

Neřidičské činnosti a jejich vliv na řízení v autonomním módu

Effects of non-driving related tasks during autonomous driving

MIROSLAVA HORÁKOVÁ

Abstrakt: Předložená studie se věnuje tématu neřidičských činností v kontextu řízení v autonomním módu. V úvodu jsou definovány jednotlivé stupně automatizace a je popsáno úskalí úrovně L3 (třetí úroveň automatizace, tzv. podmíněná automatizace), zejména s ohledem na zpětné převzetí řízení. Zpětné převzetí řízení je definováno jak z hlediska jeho rychlosti, tak i kvality a jsou uvedeny jednotlivé proměnné, které se v tomto kontextu zjišťují. Následně je popsáno pojetí neřidičských činností jak v širším kontextu (v rámci manuální jízdy), tak v kontextu užším (jízda v autonomním módu). Ukazuje se, že neřidičské činnosti mají negativní vliv na zpětné převzetí řízení, dochází k prodloužení času převzetí řízení, ke zkrácení času do kolize (TTC – time-to-collision) a k vyššímu počtu výskytu kolizí. V této souvislosti je diskutován čas potřebný k tomu, aby převzetí řízení dosahovalo dostatečné kvality. Jednotlivé činnosti z hlediska jejich charakteristik (smyslová modalita, kognitivní náročnost, manuální zátěž apod.) se liší v tom, jak ovlivňují zpětné převzetí řízení. Největší negativní vliv mají činnosti vizuální, kognitivně náročné a manuálního charakteru. Vysvětlení pro míru vlivu jednotlivých činností je pak zasazeno do teoretického rámce v podobě Wickensovy teorie zdrojů.

Klíčová slova: neřidičská činnost; autonomní řízení; autonomní vozidlo; stupně automatizace; zpětné převzetí řízení; požadavek na zpětné převzetí řízení; čas převzetí řízení

Abstract: The presented study deals with the topic of non-driving related tasks in the context of driving in autonomous mode. In the introduction, the levels of automation are defined and the pitfalls of the L3 level (third level of automation, conditional automation), are described, especially with regard to takeover performance. A takeover is defined both in terms of its speed and quality. The individual variables measured in this context are described. Subsequently, the concept of non-driving related tasks is described both in a broader context (manual driving) and in a narrower context (driving in autonomous mode). Non-driving related tasks have a negative effect on takeover performance, takeover time, incidence of collisions and time to collision (TTC). In this context, the time required to takeover the driving task is discussed, which will enable a quality takeover. The types of activities in terms of their characteristics (sensory modality, cognitive demand, manual load etc.) vary in the degree they influence takeover performance. Visual, cognitively demanding, and manual activities have the greatest negative influence. The explanation for effects of non-driving related tasks is then embedded in a theoretical framework in the form of the Wicken's Multiple Ressources Model.

Keywords: non-driving related task; autonomous driving; autonomous vehicle; levels of automation; takeover performance; takeover request; takeover time

1 Úvod

Bezpečnost silniční dopravy a její postupné zvyšování je v současnosti velmi důležité téma. Ukazuje se, že lidský faktor hraje roli ve více než 90 % nehod. Jednou z možností, jak minimalizovat riziko lidské chyby, jsou moderní technologie, mezi něž patří autonomní vozidla. Autonomní technologie převzou řízení za řidiče, mají proto potenciál redukovat kritické události, které vznikají v důsledku chyb souvisejících s nepozorností řidiče a distrakcí pozornosti (Fagnant & Kockelman, 2015; Nasr et al., 2021). Proto dochází k rozvoji automatizace v oblasti silniční dopravy, která nabývá v několika posledních letech na významu. Automatizace je z velké míry běžná např. v oblasti letectví, kde je používána již několik desetiletí a jsou podrobně popsána její specifi-

ka, možná úskalí a postupy na jejich minimalizaci, a to konkrétně např. v oblasti prevence poklesu dovedností, resp. jejich nácviku a identifikace rizik v kontextu automatizace (Veilette & Decker, 1995; Casner et al., 2014; Mengelkoch et al., 1971; Risk management handbook, 2009; Casner & Schooler, 2014; Sumwalt, 2003; Taylor, 1999). Oproti tomu se automatizace v oblasti silniční dopravy aktuálně rozvíjí v několika posledních letech, a to s řadou nových trendů. Se zaváděním nových technologií se vynořují různé otázky, které je potřeba zodpovědět, ale i obtíže, jež je nutné vyřešit. V současné době existuje automatizace různých úrovní, autonomní vozidla se již v řadě zemí testují v reálném provozu. Co se týče výše uvedené minimalizace chyby lidského faktoru, je nutné podotknout, že i v případě automatizace

zde existuje riziko selhání systému, přičemž je pravděpodobně populací méně akceptované než lidská chyba (Prahl & Enright, 2017). Vzhledem k vývojovým trendům je pravděpodobné, že v horizontu několika dalších desetiletí automatizace řidiče zcela nenahradí (Litman, 2018). Očekává se však smíšený provoz, kdy autonomní vozidla budou sdílet prostor s vozidly manuálně řízenými. Nejreálněji se nástup používání autonomních technologií v širším měřítku jeví pravděpodobně v kontextu silniční nákladní dopravy, kde jejich zapojení přinese řadu benefitů, jakými jsou např. zefektivnění celého dopravního procesu nebo vyřešení problému s nedostatkem řidičů. Jedním ze souvisejících témat je to, že řidiči jedoucímu v autonomním vozidle vznikne prostor pro věnování se i jiným činnostem, než je samotné řízení. Zde se nabízí otázka, jaké činnosti jsou pro tento typ řízení vhodné a jak mohou ovlivňovat bezpečnost silničního provozu v širším kontextu.

V předložené přehledové studii na úvod definujeme jednotlivé úrovně automatizace a popisujeme jejich možná úskalí z pohledu dopravní bezpečnosti, zejména v kontextu tzv. zpětného převzetí řízení. Dále se pak věnujeme vymezení pojmu neřidičských činností a posouzení jejich vlivu na řidiče v kontextu autonomního řízení, a to zejména z hlediska jejich různých charakteristik, nakonec pak problematiku zasazujeme do vhodného teoretického rámce v kontextu Wickensovy teorie zdrojů.

2 Úrovně automatizace a zpětné převzetí řízení

Na úvod je potřeba definovat jednotlivé úrovně automatizace řízení podle nejpoužívanějšího standardu SAE J3016_202104 (SAE International), který rozlišuje celkem šest úrovní. Nultá úroveň (SAE-0, L0), tzv. žádná automatizace, zahrnuje většinu současných vozidel – tedy manuální ovládání bez asistentů řízení. První úroveň (SAE-1, L1), tzv. podpora řidiče, zastřešuje novější vozidla s jízdními asistenty (ADAS), které zasahují do řízení vozidla (např. adaptivní tempomat nebo asistent pro udržování pozice v pruhu). Druhá úroveň (SAE-2, L2), tzv. částečná automatizace, znamená množství jízdních asistentů, které jsou již schopny vozidlo v podstatě ovládat (např. systém automatického parkování). Třetí úroveň (SAE-3, L3), tzv. podmíněná automatizace, dovoluje systému za předem daných podmínek plně převzít kontrolu nad řízením. Řidič nemusí mít ruce na volantu ani sledovat okolní provoz. V případě nedostatku optimálních podmínek předá autopilot v určitém časovém limitu řízení zpět řidiči, jedná se o tzv. zpětné převzetí řízení. Řidič tedy neřídí, ale musí být po celou dobu jízdy připraven řízení převzít – rychle se zorientovat v aktuální dopravní situaci a reagovat. V případě, že řidič zpětné řízení vozidla nepřevzme, autopilot navede automaticky vozidlo do tzv. stavu mi-

nimálního rizika (minimal risk condition), což může být zastavení, zpomalení či odstavení vozidla např. na kraji vozovky či v odstavném pruhu. Čtvrtá úroveň (SAE-4, L4), tzv. vysoká automatizace, zahrnuje schopnost autonomního vozidla samostatně ovládat vozidlo ve většině podmínek. Řidič se tedy již vůbec nemusí věnovat řízení, může např. během jízdy vykonávat jakoukoliv další činnost. A nakonec pátá úroveň (SAE-5, L5), tzv. vysoká automatizace, zahrnuje již plně autonomní vozidlo, které dokáže samo řídit ve všech podmínkách a řidič nebo ovládací prvky pro manuální řízení (např. volant) nejsou potřeba.

Od úrovně automatizace 3 a 4 (dále jen „L3“ a „L4“) již tedy hovoříme o autonomních vozidlech, přičemž dopravní situace je sledována vozidlem. Právě zpětné převzetí řízení (tzv. takeover performance nebo také fallback performance) skýtá určité bezpečnostní riziko – je otázka, jak rychle dokáže řidič v kritické situaci reagovat a převzít kontrolu nad řízením. Samotný proces převzetí řízení má několik fází (Gold & Bengler, 2014; Petermeijer et al., 2016; Zeeb, 2016), které lze popsat následovně: Proces začíná autonomním řízením. Systém pak dává pokyn k převzetí řízení. Dále nastává změna úkolu směrem k převzetí řízení, případná neřidičská činnost je přerušena a pohled řidiče směřuje k silnici. Toto zaměření pohledu nastává reflexivně. Než však dojde k jednání, musí dojít ke kognitivnímu zpracování působící dopravní situace. Paralelně s tím nastává reflexně motorická pohotovost k akci. Ta se projevuje chycením volantu rukou nebo položením chodidel na pedály. Následně může být převzata kontrola nad vozidlem, a to v podobě ovládání volantu/brzdění (změny v laterálním nebo longitudinálním směru).

V souvislosti s výše zmíněným se v literatuře nejčastěji vyskytuje reakční čas zpětného převzetí (takeover time). Ten je definován jako čas mezi podnětem týkajícím se převzetí řízení a zásahem do řízení (Zhang et al., 2019). Tímto podnětem může být jak tzv. TOR (takeover request), což je signál k převzetí řízení (Choi et al., 2020; Vogelpohl et al., 2019), tak jakýkoli podnět o vzniku rizika, který řidič zaznamená (DeGuzman et al., 2020; Louw et al., 2017). Zásah do řízení je oproti tomu obvykle definován jako otočení volantu o více než 2 stupně (Louw et al., 2019; Wan & Wu, 2018) nebo stisknutí brzdového pedálu o více než 10 % (Radlmayr et al., 2019; Wu et al., 2019; Zeeb et al., 2017). V některých studiích je čas převzetí definován i jako čas od podnětu převzetí řízení k prvnímu pohledu na silnici (Vogelpohl et al., 2017; Gold et al., 2013). Čas převzetí řízení se v rámci studií liší, jelikož závisí na tom, co je měřeno – jaký je původní podnět jakožto referenční bod, od kterého se pak následně měří čas do reakce, která je zaznamenána. De Winter et al. (2016) uvádějí průměrný brzdový čas 0,87 sekund, v rámci metaanalýzy 25 studií referují Eriksson & Stanton (2017) o průměrném času převzetí

2,97 sekund. Petermann-Stock et al. (2013) uvádějí čas převzetí 3,2 sekund. V metaanalýze od Soares et al. (2021) založené na 36 studiích lze nalézt rozmezí reakčního času mezi 1,5 až 3,5 sekundami, přičemž analyzované studie se odlišují v různých experimentálních podmínkách. V tomto kontextu se nabízí myšlenka, že obvykle měřený reakční čas je časem prostým, kdy se jedná o prvotní reakci, která je reflexní a rychlá. Tento časový údaj však neříká nic o kvalitě převzetí, která může být v některých případech nedostatečná. V reakci na situaci hraje totiž roli kognitivní zpracování a výběr vhodného chování – tyto parametry jsou pro kvalitní a bezpečné převzetí klíčové. Lze tedy předpokládat, že plnohodnotné převzetí řízení vyžaduje čas delší, který zahrnuje nejen reakci, ale i kognitivní zpracování informací. Merat et al. (2014) dokonce uvádí, že je třeba 15 sekund k převzetí kontroly nad vozidlem a až 40 sekund k dosažení adekvátní stabilizace vozidla. Novější studie se shodují v tom, že je potřeba 10 sekund a více pro dosažení optimální kontroly nad vozidlem (Wan & Wu, 2018; Müller, 2021). Delší čas je nutný i z toho důvodu, že řidiči mohou být při autonomní jízdě pod vlivem distrakce jinou neřidičskou činností nebo pod vlivem monotonie ve stavu pasivní únavy.

Pouhé měření reakčního času proto nestačí pro posouzení kvality převzetí. V této souvislosti je potřeba zakomponovat např. hodnoty váhání/prodlevy, času do kolize (time-to-collision – TTC), počet kolizí, maximální zrychlení, směrodatnou odchylku laterální pozice apod. TTC je parametr, který uvádí čas potencionální kolize s překážkou v souvislosti s konstantní rychlostí vozidla. Vyšší TTC by měl reprezentovat bezpečnější chování (Bourrelly et al., 2019), z čehož vyplývá, že kvalita převzetí klesá s kratším TTC. Naujoks et al. (2018) v tomto kontextu vyvinuli posuzovací nástroj pro hodnocení převzetí řízení, který je založen na expertním posouzení vyškolených hodnotitelů. Jedná se o standardizované hodnotící schéma, které umožňuje přezkoumat různé výkonnostní aspekty převzetí řízení. V rámci jízdy se nahrává videomateriál a získaná data z dopravních scénářů jsou jednotně kódována. Jízda je vyhodnocována podle předem daného systému kritérií. V rámci metody jsou posuzovány různé aspekty při převzetí řízení a v následující jízdě (např. kvalita laterální a longitudinální kontroly, adekvátní signalizace k ostatním účastníkům provozu, výskyt kolizí, chyby v souvislosti s brzděním apod.).

3 Neřidičské činnosti

V souvislosti s vymezením neřidičských činností je potřeba zmínit prvotní kategorizaci řidičských úkolů do tří úrovní: primární, sekundární a terciární (Geiser, 1985; Bubb, 2002). Primární úkoly jsou definovány v kontextu pozice vozidla, jedná se zejména o změny longitudi-

nální (zrychlování, brzdění) a laterální (řízení – otočení volantem). Sekundární úkoly souvisí s úkoly primárními a jejich cílem je zajistit bezpečnost vozidla v rámci měnících se podmínek. Zahrnují seřízení zrcátek, obsluhu stěračů, ovládání světel, interakci s ostatními účastníky, např. světelnou signalizaci, troubení atd. Terciární úkoly nejsou přímo vztaženy k bezpečnému ovládání vozidla, ale jsou navázány spíše na uspokojení potřeb řidiče, např. v oblasti komfortu (klimatizace), zábavy (rádio, hudba) a informací (dopravní informace, navigace). Velmi často jsou však v literatuře primární a sekundární úkoly jednoduše sdruženy do pojmu „úkoly související s řízením“ nebo také „primární aktivity“ a terciární úkoly se stávají tzv. „sekundárními aktivitami“ nebo aktivitami, které nesouvisí s řízením (Spiessl & Hussman, 2011). Terciární úkoly (v pojetí Geisera, 1985), resp. sekundární úkoly v obvyklejším pojetí, jsou tzv. neřidičskými činnostmi (non-driving related tasks – NDRT).

V širším slova smyslu vymezujeme neřidičské činnosti v souvislosti s manuálním řízením, kdy se sleduje jejich vliv na řidičský výkon, který bývá jejich působením zhoršen (Hedlund et al., 2006; Regan et al., 2011a, 2011b). Zmiňují se např. negativní důsledky v podobě zvýšení mentální zátěže (Lansdown et al., 2004), zhoršení situačního přehledu (Schömig et al., 2009) či distrakce pozornosti. Většina výzkumů zkoumajících neřidičské činnosti se věnuje používání mobilního telefonu a ovládání technologií ve vozidle (navigace, rádio, teplota) (Strayer et al., 2017; Young et al., 2007; Regan et al., 2011a; Regan et al., 2011b). Dle Huemer & Vollrath (2011) dochází k odvedení pozornosti neřidičskou činností tím způsobem, že řidič odkloní svoji pozornost od řidičské úlohy a časově ohraničeně ji zaměří na objekt, událost nebo osobu, přičemž tato činnost může být podmíněna určitými cíli řidiče (např. vložit CD), situací (např. zatelefonovat, něco sníst) nebo reakcí na nekontrolované, náhlé události uvnitř vozidla (např. pohyb dítěte nebo zvířete). V užším slova smyslu hovoříme o neřidičských činnostech v souvislosti s vyššími úrovněmi automatizace, jakými jsou především úrovně L3 nebo L4, kdy se dá předpokládat, že řidiči budou vykonávat různé typy neřidičských činností, které přímo nesouvisí s řízením. To je dáno tím, že na obou těchto úrovních se již od řidiče nevyžaduje klasické manuální řízení. Vzájemně provázaných činností s přibývajícím stupněm automatizace ostatně potvrzují i empirické studie (Carsten et al., 2012; de Winter, 2014; Pfleging et al., 2016). V souvislosti s autonomními vozidly se naopak v oblasti neřidičských činností nejčastěji zkoumá jejich vliv na zpětné převzetí řízení (Wu et al., 2019; Zeeb et al., 2017; Yoon & Ji, 2019) nebo působení dlouhých jízd v autonomním módu na celkový stav řidiče (Vogelpohl, et al., 2018; Bourrelly et al., 2019). Společným jmenovatelem studií,

kteří se věnují vlivu neřidičských činností, je dopravní bezpečnost a s tím související vhodnost jednotlivých typů činností pro určitou úroveň automatizace.

Co se týče neřidičských činností, které budou moci být vykonávány na úrovni L3 nebo L4, pozornost je věnována tomu, jaké z nich budou preferovány řidiči (Spiessl, 2011; Naujoks et al., 2016). Dále pak je otázkou, které z nich budou vhodné z hlediska dopravní bezpečnosti – nebudou negativně ovlivňovat zpětné převzetí řízení nebo budou mít pozitivní vliv na řidiče při dlouhých monotónních jízdách (Vogelpohl et al., 2018; Bourrelly et al., 2019). Co se týče jednotlivých typů neřidičských činností, v zásadě lze při jejich výčtu vycházet z toho, jaké činnosti již nyní řidiči vykonávají při řízení. Mezi aktuálně prováděné činnosti patří např. obsluha IVIS ve vozidle, poslouchání hudby, telefonování, obsluha smartphonu, psaní zpráv, ovládání navigace, jídlo atd. Co se týče činností, které by řidiči v budoucnu rádi dělali při jízdě v autonomním vozidle, patří mezi ně např. dívat se na film, číst si, dívat se z okna, vyhledávat komplexní informace na tabletu/PC, psát e-maily atd. (Naujoks et al., 2016; Soares et al., 2021; Yang et al., 2020).

3.1 Vliv neřidičských činností na jízdu v autonomním módu

Co se týče vlivu činností na proces řízení v autonomním módu, lze hovořit o dvou základních typech přístupů. První přístup se zaměřuje na zpětné převzetí řízení na úrovni L3, druhý se zaměřuje na posouzení vlivu, jaký mají tyto činnosti na řidiče, jenž pojede delší dobu v autonomním módu (nejčastěji na L4, ale i na L3).

Nejprve se zaměříme na úroveň L3, pro niž je klíčové to, že řidič musí v případě potřeby zasáhnout v podobě tzv. zpětného převzetí řízení, což má, jak už jsme uvedli výše, svá specifika. Přistupuje-li do tohoto procesu provádění neřidičských činností, lze diskutovat míru jejich vlivu. Samotný proces převzetí řízení v kontextu provádění neřidičských činností lze rozdělit do několika fází (Naujoks et al., 2016). První fáze zahrnuje základní připravenost (např. stav bdělosti) během autonomní jízdy. Jak nízké požadavky (pasivní únava), tak požadavky nadměrné (aktivní únava) se mohou negativně promítnout do připravenosti řidiče převzít řízení. V této souvislosti je potřeba identifikovat takové činnosti, které by krátkodobě nebo dlouhodobě mohly vést k chybám řidiče. Druhá fáze obsahuje zaznamenání nutnosti převzít manuální řízení, jakmile vznikne požadavek na převzetí řízení. V této fázi převzetí hrají roli zejména ty činnosti, které mají co do činění s procesy na straně řidiče, jakými jsou vnímání, zpracování požadavků na převzetí a jejich interpretace – např. činnost a požadavek na převzetí jsou prezentovány v té samé modalitě nebo je vlivem prováděné činnosti nutné mít odvrácený pohled od signalizačních elementů autonomního řízení.

Třetí fáze znamená ukončení nebo přerušení vykonávané neřidičské činnosti a samotný kontakt s řízením. Ukončení mnohých činností – zejména v kontextu přirozených aktivit – představuje pravděpodobně nezanebatelný požadavek na řidiče. Jedná se např. o takové aspekty úkolů, jakými jsou nutné kroky k ukončení nebo přerušení procesů na elektronických přístrojích nebo nutnost odložit nebo upevnit předměty na přesně určená místa ve vozidle. Čtvrtá fáze je už samotná manuální jízda, kdy může nastat i možnost, že činnost nebyla zcela ukončena a musí být během navazující manuální, příp. autonomní jízdy dále prováděna.

Vstupuje-li do zpětného převzetí řízení neřidičská činnost, lze obecně konstatovat, že dochází k ovlivnění procesu převzetí řízení. Vykonávání neřidičské činnosti má vliv na rychlost převzetí řízení a jeho kvalitu, v tomto kontextu se obvykle vyskytuje zhoršení všech sledovaných parametrů převzetí řízení, např. v podobě prodloužení reakčního času, kratšího TTC, výskytu většího množství kolizí apod. (Minhas et al., 2022; Dogan et al., 2019; Gold et al., 2017; Wu et al., 2019; Soares et al., 2021). Shanini & Zahabi (2021) ve své metaanalýze zjistili, že řízení bez neřidičské činnosti vede k lepšímu výkonu, konkrétně v podobě kratšího času položení rukou na volant, kratšího brzdného času, delšího TTC a počtu nehod ve srovnání s řízením s neřidičskou aktivitou. Řidiči, kteří prováděli neřidičskou aktivitu, měli signifikantně vyšší čas převzetí ve srovnání s řízením bez neřidičské činnosti (Eriksson & Stanton, 2017; Vogelpohl et al., 2019; Yoon et al., 2019; Zeeb et al., 2016). Zároveň bylo zjištěno, že vlivem zvýšené mentální zátěže si řidič nemůže vytvořit dostatečný situační přehled, což druhotně vede ke špatnému vyhodnocení situace a chybné reakci (Müller, 2021; Strayer & Fischer, 2016; Lu et al., 2017; Yang et al., 2018). Roli při převzetí řízení hraje i to, zda řidič drží v ruce předmět související s prováděnou činností. Metanalýza Shahini & Zahabi (2021) ukazuje, že čas převzetí byl signifikantně delší v případě, kdy se řidiči zaobírali činností, při níž drželi předmět činnosti v ruce. Signifikanční vliv činností prováděných na integrovaných přístrojích oproti tomu zjištěn nebyl. Stejně tak byl zjištěn signifikantně delší čas položení rukou na volant při provádění činností s předmětem v ruce ve srovnání se zabudovanými zařízeními.

V souvislosti s technologickým vývojem autonomních systémů je diskutován čas, který by měl být v optimálním případě dán řidiči k dispozici a který by vedl ke kvalitnímu převzetí řízení, a to zejména v situaci, kdy se řidič bude zaobírat neřidičskou činností. Otázkou je, co je optimálním časovým intervalem. Výsledky výzkumů se různí. V několika starších studiích se ukázal být jako optimální čas mezi 5–7 sekundami, kdy řidiči provedli bezpečnou reakci, byť byla vlivem distrakce prostřednictvím vykonávané činnosti opožděna (Dam-

böck et al., 2012; Gold et al., 2013; Mok et al., 2015). Wan & Wu (2018) ve své novější studii zjistili, že optimální chování při převzetí řízení (takeover behaviour) bylo pozorováno v čase 10 sekund nebo vyšším (sledované parametry byly např. množství nehod a TTC). Čas menší než 10 sekund může dle těchto autorů zhoršit převzetí řízení, přičemž jako komfortní přechodový čas se ukazuje být čas 15 sekund a delší. Tyto výsledky ukazují, že řidiči budou potřebovat dostatečný čas pro to, aby situaci porozuměli a aby zareagovali na požadavek převztít řízení, zabránili kolizi a generovali bezpečné převzetí řízení. Delší čas pro pohodlné převzetí řízení je potřebný nejen pro přesun pozornosti, ale také např. k odložení smartphonu, položení rukou na volant, nohou na pedály, vytvoření situačního přehledu a převzetí kontroly. Obecně lze konstatovat, že delší čas převzetí řízení vede ke kvalitnějšímu způsobu převzetí řízení. V případě časového tlaku, kdy je požadováno rychlé převzetí řízení, může být také pravděpodobně dosaženo v řádu několika sekund dostatečně kvalitní reakce, avšak za cenu diskomfortu řidiče.

Druhý úhel pohledu na vliv činností na řidiče se nabízí v situacích dlouhých jízd v autonomním módu, které řidiče čekají a v nichž nebudou muset delší dobu vykonávat řidičskou aktivitu. V tomto kontextu se ukazuje, že dlouhé etapy jízdy v autonomním módu mohou mít negativní vliv na bdělost řidiče, resp. jeho připravenost převztít řízení. Negativní efekt autonomního řízení, kdy dochází k nedostatečné stimulaci řidiče (nízká mentální zátěž), se projevuje vznikem únavy a je jedním z úskalí automatizace (Jamson et al., 2013; Naujoks et al., 2018; Vogelpohl et al., 2018). Bourrelly et al. (2019) sledovali ve svém výzkumu vliv různé délky jízdy v autonomním módu na převzetí řízení a stav řidiče. Srovnával se vliv krátkých (10 minut) a dlouhých úseků (1 hodina). Bylo zjištěno, že hodinová jízda v autonomním módu vedla k únavě řidiče, která měla za důsledek zhoršení řidičského výkonu (reakční čas a kvalita převzetí) při zpětném převzetí řízení. Z toho důvodu doporučují autoři spíše kratší fáze autonomního řízení, protože jsou dobrou prevencí únavy řidiče a mohou zlepšit výkon v situaci převzetí řízení u řidiče. I další studie ukazují, že se řidiči cítí subjektivně unaveni, a to již po 15–20 minutách jízdy v autonomním módu, přičemž po 20 minutách dokonce dochází k objektivnímu zhoršení kognitivní výkonnosti (Gonçalves et al., 2016; Feldhütter et al., 2017). Když pak v tomto stavu musí řidiči čelit kritické situaci, vedou si hůře, než kdyby jeli v manuálním módu (Neubauer et al., 2012). Řidiči při jízdě v autonomním módu delší než 40 minut vykazovali takové znaky únavy, jako kdyby byli ve spánkovém deficitu (Vogelpohl et al., 2018). Zůstat bdělý během delší jízdy v autonomním módu je tedy pro řidiče obtížné, obzvláště když se nemůže věnovat neřidičské aktivitě. V této souvislosti je doporučovaná tzv. kontro-

lovaná distrakce řidiče neřidičskou aktivitou, která by ho udržovala bdělého, nebo také monitorování únavy řidiče při jízdě v autonomním módu (Vogelpohl et al., 2018).

3.2 Vliv jednotlivých typů činností

Jednotlivé neřidičské činnosti se mezi sebou liší z hlediska jejich vlivu na zpětné převzetí řízení. V této souvislosti můžeme hovořit o jednotlivých typech neřidičských činností, pro něž jsou charakteristické určité vlastnosti, které je popisují (např. typ modality, manuální charakter apod.).

Jednou z vlastností může být to, jestli jde o činnost manuálního charakteru, či nikoli. Obecně lze shrnout, že provádění manuální činnosti simultánně s řidičským úkolem ovlivňuje výkon při převzetí řízení (Dingus et al., 2011). Činnosti lze rozdělit do dvou skupin, a to na činnosti, při kterých drží řidiči předmět související s činností v ruce, a činnosti, které jsou prováděny na integrovaných zařízeních. Ukazuje se, že držení předmětu v ruce a jeho následné odložení má za následek delší čas potřebný k převzetí řízení ve srovnání s integrovanými zařízeními (Wan & Wu, 2018; Zeeb et al., 2017; Zhang et al., 2019), což se např. projevuje v prodloužení reakčního času při položení rukou na volant (Wandtner et al., 2018). Jedno z vysvětlení delšího reakčního času spočívá v tom, že ukončení neřidičské činnosti s předmětem v ruce má za následek sekvenci očních pohybů k nalezení bezpečného místa pro uložení předmětu a následné položení rukou na volant (Wandtner et al., 2018; Zeeb et al., 2017). U zabudovaných zařízení se prokázal vliv na zpětné převzetí řízení v různé míře (od nižší až k vyšší), který pravděpodobně souvisí s typem prováděné neřidičské činnosti – s její modalitou nebo i kognitivní náročností (Feldhütter et al., 2017; Radlmayr et al., 2014).

Dalším z důležitých kritérií, které má vliv na zpětné převzetí řízení, je typ smyslové modality či kombinace modalit u vykonávané neřidičské činnosti. Mezi činnostmi různých modalit existují dle výzkumů rozdíly. Zhang et al. (2019) např. zjistili, že se prováděním vizuálně-sluchové a vizuálně-motorické činnosti zvyšuje čas převzetí, přičemž se naopak neprokázal žádný vliv sluchově-kognitivní činnosti. Jako nejvýznamnější, a to s ohledem na zhoršení převzetí řízení, se ukazují být činnosti vizuálního charakteru, které jsou kombinované s mentální zátěží (Choi et al., 2020; Müller, 2021; Wu et al., 2019; Zeeb et al., 2017; Wandtner et al., 2018). Co se týče auditivních činností, předchozí výzkumy ukázaly, že činnosti, které vyžadují řečový vstup nebo auditivní zdroje, vedou k lepšímu řidičskému výkonu v termínech laterální a longitudinální kontroly nad vozidlem, stejně jako k dostatečnému zrakovému vyhodnocování silnice ve srovnání s vizuálními a manuálně zatěžujícími úkoly (Jeong & Liu, 2019; Wandtner et al., 2018).

Další podstatnou charakteristikou je to, jestli činnost pro řidiče představuje zátěž, která může být různého charakteru (např. mentální zátěž v případě kognitivní činnosti). Ukazuje se, že různé typy zátěže souvisejí s rozdílnými parametry při převzetí řízení. Choi et al. (2020) např. ve svém výzkumu zkoumali vliv kognitivní a vizuální zátěže, přičemž zjistili, že jejich vliv se projevuje v různé fázi převzetí řízení – kognitivní zátěž ovlivnila výkon ještě před tím, než řidiči dokončili kritický manévru, vizuální zátěž ovlivnila stabilizaci vozidla ve fázi po dokončení kritického manévru. Wu et al. (2019) také potvrdili vliv činnosti kognitivního charakteru (např. hraní hry) na zpětné převzetí řízení, který se projevil v prodloužení času převzetí a řidičovy mentální zátěže. Řidičovy reakce v podobě ovládání volantu byly obecně pomalejší než brzdění, což indikuje, že laterální operace požadují více času pro kognitivní zpracování, rozhodnutí a následnou reakci. Yoon & Ji (2019) ve své studii také zjistili vliv vizuálních činností s kognitivním zatížením na výkon při zpětném převzetí řízení, zároveň také potvrdili zvýšení mentální zátěže řidiče při provádění činností. Z vnějších působících podmínek, které musí řidič vyhodnotit, hraje roli komplexnost situace – při provádění neřidičských činností a následném zpětném převzetí řízení v náročných a komplexních situacích byla rychlost a kvalita reakce oproti jednoduchým situacím negativně ovlivněna mentálními nároky situace (Zeeb, 2017).

Jak již bylo výše uvedeno, manuální držení předmětu v ruce zhoršuje převzetí řízení. Připočítáme-li efekt smyslové modalit, pak lze shrnout, že kombinace vizuální modalit a manuální zátěže vedla k nejhoršímu řidičskému výkonu při převzetí řízení (Jeong & Liu, 2019; Wandtner et al., 2018). Zeeb et al. (2017) ve své studii zkoumali vliv neřidičských aktivit, konkrétně se jednalo o čtení textu (s nízkou vs. vysokou kognitivní zátěží) na tabletu, který byl buď držen v ruce, nebo byl integrovaný do přístrojové desky (nízká vs. vysoká manuální zátěž). Výsledky ukázaly, že manuální zátěž prodlužovala reakční čas a zhoršila kvalitu převzetí. Řidiči potřebovali delší čas pro první pohled na silnici, když drželi v ruce tablet. Vliv činnosti se projevoval silněji při ovládání volantu a následném manévru než při brzdění.

Komplexní pohled na danou problematiku představuje např. Müllerova (2020) doktorská práce, v jejímž rámci byl proveden výzkum neřidičských činností, který se zaměřil na posouzení mentální zátěže, situačního přehledu a schopnosti převzít kontrolu v kritické situaci. Bylo zjišťováno subjektivní posouzení některých parametrů probandy, dále pak měřeny fyziologické ukazatele a také posouzen vliv sekundárních, naturalistických úloh charakterizovaných různými typy zátěže (vizuální, auditivní, taktilní a kognitivní) na délku reakčního času. Ukázalo se, že se vybrané činnosti odlišují v míře mentální náročnosti, a v důsledku toho mají rozdílný

vliv na zpětné převzetí řízení, který se projevuje v různě dlouhém čase převzetí. Ukázalo se, že nejvíce negativní vliv mělo psaní a čtení SMS, tyto činnosti jsou obzvláště mentálně zatěžující. Zároveň má provádění činností vliv i na vytvoření situačního přehledu. Bylo zjištěno, že když jsou řidiči o převzetí řízení informováni s předstihem, lépe si dokážou vytvořit situační přehled. V případě, že se věnují neřidičské činnosti a zároveň musí okamžitě převzít řízení, dojde k vytvoření situačního přehledu nedostatečné kvality, i když je prováděná činnost méně zatěžující (např. pozorování jízdy či poslech audioknihy).

Výše uvedené poznatky o vlivu jednotlivých typů neřidičských činností na zpětné převzetí řízení je vhodné vysvětlit pomocí vhodného teoretického rámce, který by dané poznatky objasnil. Z toho důvodu níže uvádíme jeden z možných teoretických přístupů vysvětlující vliv neřidičských činností – Wickensovu teorii zdrojů.

3.3 Teoretické zakotvení – Wickensova teorie zdrojů

V situaci, kdy řidič řídí manuálně a u toho případně vykonává neřidičskou činnost, se jedná o tzv. multitasking, kdy je v jednu chvíli prováděno více činností najednou. Při řízení v autonomním módu jde o to, že řidič vykonává neřidičskou činnost. V okamžiku, kdy musí převzít řízení, dochází k interferenci mezi danou činností a následným řidičským úkolem převzetí řízení. V těchto případech lze použít tzv. Wickensovu teorii zdrojů a aplikovat ji na oblast řízení v autonomním módu. Tato teorie vysvětluje např. to, jakým způsobem dochází ke vzájemnému působení mezi několika vykonávanými činnostmi a jak mohou být jedna či obě činnosti negativně ovlivněny. Wickensova teorie zdrojů (tzv. multiple resources model – MRM) (např. Wickens 1992, 2002, 2008) popisuje proces kódování a zpracování informací v kontextu tzv. zdrojů. Zdroje jsou definovány pomocí několika hlavních dimenzí – modalita (vizuální, sluchová), druh kódování (verbální, prostorové), odpověď/reakce (manuální, hlasová). Zpracování informací má 3 fáze (kódování, centrální zpracování a odpověď). Dimenze vytvářejí tzv. vícedimenzionální prostor. Dle tohoto modelu všechny úkoly využívají určité zdroje a v případě, že jsou tyto úkoly vykonávány v jednom časovém úseku a využívají stejné zdroje, je zde možnost vzniku interference (vzájemného ovlivnění). K žádné interferenci naopak nedochází v situacích, kdy se úlohy nepodobají. Kritika modelu spočívá v redukci senzorické modalit na vizuální a auditivní, tzn. chybí další modalit (např. haptické informace).

Adaptaci Wickensovy teorie zdrojů pro autonomní oblast provedl Spiessl (2011). K původním dimenzím teorie MRM byla přiřazena haptická/kinestetická modalita, dále pak další dimenze ohledně stupně interakce při provádění úloh (aktivita a pasivita) a nakonec dimenze přerušitelnost činnosti. Činnost řízení je charak-

terizována pomocí daných kritérií jako vizuální, aktivní, špatně přerušitelná činnost s prostorovým kódováním informací. Jiné neřidičské činnosti, které využívají stejné zdroje, s ní interferují, tzn. je ztížen proces převzetí řízení – čím více překrývajících se dimenzí, tím větší interference. Byla vytvořena kategorizace na dva typy úkolů: s vizuální a sluchovou modalitou. Do kategorií, které vyžadují vizuální modalitu, lze zařadit např. obsluhu navigace (vkládání údajů do navigačního systému), úkoly s prostorovým kódováním informací (interaktivní mapy), dobře přerušitelné úkoly, jakým je čtení nadpisů či SMS zpráv, nebo naopak hůře přerušitelné úkoly, jakým je např. čtení článků. Do skupiny se sluchovou modalitou oproti tomu lze zahrnout úkoly zahrnující aktivní mluvení (řečové příkazy, telefonování) nebo dobře přerušitelné úkoly, jakým je např. pasivní poslech (hudba, zprávy). Klíčovou myšlenkou je, že každou činnost lze posoudit z hlediska výše uvedených dimenzí a míra překryvu činností v dimenzích s řidičskou činností ukazuje na vhodnost jednotlivých typů činností pro řízení.

4 Diskuse

Ukazuje se, že se zvyšujícím se stupněm automatizace nabývají neřidičské činnosti na významu – již na úrovni L2 řidiči vykonávají různé neřidičské činnosti, s dalšími stupni automatizace se pak otevírá možnost legálního vykonávání vedlejších činností při řízení. Je otázkou, jaký vliv mají tyto činnosti na řízení v autonomním módu a s tím souvisí i otázka vhodnosti jednotlivých typů činností pro řízení v autonomním módu, resp. i otázka jejich zařazení ve vhodné podobě do jízdy.

Na neřidičské činnosti se lze podívat z širšího úhlu pohledu, který se zaměřuje na činnosti a jejich vliv při manuálně řízené jízdě, ale také z úhlu pohledu užšího, jenž se věnuje neřidičským činnostem při jízdě v autonomním módu na úrovních L3 a L4. Na nižších úrovních automatizace (L0–L2) se jedná při vykonávání neřidičských činností o tzv. dual-task paradigma, kdy jsou v jednu chvíli vykonávány dvě vzájemně si konkurující úlohy. Oproti tomu od úrovně L3 se předpokládá, že řidič věnuje plnou pozornost jedné činnosti (typicky neřidičské) a následně „přepíná“ svoji pozornost k řidičské úloze při zpětném převzetí řízení (jedná se o tzv. task-switching paradigma) (Naujoks et al., 2016; Shi & Bengler, 2022). Pro vysvětlení vlivu činností v situaci zpětného převzetí se nejčastěji využívá tzv. Wickensova teorie zdrojů (2002, 2008), konkrétně např. v následné adaptaci dle Spiessla (2011). V kontextu této teorie lze říci, že ke zhoršení řidičského výkonu při zpětném převzetí řízení dochází – a to tím více, čím jsou si obě činnosti, neřidičská a řidičská, podobné, což lze podložit i výsledky výzkumů (Müller, 2021; Wu et al., 2019; Zeeb et al., 2017; Wandtner et al.,

2018). Lze shrnout, že přestože tato teorie vysvětluje vzájemnou interferenci dvou činností při jejich paralelním provádění, může být použita i pro vysvětlení vlivu neřidičské činnosti na úrovni L3, kde se jedná o převzetí řízení téměř okamžité, v řádu sekund, v důsledku čehož lze předpokládat interferenci mezi dvěma druhy činností. Shi & Bengler (2022) ve své nové studii poukazují na úskalí tohoto přístupu, protože je podle nich v situacích s task-switching paradigmatickým využíván teoretický rámec pro dual-task paradigma (nebo také multitasking). Proto tento přístup navrhuje nahradit pomocí task-switching teorie dle Rubinsteina et al. (2001), podle které neřidičská činnost vysoce podobná řidičské úloze povede ke kratšímu času převzetí řízení a jeho vyšší kvalitě ve srovnání s činnostmi odlišnými od řidičské úlohy, konkrétně např. v tomto kontextu experimentálně prokázali pozitivní vliv hraní hry Tetris na převzetí řízení.

Vysoká úroveň automatizace (L4) oproti úskalí souvisejícím se zpětným převzetím řízením umožní řidiči permanentní odklon od řidičského úkolu, čímž vznikne prostor pro vykonávání většího množství neřidičských činností. Když na vysokém stupni automatizace bude muset řidič převzít řízení, tzn. přejít od jedné činnosti k druhé, nebude to nutné vykonat okamžitě, protože autonomní vozidlo dá řidiči informaci v dostatečném předstihu, čímž nebude docházet k okamžité vzájemné interferenci mezi činnostmi.

Výzkumy se často zaměřují na zpětné převzetí řízení, přičemž se sleduje reakční čas řidiče, ale také kvalita tohoto převzetí řízení (v podobě TTC, chyb, laterální odchylky apod.). Reakční čas zpětného převzetí řízení se uvádí v rozmezí mezi 0,87–3 sekundami (de Winter et al., 2016; Peterman-Stock et al., 2013; Soares et al., 2021), ovšem je nutné podotknout, že tento čas nevypovídá nic o úrovni kvality převzetí, která může být při tomto rychlém převzetí řízení nízká. Z tohoto důvodu je zjišťován čas dostatečně dlouhý pro to, aby byla kvalita převzetí vysoká. Řidiči je ve výzkumech zaměřených na tuto problematiku dán určitý časový rámec, ve kterém má převzetí řízení proběhnout – signál k převzetí zazní tedy s určitým předstihem a řidič má časový prostor se v dané situaci zorientovat. Výzkumníci využívají různé časové intervaly a hledají ten nevhodnější. Ukazuje se, že čím kratší čas, tím větší tlak na řidiče je vytvořen. Tato působící zátěž může být subjektivně vnímána jako nepříjemná a vede ke snížení přijímání moderní technologie a důvěry v ni (Wan & Wu, 2018). Na druhou stranu může dočasně zvýšit řidičův výkon. Čas, který je dostatečný k převzetí řízení, se liší, obecně lze hovořit o minimálním čase 10–15 sekund (Wan & Wu, 2018; Müller, 2021), přičemž roli hraje i to, jestli je řidič je vystaven odvedení pozornosti jinou činností, která nesouvisí s řízením. V tomto časovém úseku nebo i vyšším, uvádí se až 40 sekund (Merat et al., 2014),

může dosahovat převzetí řízení dostatečné kvality. Roli v určení dostatečně dlouhého intervalu potřebného pro převzetí řízení však hraje např. i komplexnost či obtížnost řešené situace. Když je požadavek na převzetí okamžitý nebo je-li interval velmi krátký, dochází k zhoršení tzv. situačního přehledu – řidič se dostatečně v situaci neorientuje, nevyhodnotí ji a nemusí v důsledku toho správně zareagovat (Müller, 2021).

Požadavek na převzetí řízení na úrovni L3 může být, jak je asi z výše uvedeného patrné, rizikový. Když pak do převzetí řízení vstupují neřidičské činnosti, může být převzetí řízení negativně ovlivněno. V situaci, kdy se řidič věnuje jiné činnosti, je zhoršen jeho situační přehled z toho důvodu, že dochází k přesunu kognitivních zdrojů k neřidičské aktivitě, aniž by byla věnována pozornost okolní dopravní situaci. Zároveň má řidič při provádění neřidičské aktivity zaměstnané ruce a nohy, což také ztěžuje následné převzetí řízení. Ve chvíli, kdy má řidič přebírat řízení, pak dochází k interferenci mezi vykonávanou činností a řidičskou úlohou a zároveň se v tu chvíli zvyšuje mentální zátěž řidiče. Obecně lze shrnout, že neřidičská činnost má vliv na rychlost převzetí řízení a jeho kvalitu, v tomto kontextu se obvykle vyskytuje zhoršení všech sledovaných parametrů jízdy, např. v podobě prodloužení reakčního času, kratšího TTC, výskytu většího množství kolizí apod. (Minhas et al., 2022; Dogan et al., 2019; Gold et al., 2017; Wu et al., 2019; Soares et al., 2021; Vogelpohl et al., 2019; Yoon et al., 2019).

Ukazuje se, že roli při převzetí řízení hraje typ neřidičské činnosti. Jako zásadní se ukazuje vliv smyslové modality činnosti (Müller, 2021; Zhang et al., 2019), dále pak její náročnost (která souvisí s kognitivním zatížením a následnou mentální zátěží) (Choi et al., 2020; Wu et al., 2019; Wandtner et al., 2018). Je-li dopravní situace komplexní a náročná a řidič je současně distraktován, pak je převzetí výrazně zhoršeno (Zeeb et al., 2017). Tyto předpoklady jsou v souladu s teoretickými předpoklady např. ve zmiňované Wickensově teorii zdrojů. Ukazuje se, že nejvýznamnější negativní vliv mají vizuální činnosti, které jsou kombinované s vyšší mírou mentální zátěže a při nichž je řidič aktivní (Jeong & Liu, 2019; Wandtner et al., 2018; Zhang et al., 2019; Choi et al., 2020; Wu et al., 2019). Důležitou charakteristikou činnosti je i její přerušitelnost (Spiessl, 2011), která ukazuje na to, jestli je možné danou činnost přerušit bez negativních důsledků (např. jestli nedojde ke ztrátě neuložených dat nebo poškození používaného zařízení apod.) (Wan & Wu, 2018; Spiessl, 2011). V případě přerušitelnosti lze však uchopit i druhý aspekt této charakteristiky – do jaké míry je člověk do dané činnosti „ponořen“ a jestli dokáže snadno zaznamenat nutnost přerušit neřidičskou činnost a věnovat pozornost řidičské úloze. Co se týče vhodnosti činností pro autonomní řízení, resp. zpětné převzetí řízení, důležitou roli hraje

i to, jestli je daná činnost manuálního rázu, tzn. daný předmět je držen v ruce a při převzetí řízení je nutné ho odložit, popř. i upevnit ve vozidle. Ukazuje se, že manuální držení předmětu negativně zhoršuje převzetí řízení (Shahini & Zahabi, 2021; Wandtner et al., 2018; Zeeb et al., 2017; Wan & Wu, 2018; Zhang et al., 2019). Zejména kombinace vizuální modality a manuální zátěže představuje vyšší bezpečnostní riziko (Jeyong a Liu, 2019; Wandtner et al., 2018). Činnosti auditivního charakteru mají nižší negativní vliv na kvalitu převzetí řízení, a to zejména ve srovnání s vizuálními činnostmi (Jeong a Liu, 2019; Wandtner et al., 2018; Spiessl, 2011). U činností auditivního charakteru je důležité, je-li při nich řidič aktivní a nakolik je při nich zatížen. Je-li jen pasivním příjemcem a není-li zapojena zraková modalita, pak je řidičský výkon ovlivněn minimálně, je-li však řidič nucen být při zpracování auditivní činnosti aktivní a je-li činnost obtížně přerušitelná, pak i v tomto případě dochází ke zvýšené míře interference mezi vedlejší činností a řidičskou úlohou (Spiessl, 2011; Caird et al., 2008; Caird et al., 2018).

Diskutujeme-li úskalí neřidičských činností, zejména s ohledem na zpětné převzetí řízení, je důležité zdůraznit také jejich benefity prováděných. Tento úhel pohledu je do budoucna perspektivní, protože se dá čekat, že úroveň L3, se kterou jsou spojená rizika v souvislosti se zpětným převzetím řízení, bude brzy nahrazena úrovní L4. Na této úrovni automatizace řidič již pojede delší úsek v autonomním módu a bude moci vykonávat různé činnosti. Řízení bude přebírat v přesně definovaném úseku a toto převzetí nebude okamžité, nýbrž bude dílem delšího časového úseku – v řádu několika desítek sekund (řidič bude pravděpodobně o nutnosti převzít řízení vědět v dostatečném předstihu). Vykonávané činnosti budou mít přínos jak ekonomický – bude využit čas řidiče v případě, že bude v pracovním procesu –, tak i osobní – řidič bude moci čas využít k relaxaci, zábavě či k vyřízení různých osobních záležitostí. V případě delší jízdy v autonomním módu bude řidič vystaven monotonii s negativním dopadem na jeho psychický stav v podobě zvýšené únavy, ale i psychické nepohody (Naujoks et al., 2018; Vogelpohl et al., 2018; Bourrelly et al., 2018). Vhodné zařazení neřidičských činností mu pomůže se únavě vyhnout, v důsledku čehož se pak snáze bude moci zase věnovat řízení či jiné pracovní činnosti související s jeho profesí. Toto zařazování vhodných činností lze nazvat tzv. kontrolovanou distrakcí řidiče (Vogelpohl et al., 2018), která umožňuje řidiči zůstat bdělý během delší jízdy v autonomním módu a snáze pak převzít řízení. Lze shrnout, že automatizace má své benefity, přináší ale i úskalí – stejně jako nadměrná zátěž člověka je totiž riziková i zátěž minimální, která vede k tomu, že člověk není připravený okamžitě reagovat.

5 Závěr

V předložené studii jsme představili téma neřidičských činností v kontextu autonomní mobility. Jak je patrné z uvedených výzkumů, danému tématu je věnována pozornost z různých úhlů pohledu, zejména v celosvětovém měřítku. Pro úplnost je potřeba zmínit, že v českých podmínkách se aktuálně předložené problematice věnuje probíhající projekt „Systematizace neřidičských aktivit při řízení v autonomním módu“ (TAČR, 1/2022–12/2024). Ten si klade za cíl vytvořit systematickou kategorizaci neřidičských činností, charakterizovat jejich dimenze a také posoudit vhodnost jednotlivých činností pro úroveň L3 a L4. Dále pak otestovat vybrané charakteristiky neřidičských činností v rámci simulační studie, a to zejména s ohledem na jejich vliv na zpětné převzetí řízení. Následně pak vytvořit postup, jak lze posuzovat vhodnost činností, resp. potencionální rizikovost pro jednotlivé stupně automatizace.

Jak jsme shrnuli výše, se zaváděním autonomních vozidel vznikne řidičům prostor pro to věnovat se jiným činnostem, které s řízením nesouvisí. Provádění těchto činností však může mít svoje úskali, a to zejména na úrovni automatizace L3, která zahrnuje požadavek zpětného převzetí řízení. Některé činnosti mohou toto zpětné převzetí řízení ovlivňovat negativně. Z toho důvodu je nutné definovat ty aspekty činností, které mohou převzetí řízení zhoršit, čímž představují určité riziko. Zároveň se v této souvislosti vynořuje otázka, jak rychle je řidič schopen kvalitně převzít řízení a jak do tohoto procesu vstupují jednotlivé charakteristiky činnosti, resp. jak ho ovlivňují. Ukazuje se, že převzetí v delším časovém úseku v řádu sekund může být reálné, avšak čím kratší čas, tím více mohou být pro řidiče tyto situace nekomfortní. Kvalitní převzetí v krátkém časovém intervalu je podmíněno řadou různých parametrů, mezi něž patří např. aktuální psychický stav řidiče, neřidičské činnosti a jejich typ, komplexnost dopravní situace apod. Jako perspektivní se proto z hlediska výrobce, ale i uživatele (řidiče) jeví spíše vyšší úroveň automatizace (L4). U tohoto stupně se pak nabízí otázka, jak využít čas řidiče, který v přesně daných podmínkách pojede bez manuálního řízení, a jak na něj vykonávané činnosti budou působit. Dá se hovořit o tom, že některé činnosti budou zmírňovat negativní důsledky automatizace v podobě monotónní jízdy a s ní související únavy. Zároveň bude řidič v této situaci přebírat řízení v předem očekávané situaci a bude se moci na tuto fázi připravit. V této souvislosti se nabízí otázka, jak řidiče provést převzetím řízení – jak mu pomoci se zorientovat v dané situaci, což je např. tematika oblasti Human Machine Interface (HMI), ale i jak dlouhý čas řidič pro kvalitní převzetí řízení potřebuje.

Možností, jak navázat na tuto přehledovou studii, je více. Jednou z nich je věnovat se neřidičským čin-

nostem v širším kontextu – tzn. v kontextu vlivu činností na manuální jízdu. Toto téma je aktuální zejména v souvislosti s využíváním moderních technologií při manuální jízdě, které odvádějí řidičovu pozornost. Druhou možností, jak navázat na tuto studii, je zasadit neřidičské činnosti do širšího teoretického rámce, než je jen samotná *Wickensova teorie zdrojů*. Ukazuje se, že v rámci kognitivní psychologie je v této souvislosti neméně důležitý koncept *mentální zátěže*. S ohledem na poznatky dopravní psychologie je zase klíčový pojem *situační přehled*, který jsme výše v textu zmínili jen okrajově. V širším kontextu lze využít poznatky z oblasti neurovědy a fungování mozku při vykonávání různých druhů činností v rozdílných časových odstupech.

Poděkování/dedikace k projektu

Tento článek byl vytvořen za finanční podpory Ministerstva dopravy v rámci programu dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumných organizací.

Literatura

- Bourrelly, A., de Naurois, C., Zran, A., Rampillon, F., Vercher, J.-L., & Bourdin, C. (2019). Long automated driving phase affects take-over performance. *IET Intelligent Transport Systems*, 13, 1249–1255. <https://doi.org/10.1049/iet-its.2019.0018>
- Bubb, H. (2002). Der Fahrprozess. Informationsverarbeitung durch den Fahrer. In *Tagungsband: Technischer Kongress 2002. Sicherheit durch Elektronik – Fahrzeugsicherheit, Elektronik* (pp. 19–31). VDA – Verband der Automobilindustrie.
- Caird, Jeff K., Willness, C. R., Steel, P., & Scialfa, C. (2008). A meta-analysis of the effects of cell phones on driver performance. *Accident Analysis & Prevention*, 40(4), 1282–1293. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.01.009>
- Caird, Jeff K., Simmons, S. M., Wiley, K., Johnston, K. A., & Horrey, W. J. (2018). Does talking on a cell phone, with a passenger, or dialing affect driving performance? An updated systematic review and meta-analysis of experimental studies. *Human factors*, 60(1), 101–133. <https://doi.org/10.1177/0018720817748145>
- Carsten, O., Lai, F., Barnard, A., Merat, N., & Jamson, A. (2012). Control task substitution in semi automated driving: Does it matter what aspects are automated? *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 54(5), 747–761. <https://doi.org/10.1177/0018720812460246>
- Casner, S. M., Geven, R. W., Recker, M. P., State, S. J., & Schooler, J. W. (2014). The retention of manual flying skills in the automated cockpit. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 56(8), 1506–1516. <https://doi.org/10.1177/0018720814535628>
- Casner, S. M., & Schooler, J. W. (2014). Thoughts in flight: Auto-mation use and pilots' task-related and task-unrelated thought. *Human Factors*, 56(3), 433–442. <https://doi.org/10.1177/0018720813501550>
- Damböck, D., Farid, M., Tönert, L., & Bengler, K. (2012). Übernahmezeiten beim hochautomatisierten Autofahren, in *Tagung Fahrerassistenz*, München, Germany. <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1142102/1142102.pdf>

- DeGuzman, C. A., Hopkins, S. A., & Donmez, B. (2020). Driver takeover performance and monitoring behavior with driving automation at system limit versus system-malfunction failures. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2674(4), 140–151. <https://doi.org/10.1177/0361198120912228>
- De Winter, J., Happee, R., Martens, M., & Stanton, N. A. (2014). Effects of adaptive cruise control and highly automated driving on workload and situation awareness: A review of the empirical evidence. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 24, 196–217. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trf.2014.06.016>
- De Winter, J. de, Stanton, N. A., Price, J. S., & Mistry, H. (2016). The effects of driving with different levels of unreliable automation on self-reported workload and secondary task performance. *International Journal of Vehicle Design*, 70(4), 297–324. <https://doi.org/10.1504/IJVD.2016.076736>
- Dingus, T. A., Hanowski, R. J., & Klauer, S. G. (2011). Estimating Crash Risk. *Ergonomics in Design*, 19(4), 8–12. <https://doi.org/10.1177/1064804611423736>
- Dogan, E., Honnet, V., Masfrand, S., & Guillaume, A. (2019). Effects of non-driving-related tasks on takeover performance in different takeover situations in conditionally automated driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 62, 494–504. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2019.02.010>
- Eriksson, A., & Stanton, N. A. (2017). Takeover time in highly automated vehicles: noncritical transitions to and from manual control. *Hum. Factors* 59(4), 689–705. <https://doi.org/10.1177/0018720816685832>
- Fagnant, D. J., & Kockelman, K., 2015. Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. *Transport. Res. Pol. Pract.*, 77, 167–181. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.04.003>
- Feldhütter, A., Gold, C., Schneider, S., Bengler, K. (2017). How the Duration of Automated Driving Influences Take-Over Performance and Gaze Behavior. In C. Schlick et al. (Eds.), *Advances in Ergonomic Design of Systems, Products and Processes* (309–318). Springer.
- Feldhütter, A., Hecht, T., Kalb, L., & Bengler, K. (2019). Effect of prolonged periods of conditionally automated driving on the development of fatigue: With and without non-driving-related activities. *Cognition, Technology & Work*, 21, 33–40. <https://doi.org/10.1007/s10111-018-0524-9>
- Geiser, G. (1985). Mensch-Maschine-Kommunikation im Kraftfahrzeug. *Automobiltechnische Zeitschrift ATZ*, 87, 74–77, 1985. GWV Fachverlage GmbH.
- Gold, G., Damböck, D., Lorenz, L., & Bengler, K. (2013). “Take over!” How long does it take to get the driver back into the loop?. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 2013. <https://doi.org/10.1177/0018720816685832>
- Gold, C., & Bengler, K. (2014). Taking Over Control from Highly Automated Vehicles. *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting*, 8(64), 64–69. <https://doi.org/10.1177/0018720816634226>
- Gold, C., Happee, R., & Bengler, K. (2017). Modeling takeover performance in level 3 conditionally automated vehicles. *Accident Analysis & Prevention*, 116, 3–13. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.11.009>
- Gonçalves, J., Happee, R., & Bengler, K. (2016). Drowsiness in conditional automation: proneness, diagnosis and driving performance effects. In *IEEE 19th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)* (pp. 873–878). Rio de Janeiro, Brazil. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2016.7795658>
- Hedlund, J., Simpson, H. M., & Mayhew, D. R. (2006). *International conference on distracted driving: Summary of proceedings and recommendations: October 2–5, 2005*.
- Huemer, A. K., & Vollrath, M. (2011). Driver secondary tasks in Germany: using interviews to estimate prevalence. *Accident Analysis & Prevention*, 43(5), 1703–1712. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.03.029>
- Choi, D., Sato, T., Ando, T., Abe, T., Akamatsu, M., & Kitazaki, S. (2020). Effects of cognitive and visual loads on driving performance after take-over request (TOR) in automated driving. *Applied Ergonomics*, 85, 103074. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103074>
- Jamson, A. H., Merat, N., Carsten, & O. M., Lai, F. (2013). Behavioural changes in drivers experiencing high automated vehicle control in varying traffic conditions. *Transp. Res. Part C*, 116–125. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2013.02.008>
- Jeong, H., & Liu, Y. (2019). Effects of non-driving-related-task modality and road geometry on eye movements, lane-keeping performance, and workload while driving. *Transport. Res. F Traffic Psychol. Behav.*, 60, 157–171. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.10.015>
- Lansdown, T. D., Brook-Carter, N., & Kersloot, T. (2004). Distraction from multiple invehicle secondary tasks: vehicle performance and mental workload implications. *Ergonomics*, 41(1), 91–104. <https://doi.org/10.1080/00140130310001629775>
- Litman, T. (2018). *Autonomous vehicle implementation predictions: Implications for transport planning*. Vitoria Transport Policy Institute. <https://www.vtpi.org/avip.pdf>
- Louw, T., Markkula, G., Boer, E., Madigan, R., Carsten, O., & Merat, N. (2017). Coming back into the loop: Drivers’ perceptual-motor performance in critical events after automated driving. *Accident Analysis & Prevention*, 108, 9–18. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.08.011>
- Lu, Z., Coster, X., & de Winter, J. (2017). How much time do drivers need to obtain situation awareness? A laboratory-based study of automated driving. *Applied ergonomics*, 60, 293–304. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.12.003>
- Mengelkoch, R. F., Adams, J. A., & Gainer, C. A. (1971). The forgetting of instrument flying skills. *Human Factors*, 13(5), 397–405.
- Merat, N., Jamson, A. Hamish, L., Frank C. H., Daly, M., & Carsten, O. M. J. (2014). Transition to manual: Driver behaviour when resuming control from a highly automated vehicle. *Transportation Research: Part F. Part B*, 27, 274–282. <https://doi.org/10.1016/j.TRF.2014.09.005>
- Minhas, S., Hernández-Sabaté, A., Ehsan, S., & McDonald-Maier, K. D. (2022). Effects of Non-Driving Related Tasks During Self-Driving Mode. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 23(2), 1391–1399. <https://doi.org/10.1109/TITS.2020.3025542>
- Mok, B., Johns, M., Lee, K. J., Miller, D., Sirkin, D., Ive, P., & Ju, W. (2015). Emergency, Automation Off: Unstructured Transition Timing for Distracted Drivers of Automated Vehicles. *IEEE 18th International Conference on Intelligent*

- Transportation Systems (ITSC)*.
<https://doi.org/10.1109/ITSC.2015.396>
- Müller, A. L. (2020). *Auswirkungen von naturalistischen fahrfremden Tätigkeiten während hochautomatisierter Fahrt*. Dissertation. Technische Universität, Darmstadt.
<https://doi.org/10.25534/tuprints-00011342>
- Nasr, V., Wozniak, D., Shahini, F., & Zahabi, M. (2021). Application of Advanced Driver-Assistance Systems in Police Vehicles. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2675(10), 1453–1468.
<https://doi.org/10.1177/03611981211017144>
- Naujoks, F., Neukum, A., & Befelein, D. (2016). Welche Aspekten fahrfremder Tätigkeiten schränken die Übernahmefähigkeit beim hochautomatisierten Fahren. Conference: VDI/VW Gemeinschaftstagung „Fahrerassistenz und automatisiertes Fahren“, Wolfsburg, volume 32.
https://www.researchgate.net/publication/309843894_Welche_Aspekte_fahrfremder_Taetigkeiten_schraenken_die_Uebernahmefahigkeit_beim_hochautomatisierten_Fahren_ein
- Naujoks, F., Wiedemann, K., Schömig, N., Jarosch, O., & Gold, C. (2018). Expert-based controllability assessment of control transitions from automated to manual driving. *MethodsX*, 5, 579–592.
<https://doi.org/10.1016/j.mex.2018.05.007>
- Naujoks, F., Höfling, S., Purucker, C., & Zeeb, K. (2018). From partial and high automation to manual driving: Relationship between non-driving related tasks, drowsiness and take-over performance. *Accid. Anal. Prev.*, 121, 28–42.
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.08.018>
- Neubauer, C., Matthews, G., Langheim, L., & Saxby, D. (2012). Fatigue and voluntary utilization of automation in simulated driving. *Hum. Factors*, 54(5), 734–746.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1177/0018720811423261>
- Petermann-Stock, I., Hackenberg, L., Muhr, T., & Mergl, C. (2013). Wie lange braucht der Fahrer? Eine Analyse zu Übernahmemeilen aus verschiedenen Nebentätigkeiten während einer hochautomatisierten Staufahrt. In *Der Weg zum automatischen Fahren. 6. Tagung Fahrerassistenz* (pp. 1–26).
- Petermeijer, S., Winter, J. de, & Bengler, K. (2016). Vibrotactile Displays. A Survey With a View on Highly Automated Driving. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 17(4), 897–907. <https://doi.org/10.1109/TITS.2015.2494873>
- Pfleging, B., Rang, M., & Broy, N. (2016). Investigating user needs for non-driving-related activities during automated driving. In *Proceedings of the 15th international conference on mobile and ubiquitous multimedia* (pp. 91–99). ACM.
<https://doi.org/10.1145/3012709.3012735>
- Prahl, A., & Enright, R. (2017). Forgiving computers: The rise of automation and implications for counseling. *Counseling and Values*, 62, 144–158. <https://doi.org/10.1002/cvj.12056>
- Radlmayr, J., Gold, C., Lorenz, L., Farid, M., & Bengler, K. (2014). How Traffic Situations and Non-Driving Related Tasks Affect the Take-Over Quality in Highly Automated Driving. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 58(1), 2063–2067.
<https://doi.org/10.1177/1541931214581434>
- Radlmayr, J., Fischer, F. M., & Bengler, K. (2019). The Influence of Non-driving Related Tasks on Driver Availability in the Context of Conditionally Automated Driving. In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander & Y. Fujita (Eds.), *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018)* (Advances in Intelligent Systems and Computing, Bd. 823 (pp. 295–304). Springer International Publishing.
- Regan, M. A., & Hallett, C. (2011a). Driver distraction: Definition, mechanisms, effects, and mitigation. In B. Porter (Ed.), *Handbook of traffic psychology* (275–286). Elsevier.
- Regan, M. A., Hallett, C., & Gordon, C. P. (2011b). Driver distraction and driver inattention: Definition, relationship and taxonomy. *Accident Analysis & Prevention*, 43(5), 1771–1781. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.04.008>
- Rubinstein, J. S., Meyer, D. E., & Evans, J. E. (2001). Executive control of cognitive processes in task switching. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27(4), 763–797. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.27.4.763>
- SAE International (2021). Taxonomy and definitions for terms related to on-road motor vehicle automated driving systems. https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104
- Shanini, F., & Zahabi, M. (2021). Effects of levels of automation and non-driving related tasks on driver performance and workload: A review of literature and meta-analysis. *Applied Ergonomics*, 104, 103824.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2022.103824>
- Shi, E., & Bengler, K. (2022). Non-driving related tasks' effects on takeover and manual driving behavior in a real driving setting: A differentiation approach based on task switching and modality shifting. *Accident Analysis & Prevention*, 178, 106844.
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106844>
- Schömig, N., Metz, B., & Krüger, H. P. (2009). Darf ich oder darf ich nicht? Situationsbewusstsein im Umgang mit Nebenaufgaben während der Fahrt. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaften*, 63, 3–15.
- Soares, S., Lobo, A., Ferreira, S., Cunha, L., & Couto, A. (2021). Takeover performance evaluation using driving simulation: a systematic review and meta-analysis. *European Transport Research Review*, 13(1), 1–18.
<https://doi.org/10.1186/s12544-021-00505-2>
- Spiessl, W. (2011). Assessment and Support of Error Recognition in Automated Driving. Dissertation. Fakultät für Mathematik, Informatik und Statistik, Ludwig-Maximilians-Universität, München.
- Strayer, D. L., & Fisher, D. L. (2016). SPIDER: A Framework for Understanding Driver Distraction. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 58(1), 5–12. <https://doi.org/10.1177/0018720815619074>
- Strayer, D. L., Cooper, J. M., Turrill, J., Coleman, J. R., & Hopman, R. J. (2017). The smartphone and the driver's cognitive workload: A comparison of Apple, Google, and Microsoft's intelligent personal assistants. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 71(2), 93. <https://doi.org/10.1037/cep0000104>
- Sumwalt, R. (2003, August). Cockpit monitoring: Using procedures to enhance crew vigilance. *Professional Pilot*, 2–6.
- Technologická agentura ČR (2022–2024). Systematizace neřidičských aktivit při řízení v autonomním módu. TAČR, probíhající projekt CK03000063.
<https://starfos.tacr.cz/cs/project/CK03000063>
- Taylor, H., Lintern, G., Hulin, C., Talleur, D., Emanuel, T., & Phillips, S. (1999). Transfer of training effectiveness of a personal computer aviation training device. *International Journal of Aviation Psychology*, 9(4), 319–335.
https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0904_1

- U. S. Department of transportation – Federal aviation administration (2009). *Risk management handbook*. https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/media/FAA-H-8083-2.pdf
- Veilette, P. R., & Decker, R. (1995). Differences in aircrew manual skills and automated and conventional flight decks. *Transportation Research Record*, 1480, 43–50. <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/trr/1995/1480/1480-006.pdf>
- Vogelpohl, T., Kühn M., Hummel, T., & Vollrath, M. (2018). Asleep at the automated wheel. Sleepiness and fatigue during highly automated driving. *Accid. Anal. Prev.*, 126, 70–84. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.03.013>
- Vogelpohl, T., Gehlmann, F., & Vollrath, M. (2019). Task interruption and control recovery strategies after take-over requests emphasize need for measures of situation awareness. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 62(7), 1190–1211. <https://doi.org/10.1177/0018720819866976>
- Wan, J., & Wu, C. (2018). The effects of lead time of take-over request and nondriving tasks on taking-over control of automated vehicles. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 48(6), 582–591. <https://doi.org/10.1109/THMS.2018.2844251>
- Wandtner, B., Schömig, N., & Schmidt, G. (2018). Effects of non-driving related task modalities on takeover performance in highly automated driving. *Hum. Factors*, 60(6), 870–881. <https://doi.org/10.1177/0018720818768199>
- Wickens, C. D. (1992). Attention, Time-Sharing, and Workload. In C. D. Wickens, J. G. Hollands (Eds.), *Engineering Psychology and Human Performance* (364–411). Harper-Collins Publishers Inc.
- Wickens, C. D. (2002). Multiple resources and performance prediction. *Theoretical issues in ergonomics science*, 3(2), 159–177. <https://doi.org/10.1080/14639220210123806>
- Wickens, C. D. (2008). Multiple resources and mental workload. *Hum. Factors* 50(3), 449–455. <https://doi.org/10.1518/001872008X288394>
- Wu, C., Wu, H., Lyu, N., & Zheng, M. (2019). Take-over performance and safety analysis under different scenarios and secondary tasks in conditionally automated driving. *IEEE Access*, 7, 136924–136933. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2914864>
- Yang, Y., Karakaya, B., Dominion, G. C., Kawabe, K., & Bengler, K. (2018). An HMI Concept to Improve Driver's Visual Behavior and Situation Awareness in Automated Vehicle. In Intelligent Transportation Society (Ed.), *World Congress on Intelligent Transport Systems* (pp. 650–655). New York: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2018.8569986>
- Yang, L., Yang, T. Y., Haochen, L., Shan, X., Brighton, J., Skrypchuk, L., Mouzakitis, A., & Zhao, Y. (2020). A refined non-driving activity classification using a two-stream convolutional neural network. *IEEE Sensors Journal*, 21(14), 15574–15583. <https://doi.org/10.1109/jsen.2020.3005810>
- Yoon, S. H., & Ji, Y. G. (2019). Non-driving-related tasks, workload, and takeover performance in highly automated driving contexts. *Transport. Res. F Traffic Psychol. Behav.*, 60, 620–631. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.11.015>
- Young, K., Regan, M., & Hammer, M. (2007). Driver distraction: A review of the literature. *Distacted driving*. In I. J. Faulks, M. Regan, M. Stevenson, J. Brown, A. Porter & J. D. Irwin (Eds.), *Distacted driving* (pp. 379–405). Sydney, NSW: Australasian College of Road Safety.
- Zeeb, K. (2016). *Der Einfluss fahrfremder Tätigkeiten auf die Fahrerübernahme während des hochautomatisierten Fahrens*. Dissertation. Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf. <https://docserv.uni-duesseldorf.de/servlets/DocumentServlet?id=41406>
- Zeeb, K., Haertel, M., Buchner, A., & Schrauf, M. (2017). Why is steering not the same as braking? The impact of non-driving related tasks on lateral and longitudinal driver interventions during conditionally automated driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 50, 65–79. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.07.008>
- Zhang, B., De Winter, J., Varotto, S., Happee, R., & Martens, M. (2019). Determinants of take-over time from automated driving: A meta-analysis of 129 studies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 64, 285–307. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2019.04.020>

Informace o autorce

Miroslava HORÁKOVÁ*

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Oblast Metodického centra – terapie a poradenství v dopravě, Líšeňská 33a, 636 00 Brno

e-mail: miroslava.horakova@cdv.cz

Provedla rešerši odborné literatury, zpracovala základní koncepty a vypracovala přehledovou studii.