.7 Technické prvky autonomně řízených vozidel

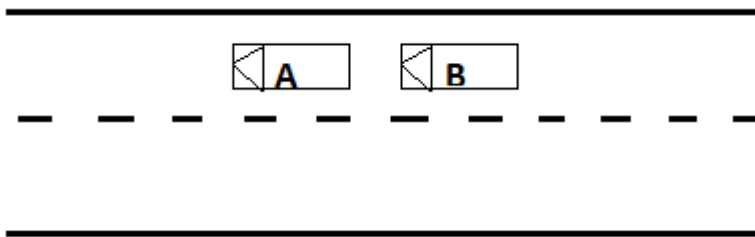
Autor se zamýšlí, že ve vozidle by mohly být umístěny informace o rychlosti, času a vzdálenosti do destinace a podobné informace o cestě. Ostatně připravovaná legislativa EU uvažuje o povinném zavedení tzv. „černých skříněk“. Tyto skřínky by byly vhodné při

dopravní nehodě, neboť by zaznamenávaly veškeré údaje jako je například rychlost, směr jízdy prostřednictvím volantu či okamžik poškození součástky ve vozidle.

Autor rovněž zvažuje, že autonomně řízená vozidla by mohla mít zabudované digitální obrazovky místo oken z důvodu psychologicky bezpečné vzdálenosti. Tím je myšleno, že při vysokých rychlostech plně autonomně řízených vozidel a nízkých rozestupech vozidel by nemusela být tato jízda pro cestující komfortní a mohla by se vzbuzovat potřeba převzít řízení vozidla. Toto by nastalo pouze v případě, pokud by autonomní vozidla neměla již vybavené řídicí prvky pro jízdu řidiče.

3.7.1 Projekce kamer

Možným návrhem pro zvýšení bezpečnosti částečně autonomních vozidel je projekce situace před jedoucím vozidlem na displej řidiče. Dle obrázku 12 by displej částečně autonomního vozidla B zobrazoval záběr z kamery jedoucího vozidla A, a to online v reálném čase. Systém by byl aktivní na bázi snímání kamer na krátkém dosahu, aby se zamezilo zbytečné či zmatené projekci situace jiného vozidla. Řidič vozidla B by při předjíždění nemusel zbytečně riskovat při předjíždění či jen při „najatí“ si do protějšího jízdního pruhu, kde by mohlo dojít ke střetu vozidel.



Obrázek 12 Znázornění situace předjíždění částečně autonomního vozidla prostřednictvím projekce kamer (Autor)

Na obrázku 12 lze pozorovat situaci, kde řidič částečně autonomního vozidla B má v úmyslu předjet částečně autonomní vozidlo A. V této situaci řidič vozidla B může převzít kontrolu nad vozidlem a odhadnout bezpečnost situace na dopravní komunikaci prostřednictvím sdílení kamer.

Projekce kamer by byla vhodná hlavně především pro předjíždění velkých vozidel, respektive vozidel v nákladní dopravě, která jsou rozměrově větší a při jízdě s otevřeným nákladem může sypký náklad být rozprašován na vozidla za nákladem a tím znemožňovat předjetí nákladního vozidla.

3.8 Přejech pro chodce

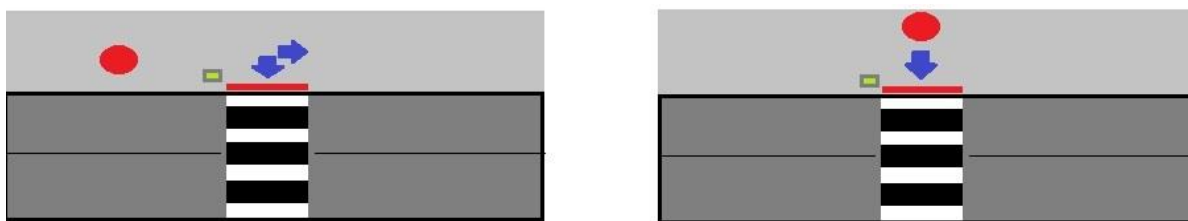
Autonomní provoz vozidel by mohl být jasně vytyčený. Důležitým prvkem, který se s autonomními vozidly potýká, je lidský činitel v podobě chodců a cyklistů.

3.8.1 Signální tlačítko

V případě plně autonomního provozu vozidel by bylo vhodné zabudovat signální tlačítko na běžném přechodu pro chodce, který nedisponuje světelným signalizačním zařízením. Prostřednictvím stlačení signálního tlačítka by se autonomně řízená vozidla zastavila, jak je tomu u současných řidičem řízených vozidel a jak odpovídá současné běžné situaci.

V situaci na obrázku 13 vlevo, kde se pohybuje chodec po chodníku, a v případě, že změní neočekávaně svou trajektorii chůze doprava či doleva, by autonomně řízené vozidlo nemuselo včas zastavit dle fyzikálních zákonů (například zastavení vozidla při rychlosti 50 km/h do vzdálenosti 2 metrů). Pokud by chodec nezměnil trajektorii dle obrázku 13 vpravo (přechod přímo před sebou), mohlo by autonomně řízené vozidlo odhadnout úmysl chodce přejít přes přechod a následně zastavit.

Autor tímto míří na chodce, kteří, aniž by před přechodem zastavili a rozhlédli se, pokračují v cestě na dopravní komunikaci, kde důsledkem tohoto chování hrozí střet chodce a vozidla. V případě každé dopravní nehody, kde je přítomno autonomně řízené vozidlo, které způsobí či nezpůsobí střet, je myšlení společnosti negativně ovlivněno, a to i v případě, kdy vozidlo dopravní nehodu nezpůsobilo.



Obrázek 13 Přejech pro chodce v plně autonomním režimu (Autor)

Na obrázku 13 lze pozorovat červený kruhový objekt, který značí chodce. Zelený obdélníkový tvar znázorňuje speciální tlačítko pro chodce, případně cyklisty. Modře vyznačená šipka zobrazuje směr chůze. Červený obdélník značí signální pás pro nevidomé. Na levé části je uvedena situace, kdy chodec jde podél dopravní komunikace a má možnosti přejít přechodu či pokračování v neměnné trajektorii. Na pravé části obrázku je znázorněn zamýšlený pohyb osoby přes přechod pro chodce, kde nastává pravděpodobné vkročení do dopravní komunikace.

Četnost intervalu pro zastavení autonomně řízeného provozu by byla závislá na intenzitě dopravy, avšak z důvodu značného počtu chodců by mohlo dojít k zamezení plynulosti. Intenzita dopravy se liší například dle:

- ročního období,
- počasí,
- obce,
- dne v týdnu,
- hodiny během dne,
- události.

Možným způsobem, jak umožnit plynulost dopravy autonomních vozidel a speciálních přechodů pro chodce, je komunikace autonomních vozidel prostřednictvím komunikace V2X.

3.8.2 Kombinace snímacích senzorů a určeného místa

Druhá varianta by vyžadovala namísto speciálního tlačítka využití snímajících senzorů autonomních vozidel a v případě, že se použije přechod pro chodce, by chodec vyčkal na vyhrazeném místě pro nevidomé.

V případě vysoké intenzity dopravy, by bylo vhodné využít podchody, které by zásadně neomezovaly přepravní proudy. Vhodnou variantou by byly podchody, nebo nadchody ve městech.

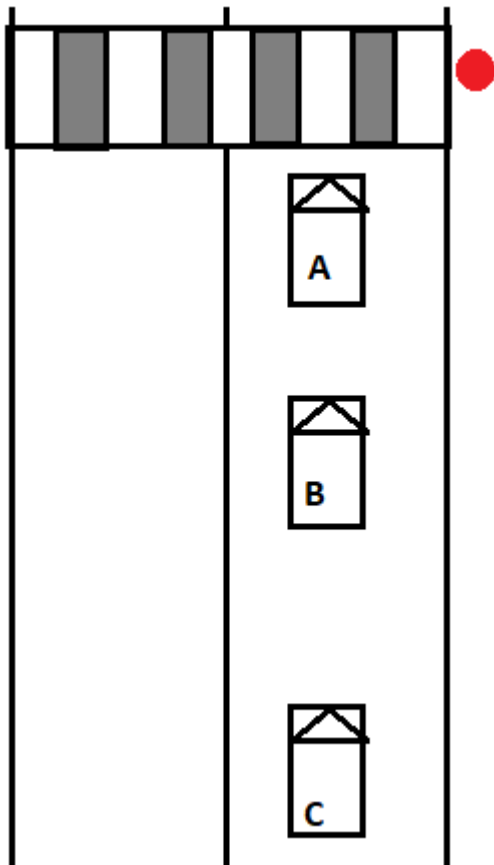
3.8.3 Alternativní přechod pro chodce

Možnou variantou pro bezpečné přejítí přes vozovku by byly chytré obrubníky. Plnily by funkci přechodu pro chodce tím, že by osobě umožnily přejít komunikaci a současně zastavit provoz. Prostřednictvím chytrého telefonu se službou GPS by se určilo místo, kde se osoba nachází, a telefon prostřednictvím aplikace by nahlásil autonomním vozidlům možnou překážku a z ní pro plynulost dopravy vyplývající zpomalení či zastavení dle obrázku 14.

Tento „přechod“ by byl aplikován v místě silnice, kde by nebylo možno zřídit podchod či nadchod, a umožňoval by orientaci starších osob v důchodovém věku a osob s omezenou schopností pohybu. Tato varianta by pro zmíněné osoby představovala:

- bezbariérový přístup,
- vyšší komfort – snížení vzdálenosti potřebné k přejítí dopravní komunikace,
- bezpečnost – zamezení rizika vkročení do dopravní komunikace.

Zabezpečené přechody jsou možností pro zvýšení bezpečnosti chodců a autonomně řízených vozidel.



Obrázek 14 Plynulost autonomních vozidel (autor)

Na obrázku 14 je uvedena situace na dopravní komunikaci, na které se nachází přechod pro chodce. Červeně je označen chodec a tři autonomní vozy označené písmeny A, B a C. Pomocí komunikace V2X lze zvýšit plynulost i v případě začlenění chodců případně jiných subjektů s úmyslem přejít přes přechod pro chodce. V případě zastavení vozidla A, vozidla B a C výrazně sníží svou rychlost z důvodu zabezpečení plynulosti dopravy.

Opak této situace lze pozorovat v běžném provozu, kdy je zpomalen či zastaven provoz vozidel bez zjevné příčiny, jako je dopravní autonehoda či opravy a údržby na dopravní komunikaci.

3.9 Časové rozvržení uvedení do provozu autonomně řízených vozidel

Autonomně řízená vozidla mají velký potenciál, zůstává však otázkou, jestli jejich rychlý nástup a možné způsobení dopravní nehody by při uvedení do provozu nevyvolaly ještě větší nedůvěru. Proto se autor domnívá, že by se aplikace do běžného provozu autonomně řízených vozidel měla důkladně naplánovat jak z hlediska psychologického, tak i technického, tudíž i bezpečnostního.

Rei (2019) uvádí, že prezident a ředitel společnosti Volvo Håkan Samuelsson, který se také přiklání k opatrnému zavedení autonomních vozidel, o jejich provozu řekl, „*Technologii, která by mohla být tím nejlepším zachránce životů v historii automobilismu, by hrozil konec.*“

3.10 Případové studie – reakce systému v krizových situacích

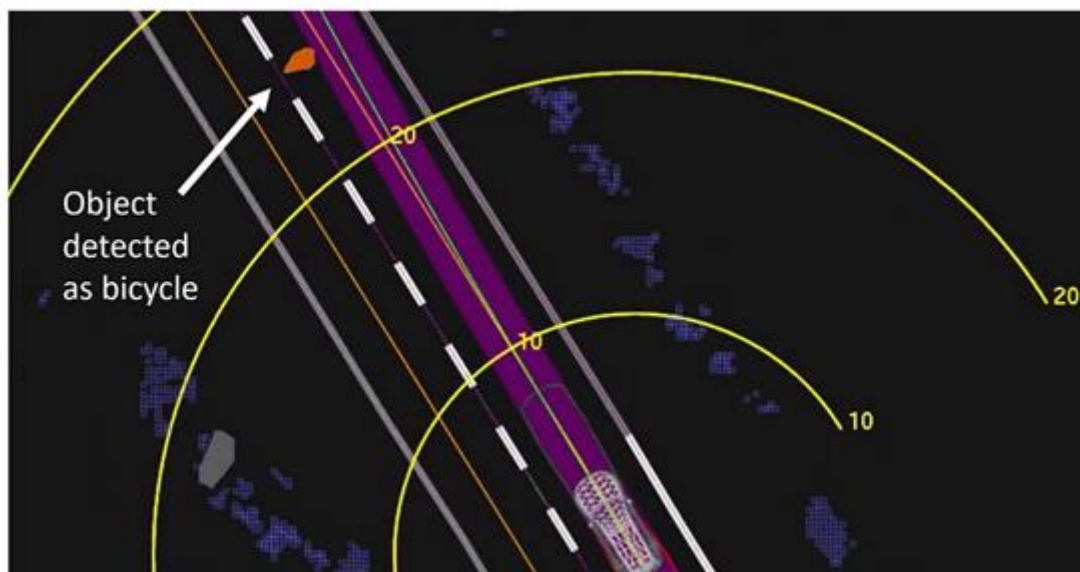
Dle Kasíka (2018) byla způsobena tragická dopravní nehoda ve státě Arizona v USA, kde chodkyni vedoucí cyklistické kolo srazilo částečně autonomně řízené vozidlo Volvo XC90, ve kterém společnost Uber testuje systém samostatného řízení vozidla.

Vozidlo Volvo jedoucí v nočních hodinách po dopravní komunikaci srazilo chodkyni, která vedla cyklistické kolo. Chodkyně ani cyklistické kolo neměly reflexní prvky, přecházela přes neosvětlenou cestu bez přechodku pro chodce. Systémy Uberu detekovaly neznámý objekt (chodkyni) ve vzdálenosti 115 m tzn. šest sekund před dopravní nehodou. Systémy vyhodnotily, že se jedná o cyklistku za 4,7 sekundy, tedy v 1,3 sekundy před střetem, kdy by byl vydán pokyn k nouzovému brždění, který byl vypnut společností Uber z důvodu, aby chování vozidla bylo předvídatelné (Kasík, 2018). Grafické znázornění dopravní nehody je uvedeno na obrázku 15.

Ve vozidle byl přítomen operátor dle Kasíka (2018), který měl zabránit střetu nebo alespoň následky střetu zmírnit. Z důvodu, že řidič se nevěnoval jízdě ve vozidle a podcenil vliv tmy, zareagoval tím pozdě a došlo ke střetu v rychlosti 69 km/h. Po nárazu začal řidič brzdit.

Kasík (2018) uvádí, že v případě, pokud by společnost Uber nevypnula bezpečnostní prvky vozidla, například systém City safety včetně vypnutí nouzového brždění, nemusela mít nehoda tak smrtelné následky pro chodkyni. Při včasném nouzovém brždění, pokud by vozidlo rozpoznalo, že se jedná o osobu, narazilo by vozidlo ve vzdálenosti 27 metrů přibližně rychlostí 5 km/h. Vozidlo disponovalo:

- radarem,
- lidarem,
- sedmi kamerami pro snímání okolí vozidla,
- třemi kamerami, které sloužily jako doplňkové a měly za úkol vyhodnocení jízdy.



Obrázek 15 Situace, kdy systém společnosti Uber vyhodnotil střet vozidla s chodkyní vedoucí kolo (Kasík, 2018)

Na obrázku 15 jsou znázorněny vzdálenosti od vozidla Volvo v jednotkách metrů. Oranžově vyznačený bod značí chodkyni na dopravní komunikaci ve vzdálenosti 27 metrů a fialová barva značí směr jízdy vozidla. Na místě, kde dojde k překrytí těchto dvou barev, nastane střet těchto dvou objektů. Zelená čára značí střed fialové čáry.

V případě, pokud by Uber nouzové brždění nevyplnil v bezpečnostním systému City Safety, nemusel se spoléhat pouze na operátora, nýbrž mohl demonstrovat skutečnou bezpečnostní výhodu autonomního řízení.

Automobil Tesla demonstroval bezpečnostní výhodu z hlediska detekování překážky a zabrzdění vozidla. Jiná dopravní nehoda se udála v USA na křižovatce, jak uvádí Horčík (2019), vozidla tam čekala v protilehlých směrech před světelným signalizačním zařízením na pokyn k jízdě. Při nadcházející jízdě dle obrázku 16 pokračovalo z levé strany vozidlo tmavé barvy dále po komunikaci i přes upozornění na světelném signalizačním zařízení „Stát“ a narazilo do stříbrného vozidla a bílé dodávky. Než došlo k prvnímu střetu, stačil ještě automobil Tesla náhle zastavit pomocí automatického brzdového systému anglicky Autonomous Emergency Braking (AEB).

Pro systém AEB mají automobilový výrobci mnoho názvů doplňuje Sajdl (2019) například „*Front Assistant, City Safe Drive, Front Assist, Active City Stop, Forward Alert, City Brake Control, Pedestrian Warning with City Brake Activation*“ a další.



Obrázek 16 Dopravní nehoda, při níž Tesla použila automatický brzdový systém (Horčík 2019)

Na obrázku 16 lze vidět konečné vyústění dopravní nehody, při které se osvědčil brzdový systém AEB. Vozidlo, ve kterém je umístěna kamera, zaznamenalo náraz do vozidel a automobil Tesla stojí před vozidlem nepoškozeno.

3.11 Shrnutí

Posílení rozvoje autonomní mobility je důležité k prosazení autonomně řízených vozidel nejen mezi veřejností, ale taky ve firemním styku. Návrhy na rozvoj autor shrnuje takto:

- Pro společnost je důležitá včasná a průběžná informovanost ohledně autonomního řízení z toho důvodu, aby se zamezilo rozšiřování nepravdivých informací a zároveň se snížily, případně zamezily obavy při pohybu v jejich blízkosti či při přepravě prostřednictvím autonomních vozidel (autonomní autobusy, minibusy, osobními automobily, kamiony). Průběžná informovanost by probíhala v masmédiích (sociálních sítě, denní tisk, televizní stanice, ...) či vzdělávacích institucích.
- Autor předkládá návrhy pro zamezení či zmírnění dopadů v případě mimořádných situací týkajících se možných problémů v oblasti zranitelnosti autonomních vozidel a celého systému, poruch vozidel jakož i objektů na dopravních komunikacích a zdrojů energie.
- Dopravní síť pro řízení v autonomním režimu by znamenala aktualizované informace, a tedy i kontroly na dopravních úsecích z hlediska stavu mapových podkladů

(zahrnující dopravní infrastrukturu a objekty), průjezdnosti (pád stromu, dopravní nehoda) a zvolení objízdne trasy.

- Využíváním autonomních vozidel by byl zasažen i integrovaný záchranný systém. Vozidla by měla disponovat jak autonomním, tak i manuálním řízením z důvodu operativního posouzení jízdy náročným terénem (vodní brod, lesní či polní louka).
- Pro zvýšení bezpečnosti autor navrhuje využití systémů zabudovaných v autonomním vozidle pro nepřetržité detekování vandalizmu vozidla či přírodních katastrof. Bezpečnostní čidla či kamery, které jsou důležité pro orientaci v prostoru s detekováním objektů, mohou být úmyslně poškozeny, avšak toto poškození nemusí být zřejmé nebo může způsobit nesprávnou činnost či může být této činnosti zabráněno.
- Přechody pro chodce disponující signálním tlačítkem, prostřednictvím kterého konkrétní přechod kooperuje s autonomními vozidly, které se blíží k přechodu. Výsledkem kooperace je bezpečné přejetí chodců přes dopravní komunikaci a zvýšení plynulosti dopravy vlivem snížení rychlostí.
- Přechody pro chodce, které využívají snímacích senzorů autonomních vozidel jako lidary, radary či kamery sloužící k orientaci v prostoru a k detekci objektů, by mohly být alternativou k zvýšení bezpečnosti přecházejících osob. Prostřednictvím senzorů vozidlo chodce stojícího před přechodem pro chodce detekuje na vyznačeném prostoru (představující zamýšlený chodcův cíl pro přejetí), případně zastaví či informuje ostatní vozidla o záměru chodce přejít pozemní komunikaci a tím tak lze prostřednictvím sdílené komunikace mezi vozidly zmírnit provoz.
- Alternativní přechody pro chodce, starší osoby či pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace, by tudíž mohly přispět k vyššímu komfortu pro přejetí dopravní komunikace. Tyto systémy by využívaly systém GPS a snímacích senzorů autonomních vozidel pro detekování chodce prostřednictvím mobilní aplikace.

4 ZHODNOCENÍ DOPADŮ ROZVOJE A POTENCIÁLU UPLATNĚNÍ AUTONOMNÍ MOBILITY

Technologie autonomně řízených vozidel mají velký potenciál a dopady ovlivňující společnost jsou obrovské.

Existující oblasti, které autonomní mobilita zasáhne nebo již zasahuje prostřednictvím prototypů autonomních vozidel nebo částečně již vozidly s nižším stupněm autonomního řízení. Mezi oblasti, které především dopad autonomně řízených vozidel zasáhne, patří legislativní a právní rámec, automobilový průmysl, sociální oblast, zdravotnictví případně i zemědělství a taxi služby.

Názor autora je takový, že autonomně řízená vozidla mohou dosáhnout v běžném provozu maximálně čtvrté úrovně řízení SAE z důvodu, že je důležité, aby byl řidič schopen řídit vozidlo v různých kritických situacích a manévrech, které by vozidlo obtížně vyhodnocovalo (jízda přes vodní brod, po polní cestě či otáčení se na úzké místní komunikaci ohraničené na obou stranách příkopem). V letecké dopravě se letadla spoléhají na systém autopilota, který převezme řízení, ačkoliv jsou zde situace, které vyžadují převzetí pilotování pilotem či kopilotem (vzlétání a přistávání letadla).

Autor se také domnívá, že uplatnění autonomních vozidel v úrovni pět je možné pouze na dopravních komunikacích výlučně určených pro autonomní mobilitu, kde je omezen pohyb cyklistům či chodcům, jako jsou například dálnice či objekty s vlastní uzavřenou infrastrukturou (letiště či firemní haly).

Autor se obává možné nepřipravenosti v ČR při srovnání s ostatními státy, které mají oproti nám zabezpečenou legislativu, pojištění či vyšší kvalitu dopravních komunikací pro autonomně řízená vozidla.

4.1 Ekonomické dopady autonomní mobility

Prostřednictvím autonomních systémů je možné také ovlivnění agronomie, a to v souvislosti se snížením nákladů na řidiče vozidel. Například pole a louky by se daly definovat jako ohraničené oblasti s omezeným počtem volně se pohybujících chodců či cyklistů. Střet se zvířaty by byl také minimální z důvodu hluku a vibrací při sklizení či zavlažování plodin.

Tento směr by pro zemědělské subjekty znamenal značnou úsporu v časové nezávislosti na řidiči. Možnou nevýhodou by mohly být pořizovací náklady na zemědělské

vozidlo, v případě kompenzace dotací a možných zvýhodnění, by se mohlo docílit snížení pořizovací ceny vozidla.

Autonomní mobilita bývá spojována s elektromobilitou. Toto zaměření klade vysoké nároky na distribuční síť elektrické energie, která je citlivá i z hlediska atmosférických vlivů, jež mohou elektrický proud přerušit, nebo se tak může stát nepřímo prostřednictvím například spadlého stromu na elektrické vedení. Ohrožení rozvodu elektrické energie může způsobit také teroristický útok či útok hackerem. Následkem přetěžování elektrické sítě může dojít k výpadku elektřiny neboli tzv. blackoutu, který je závažný nejen pro elektromobilitu, ale i pro spotřebitele elektrické energie a stát.

4.1.1 Ekonomické dopady na nákladní dopravu

Prostřednictvím neobsazení řidiče do autonomně řízeného nákladního vozu či snížení pracovních povinností řidičů pouze na dohlížení jízdy lze snížit náklady na zaměstnance. V případě, že zaměstnanec neřídí vozidlo, nýbrž jen vykonává dozorčí činnost, je ovlivněn fyzický a psychický stav řidiče z důvodu nižší únavy a tím dochází ke zvýšení atraktivnosti pro vyšší počet zaměstnanců, kteří nemusejí být kvalifikovaní. Dalším ekonomickým přínosem pro zaměstnavatele může být snížení prostojů způsobených řidičem, přestávky dle zákoníku práce a předpisu AETR (bezpečnostní přestávky).

Veškeré přínosy plynoucí z této problematiky mohou být eliminovány vysokými pořizovacími náklady a pojištěním vozidla.

Uplatnění autonomně řízených nákladních vozidel by mohlo zvýšit efektivnost metody just-in-time. V případě, že by autonomní vozidlo přesně vědělo o všech situacích na úrovni komunikace V2V či V2X, které probíhají na dopravní infrastruktuře, by si mohlo samo zvolit optimální trasu nehlédě na řidiče, který by musel vést komunikaci s operátorem, a snížilo by se tak i nedorozumění vlivem lidského faktoru.

4.2 Možnosti finanční podpory pro zavádění autonomní mobility

Pro zvýšení atraktivnosti a dostupnosti autonomně řízených vozidel by bylo vhodné zavést výhody pro podporu jejich prodeje. V případě zavedení autonomně řízených vozidel je možné, že jejich cena v důsledku času klesne na finančně přijatelnější úroveň pro běžného spotřebitele.

4.2.1 Parkování

V případě vlastnictví autonomně řízeného vozidla by vozidlo mohlo zaparkovat na vzdálenějším volném parkovacím místě. V případě dojíždění do zaměstnání by cestující

vystoupil na konkrétní adrese a autonomní vozidlo by si samo odjelo se zaparkovat (např. s možností dobíjení) nebo by se nabídlo dalším cestujícím v případě sdílení autonomních vozidel.

4.2.2 Zvýhodněné dobíjení

Autonomní mobilita se zaměřuje především na elektrickou energii vyráběnou z obnovitelných zdrojů. Pro podporu zakoupení autonomních vozidel by bylo vhodné zvýhodnit cenu dobíjení baterií či snížit náklady na jejich výměnu.

4.3 Sdílení

Značným dopadem by bylo sdílení autonomních vozidel z důvodu jejich vysoké ceny a praktické nemožnosti k zakoupení pro běžné spotřebitele. Tímto způsobem by došlo k pronajmutí vozidla na určitou dobu, na určitou přepravní vzdálenost či jízdu.

Sdílení autonomních vozidel může mít dopad na ostatní druhy dopravy. Může se snížit objem přepravených cestujících autobusovou dopravou či dokonce může nastat zánik osobní železniční dopravy na krátkých vzdálenostech a v odlehlých částech ČR.

Otázkou je, jak by se při sdílení autonomně řízených vozidel „rozměnila“ intenzita přepravních proudů v denní době. Respektive, zda by se extrémní intenzity v ranních a odpoledních hodinách více rozprostřely a tím by nedocházelo ke kongescím vlivem přetížení dopravních uzlů.

Nelze vyloučit ani možný scénář, že by vlivem sdílení autonomně řízených vozidel by mohl nastat opačný stav k výše uvedenému, kdy by se přepravní „špičky“ a „sedla“ staly více extrémnější vlivem rychlejší přepravy bez vlivu kongescí či z důvodu sdílení autonomně řízených vozidel.

4.4 Vlastnictví dat

Zásadní dopad pro autonomně řízená vozidla bude mít vlastnictví dat vlastníků vozidel pro pojišťovny, automobilové výrobce a další subjekty. Tyto organizace mohou s daty disponovat pouze se souhlasem vlastníků a s ohledem na platnou legislativu.

Autor se zamýšlí, zda by případné zdravotní informace týkající se souhlasu osob mohly být poskytovány zdravotnickým střediskům pro průběžné zaznamenávání zdravotních funkcí cestujících. Tato technologie zaznamenávání a vyhodnocování by se dala přirovnat k chytrým náramkům, které zaznamenávají například srdeční činnost, úroveň stresu či kvalitu spánku.

4.5 Shrnutí

Dopad autonomně řízených vozidel bude mít zásadní dopady na různé oblasti, především na:

- Ekonomickou rovinu, kdy cena pořízení autonomního vozidla může být pro část obyvatel ČR finančně vysoká. Možné snížení ceny autonomních vozidel by mohlo nastat s odstupem let. V této situaci nás může napadnout historická podobnost, kdy se cena vozidel výrazně snížila díky společnosti Ford a modelu T. Další finanční ovlivnění lze očekávat prostřednictvím sdílení autonomních vozidel. Lze očekávat, že cena bude ovlivněna u nákladní a městské hromadné dopravy.
- Sociální oblast, kdy bude záležet na typu rozhodovacího principu autonomních vozidel. Bude záležet, jak je společnost přijme a v neposlední řadě na způsobu poskytování svých osobních a zdravotních informací různým organizacím, jako jsou například pojišťovny či automobilové společnosti.
- Snížení dopravních nehod bude mít vliv na zdravotnickou oblast z důvodu redukce počtu lidských orgánů, které jsou při dopravních nehodách hodnotným zdrojem.
- Plynulou dopravu, prostřednictvím které bude zamezeno přebytkému využívání paliva a snížení vzniku externích nákladů (vibrace, hluk, snížení znečištění ovzduší). Tyto aspekty ovlivní oblast životního prostředí.
- Legislativní oblast, kdy zákony ČR nejsou připraveny na autonomní mobilitu, neboť řidič je považován pouze za spolujezdce. Pro umožnění aplikace autonomních vozidel bude vyžadována změna právní oblasti, kdy funkci řidiče bude uplatňovat software automobilu.
- Energetickou oblast, kde prostřednictvím nabíjení baterií do autonomních vozidel, bude zvyšována poptávka po elektrické energii a bude vyžadováno „chytré“ dobíjení, aby z důvodu nadměrného počtu spotřebitelů nebyla ohrožena distribuční síť elektrické energie.
- Technologickou oblast, kde nastanou zásadní požadavky na zlepšování a vyvíjení technologií v oblasti informačních technologií, energeticky, technických systémů (lidar, radar, ultrazvuk,) a aerodynamiky.

ZÁVĚR

V této práci se autor zaměřil na problematiku autonomní mobility v ČR s ohledem na zahraniční vývoj. Práce se následně dělí do čtyř částí.

V první části autor popisuje stupně úrovní a typy chování autonomního řízení, které bude rozhodovat o kolizi dle rozhodovacích kritérií. Autor poukazuje na legislativní rámec ČR z hlediska připravenosti na autonomní mobilitu. Dále se autor zabývá teoretickými aspekty z hlediska testování vozidel, dopravního značení či mapových podkladů, které jsou pro autonomní řízení důležité.

Ve druhé části autor analyzuje současný stav z hlediska dopravní nehodovosti ČR, současných technických prvků, které jsou typické pro autonomní vozidla. Také autor uvádí výsledky testů autonomních vozidel s ohledem na ostatní státy. Analyzuje připravenost pozemní infrastruktury a elektrické sítě.

Ve třetí části jsou uvedeny návrhy, které mohou zvýšit efektivitu autonomní mobility z hlediska zvýšení bezpečnosti systému, vozidla a jeho okolí. Autor se také zabývá rozsahem dopravní sítě a možnými hrozbami pro autonomně řízené vozidlo, které jej mohou poškodit či zničit. Pro autonomní mobilitu je typická bezpečnost nejen vozidel, ale také i chodců. Z toho důvodu autor navrhuje přechody pro chodce z hlediska jejich bezpečnosti, protože i pro autonomně řízená vozidla platí fyzikální zákony, a v neposlední řadě vyzdvihneme hledisko plynulé dopravy autonomních vozidel.

V poslední, čtvrté části je uvedeno zhodnocení dopadů autonomní mobility z důvodu možných ekonomických důsledků, případně dopadů na vlastnictví dat a sdílení autonomních vozidel. V této části jsou také shrnuty další oblasti, které autonomní mobilita ovlivňuje.

Cílem této diplomové práce je vyhodnocení problematiky autonomní mobility v podmínkách ČR ke dni odevzdání práce, a potenciálu dalšího rozvoje v kontextu se zahraniční situací.

POUŽITÁ LITERATURA

AKTUALNĚ.CZ, 2017. Auto nemůže rozhodovat, koho v mezní situaci zabije. Vznikl první etický kodex pro vozy bez řidiče. *Aktuálně* [online]. [cit. 2019-01-24]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/auto-nemuze-rozhodovat-koho-v-mezni-situaci-zabije-vznikl-pr/r~37fdfea85d8711e784870025900fea04/>

Akční plán, 2019. Akční plán autonomního řízení. *Ministerstvo dopravy* [online]. [cit. 2019-04-15]. Dostupné z: http://amsp.cz/wp-content/uploads/2019/02/Ak%C4%8Dn%C3%AD-pl%C3%A1n-autonomn%C3%ADho-%C5%99%C3%ADzen%C3%AD-ma_KORNB8UGXNR8.pdf

BAKŠA, Juraj, 2016. Tesla Model S – podrobné informácie na jednom mieste. *Teslamagazin* [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://www.teslamagazin.sk/tesla-model-s/>

BEDNÁŘ, Marek, 2014. Masové rozšíření elektromobilů dnes není reálné, nebylo by možné je dobíjet. *Autoforum.cz* [online]. [cit. 2019-01-25]. Dostupné z: <http://www.autoforum.cz/zivot-ridice/masove-rozsireni-elektromobilu-dnes-neni-realne-nebylo-by-mozne-je-dobijet/>

BEDNÁŘ, Marek, 2015. Také autonomní vozy bourají. A ne málo, auta Googlu se připletla už k 11 nehodám. *Autoforum.cz* [online]. [cit. 2019-04-03]. Dostupné z: <http://www.autoforum.cz/zajimavosti/take-autonomni-vozy-bouraji-a-ne-malo-auta-googlu-se-pripletla-uz-k-11-nehodam/>

BERNÁTH, Michal, 2019. Češi mají k autonomním autům pokrytecký přístup. Ať posráží dav, pokud zachrání naše dítě. *Lidovky* [online]. [cit. 2019-02-02]. Dostupné z: https://www.lidovky.cz/relax/veda/tank-svym-detem-sousedovi-pocitadlo-cesi-se-vyslovili-k-autonomnim-autum.A181219_142559_in_veda_mber

BILLINGTON, James, 2018. Singapore to trial first self-driving bus service in real-world traffic. *Autonomous Vehicle International* [online]. [cit. 2019-04-04]. Dostupné z: <https://www.autonomousvehicleinternational.com/news/adas/singapore-self-driving-bus.html>

BUSPRESS, 2018. Vídeň úspěšně testuje autonomní autobus. *Buspress* [online]. [cit. 2019-02-04]. Dostupné z: <http://www.buspress.eu/viden-uspesne-testuje-autonomni-autobus/>

CAFOUREK, Tomáš, 2019. Česko chystá silnice pro auta bez řidiče, jezdit po nich budou do dvou let. *Idnes.cz* [online]. [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/ekonomika/domaci/samoriditelne-auto-silnice-ridic-ministerstvo-dopravy-automat.A190309_462551_ekonomika_mato

CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU, 2018. Ztráty z dopravních nehod v roce 2016: škoda přes 69 miliard korun. *Cdv* [online]. [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/file/ztraty-z-dopravnich-nehod-v-roce-2016-skoda-pres-69-miliard-korun/>

CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU, 2019. Ztráty z dopravní nehodovosti na pozemních komunikacích poprvé překročily hranici 70 mld. Kč. *Cdv* [online]. [cit. 2019-04-

19]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/tisk/ztraty-z-dopravni-nehodovosti-na-pozemnich-komunikacich-poprve-prekrocily-hranici-70-mld-kc/>

CIBULOVÁ, Lenka, 2019. S revolvery na roboauta a blokování nabíječek. Tak Američané brání pokroku. *Auto iDNES.cz* [online]. [cit. 2019-01-25]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/icing-tesla-elektromobil-waymo-autonomni-rizeni.A190107_161855_automoto_fdv

CZECHSPACEPORTAL, 2019. Datově propojená vozidla (C-ITS). *Český kosmický portál* [online]. [cit. 2019-01-23]. Dostupné z: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/its---inteligentni-dopravni-systemy/oblasti-rozvoje-its/datove-propojena-vozidla-c-its/>

ČESKÁ ASOCIACE POJIŠŤOVEN, 2017. Analýza ČAP: Na českých silnicích by mohla převažovat autonomní vozidla už za 20 let. *Čap* [online]. [cit. 2019-03-21]. http://www.cap.cz/images/tiskove-zpravy/171213_TZ_autonomni_vozidla.pdf

ČESKO, 2000. 361/2000 Sb., Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu), ve znění účinném k 1.7.2018. *Fulsoft* [online]. [cit. 2019-01-23]. Dostupné z: https://www.fulsoft.cz/33/361-2000-sb-zakon-o-provozu-na-pozemnich-komunikacich-a-o-zmenach-nekterych-zakonu-zakon-o-silnicnim-provozu-ve-zneni-ucinnem-k-1-7-2018-uniqueidOhwOuzC33qe_hFd_-jrpTnSy6WrdQ6E26udNwXmHV-MCD-vMUnwPlw/

ČERNÝ, David a Robin KOPECKÝ, 2017. Autonomní auta a etika. *Zdravotnické právo a bioetika* [online]. [cit. 2019-02-02]. Dostupné z: <https://zdravotnickepravo.info/autonomni-auta-a-etika/>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2018. Dopravní park - časové řady. *Český statistický úřad* [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/dopravni_park_casove_rady

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2019. Nehody v dopravě - časové řady. *Český statistický úřad* [online]. [cit. 2019-02-02]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/nehody_v_doprave_casove_rady

DUCHOŇ, 2009. Bezpečnostní pás slaví padesát let. *Automotorevue.cz* [online]. [cit. 2019-04-03]. Dostupné z: https://www.autorevue.cz/bezpecnostni-pas-slavi-padesat-let_3

DUSIL, Tomáš, 2018. První autonomní auto pomáhalo vyvíjet pneumatiky: Vyjelo před půl stoletím! *Auto.cz* [online]. [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/continental-prvni-autonomni-auto-pomahalo-vyvijet-pneumatiky-vyjelo-pred-pul-stoletim-124778>

ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD, 2018. Čtvrtletní zpráva o provozu ES ČR. *Energetický regulační úřad* [online]. [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/4580207/Ctvrtletni_zprava_2018_IV_Q.pdf/f47bc2a0-05e3-4402-a1db-5b6e2b0a44a4

ETICKÁ KOMISE, 2017. Ethische Regeln für den automatisierten und vernetzten Fahrzeugverkehr. *Automatisiertes und vernetztes fahren* [online]. [cit. 2019-03-17]. Dostupné z: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/bericht-der-ethik-kommission.pdf?__blob=publicationFile

- FREI, Martin, 2018. Vodíkový pohon automobilů: Nechceme lithium, chceme vodík. *Auto* [online]. [cit. 2019-01-25]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/vodikovy-pohon-automobilu-nehceme-lithium-chceme-vodik-121182>
- FRENZEL, Lou, 2018. 7 Factors Critical to the Success of Self-Driving Cars. *Innovation destination* [online]. [cit. 2019-03-15]. Dostupné z <https://innovation-destination.com/2018/02/16/7-factors-critical-success-self-driving-cars/>
- HAMALČÍKOVÁ, Kamila 2017. Kdo přežije při bouračce? Samořídící auta se umí rozhodnout stejně jako lidé. *Elektrina* [online]. [cit. 2019-01-24]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/moralka-autonomniho-auta-vyzkum>
- HAVLÍK, Tomáš, 2019. První částečně autonomní kamion má na silnice vyjet už letos. Nebude to ovšem Tesla. *Ihned* [online]. [cit. 2019-03-29]. Dostupné z: <https://byznys.ihned.cz/c1-66430580-prvni-castecne-autonomni-kamion-ma-na-silnice-vyjet-uz-letos-nehude-to-ovsem-tesla>
- HORČÍK, 2019. Podívejte se, jak brzdový asistent elektromobilu Tesla Model 3 zabránil drsné nehodě. *Hybrid.cz* [online]. [cit. 2019-04-12]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/podivejte-se-jak-brzdovy-asistent-elektromobilu-tesla-model-3-zabranil-drsne-nehode>
- HYAN, Tom, 2015. Audi Piloted Driving. *Automobil revue* [online]. [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: https://www.automobilrevue.cz/rubriky/automobily/technika/audi-piloted-driving-nepotrebuji-te_44052.html
- HYBRID, 2017. Robotické auto Citroën projelo přes mýtnou bránu. *Hybrid* [online]. [cit. 2019-03-29]. Dostupné z <http://www.hybrid.cz/roboticke-auto-citroen-projelo-pres-mitnou-branu>
- IBESIP, 2019a. Aktivní bezpečnost. *Besip* [online]. [cit. 2019-03-02]. Dostupné z: <https://www.ibesip.cz/Tematicke-stranky/Cestujeme-autem/Asistencni-systemy-v-autech/Aktivni-bezpecnost>
- IBESIP, 2019b. Pasivní bezpečnost. *Besip* [online]. [cit. 2019-03-02]. Dostupné z: <https://www.ibesip.cz/Tematicke-stranky/Cestujeme-autem/Asistencni-systemy-v-autech/Pasivni-bezpecnost>
- IFLEET, 2018. Euro NCAP prověřil schopnosti „autonomního“ řízení. *Ifleet* [online]. [cit. 2019-01-25]. Dostupné z: <http://www.ifleet.cz/aktuality/fleet-manazer/euro-ncap-proveril-schopnosti-autonomniho-rizeni.html>
- ČESKÝ ROZHLAS, 2018. Ve Vídni testují samoříděné autobusy. První cestující by se jimi měli svézt příští rok. *Irozhlas* [online]. [cit. 2019-01-25]. Dostupné z: https://www.irozhlas.cz/veda-technologie/technologie/autonomni-autobus-technologie_1807242125_per
- JAVŮREK, Karel, 2018. Nový systém umělé inteligence se zvládne naučit řídit auto během 20 minut. *Vtm* [online]. [cit. 2019-03-28]. Dostupné z <https://vtm.zive.cz/clanky/novy-system-umele-inteligence-se-zvladne-naucit-ridit-auto-behem-20-minut/sc-870-a-194113/default.aspx>

- KASÍK, Pavel, 2018. Samořídící Uber měl 6 sekund na to, aby zabránil smrtelné nehodě. *Nesměl.Technet.cz* [online]. [cit. 2019-04-10]. Dostupné z https://www.idnes.cz/technet/technika/uber-samoridici-auto-nehoda-vysetrovani.A180524_181042_tec_technika_pka
- KDENABIJET, 2017. Znáte platooning?. *Kdenabijet* [online]. [cit. 2019-01-25]. Dostupné z: <http://www.kdenabijet.cz/znate-platooning/>
- KILIÁN, Karel, 2018a. Čím se LIDAR liší od radaru a jaká je jeho role v autonomních vozidlech. *VTM.cz* [online]. [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: <https://vtm.zive.cz/clanky/cim-se-lidar-lisi-od-radaru-a-jaka-je-jeho-role-v-autonomnich-vozidlech/sc-870-a-195431/default.aspx>
- KILIÁN, Karel, 2018b. Řidiče Tesly ukolébal autopilot, policisté ho zastavili až po 11 kilometrech. *Živě.cz* [online]. [cit. 2019-02-23]. Dostupné z: <https://www.zive.cz/clanky/ridice-tesly-ukolebal-autopilot-policiste-ho-zastavili-az-po-11-kilometrech/sc-3-a-196190/default.aspx>
- KINKOR, Ondřej, 2018. Pražské letiště chce vozit pasažéry minibusem bez řidiče. Už za rok. *Svět chytře* [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <https://www.svetchytře.cz/a/paEH4/prazske-letiste-chce-vozit-pasazery-minibusem-bez-ridice-uz-za-rok>
- KOCERA, Ivo, 2017. V Číně vyjely autonomní městské autobusy. *Svět chytře* [online]. [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: <https://www.svetchytře.cz/a/i35dA/v-cine-vyjely-autonomni-mestske-autobusy>
- KUBA, Martin, 1995. Neuronové síť. [online]. [cit. 2019-04-15]. Dostupné z: http://files.ppppsycho.webnode.cz/200000046-34a13359a6/neuronove_site.pdf
- MENDELU, 2019. Definice umělé inteligence. *Mendelu* [online]. [cit. 2019-03-30]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=21468
- MINISTERSTVO DOPRAVY, 2017. Ročenka dopravy České Republiky. *Sydos*. [online]. [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2017.pdf
- MIŽDOCHOVÁ, Irena, 2015. Autonomní vozidla jsou budoucností logistiky. *Systém On Line* [online]. [cit. 2019-01-24]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/autonomni-vozidla-jsou-budoucnosti-logistiky.htm?mobilelayout=false>
- OPOJIŠTĚNÍ, 2016. Britská pojišťovna přichází s pojištěním pro autonomní vozy. *Opojištění.cz* [online]. [cit. 2019-04-12]. Dostupné z: <https://www.opojisteni.cz/pojistne-produkty/britska-pojistovna-prichazi-s-pojistenim-pro-autonomni-vozy/>
- PAPADOPOULOS, Ioannis, 2019. Spící řidič Tesly Model S jel lépe než většina bdělých řidičů, tvrdí svědek. *Fdrive* [online]. [cit. 2019-03-29]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/spici-ridic-tesly-s-jel-lepe-nez-vetsina-bdelych-ridicu-tvrdi-svedek-3278>

- PAVEC, Jan, 2016. Konec řidičů? Autonomní kamiony úspěšně projely Evropou a ušetřily palivo. *E15* [online]. [cit. 2019-03-29]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/doprava-a-logistika/konec-ridicu-autonomni-kamiony-uspesne-projely-evropou-a-usetrily-palivo-1286548>
- PUČELÍK, Karel, 2018. Chytrá auta méně bourají. Moderní technologie může změnit i ceny pojištění. *Svět chytře* [online]. [cit. 2019-03-21]. Dostupné z <https://www.svetchytře.cz/a/i7nxS/chytra-auta-mene-bouraji-moderni-technologie-muze-zmenit-i-ceny-pojisteni>
- PŘIBYL, Martin, 2018. Americká policie musela zastavit Teslu, která se řídila sama. Její šofér usnul. *Aktuálně.cz* [online]. [cit. 2019-02-23]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/americka-policie-musela-zastavit-teslu-ktera-se-ridila-sama/r~10ddd5f8f7b611e884f6ac1f6b220ee8/>
- REI, 2018. Šéf Volva: S autonomními vozy příliš nespěchejme. *Novinky.cz* [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/auto/501342-sef-volva-s-autonomnimi-vozy-prilis-nespechejme.html>
- ŘEZNÍČKOVÁ, Aneta, 2019. Do konce roku bude mít Tesla plně autonomní vozy, tvrdí Elon Musk. *Idnes.cz* [online]. [cit. 2019-02-24]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/ekonomika/zahranicni/tesla-autonomni-vozy-samoriditelna-auta-elon-musk.A190220_172058_eko-zahranicni_are
- SAJDL, 2019. Euro NCAP – test bezpečnostních systémů AEB City. *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2019-04-12]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/euro-ncap-test-bezpecnostnich-systemu-aeb-city/>
- SKALICKÝ Matěj a Jakub WOJTOVIČ, 2018. Metro bez řidičů bude zřejmě i v Praze. Jeho srdcem má být Krč. *Český rozhlas*. [online]. [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: <https://radiozurnal.rozhlas.cz/metro-bez-ridicu-bude-zrejme-i-v-praze-jeho-srdcem-ma-byt-krc-7587374>
- SOUČEK, Ondřej, 2019. Polygon BMW na Sokolovsku získal povolení. *E15.cz* [online]. [cit. 2019-04-27]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/polygon-bmw-na-sokolovsku-ziskal-povoleni-1356209>
- SWAN, Melanie, 2015. Connected Car: Quantified Self becomes Quantified Car. *Journal of Sensor and Actuator Networks* [online]. [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2224-2708/4/1/2/htm>
- ŠPAČEK, Jakub, 2018. Dálnici mezi Mnichovem a Norimberkem již brázdí autonomní kamiony. *Fdrive* [online]. [cit. 2019-03-29]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/dalnici-mezi-mnichovem-a-norimberkem-jiz-brazdi-autonomni-kamiony-2659>
- ŠTRUNC Pavel a Marin Krepindl, 2019. Kvůli Německu hrozí energetická katastrofa, v Česku jí výrazně pocítíme, říká ekonom Křeček. *E15* [online]. [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/rozhovory/kvuli-nemecku-hrozi-energeticka-katastrofa-v-cesku-ji-vyrazne-pocitime-rika-ekonom-krecek-1356335>

- TRANSPORT GEOGRAPHY, 2019. Transport Supply, Demand and Travel Time. *The Geography of Transport Systems*. [online]. [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: https://transportgeography.org/?page_id=5688
- VALEO, 2019a. Tiskové zprávy. *Valeo* [online]. [cit. 2019-04-22]. Dostupné z: <https://valeo.cz/cs/tiskove-zpravy/>
- VALEO, 2019b. Valeo v České republice. *Valeo* [online]. [cit. 2019-03-29]. Dostupné z: <https://valeo.cz/cs/valeo-podepsalo-dohodu-s-mobileye-o-vyvoji-noveho-standardu-bezpecnosti-autonomnich-vozidel/>
- WAYMO, 2019. We're building the world's Most Experienced Driver™. *Waymo* [online]. [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <https://waymo.com/>
- WEBER, Marc, 2014. Where to? A History of Autonomous Vehicles. *Computerhistory* [online]. [cit. 2019-03-17]. Dostupné z: <https://www.computerhistory.org/atcm/where-to-a-history-of-autonomous-vehicles/>
- ZÁKRUTA, 2019. Dopravní značky. *Zákruta.cz* [online]. [cit. 2019-04-04]. Dostupné z: <http://www.zakruta.cz/dopravni-znaceni/>

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	Počet dopravních nehod v silniční dopravě v ČR	27
Tabulka 2	Srovnání výhod a nevýhod lidarů a radarů	30
Tabulka 3	Ekonomické ztráty průměrně vyjádřené na jednu osobu v Kč v letech 2016 a 2017	50

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1	Japonský prototyp autonomního vozidla	13
Obrázek 2	Stupně automatizace dle standardu SAE J3016.....	14
Obrázek 3	Postupné vybavování zapamatované číslíce	28
Obrázek 4	Systémy autonomních vozidel	29
Obrázek 5	Vizuální vyhodnocení kolizních objektů	32
Obrázek 6	Autonomní minibus EZ 10.....	33
Obrázek 7	Intenzita přepravy v pracovním dni v provozu řízené řidičem	35
Obrázek 8	Grafické vyjádření provozní délky a finančních prostředků na opravu a údržbu silnic a dálnic v letech 2013 až 2017	37
Obrázek 9	Vývoj výroby elektřiny v ČR v roce 2018.....	38
Obrázek 10	Standardizace vzdálenosti značení.....	46
Obrázek 11	Členění nákladů celospolečenských ztrát z důvodu nehodovosti	49
Obrázek 12	Znázornění situace předjíždění částečně autonomního vozidla prostřednictvím projekce kamer.....	51
Obrázek 13	Přechod pro chodce v plně autonomním režimu.....	52
Obrázek 14	Plynulost autonomních vozidel.....	54
Obrázek 15	Situace, kdy systém společnosti Uber vyhodnotil střet vozidla s chodkyní vedoucí kolo	56
Obrázek 16	Dopravní nehoda, při níž Tesla použila automatický brzdňý systém	57

SEZNAM ZKRATEK

ABS	Anti-lock Brake Systém Protiblokovací systém.
AEB	Autonomous Emergency Braking Automatický brzdový systém
BAst	Die Bundesanstalt für Straßenwesen Spolkový ústav pro silniční hospodářství a dopravu
BIM	Building infrastructure modeling Informační modelování staveb
BMW	Bayerische Motoren Werke
C-ITS	Cooperative Intelligent Transport Systems Kooperativní systémy ITS
ČR	Česká republika
ITS	Intelligent Transport Systems
LTE	Long Term Evolution Vysokorychlostní mobilní síť
MHD	Městská hromadná doprava
NCAP	New Car Assessment Programme Inteligentní dopravní systémy
PBV	Psychologicky bezpečná vzdálenost
SAE	Society of Automotive Engineers Asociace automobilových inženýrů
V2I	Vehicle to infrastructure Vozidlo infrastruktury
V2V	Vehicle to vehicle Vozidlo vozidlu
V2X	Vehicle to infrastructure and vehicles
Wi-Fi	Wireless Fidelity Bezdrátová věrnost
4G	Čtvrtá generace mobilního připojení
5G	Pátá generace mobilního připojení

