



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



Technologické trendy v silniční dopravě

2. etapa

Směry technologického vývoje,
oblast bezpečnost silničního provozu

Fakulta dopravní ČVUT v Praze
červenec 2018



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



Obsah

Směry možného technologického vývoje	3
1.1 Východiska	3
1.2 Autonomní řízení	3
1.3 Asistenty řízení	5
1.4 Vývoj materiálů	5
1.5 Připojení vozidel do internetu, OTA aktualizace	7
1.6 Infrastruktura	7
1.7 Elektromobilita	9
1.8 Individuální a hromadná doprava ve městech	9
Identifikace vhodného uplatnění nových technologií a přístupů	11
1.9 Autonomní řízení	11
1.10 Inteligentní asistenty	11
1.11 Výcvik řidičů	13
1.12 Elektromobilita	14
1.13 Bezpečnost cyklistů a elektro-cyklistů	16
Shrnutí	18

Směry možného technologického vývoje

1.1 Východiska

Žijeme v době, kdy se výrazně vyvíjí technologie a spolu s nimi i způsoby přepravy. Rozšiřuje se elektromobilita, všudypřítomné propojení lidí a zařízení do online systémů. Cílem úprav a moderování dopravního proudu by stále měla být zejména co nejvyšší bezpečnost, rychlost, co nejnižší náklady (s ohledem na životní cyklus opatření) a co nejvyšší přístupnost a otevřenost řešení. Základem je snaha o co nejotevřenější řešení, s minimem proprietárních technologií a uzavřených systémů, protože se mohou objevovat nové technologie, které v horizontu 20 let výrazně změní potřeby infrastruktury, typicky navrhované na delší životnost.

Počet těžce zraněných a usmrčených osob při dopravních nehodách dlouhodobě klesá, ale přesto dosažené hodnoty nespĺňují předpoklady vytyčené v Národní strategii bezpečnosti silničního provozu¹ (427 vs. 502 reálně usmrčených). Základní principy této strategie jsou shrnuty ve třech oblastech – bezpečné pozemní komunikace, bezpečné dopravní prostředky a bezpečné chování. S rozvojem elektroniky, asistentů řízení a inteligentních dopravních komunikací se tyto oblasti stále více prolínají a zlepšení v jedné z nich se může projevit v jiné – např. asistent upozornění na překročení maximální dovolené rychlosti (bezpečný dopravní prostředek) může upozornit řidiče na to, že se chová nelegálně (bezpečné chování).

1.2 Autonomní řízení

V současné době nejsou na trhu vyspělé systémy automatického řízení (autonomie úrovně 4 a vyšší) a s největší pravděpodobností nejsou ani blízko uvolnění do sériové výroby. Přestože jsou autonomní automobily často zviditelňovány v médiích, nejde do velké míry o nic víc než o reklamu některých automobilek, které ve skutečnosti nabízí více či méně pokročilé asistenty řízení. V této oblasti panoval velký optimismus, např. Volvo v roce 2015 oznámilo, že v roce 2017 budou k dispozici plně autonomní vozidla, která bude testovat ve spolupráci s vybranými zájemci z řad veřejnosti (což se nestalo), Tesla průběžně odkládá vylepšenou verzi svého autopilota (což je marketingový název pro systém adaptivního tempomatu s asistentem řízení na úrovni autonomie 2). Nejpokročilejší systém nabízí v současnosti Audi, které pro model A8 modelového roku 2018 slibuje autonomní řízení úrovně 3, ale za splnění různých podmínek – relativně nízká rychlost do 50 km/h, směrově oddělená komunikace, další vozidla přítomná v okolních souběžných pružích.

¹ <https://www.ibesip.cz/Pro-odborniky/Narodni-strategie-BESIP>

Do roku 2025 lze očekávat více vozidel s autonomním řízením úrovně 3, pravděpodobně použitelným jen ve specifických podmínkách. Bude je nabízet většina automobilek, ale budou vyhrazeny jen vyšším modelům a penetrace trhu tak bude fakticky velmi nízká. Je pravděpodobné, že nebudou masově zaváděny z důvodu vysokých výrobních nákladů (které samozřejmě postupně klesnou, jak je u technologií obvyklé).

Autonomie stupně 3 je také vnímána jako nejproblematictější z hlediska bezpečnosti. Řidič musí být stále schopný převzít řízení od vozidla, ale až po upozornění a nemusí dávat pozor po celou dobu řízení. Výzkumy ukazují, že pro řidiče včasné převzetí kontroly může být složité, až nemožné². Některé automobilky (Volvo, Ford a další) oznámily, že nebudou nabízet vozidla se systémem asistence na úrovni 3 a nabídnou až vozidla úrovně 4³. Je teoreticky možné, že po negativních zkušenostech budou v budoucnu eventuálně systémy úrovně 3 zakázány a deaktivovány, pokud dojde k většímu počtu nehod, které nepřímo zavíní.



Obrázek 1: Waymo, autonomní taxi v Phoenixu (úroveň autonomie 4), první systém otevřený pro veřejnost (<https://www.theverge.com/2017/12/19/16796370/waymo-trov-self-driving-car-insurance>)

² <http://auto2xtech.com/volvo-to-skip-level-3-autonomous-mode/>

³ <https://www.linkedin.com/pulse/another-carmaker-skips-level-3-automated-driving-georgios-stathousis>

1.3 Asistenty řízení

Některé systémy jsou už dnes běžně dostupné a jsou jimi vybavena standardní auta, byť vesměs střední a vyšší třídy. Nejlevnější auta pravděpodobně nebudou v horizontu 5 let disponovat autonomií úrovně 2 – adaptivní tempomat a řízení v jízdním pruhu – běžný ale bude systém nouzového brzdění před překážkou. Podle IIHS⁴ (Insurance Institute for Highway Safety) je u aut vybavených automatickým brzděním před překážkou o 40 % nižší počet nehod, které souvisí se zastavením před vozidlem vpředu. Pokud systém pouze varuje, nikoli autonomně brzdí, snížení počtu nehod je o 23 %⁵. V USA by měly být prakticky všechny nové automobily od roku 2022 vybaveny touto funkcí⁶, v Evropě probíhají diskuze, ale zatím nejsou přijata žádná opatření. Tato opatření se ale dají v horizontu několika let očekávat.

Přestože má dnes pokročilé asistenty málo aut, projevují se problémy s akceptací. Řidiči systémy umí nějak používat, ale nikdy nečetli manuály k nim a nikdo je nepoučil, takže neznají omezení systémů. To může být velmi nebezpečné (viz mediálně exponované smrtelné nehody automobilů Tesla v režimu „autopilot“). Pokud řidič neví, za jakých okolností systém pravděpodobně selže a co ho ovlivňuje, nemůže ho zodpovědně používat. Proto je otázka, zda by řidiči neměli projít základním školením k zakoupenému vozu. Dále je zjevná nutnost dohlížet na marketingová sdělení výrobců, která mohou být pro řadu zákazníků/uživatelů aut zavádějící.

Další otázkou s otevřenou odpovědí je, jak bude vypadat dopravní proud tvořený směsí aut s a bez asistenčních systémů. Systémy mají při selhání např. tendenci nečekaně prudce zabrzdit, což v hustém provozu, kde mnoho řidičů nerespektuje bezpečný odstup od vozidla před sebou, pravděpodobně způsobí nehodu. Senzory nejsou dostatečně spolehlivé, kognitivní neuronové sítě v řídicích systémech vozidel nejsou dostatečně inteligentní a u současných prototypových autonomních aut mají občas problém odlišit, co je a není nebezpečí – např. rozpoznat lidi na okraji vozovky od keřů a další vegetace.

1.4 Vývoj materiálů

Méně nápadným, ale klíčovým trendem současnosti je využití kombinace různých materiálů při výrobě karoserie. Zcela konvenční je kombinace běžných a vysokopevnostních ocelí pro místa kritická pro pasivní bezpečnost, pomalu se objevují karoserie kombinující ocel, hliník a

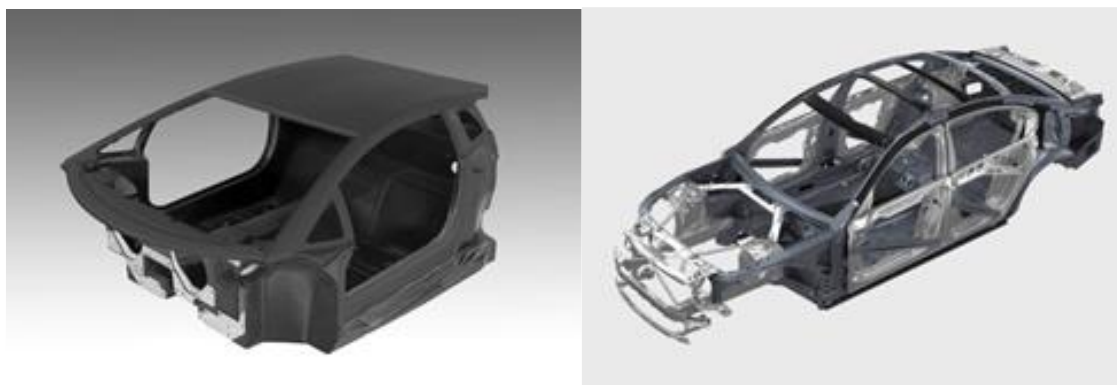
⁴ <http://www.iihs.org>

⁵ <http://www.iihs.org/iihs/news/desktopnews/crashes-avoided-front-crash-prevention-slashes-police-reported-rear-end-crashes>

⁶ <https://www.theverge.com/2016/3/17/11253656/nhtsa-iihs-automatic-emergency-braking-agreement-2022>

kompozity (BMW 7 od roku 2015). Karoserie z uhlíkových vláken byla poprvé použita u Formule 1 v roce 1981, v 90. letech začala být používána u drahých supersportovních silničních aut, v roce 2013 byla poprvé použita u běžného vozidla, resp. relativně dostupného elektromobilu BMW i3. Použití karbonu pro části karoserie je běžnější, přestože stále ne masově využíváné. Výroba je stále výrazně dražší než u karoserie z oceli, takže je uhlíkový kompozit používán jen tam, kde potřebuje výrobce snížit hmotnost, např. střecha, kapota. BMW, které je v používání uhlíkových kompozitů u obyčejných aut nejdále, oznámilo nové výrobní technologie, které dále zlevní tyto materiály⁷.

Uhlíkové kompozity mají mnohem lepší vlastnosti při nárazu, než ocel či hliník, což je také důvod, proč se primárně začaly využívat ve Formuli 1. Je možné z nich udělat ochranný monokok pro posádku, který vydrží náraz ve vysokých rychlostech (ty používá např. Lamborghini), nebo je použít na některá místa karoserie (BMW řady 7).



Obrázek 2: Celo-karbonový monokok Lamborghini vs. kompozitní karoserie u BMW řady 7 – hliník, ocel, uhlíkový kompozit (<http://www.sub5zero.com/2016-bmw-7-series-is-a-composite-cruiser-w-videos/>, <https://www.roadandtrack.com/new-cars/car-technology/news/a1980/check-out-lambos-new-all-carbon-monocoque-19915/>)

V příštích letech lze očekávat rozšíření používání uhlíkových kompozitů, ale nepůjde o masově rozšířenou technologii, kterou potkáme u levných modelů aut. To by se mohlo změnit s vývojem výrobních materiálů, např. netkanými uhlíkovými textiliemi a dalšími materiály, nicméně je i v horizontu 10 let bude používat menšina nových aut.

⁷ <https://newatlas.com/bmw-carbon-composite-manufacture/54068/>

1.5 Připojení vozidel do internetu, OTA aktualizace

Připojení automobilů k internetu se stává běžné a v budoucnu se dále rozšíří. U většiny aut v současnosti souvisí se zábavními a komfortními systémy (palubní WiFi, ovládání nezávislého topení na dálku apod.). Dále jsou k sítím připojeny bezpečnostní systémy (eCall a další). Některé vozy už dnes umí dostávat od výrobce OTA (over the air) aktualizace. K tomu se váže riziko, kdy systémy auta mohou být přímo ovlivnitelné zvenčí, bez fyzického zásahu do vozidla. V letech 2014–2016 byla předvedena řada napadení (hacků) vozidla Jeep Cherokee, kde útočníci mohli vzdáleně ovládat zrychlení a řízení auta, přičemž řidič mohl pouze sledovat, co se děje⁸. V poslední době (jaro 2018) bylo např. objeveno 14 různých způsobů kompromitace softwaru vozidel BMW, z toho šest z nich mohlo být provedeno na dálku⁹. Výhodou vozidel umožňujících vzdálený přístup ale zůstává možnost aktualizace a tím zvýšení preventivní ochrany proti hackerům, pokud automobilka odhalí slabá místa v softwaru. Přestože je tato problematika v současnosti zcela okrajová a mezi veřejností se prakticky řeší pouze z hlediska krádeže vozidla, během několika let může být kriticky důležitá.

Dalším specifikem OTA aktualizací je potřeba dohledu nad automobilkami. Zajímavou ukázkou je Tesla model 3, který při testu renomované společnosti Consumer reports¹⁰ vykazoval nekonzistentní brzdění z rychlosti 60 mil v hodině. Při prvním prudkém brzdění zastavilo vozidlo přibližně na 130 stopách (~40 metrů), což odpovídá tomu, jak brzdí jiné automobily střední třídy. Pokud se však test opakoval, Tesla potřebovala k zastavení 150 až 200 stop, což je horší než americké osobní trucky typu Ford F150 (ten potřebuje cca 150–160 stop). Nepomohlo ani nechat brzdy ochladit. Tesla během několika dnů všechny vozidla aktualizovala pomocí OTA a nyní všechny brzdí opakovaně na ~130 stopách, oficiální důvod byla chyba v kalibraci kontroly brzděného účinku.¹¹ Problém je, že by tato kalibrace měla být vyřešena už v době homologace a je nepřijatelné, aby byla vozidla uváděna do bezpečného stavu až v průběhu provozu právě pomocí OTA aktualizací.¹²

1.6 Infrastruktura

V souvislosti se zlevňováním technologií (senzorů, kamer, výpočetních systémů) a vývojem softwaru, především rozpoznávání obrazu na bázi strojového učení, lze očekávat masivnější

⁸ <https://www.wired.com/2016/08/jeep-hackers-return-high-speed-steering-acceleration-hacks>

⁹ <https://thehackernews.com/2018/05/bmw-smart-car-hacking.html>

¹⁰ <https://www.consumerreports.org>

¹¹ <https://www.wired.com/story/tesla-model3-braking-software-update-consumer-reports/>

¹² <https://www.motherjones.com/kevin-drum/2018/05/lets-hold-the-applause-for-teslas-brake-update>

rozšíření systémů, které jsou v současnosti nasazené např. v tunelech nebo na některých úsecích dálnic. Více komunikací bude vybaveno inteligentním řízením provozu, buď liniovým, nebo v případě měst na celých oblastech. To umožní zvýšení komfortu a kapacity a zároveň snížení nehodovosti. Inteligentní rozproštění dopravy už ale fakticky funguje dnes, pokud řidič používá navigaci od Googlu či aplikace jako Waze. Tyto navigace řidiče samy navádí do cíle nejrychlejší trasou a nejsou vůbec závislé na sensorovém vybavení komunikací (získávají svá data v reálném čase mj. z telefonů dalších řidičů).

V současné době musí být všechna nová vozidla vybavena systémem eCall, který sám upozorní IZS v případě nehody. Některé typy vozidel jsou vybavena telemetrií, černou skříňkou, která ukládá data o jízdě vozidla. Tato zařízení nejsou v současnosti povinná nebo standardní, využívají je buď výrobci aut (a data z nich nejsou otevřená, výrobci je využívají pro vývoj, mj. i systémů autonomního řízení), nebo jimi mohou být vozidla dovybavena, což je běžné např. u služebních aut. Posledních cca pět let probíhají diskuze o automatickém omezovači maximální rychlosti, který by v závislosti na poloze vozidla omezoval maximální rychlost na nejvyšší dovolenou v daném místě. Protože jsou už automobily běžně připojeny k internetu a technicky je možné shromažďovat všechna data a případně je odesílat (např. automatický výběr pokut), je otázkou času, kdy budou tyto systémy zavedeny. Pravděpodobně by snížily nehodovost, počty zraněných a škody, lze ale očekávat velký odpor veřejnosti, která je může vnímat jako nepřiměřený zásah do soukromí.

Samostatným tématem je zabezpečení inteligentní infrastruktury (ve smyslu silničních komunikací), která prakticky umožňuje dva typy zneužití. Prvním z nich je napadení a uvedení do poruchového stavu (vypnutí, v horším případě nebezpečný stav). Pokud by např. část města přišla o řízení světelných křižovatek a proměnných dopravních značek, povede to ke kolapsu dopravy, zdržením a návazným ekonomickým škodám. Druhý způsob napadení je méně nápadný. Útočník by mohl pomocí infrastruktury sledovat pohyb jednotlivých vozidel a získávat soukromé informace o jejich poloze v čase. Zároveň to otvírá další vektor útoku na vozidla, která komunikují s infrastrukturou (a předpokládají, že data z ní nejsou kompromitovaná). Tato problematika se vztahuje na všechny zdroje dat, podle kterých se vozidlo řídí, např. GPS.¹³

Nebezpečím, které bylo téměř neviditelné a projevilo se až v současné době, je stav starších staveb, které jsou součástí infrastruktury. Po pádu lávky v pražské Troji a zejména po katastrofě v Janově se ukázalo, že úroveň sledování potenciálně nebezpečných mostních konstrukcí je nedostatečná. Rizikovým faktorem, který byl společný pro obě stavby, byla

¹³ <https://arstechnica.com/information-technology/2018/07/a-225-gps-spoofers-can-send-autonomous-vehicles-into-oncoming-traffic/?comments=1&post=35681569>

korozí nosných lan skrytých pod betonem – jejich diagnostika proto byla komplikovaná, až fakticky nemožná. Tyto nehody ukázaly na nutnost důkladněji sledovat stav konstrukcí, zároveň se toto téma stalo laicky známým, což přináší pozitivní trend do budoucna (více dohledu a jednodušší alokace zdrojů na kontrolu a opravy, protože jde o atraktivní a politicky vděčné téma).

1.7 Elektromobilita

Ve městech bude dále omezována IAD (individuální automobilová doprava) ve prospěch MHD (městská hromadná doprava) a tzv. udržitelných druhů dopravy. Cílem je vytvořit příjemnější prostředí pro své obyvatele a snížit znečištění vzduchu. Z hlediska bezpečnosti nelze jednoznačně říct, že vozidla poháněná elektromotory jsou bezpečnější pro pasažéry či chodce. Elektromobilů je pro spolehlivou statistiku stále příliš málo. Baterie mohou při nárazu začít hořet, podobně jako konvenční paliva (požár při dopravní nehodě je nicméně u současných aut celkově výjimečný, nejen u elektromobilů). Výhodou, která se projevuje dle NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration)¹⁴ je jiné rozložení hmotnosti než u konvenčního auta. Velká hmotnost akumulátorů v podlaze (stovky kilogramů) výrazně zlepšuje stabilitu a odolnost vůči převržení, na druhou stranu zhoršuje brzdovou dráhu. Mediálně se často objevují prohlášení o bezpečnosti elektromobilů Tesla, ale jde o nepodložené PR (public realitons), kdy není zřejmé, na jakých datech je statistika stavěná. Dle NHTSA je bezpečnost srovnatelná s vozy stejné (prémiové) kategorie, která je obecně vyšší než u běžných vozů nižších tříd (kvůli použitým materiálům, celkové hmotnosti a dalším faktorům).

1.8 Individuální a hromadná doprava ve městech

Lze vidět trend rozvoje individuální mikro-elektromobility ve formě elektrokol, elektrokoloběžek, segwayů a dalších samobalančních zařízení. Na jaře 2018 byl například velký problém v San Franciscu se startupy, které nabízely půjčení elektrokoloběžek (Lime, Bird, Spin)¹⁵. Rozšíření této dopravy vedlo k nehodám na chodnících a dalším problémům, např. blokování chodníků odstavenými koloběžkami, což se už dnes stává v Praze a Brně s Rekoly a dalšími bikesharingy (např. OFO).

¹⁴ <https://www.nhtsa.gov/vehicle/2017/TESLA/MODEL%252520X%252520P100D/SUV/AWD#safety-ratings-frontal>

¹⁵ <https://www.theverge.com/2018/7/10/17550010/san-francisco-scooters-world-uber-lyft-spin-ridesharing>



Obrázek 3: Důsledky nezvládnutého zavádění bikesharingu, Čína
(<https://www.businessinsider.com.au/china-is-struggling-to-contain-its-epic-bike-sharing-boom-2017-4>)

Ve městě, které má pro udržitelné dopravní prostředky vyhrazené komunikace (pruhy, cyklojednosměrky, pěší zóny atd.), by rozvoj těchto způsobů dopravy nezpůsobil takové potíže a mohl by být cestou k rychlejší, ekologičtější, levnější a přístupnější místní dopravě. Naopak v centru města může dojít k více konfliktům s chodci, chybí zde cyklotrasy a prostupnost města legálními cestami komplikuje systém jednosměrných ulic, které vznikly primárně kvůli omezení automobilů – cyklisté pak musí jezdit frekventovanými ulicemi, popř. ještě hůře, ilegálně po chodníku. Využívání společného dopravního prostoru chodci, vozidly a cyklisty musí být spojeno s tolerancí a ohleduplností všech stran. Např. statistiky zachytí jen zlomek přestupků cyklistů, mezi nimiž mnoho dělá tak závažné přestupky, jako je jízda na červenou (např. využití zelené pro chodce na přechodu), u motorových vozidel je tento přestupek marginální (přesto velmi nebezpečný).

V současnosti je navíc pro cyklisty přes den (10–17 hodin) uzavřena část Prahy 1, což mělo hlavně zasáhnout elektrokoloběžky půjčované turistům, ale ve výsledku to zhoršilo situaci i

pro místní obyvatele.¹⁶ Řešení jde proti podporování alternativních způsobů dopravy ve městě a zviditelňuje potřebu zanesení jasné koncepce (elektro-) cyklo tras do územního plánu, např. ve formě pěších zón, do kterých budou mít povolený vjezd rezidenti a podnikatelé, v širším centru všichni. Maximální dovolená rychlost v pěší zóně je 20 km/h, což je pro cyklisty/elektrocyklisty/segway/... rychlost vhodná, zároveň je možné se pohybovat v prostoru bezpečně s chodci. Tato rychlost je přijatelná také pro auto, pokud tvoří prvních/posledních několik set metrů cesty.

Identifikace vhodného uplatnění nových technologií a přístupů

1.9 Autonomní řízení

Rozšíření autonomního řízení vozidel v horizontu 2025 je téměř vyloučené (s výjimkou testovacího provozu v rámci vývoje), i ve formě autonomních vozů taxi. Protože jsou požadavky na budoucí provoz autonomních vozů v souladu s tím, co je třeba pro provoz konvenčních automobilů (přehledné, čisté dopravní značení, kvalitní povrch komunikací, pravidelná údržba vodorovného dopravního značení, úpravy vegetace u silnic), bude výstavba a údržba komunikací vhodných pro autonomní vozidla přirozenou součástí vývoje infrastruktury.

1.10 Inteligentní asistenty

V současnosti jsou u aut střední a vyšší třídy standardem některé inteligentní asistenty řízení, zejména se jedná o adaptivní tempomat, asistent jízdy v jízdním pruhu, popř. sledování vozidel v mrtvém úhlu. V příštích letech budou tyto asistenty běžné i u základních modelů aut. Už dnes je viditelný problematický trend, kdy řidiči tyto systémy neumí používat a neznají jejich omezení, využívají je intuitivně. Sensory a celé systémy jsou ale technologicky stále omezené a nefungují za řady různých podmínek (mlha/slunce nízko nad obzorem/znečištěné vodorovné dopravní značení apod.), přesto jim řidiči neúměrně důvěřují. Důvodem je kombinace nekritického (někdy až zavádějícího) marketingu automobilek a pohodlnosti řidičů, kteří nechtou varování v návodech k vozidlům, kde jsou omezení uvedena. Manuály k vozidlům přitom už dnes vypisují problematické situace, které řidič nemůže

¹⁶ https://www.irozhlaz.cz/zpravy-domov/praha-1-omezeni-kol-turisticka-sezona-cyklistika-v-centru-prahy_1805251542_dbr

intuitivně rozpoznat, např. varování, že řidič nemá používat ACC „Při jízdě v prostředí, ve kterém se vyskytují kovové objekty (např. kovové haly, kolejnice apod.).“¹⁷

Některé z asistenčních systémů jsou považovány za jednoznačně pozitivní z hlediska bezpečnosti, např. autonomní brzdění před překážkou při jízdě nízkou rychlostí. V USA bude tímto systémem vybavena od roku 2022 naprostá většina nových aut¹⁸, v EU se jedná o možnosti tento systém zahrnout do povinné výbavy nových vozidel, ale zatím nedošlo k rozhodnutí zda, a od kdy.



Obrázek 4: Grafické rozhraní systému nouzového autonomního brzdění od Škody Auto.
<https://i.ytimg.com/vi/Sy2GCqI3IDc/maxresdefault.jpg>

Asistenční systémy nemusí v budoucnu sloužit pouze jako komfortní prvek, kdy odebírají z řidiče část zátěže způsobené řízením. V současnosti umí např. sledovat maximální

¹⁷ https://ws.skoda-auto.com/OwnersManualService/Data/cz/Superb_3V/11-2016/Manual/Superb/B8_Superb_OwnersManual.pdf, s.228

¹⁸ <https://www.theverge.com/2016/3/17/11253656/nhtsa-iihs-automatic-emergency-braking-agreement-2022>

dovolenou rychlost (a její překročení), buď na základě informací z GPS a mapových podkladů (popř. i z rozpoznávání dopravních značek), dále varují při nedodržení bezpečné vzdálenosti – tato upozornění vlastně zajišťují trvalý výcvik řidiče a korigují vznik nesprávných návyků při řízení. K tomu se přidávají další upozornění, např. asistent (i když obvykle nepříliš sofistikovaný) optimálního řazení stupňů u manuální převodovky. Na druhou stranu, vždy a u každého systému je při uvedení třeba provést analýzu přínosů a rizik, protože nepozornost je nejčastější příčinou nehody, ke které dojde kvůli lidskému činiteli,¹⁹ a tyto systémy mohou při špatném návrhu a implementaci odvádět pozornost.

V neposlední řadě mohou inteligentní asistenční systémy pomoci při řízení osobám s různými přirozenými omezeními, nejčastěji způsobenými vyšším věkem řidiče. Řidiči v seniorském věku mají pomalejší reakce, horší vidění, resp. horší schopnost přizpůsobit se světlu). Je snazší takové řidiče informačně přetížit v dopravně složitých situacích. Proto jsou systémy, které pomáhají s jízdou (automatická převodovka, zobrazení aktuální maximální dovolené rychlosti) přínosné, protože pozornost řidiče se může zaměřit na nejdůležitější aspekty řízení (sledování provozu, předností v křižovatkách apod.). To, že se tyto systémy začaly objevovat v levnějších automobilech, dává této cílové skupině příležitost se s nimi setkat, naučit se s nimi spolupracovat a zvýšit bezpečnost řízení pro sebe i pro ostatní účastníky provozu.

1.11 Výcvik řidičů

Mladí řidiči mají vyšší nehodovost. Důvodů je celá řada – zejména nedostatek zkušeností, ale také podceňování následků nehod, v některých případech nevyzrálost, přeceňování svých schopností (a schopností auta), sklon k předvádění se, používání mobilních telefonů při řízení. Jedním z možných řešení je větší kontrola a dohled nad těmito řidiči, například prostřednictvím nižšího počtu maximálních trestných bodů před odebráním řidičského oprávnění. Tato řešení je ale třeba velmi důkladně zvažovat, protože část mladých řidičů (typicky žen) naopak dělá chyby ze stresu. Ten může být způsoben mimo jiné strachem z postihu za bagatelní (ne nebezpečné) přestupky – zvýšení postihu může paradoxně zhoršit kvalitu řízení těchto řidičů, protože neumí správně rozdělovat svou pozornost mezi sledování rychlosti, řízení, sledování provozu a dopravního značení.

Součástí výcviku řízení může být trenažér, resp. počítačový simulátor jízdy. Ten umožňuje začátečnickům cvičit základní řidičské dovednosti lépe a levněji než ve skutečném vozidle, naopak pokročilejší žáci v autoškole mohou být vystavováni reálným, ale nebezpečným situacím, např. náhlá kolona na dálnici, nečekaný vstup chodce do vozovky. Protože prostředí

¹⁹ <https://www.czrso.cz/clanek/hloubkova-analyza-silnicnich-dopravnich-nehod-hlavni-priciny-vzniku-nehod/?id=1654>

v simulátoru je zcela kontrolované, je možné vytvářet standardizované jízdní scénáře, které je možné vyhodnocovat a průběžně podle výsledků upravovat postup výuky každého jednotlivého žáka.

V posledních několika málo letech došlo k velkému rozvoji výpočetní techniky i spotřební elektroniky (např. velkoplošné obrazovky s vysokým rozlišením), jež se dá využít pro vývoj simulátorů. Protože se tyto produkty posunuly do běžné spotřební produkce a tím došlo k extrémnímu zlevnění, je možné dnes v běžných trenažérech používat řešení, která by stála ještě kolem roku 2010 řádově miliony korun (např. 3D brýle HTC Vive). Tyto technologické možnosti zatím nejsou běžně u trenažérů používány, přestože by přinesly výrazně větší imerzi studenta do virtuálního světa.

Řidiči, s výjimkou profesionálů, neprochází po získání řidičského oprávnění žádným dalším výcvikem. Část řidičů se musí účastnit každoročního školení řidičů u svého zaměstnavatele, zbytek ale nemá povinnost se jakkoli trénovat či jen aktualizovat svoje znalosti. Bylo by vhodné provést výzkum tohoto problému (má to vliv na nehodovost?) a na základě výsledků případně udělat určitá opatření (např. intenzivní osvětová kampaň). Stejně tak se v současnosti už projevuje neznalost funkcí a limitů pokročilých asistenčních systémů u řidičů vozidel těmito systémy vybavených.

Pokročilé vozidlové asistenty ale mohou s průběžným výcvikem a výchovou řidičů naopak pomoci. Dokáží upozorňovat na nebezpečí (např. nedodržení bezpečného rozestupu, nedodržení maximální dovolené rychlosti), pomáhat s ovládním vozidla (asistent řazení jízdních stupňů) či učit řidiče ekologické jízdy.

1.12 Elektromobilita

Vývoj elektromobility je v širším měřítku možná důležitější pro snížení negativních následků dopravy než vývoj nehodovosti. Emise z dopravy jsou ve městech zásadním faktorem pro vznik chronických onemocnění a existují odhady²⁰, že jen v ČR umírá na následky dýchání znečištěného vzduchu až 12 000 lidí ročně (ve srovnání s 507 oběťmi dopravních nehod, z toho 44 cyklistů). Dá se namítnout, že při výrobě elektřiny z fosilních zdrojů jen elektromobil přesouvá své emise jinam, ale to je přesto přínosné, protože emise způsobují nejvíce škody v místech s nejhustším zalidněním, ve městech. Navíc, elektrárna dokáže přeměňovat fosilní paliva v elektřinu (výkon) mnohem účinněji než automobil (20–30 % u automobilu vs. 42/45 % u elektrárny spalující uhlí/ropu).

Vývoj techniky se týká všech kategorií vozidel, každou z nich ale ovlivní jinak. U velkých nákladních vozidel a dálkových autobusů v horizontu deseti let nedojde k přechodu na

²⁰ <https://frankbold.org/pro-media/tiskova-zprava/12-000-predcasnych-umrti-kvuli-prachu-v-ovzdui>

elektromobilitu, protože nebudou k dispozici odpovídající baterie s vhodnými parametry (dojezd vs. hmotnost). Určitý vývoj může nastat u řídicích systémů, které jsou ale už dnes velmi sofistikované, např. automatické převodovky získávají informace o profilu komunikace na základě polohy dle GPS apod.²¹ V zahraničí probíhají experimenty s napájením nákladních vozidel na dálnici pomocí sběračů, obdobných těm na elektrických lokomotivách (eHighway)²². Pokud se systém ukáže účinným a finančně efektivním, může dojít k potřebě této infrastruktury na dálnicích (v horizontu 2025 a později) – muselo by však dojít k vzniku celého systému a implementaci jak na straně provozovatelů silniční dopravy, tak na straně správce infrastruktury (ŘSD - Ředitelství silnic a dálnic)²³.



Obrázek 5: eHighway – nákladní vůz s odběrem elektřiny sběrači na střeše.

<https://pbs.twimg.com/media/CjOhVCzWsAAXr1S.jpg>

U osobních automobilů bude v horizontu pěti let zejména kvůli legislativním tlakům na snižování emisí běžný hybridní pohon (umožňující rekuperaci energie při brzdění), u některých vozidel v plug-in provedení (větší kapacita akumulátoru, která umožňuje dojezd okolo 30–50 km čistě na elektřinu), stejně jako čisté elektromobily (dojezd 300–500 km pouze na elektřinu). Velkou část prodejů budou stále tvořit vozidla se spalovacím motorem,

²¹ https://www.zf.com/corporate/en_de/products/product_range/commercial_vehicles/traxon_3/Traxon.html

²² <https://www.siemens.com/global/en/home/products/mobility/road-solutions/electromobility/ehighway.html#>

²³ <https://www.rsd.cz>

přestože bude tlak na jejich postupné omezování v centrech měst, zejména vozů se vznětovým motorem. Ve střednědobém horizontu budou stále náklady na provoz elektromobilů vyšší než u konvenčních automobilů, ale s poklesem ceny akumulátorů se bude rozdíl snižovat.

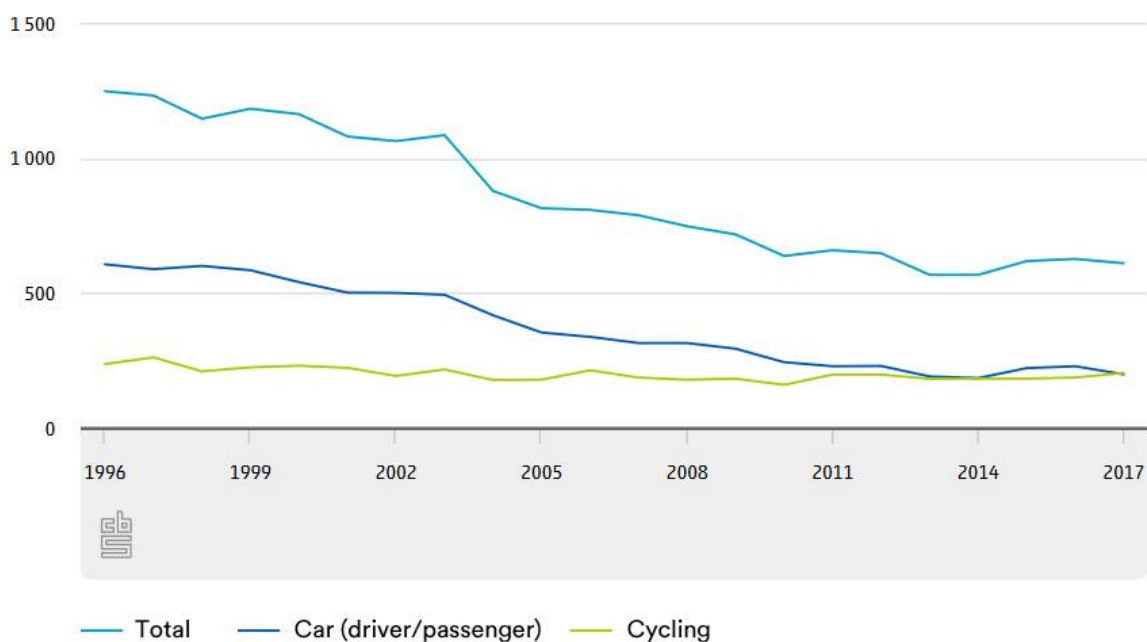
V souvislosti s rozšířením lehčích akumulátorů s vyšší kapacitou (na bázi lithiových článků) dochází k zvyšování počtu elektrokol. Nemusí jednat pouze o elektrokola, patří sem i elektrokoloběžky, zařízení typu segway, samobalanční jednokolky a další. Typická je pro ně maximální rychlost okolo 25 km/h, dojezd kolem 25–40 km na jedno nabití a to, že pro jejich řízení není třeba řídičské oprávnění. Vzhledem k jejich zvyšujícímu se počtu je možné, že postupně nahradí část cyklistické dopravy, se kterou sdílí infrastrukturu.

Rozšiřování alternativních způsobů přepravy může zhoršit nehodovost, resp. statistiku následků nehod. Ne nutně proto, že jsou partikulární dopravní prostředky z principu nebezpečné (samobalanční stoje jsou až překvapivě ovladatelné, včetně brzdění), ale proto, že auta jsou stále bezpečnější.

1.13 Bezpečnost cyklistů a elektro-cyklistů

Vývoj pasivní bezpečnosti v posledních desetiletích výrazně snížil následky nehod pro posádku automobilů, zatímco následky nehod na (elektro) kolech jsou stále podobné a kromě rozšíření používání helmy nelze jednoduše zvýšit bezpečnost. Tento trend je jasně patrný z grafu vývoje smrtelných zranění při nehodách v Nizozemí. Data z Nizozemí jsou použita proto, že je zde nejrozvinutější cyklistická doprava na světě, zároveň podobný životní styl a vozový park jako v ČR.

Traffic Fatalities



Obrázek 6: Vývoj počtu smrtelných zranění při dopravních nehodách v Nizozemí. Zdroj Statistic Netherlands, <https://bicycledutch.wordpress.com/2018/04/25/more-cycling-fatalities-than-deaths-in-cars/>

Z grafu je jasně vidět, že zatímco počet usmrcených ve vozidlech klesl od roku 1996 na méně než polovinu, u cyklistů nedošlo prakticky k žádné změně. V roce 2017 poprvé zemřelo více cyklistů, než osob v automobilech. Stejná statistika upozorňuje na nebezpečí elektrokol, zejména pro starší cyklisty (31 z 38 mužů, kteří zemřeli po nehodě na elektrokole, bylo přes 65 let). Nebezpečí pro starší cyklisty může souviset s pomalejšími reakcemi a zhoršeným vnímáním proti mladým cyklistům, stejně tak s dalšími typickými změnami u starších osob (větší náchylnost ke zranění, horší léčení).

V ČR stále průběžně ubývá počet cyklistů, kteří zemřou na silnicích (v poslední 10 letech cca na polovinu), počet nehod zůstává stále srovnatelný. Podíl cyklistů na elektrokolech na nehodách není statisticky sledován, ve srovnání s nizozemskými statistikami lze pozorovat podobný trend v nárůstu zemřelých cyklistů v seniorském věku (17 ze 44 zemřelých cyklistů bylo ve věku 65+, ale nejsou data o elektrokolech) a s dalším rozšiřováním elektrokol by bylo vhodné tuto problematiku sledovat, protože elektrokola budou často využívána staršími lidmi s pomalejšími reflexy a obecně zhoršeným smyslovým vnímáním.

Podle českých statistik²⁴ jsou cyklisté problematickými účastníky silničního provozu – z 3790 nehod, ve kterých byli účastníky, jich zavinili 2395 (více než 63 %). Takto vysoký podíl má více faktorů, cyklisté neprochází žádným, ani základním školením bezpečné jízdy (samozřejmě se předpokládá znalost dopravních předpisů, které musí znát při pohybu na pozemních komunikacích). Protože je kolo vnímáno jako „neškodné“, mnoho jezdců záměrně porušuje dopravní předpisy. Ve městech se velká část z nich pohybuje zbytečně bezohledně a arogantně, mimo město je (zejména v některých oblastech) problémem alkohol v krvi. Na jednu stranu mají nehody s cyklisty malý podíl na celkovém počtu nehod (3790 z 103 821), na druhou stranu je jejich společenský dopad nezanedbatelný a skrývá se zde velký potenciál ke zlepšení stavu.

Shrnutí

V příštích několika letech se bude průběžně zvyšovat bezpečnost dopravy, protože budou postupně obměňována starší vozidla s horší pasivní bezpečností za současná s použitím vysokopevnostních ocelí apod. Nehodovost samotná se zatím pomalu zvyšuje, ale je pravděpodobné, že rozšíření pokročilých asistenčních systémů tento trend zvrátí, protože tyto systémy mohou zabránit velkému počtu drobných nehod z nepozornosti. Bude pokračovat trend elektromobility, jak u osobních aut, u vozidel městské hromadné dopravy, tak u osobních dopravních prostředků (elektrokola).

Zvyšující se počet udržitelných dopravních prostředků ve městech může zhoršit statistiky následků dopravních nehod, protože kola, koloběžky apod. nemohou mít pasivní bezpečnost srovnatelnou s auty. Na druhou stranu, tyto stroje mohou zásadně změnit vnímání dopravy ve městě a udělat ji čistší, efektivnější a rychlejší.

Při navrhování jakýchkoli opatření je třeba vždy brát ohled na to, že doprava je nezbytnou součástí naší civilizace. Její efektivita, rychlost a dostupnost je klíčová pro celou společnost a zároveň je obrovsky komplikovaná. Každé partikulární řešení, zejména postavené na omezeních a zákazech, by proto mělo být sledováno v co nejširších souvislostech a důsledcích.

²⁴ Ročenka nehodovosti 2017, PČR, <http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>