

# Studie na simulátoru nákladního vozidla

Projekt Systematizace neřidičských aktivit při řízení v autonomním módu (CK03000063)

**Miroslava Horáková**  
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.  
9. 10. 2024

**T A**  
**Č R**

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou  
Technologické agentury ČR a Ministerstva dopravy  
v rámci **Programu DOPRAVA 2020+**.

[www.tacr.cz](http://www.tacr.cz)

[www.mdcr.cz](http://www.mdcr.cz)

# Agenda

1. Cíl studie, výzkumné otázky a měřené proměnné
2. Výzkumný soubor a použité metody
3. Experimentální design a scénáře
4. Neřidičské činnosti
5. Výsledky



**T A**  
**Č R**

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou  
Technologické agentury ČR a Ministerstva dopravy  
v rámci **Programu DOPRAVA 2020+**.

[www.tacr.cz](http://www.tacr.cz)

[www.mdcr.cz](http://www.mdcr.cz)

# Cíl studie a výzkumné otázky [1/2]

## ▪ Cíl studie:

- ověřit vliv některých typů neřidičských činností na řidičský výkon v situaci zpětného převzetí řízení
- určit, jestli mezi jednotlivými činnostmi existují rozdíly v rámci výkonu při zpětném převzetí řízení.

## ▪ Výzkumné otázky:

- Jaký vliv mají jednotlivé typy činností na výkon při zpětném převzetí řízení:
  - Existují významné rozdíly mezi činnostmi s nízkou a vysokou mentální zátěží?
  - Existují rozdíly mezi činnostmi auditivními a vizuálními?
  - Existují rozdíly mezi činnostmi, při kterých je držen přístroj/předmět v ruce, oproti činnostem, při kterých má respondent volné ruce?



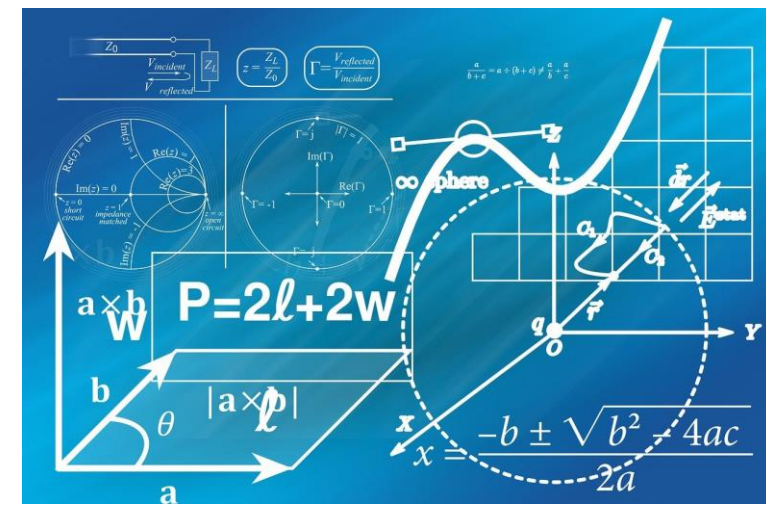
## Cíl studie a výzkumné otázky [2/2]

- Odlišuje se situační přehled v jednotlivých situacích s různými typy činností?
- Jaká je řidičem vnímaná mentální zátěž v situaci převzetí řízení s činnostmi? Jak vnímá rozdíl v mentální zátěži při zpětném převzetí řízení v situaci s činností a bez činnosti?
- Jak řidič subjektivně vnímá a hodnotí z hlediska bezpečnosti zpětné převzetí řízení v daném časovém intervalu (10 s)?
- Mají na výkon při převzetí řízení vliv i další faktory na straně řidiče (např. únava, nepřijetí AV a nedůvěra v ně)?



# Měřené proměnné

- **Základní východisko:** Porovnání výkonu v řidiče v situaci převzetí řízení bez působení činnosti (baseline) s výkonem při působení různých typů činností
- **Měřené proměnné:**
  - **Nezávislá proměnná:** Různé druhy neřidičských činností
  - **Závislé proměnné:** Objektivní řidičský výkon po zpětném převzetí řízení, vytvoření situačního přehledu, mentální zátěž probanda
  - **Další proměnné na straně probanda:** Aktuální psychický stav řidiče (míra únavy řidiče při zahájení experimentu), frekvence a souvislosti vykonávání činností v běžném životě, postoje k AV (přijetí vs. nepřijetí apod.), nevolnost ze simulátoru (simulator sickness)
- **Výběr činností do experimentu, 2 kritéria:**
  - Formulace hypotéz na základě teoretických předpokladů a jejich verifikace
  - Ověření vhodných činností (dle katalogu) pro úroveň L3 – vhodné ano/ne



# Výzkumný soubor a metody [1/2]

## Výzkumný soubor

- 31 účastníků - 28 mužů and 3 ženy (řidiči nákladních vozidel a autobusů), průměrný věk 40 (min. 23, max 57)
- většina účastníků (35,5 %) ročně najede 40 001 až 60 000 km; nejčastěji uváděli účastníci 11 až 20 let praxe (32,3 %; N =10)

## Hlavní zařízení

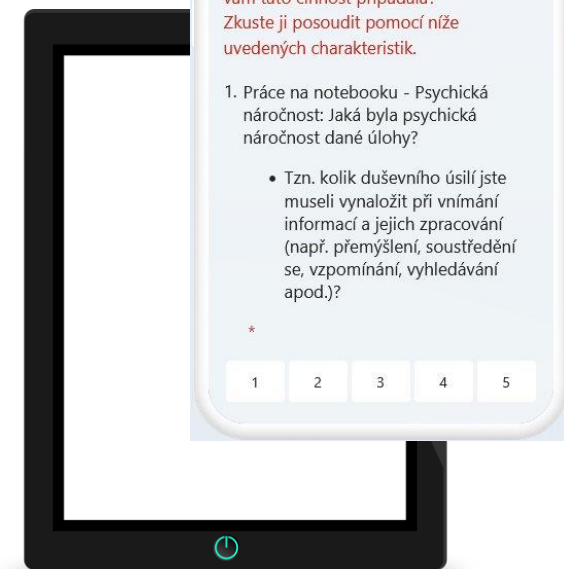
- **simulátor nákladního vozidla a autobusu** (originální kabina nákladního vozu, pohybová plošina, vizuální systém reprezentující zorné pole řidiče, centrum operátora, software SimWorld)
- měřené parametry: čas převzetí, brzda/plyn, rychlost, pozice v jízdním pruhu



# Výzkumný soubor a metody [2/2]

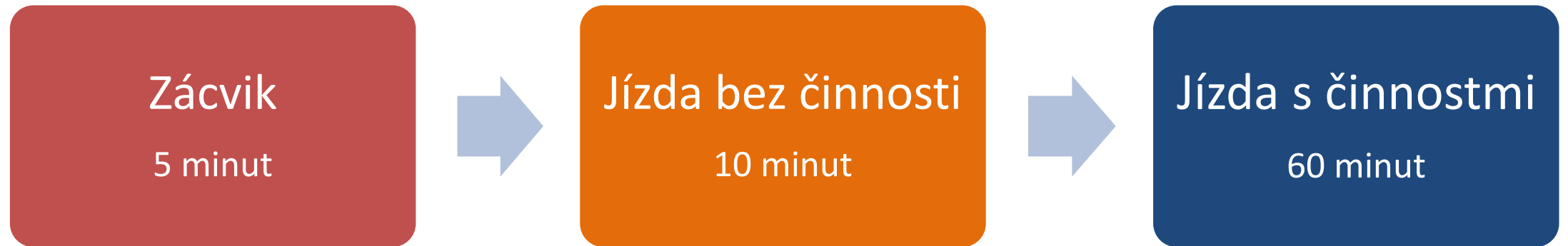
## Další metody

- **Stanford Sleepiness Scale** (sebeuposouzení únavy)
- **Dotazník zaměřený na vykonávání činností** (zhodnocení vykonávání činnosti a schopnosti multitaskingu, pozornosti a její distrakce)
- **SAGAT** (Situational awareness global assesment technique) (situační přehled)
- **Modifikovaná verze dotazníku NASA TLX** (mentální zátěž)
- **Dotazník Simulator Sickness Scale** (simulátorová nevolnost)
- **Dotazník Acceptance questionnaire** (postoje probanda vzhledem k AV)
- **Závěrečný polostrukturovaný rozhovor** (zhodnocení převzetí řízení a vlivu činností)
- **Pozorování respondenta na simulátoru** (záznamový arch, videozáznam jízdy)



# Experimentální design

- Průběh experimentální jízdy:

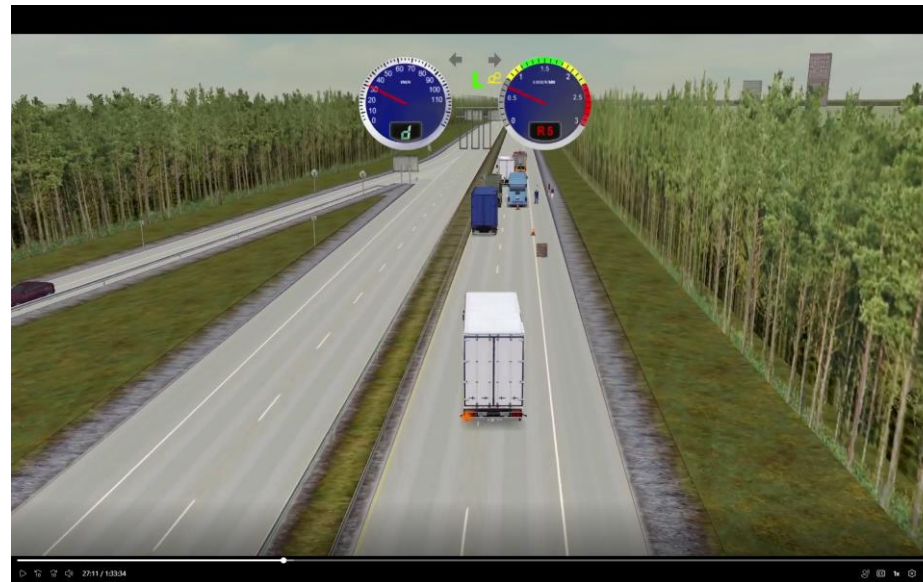


- **Zácvik** - Zácvik ovládnání vozidla, instrukce k zpětnému převzetí řízení
- **Bez činnosti (baseline)** – Průjezd postupně třemi typy scénářů 1, 2, 3; převzetí řízení
- **Vykonávání činností (experimentální jízda)** - Postupné vykonávání šesti činností a převzetí řízení, po prvních třech činnostech přestávka 5 minut



# Scénáře [1/2]

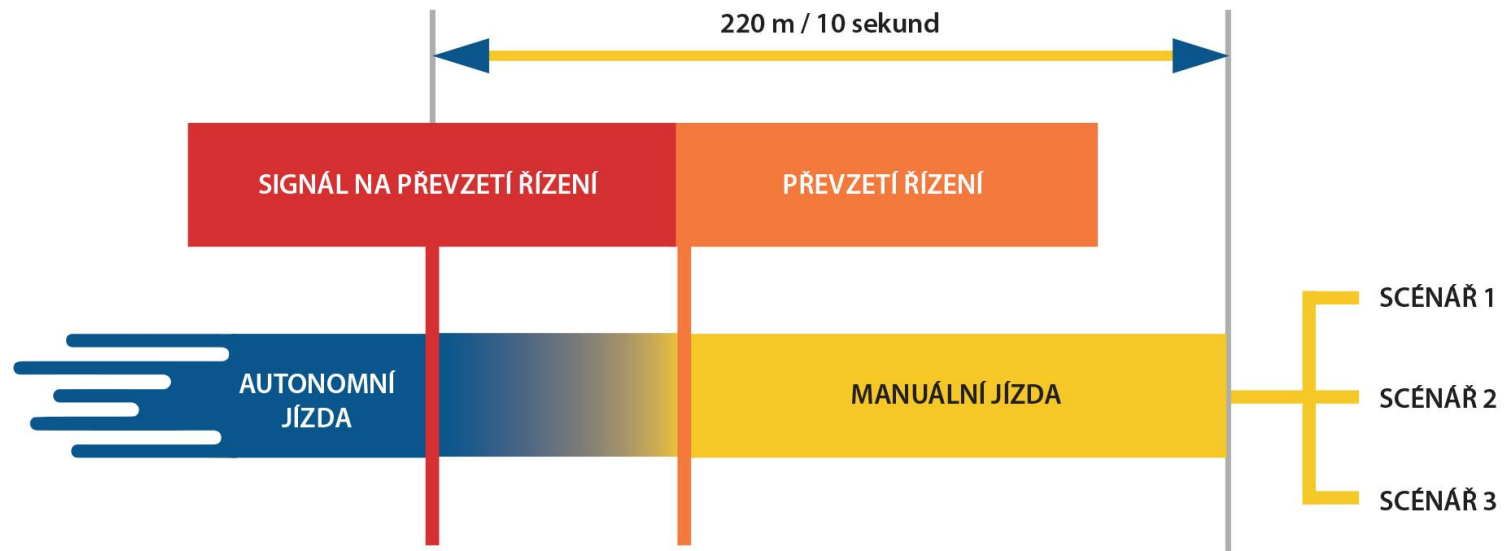
- Jízda na dálnici, dobré počasí, střední intenzita provozu (optimální provozní podmínky), jízda v pravém pruhu rychlostí 80 km/h



- Požadavek na převzetí řízení (takeover request):
  - auditivní signál v délce max. 10 sekund
  - zmáčknutí tlačítka klaksonu na volantu – přepnutí z autonomního módu do manuálního ovládání vozidla

## Scénáře [2/2]

- Signál k převzetí řízení - 10 sekund před dojezdem do situace, tzn. cca 220 metrů před situací k vyřešení
- Tři typy ne-kolizních situací (scénář 1, 2, 3) – následné provedení požadovaného typu manévru



# Neřidičské činnosti [1/2]

- Každá neřidičská činnost byla vykonávána 10 minut, po tomto časovém úseku zazněl signál k převzetí řízení.
- Plné zaangażování do činnosti zajištěno pomocí instrukce („výkon bude hodnocen, budete dotazováni na obsah videa/audiokurzu“)
- Kabina přizpůsobena k vykonávání činností – instalován speciální stolek na výkyvném rameni
- **6 neřidičských činností:**
  - Práce na notebooku,
  - telefonát (hands-free),
  - video,
  - audiokurz,
  - relaxace,
  - manuální činnost.

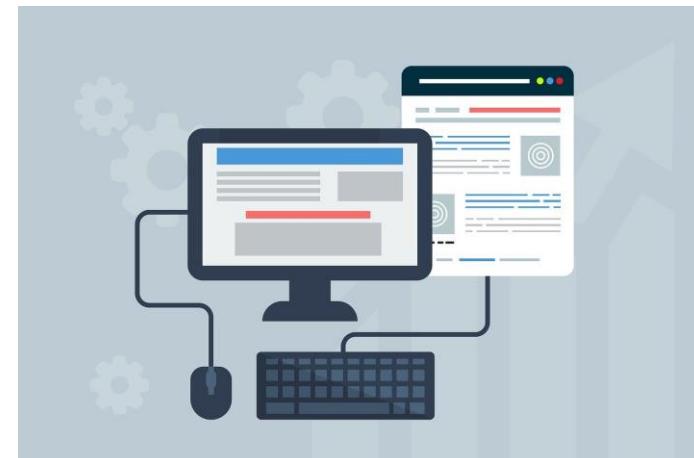


## Neřidičské činnosti [2/2]

Činnost	Vlastnosti	Charakteristika
Práce na notebooku	Vizuální činnost, vysoká vizuální zátěž, vysoká mentální zátěž, obtížně přerušitelná	Práce s textem – přečtení instrukcí k nakládce/vykládce, případně jízdní trasy a zodpovězení otázek
Telefonát	Auditivní činnost, vysoká mentální zátěž, obtížně přerušitelná	Telefonát (handsfree) s vyššími nároky – telemarketing (průzkum – otázky k sledování TV)
Video	Vizuálně-auditivní činnost, střední mentální zátěž, vysoká vizuální zátěž, obtížně přerušitelná	Sledování vzdělávacího videa
Audiokurz	Auditivní činností, nízká vizuální zátěž, střední mentální zátěž, snadno přerušitelná	Poslech odborného vzdělávacího kurzu s kontrolními otázkami
Relaxace/odpočinek	Auditivní činnost, nízká vizuální zátěž, nízká mentální zátěž, obtížně přerušitelná	Relaxační nahrávka s řízenou relaxací a hudbou
Manuální činnost	Vizuální činnost, nízká mentální zátěž, obtížně přerušitelná	Manipulace se součástkami/kostky LEGO (skládání/rozkládání)

# Výsledky [1/7]

- **Čas převzetí řízení:**
  - Čas mezi zazněním signálu k převzetí a stisknutím tlačítka, který přepnul řízení do manuálního módu
  - Průměrný čas bez vykonávání činností- **2,8 sekund**, s aktivitami – **3,8 sekund** (zvýšení času převzetí v průměru o 1 sekundu)
  - Statisticky významné rozdíly pro **relaxaci, práci na notebooku a sledování videa**
  - Nejkratší čas byl pro relaxaci ( $M = 2.9$ ), nejdelší pro práci na notebooku ( $M = 4,26$ ) a manuální aktivitu ( $4,81$ )
  - Manuální činnost, práce na notebooku, sledování videa a telefonát – největší negativní dopad na čas převzetí
  - Rozdíly v rámci časů mezi baseline a aktivitou – přisouzeny vlivu činností
- **Z rozhovorů:** Nejčastěji respondenti uváděli
  - subjektivně vnímané prodloužení reakčního času,
  - delší dobu potřebnou k monitorování situace,
  - časovou latenci kvůli odsunutí stolku a delší čas pro orientaci pomocí zrcátek.



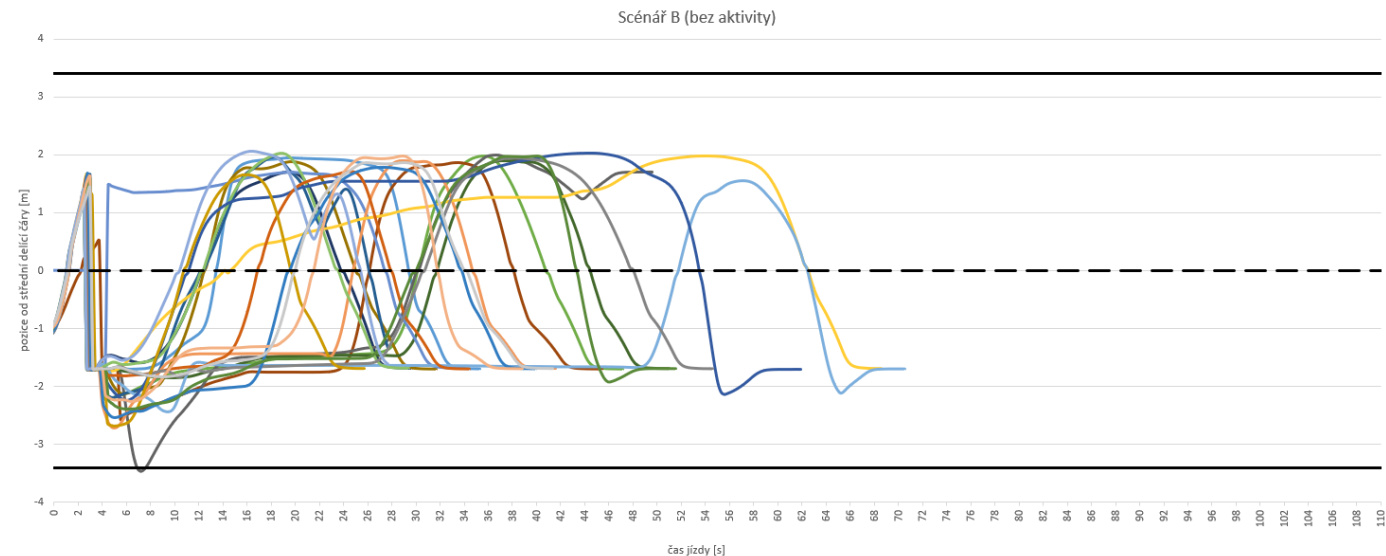
# Výsledky [2/7]

- Rychlost (longitudinální změny):
  - Průměrná rychlost byla vypočítána v rámci intervalu 10 sekund od převzetí řízení:
    - Participanti jeli nejrychleji při telefonování, nejpomaleji při vykonávání manuální činnosti
    - Po porovnání s baseline (jízda bez aktivity) lze konstatovat, že participanti jeli po vykonávání činností vždy pomaleji
  - Změny v rychlosti jsou kritickým faktorem reflektujícím bezpečné versus riskantní chování po převzetí řízení
  - Telefonování bylo vyhodnoceno jako nejvíce riskantní z více úhlů pohledu



# Výsledky [3/7]

- **Vzdálenost od středu (laterální změny):**
  - **Vzdálenost od středu pruhu během jízdy po převzetí řízení**
    - Největší průměrná vzdálenost od středu pruhu byla zjištěna u práce na notebooku a telefonování.
    - Největší směrodatná odchylka laterální pozice byla změřena pro telefonování, následována relaxací.
  - Stabilní vedení vozidla a nízká oscilace je důležitá pro bezpečné řízení.
  - Při porovnání údajů pro jízdu s vykonáváním činnosti s údaji bez vykonávání činností (baseline) vykazují největší změny ve variabilitě proměnné telefonování, relaxace a sledování videa

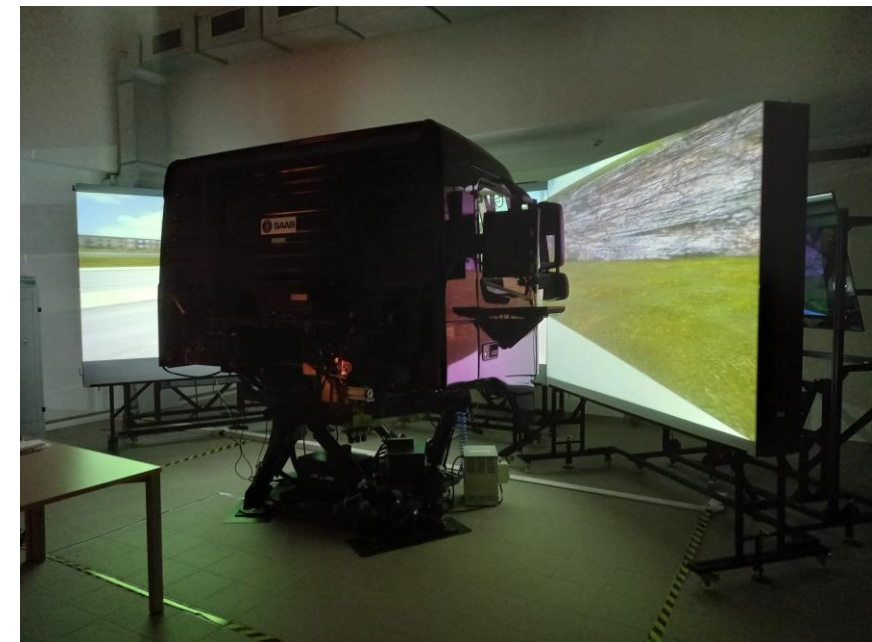




# Výsledky [4/7]

## ▪ Situační přehled

- Výsledky použité metody SAGAT potvrzují hlavní trend - **přehled je obecně zhoršen vlivem vykonávání činnosti při převzetí řízení**, resp. obecně v situaci převzetí řízení (řidič nesleduje okolí a musí reagovat na signál k převzetí řízení).
- Výrazné zhoršení situačního přehledu u činností telefonování a manuální činnost.
- Ukazuje se i vliv zhoršení situačního přehledu v souvislosti s nárůstem únavy na konci experimentální jízdy (analogie k dopravní situaci, kdy únava řidiče bude zhoršovat kvalitu převzetí)





## Výsledky [5/7]

- **Mentální nároky vykonávaných činností**
  - **Nejvíce náročnou z hlediska psychické zátěže** vnímali respondenti práci na notebooku (60 % respondentů označilo zátěž „spíše vyšší“ a „vysoká“)
    - u této činnosti museli také respondenti vynaložit **největší úsilí** pro dosažení daného výkonu (55 % respondentů označilo míru úsilí jako „spíše vyšší“ a „vysoká“). Připadali si také nejméně úspěšní v dosažení svého cíle (20 % respondentů si připadalo zcela neúspěšných).
  - **Nejvíce fyzicky náročná** ve srovnání s jinými činnostmi respondentům připadala manuální činnost (manipulace s kostkami) (32 % respondentů tuto zátěž označilo jako „střední“)
    - zároveň byla tato činnost vnímána jako **nejméně psychicky zatěžující** (94 % respondentů označilo zátěž „nízká“ a „spíše nízká“)
  - Činnosti telefonování, poslech audiokurzu, relaxace a sledování videa vnímali řidiči jako **psychicky a fyzicky nenáročné činnosti**, při kterých nemuseli vynakládat velké úsilí a zároveň byli úspěšní v dosažení stanoveného cíle



# Výsledky [6/7]

## ▪ Přijetí autonomních vozidel

- Z výroků sestaven součtový „index přijímání automatizovaného řízení“ (N = 9; Cronbachova alfa = 0,83).
  - Rozsah indexu 9 – 45, nejnižší hodnota 21 a nejvyšší 45
  - Celkově účastníci byli k technologii nastaveni pozitivně (M = 34,7; SD = 5,5; Modus = 34).
- většina respondentů autonomní vozidla přijímá a hodnotí je jako „užitečné“, „dobré“ a „nápomocné“ a „efektivní“, zároveň však také „zvyšující ospalost“
- celkově tato skupina respondentů celkově autonomní technologie spíše přijímá kladně



# Výsledky [7/7]

## ▪ Hodnocení vlivu činností participanty:

- Většina participantů **vnímala výrazný vliv činností** ve srovnání se situací bez nich
- **Bez vykonávání činností** více sledovali provoz, nebyli mentálně zatíženi, reagovali lépe a rychleji
- **Při vykonávání činností:**
  - Vnímali negativně vliv manipulace s předměty a odkládacím stolkem
  - Méně sledovali okolí, následně museli „dohnat“ vnímání situace, což ztížilo orientaci
  - Horší orientace v situaci kvůli nesledování provozu a delší čas potřebný pro převzetí řízení
- Rozdíl vnímali i **podle druhu prováděné činnosti a typu scény**
- Někteří respondenti vnímali rozdíl spíše mezi následnými situacemi převzetí (**zkušenosti, nácvik**)
- Převzetí s činností bylo pro některé více **stresující**





CENTRUM  
DOPRAVNÍHO  
VÝZKUMU

**Děkuji Vám za pozornost**

**Miroslava Horáková**

**[miroslava.horakova@cdv.cz](mailto:miroslava.horakova@cdv.cz)**

telefon: +420 541 641 711

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Líšeňská 33a, 636 00 Brno

[www.cdv.cz](http://www.cdv.cz)



**T A  
Č R**

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou  
Technologické agentury ČR a Ministerstva dopravy  
v rámci **Programu DOPRAVA 2020+**.

[www.tacr.cz](http://www.tacr.cz)

[www.mdcr.cz](http://www.mdcr.cz)