

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Vývoj a perspektivy uplatnění autonomních vozidel v silničním provozu

Bc. Daniela Novotná

Diplomová práce

2023

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2021/2022

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Daniela Novotná**  
Osobní číslo: **D20669**  
Studijní program: **N1041A040008 Technologie a management v dopravě**  
Specializace: **Dopravní management, marketing a logistika**  
Téma práce: **Vývoj a perspektivy uplatnění autonomních vozidel v silničním provozu**  
Zadávající katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

## Zásady pro vypracování

Úvod

1. Vývoj autonomní mobility v historickém kontextu
2. Posouzení aspektů ovlivňujících autonomní mobilitu v provozu na pozemních komunikacích
3. Možné směry vývoje autonomní mobility do budoucna
4. Vyhodnocení scénářů s kritickou analýzou

Závěr

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

Seznam doporučené 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: **29. října 2021**  
Termín odevzdání diplomové práce: **12. května 2023**

L.S.

---

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

---

**Ing. Pavla Lejsková, Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 25. dubna 2023

Prohlašuji:

Práci s názvem Vývoj a perspektivy uplatnění autonomních vozidel v silničním provozu 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. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 12. 5. 2023

Bc. Daniela Novotná v. r.

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

## **ANOTACE**

Práce se zaměřuje na problematiku zavádění autonomních vozidel z pohledu jejich provozu na pozemních komunikacích, zejména právní, etické, technické a technologické aspekty.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

vozidlo, autonomní vozidlo, systém, úrovně autonomie.

## **TITLE**

Progression and prospects for the application of autonomous vehicles in road traffic

## **ANNOTATION**

The thesis focuses on the introduction of autonomous vehicles from the perspective of their operation on roads, especially legal, ethical, technical and technological aspects.

## **KEYWORDS**

Vehicle, autonomous vehicle, system, levels of autonomy.

# OBSAH

1	VÝVOJ AUTONOMNÍ MOBILITY V HISTORICKÉM KONTEXTU.....	9
1.1	Historický vývoj silničního vozidla .....	9
1.2	Prvky aktivní bezpečnosti .....	13
1.3	Prvky pasivní bezpečnosti.....	17
1.4	Autonomní vozidla.....	19
1.5	Inteligentní dopravní systémy .....	23
2	POSOUZENÍ ASPEKTŮ OVLIVŇUJÍCÍCH AUTONOMNÍ MOBILITU V PROVOZU NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH.....	25
2.1	Autonomní mobilita .....	25
2.2	Strategické dokumenty autonomní mobility .....	25
2.3	Platforma pro autonomní vozidla.....	26
2.4	Etická zodpovědnost .....	27
2.5	Nehody autonomních vozidel .....	30
2.6	Autonomní vozidla v současnosti .....	34
3	MOŽNÉ SMĚRY VÝVOJE AUTONOMNÍ MOBILITY DO BUDOUCNA.....	41
3.1	Dopravní infrastruktura.....	41
3.2	Komunikační infrastruktura .....	43
3.3	Legislativní změny .....	46
3.4	Odpovědnost za nehodu a škodu.....	47
3.5	Dopravní nehody.....	47
3.6	Aktualizace podkladových map .....	49
3.7	Kybernetická bezpečnost .....	50
3.8	Autonomie v jiných odvětvích dopravy .....	51
4	POSOUZENÍ ASPEKTŮ OVLIVŇUJÍCÍCH AUTONOMNÍ MOBILITU V PROVOZU NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH.....	58
4.1	Psychologická otázka .....	58
4.2	Ztráta schopností .....	58
4.3	Nejen skryté reklamy .....	59
4.4	Kompatibilita .....	60
4.5	Jasně daná odpovědnost za nehodu.....	60
4.6	Role řidiče autonomního vozidla .....	61
4.7	Objem dat a spotřeba energie.....	61

## ÚVOD

Silniční vozidlo se za své existence obrovským způsobem vyvinulo. Ze samohybného vozidla se stal důmyslně vytvořený dopravní prostředek plný moderních technologií, které zvyšují bezpečnost, jízdní komfort a asistují řidiči při jízdě. a vývoj jde dál, nezastavuje se.

Člověk má tendenci převést odpovědnost za provoz vozidla právě na vozidlo pomocí plné autonomie. Vozidlo, které bude samo řídit, samo vyhodnocovat situace, rozhodovat se, reagovat. Vše v mezích zákona robotiky.

Ale pro provoz takového vozidla musí být vytvořeny i podmínky, v případě autonomního vozidla také infrastruktura a bezpečné prostředí. Automatizované dopravní systémy a autonomní dopravní prostředky budou lépe využívat silniční síť, poklesne počet dopravních nehod způsobených lidským faktorem, sníží se dopravní kongesce. Vozidlo bude vědět v reálném čase o komplikacích na cestě, dokáže s informacemi pracovat a volit jinou cestu, tím se zkrátí doba cesty. Všechny tyto přínosy se pozitivně odrazí na životním prostředí, sníží se emise, vypouštění CO<sub>2</sub>, prach, spotřeba paliv. Doprava se stane efektivnější.

První část práce je zaměřena v první kapitole historickému vývoji vozidla, na důležité milníky, které měly vliv na posun v rozvoji automobilů až k současným moderním technologiím a systémům. Dále se kapitola věnuje i inteligentním dopravním systémům, které jsou pro provoz autonomních vozidel důležité, a nakonec samotné autonomii vozidla s popsáním stupňů autonomie.

Druhá část se zabývá ve třetí kapitole posouzením aspektů, které ovlivňují autonomní mobilitu, s jakými problémy se zavádění autonomních vozidel může potýkat. Nastiňuje legislativní, etické a technologické změny, které bude nutno vyřešit, než budou vozidla ve stupni autonomie 4 a 5 zavedeny do plného provozu. Tato kapitola dále seznamuje s používanými systémy v různých oblastech. V poslední kapitole se práce zabývá kritickými scénáři jako je bezpečnost, kybernetická bezpečnost, zneužití autonomních vozidel, etická otázka.

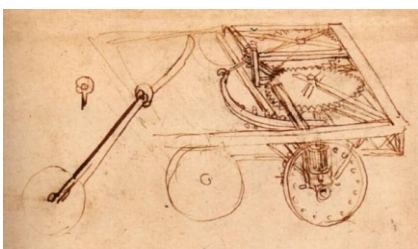
Cílem této diplomové práce je v její praktické části se zabývat možnými směry vývoje autonomních vozidel, problematikou zařazení autonomních vozidel do silničního provozu, nutnou úpravou infrastruktury, změnou legislativy i problematikou právní a etické odpovědnosti. Dále se zabývá, vyhodnocením a ekonomickým zhodnocením těchto změn infrastruktury pro provoz autonomních vozidel a vyhodnocením scénářů s kritickou analýzou.

# 1 VÝVOJ AUTONOMNÍ MOBILITY V HISTORICKÉM KONTEXTU

Název automobil je odvozen od latinských slov autos – sám a mobilis – pohyblivý. Od první zmínky v kresbách Leonarda da Vinciho až do současnosti se vozidlo změnilo, přetvořilo a vyvinulo. Dnešní vůz je plný moderních technologií, které řidiči pomáhají v ovládání vozidla nebo zvyšují jízdní komfort a bezpečnost.

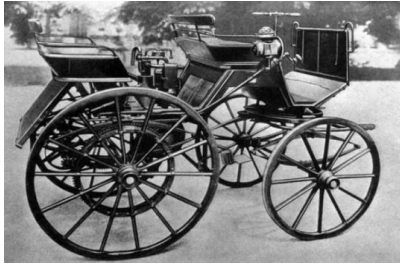
## 1.1 Historický vývoj silničního vozidla

Blog AutodílyPRO.cz (2017) a Aktuálně.cz (2006) popisují následující vývoj silničních vozidel. Odhaduje se, že historie vozidla se začíná psát rokem 1478, kdy Leonardo da Vinci navrhl první vozidlo. Myšlenkou samohybného vozidla se zabýval i Isaac Newton nebo Gottfried Wilhelm Leibnitz, Jasnější rozměry dal samohybnému vozidlu vynález parního stroje v roce 1769 skotským vynálezcem Jamesem Watterem a tvůrcem prvního automobilu na parní pohon byl Francouz Nicolas Cugnot, který předvedl v Paříži první tříkolové vozidlo, které dosahovalo rychlosti 3,5 km/h a uvezl maximálně čtyři osoby. Psal se rok 1769.



**Obrázek 1** Skica Leonarda da Vinci (Christian Descombes, 2020)

Jako první použil v roce 1807 Švýcar François Isaac de Rivaz ve vozidle primitivní spalovací motor poháněný plynem. V Česku představil v roce 1815 mechanik pražské univerzity Josef Božek první parní vozidlo vlastní konstrukce. v roce 1863 – vyvinuli Gottlieb Daimler a Wilhelm Maybach první rychlootáčivý čtyřtákní benzínový motor se zapalovačem žhavicí trubkou. v roce 1885 vyrábí Gottlieb Daimler první motorem poháněné dvoukolové vozidlo a Karl Benz první tříkolové vozidlo a o rok později spatří světlo světa první čtyřkolový kočár s benzínovým motorem. Dne 29. ledna 1886 - Karl Benz získal patent na čtyřtákní tříkolku, toto datum je považováno za zrod automobilu. Gottlieb Daimler v létě 1886 použil vzduchem chlazený svislý jednoválec 0,46 litrů o výkonu asi 1,5 k (1,1 kW) do samohybného kočáru, který se pohyboval rychlostí až 16 km/h. Daimler vytvořil první čtyřkolové vozidlo poháněné benzínovým pohonem na světě.



**Obrázek 2** Vozidlo Gottlieba Daimlera z roku 1886 (auto.cz, 2007)

V roce 1887 postavil Belgičan Jean Joseph Etienne Lenoir první vůz, který lze pokládat za pravý automobil. Jako pohon použil tekutý uhlovodík. Na voze pracoval od roku 1860, ale veřejnosti ho předvedl právě až v roce 1887.



**Obrázek 3** Vozidlo Jeana Etienna Lenoira (tecnologia2vayainvento.blogspot.com, 2013)

Dalším významnějším milníkem v dějinách automobilu byl vynález Angličana Johna Boyda Dunlopa, který v roce 1889 vyrobil první vzduchem plněnou pneumatiku.

V roce 1895 – založili Laurin a Klement továrnu v Mladé Boleslavi a tím patří k jedné z nejstarších automobilových značek na světě.

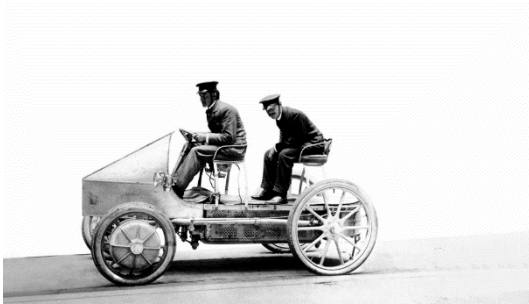
Rudolf Diesel v roce 1896 představil světu první klasický čtyřdobý diesellový motor se vstříkovačím čerpadlem, tryskou a sacím a výfukovým ventilem, který byl v té době jedinečný svou efektivitou a jednoduchým „startováním“.



**Obrázek 4** První funkční stabilní motor Diesel z roku 1897 (garáž.cz, 2019)

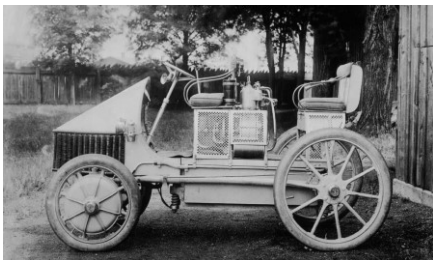
První elektromobil sestrojili Ferdinand Porsche ve spolupráci s Ludwigem Lohnerem v roce 1898, Na svět tak přišlo revoluční vozidlo Egger-Lohner C.2 Phanteon, které bylo

poháněno „osmihranným“ elektromotorem o výkonu tři až pěti koní. Tyto specifikace stačily na maximální rychlost 25 km/h a dojezd přibližně 80 kilometrů. Ještě ten samý rok Porsche



**Obrázek 5** Egger-Lohner C.2 Phanteon, (metrongarage.com, 2022)

sestrojil historicky první pojízdný hybridní automobil, jehož název byl Semper Vivus, což přeloženo z latiny znamená „Vždy naživu“. Automobil byl vybaven dvěma zážehovými motory o výkonu tři a půl koní, které poháněly dva generátory o výkonu dvou a půl koní. (Čermák, Tomíšek, 2021)



**Obrázek 6** Lohner-Porsche Semper Vivus (presskit.porsche.de, 2022)

Belgičan Camille Jenatzy vytvořil první rekord elektromobilu, když v roce 1899 ve voze Jamais Contente překonal magickou rychlost 100 kilometrů v hodině. Hned tři roky na to elektromobil Torpédo KID dosáhl rychlosti téměř 170 km/h.



**Obrázek 7** Torpedo Kid (hybrid.cz, 2019)

**První automatickou převodovku** představil již v roce 1904 T.J. Sturtevant z Bostonu. Měla mechanické provedení se dvěma stupni, mezi nimiž řidič řadil prostřednictvím setrvačnicku a sady rotujících závaží. První sériově vyráběná automatická převodovka byla z

produkce koncernu GM a nesla označení **Hydra-Matic**. Vyráběla se od roku 1939 a poprvé se objevila v modelech Custom 8 Cruiser. v roce 1972 v Hedelfingenu vznikají převodovky s hydrodynamickým měničem momentu, v osmdesátých létech se prosazují automaty s čtyřstupňovou převodovkou typu 4G-Tronic, pětistupňová převodovka 5G-Tronic se stává dostupnou běžným uživatelům od roku 1990, přibližně o deset let později pak německá společnost ZF Friedrichshafen představuje šestistupňovou automatickou převodovkou označenou jako **ZF 6HP26**. (Autonoto, 2016).

V roce 1909 - Ford přišel s **Modelem T** – vozem, který motorizoval Ameriku. Do roku 1927 se jich vyrobilo přes 15 milionů kusů. První nákladní vůz byl s naftovým motorem byl zkonstruován v roce 1924. v Německu byl v roce 1936 představen vůz pro masy, pozdější **Volkswagen Brouk**. Jeho výroba skončila až v roce 2003 v Mexiku, celkem bylo vyrobeno přes 21 milionů kusů.

V roce 1951 se na trhu objevil první **posilovač řízení**, původně vyvinutý pro těžké nákladní automobily. v roce 1965 byl uveden na trh první běžně vyráběný vůz s pohonem všech kol, britský **Jensen FF**. Japonské Subaru přišlo se svými "čtyřkolkami" začátkem 70. let, Audi představilo první Quattro v roce 1980. v roce 1975 se v Americe objevily první **katalyzátory**. Přišla s ním americká automobilka Cadillac a namontovala ho do vozu Cadillac Seville. První doopravdy funkční katalyzátor přišel v roce 1979 a byl vynalezen týmem vědců pod vedením Johna J. Mooneye a Carla D. Keitha. Dnes používaný třicestný katalyzátor s lambda sondou poprvé použilo Volvo v roce 1976.

V roce 1997 se začal v Japonsku prodávat první hybridní automobil, poháněný spalovacím motorem a elektřinou – Toyota **Prius**.

Podle Dusila (2018) první plně autonomní vozidlo vyjelo poprvé 11. září 1968 za účelem testování pneumatik společnosti Continental na testovací dráze. Šlo o vozidlo Mercedes 250 Automatic z řady W114. Autonomní Mercedes byl na dráze veden elektrickou kolejnicí vytvořenou v povrchu testovací dráhy. Ta generovala magnetické pole, které snímaly cívky umístěné na vozidle. Nárazníky vozidla byly opatřeny sadami antén v roli vysílačů i přijímačů. Průjezd zatáčkami zajišťoval krokový elektromotor podobající se dnešnímu elektromechanickému posilovači řízení, ovládání škrticí klapky bylo řešeno rovněž elektromechanickým systémem. Ke zpomalení vozidla se používaly elektro-pneumatické brzdy. Jak bylo vyřešeno rozjetí vozidla není známo. Mozkem celého systému byl už před padesáti lety počítač, přičemž auto technici řídili z velínu vedle dráhy. Později si autonomní testovací Mercedes vysloužil označení e-car a i v průběhu sedmdesátých let platil za velkou atrakci autodromu.



**Obrázek 8** Autonomní Mercedes Benz (auto.cz, 2018)

S rozvojem vozidel se postupně začala řešit i bezpečnost posádky a následně i ostatních účastníků provozu. Začaly se vyvíjet bezpečnostní prvky, které jsou rozděleny na aktivní a pasivní, podle toho, v jaké fázi negativního děje posádku vozidla chrání.

## 1.2 Prvky aktivní bezpečnosti

CDV (2015) popisuje prvky aktivní bezpečnosti jako systémy, technická zařízení a vlastnosti vozu, které pomáhají zabránit nebo předejít dopravním nehodám. Mezi aktivní prvky patří zejména kvalitní brzdy, přesné řízení a celá řada bezpečnostních elektronických systémů.

### **ABS (Anti-lock Braking Systém)**

V roce 1978 přišla firma BOSCH po desetiletém vývoji s **ABS** – antiblokovacím brzdovým systémem, dnes běžnou výbavou vozidel. Poprvé se objevil ve vozidle Mercedes třídy s a také v BMW. Systém ABS zabraňuje zablokování kol při brždění a zároveň umožňuje ovládat vozidlo i při prudkém brždění. Každé kolo má vlastní snímač otáček, který dává řídicí jednotce informace o rychlosti otáčení jednotlivých kol (Sajdl, 2022b).

### **ESP (Electronic Stability Programme)**

Automobilka Mercedes – Benz stála i za vznikem systému **ESP** – elektronického stabilizačního systému, který pomáhá zvládnout kritické jízdní situace, které mohou při jízdě nastat. Spolupracovala na něm opět se společností BOSCH. Poprvé ho namontovala v roce 1995 do nové generace Mercedesu E. Systém ESP Ke své funkci ESP využívá elektronické systémy podvozku jako ABS a protiskluzové systémy (Sajdl, 2022c).

### **ASR (Antriebsschlupfregelung)**

Řídicí jednotka pomocí snímačů otáček kol hnané nápravy neustále porovnává tyto údaje s otáčkami kol nepoháněné nápravy. Pokud dojde k prokluzu hnacích kol, je řídicí jednotce vydán pokyn, aby kolo bylo přibrzděno. v případě vyšší rychlosti je řídicí jednotkou

motoru vydán příkaz ke snížení točivého momentu motoru vynuceným ubráním plynu. Autolexicon.net uvádí, že za prvního předchůdce moderních protiprokluzových systémů lze považovat zařízení nazvané MaxTrac. Tento systém představila v roce 1971 automobilka Buick a záhy jej zabudovala do svých modelů Riviera, Estate Wagon, Electra 225, Centurion a LeSabre. Jednalo se o jednoduchý elektronicky řízený systém, který umožňoval detekci prokluzujících kol a následnou úpravu výkonu motoru. v roce 1979 představila automobilka Cadillac obdobný systém nazvaný Traction Monitoring Systém (TMS) u modelu Eldorado. Systém ASR, jak ho známe dnes, se v automobilech poprvé objevil v roce 1986. (Sajdl, 2022a).

### **Systém aktivního řízení (Active Drive)**

Systém aktivního řízení všech kol, který pomocí jejich natáčením přispívá k bezpečnějšímu průjezdu zatáčkou. Active Drive využívá informace od řídicí jednotky systému ESP a ABS. Na jejich základě řídí funkci elektromotoru umístěného na zadní nápravě. Tento elektromotor pomocí jednoduchého mechanismu natáčí kola na jednu nebo na druhou stranu. v závislosti na rychlosti a jízdní situaci se zadní kola otáčejí buďto v souhlasném nebo nesouhlasném směru s předními koly. Úhel natočení zadních kol je ve většině případů menší než 2°. v kritických situacích se kola mohou vychýlit až o 3,5°. Předchůdcem systému Active Drive byl podobný systém 4WS (Four-Wheel Steering) se objevil již v roce 1985 u vozidel automobilky Honda nebo Mazda. Systém, jak ho známe dnes představila automobilka Renault v aktuální verzi svého modelu Laguna GT v roce 2008 (Sajdl, 2022d).

### **Brzdový asistent BAS – (Brake Assistant System)**

Brzdový asistent, který dokáže monitorovat intenzitu sešlápnutí plynu a na základě zjištěných údajů zvýšit účinnost brzd zvýšením tlaku v brzdě soustavě. Tím je dosaženo větší brzdě síly při stejném tlaku na brzdový pedál, což vede ke zkrácení brzdě dráhy až o 20 % (Sajdl, 2022e).

### **EBV – (Elektronische Bremsverteilsystem)**

Systém EBV se stará o rozdělení brzdě tlaku mezi přední a zadní nápravou s maximálním možným účinkem brzd na zadní nápravě. Jde o softwarové rozšíření ABS. Systém dokáže zohledňovat zatížení vozidla a podle něj samočinně rozdělovat optimální brzdě účinek. Systém dokáže upravovat brzdě sílu pro každé kolo zadní nápravy samostatně. (Sajdl, 2022f).

## Systém rozpoznávání dopravních značek (Traffic Sign Detection)

Tento bezpečnostní asistent neustále zaznamenává pomocí kamery důležité dopravní značky a v závislosti na výbavě vozidla je zobrazuje různými způsoby řidiči vozidla – např. na multifunkčním displeji, přístrojové desce nebo prostřednictvím head-up displeje. Kamera je schopna rozpoznat omezení rychlosti, zákazy předjíždění, konec obce a ukončení platnosti příkazových a zákazových značek. Palubní počítač vyhodnocuje data ze tří zdrojů – kamery, navigačního systému a aktuálních dat vozidla. Systém je schopen díky tomu zobrazit i zašpiněné nebo poškozené značky a zároveň zhodnotit aktuálnost značek (Sajdl, 2022g).



**Obrázek 9** Zobrazení prostřednictvím head-up displeje (portál řidiče.cz, 2023)

## Systém varování při vybočení z jízdního pruhu LKAS (Lane Keeping Assist System)

Systém využívá kameru pod čelním sklem vedle vnitřního zpětného zrcátka, díky níž identifikuje podélné čáry, mezi nimiž vozidlo jede. Dostane-li se vůz příliš blízko k okraji jízdního pruhu, je o tom řidič stejně jako v případě předešlého systému informován výstražným upozorněním na multifunkčním displeji, přístrojové desce nebo head-up displeji a zazní zvuková signalizace. Zároveň systém LKAS zasáhne do řízení a mírným tlakem na volant pomůže upravit směr jízdy (Sajdl, 2022g).



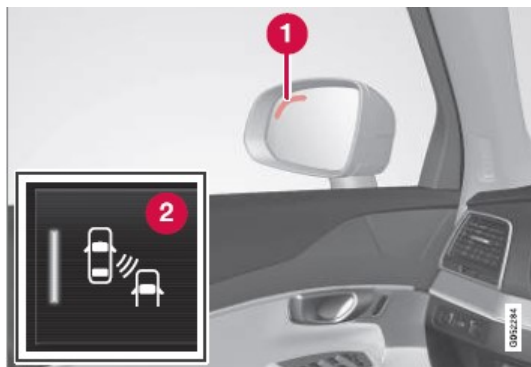
**Obrázek 10** Zobrazení funkce systému LKAS (honda-mideast.com, 2022)

## **Adaptivní tempomat ACC (Adaptive Cruise Control)**

Adaptivní tempomat je vylepšením klasického tempomatu. Systém je vybaven radarovým snímačem v čelní mřížce vozidla. ACC udržuje nastavenou rychlost v závislosti na odstupu vpředu jedoucího vozu. v případě potřeby dokáže elektronika samočinně přibrzdit nebo naopak zrychlit podle aktuální dopravní situace před vozem. Systém měří vzdálenost od vpředu jedoucího vozu pomocí již zmíněného radiového signálu a neustále propočítává bezpečnou vzdálenost za vozidlem v závislosti na rychlosti. Pokud systém vyhodnotí, že se překážka přibližuje příliš rychle a může dojít ke střetu vozidel, systém upozorní řidiče, připraví brzdy na prudké brždění, přitáhne hlavové opěrky a sám začne snižovat rychlost (Sajdl 2022h).

## **Systém hlídání mrtvých úhlů (BLIS)**

Systém, který využívá zabudované senzory nebo kamery pro hlídání mrtvých úhlů vozidla. Pokud senzory nebo kamery zaznamenají vozidlo, rozsvítí se ve vnějším zpětném zrcátku na odpovídající straně jasně viditelná oranžová kontrolka. Vozidlo dokáže hlídat mrtvé úhly i při couvání z parkovacího místa. Systém sleduje provoz v kolmém směru a na zaznamenaná vozidla přijíždějící ze strany upozorňuje zvukovým signálem a také rozsvícením kontrolky. Automobilka Ford poprvé použila systém BLIS ve svých vozidlech do nového modelu Focus v roce 2011 (Sajdl 2022i).



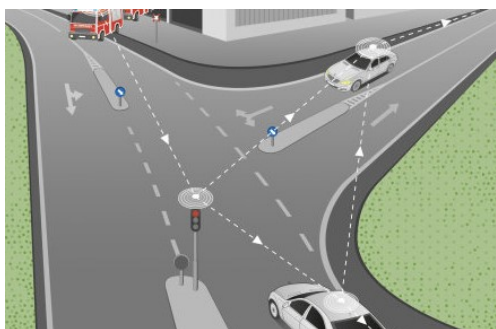
**Obrázek 11** Výstraha systému BLIS (volvo.com, 2019)

## **Funkce Corner**

Jde o systém používání předních světel automobilů. Tento systém umožňuje spatřit překážky jako např. chodce nebo cyklisty. Systém podle směru a velikosti úhlu natočení volantu aktivuje levý nebo pravý mlhový světlomet, který osvětlí prostor vedle vozidla v úhlu cca 60°. Tato funkce je aktivní až do rychlosti 40 km/hod, pak se automaticky vypíná (Sajdl 2022i).

## Interactive Vehicle Communication (Car-to-Car)

V roce 2009 představila automobilka Mercedes-Benz nový vůz Mercedes-Benz ESF se systémem Car-to-Car. Systém Interactive Vehicle Communication umí komunikovat s ostatními vozidly. Komunikace probíhá buď přímo, nebo přes přenosové stanice. Systém sbírá množství informací o aktuálních podmínkách na silnici a ty pak předává dál i jiným účastníkům provozu. Informace se může šířit přes rádiové majáky u silnic nebo místní uzly, případně přes internet. Lze také komunikovat přímo přes síť WLAN, která se vytváří sama automaticky a nepotřebuje žádnou infrastrukturu. Informace se může šířit až do vzdálenosti 500 m. (Sajdl 2022o)



**Obrázek 12** Systém Car-To-Car vozidel Mercedes Benz (autolexicon.net, 2022)

### 1.3 Prvky pasivní bezpečnosti

CDV (2015) popisuje pasivní prvky bezpečnosti jako prvky vozidla, které chrání cestující v okamžiku dopravní nehody. Jde o konstrukční zařízení, jejímž cílem je minimalizovat následky střetu. Mezi prvky pasivní bezpečnosti patří bezpečná konstrukce karoserie, opěrka hlavy, bezpečnostní pás, předpínač bezpečnostního pásu, airbagy atd.

#### Bezpečnostní pásy

S prvním zařízením, které by udrželo člověka bezpečně na místě, přišel v devatenáctém století britský inženýr George Cayley. Nešlo ale o zařízení automobilu, ale o sadu pásů držících člověk na místě. v roce 1903 vynalezl pětibodový systém Louis Renault, ten se ale do automobilů nerozšířil. Pevné uchycení pásů se prvně se objevilo v letadlech, kde se pásy začaly standardně používat. v automobilech se poprvé objevují pásy v roce 1958, kdy jej prvně automobilka Saab použila v modelu GT 750, který se tak stal prvním vozem na světě s bezpečnostními pásy ve standardní výbavě. Dnes nejrozšířenější třibodové pásy zdokonalené Nilsem Bohlinem uvedlo na trh Volvo v roce 1959 v modelu XC90 (Markovič 2017).

V té době ještě ale neměli řidiči povinnost tyto pásy používat. v ČR se postupně začala zavádět povinnost používat bezpečnostní pásy. Od 1.1.1970 začala platit povinnost připoutat se

na předních sedadlech mimo obec, od 1.1.1976 pak povinnost připoutat se na všech sedadlech vybavených bezpečnostními pásy mimo obec a od 1.1.1990 začala platit povinnost poutat se i v obci (Markovič 2017).

### **Airbag**

Společně s bezpečnostními pásy a pyrotechnickými přepínači pásů pomáhají snížit riziko poranění posádky zejména při nárazu. Rozlišujeme mezi čelními, bočními, hlavovými a kolenními airbagy. Při dopravní nehodě dojde během několika milisekund k aktivaci vaků, kterou jsou plněny vzduchem, čímž odvrátí poranění posádky o tvrdé části interiéru. Dnešní vozy mívají standardně ve své výbavě jeden až devět airbagů podle ceny a výbavy vozu. V poslední době se objevují tzv. inteligentní airbagy, které dokážou regulovat rychlost a objem jejich naplnění podle síly nárazu.

Vynález airbagu se stal dalším velkým mezníkem ve vývoji automobilu. Airbag vynalezl již v roce 1952 John W. Hetrick. Automobilka Chevrolet ve svém modelu Impala poslala v roce 1972 do prodeje tisíc vozů s airbagem jako experiment. o dva roky později sjíždí z výrobní linky první sériově vyráběné vozidlo Oldsmobile Tornado s airbagem ve standardní výbavě. v Evropě se airbagy objevily až v roce 1980 v Mercedesu-Benz W126 (Sajdl 2022j).

### **Inteligentní systém ochrany IPS (Intelligent Protection System)**

Systém vyvinula automobilka Ford. Systém v sobě integruje všechny bezpečnostní prvky tak, aby spolupracovaly v maximální součinnosti. Zahrnuje vylepšené airbagy, třibodové samonavíjecí bezpečnostní pásy, inteligentní předpínače a omezovače napětí pásů, sedadla zabezpečující proklouznutí pod bezpečnostními pásy a bezpečnostní sloupek volantu (Sajdl 2022k).

### **Systém ISOFIX**

Isofix je normované ukotvení dětské sedačky v automobilu. Systém ISOFIX pomáhá spolehlivým propojením sedačky s karosérií vozidla snížit riziko zranění dětí. Výrobce schválené dětské sedačky se jednoduše a snadno propojí s konstrukcí vozu pomocí pevných třmenů. Výhodou systému ISOFIX je snadnost použití a pevnost ukotvení sedačky do vozidla. Kotevní body systému ISOFIX se nacházejí na krajích zadních sedadel (Sajdl 2022m).

### **Aktivní opěrka hlavy**

V okamžiku dopravní nehody se tato opěrka vysune blíže pasažérově hlavě. Pomůže tak účinnějšímu zpomalení jeho hlavy, čímž pomáhá zachytit setrvačné síly při zpětném pohybu po nárazu a tím eliminuje poškození krční páteře (Saidl 2022n).

### **Aktivní přední kapota PPDB (Pyrotechnic Pedestrian Deployable Bonnet)**

Při střetu s chodcem je kapota pomocí pyrotechnických rozbušek mírně nadzvednuta, tím vznikne pod kapotou větší prostor pro zpomalení těla chodce. Zvednutá přední kapota funguje jako tlumič nárazu pro tělo chodce. Tento prvek vyvinul Citroën a značka Jaguar jej jako první instalovala do modelu XK a Nissan do modelu Skyline Coupé, kde je tento systém pojmenován „Pop-Up Bonnet“ (Sajdl 2022p).

## **1.4 Autonomní vozidla**

Automatizace silničních vozidel se dělí do celkem šesti úrovní, od vozidla, které je vybaveno varovnými systémy a řídí jej pouze řidič, přes vozidlo vybavené parkovacími asistenty, asistenty pro udržování vozidla v určeném jízdním pruhu nebo asistenty pro udržení vzdálenosti mezi daným vozidlem a vozidly vpředu. Posledním krokem postupného vývoje asistenčních systémů řízení je pátá, nejvyšší, třída autonomních vozidel, kdy člověk sám aktivuje systém a pouze zadá cíl cesty. Vozidlo je automaticky řízeno do zvoleného cíle cesty, řidič přitom není potřeba – neexistuje. (Ministerstvo dopravy,2017)

### **Stupně automatizace silničních vozidel**

Ministerstvo dopravy ve svém dokumentu Vize rozvoje autonomní mobility (Ministerstvo dopravy, 2017) uvádí následující příklady systémů v daných stupních:

#### **Úroveň 0**

- Hlídní mrtvého úhlu (akustická nebo vizuální výstraha v případě, kdy se řidič chystá opustit jízdní pruh a zároveň je v mrtvém úhlu zpětného zrcátka vozidla).
- Parkovací asistent (akustická nebo vizuální výstraha, je-li vozidlo při parkovacím manévru příliš blízko jiného vozidla).
- Hlídní jízdy v daném jízdním pruhu (výstraha, opustí-li vozidlo jízdní pruh bez zapnutí směrového světla).
- Hlídní překážek na vozovce před vozidlem (opět pouze výstraha).

## **Úroveň 1**

- Adaptivní tempomat (udržuje předem určenou rychlost a zároveň se přizpůsobuje rychlosti vozidla před ním).
- Parkovací asistent (zde již systém automaticky ovládá plynový a brzdový pedál a rovněž volant).
- Udržování jízdy v daném jízdním pruhu (systém zasáhne do řízení v případě, kdy vozidlo opustí jízdní pruh bez směrového světla).
- Autonomní nouzové brzdění (ochrana před srážkou vozidla s chodcem a pomalu jedoucím nebo stojícím vozidlem).

## **Úroveň 2**

- Systém pro automatické řízení vozidla v koloně (aktivní pouze při nízkých rychlostech).
- Systém pro automatický parkovací manévr (ovšem řidič musí zasáhnout, když je potřeba).

## **Úroveň 3**

- Systém pro automatické řízení vozidla na dálnicích (včetně předjíždění).
- Autonomní nouzové brzdění včetně vyhybání (ochrana před srážkou vozidla s chodcem a pomalu jedoucím nebo stojícím vozidlem).
- Systém pro automatické řízení vozidla během tzv. „misuse“ (řešení kolizních situací).

## **Úroveň 4**

- Systém pro automatický parkovací manévr (řidič už nemusí zasáhnout v případě potřeby).
- Systém pro automatické řízení vozidla na dálnicích včetně složitějších úkonů.

## **Úroveň 5**

- Systémy pro plně automatické řízení vozidla, které jsou schopné zvládat veškeré úkony řidiče. (Ministerstvo dopravy, 2017)

Dle Ministerstva dopravy (2017) odpovídají současná osobní vozidla komerčně dostupná na trhu, v závislosti na typu vozidla a úrovni technické výbavy, stupni automatizace úrovně 1-3. Za řízení vozidla v tomto stupni autonomní mobility je za jakýchkoliv okolností zodpovědný řidič. v některých státech světa, zejména v USA, provozují výrobci vozidel a technologické firmy v testovacím provozu dopravní prostředky úrovně 4-5.

Ministerstvo dopravy (2017) poukazuje na důležitý aspekt, kdy v souvislosti s rozvojem automatizace bude potřeba řešit také to, že dojde k náhradě rutinních činností člověka, což sice

pravděpodobně sníží zatížení člověka a omezí jeho možnou chybnou operaci, na druhou stranu však dojde ke ztrátě návyků a operativnosti člověka zejména v případech, kdy automatický systém nezajistí požadované činnosti nebo je nutné řešit operativně nestandardní nebo mimořádné situace a čas na rychlé a správné rozhodnutí je velmi krátký. Postupující automatizace by mohla způsobit stav, kdy lidé, kteří budou zařízení užívat, se na něj budou zcela spoléhat a kvůli chybějící zkušenosti s prací se systémy bez automatického vyhodnocování a rozhodování vůbec nepoznají, že došlo k výpadku systému nebo dokonce ke kritické situaci, kterou musí pochopit a zvládnout.

Úroveň podle SAE*	Popis úrovně	Řízení vozidla	Sledování dopravní situace	Reakce na dynamickou dopravní situaci	Režimy jízdy (např. dálnice, město)
Dopravní situace sledována řidičem	<b>0</b> <b>BEZ AUTOMATIZACE</b> - vozidlo řídí výlučně řidič - řidič zároveň sleduje dopravní situaci a reaguje na ni				žádné
	<b>1</b> <b>ASISTENCE ŘIDIČE</b> - 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
	<b>2</b> <b>ČÁSTEČNÁ AUTOMATIZACE</b> - 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	<b>3</b> <b>PODMÍNĚNÁ AUTOMATIZACE</b> - veškeré úkony jsou prováděny automatem - řidič musí být schopen v případě nutnosti převzít řízení				omezené
	<b>4</b> <b>VYSOKÁ AUTOMATIZACE</b> - veškeré úkony jsou prováděny automatem bez nutnosti zásahu řidiče - automat pracuje v omezených režimech jízdy				omezené
	<b>5</b> <b>PLNÁ AUTOMATIZACE</b> - veškeré úkony jsou prováděny automatem bez nutnosti zásahu řidiče (řidič neexistuje) - automat pracuje ve všech režimech jízdy				všechny

**Obrázek 13** Mezinárodně uznávaný žebříček stupňů autonomie od SAE International v překladu českého ministerstva dopravy (Ministerstvo dopravy, 2017)

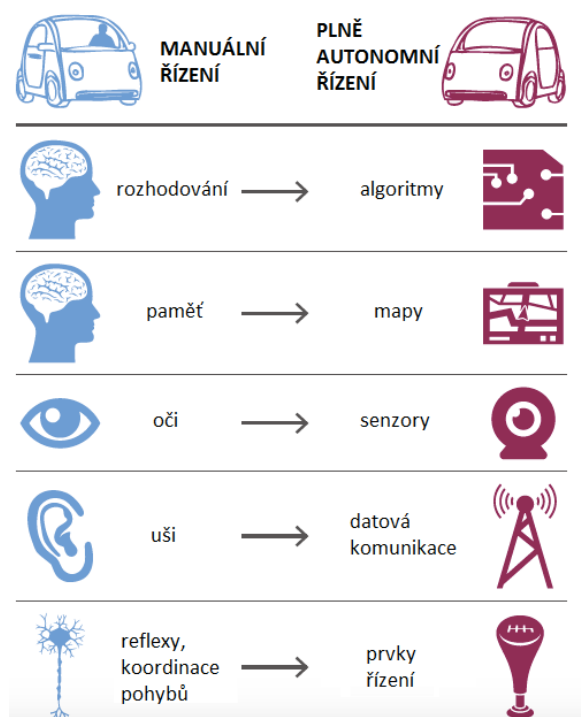
### Systémy a technologie autonomního vozidla

Aby autonomní vozidlo mohlo správně fungovat, musí být vybaveno řadou systémů a technologií, které shromažďují informace, tyto informace zpracovává a vyhodnocuje a na jejich základě se následně rozhoduje a provádí potřebné akce. Množství těchto získávaných informací a následných činností záleží na stupni autonomie. Vozidla v úrovni 1 vydávají akustické a vizuální varování, když zaregistrují nebezpečí (např. parkovací asistent). Vozidlo v úrovni 5 musí již vykonávat všechny činnosti v plném rozsahu jako řidič, musí se plně rozhodovat, nebude již možné žádat o zásah do řízení, ve vozidle již nebude řidič přítomen.

Aby ale takový systém dokázal řidiče nahradit, bude muset neustále sledovat provoz pomocí senzorů, kamer, radarů, lidarů, ultrazvuků a jiných systémů. Získané informace bude muset umět v plném rozsahu zpracovat, vyhodnotit a podle takto vyhodnocených informací se následně rozhodnout o potřebných akcích a ty nakonec uskutečnit. To vše provádí pomocí algoritmů a pokročilé umělé inteligence. V nižších úrovních autonomie jsou používány asistenční systémy, např. systém nouzového brždění, systém hlídání jízdních pruhů, systém čtení dopravního značení apod.

Ministerstvo dopravy (2017) mezi základní asistenční systémy řadí:

- **kamery** – vizuálně snímají okolí vozidla, dokáží detekovat překážky, rozeznají dopravní značky,
- **radar** – vysílá mikrovlny a zpětně tyto vlny odražené od překážky zachycuje. Dokáže tak detekovat překážky např. v mrtvém úhlu zrcátka, využívá se např. pro adaptivní tempomat,
- **lidar** – využívá místo mikrovln laserové paprsky,
- **ultrazvuk** – využíváný pro systém parkovacího asistenta, který pracuje na stejném principu jako radar nebo lidar, avšak vysílá a přijímá ultrazvukové impulsy.



**Obrázek 14** Základní systémy autonomního vozidla (Ministerstvo dopravy.cz, 2017)

Pro autonomní vozidla úrovně 5 bude dále nezbytné:

- **přijímač** globálního navigačního družicového systému (GNSS) pro stanovení polohy a plánování trasy, např. evropský Galileo (EGNOS),
- **akcelerometr, gyroskop apod.** pro senzory pro určení polohy na jiné bázi než na bázi příjmu družicových signálů pro případy, kdy tento signál nebude k dispozici,
- **mapové podklady** s aktuálními prostorovými daty v dostatečné kvalitě pro plánování jízdy a vlastní řízení.
- **Obousměrná datová komunikace** pro identifikaci jiných vozidel v okolí, jejich polohu, rychlost a směr jízdy nebo pro komunikaci s infrastrukturou, popřípadě s jinými účastníky silničního provozu.

## 1.5 Inteligentní dopravní systémy

Čáp a Kroča (2018) definují pojem inteligentní dopravní systémy jako „*globální program zahrnující řadu technologií, jejichž cílem je učinit dopravu bezpečnější a efektivnější, s menšími kongescemi na silnicích a s nižším ekologickým zatížením prostředí. Tento systém integruje informační a telekomunikační technologie s dopravním inženýrstvím za podpory ostatních souvisejících oborů tak, aby pro stávající infrastrukturu zajistily systémy řízení procesů, zvýšily přepravní výkony a efektivitu dopravy, stoupla bezpečnost dopravy, zvýšil se komfort přepravy atp.*“

Akcční plán autonomního řízení (Ministerstvo dopravy, 2017) vysvětluje základní pojmy související s problematikou autonomního řízení:

- **Vozidlo s automatizovaným řízením** je vozidlo vybavené asistenčními systémy, díky kterým je možné některé jízdní úkony vykonávat bez zásahu řidiče (např. parkovací asistent);

- **Plně autonomní / robotické** je vozidlo, které je schopno vnímat (snímat a vyhodnocovat stav) prostředí a navigovat se k zadanému cíli bez lidského zásahu. Jde o vozidlo, které je navrženo tak, aby kontinuálně monitorovalo a vyhodnocovalo stav dopravního prostoru po celou dobu jízdy a vedlo vozidlo k naplánovanému cíli, přičemž musí zajišťovat všechny bezpečnostní funkce;

- **Datově propojené vozidlo** je datově propojené v reálném čase s okolními vozidly (Vehicle-to-Vehicle, V2V);

- **Datově připojené vozidlo s automatizovaným řízením** je obecný pojem vymezující fakt, že vozidlo splňuje dvě základní funkčnosti – obecně je datově připojené a samo je automaticky řízeno;

- Pokud je vozidlo datově propojené v reálném čase se zařízeními umístěnými na silniční síti (Vehicle-to-Infrastructure, V2I) nebo komunikuje s jinými vozidly (Vehicle-to-Vehicle, V2V), jedná se o **kooperativní inteligentní dopravní systémy (C-ITS)**. Tradiční systémy ITS představují situaci, kdy je dopravní infrastruktura přednostně vybavována zařízeními ITS (např. liniové řízení silničního provozu prostřednictvím proměnných dopravních značek. Vybavování vozidel palubními zařízeními a vozidlovými systémy je novou cestou, kterou představují právě kooperativní systémy ITS. Do doby, než se kompletně obmění vozidlový park, starší vozidla nebudou umožňovat datovou komunikaci. v přechodné fázi bude silniční síť po desítky let vybavena zařízeními ITS (např. detekční prostředky, proměnné dopravní značky). Je nevyhnutelné, aby autonomní vozidla reagovala na zařízení ITS instalovaná na silniční síti.

Akční plán autonomního řízení (Ministerstvo dopravy, 2017) popisuje, že podle německého Spolkového výzkumného ústavu silniční sítě (BASt) platí pro autonomní vozidlo následující definice: „Vozidlo je samo řízeno bez lidského dozoru, přičemž při poruše účinnosti automatizovaných funkcí se samočinně přepne do režimu, který je pro posádku autonomního vozidla a okolní účastníky silničního provozu nejméně rizikový.“

## 2 POSOUZENÍ ASPEKTŮ OVLIVŇUJÍCÍCH AUTONOMNÍ MOBILITU V PROVOZU NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH

Jízda autonomním vozidlem neznamena jen se vézt ve vozidle, které „řídí samo“, znamená to v danou chvíli používat množství propracovaných systémů, které spolu spolupracují a výsledkem je autonomní jízda. Vozidlo během jízdy využívá značné množství informací prostřednictvím svých systémů, nebo informací, které mu dodává okolí, jako např. ostatní vozidla nebo pozemní komunikace.

### 2.1 Autonomní mobilita

Problematika autonomní mobility se netýká jen zavedení autonomních vozidel do současného provozu, jak by se laikovi zdálo. Ministerstvo dopravy (2017) uvádí, že technologie autonomního řízení musí být zakomponována do systému jako celku, protože se jedná o velmi komplexní systém. Dopravní systém je provázán na nadnárodní úrovni, neomezuje se jen na regiony nebo města. Autonomní mobilita proto musí být provázána s okolními státy, musí být kompatibilní, a to při zachování maximální spolehlivosti.

Například pokud na pozemní komunikaci vyjede autonomní vozidlo, které ke své jízdě potřebuje znát polohu a trasu této komunikace, umístění křižovatek, řazení v jízdnicích pruzích, omezení, dopravní značení a podobně, ale tyto informace žádným způsobem nezíská, bude takové vozidlo „slepé a chromé“.

### 2.2 Strategické dokumenty autonomní mobility

Ministerstvo dopravy (2017) zveřejňuje základní strategický dokument pro rozvoj autonomní mobility v Česku materiál **Vize rozvoje autonomní mobility**, který vláda ČR schválila v roce 2017.

Tento dokument definuje základní pojmy z oblasti autonomní mobility a v obecné rovině informuje o přínosech a úskalích zavádění autonomní dopravy. Dále nastiňuje konkrétní témata, která je nutné řešit, jako nutné úpravy dopravní infrastruktury a komunikačních technologií, rozvoj a zavádění nové techniky a technologií, požadavky na spolehlivost a bezpečnost autonomních vozidel. Dále se tento dokument zabývá potřebnými kroky, které budou muset být učiněny pro další úspěšný rozvoj autonomní mobility v delším časovém horizontu.

Další uvedený důležitý dokument, který Ministerstvo dopravy předkládá je **Memorandum o budoucnosti automobilového průmyslu v české republice** podepsané též

v roce 2017, které na základě společného zájmu uzavřelo Sdružení automobilového průmyslu (AutoSap) a vláda České republiky. Vláda si je vědoma stěžejní role českého automobilového průmyslu jako jednoho z pilířů české ekonomiky a tímto dokumentem se zavázala posilovat konkurenceschopnost českých automobilek nejen ve výrobě autonomních vozidel, ale i podíl na vývoji a výzkumu těchto vozidel a technologií pro ně.

Z tohoto memoranda vychází **Akční plán o budoucnosti automobilového průmyslu v ČR** vytvořený taktéž v roce 2017.

Zároveň Ministerstvo dopravy ve spolupráci s Centrem dopravního výzkumu spustilo portál [www.autonomne.cz](http://www.autonomne.cz), informační web o autonomní mobilitě. Na tomto portálu jsou zveřejňovány aktuality, odborné články a další zajímavosti o autonomní mobilitě a jejím rozvoji v ČR. Je zde i sekce odpovídající na nejčastější dotazy týkající se autonomních vozidel, kde jsou vysvětleny základní principy fungování autonomních vozidel, způsoby jejich testování a další témata. Dále jsou zde zveřejňovány příklady českých, mezinárodních či zahraničních projektů, v jejichž rámci byly nasazeny technologie automatizovaného a autonomního řízení do provozu. Dále portál zveřejňuje pozvánky na zajímavé akce pro širokou veřejnost.

### **2.3 Platforma pro autonomní vozidla**

Dle akčního plánu autonomního řízení (Ministerstvo dopravy, 2017) Ministerstvo dopravy založilo v dubnu 2017 „Platformu pro autonomní vozidla“, ve které jsou zastoupeny správní úřady, zástupci automobilového průmyslu, akademické sféry a výzkumného sektoru. V rámci této platformy vzniklo 5 pracovních skupin, které se postupně sestavily stanoviska doporučení pro rozvoj autonomní mobility v ČR.

Tyto pracovní skupiny se zabývají:

**1. skupina – právní aspekty** – definovala oblasti, kterých se zavádění autonomních vozidel může dotýkat jako např. testování vozidel a jejich provoz, ochrana osobních údajů, odpovědnost z provozu, homologace. Na základě návrhů této skupiny by se měly provádět návrhy právní úpravy dotčených zákonů.

**2. skupina – společenské a etické otázky** – definovala hlavní témata dopadů rozvoje autonomní dopravy na společnost, odpovědnost za škody, etické otázky, komunikaci mezi řidiči, dopady na kvalitu života jednotlivce.

**3. skupina – technologie autonomního řízení** – zabývala se technologiemi dopravního prostředku, spolehlivostí a bezpečností autonomního vozidla interakcí mezi řidičem a vozidlem, požadavky týkající se převzetí ovládání a řízení vozidla člověkem a naopak,

zastupitelnosti systémů a procesů v případě selhání a integrací autonomních silničních vozidel s ostatními účastníky silničního provozu.

**4. skupina – dopravní, digitální infrastruktura, bezpečnost a prostorová data** – zaměřila se na bezpečnost a odolnost infrastruktury, poskytování nových mobility služeb, prostorová data a jejich potřebnost pro provoz autonomních vozidel.

**5. skupina – pilotní ověřování a posuzování shody** – definovala hlavní cíle pro testování autonomních vozidel v ČR, spolehlivost a bezpečnost autonomního vozidla, ověřování bezpečnosti automatizovaných systémů a jejich způsobilost k provozu, zkušební provoz a schvalování technické způsobilosti autonomních vozidel.

## 2.4 Etická zodpovědnost

Člověk má tendenci převést odpovědnost za provoz vozidla právě na vozidlo pomocí plné autonomie. Vozidlo, které bude samo řídit, samo vyhodnocovat situace, rozhodovat se, reagovat. Vše v mezích zákona robotiky, tak jak je sepsal Isaac Asimov (Vesmír, 1999):

- Robot nesmí ublížit člověku nebo svou nečinností dopustit, aby bylo člověku ublíženo.
- Robot musí uposlechnout příkazů člověka, kromě případů, kdy jsou tyto příkazy v rozporu s prvním zákonem.
- Robot musí chránit sám sebe před poškozením, kromě případů, kdy je tato ochrana v rozporu s prvním, nebo druhým zákonem.

Asimovovy zákony jsou jen fikcí, díky nimž jsou ale lidé přesvědčeni, že robot zůstane služebníkem člověka, a někteří lidé je přesto dodnes chápou jako přísná a neprolomitelná pravidla, jimiž se roboti musí bezpodmínečně řídit. Ale to bychom neměli jediného robota ve službách armády.

Bernáth (2019) uvádí, že pokud se na českých komunikacích budou skutečně pohybovat autonomní vozidla, bude nutné rozhodnout, podle jakého klíče budou v krizových situacích rozhodovat o životech lidí. Popisuje výzkumný projekt Akademie věd České republiky jako součást programového rámce AV21, která se zabývá zkoumáním morálních intuic potenciálních uživatelů autonomních vozů.

Výzkumu se zúčastnilo necelých čtyři a půl tisíce lidí a jeho výsledky ukázaly na jistou míru pokrytectví. Zatímco své děti by respondenti chtěli posadit do vozidla, které by pro jejich záchranu klidně najelo do davu lidí, u svých vlastních aut by rozhodovali ve velké míře podle toho, zda by se ostatní dozvěděli, jaké vozidlo si koupili.

Vědecký tým vybral tři ideální typy vozidel – typ tank, počítadlo a rytíř.

**Typ tank** – vozidlo tohoto typu by se vždy zachovalo tak, aby co nejvíce ochránilo posádku vozu, život jednoho řidiče by převážil nad životy lidí stojících na tramvajovém ostrůvku. Tento typ vozidla by paradoxně většina lidí nejradyji státem zakázala.

**Typ počítadlo** – vozidlo by se rozhodovalo podle počtu životů, které je možné zachránit. Ne vždy by tak z krizové situace na silnici vyvázl ve zdraví řidič. Auto, které by si tak mělo vybrat proti nárazu do stromu, či raději smetení dvou procházejících chodců, by raději obětovalo svého řidiče. Pokud by v něm ovšem seděli lidé tři, byli by obětováni chodci.

**Typ rytíř** – představuje odlišný přístup k morálce. Jakmile by změna směru, která by byla potřebná k záchraně posádky, znamenala zároveň smrt někoho mimo vozidlo samotné, systém by směr auta nezměnil. Při takovém scénáři by tak za oběť mohla padnout posádka vozidla i další účastníci okolního provozu.

Výzkumný tým zjišťoval, co by podle respondentů bylo při zavádění samořídících automobilů přijatelné. Rozhodovali tak například, jestli má automobil vezoucí jednoho člověka uhnout před vrakem auta na silnici a místo toho srazit skupinu pěti lidí stojících vedle. Respondenti však rozhodovali z pohledu třetí osoby, tedy jako by nebyli ve znázorněných situacích vůbec zúčastněni. Z výzkumu vyplývá, že 5–10 % tázaných v odpovědích na první okruh otázek volí strategii Rytíř, tedy nepovažuje za správné měnit směr pohybu vozidla, kdyby to mělo za následek usmrcení osob. Naopak až osmdesát procent lidí ze zkoumaného vzorku by se snažilo zabít co nejméně lidí, tzn. typ Počítadlo.

Dále se vědci zaobírali otázkou, za jak správné či špatné by považovali rozhodnutí svého souseda koupit si autonomní vozidlo typu Tank. Drtivá většina považuje takový krok souseda za špatný. Jako nejlépe hodnocený typ vozidla v tomto směru vychází Počítadlo, ke kterému se respondenti staví buď neutrálně nebo kladně. Pokud by však bylo povoleno jezdit po silnicích stále s manuálně ovládanými vozy, byla by to právě vozidla s nízkým stupněm autonomie, která by podle testu dosáhla nejvyššího „morálního kreditu“.

Jakmile ale výzkumníci posunuli respondenty do role kupce autonomního vozu, preference se značně změnily. Respondentům totiž zřejmě záleží také na tom, zda o volbě typu vozidla ví okolí. Na dotaz, jaký typ auta by si koupili sobě, kdyby se nikdo nemohl dozvědět, jakým řídicím software je vybaven, získali shodně 45 % hlasů vozidla typu Tank a Počítadlo, a jen deset procent by naopak získal Rytíř. Pokud by naopak mohlo okolí na první pohled rozeznat, jakým typem softwaru je koupené vozidlo vybaveno, rozhodování se změnilo. Téměř 60 % respondentů by volilo vozidlo typu Počítadlo, 30 % vozidlo typu Tank a přes deset % vozidlo typu Rytíř. Strach, že by okolí odsuzovalo respondenty za nákup vozidla typu tank donutil respondenty preferovat spíše společensky přijatelnější vozidlo typu Počítadlo.

Ještě větší rozdíly byly patrné v případě, že by respondenti posadili do takového vozidla své dítě. Pokud by respondenti měli volit řídicí software pro své potomky a typ tohoto software by byl utajený, více než 60 % respondentů vyvolilo vozidlo typu Tank. Ovšem v případě, že by okolí vědělo, jaký typ softwaru má pořízené vozidlo, typ Tank se propadl na třicet %, vozidlo typu Rytíř zůstal na konzistentních 10 % v obou případech.

Výzkumníci prokázali, že v případě zavádění nových technologií, které se stávají nevyhnutelnou součástí života člověka, vede k novému přezkoumání základů morálky.

Protože vyšlo z průzkumů jako nejvěrohodnější vozidlo typu Počítadlo, důsledky autonomního řízení mohou být poměrně nečekané. V provozu plném vozidel typu Počítadlo by totiž za nejbezpečnější bylo považováno takové vozidlo, ve kterém by seděl největší počet cestujících. Mělo by to efekt na snížení počtu vozidel. Například ČTK (2022) uvádí, že podle dopravní ročenky Technické správy komunikací (TSK) hlavního města Prahy je za rok 2021 průměrná obsazenost vozidel v centru Prahy 1,3 člověka na jedno vozidlo a od roku 2010 se nezměnila. V případě vozidla typu Počítadlo by jízda s takovouto průměrnou obsaditelností byla v případě vzniklé nehody vysoce riziková. Řidič by v případě srážky se dvěma chodci byl obětován.

Ministerstvo dopravy právě pro účely posuzování otázek spojených se zaváděním a provozem autonomních vozidel stanovilo v dubnu 2020 etickou komisi. Dle informací Ministerstva dopravy (2017) byl v první fázi hlavním cílem této skupiny příprava etických doporučení pro provoz automatizovaných a autonomních vozidel. Mezi hlavní oblasti, kterými se komise zabývá, patří zejména interakce člověka a stroje, problematika chování umělé inteligence v případě nehod, dostupnost a bezpečnost sdílených dat či otázka odpovědnosti za použitý software a infrastrukturu v podmínkách ČR. Etická komise má za cíl rovněž identifikovat další dílčí témata související s provozem autonomních vozidel.

Výsledkem první fáze činnosti Komise byla příprava sady doporučení pro fungování samořízených vozidel a další vývoj v této oblasti. Experti ve svých závěrech stanovili principy přechodu k autonomní dopravě, který musí být především bezpečný, postupný a odpovědný, a definovali jeho přínosy i možná rizika. Připravili celkem 21 doporučení z oblasti etiky, práva, umělé inteligence a technologií, které zachycují aktuální poznání v této oblasti.

Považují za klíčové věnovat se dále otázkám soukromí a nakládání s daty i jejich zabezpečení, právním a etickým otázkám týkajícím se bezpečnosti či ochrany životů a zdraví nebo posilování důvěry v technologie a seznamování se s nimi. Taktéž bude třeba se dále zaměřit na legislativu potřebnou pro provoz.

## 2.5 Nehody autonomních vozidel

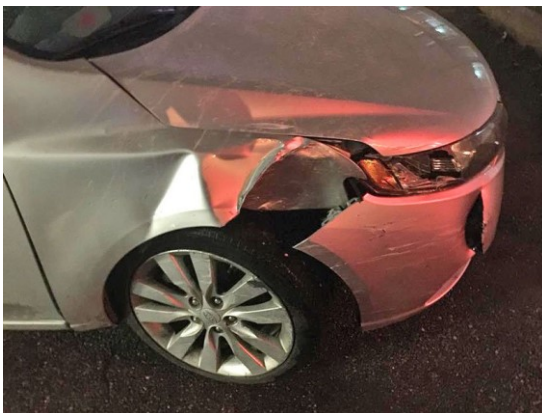
V roce 2022 se na silnicích ČR se podle Majurníka (2023) událo 98 460 dopravních nehod. Z toho řidič jako viník dopravní nehody byl označen u 78 373 nehod, což je 79,6 % z celkového počtu nehod. Cílem zavedení autonomních vozidel do provozu je zvýšení bezpečnosti dopravy. Obecně se očekává, že zavedení autonomních vozidel eliminuje chyby lidského faktoru. Ale i autonomní vozidla havarují. To dokazují následující příklady dopravních nehod, kde bylo účastníkem autonomní vozidlo bez ohledu na to, zda tento vůz nehodu zavinil, nebo byl jen účastníkem.

### Nehoda autonomního autobusu při první jízdě

Novinky.cz (2017) s odvoláním na agenturu Reuters popisují první spuštění autonomního autobusu v Las Vegas v roce 2017. Nový autobus, který poprvé nasadila do ostrého provozu francouzská firma Navya, havaroval při první jízdě. Autobus bezpečně zastavil a do něj najel řidič kamionu, který jej přehlédl. Systémy autobusu sice nehodu nezavinily, ale na této nehodě je patrné, že současné systémy nedokážou na situace na silnici stále ještě reagovat tak, jako člověk.

### Nehoda Lexusu společnosti Google

Bureš (2018) uvádí další nehodu, tentokrát z roku 2016, při které havarovalo autonomní vozidlo Lexus RX 450h společnosti Google. V kalifornském městečku Mountain View se auto snažilo vyhnout pytlům s pískem na silnici tím, že je objede druhým pruhem. Systém však počítal s tím, že ho druhý řidič do pruhu pustí, což se však nestalo. Zhruba v rychlosti 25 km/h tak narazilo do boku vedle jedoucího autobusu. Google následně přiznal, že chyba byla na straně softwaru a po zkušenostech z nehody jej upravil.



**Obrázek 15** Havarované vozidlo Lexus RX 450h (Auto.cz, 2018)

### **Nehoda autonomního vozidla společnosti Uber v Tempe**

Další nehodu vozidla, kterou Bureš (2018) popisuje se udála opět ve městě Tempe, kde došlo k první smrtelné nehodě autonomního vozidla. Tato nehoda se stala v únoru 2017. V té době autonomní prototyp společnosti Uber vjížděl v pravém pruhu do křižovatky, když se střetl s protijedoucím odbočujícím vozem. Protijedoucí řidič prototypu Uberu při odbočování přehlédl, ve výhledu mu bránily stojící vozy v ostatních pruzích vedle autonomního vozu. Právě kvůli nim nereagoval ani operátor prototypu. Situace byla velmi nepřehledná kvůli stojícím vozidlům, čekajícím na odbočení v levých pruzích, Prototyp jel legální rychlostí, i podjetí stojících vozidel bylo v tomto případě možné, přesto prototyp nedokázal předvídat a vzniklou situaci správně vyhodnotit tak, aby odvrátil kolizi.

### **Nehoda samojezdícího prototypu General Motors**

Dále Bureš (2018) popisuje další incident, opět z roku 2017 ze San Franciska. Při této nehodě se střetl samojezdící prototyp General Motors s motocyklem. Autonomní Chevrolet Bolt se pokoušel změnit jízdní pruh, když tam však nebyl volný prostor, proces ukončil. Mezitím se však v jeho pruhu objevil motocykl, s nímž se střetl. GM argumentoval tím, že motorkář neměl v pruhu co dělat, zatímco během nehody zraněný jezdec tvrdil, že auto jelo nepředvídatelně a on nedokázal odhadnout, jak se zachová.

### **Nehoda vozidla Volvo společnosti Uber v Pittsburghu**

Bureš (2018) informuje o další nehodě autonomního vozidla, která se stala v únoru 2018, ke které došlo v americkém Pittsburghu. Při této nehodě se autonomní vozidlo Uberu srazilo s jiným automobilem. Prototyp dával znamení o změně směru jízdy doleva, což druhý řidič vyhodnotil tak, že bude odbočovat, a tak mu vjel do cesty. Podle vyjádření společnosti Uber autonomní vozidlo dávalo znamení jen kvůli změně jízdního pruhu.

### **Smrtelná nehoda vozidla Volvo společnosti Uber**

V březnu 2018 zabil autonomní vůz společnosti Uber v Arizoně v USA 49letou chodkyni. Živě.cz (2019) uvádí, že 5. listopadu 2019 vydala Národní rada pro bezpečnost dopravy (NTSB) s odvoláním na agenturu Bloomberg, závěrečnou zprávu k nehodě a jako příčinu nehody špatnou detekci neopatrných chodců.

Elaine Herzberg přecházela vozovku v arizonském městě Tempe za tmy na špatně osvětleném místě a vedla jízdní kolo. Autonomní vůz ji opakovaně detekoval, nicméně neidentifikoval, že se jedná o chodce. Následně došlo ke srážce, jejímž **následkům Herzberg podlehla.**

V závěrečné zprávě je vyjmenováno několik bezpečnostních a konstrukčních chyb, jejichž řetězec vedl k tomu, že vůz nereagoval na chodkyni brzděním ani úhybným manévrem. Při vyšetřování bylo například zjištěno, že společnost Uber nastavila sekundové zpoždění mezi detekcí srážky a zahájením akce, aby zabránila falešným poplachům. Havarované vozidlo Volvo bylo z výroby vybaveno systémem nouzového brzdění, který má za úkol snížit rychlost před případnou nehodou. Kvůli možnému konfliktu mezi autonomním systémem Uberu a technikou Volva **byl však tento bezpečnostní prvek deaktivován.**



**Obrázek 16** Nehoda vozidla Volvo (iDnes.cz,2018)

Radary autonomního automobilu zaregistrovaly Elaine Herzberg přibližně 5,6 sekund před srážkou. Systémy umělé inteligence ji však klasifikovaly jako řadu jiných objektů, kterým není nutné se vyhýbat a opakovaně chybně vypočítávaly trajektorii jejího pohybu. Vůz proto nedokázal ženu správně identifikovat jako něco, čemu je třeba se vyhnout. Následně kvůli sekundovému zpoždění mezi akcí a reakcí vozidlo zareagovalo až v okamžiku, kdy byl střet již nevyhnutelný.

Během vyšetřování bylo navíc zjištěno, že v minulosti došlo nejméně ke dvěma dalším nehodám, při kterých samořídící vozidla Uberu neidentifikovala možná nebezpečí na silnici. Od září 2016 do března 2018 došlo celkem ke 37 převážně menším kolizím. Jedná o první smrtelnou nehodu způsobenou vozidlem v autonomním režimu úrovně 3. Provozovatel alternativní taxislužby za nehodu trestně zodpovědný i přes prokázaná pochybení za nebyl.

K případu server TN.cz uvádí s odvoláním na deník Daily Mail, že dva a půl roku po nehodě byla záložní řidička vozidla obžalována ze zabití z nedbalosti.

Rafaela Vasquezová pracovala jako záložní bezpečnostní řidič. Jejím úkolem bylo sledovat silnici a dohlížet na autonomní systémy v testovacím autě. V případě selhání autopilota, měla převzít řízení. Jenomže místo toho před nehodou sledovala na svém telefonu pěveckou soutěž The Voice a provozu se příliš nevěnovala. Policie následně uvedla, že nehodě se dalo vyhnout. Chodkyně byla pod vlivem drog.

## Smrtelná nehoda vozidla Tesla Model X

Redakce Auto.cz (2018) uvedla, že 23. března 2018 se na kalifornské dálnici 101 u města Mountain View udála tragická nehoda, během níž po nárazu do betonové bariéry za volantem Tesly Model X zemřel osmačtyřicetiletý inženýr Applu. Již v prvopočátku vyšetřování bylo zjištěno, že během střetu byl zapnut systém Autopilot.

Automobilka Tesla tuto skutečnost následně potvrdila v oficiálním prohlášení, v němž nastínila okolnosti nehody, a to na základě studia dostupných dat z vozidla. Tesla tvrdí, že ve chvílích před nehodou, byl Autopilot zapnut s tím, že adaptivní tempomat byl nastaven na udržování co nejkratší vzdálenosti s vozidlem vpředu. Řidič byl přitom před nehodou několikrát upozorněn na to, aby dal ruce na volant, a to jak akustickými, tak vizuálními signály. Ještě šest sekund před nehodou přitom řidič stále nedal ruce na volant, stále mu však zůstávalo ještě pět sekund a zhruba 150 metrů na to, aby nějak zareagoval. k tomu ale podle Tesly nedošlo. Auto tedy řidiče několikrát včas varovalo před nebezpečím a vyzvalo ho k převzetí řízení, proč ale vůbec ke srážce došlo a proč Autopilot bariéru nerozpoznal a vozidlo před ním nezabrzdl, už výrobce nevedl.



**Obrázek 17** Zničené vozidlo Tesla X (Auto.cz, 2018)

## Nehoda Toyoty na paralympiádě

Poslední mediálně známá srážka se odehrála na paralympiádě v Tokiu 2021. Dvořák (2021) uvádí, že Robotaxi jménem e-Palette vyvinula automobilka Toyota přímo pro potřeby olympijských her v Tokiu, respektive pro pohyb po olympijské vesničce. Vozidlo se zastavilo na křižovatce tvaru T a při odbočování srazilo chodce při jízdě rychlostí jednoho až dvou kilometrů v hodině.

*„Pro normální silnice to stále není reálné,“* okomentoval prezident japonské automobilky Akio Toyoda incident. Sportovec byl převezen do zdravotnického centra olympijské vesničky k ošetření, přišel ale o olympijský závod. Toyota se po nehodě s okamžitou platností rozhodla provoz vozítek e-Palette zastavit. Zástupci automobilky při omluvě zdůraznili, že nehoda ukázala potíže autonomního řízení při provozu v mimořádných

podmínkách, které jsou dány přítomností zrakově postižených lidí nebo jiných zdravotně postižených uvnitř vesnice během paralympiády.



**Obrázek 18** Robotaxi e-Palette (iDnes.cz, 2021)

E-Palette, plně autonomní bateriové elektrické vozidlo pro šest pasažérů s maximální rychlostí 19 km/h je vybaveno velkými elektricky ovládanými dveřmi a rampami umožňujícími rychlý nástup skupin sportovců. Na palubě je vždy přítomen dozor, který v případě nepředvídané nebo neřešitelné události může zasáhnout a vozidlo zastavit. V momentu, kdy ke střetu došlo, podle předběžných zpráv auto řídila obsluha joystickem, vozidlo zastavit ale nestihla. Automobilka spolupracovala na vyšetřování příčiny nehody s místní policií.

## 2.6 Autonomní vozidla v současnosti

### Autonomní TAXI

Nejdále ve vývoji autonomní technologie jsou výrobci vozidel používaných ve městech jako TAXI. V testovacím provozu jsou již v řadě měst po celém světě, v některých městech jsou autonomní vozidla již provozována, ale vždy s nějakým omezením.

Rychtera (2023) informoval o autonomních vozidlech automobilky Hyundai, které jsou testovány v běžném provozu Las Vegas v rámci nové robotaxi služby.

Po ulicích se pohybují elektromobily Ioniq 5 vybavené 30 různými radary a senzory. Na jízdě zatím dohlíží operátoři, ale koncem tohoto roku už by vozy měly jezdit zcela samy. Testy dosud probíhaly v Bostonu, San Diegu a Singapuru. Las Vegas bylo zvoleno z důvodu pestrosti prostředí a hustoty provozu. Robotaxi se musí naučit rozeznávat řadu specifických automobilů jako jsou pojízdné billboardy, dlouhé limuzíny i na zakázku postavené stroje. Senzory musí umět reagovat na lidi v abstraktních kostýmech a předměty, které jim mohou během průvodu vypadnout z ruky do silnice. Vozidla se musí též naučit bezpečně manévrovat

v úzkých uličkách kolem zaparkovaných vozidel.



**Obrázek 19** Hyundai Ioniq v Las Vegas (Autorevue.cz, 2023)

Kovář (2022) popsal autonomní vozidla firmy Cruise, která jsou schválena pro provoz taxislužby v San Franciscu. Schválila to Kalifornská komise pro veřejné služby. Služba bude poskytována s omezeními. Autonomní taxíky se mohou pohybovat pouze po vybraných ulicích města pouze v době od večerních 22 hodin do 6 hodin ranního času. Vozy zároveň nesmí překročit hranici 48 km/h. Služba bude provozována elektrickými vozy Chevrolet Bolt.



**Obrázek 20** Chevrolet Bolt firmy Cruise (Auto.cz, 2022)

Macháč (2021) informuje o zahájení provozu plně autonomních vozidel taxi v Pekingu společnosti Baidu. Služba se může objednávat prostřednictvím mobilní aplikace. Taxi dorazí na místo určení, zákazník naskenuje QR kód a nasedne. Vozidlo požádá o zapnutí bezpečnostních pásů, což je podmínka, Bez níž se vozidlo nerozjede. Autonomní TAXI budou provozovány pouze po velmi dobře zmapovaném území.



**Obrázek 21** Autonomní TAXI společnosti Baidu (elektrickevozy.cz, 2021)

Svatoš (2019) informuje o uvedení autonomních vozidel TAXI společnosti Waymo v Phoenixu. Waymo spadá pod společnost Google, TAXI lze objednat pomocí mobilní aplikace. Vozidla se budou pohybovat autonomně, ve vozidle bude ale přítomen operátor. Společnost mapovala ulice Phoenixu dva roky.



**Obrázek 22** Autonomní TAXI společnosti Waymo (fDrive.cz, 2019)

### **Testování prvního autonomní autobusu v Brně**

Kremr (2022) popisuje testování prvního minibusu, které proběhlo v Brně. Sestrojilo ho Centrum dopravního výzkumu ve spolupráci s technologickou firmou Roboauto. Cestující se v něm mohli poprvé svézt cestující na veletrhu Urbis na brněnském výstavišti, minibus má prostor pro 4 cestující. Při testování byl přítomný řidič, který měl za úkol sledovat provoz před sebou a být schopný reagovat. Jeho rychlost byla limitována na 20 km/h.



**Obrázek 23** Autonomní minibus v Brně (Tn.cz, 2022)

### **Provoz prvního autonomního minibusu v Las Vegas**

Pultzner (2018) informuje autonomní minibus francouzské výroby Navya Autonom Shuttle jako malý elektrobus pro maximálně 15 lidí (z toho 11 sedících). Má dva elektromotory, které jsou poháněny z baterie s kapacitou 33 kWh a v běžném provozu může jezdit až 9 hodin na jedno nabití. Dosahuje nejvyšší rychlosti 45 km/h, v reálu je ale omezena na 25 km/h. Autobus disponuje oběma říditelnými nápravami, čímž má obdivuhodnou manévrovatelnost, což je v městském provozu obrovská výhoda. Karoserie je z plastu, autobus váží 2,5 tuny.



**Obrázek 24** Plně autonomní autobus společnosti Navya v Las Vegas (F-drive.cz, 2018)

Autonomne.cz (2020a) dodává, že minibusy (označovány „Shuttle“) Navya jsou také testovány v Rakousku ve vídeňské čtvrti Seestadt a v Německém Bad Birnbach, kde je provozována první veřejná linka obsluhovaná autonomním vozidlem. Spoj byl dlouhý 700 m, později byl prodloužen na 2 km s pěti zastávkami a nasazen druhý autonomní minibus, tentokrát od francouzského výrobce EasyMile. V minibusech je přítomen operátor.



**Obrázek 25** Autonomní minibus EasyMile (autonomne.cz, 2020)

Autonomne.cz (2020b) dodává, že v posledních letech probíhá testování dalších autonomních minibusů různých výrobců, autorka zde uvádí některé z nich.

Minibus Olli firmy Local Motors amerického výrobce je jedním z poměrně mála autonomních minibusů vzniklých ve Spojených státech. Převážná část tohoto minibusu je vyrobena 3D tiskem. Aby výrobce podnítil důvěru v tuto technologii, Olli absolvoval i rozsáhlé crash testy. V Evropě je Olli k vidění v italském Turíně.



**Obrázek 26** Minibus Olli vyráběný 3D tiskem (autonomne.cz, 2020)

Minibus Lohri-Crystal je dalším zástupcem francouzských výrobců. V současnosti tato vozidla jsou provozována ve francouzském městě Rouen.

Zástupcem čínské výroby je minibus Baidu Apolong. Jeho systém autonomního řízení je koncipovaný jako univerzální, takže lze integrovat do osobních vozidel stejně jako nákladních či prostředků hromadné přepravy.

Zástupce severovýchodních zemí je minibus Sensible 4 GACHA vyráběný ve Finsku. Jedná se o minibus, o němž výrobce uvádí, že je řízen systémem autonomního řízení, který je určený do každého počasí. V roce 2019 minibus dokonce získal za svůj vzhled ocenění Good Design Gold Award.



**Obrázek 27** Finský minibus Sensible 4 GACHA (autonomne.cz, 2020)

### **Autonomní nákladní doprava**

Podle Černého (2021) získala automobilka Scania pro své nákladní vozy povolení k testování autonomních nákladních vozidel stupně 4 na dálnici E4 mezi Södertälje a Jönköpingem. Vozidla jsou testována mezi překládacími centry.

Testována bude technologie úrovně 4. Během testů bude v kabině přítomen řidič a zkušební technik, jehož úkolem bude sledovat a ověřovat informace přenášené do nákladního vozidla ze senzorů umožňujících autonomní řízení.

V USA i v Číně již probíhají testy nákladních vozidel úrovně 4 na veřejných komunikacích.



**Obrázek 28** Autonomní vozidlo Scania (Auto.cz, 2021)

Sedláček (2019) uvádí další testování autonomního vozidla v ostrém provozu. Jedná se o švédský tahač automobilky Enride T-Pod. Je prvním autonomním tahačem s povolením jezdit po veřejných komunikacích. Za čtyři roky se automobilce podařilo vyvinout zcela autonomní prototyp nákladního automobilu ve dvou verzích, přičemž první z nich je již testována přímo na veřejných komunikacích. DB Schenker nasadila tahač ve svém závodě ve švédském Jönköpingu, převáží náklad mezi sklady a terminály komplexu. V rámci transportu nákladu se dostává i na veřejně využívanou komunikaci, na které je jeho rychlost omezena na pouhých 5 km/h. Tahač je na dálku kontrolován operátorem.



**Obrázek 29** T-Pod v barvách DB Schenker v Jönköpingu (Czechcrunch.cz, 2019)

Kolář (2022) ještě k tomu dodává, že společnost IVECO bude evropským partnerem v novém pilotním programu probíhajícím v Evropě a Číně, který ověří autonomní technologie společnosti Plus, kterou budou testovat v nejnovější generaci nákladních vozidel IVECO S-WAY. První společný test bude sloužit k otestování a demonstraci schopností systému v různých podmínkách a na různých silnicích. Série testů bude probíhat v režimu s řidičem, tak plně autonomní jízdu na úrovni 4.

Logistika (2018) představuje autonomní elektromobil automobilky Volvo s názvem Vera. Má sloužit hlavně na pravidelných trasách mezi pevně stanovenými uzly, jako jsou logistická centra nebo přístavy.

Vozidla budou vybavena sofistikovanými systémy autonomního řízení. Dokáží určit svou aktuální polohu v řádu centimetrů, podrobně monitorovat a analyzovat ostatní provoz na silnici a s vysokou přesností reagovat. Tahače jsou kompatibilní se stávajícími nákladními nástavbami či přívěsy.

Dispečink bude neustále monitorovat postup přepravy a sledovat přesnou polohu každého vozidla, nabití baterií, obsah nákladu, servisní požadavky a celou řadu dalších parametrů.



**Obrázek 30** Autonomní elektromobil Volvo Vera (Volvo Trucks.cz, 2018)

### **Autonomní motocykly**

Hájek (2019) uvádí, že na Consumer Electronic Show konaném v Las Vegas představila automobilka BMW autonomní motocykl. Motorka se dokáže sama rozjet, brzdit, zatáčet a vykrúžovat otočky. Je schopna sama jet po zvolené trase, bez zásahu člověka.

Současně může autonomní motocykl testovat své ostatní komponenty. Automobilka chce primárně využít autonomní motocykly k testování svých nových motocyklů. Ale ani nevyklučují, že autonomní funkce nebudou v budoucnu součástí stroje. Vývoj se nachází v raném stádiu, v nejbližší době se s takovými motocykly v provozu nesetkáme.



**Obrázek 31** Autonomní motocykl BMW (motosvet.cz, 2019)

### **3 MOŽNÉ SMĚRY VÝVOJE AUTONOMNÍ MOBILITY DO BUDOUCNA**

Vize plně autonomního systému je postavena na situaci, kdy vozidlo bude řídit samo, řidiče netřeba. Ale plně autonomní systém nepřijde přes noc. Budou zaváděny postupné změny, které budou probíhat léta. Při zavádění postupné automatizace se bude tak postupně snižovat role řidiče, systémy budou přebírají rutinní činnosti řidiče. Ve stupni 4 bude mít řidič již kontrolní funkci, vozidlo bude vše vyhodnocovat na základě dodaných informací. To bude mít za následek ztrátu schopností. Nastane situace, kdy právě řidič bude muset rychle vyhodnotit nastalou situaci, na základě dostupných informací se bude muset sám rozhodnout. Bude to ještě umět? Nedojde k zahlcení řidiče informacemi, bude umět řidič poskytnuté informace správně zhodnotit a následně je implementovat? Bude umět řidič správně chápat to, co mu dané informace říkají? Nejslabším článkem ve vozidle zůstává člověk samotný.

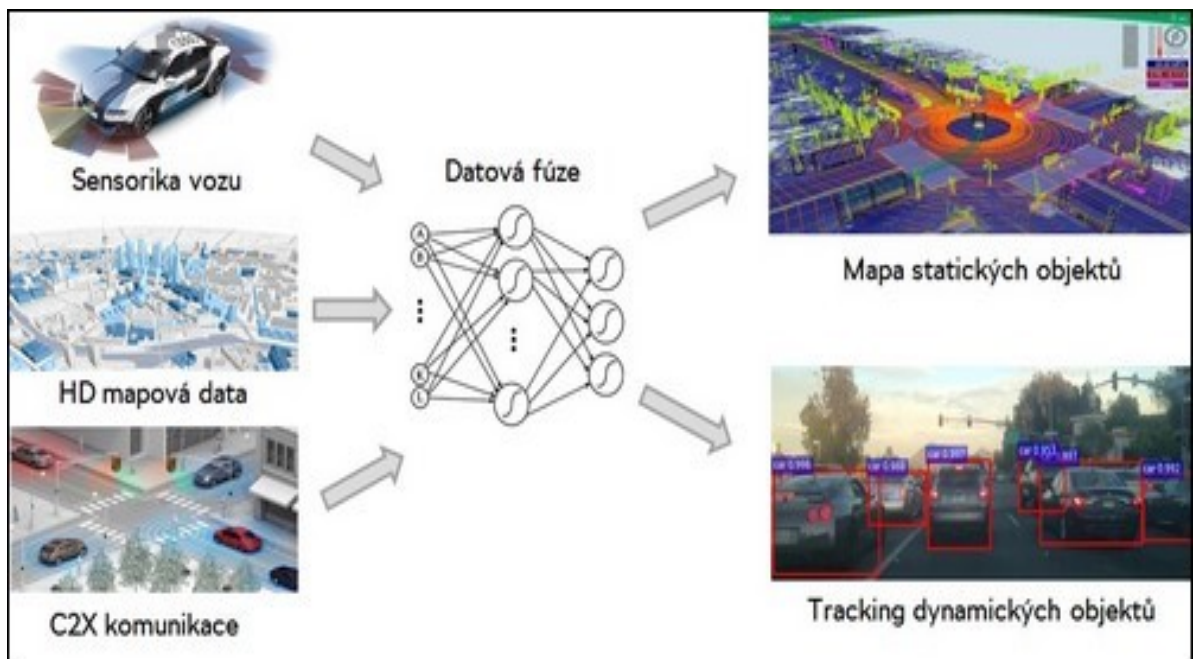
#### **3.1 Dopravní infrastruktura**

Automatizované systémy se nevyvinou naráz, budou se muset implementovat do současného stavu. Bude docházet k jejich postupnému zavádění. Systémy se musí implementovat do současného stavu. Automatizované systémy budou lépe řídit, rychleji se rozhodovat, reagovat, zpracují podstatně více informací najednou. Dojde k přechodu od žádné automatizace k plné automatizaci. Bude muset být vyřešeno přechodné období, kdy se v provozu budou potkávat vozidla ve všech stupních autonomie. Musí se vyřešit celá řada otázek pro vozidla v úrovni 4, a hlavně v úrovni 5.

#### **Komunikace pro autonomní vozidla**

Zavádění autonomních vozidel do provozu se nedotýká jen systémů autonomních vozidel, ale změnou musí projít dopravní cesty, dopravní značení. Vozidlo bude získávat informace nejen díky svým systémům a komunikací s ostatními vozidly. Bude muset získávat informace s předstihem z okolní dopravní infrastruktury. Tímto způsobem musí získat s předstihem například informace o mimořádných událostech, které na předvolené trase vzniknou, jako například mimořádné uzavírky z důvodu dopravní nehody, z důvodu nesjízdnosti, ale i z důvodu dopravní zácpy a podobně. V případě takovéto uzavírky musí vozidlo získat nejen o samotné uzavírce, ale i o změně řazení v jízdnicích pruzích před křižovatkou, v případě odklizení následků mimořádné události na víceproudé komunikaci o uzavírce jízdnicího pruhu.

V některých případech pro zlepšení bezpečnosti provozu autonomních vozidel ve stupni 4 a 5 bude vyčlenění jejich provozu do vyhrazených jízdních pruhů. V některých případech bude zřejmě nutná dostavba takových nových vyhrazených pruhů. Toto opatření bude nutné po dobu, kdy se budou v provozu vyskytovat autonomní vozidla ve stupni 4 a 5 spolu s neautonomními vozidly nebo s vozidly s nižším stupněm autonomie. Smíšený provoz bude na komunikacích probíhat minimálně následujících 30 let. Za tu dobu se bude postupně měnit rozložení počtu autonomních a neautonomních vozidel, a postupně s tím by mělo dojít k úplnému rozšíření technologií pro autonomní vozidla všude na všech komunikacích všech tříd. Musí se vyřešit úrovněvá křížení s železniční dopravní cestou. Budou muset být na všech železničních přejezdech instalovány zabezpečovací zařízení, v plně autonomním systému nesmí existovat úrovněvý železniční přejezd bez signalizace. Autonomní vozidlo by nezjistilo, že se blíží vlak.



**Obrázek 32** Princip autonomní jízdy vozidla (odbornecasopisy.cz, 2019)

Od 3. 10. 2013 proběhla rekonstrukce dálnice D11 v úseku mezi Mochovem a Jirny. V tomto termínu byl zcela uzavřen levý jízdní pás dálnice ve směru na Prahu. Doprava byla vedena pouze v pravém pásu dálnice ve směru na Hradec Králové v režimu 2 + 1 tak, že od neděle 15:00 hodin do čtvrtka 15:00 hodin byly vyčleněny 2 jízdní pruhy na Prahu a jeden na Hradec Králové. Od čtvrtka 15:00 do neděle 15:00 hodin se provoz v prostředním pruhu otočil a vedl jeden jízdní pruh na Prahu a dva na Hradec Králové. Tento způsob byl zvolen z důvodu snahy o snížení dopravních kongescí v úseku uzavírky podle předpokládané hustoty provozu. Autonomní vozidlo by muselo zavčas získat informace nejen, zda platí směr provozu ve

středovém pruhu dle časového harmonogramu, ale musely by mu být sděleny i odchylky od plánu, které by například vznikly právě dopravní zácpou ve středovém pruhu a otočení směru provozu by bylo nemožné v danou chvíli zrealizovat. Jinak by hrozilo, že by autonomní vozidlo vjelo do protisměru.

### **Komunikace pro testování autonomních vozidel**

V ČR byl v roce 2020 zaveden katalog testovacích oblastí pro autonomní vozidla v běžném provozu. Jde o dva úseky v délce více než 500 km, dohromady v obou směrech měří více než 2000 km. První úsek zahrnuje města Prahu, Mladou Boleslav a Ústí nad Labem, druhý pak Brno, Zlín a Kroměříž. Přístup je bezplatný po předchozí registraci, podmínkou je poskytnutí zpětné vazby o kvalitě prezentovaných informací. Na vzniku se podílelo Centrum dopravního výzkumu ve spolupráci s Ministerstvem dopravy a Státním fondem dopravní infrastruktury.

### **Polygony pro testování autonomních vozidel**

Automobilka BMW zprovoznila v roce 2022 dva zkušební úseky pro vývoj autonomních vozidel na polygonu BMW Group Future Mobility Centre v Sokolově. Polygon s rozlohou zhruba 90 000 m<sup>2</sup> bude mít po dokončení tři oddělené rozjezdové dráhy a měl by být plně funkční od poloviny roku 2023.

Společnost Valeo zřídila v prostorách bývalého vojenského letiště Boží Dar v Milovicích testovací polygon. Společnost provádí testy v nízké rychlosti, např. plně automatizované parkování i testování scénářů ve vysokých rychlostech.

Díky katalogu a vniklým polygonům se naše republika stala atraktivnější pro společnosti vyvíjející autonomní systémy a možný vznik pracovních míst v těchto společnostech.

## **3.2 Komunikační infrastruktura**

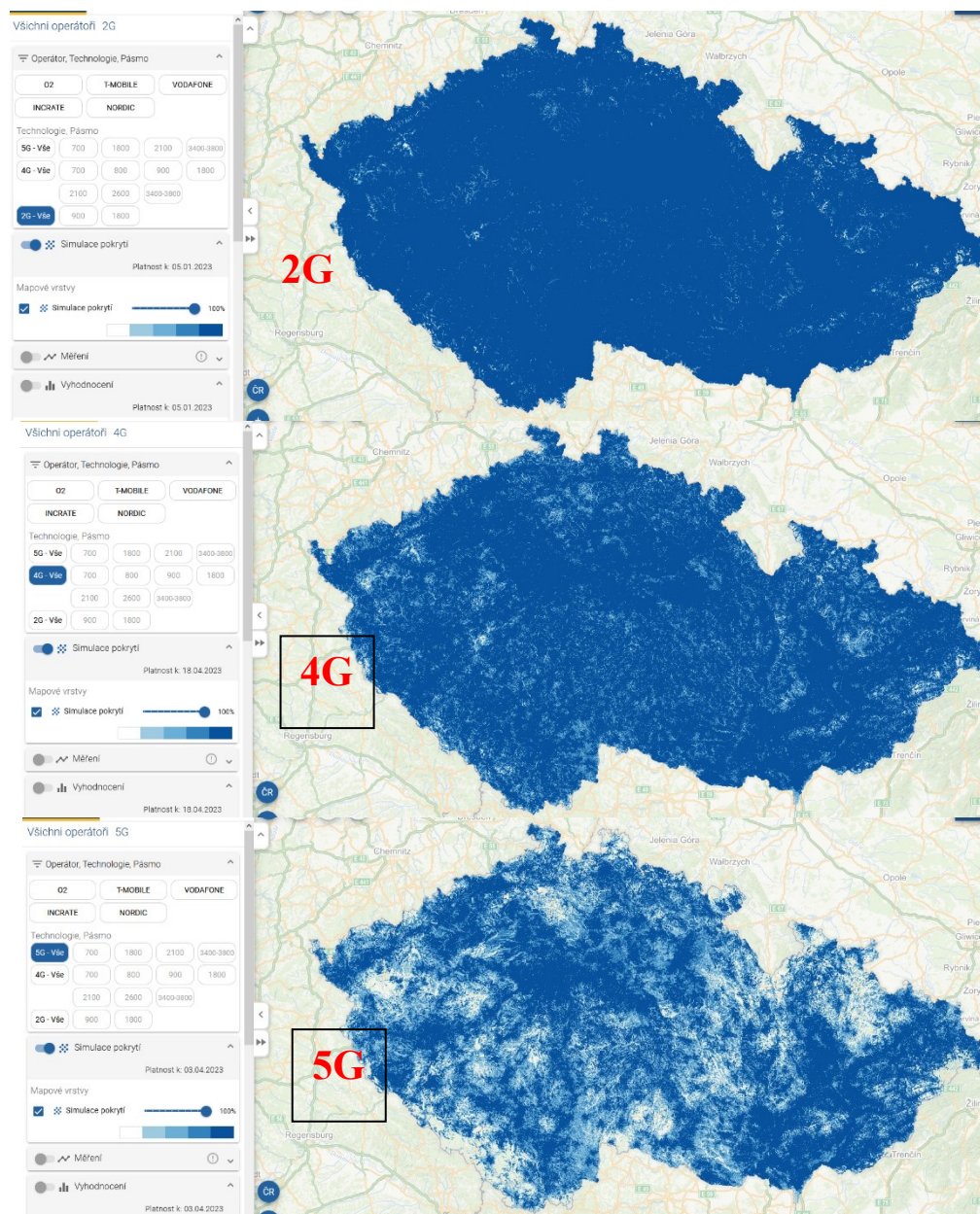
Autorka vychází z vize rozvoje autonomní mobility Ministerstva dopravy (2017), ve kterém je uveden plánovaný rozvoj potřebných technologií:

- detekčních, např. kamerové systémy,
- diagnostických, např. systémy pro sledování nežádoucích pohybů nebo deformací dopravní infrastruktury,
- informačních, např. informační systémy pro řidiče, pro cestující, pro osoby se sníženou orientací (neslyšící, nevidomí), meteorologické informace,
- řídicí, např. proměnné dopravní značení, zařízení pro proměnné informace,

- zabezpečovací, např. kooperativní systémy zajišťující komunikaci mezi vozidly,
- výzkumně vývojových a rozvojových činností, např. rozvoj robotických vozidel.

Provoz autonomních vozidel ve stupni 4 a 5 již bude probíhat pomocí komunikace mezi dopravní cestou a vozidlem, mezi vozidly vzájemně, mezi vozidlem a informačními systémy. Pro provoz bude nezbytné, aby byla pokryta kompletní silniční síť včetně podjezdů a tunelů. Nesmí existovat slepá a hluchá místa.

Datová komunikace pro autonomní vozidla je plánována prostřednictvím 3G, 4G a 5G sítě. Pokrytí 2G, 4G a 5G sítí je patrné z následujícího obrázku.



**Obrázek 33** mapa pokrytí ČR signálem 2G, 4G a 5G (vportal.ctu.cz, 2023)

Jak je z obrázku patrné, ani signál 2G nemá pokrytí v rámci celé ČR. Pro autonomní vozidla budou vyžadovat stoprocentní pokrytí nejlépe 5G sítí v rámci celé republiky. Vzhledem k obrovskému proudu dat vysílaných a přijímaných každým vozidlem bude 5G síť nezbytná.

Dalším úskalím bude zachování signálu v dobré kvalitě v tunelech. Plně autonomní vozidlo by mohlo v tunelu využívat systému vedení v jízdnicích pruzích bez přijímání dat z navigačních map, ale v případě nepřítomnosti signálu, by v případě poruch nebo kolize vozidlo nemohlo svým pasažérům ani zavolat technickou pomoc ani Integrovaný záchranný systém a ani by nebylo schopno informovat ostatní vozidla o své přítomnosti s předstihem. Takové vozidlo by bylo zaregistrováno jiným vozidlem až na základě detekce radarem nebo lidarem.

**Tabulka 1** Porovnání mobilních sítí

<b>Vybrané parametry</b>	<b>Mobilní síť 2G</b>	<b>Mobilní síť 3G</b>	<b>Mobilní síť 4G</b>	<b>Mobilní síť 5G</b>
Rok nasazení ve větším měřítku	1991	1998	2008	2020
Podporované služby	volání, SMS	volání, SMS, internet	volání, SMS, internet, streamované video	volání, SMS, internet, streamované video ve 4K, 3D video, IoT
Přenosová rychlost	0,1 MB/s	0,1–0,8 MB/s	15 MB/s	1–10 GB/s

Zdroj: Alza.cz (2023)

Další otázkou, kterou se bude nutné zabývat je provozování sítě pro autonomní vozidla. Vyčlenilo by se frekvenční pásmo pro autonomní vozidla, kterou by provozoval stát prostřednictvím svého poskytovatele nebo by síť provozoval některý současný operátor? Ale žádný z největších operátorů - Vodafone, O2 ani T-Mobile) nemají pokrytí v rozsahu 100 %.

Podle ČTK(2023) dne 11.4.2023 postihl masivní výpadek mobilních služeb sítě operátorů O2 a T-Mobile. Trval zhruba od 17:30 večer, společnost T-Mobile vyřešila výpadek před 21 hodinou, a společnost O2 zvládla vyřešit výpadek již kolem 19 hodiny. Přitom se nejednalo o výpadek lokálního významu. Zhruba tedy síť O2 měla výpadek 1,5 hodiny a síť T-

Mobile pak 3,5 hodiny. Pro autonomní vozidla by musela být zajištěna síť, která by byla zajištěna a ochráněna před podobnými výpadky, protože je klíčová pro provoz těchto vozidel.

### 3.3 Legislativní změny

Autorka je toho názoru, že se bude muset změnit celá řada zákonů souvisejících se silniční dopravou je jisté.

Pojem autonomní vozidlo zatím český právní systém nezná. Pro provoz autonomních vozidel by bylo nutno upravit celou řadu zákonů, například zákon 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích, zákon 56/2001 Sb. o podmínkách provozu vozidel a jeho prováděcí vyhlášku č. 341/2014 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, zákon č. 247/2000 Sb. o provádění výuky v autoškolách a jeho prováděcí vyhlášku č. 167/2002 Sb. o získávání a zdokonalování odborné způsobilosti, ale také i zákon č. 101/2000 Sb. o ochraně osobních údajů. Při hlubším prozkoumání problematiky zavedení autonomních vozidel by výčet zákonů byl zcela širší, autorka se do této problematiky nepouští. Rozhodně by v novelizacích týkajících se zavádění autonomních vozidel do provozu muselo být jasně definováno, pro jaký stupeň autonomie je daná legislativní úprava platná a opačně, každé autonomní vozidlo by muselo být jasně zařazeno do daného stupně autonomie. Týká se to zavedení legislativy pro vozidla ve stupni autonomie 4 a 5.

Provoz na pozemních komunikacích je v současnosti upravován zákonem 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích, kde je v § 2 definován řidič jako: „řidič je účastník provozu na pozemních komunikacích, který řídí motorové nebo nemotorové vozidlo anebo tramvaj; řidičem je i jezdec na zvířeti“. Ze zákona je též zřejmé, že řidičem musí být fyzická osoba, ne systém. Mezi povinnosti řidiče vymezené v § 4-5 zákona o provozu na pozemních komunikacích mimo jiné patří podle § 5 odst. 1 písm. b): „povinnost se plně věnovat řízení vozidla nebo jízdě na zvířeti a sledovat situaci v provozu na pozemních komunikacích“. Ale v páté úrovni autonomie již řidič nebude fyzicky existovat. (viz kapitola 1.4).

Dle JUDr. Faltuse (2021) se první snahy o novelizaci stávající české legislativy objevily v roce 2018, kdy pro zmíněný zákon 361/2000 Sb. byla navržena novela, která měla rozšířit pojem řidiče a fakticky nastolit zákonná pravidla alespoň pro provoz autonomních vozidel třetího stupně. Dosud tato novela nebyla přijata.

Některé státy již svou legislativu ale upravují. V sousedním Německu bylo doposud možno jen testování autonomních vozů na neveřejných komunikacích, v polovině roku 2022 byl schválen zákon o autonomním řízení, který umožňuje provoz vozidel ve stupni 5

s omezenou rychlostí 20 km/h a jen ve vymezených a předem schválených oblastech. Ale i takové vozidlo musí mít stále přítomen technický dozor, který bude schopen v případě potřeby zasáhnout. Ve stupni 3 mohou řidiči v určitých situacích zcela předat řízení automatickému systému a omezit sledování vozovky. Řidič však musí být vždy připraven po vyzvání systému okamžitě převzít řízení. Musí stále sedět na místě řidiče a nesmí spát. V případě nehody je rozhodující informace v datové paměti, zda a jak dlouho byl před nehodou automatizovaný systém aktivní.

### 3.4 Odpovědnost za nehodu a škodu

V současné legislativní praxi podle § 2927 zákona 89/2012 Sb. občanský zákoník platí, že za škodu z provozu dopravních prostředků je odpovědný provozovatel, bez ohledu na to, kdo dopravní prostředek řídil a kdo byl jeho vlastníkem. Tím ale není vyloučena odpovědnost řidiče dopravního prostředku, pokud na jeho straně došlo k porušení povinnosti. Tedy v obou případech se jedná o odpovědnost fyzické osoby. Ale v případě autonomního vozidla by musela být odpovědnost za škodu řešena jako škoda vzniklá vadou výrobku, např. softwaru podle § 2939 občanského zákoníku. Taková škoda by byla uplatňována na výrobci. Provozovatel by nesl odpovědnost za takovou škodu na výrobku, která by prokazatelně vznikla špatnou údržbou vozidla jako například neprovádění pravidelných aktualizací.

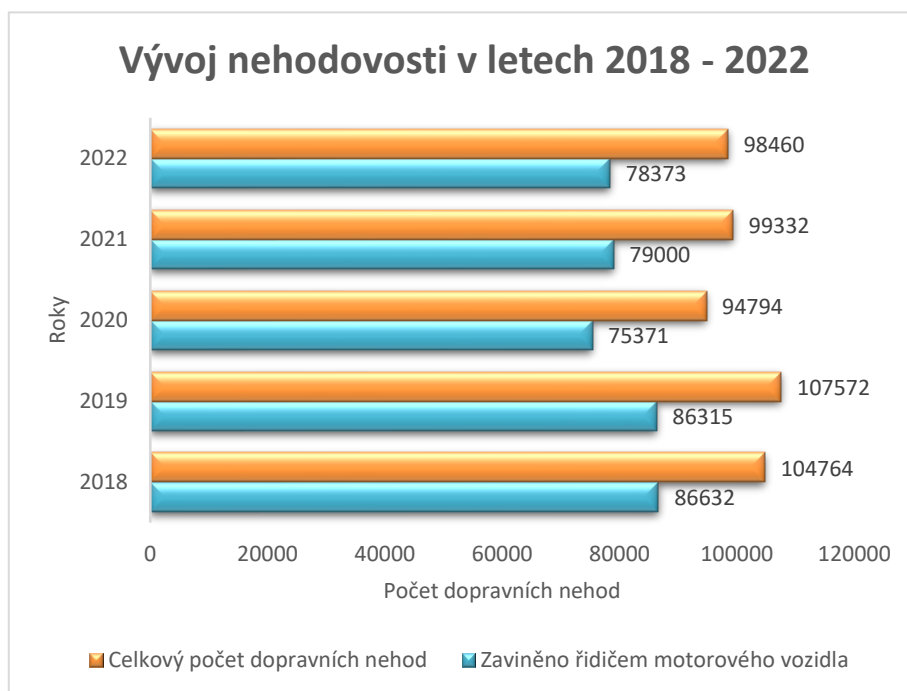
### 3.5 Dopravní nehody

V letech 2018–2022 se na českých silnicích událo v průměru 100 984 nehod. Z tohoto počtu dopravních nehod zavinili řidiči motorového vozidla v průměru 80 % nehod. To znamená, že u čtyř nehod z pěti je viníkem řidič. Mezi nejčastější příčiny dopravních nehod patří nevěnování se řízení vozidla, nedodržení bezpečné vzdálenosti a nesprávné otáčení nebo couvání. Přesné hodnoty jsou uvedeny v následujících tabulkách a obrázku.

**Tabulka 2** Vývoj nehodovosti v letech 2018–2022

Vývoj nehodovosti v letech 2018 - 2022					
	2018	2019	2020	2021	2022
celkový počet dopravních nehod	104764	107572	94794	99332	98460
z toho zaviněno řidičem motorového	86632	86315	75371	79000	78373
% z celkového počtu nehod	83	80	79,5	79,5	79,6
tempo růstu (%)		99,634	87,321	104,815	99,206

Zdroj: ročenky nehodovosti za roky 2018 – 2022, upraveno autorkou



**Obrázek 34** Vývoj nehodovosti v letech 2018–2022 (policie.cz, autorka)

Autorka je toho názoru, že dopravní nehody nástupem autonomního řízení v stupni 4 a 5 nevymizí. Zůstanou nehody, jejíž příčinou bude například technická závada, nebo nehody, při kterých má významný vliv počasí jako například husté sněžení nebo mlha. Ale jelikož hlavní příčinou dopravních nehod a to celých 80 % je zaviněno lidským faktorem, tento druh dopravních nehod zcela vymizí. Ze zbylých 20 % nehod s jinou příčinou nehody se toto procento jistě díky autonomním vozidlům ještě sníží.

V roce 2021 se na českých silnicích událo 99 332 dopravních nehod, při kterých zemřelo 470 osob a 1624 osob bylo těžce zraněno. Náklady na dopravní nehody se vyšplhaly v tomto roce na částku 114,66 miliard korun. Oproti předešlému roku 2020 stoupla tato částka o 79,7 mld. Kč. Toto navýšení vzniklo hlavně z důvodu aktualizace výpočtu hodnoty lidského života a zdraví. Statistická hodnota lidského života byla nově přepočítána na částku 46 357 250 Kč a částka za těžce zraněnou osobu ve výši 8 489 198 Kč. Pokud bychom uvažovali, že by se nehodovost snížila o 80 % (procentuální vyjádření nehod, kdy je viníkem řidič), došli bychom k úspoře téměř 92 miliard korun. To je pro zajímavost 0,5 % z celkových výdajů státu za rok 2021, které činily 1909,9 mld Kč. Těchto 92 mld. Kč by bylo možno investovat například do rozvoje dopravní infrastruktury. Ředitelství silnic a dálnic v roce 2021 udalo průměrnou cenu dálnice za 1 km, která se pohybuje okolo 250–300 milionů Kč. Za ušetřených 92 mld. Kč by se tedy zhotovilo 306–368 km dálnic.

Na druhou stranu by státní rozpočet nebo obce přišly o nemalou částku z pokut. Podle Majurníka (2023) Policie ČR řešila za rok 2022 celkem 466 200 přestupků, při kterých bylo vybráno více jak 306 mil. Kč. Jen za překročení rychlosti bylo v roce 2022 uděleno 149 401 pokut v celkové výši více než 97,2 mil. Kč a za telefonování za volantem dalších 31 360 přestupků s pokutami ve výši 13,5 mil. Kč. Toto jsou dva nejčastější přestupky, které by autonomní vozidla nepáchala. Dalším závažným přestupkem, který je velice častým, je řízení pod vlivem alkoholu nebo návykové látky nebo řízení bez platného řidičského oprávnění.

**Tabulka 3** Nejčastější příčiny dopravních nehod v letech 2018–2022

Nejčastější příčiny dopravních nehod v letech 2018 - 2022					
	2018	2019	2020	2021	2022
řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	8709	8765	7448	7517	15913
nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	6240	5761	4405	4394	5156
nesprávné otáčení nebo couvání	4997	4903	4137	4312	8916
nepřízpůsobení rychlosti stavu vozovky	4995	4798	4355	5387	5383
nedání přednosti upravené dopravní značkou "Dej přednost v jízdě"	3484	3269	2965	3055	3379
nepřízpůsobení rychlosti dopravně technickému stavu vozovky	3160	3159	3148	2585	3419
nezvládnutí řízení vozidla	2465	2551	2493	2650	5265
vyhýbání bez dostatečného bočního odstupu	2087	2227	2087	2079	4509
jiný druh nesprávné jízdy	1933	2188	1942	1993	7784
nedání přednosti pro odbočování vlevo	1774	1732	1458	1466	
přejetí do protisměru					2515

Zdroj: ročenky nehodovosti za roky 2018 – 2022, upraveno autorkou

### 3.6 Aktualizace podkladových map

Mapové podklady jsou pro autonomní provoz nezbytnou součástí. Ale klasické mapy jsou nedostatečné. Člověk chápe, že pokud navigační mapa vede vozidlo v poli nebo rovně skrz kruhový objezd, příčinou je neaktuálnost mapy. Strojové čtení oproti tomu neumí logicky chápat, v takové situaci se zachová tak, že striktně dodrží definovanou trasu. Ve stupni autonomie 4 a 5 již vozidlo kontroluje svou polohu za všech okolností v reálném čase a musí pracovat s minimální odchylkou. Mapové podklady musí obsahovat veškeré informace o dopravní infrastruktuře, musí znát šířku komunikace, povrch, šířku jednotlivých jízdních

pruhů, jejich případné omezení, řazení v jízdnicích pruzích, intenzitu dopravy, reliéf, musí dokázat okamžitě řešit vzniklou situaci při vzniku mimořádné události, musí umět bezpečně zajet ke krajnici, musí dokázat bezpečně umožnit průjezd Integrovaného záchranného systému a podobně. Do těchto informací musí být i zaneseny informace o počasí, aby vozidlo mohlo upravit styl jízdy s ohledem na předpoklad závad ve sjízdnosti komunikace. Počasí obecně se stává nestálou proměnnou ve zdrojích dat. Při sněhové nadílce se vozidlo nemůže spolehnout na čtení dopravního značení a vedení v jízdnicím pruhu podle krajové čáry. V takovéto situaci se bude více než kdy jindy vozidlo spoléhat na mapové podklady. Jiné zdroje informací budou omezeny. Z tohoto důvodu musí vzniknout nová generace map ve vysokém rozlišení, které budou průběžně aktualizovány a dopravní omezení, uzavírky, hustotu provozu, vzniklé dopravní nehody, překážky v provozu (např. přechodné dopravní značení) i reálný výskyt vozidel s přednostním právem jízdy. Součástí informací musí být i informace pro parkování vozidla nejen v místě pobytu, ale i v provozu, např. obsazenost míst pro parkování na odpočívadlech nebo u čerpacích stanic. Do mapových podkladů ale nelze zahrnout nenadálé účastníky provozu jako chodce, nenadálé cyklisty a zvířata. Na tyto prvky musí vozidlo využít jiné systémy. Možná, až člověku budou implantovány čipy pod kůži, které budou vysílat signál, pak bude mít autonomní vozidlo o starost méně.

### **3.7 Kybernetická bezpečnost**

Národní úřad pro kybernetickou a informační bezpečnost vydal dne 17.12.2018 varování před používání softwaru i hardwaru společnosti Huawei Technologies Co., Ltd. a ZTE Corporation., kde sdělila mimo jiné, že Čínská lidová republika na území České republiky aktivně prosazuje své zájmy včetně provádění zpravodajských aktivit vlivového i špionážního charakteru. 19.10.2022 informoval Juna (2022) o hackerských útocích na české nemocnice. Hackeři kradli zdravotnická data, která mají na černém trhu pětadvacetinásobnou hodnotu oproti ukradeným kreditním kartám. Dalším cílem útoků je vyděračství. Hackeři zašifrují systémy a napadená nemocnice ztratí přístup k datům o pacientech, k rezervačním systémům nebo k ovládání zdravotnických přístrojů. Za odblokování pak hackeři žádají peníze, nejčastěji Bitcoinů. Security.cz v roce 2015 informovala o činnosti Chrise Robertse, který se měl opakovaně v letech 2011 až 2014 nabourat do systému letadel Boeing a Airbus pomocí palubního zábavního systému.

Toto jsou jen střípky toho, co mohou hackeři napáchat. Autonomní vozidlo je „napěchováno“ systémy, které jsou citlivé na útoky zvenčí. Kybernetický útok může být v rozsahu od krádeže dat, až po úplné ovládnutí vozidla. Plně autonomní vozidlo v rukou hackera

se může lehce stát zbraní nebo vražedným nástrojem. Pasažér v ovládnutém vozidle by mohl jen bezmocně sledovat zkázu vozidla a možná i svou.

Dne 25.5.1979 se zřítilo krátce po startu dopravní letadlo McDonnell Douglas DC-10 společnosti American Airlines, které pomocí kamery umístěné na přídi letadla nabízelo cestujícím sledování průběhu letu. Záběry z této kamery byly promítány na plátno v letadle. Cestující si tak připadali jako v kině a mohli sledovat to, co vidí piloti. Ale také díky tomu sledovali svou zkázu. Po nehodě byla řešena míra utrpení, které cestující museli snést, když viděli v přímém přenosu svou smrt. Vyšetřovatelé to přirovnali k mučení, od promítání následně aerolinky upustily. Stejnému psychickému mučení by byli vystaveni cestující v autonomním vozidle, které by bylo ovládáno hackery a použito k teroristickému útoku nebo k vraždě cestujících.

### **3.8 Autonomie v jiných odvětvích dopravy**

Autonomie se netýká jen silničních vozidel. Vývoj a testování probíhá napříč všemi druhy dopravy. I když je tato práce určena primárně silničním vozidlům, autorka zde v této části uvádí používání, vývoj a testování autonomních vozidel v jiných oborech. Dle názoru autorky je vývoj autonomních vozidel multioborová problematika, úspěch v jenom oboru může být aplikován do jiného oboru, nebo z něj vycházet.

#### **Testování prvního autonomního vlaku v ČR**

Dle informací ČTK (2021) byl na železnici v Česku poprvé testován autonomní vlak. Tento vlak byl představen při prezentaci jízdy po digitální železnici na Švestkové dráze (Čížkovice – Most) v Libčevsi na Lounsku.

Vlak nikdo neřídil, pohyboval se sám na základě programu. Bez zásahu strojvedoucího železniční vozidlo při jízdě reagovalo například na přítomnost osoby na trati nebo na automobil na přejezdu. Trať je pokryta vysokorychlostní wi-fi. Vlak se rozjede sám, jeho polohu i rychlost vidí dispečer. Ve chvíli, kdy se na trati objeví nějaká překážka, vlak zastaví a nahlásí do dispečerského centra mimořádnou událost. Zásahem dispečera může být pak vlak uveden znovu do provozu. Podle ČTK se další testování přesouvá na trať mezi Kopidlnem a Dolním Bousovem, kde není pravidelná osobní doprava.



**Obrázek 35** Kabina strojvedoucího v testovaném vlaku (Zdopravy.cz, 2021)

### **Autonomní vlak v Německu**

Redakce Zdopravy.cz (2021) informuje o spuštění provozu plně automatického vlaku, který zavedla na veřejné trati Deutsche Bahn a Siemens Mobility. Čtyři digitální vozidla zajišťují pravidelnou osobní dopravu v hamburské S-Bahn. Výrobce Siemens hovoří o vůbec prvním vlaku svého druhu na světě. Generální ředitel DB Richard Lutz k tomu prohlásil: *„Železnice dospěla do budoucnosti, digitální železnice v Německu se stala skutečností. s automatizovaným provozem na železnici můžeme našim cestujícím nabídnout výrazně širší, spolehlivější a tím i kvalitnější služby, aniž bychom museli položit jediný kilometr nových tratí.“*



**Obrázek 34** Autonomní vlak hamburské S-Bahn (Iot-nn.com, 2021)

Automatické vlaky v hamburské S-Bahn mají jezdit s přesností na vteřinu. Generální ředitel Siemensu Roland Busch doplnil, že nová technologie už byla oficiálně schválena a díky otevřenému rozhraní ji mohou začít používat všichni provozovatelé na celém světě pro všechny typy vlaků. V testovacím období na jízdu s cestujícími stále dohlíží i strojvedoucí, do budoucna by měl ale úplně zmizet.

### **Vojenská technika**

Česká republika se aktivně zapojuje do vývoje vojenské autonomní techniky díky činností brněnské Univerzity obrany, kde funguje Katedra vojenské robotiky. Vojenská

autonomní technika sice není primárně určena na provoz po pozemních komunikacích, ale předpokládá se, že se vojenské systémy budou pohybovat po civilních komunikacích, kde budou muset dodržovat pravidla silničního provozu a chovat se jako civilní vozidla. Protože se ale problematika vývoje civilních a vojenských autonomních systémů prolíná, systémy pro tuto techniku by mohly být inspirací právě pro autonomní vozidla. Z tohoto důvodu ji zde autorka uvádí.

Autonomne.cz (2022) popisuje ve svém rozhovoru s plukovníkem Janem Mazalem, vedoucím Katedry vojenské robotiky na Fakultě vojenských technologií Univerzity obrany. Úroveň autonomní munice se již přibližuje plně autonomním strojům, stejně jako inteligentní munice, která umožňuje zásah cíle s pravděpodobností nad 95 procent, nicméně zdaleka se nejedná o autonomní systémy, spíše systémy s pokročilou automatizací. Testují se kráčejíci roboti, kteří jsou prozatím také dálkově řízeni.

V USA jsou ve vývoji prostředky autonomně pracující v rozsáhlých rojích a koordinující svoji činnost dle okamžité operační situace, schopné překonat téměř jakoukoliv současnou konvenční obranu, zkouší se nasazení autonomní navigace pro terénní vozidla dosahující v „off-road“ prostředí vysokých rychlostí, vyvíjí se bezpilotní stroje doprovázející stíhací letouny a přebírající jejich průzkumné a bojové úkoly. Vyvíjí se kráčejíci roboti, kteří se pohybují vysokými rychlostmi i 80 km/h a překonávají tak fyziologické hranice lidského těla a podobně.

Jan Mazal v rozhovoru dále uvádí: *„technologické hranice nejsou nijak omezeny, zatímco schopnosti člověka „jistým způsobem“ ano. Civilní robotika nebo autonomie se s tou vojenskou do značné míry prolíná, tak armáda je specifická v procesu bojové činnosti, se kterou souvisí nemalé legislativní, psychologické a etické aspekty.“*



**Obrázek 35** Robotický vojenský prostředek (autonomne.cz, 2022)

## Zdravotnictví – „želvy“ v motolské nemocnici

ČT 24 popisuje dopravní systém inteligentních autonomních vozíků (takzvaných želv), který v motolské nemocnici pomáhá s přepravou zdravotnického materiálu a jídla. Dokáže nahradit práci zhruba sto dvaceti zaměstnanců. Motolská nemocnice tento systém zavedla již v roce 1995, vozíky ujedou denně 12–15 km. Součástí systému je i 36 výtahů, které želvy umí samy obsloužit. Myšlenka a software jsou švédské, vozíky německé, vyráběné dceřinou firmou v Česku. V nemocnici je 8 distribučních skladů, každý sklad má svůj terminál, do kterého zadává požadavky na přepravu. Zadá adresu, kterých je 260 a nejbližší volný vozík přijme požadavek na přepravu přes wi-fi.

Vozík při odbočování dává znamení o změně směru jízdy, ovládá výtahy, komunikuje s ostatními vozíky, otevírá požární dveře. Pohybuje se rychlostí 4 km/h. Když vozík nemá žádný požadavek na přepravu, jede se dobít do dobíjecí stanice. Každý vozík je vybaven senzory, které rozeznávají bariéru ve směru jízdy a v případě nutnosti zastaví.

Celý systém řídí centrální počítač s dvoučlennou obsluhou. Tento systém je v ČR unikátní.



**Obrázek 36** Vozíky tzv. „želvy“ v motolské nemocnici (ČT24.cz, 2017)

## Autonomní letadla

Kilián (2023) informuje o zahájení testování nových letadel Airbus vybavených technologií označovanou jako DragonFly. Tento systém by mohl zachránit letadlo v nouzi. Pokud by piloti z nějakého důvodu nebyli schopni řídit, dokáže systém automaticky odklonit let, vybrat trasu na nejvhodnější letiště a bezpečně přistát. Systém dokáže automaticky přistát na jakékoli dráze pomocí senzorů a algoritmů počítačového vidění. Letadlo bylo schopné vygenerovat nový plán trajektorie letu, zvládlo komunikovat s řízením letového provozu i s operačním řídicím střediskem letecké společnosti. Testování proběhlo na letounu A350-1000.

## Zemědělská technika

Jedlička (2023) seznamuje s prototypem manipulačního robota, který je určen k autonomnímu provádění časově náročných, opakujících se každodenních úkonů, využívaných při práci v zemědělství, jako např. úklid, krmení zvířat, manipulace s organickými látkami apod.

Elektrický manipulátor Loadix dokáže identifikovat různé organické materiály a manipulovat s nimi, podle potřeby může používané příslušenství. Jeho trasu lze naprogramovat z chytrého telefonu a sledovat jeho činnost v reálném čase. Pro zajištění přesné lokalizace je stroj vybaven několika lokalizačními systémy (GPS RTK, INS, Lidar).



**Obrázek 37** Manipulátor Loadix (agroportal24h.cz, 2023)

S prvním funkčním prototypem autonomní techniky české výroby seznamuje Pospíchal (2022). Jedná se zemědělský robot Cronos Quadro je konstruovaný jako víceúčelový nosič nářadí, který bude možné dle potřeby využít pro různé specializované úkony jako jsou plečkování, přesné setí, kultivace půdy, postřik rostlin nebo sekání travního a lučního porostu.

Po nastavení základních parametrů nebude autonomní robot Cronos Quadro vyžadovat žádnou manuální obsluhu. Robot je vybavený soustavou laserových LiDAR senzorů, které spolu s GPS umožní automatický pohyb v rámci předem vymezeného území, například pole. Robot je schopen poskytovat údaje o klíčových provozních parametrech a přesné poloze v reálném čase, provozovatel si bude schopen v aplikaci zařízení průběžně kontrolovat, kde se stroj právě nachází a jak pracuje.



**Obrázek 38** Zemědělský robot Cronos Quadro.(Agroportal24h.cz, 2022)

Jedlička (2022) představuje autonomní traktor od výrobce John Deere. Autonomní traktor je postaven na koncepci již vyráběného traktoru John Deere 8R. Traktor je vybaven navigačním systémem GPS a pokročilými technologiemi. Traktor má šest párů stereokamer, které umožňují detekci překážek v rozsahu 360 stupňů a výpočet vzdálenosti. Snímky procházejí hlubokou neuronovou sítí, která přibližně za 100 milisekund klasifikuje každý pixel a podle toho, zda je detekována překážka, vyhodnotí, zda stroj bude pokračovat v jízdě, nebo se zastaví. Průběžně kontroluje svou polohu, čímž zajišťuje, že se pohybuje tam, kde má, a to s přesností menší než jeden centimetr.

Zemědělec může po dopravě na pole stroj nakonfigurovat pro autonomní provoz. Pomocí aplikace jej následně spustí, a v dané aplikaci jej i sledovat. Tato aplikace poskytuje přístup k živému videu, obrázkům, datům, umožňuje zemědělci nastavit rychlost, hloubku zpracování půdy a další parametry. V případě jakýchkoli anomálií nebo problémů je zemědělec informován na dálku a může provést úpravy pro optimalizaci výkonu stroje.



**Obrázek 39** Kabina autonomního traktoru John Deere (agroportal24h.cz, 2022)

### **Autonomní nákladní loď**

Šurkala (2021) informuje, že v dubnu 2018 byl ohlášen projekt autonomní elektrické lodi Yara Birkeland, která byla vyrobena ve firmě Vard. Loď má převážet hnojiva mezi městem Porsgrunn a přístavem v Breviku.

Loď je 80 metrů dlouhá a najednou přepraví 103 kontejnerů. Energie pro pohon je uložena v 7MWh akumulátoru a maximální rychlost dosahuje 15 uzlů (28 km/h). Je plně autonomní, dokáže detekovat další plavila na vodě.

Probíhá dvouletý testovací provoz, v této době bude na její řízení dohlížet lidská posádka. Bude-li vše probíhat dobře, lodní můstek bude poté odstraněn a loď už bude plout bez lidského dohledu. Vlastník plavidla plánuje, že by se časem systém měl postarat i o autonomní nakládání a vykládání a také o své nabíjení.



**Obrázek 40** Autonomní loď Yara Birkeland (cruiseshipportal.com, 2020)

## **4 POSOUZENÍ ASPEKTŮ OVLIVŇUJÍCÍCH AUTONOMNÍ MOBILITU V PROVOZU NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH**

Než společnost dojde do cíle v otázkách plné autonomie, musí ujit velký kus cesty. Změnit zákony, komunikace, datovou síť, dopravní značení, naučit autonomní vozidla rozeznávat jakékoli překážky v provozu, a to i za zhoršených podmínek, naučit vozidla jezdit ve složitých městských aglomeracích se stoprocentní jistotou. Zde jsou uvedeny otázky, které autorku napadly v průběhu psaní této práce. Na některé dokáže najít odpověď, některé otázky zůstanou jen vysloveny. Ale je nutné si tento problém uvědomit.

### **4.1 Psychologická otázka**

Řidič ve stupni autonomie 5 nebude již existovat, jak na to budou pasažéři reagovat. Bude cestující ochoten cestovat hromadnou dopravou bez řidiče? Budou se cestující cítit bezpečně? a co staří lidé? Dnes mají starší generace problém se naučit užívat domácí PC nebo chytrý telefon, autorka sleduje, jakým problémem je pro starší generaci například vyvolávací systém zaváděných na úřadech a poštách. Starší lidé se brání novinkám a moderním technologiím, nechťejí se je učit ovládat. Jak bude starší generace reagovat například na autonomní autobus? Moderní technologie nám čím dál více prostupují do života a zavádění autonomních systémů bude pozvolné, odhaduje se na třicet let. Během této doby budou v důchodovém věku současní čtyřicátníci, které moderní technologie provázejí od mládí. Ti snad takovéto systémy již přijmou bez problému, budou na technologie víceméně zvyklí.

### **4.2 Ztráta schopností**

Do řízení plně autonomního vozidla již nebude možné zasáhnout. Ale co když to bude nutné? Co když přestane fungovat nějaký systém? Řidič postupně ztratí své schopnosti, znalosti. Postupně s rozvojem autonomie ve stupni 5 se z řidiče stane uživatel, který již nebude muset vlastnit řidičské oprávnění. Jak takový člověk ale rozpozná, že s vozidlem není něco v pořádku? Jak dokáže zhodnotit vzniklou dopravní situaci a zhodnotit, jak pozná, že má opravdu přednost před protijedoucím vozidlem a neřítí se do kolizní situace? Autorka má za správné, aby bylo užívání vozidla spojeno s povinností absolvování kurzu autonomního minima, jehož obsahem by byla pravidla silničního provozu, seznámení s funkcemi vozidla, důležitostí aktualizací systémů, rozpoznání nestandardního chování a následné zajištění vozidla v případě poruchy. Takové školení by mohlo být zajišťováno výrobcí vozidel a bylo by podmínkou pro vlastnění takového vozidla. Dále by bylo vhodné řešit cyklická školení

například každých pět let, které by vlastníky seznámila s novinkami. Pro běžné uživatele by mělo být zajištěno a posíleno vzdělávání ve školách, neboť i jako chodci a cyklisté musí znát pravidla silničního provozu. Stejně tak by na středních školách mohlo být povědomí o systémech a funkcích autonomních vozidel součástí výuky informatiky.

### 4.3 Nejen skryté reklamy

V současnosti na uživatele reklama cílí všude, kam se podívá. Internet, TV, rádio, sociální sítě, tiskoviny, časopisy. Soubory cookies o něm vědí vše. Nabízejí cílenou reklamu. Uživatel zadá do vyhledávače například boty a na internetu se poté dalších několik dní zobrazuje jen reklama na obuv. Vše je propojeno přes účet (např. Google), je jedno, v jakém zařízení si tento obchod vyhledá na jiných zařízeních přihlášených ke stejnému účtu se mu zobrazuje stejná reklama.

Cesta v TAXI se může někdy řádně prodražit. Již se o tom přesvědčilo velké množství pražských turistů. Je všeobecně známo, že taxikáři dokážou cizince okrást o nemalou částku okružní jízdou na místo určení. Autonomní TAXI by nás mělo zavézt nejkratší cestou do cíle.

Ale co když se tyto dva aspekty spojí? Co když nás autonomní vozidlo poveze trasou kolem obchodů, které si například zaplatily „reklamu“. Jak bude ošetřeno, že do tohoto systému reklama nevstoupí. Navigační systém někdo vytvoří, musí ho aktualizovat, doplňovat o uzavírky, objížďky, nové komunikace, změny přednosti a podobně. Když ho vytváří a následně provozuje, musí ho financovat. a příjem z reklam by byl nemalý zdroj příjmů pro vývoj a provoz. Podprahová reklama je v ČR zakázána, ale dalo by se toto považovat za skrytou reklamu?

S touto problematikou souvisí i soukromí ve vozidle. Bude zajištěno, že pasažéry nebude nikdo nahrávat, že ho nebude odposlouchávat? Ať to budou rozhovory mezi cestujícími nebo telefonní rozhovory. Ať právě o účely cílené reklamy nebo pro účely získávání informací.

Například dva cestující, kupříkladu manželé pojedou plně autonomním vozidlem TAXI v Praze. Budou se bavit o plánované dovolené, o tom, že se by se někde mohli zastavit na oběd, že si potřebují koupit nějaké oblečení. Vozidlo tento hovor zaznamená a změní trasu kolem velkých obchodních center. Cestující se nemá šanci bránit. Za volantem nikdo nesedí. Manželé zjistí, že jsou někde jinde, tak vystoupí a jsou do obchodního centra s větou: “no když už jsme tady....“.

Jiný příklad: manažer velké firmy jedoucí opět v autonomním TAXI v Praze. Ještě než nastoupí, telefonuje s obchodním partnerem. Nasedne do TAXI, zadá adresu a nechá se odvézt

na místo. Přitom stále telefonuje. Má pocit bezpečí, ve vozidle je sám. Jeho hovor je ale odposloucháván, možná i zaznamenáván. Obchodní tajemství je prozrazeno.

Takovýmto situacím musí být zabráněno, co kdyby šlo o manažera firmy, která se zabývá bezpečností nebo vysokého státního úředníka? Nelze takovému člověku tvrdit, že nemá jezdit autonomním TAXI, když pojedje služebním vozem nebo soukromým, ten bude stejně autonomní jako toto TAXI, se stejnými systémy, se stejnými zdroji informací. Nebude mít na výběr. Jak se zajistí takový stupeň zabezpečení?

#### **4.4 Kompatibilita**

Stejně jako legislativa, by měly být nadnárodně řešeny i základní systémy řízení autonomního vozidla. Musí být zajištěna přeshraniční kompatibilita. u autonomních vozidel se nepředpokládá pohyb jednoho vozidla po celém světě, ale v rámci Evropy je již takový pohyb možný. V rámci Evropské unie lze sjednocení systémů pro autonomního řízení předpokládat, ale ne všechny státy v Evropě jsou zároveň členy Evropské unie. V případě nekompatibility systémů by se vozidlo odstavilo na hraničním přechodu a k jízdě v jiném státě by se použilo tuzemské vozidlo jiného státu? Bude to pro uživatele přínosné? Jak se plně autonomní vozidlo popere s jinou ve Velké Británii, kde se jezdí v jiném směru? a co Švýcarsko nebo Ukrajina? Zde autorka vidí nutnost komplexního řešení v rámci celé Evropy nejen Evropské unie. Bude nutná celoevropská spolupráce.

#### **4.5 Jasně daná odpovědnost za nehodu**

Autonomní vozidlo nemá své pasažéry jen přesunout z jednoho místa na druhé v rámci pravidel silničního provozu. Jde i o to, že tam své pasažéry musí dovézt bezpečně. To znamená neustále monitorovat dopravní situaci ve svém okolí, ale dokázat ji vyhodnotit a nejdůležitější je na ní i správně zareagovat. Výhoda autonomního vozidla je rychlost vyhodnocení nastalé situace a rychlá reakce na ní. s takovou rychlostí řidič není schopen reagovat. Ale řidič umí předvídat, autonomní vozidlo ne. Ale bude vozidlo opravdu neomylné?

Kdo ale bude za nehodu zodpovědný? V případě úrovně 5 musí být odpovědný výrobce vozidla potažmo výrobce softwaru nebo systému. V případě vozidla v úrovni 4 musí být jasný důkaz toho, zda vozidlo bylo řízeno autopilotem nebo řidičem. Takové informace by měly být zaznamenány včetně přesného času spuštění nebo vypnutí automatického systému. Autorka vidí jako vhodné opatřit vozidla četnými skříňkami – záznamníky dat stejně jako jsou tímto zařízením vybaveny letadla.

## 4.6 Role řidiče autonomního vozidla

Na řidiče vozidla se vztahují povinnosti uvedené v § 5 zákona 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích. V tomto paragrafu je mimo jiné uvedeno, že řidič se musí plně věnovat řízení vozidla; nesmí požit alkoholický nápoj ani jinou látku obsahující alkohol nebo užít jinou návykovou látku během jízdy; řídit vozidlo bezprostředně po požití alkoholického nápoje nebo užítí jiné návykové látky; řídit vozidlo, jestliže je jeho schopnost k řízení vozidla snížena v důsledku jeho zdravotního stavu; řídit vozidlo, na němž jsou nečistoty, námraza nebo sněh, které zabraňují výhledu z místa řidiče vpřed, vzad a do stran; řídit vozidlo, na němž nebo na jehož nákladu je led, který by při uvolnění mohl ohrozit bezpečnost provozu na pozemních komunikacích. Řidič dále zodpovídá za upevnění dětské autosedačky a užití bezpečnostních pásů u dětí do 15 let.

Například odstranění sněhu a ledu již nebude povinností řidiče, ale nahradí se povinností pro uživatele. Užití bezpečnostních pásů všemi pasažéry, tedy i dětí do 15 let dokáže vozidlo hlídat samo. Dokud nebudou všichni připoutaní, vozidlo se nerozjede. Povinnost se plně věnovat řízení vozidlo se na řidiče nebude vztahovat, pokud bude činný autopilot, použití se zaznamená do černé skříňky. Jak se ale vyřeší otázka užití alkoholu nebo jiné návykové látky? V pátém stupni autonomie již řidič nebude řidičem, role řidiče nebude existovat. Řidič se stane pouhým pasažérem. Bude i tak pro něho platit zákaz požití alkoholu nebo jiné návykové látky? a kdo v takovém případě bude zodpovědný za upevnění autosedačky?

Autorka navrhuje převést tuto povinnost na odpovědného pasažéra. V případě jednoho cestujícího by se na něho vztahoval zákaz požití alkoholu nebo jiné návykové látky. V případě více cestujících by vždy jeden musel plnit povinnosti náležející dnes řidiči. Takový cestující by byl například přihlášený k systému vozidla a takový cestující byl oprávněn v případě nouze zasáhnout do řízení vozidla. a jak by takový zásah vypadal? Autorka se domnívá, že každé vozidlo by mělo být vybaveno centrálním STOP tlačítkem, které by vozidlo po stisknutí okamžitě zastavilo a ihned se ostatním vozidlům nahlásilo jako překážka v provozu.

## 4.7 Objem dat a spotřeba energie

Každá součást autonomního řízení bude neustále vysílat nebo přijímat informace, automobily, dopravní cesta, proměnná dopravní zařízení. Při současném počtu dopravních prostředků půjde o velice objemná data. Bude současná síť na takový nárůst objemu dat stačit?

Ve velkých aglomeracích s vysokou hustotou provozu, dopravních značení a zařízení bude tento nárůst enormní. Zároveň většina těchto zařízení budou spotřebovávat velké množství energií. Přitom dění poslední doby ukázalo, jak nejistá je výše ceny této energie, kdy raketově

tato cena vzrostla a opět postupně klesá. S plánem odstavení tepelných elektráren již nyní hrozí nedostatek elektrické energie, přitom systém autonomního provozu bude enormně náročný na spotřebu energie. Jak se ošetří výkyvy ceny a dostatek energie? V energetické krizi v roce 2022 začalo Švýcarsko z důvodu obav z nedostatku energií schvalovat zákon, který mimo jiné omezí jízdy elektromobilů a jejich užití jen pro omezené jízdy. Německo pracuje na omezení dobíjení elektromobilů v tzv. špičkách, kdy je odběr z energetické sítě již vysoký. Je zarážející, že na jedné straně se podporuje a propaguje elektromobilita a na druhé straně státy začínají omezovat jejich dobíjení. Je to jako bychom nabízeli někomu pití a přitom mu podávali prázdnou skleničku.

## ZÁVĚR

Zavedení plně autonomních vozidel bude pro společnost stejný krok, jako mělo v historii zavedení železnice a poté vynález automobilu samotného. Bude to obrovský skok v pokroku. Zavádění autonomních vozidel je tak náročné, že je potřeba řádně zhodnotit veškeré aspekty jejich zavedení, řádně se na toto zavedení připravit a postupně implementovat. Měli bychom se poučit ze slepé propagace elektromobility.

Vývoj autonomního řízení je postupný, dlouhodobý. V současné době probíhají dlouhá testování dosud vyvinutých vozidel, některá jsou sice již provozována, ale vždy buď s omezenou nízkou rychlostí, nebo v uzavřených objektech. Než se bude moci prohnat plně autonomní vozidlo na dálnici v rychlosti 130 km/h nebo takové vozidlo v dopravní špičce ve městě, ještě nějaký čas uplyne. Tento čas se musí dobře využít pro zajištění veškerých činností potřebných pro autonomní provoz. Dle názoru autorky nejdelší čas bude nutný pro řádnou úpravu legislativy, jelikož tento proces je sám o sobě vždy zdlouhavý.

Tato práce se zabývá otázkou zavedení autonomních systémů v silniční dopravě, nastínění komplexní problematiky, kde nejde jen vytvořit autonomní vozidlo, ale vytvořit podmínky pro jeho bezpečný provoz.

V první kapitole se autorka zabývala problematikou vývoje vozidel jako takových, co bylo již vyvinuto, aby na konci mohlo být vyvinuto autonomní vozidlo. Dále jsou v této kapitole popsány systémy, které se již ve vozidlech dnes užívají, a tím řadí vozidla do prvního až třetího stupně autonomie.

V druhé kapitole autorka popisuje současný stav, v jakém se problematika vývoje autonomních vozidel nachází, čím se již společnost zabývala, co je momentálně řešeno, a nakonec autorka popisuje, jaká vozidla již byla vyvinuta. V této kapitole jsou popsány již proběhlé nebo probíhající zkoušky autonomních vozidel a také jejich nehody.

Ve třetí kapitole se autorka již zabývá problematikou zavádění autonomních vozidel, etikou, legislativou, dotýká se oblastí, které budou muset být upraveny, změněny nebo vyřešeny, než se dokončí přerod na plnou autonomii.

Ve čtvrté kapitole již autorka popisuje kritické scénáře, které by mohly nastat při zavádění autonomního řízení. Autorka zde uvádí problémy, se kterými se zavádění autonomních vozidel může setkat, které ji napadly při tvorbě této práce. Na některé se snaží najít odpovědi, jiné otázky byly jen vysloveny a zůstávají nezodpovězeny.

Problematika autonomního řízení je rozsáhlá, že v této práci nemůže být uvedeno vše. Autorka se snažila o průřez problematiky a nastínění otázek, kterými by se měla společnost

před zavedením autonomního řízení zabývat. Tyto otázky by poté měly být bezzbytku vyřešeny, aby byl zajištěn bezpečný provoz.

Cílem této práce je nastínit aspekty, které souvisejí se zaváděním autonomních vozidel do ostrého provozu, a které je nutné vyřešit než bude zavedena plně autonomní doprava.

## POUŽITÁ LITERATURA

ALZA.CZ, 2023. 5G síť v ČR (AKTUALIZOVÁNO k 27.4.2023): rychlost, výhody, pokrytí a vše kolem. *Alza.cz* [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/5g-sit#mapa-pokryti>

AUTO.CZ, 2007. Daimler Motorkutsche (1886) – Benzínový kočár. *Auto.cz online*. [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: <https://blog.auto.cz/sleeper/2007-07/daimler-motorkutsche-1886-benzinovy-kocar/>

AUTO.CZ, 2018. Autopilot Tesly zabíjel. Během tragické nehody Modelu X byl zapnutý. *Auto.cz online*. [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/autopilot-tesly-zabijel-behem-tragicke-nehody-modelu-x-byl-zapnuty-120326>

AUTODÍLYPRO.CZ, 2017. Historie a vývoj silničních vozidel. *AutodilyPRO* [online]. [cit. 2022-012-10]. Dostupné z: <https://www.autodilypro.cz/blog/detail/historie-a-vyvoj-silnicnich-vozidel>

AUTONOMNE.CZ, 2020a. Autonomní minibusy v Rakousku a Německu. *Autonomne.cz* [online]. [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: [https://www.autonomne.cz/front/homepage/article-detail?article\\_id=66](https://www.autonomne.cz/front/homepage/article-detail?article_id=66)

AUTONOMNE.CZ, 2020b. Přehled autonomních minibusů. *Autonomne.cz* [online]. [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: [https://www.autonomne.cz/front/homepage/article-detail?article\\_id=70](https://www.autonomne.cz/front/homepage/article-detail?article_id=70)

AUTONOMNE.CZ, 2022. Jan Mazal. *Autonomne.cz* [online]. [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: [https://www.autonomne.cz/front/homepage/article-detail?article\\_id=119](https://www.autonomne.cz/front/homepage/article-detail?article_id=119)

BEDNÁŘ, Marek, 2017. Neznámá historie: právě tady se zrodilo ESP, v hlavě jednoho chytrého Němce. *Autoforum.cz* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.autoforum.cz/fascinace/neznama-historie-prave-tady-se-zrodilo-esp-v-hlave-jednoho-chytreho-nemce/>

BERNÁTH, Michal, 2019. Češi mají k autonomním autům pokrytecký přístup. Ať posrání dav, pokud zachrání naše dítě. *Lidovky.cz* [online]. [cit. 2023-04-01]. Dostupné z: [https://www.lidovky.cz/orientace/veda/tank-svym-detem-sousedovi-pocitadlo-cesi-se-vyslovili-k-autonomnim-autum.A181219\\_142559\\_In\\_veda\\_mber](https://www.lidovky.cz/orientace/veda/tank-svym-detem-sousedovi-pocitadlo-cesi-se-vyslovili-k-autonomnim-autum.A181219_142559_In_veda_mber)

BUREŠ, David, 2018. Autonomní vozidlo Uberu nebouralo poprvé. Připomeňte si předchozí nehody aut bez řidiče. *Auto.cz* [online]. [cit. 2023-04-12]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/autonomni-vozdlo-uberu-nebouralo-poprve-pripomente-si-predchozi-nehody-aut-bez-ridice-120201>

CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU, 2015. Aktivní a pasivní prvky bezpečnosti motorových vozidel. *Observař bezpečnosti silničního provozu.cz* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.czrso.cz/clanek/aktivni-a-pasivni-prvky-bezpecnosti-motorovych-vozidel/?id=1611>

- CERMAN, Aleš. Ing. 2019. Autonomní jízda silničních vozidel. *Odborné časopisy.cz* [online]. [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/clanek/autonomni-jizda-silnicnich-vozidel--3746>
- CRUISE SHIP PORTAL, 2020. Autonomous e-container ship YARA BIRKELAND on the way to Norway - the final construction will be postponed indefinitely due to Covid-19. *CSP Cruise Ship portal.com* [online]. [cit. 2023-03-06]. Dostupné z: <https://www.cruiseshipportal.com/news/cruise-news-maritime-news/autonomous-e-container-ship-yara-birkeland-on-the-way-to-norway-the-final-construction-will-be-pos/>
- ČÁP, Jiří a Petr KROČA, 2018. Inteligentní dopravní systémy (ITS). *Technologická platforma silniční dopravy* [online]. [cit. 2023-03-06]. Dostupné z: [https%3A%2F%2Fwww.tpsd-ertrac.cz%2Ffile%2Fkroca-inteligentni-dopravni-systemy-its%2F&usg=AOvVaw3pFjMyJ2zmJYJM1YqV7gS\\_](https%3A%2F%2Fwww.tpsd-ertrac.cz%2Ffile%2Fkroca-inteligentni-dopravni-systemy-its%2F&usg=AOvVaw3pFjMyJ2zmJYJM1YqV7gS_)
- ČERMÁK, Ladislav a TOMÍŠEK Radek, 2021. Historie hybridního pohonu v různých dopravních prostředcích. *FDrive* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/historie-hybridniho-pohonu-v-ruznych-dopravnich-prostredcich-7539>
- ČERNÝ, Ladislav, 2021. Autonomní nákladní vozidla Scania na dálnici. *AutoProfi* [online]. [cit. 2022-02-18]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/autonomni-nakladni-vozidla-scania-na-dalnici-138458>
- ČESKÁ TISKOVÁ KANCELÁŘ, 2006. Historie automobilismu v datech. *iDnes.cz* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/auto/historie/historie-automobilismu-v-datech.A060127\\_172200\\_auto\\_ojetiny\\_fdv](https://www.idnes.cz/auto/historie/historie-automobilismu-v-datech.A060127_172200_auto_ojetiny_fdv)
- ČESKÁ TISKOVÁ KANCELÁŘ, 2021. AŽD představila svůj první autonomní vlak. Na Švestkové dráze mají jezdit bez strojvedoucího do dvou let. *Zdopravy.cz* [online]. [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: <https://zdopravy.cz/azd-predstavila-svuj-prvni-autonomni-vlak-na-svestkove-draze-maji-jezdit-bez-strojvedouciho-do-dvou-let-99462/>
- ČESKÁ TISKOVÁ KANCELÁŘ, 2022. V Praze je aut skoro jako obyvatel, počet vozů stoupl na 1,22 milionu. *Auto.cz* [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/v-praze-je-aut-skoro-jako-obyvatel-pocet-vozu-stoupl-na-1-22-milionu-145392>
- ČESKÁ TISKOVÁ KANCELÁŘ, 2023. O2 a T-mobile postihl výpadek služeb, týkal se hovorů i mobilního internetu. *iDnes.cz* [online]. [cit. 2023-05-08]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/o2-t-mobile-vypadek-mobilnich-sluzeb.A230411\\_184710\\_domaci\\_ihav](https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/o2-t-mobile-vypadek-mobilnich-sluzeb.A230411_184710_domaci_ihav)
- ČT24, 2017. V podzemí motolské nemocnice ožívají robotické želvy. Voží jídlo i skalpely. *ČT24.cz* [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/2159022-v-podzemi-motolske-nemocnice-ozivaji-roboticke-zelvy-vozi-jidlo-i-skalpely>
- DSA, 2022. Jak získat certifikaci pilota a vytvořit si vlastní kariéru v oblasti letectví, aniž by to trvalo déle jak 18 měsíců. *DSA.cz* [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z:

[https://leteckykurz.dsa.cz/ebook?gclid=CjwKCAjwitShBhA6EiwAq3RqAykv7US4-r3kGkMWt7Iw103SLkURFTHXuBUyE-ijvnQZCihQurYpKR0CKdAQAvD\\_BwE](https://leteckykurz.dsa.cz/ebook?gclid=CjwKCAjwitShBhA6EiwAq3RqAykv7US4-r3kGkMWt7Iw103SLkURFTHXuBUyE-ijvnQZCihQurYpKR0CKdAQAvD_BwE)

DUSIL, Tomáš, 2018. První autonomní auto pomáhalo vyvíjet pneumatiky: Vyjelo před půl stoletím!. *Auto.cz* [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/prvni-autonomni-auto-pomahalo-vyvijet-pneumatiky-vyjelo-pred-pul-stoletim-124778>

DVOŘÁK, František, 2021. Autonomní vozidlo srazilo paralympionika, Toyota celou flotilu odstavila. *iDnes.cz* [online]. [cit. 2023-04-12]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/toyota-autonomni-rizeni-paralympijske-hry-tokio.A210831\\_155853\\_automoto\\_fdv](https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/toyota-autonomni-rizeni-paralympijske-hry-tokio.A210831_155853_automoto_fdv)

FALTUS, Michal. JUDr., 2021. Autonomní vozidla a legislativa – spousta otázek, (zatím) málo odpovědí. *Právní prostor.cz* [online]. [cit. 2023-04-12]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/toyota-autonomni-rizeni-paralympijske-hry-tokio.A210831\\_155853\\_automoto\\_fdv](https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/toyota-autonomni-rizeni-paralympijske-hry-tokio.A210831_155853_automoto_fdv)

GRANT, Lany, 2022. Porsche Electric History. *Metrogarage.com* [online]. [cit. 2022-02-12]. Dostupné z: <http://www.metrongarage.com/egger-lohner-c2-phaeton-journal.html>

HÁJEK, Dušan Seikos, 2019. BMW na veletrhu CES demonstruje autonomní motocykl. *Motosvět.cz* [online]. [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://motosvet.cz/novinky/590-bmw-na-veletrhu-ces-demonstruje-autonomni-motocykl.html>

HONDA, 2022. Lane Keep Assist System (LKAS). *Honda.cz* [online]. [cit. 2022-02-12]. Dostupné z: <https://www.honda-mideast.com/en/Benin/safety/Lane-Keep-Assist-System>

JEDLIČKA, Milan, 2022. John Deere představil autonomní traktor. Už letos zamíří do prodeje!. *Agroportal24h.cz* [online]. [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/john-deere-predstavil-autonomni-traktor-uz-letos-zamiri-do-prodeje>

JEDLIČKA, Milan, 2023. Loadix – první autonomní zemědělský nakladač na světě. *Agroportal24h.cz* [online]. [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/loadix-prvni-autonomni-zemedelsky-nakladac-na-svete>

JEŘÁBEK, Petr Krab, 2019. Rudolf Diesel a jeho geniální vynález. *Garáž.cz* [online]. [cit. 2022-02-12]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/rudolf-diesel-a-jeho-genialni-vynalez-21002623?>

JUNA, Petr, 2022. Útoky hackerů na nemocnice sílí. Umírají kvůli nim lidé. *Seznam Zprávy.cz* [online]. [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/fakta-utoky-hackeru-na-nemocnice-sili-umiraji-kvuli-nim-lide-217153>

KASÍK, Pavel, 2018. Samořídící Uber měl 6 sekund na to, aby zabránil smrtelné nehodě. Nesměl. *Idnes.cz*. [online]. [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/technet/technika/uber-samoridici-auto-nehoda-vysetrovani.A180524\\_181042\\_tec\\_technika\\_pka](https://www.idnes.cz/technet/technika/uber-samoridici-auto-nehoda-vysetrovani.A180524_181042_tec_technika_pka)

KILIÁN, Karel, 2019. Za tragickou nehodu autonomního vozu Uberu může špatné nastavení, tvrdí vyšetřovatelé. *Živě.cz* [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z:

<https://www.zive.cz/clanky/za-tragicickou-nehodu-autonomniho-vozu-uberu-muze-spatne-nastaveni-tvrdi-vysetrovatele/sc-3-a-201075/default.aspx>

KILIÁN, Karel, 2023. Airbus testuje autonomní technologie. Letadla budou umět sama vzlétnout, přistát i pojíždět. *Živě.cz* [online]. [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://vtm.zive.cz/clanky/airbus-testuje-autonomni-technologie-letadla-budou-umet-sama-vzletnout-pristat-i-pojizdet/sc-870-a-220292/default.aspx>

KOLÁŘ, Martin, 2022. B Pilotní program pro autonomní nákladní vozidla v Evropě a Číně. *TruckFocus.cz* [online]. [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://truckfocus.cz/novinky/29367,pilotni-program-pro-autonomni-nakladni-vozidla-v-evrope-a-cine>

KOVÁŘ, Dominik, 2022. Budoucnost za dveřmi: V San Franciscu začnou jezdit autonomní taxi. *Auto.cz* [online]. [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/budoucnost-za-dvermi-v-san-franciscu-zacnou-jezdit-autonomni-taxi-144373>

KREMR, Tomáš, 2022. Minibus jezdí i zastavuje sám. Svezl první cestující. Možná je zarazilo, že v něm přesto sedí řidič. *Radiožurnál.rozhlas.cz* [online]. [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: <https://radiozurnal.rozhlas.cz/minibus-jezdi-i-zastavuje-sam-svezl-prvni-cestujici-mozna-je-zarazilo-ze-v-nem-8835336>

LIZAMA, Pablo, 2013. Motores de combustión. *Vayainvento.com* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <http://tecnologia2vayainvento.blogspot.com/2013/02/motores-de-combustion.html>

LOGISTIKA, 2018. Sportřák místo tahače. Volvo Trucks představilo prototyp autonomního elektromobilu pro přepravu nákladu. *Logistika.cz* [online]. [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://logistika.ekonom.cz/c1-66244020-sportak-misto-tahace-volvo-trucks-predstavilo-prototyp-autonomniho-elektromobilu-pro-prepravu-nakladu>

MAJURNÍK, Jan, 2023. Řidiči za šest stovek, chodci za polovinu. Policie prozradila, jak vysoké pokuty platíte. *Garáž.cz* [online]. [cit. 2023-05-04]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/servis-zebricek-nejcastejsich-prestupku-krome-ridicu-hresili-i-chodci-a-cykliste-21009566>

MACHÁČ, Roman, 2021. V Pekingu spustili autonomní taxi pro každého. Jde o budoucnost dopravy? *Elektrické vozy.cz* [online]. [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/v-pekingu-spustili-autonomni-taxi-pro-kazdeho-jde-o-budoucnost-dopravy>

MAJURNÍK, Jan, 2019. TOP 10 nejrychlejších neznámých elektromobilů; zvládnou i přes 550 km/h. *Hybrid.cz* [online]. [cit. 2022-02-11]. Dostupné z: <https://www.hybrid.cz/top-10-nejrychlejsich-neznamych-elektromobilu-zvladnou-i-pres-550-kmh/>

MAJURNÍK, Jan, 2023. Nejvíce se bourá v pátek, ale smrtka chodí v pondělí: Policejní statistiky nehodovosti 2022. *Garáž.cz* [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/servis-auto-cisla-statistiky-nejvice-se-boura-v-patek-ale-smrtka-chodi-v-pondeli-policejni-statistiky-nehodovosti-2022-21009551>

- MARKOVIČ, Jan, 2017. Připoutejte se prosím! Bezpečnostní pásy v Česku slaví 50 let, přišly ze Švédska. *Aktuálně.cz* [online]. [cit. 2022-02-12]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/pripoutejte-se-prosim-bezpecnostni-pasy-v-cesku-slavi-50-let/r~d79f9c8ace6e11e6a8cb002590604f2e/>
- MINISTERSTVO DOPRAVY, 2017. Autonomní mobilita. *MDCR.cz* [online]. [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://www.mdcrcz.cz/Uzitecne-odkazy/Autonomni-mobilita>
- MINISTERSTVO DOPRAVY, 2017. Vize rozvoje autonomní mobility. *MDCR.cz* [online]. [cit. 2023-03-19]. Dostupné z: <https://www.mdcrcz.cz/Uzitecne-odkazy/Autonomni-mobilita>
- MOKŘÍŠ, Jakub, 2023. Jak funguje head-up displej. *Portál řidiče.cz* [online]. [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://www.portalridice.cz/clanek/jak-funguje-head-up-displej>
- NOVINKY.cz, 2017. První jízda autonomního autobusu skončila nehodou. *Novinky.cz* [online]. [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/clanek/auto-prvni-jizda-autonomniho-autobusu-skoncila-nehodou-40051399>
- PORSCHE MUSEUM, 2022. Ferdinand Porsche as hybrid drive pioneer. *Presskit.porsche.de*. [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://presskit.porsche.de/museum/en/2019/topic/exhibitions/cars/reconstruction-of-the-semester-vivus-hybrid-car-from-1900.html>
- POSPÍCHAL, Tomáš, 2022. u Olomouce se testuje prototyp prvního autonomního zemědělského robota Cronos Quadro vyvíjeného v Česku. *Agroportal24h.cz* [online]. [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/u-olomouce-se-testuje-prototyp-prvniho-autonomniho-zemedelskeho-robota-cronos-quadro-vyvijeneho-v-ceskuautonmni-tractor>
- PULTZNER, Tomáš, 2018. Budoucnost se blíží mílovými kroky. V Las Vegas nás svezl autonomní autobus. *fDrive.cz* [online]. [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/budoucnost-se-blizi-milovymi-kroky-v-las-vegas-nas-svezl-autonmni-autobus-1853>
- REDAKCE AUTO.CZ, 2018. Autopilot Tesly zabíjel. Během tragické nehody Modelu X byl zapnutý. *Auto.cz* [online]. [cit. 2023-04-12]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/autopilot-tesly-zabijel-behem-tragicke-nehody-modelu-x-byl-zapnuty-120326>
- REDAKCE IOT NETWORK NEWS.COM, 2021. DB a Siemens představily první automatický vlak na veřejné trati pod ETCS. *Auto.cz* [online]. [cit. 2023-04-12]. Dostupné z: <https://cz.iot-nn.com/blog/2021/10/20/siemens-a-deutsche-bahn-predvedly-automaticky-vlak/>
- REDAKCE ZDOPRAVY.CZ, 2021. Siemens a Deutsche Bahn předvedly automatický vlak. *Network news.com* [online]. [cit. 2023-04-12]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/autopilot-tesly-zabijel-behem-tragicke-nehody-modelu-x-byl-zapnuty-120326>
- ROSA, Tomáš, 2022. Nehody samořídících vozidel: Řidiči za ně nemají být zodpovědní, tvrdí odborníci. *Deník.cz* [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: <https://www.denik.cz/veda-a-technika/nehody-samoridici-vozidla-ridici-trestni-odpovednost-velka-britanie-2023012.html>

RYCHTERA, Mario, 2023. Hyundai zavádí autonomní taxi. V nejrůšnějším městě světa ho čekají mimořádné nástrahy. *Autorevue.cz* [online]. [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: <https://www.autorevue.cz/hyundai-zavadi-autonomni-taxi-v-nejrůšnějším-městě-světa-ho-cekaji-mimoradne-nastrahy>

SAJDL, Jan, 2022a. ASR (Antriebsschlupfregelung). *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/asr-antriebsschlupfregelung/>

SAJDL, Jan, 2022b. ABS (Anti-lock Braking System). *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/abs-anti-lock-braking-system/>

SAJDL, Jan, 2022c. ESP (Electronic Stability Programme). *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/esp-electronic-stability-programme/>

SAJDL, Jan, 2022d. Active Drive (4Control). *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/active-drive/>

SAJDL, Jan, 2022e. BAS (Brake Assistant System). *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/bas-brake-assistant-system/>

SAJDL, Jan, 2022f. EBV (Elektronische BremseVerteilersystem). *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/ebv-elektronische-bremseverteilersystem/>

SAJDL, Jan, 2022g. Opel eye. *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/opel-eye/>

SAJDL, Jan, 2022h. ACC (Adaptive Cruise Control). *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/acc-adaptive-cruise-control/>

SAJDL, Jan, 2022i. BLIS (Blind Spot Information System). *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/blis-blind-spot-information-system/>

SAJDL, Jan, 2022j. Airbag. *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/airbag/>

SAJDL, Jan, 2022k. IPS (Intelligent Protection System). *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/ips-intelligent-protection-system/>

SAJDL, Jan, 2022l. Funkce Corner. *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/svetlomety-s-funkci-corner/>

SAJDL, Jan, 2022m. ISOFIX. *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/system-isofix/>

SAJDL, Jan, 2022n. Aktivní opěrka hlavy. *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/aktivni-operka-hlavy/>

SAJDL, Jan, 2022o. Interactive Vehicle Communication (Car-to-Car). *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2023-03-06]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/interactive-vehicle-communication-car-to-car/>

SAJDL, Jan, 2022p. PPDB (Pyrotechnic Pedestrian Deployable Bonnet. *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2023-03-06]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/ppdb-pyrotechnic-pedestrian-deployable-bonnet/>

SEDLÁČEK, Vojtěch, 2019. Elektrina a autonomie v ostrém provozu. Švédský tahač T-Pod nemá řidiče a jezdit bude i pro Coca-Colu. *Czechcrunch.cz* [online]. [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://cc.cz/elektrina-a-autonomie-v-ostrem-provozu-svedsky-tahac-t-pod-nema-ridice-a-jezdit-bude-i-pro-coca-colu/>

SEN, Gautam, 2020. Freewheeling: The car before the motor carb. *Stirworld.com* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.stirworld.com/think-columns-freewheeling-the-car-before-the-motor-car>

SVATOŠ, Patrik, 2019. Ve Phoenixu si můžete objednat autonomní taxi Waymo. *fDrive.cz* [online]. [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/ve-phoenixu-si-muzete-objednat-autonomni-taxi-waymo-3715>

ŠURKALA, Milan, 2022. Autonomní elektrická loď Yara Birkenland vyplula do norských vod. *Svět hardware.cz* [online]. [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://www.svehardware.cz/autonomni-elektricka-lod-yara-birkenland-vyplula-do-norskych-vod/56488>

TELEVIZE NOVA.CZ, (2020). Za volantem sledovala televizní šou. Teď má na triku zabít z nedbalosti. *TN.cz* [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: [https://tn.nova.cz/auto/clanek/417846-za-volantem-sledovala-televizni-sou-ted-ma-na-triku-zabiti-z-nedbalosti?campaignsrc=tn\\_clipboard](https://tn.nova.cz/auto/clanek/417846-za-volantem-sledovala-televizni-sou-ted-ma-na-triku-zabiti-z-nedbalosti?campaignsrc=tn_clipboard)

TELEVIZE NOVA.CZ, (2022). V Brně se bude testovat první autonomní minibus. Rovnou začne vozit cestující. *TN.cz* [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: [https://tn.nova.cz/auto/clanek/457059-v-brne-se-bude-testovat-prvni-autonomni-minibus-rovnou-zacne-vozit-cestujici?campaignsrc=tn\\_clipboard](https://tn.nova.cz/auto/clanek/457059-v-brne-se-bude-testovat-prvni-autonomni-minibus-rovnou-zacne-vozit-cestujici?campaignsrc=tn_clipboard)

VPORTAL.CZ, (2023). Pokrytí GSM, LTE,5G. *VPortal.CTU.cz*. [online]. [cit. 2023-05-07]. Dostupné z: [https://vportal.ctu.cz/mobile/mapa?x=16.0501431&y=49.4674291&z=7&o=0&t=4&f=0&m=st&r=ra&v=avg&e=c&a=z&c=pop&mp=0\\_100&ma=0\\_90&ea=0\\_100&ba=0\\_90&bp=0\\_100&ca=1\\_100&am=1\\_50&bt=0\\_80\\_d&bg=1\\_40\\_b](https://vportal.ctu.cz/mobile/mapa?x=16.0501431&y=49.4674291&z=7&o=0&t=4&f=0&m=st&r=ra&v=avg&e=c&a=z&c=pop&mp=0_100&ma=0_90&ea=0_100&ba=0_90&bp=0_100&ca=1_100&am=1_50&bt=0_80_d&bg=1_40_b)

VOLVO TRUCKS, 2018. Společnost Volvo Trucks představuje přepravní řešení budoucnosti využívající autonomní elektromobily. *Volvotrucks.com* [online]. [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://www.volvotrucks.cz/cs-cz/news/press-releases/2018/sep/Pressrelease-180912.html>

VOLVO, 2019. BLIS w/Cross Traffic Alert (CTA) & Rear Collision Warning. *Volvo.com* [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: [https://volvo.custhelp.com/app/answers/detail/a\\_id/9874/~/blind-spot-information-system-%28blis%29-overview](https://volvo.custhelp.com/app/answers/detail/a_id/9874/~/blind-spot-information-system-%28blis%29-overview)

WARWICK, Kevin, 1999. Asimovovy zákony robotiky. *VESMÍR.cz* [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/1999/cislo-3/asimovovy-zakony-robotiky.html>

## SEZNAM TABULEK

<b>Tabulka 1</b>	Porovnání mobilních sítí .....	45
<b>Tabulka 2</b>	Vývoj nehodovosti v letech 2018–2022.....	47
<b>Tabulka 3</b>	Nejčastější příčiny dopravních nehod v letech 2018–2022 .....	49

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obrázek 1</b>	Skica Leonarda da Vinci	9
<b>Obrázek 2</b>	Vozidlo Gottlieba Daimlera z roku 1886	10
<b>Obrázek 3</b>	Vozidlo Jeana Etienna Lenoira	10
<b>Obrázek 4</b>	První funkční stabilní motor Diesel z roku 1897	10
<b>Obrázek 5</b>	Egger-Lohner C.2 Phanteon	11
<b>Obrázek 6</b>	Lohner-Porsche Semper Vivus	11
<b>Obrázek 7</b>	Torpedo Kid	11
<b>Obrázek 8</b>	Autonomní Mercedes Benz	13
<b>Obrázek 9</b>	Zobrazení prostřednictvím head-up displeje	15
<b>Obrázek 10</b>	Zobrazení funkce systému LKAS	15
<b>Obrázek 11</b>	Výstraha systému BLIS	16
<b>Obrázek 12</b>	System Car-To-Car vozidel Mercedes Benz	17
<b>Obrázek 13</b>	Mezinárodně uznávaný žebříček stupňů autonomie od SAE International v překladu českého ministerstva dopravy	21
<b>Obrázek 14</b>	Základní systémy autonomního vozidla	22
<b>Obrázek 15</b>	Havarované vozidlo Lexus RX 450h	30
<b>Obrázek 16</b>	Nehoda vozidla Volvo	32
<b>Obrázek 17</b>	Zničené vozidlo Tesla X	33
<b>Obrázek 18</b>	Robotaxi e-Palette	34
<b>Obrázek 19</b>	Hyundai Ioniq v Las Vegas	35
<b>Obrázek 20</b>	Chevrolet Bolt firmy Cruise	35
<b>Obrázek 21</b>	Autonomní TAXI společnosti Baidu	35
<b>Obrázek 22</b>	Autonomní TAXI společnosti Waymo	36
<b>Obrázek 23</b>	Autonomní minibus v Brně	36
<b>Obrázek 24</b>	Plně autonomní autobus společnosti Navya v Las Vegas	37
<b>Obrázek 25</b>	Autonomní minibus EasyMile	37
<b>Obrázek 26</b>	Minibus Olli vyráběný 3D tiskem	37
<b>Obrázek 27</b>	Finský minibus Sensible 4 GACHA	38
<b>Obrázek 28</b>	Autonomní vozidlo Scania	38
<b>Obrázek 29</b>	T-.Pod v barvách DB Schenker v Jönköpingu	39

<b>Obrázek 30</b> Autonomní elektromobil Volvo Vera	40
<b>Obrázek 31</b> Autonomní motocykl BMW	40
<b>Obrázek 32</b> Kabina strojvedoucího v testovaném vlaku	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
<b>Obrázek 33</b> Autonomní vlak hamburské S-Bahn	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
<b>Obrázek 34</b> Robotický vojenský prostředek	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
<b>Obrázek 35</b> Vozíky tzv. „želvy“ v motolské nemocnici	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
<b>Obrázek 36</b> Manipulátor Loadix	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
<b>Obrázek 37</b> Zemědělský robot Cronos Quadro	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
<b>Obrázek 38</b> Kabina autonomního traktoru John Deere	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
<b>Obrázek 39</b> Autonomní loď Yara Birkeland	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>

## SEZNAM ZKRATEK

ABS	Antiblockiersystem; protiblokovací systém
ESP	Elektronic stability programme, elektronický stabilizační program
ASR	Antriebsschlupfregelung; protiprokluzový systém
BAS	Brake assistant system; brzdový asistent
EBV	Elektrinishe bremsverteilssystem; systém pro rozdělení brzdného tlaku
LKAS	Lane keeping assist system; systém varování před vybočením z jízdního Pruhu
ACC	adapctice cruise control; adaptivní tempomat
BLIS	systém hlídání mrtvých úhlů
IPS	intelligent protection system; systém spolupráce bezpečnostních prvků
PPBD	pyrotechnic pedestrian deployable bonnet; aktivní přední kapota