



INSTITUT EVALUACÍ  
A SOCIÁLNÍCH ANALÝZ

# TESTY KOGNITIVNÍCH FUNKCÍ NUTNÝCH PRO ŘÍZENÍ AUTOMOBILU

# TESTY KOGNITIVNÍCH FUNKCÍ NUTNÝCH PRO ŘÍZENÍ AUTOMOBILU

## AUTOŘI ZPRÁVY

Kristýna Bernášková  
Anna Francová

## CITAČNÍ VZOR

Bernášková, Francová. *Testy kognitivních funkcí nutných pro řízení automobilu. Souhrnná výzkumná zpráva projektu č. TJ02000036. Praha: INESAN, 2020.*

*Tato souhrnná výzkumná zpráva je jedním z výstupů v projektu „Zpátky za volant – Diagnostický a rehabilitační nástroj pro osoby po poškození mozku“ č. TJ02000036 za rok 2020 spolufinancovaného se státní podporou Technologickou agenturou ČR v rámci programu ZÉTA2.*

**Řešitelský tým:** Mgr. Kristýna Bernášková – hlavní řešitelka, Mgr. Anna Francová, Mgr. Michaela Vlasáková Charyparová, Mgr. Hana Gruntová Kolingerová, Mgr. Hana Růžička, Bc. Sára Havlíková, Bc. Eliška Burdová, Ing. Michaela Hourová, Ing. et Ing. Jan Hejda Ph.D., Bc. Jan Hýbl, Ing. Petr Volf

**Mentori:** Ing. Mgr. Jiří Remr Ph.D., Mgr. Bc. Alena Kožušková, MUDr. Veronika Ibarburu Lorenzo Y Losada Ph.D., doc. Ing. Patrik Kutílek M.Sc., Ph.D.

---

## ZPRACOVATEL:

**INESAN (Institut evaluací a sociálních analýz)**

Heřmanova 22, 170 00 Praha 7

Tel: +420 220 190 597

E-mail: [info@inesan.eu](mailto:info@inesan.eu)

Web: [www.inesan.eu](http://www.inesan.eu)

## **ABSTRAKT**

Tato souhrnná výzkumná zpráva za rok 2020 je jedním z výstupů projektu č. TJ02000036 „Zpátky za volant – Diagnostický a rehabilitační nástroj pro osoby po poškození mozku“ řešeného v rámci veřejné soutěže ZÉTA 2, konkrétně části řešení projektu zabývající se testováním kognitivních schopností ve vztahu k řízení na automobilovém trenažéru. Hlavním cílem této zprávy je shrnout zjištění a výsledky této části projektu. Výzkumná pozornost byla zaměřena na význam kognitivních schopností v řízení na automobilovém trenažéru, možnosti jejich hodnocení a zdůvodnění výběru konkrétních testů, které byly použity v projektu.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

kognitivní funkce; exekutivní funkce; řízení auta; řídičské chování; kognice; psychologie

## OBSAH

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>4</b>
1.1 CÍLE PROJEKTU.....	4
<b>2. KOGNITIVNÍ SCHOPNOSTI A ŘÍZENÍ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. HODNOCENÍ KOGNITIVNÍCH SCHOPNOSTÍ NUTNÝCH K ŘÍZENÍ .....</b>	<b>6</b>
3.1 HODNOCENÍ ZPŮSOBILOSTI K ŘÍZENÍ U OSOB PO ZÍSKANÉM POŠKOZENÍ MOZKU .....	8
<b>4. POPIS VÝBĚRU VYUŽÍVANÝCH TESTŮ .....</b>	<b>10</b>
<b>POPIS JEDNOTLIVÝCH TESTŮ.....</b>	<b>12</b>
4.1 STROOPŮV TEST .....	12
PRINCIP METODY.....	12
SKÓROVÁNÍ .....	12
VZTAH K ŘÍZENÍ AUTOMOBILU .....	13
4.2 TEST CESTY.....	13
PRINCIP METODY.....	13
SKÓROVÁNÍ .....	14
VZTAH K ŘÍZENÍ AUTOMOBILU .....	14
4.3 SYMBOLY Z RBANS.....	14
PRINCIP METODY.....	14
SKÓROVÁNÍ .....	15
VZTAH K ŘÍZENÍ AUTOMOBILU .....	15
4.4 MONEY-ROAD MAP TEST .....	15
PRINCIP METODY.....	15
SKÓROVÁNÍ .....	15
VZTAH K ŘÍZENÍ AUTOMOBILU .....	15
4.5 STAI X-1.....	16
<b>5. VZTAH K ŘÍZENÍ NA AUTOMOBILOVÉM TRENAŽÉRU – PILOTNÍ DATA .....</b>	<b>17</b>
5.1 PROCEDURA SBĚRU DAT .....	17
5.2 VÝZKUMNÝ SOUBOR .....	17
5.3 TESTY VYUŽITÉ V PILOTNÍ STUDII .....	18
5.3.1 KOGNITIVNÍ TESTY.....	18
5.3.2 ÚLOHY NA TRENAŽÉRU .....	18
5.4 STATISTICKÁ ANALÝZA A VÝSLEDKY .....	19
<b>6. ZÁVĚR A DISKUZE.....</b>	<b>21</b>
<b>7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>23</b>

## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Věkové složení zdravých participantů .....	17
Graf 2: Řidičské oprávnění participantů a aktivní řízení .....	18

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Příklad jednotlivých domén hodnocení řidičských schopností dle Schultheis a Whipple (2014) .....	9
Tabulka 2: Vstupní kritéria pro kognitivní testy .....	11
Tabulka 3: Výběr využitelných kognitivních testů .....	11
Tabulka 4: Vybrané testy.....	12
Tabulka 5: Demografická data a výsledky administrovaných kognitivních testů.....	19
Tabulka 6: Korelace mezi jednotlivými kognitivními testy .....	20
Tabulka 7: Výsledky úloh administrovaných na trenažéru.....	20

## SEZNAM ZKRATEK

RBANS Opakovatelná baterie pro hodnocení neuropsychologického stavu

TMT test cesty

ZPM získané poškození mozku

WAIS Wechslerův test inteligence pro dospělé

## 1. ÚVOD

Řízení automobilu se může zdát být automatickou aktivitou, přesto vyžaduje součinnost mnoha kognitivních funkcí, které umožňují efektivně reagovat na konstantní změny v prostředí a vybírat odpovídající reakce. V literatuře se nejčastěji hovoří o vizuálních, kognitivních a motorických funkcích a jejich spojení.

Přestože existuje mnoho tělesných funkcí, které jsou nutné pro samotnou kontrolu vozidla (např. pevný úchop nebo neporušené reflexy v horních i dolních končetinách), v této souhrnné zprávě se zabýváme především kognitivními schopnostmi a možnostmi jejich hodnocení. Kognitivní funkce se ve většině případů nehodnotí jako jeden celek, ale výzkumná pozornost je zaměřena na jednu konkrétní funkci nebo aspekt (někteří autoři ve výzkumu sledují vizuální pozornost, jiní selektivní nebo rozdělenou apod.). V první části zprávy přinášíme přehled toho, jaké nástroje pro hodnocení kognitivních funkcí jsou nejčastěji používány pro hodnocení řídičských schopností. V druhé části popisujeme testy využívané v projektu spolu se zdůvodněním, proč byly vybrány. Přestože současným trendem je komplexní řídičské vyšetření, ve kterém neuropsychologické testy tvoří pouze jednu z několika částí, u každého z využitých testů připojujeme základní přehled výzkumů, které sledovaly jejich vztah s řízením.

Tato výzkumná zpráva je určena nejen pro psychology, ergoterapeuty či fyzioterapeuty, ale i pro zájemce z řad široké veřejnosti, zajímající se o hodnocení kognitivních schopností nutných pro řízení automobilu.

### 1.1 CÍLE PROJEKTU

V rámci projektu bude vytvořen manuál řídičské rehabilitace pomocí automobilového trenažeru a diagnostické a tréninkové zařízení rozšiřující funkce tohoto trenažeru. Využitím vytvořeného zařízení a metodiky bude umožněno lidem po úrazu mozku opětovné osvojení schopností řízení automobilu. Vytvořené zařízení bude obsahovat nástroje pro monitorování biomedicínských dat a pohybových reakcí pacientů. Vytvořený algoritmus a metodika umožní definovat a hodnotit rizikové situace během řízení automobilového trenažeru. Dále bude navržena baterie kognitivních testů s využitím automobilového trenažeru a s využitím měření biomedicínských dat. Zařízení pomůže, jako nový rehabilitační nástroj, v léčbě a začlenění pacientů po úrazu mozku do společnosti.

## 2. KOGNITIVNÍ SCHOPNOSTI A ŘÍZENÍ

Během řízení hraje roli velké množství kognitivních schopností. Řidič po celou dobu jízdy získává informace z toho, co se děje na silnici i v jejím okolí, tyto informace analyzuje, spojuje je se znalostmi dopravních předpisů, stavu vozidla i vlastních zkušeností s řízením a odpovídajícím způsobem na ně reaguje. Řízení tedy zahrnuje zpracování komplexních vizuálních, taktilních (hmatových) a sluchových informací, které následně vedou k pečlivě zkoordinované motorické reakci (Jackson a kol., 2013; Ansteyetal a kol., 2005). Přestože většina těchto procesů je zautomatizovaná, vědomé zpracování informací je neméně klíčové – umožňuje reagovat na neočekávané události během jízdy, nebo pokud začne být situace na vozovce příliš komplexní (Lundqvist, 2001). V tomto případě je důležitá rychlost zpracování informací, díky které může řidič reagovat na více podnětů současně, příp. filtrovat pouze ty, které jsou v dané situaci důležité (Lundqvist, 2001). Schopnost potlačit nepotřebné informace zaměřením pozornosti na relevantní podněty a plánování následné reakce už můžeme řadit mezi exekutivní (vyšší kognitivní) schopnosti. Mezi ně je zařazována i schopnost rozhodovat, iniciovat činnost nebo změnit nastavení vlastního chování. Potíže se změnou nastavení bývá jedním z prvních signálů narušení exekutivních funkcí, nejčastěji hodnocená pomocí části B Testu cesty (TMT B) (Matěj a Rusina, 2014).

Přestože kognitivní schopnosti nutné pro řízení může ovlivnit i „běžná“ nemoc nebo únava, studie se nejčastěji zaměřují na starší řidiče v přirozeném procesu stárnutí (spojeného s přirozeným oslabením některých schopností), u kterých se zvažuje neprodloužení platnosti řidičského oprávnění.

Jednou ze základních kognitivních schopností nejčastěji spojovanou s řízením je pozornost. Zatímco zaměřená pozornost umožňuje řidiči reagovat na nepředvídatelné události, rozdělená a výběrová pozornost umožňují ignorovat nerelevantní informace a vyhýbat se rizikovým situacím. Udržení pozornosti je zase důležité z důvodu zachování angažovanosti v dané situaci, kdy např. musíme reagovat na dopravní značku upozorňující na nebezpečnou situaci (Roca, Castro, Lopez-Ramon, & Lupianez, 2011). Potíže s udržením pozornosti a výpadky pozornosti jsou považovány za častou příčinu dopravních nehod (Klauer a kol., 2006). Hakamies-Blomqvist a kol. (2004; v Clarke a kol, 2010) jako důvod zvýšeného rizika dopravních nehod na křižovatkách u starších řidičů zmiňují možné narušení rozdělené pozornosti a oslabené filtrování nerelevantních stimulů. Problémy s pozorností nemusí být však patrné jen u starších řidičů – spolu s potížemi v oblasti zrakového vyhledávání, udržování rychlosti a rozpoznávání rizika je někteří výzkumníci (Mayhew, Simpson, & Pak, 2003) udávají jako důvod zvýšeného výskytu dopravních nehod i mezi začínajícími řidiči. Důležité jsou však i kognitivní schopnosti typu paměť, která umožňuje řidiči vybavení si směru jízdy, dopravních předpisů nebo významu dopravních značek (Jeter, 2016).

### 3. HODNOCENÍ KOGNITIVNÍCH SCHOPNOSTÍ NUTNÝCH K ŘÍZENÍ

V současnosti neexistuje jednotná baterie testů, která by se využívala během dopravně-psychologického vyšetření nebo výzkumu. Ideálním cílem hodnocení řídičských schopností u osob s podezřením na výskyt narušení kognice by bylo rozdělení na skupinu osob, které a) nejsou schopny řízení, b) mají dostatečnou schopnost řízení, c) měli by před návratem za volant absolvovat komplexnější vyšetření kognitivních funkcí. Jak však zmiňují Smedslund a kol. (2015) ve své zprávě pro Norwegian Knowledge Centre for the Health Services, zdá se, že neexistuje nástroj, který by s dostatečnou přesností uměl predikovat úspěšnost on-road testu<sup>1</sup>. Popisují pouze několik nástrojů, které dokázali predikovat nebezpečné chování na silnici v 65-70 % případů (mezi nimi např. MoCa<sup>2</sup>, nebo TMT B).

Nedostatek standardizovaných nástrojů či nemožnost je správně vytvořit může být také jedním z důvodů problematiky sumarizace výsledků. Každá studie většinou využívá vlastní nástroje či jejich kombinace, používá jiné cut-off (diskriminační) hodnoty a liší se v tom, jaké výzkumné skupiny do studie zařazuje (starší řidiči, osoby po získaném poškození mozku (ZPM), osoby s podezřením na mírnou kognitivní poruchu). Mnohé z těchto testů jsou navíc určeny pro specifické skupiny osob/pacientů. Tím pádem panuje názor, že vzhledem ke komplexnosti řízení pravděpodobně není možné vytvořit baterii testů tužka-papír, které by plně pokrývaly schopnosti nutné k řízení automobilu. Smedslund a kol. (2015) v reakci na to zmiňují důležitost on-road testu (který je ale z bezpečnostních důvodů ne vždy možný), který dokáže dobře nahradit či doplnit jízda na automobilovém trenažéru, ideálně pokud je jeho prostředí ekologicky validní. Během reálného či virtuálního pohybu na silnici je možné sledovat např. schopnost kompenzace (přizpůsobování reakcí na neočekávané události během jízdy), nebo rychlost reakcí při výskytu neočekávatelné události, což kognitivní testy nejsou dostatečně schopny hodnotit. Jízdy na automobilových trenažérech mohou být pro potřeby výzkumných projektů také více standardizované, než reálná jízda – průběh virtuální jízdy je možné více kontrolovat a minimalizovat tak vliv neočekávaných proměnných (např. počasí) v běžném provozu. Zejména v zahraničí přesto existuje řada off-road<sup>3</sup> screeningových testů, které mají napomáhat s rozhodováním, zda je (ve většině případů starší) osoba schopná řídit.

---

<sup>1</sup> Hodnocení řídičských schopností, které probíhá na silnici v běžném provozu.

<sup>2</sup> Montrealský kognitivní test

<sup>3</sup> Hodnocení řídičských schopností nutných pro řízení, které neprobíhá na silnici. Většinou je tvořeno souborem kognitivních a klinických testů.



Australská baterie OT-DORA (Unsworth a kol., 2012) např. do hodnocení zahrnuje i schopnost brzdit nebo míru svalové síly, podrobné zaznamenání užívané medikace a zdravotní anamnézy a testy zrakových schopností. Mezi kognitivní testy navíc řadí i vědomostní test dopravních předpisů.

Pro predikci dopravních nehod u starších řidičů byly využity i výsledky z oftalmologického vyšetření (Owsley a kol., 1998). U starších řidičů s 40 % a vyšším narušením tzv. *useful field of view* (stav spojený s narušením rozdělené pozornosti) bylo po 3 letech riziko zapojení do dopravní nehody 2,2krát vyšší. Podobně výsledky z Visual Recognition Slide Testu (Lee, Wood a Black, 2020) se ukázaly být v negativním vztahu s neostrostí zraku (během testu došlo ke snížení počtu fixací a jejich délky na účastníky dané situace). Lacherez a kol. (2014) zase v hodnocení starších řidičů sledoval kontrolu držení těla. Zjistil, že oslabení svalů, snížená vibrační citlivost a problémy s rovnováhou se zavřenýma očima jsou významnými faktory nebezpečného stylu řízení.

Kromě studií využívajících off-road testy existují i studie, které sledují vztah mezi výkonem v kognitivních testech a on-road testu. Některé z nich zahrnují i skupinu osob po poškození mozku, výsledky jsou však zatím nejednoznačné. Úroveň pozornosti, reakčního času a rychlosti zpracování informací se ukázala být v některých studiích ve vztahu s výkonem v on-road testu, další studie tyto výsledky nepotvrdily.

Sommer a kol. (2010) sledovali vztah kognice, osobnostních vlastností a výkonu v on-road testu u 178 pacientů po mrtvici nebo traumatickém poškození mozku. Výsledky naznačují, že kognitivní schopnosti (zejména reakční čas a percepční rychlost) fungovaly jako prediktor k tzv. *fitness to drive*<sup>4</sup> lépe než osobnostní vlastnosti, u kterých byla schopnost predikce nižší. Podobně Radford a kol. (2004) ověřovali schopnost kognitivních testů a screeningového nástroje vytvořeného původně pro pacienty po mrtvici predikovat výsledek on-road testu i u 52 pacientů po poškození mozku. Přestože predikce za použití pouze screeningového nástroje nebyla příliš přesná, kombinace s kognitivními testy (Stroopovým testem a testem paměti AMIPB Information Processing tasks) byla schopná správně predikovat *fitness-to-drive* v on-road testu v 87 % případů. Cyr a kol. (2009) zase sledovali během jízdy vztah mezi rozdělenou pozorností a rychlostí zpracování informací u skupiny 17 řidičů po ZPM a 16 zdravých řidičů. Všichni řidiči byli vystaveni modelové situaci, která simulovala rizikovou situaci blízke srážky. Během jízdy byli řidiči zároveň požádáni o splnění dual task (dvojího úkolu, jehož principem je souběžné provádění dvou úkolů najednou). Administrovány byly také testy hodnotící úroveň rozdělené pozornosti a reakčního času. Výsledky ukázaly, že osoby u ZPM došlo významně častěji ke srážce, jejichž počet koreloval s výsledkem dvojího úkolu. Výsledky systematické review autorů Hirda a kol. (2016) zahrnující skupinu 1293 pacientů s Alzheimerovou nemocí, 92 pacientů s mírnou

---

<sup>4</sup> Schopnost řídit bezpečně bez fyzických, kognitivních a jiných omezení.

kognitivní poruchou a 2040 zdravých dobrovolníků ukazují, že úroveň exekutivních funkcí, vizuoprostrových schopností a celkové úrovně kognice jsou významným prediktorem výkonu při řízení. TMT B a Test bludiště (Maze test) byly nejlepšími jednotlivými prediktorem výkonu. Nejvyšší korelaci TMT B s výsledkem testu řízení potvrzuje i jiná studie (Ott a kol., 2013).

Jedna ze studií dochází k nejednoznačným výsledkům, kdy (McKay a kol., 2015) sledovala skupinu 99 řidičů po traumatickém poškození mozku. Výsledky ukázaly, že účastníci, kteří neuspěli v on-road testu, měli sice horší výsledky v testech zaměřených na pozornost, vizuální paměť a exekutivní zpracování, korelace mezi nimi (a predikční schopnost) však byla velmi nízká. Jiná studie (Hoggarth a kol., 2013) sledující skupinu osob s podezřením na demenci nebo mírnou kognitivní poruchu upozorňuje na nedostatečnou přednost off-road hodnocení, kdy výsledek kognitivních testů byl schopen klasifikovat správně 75,6 % osob v on-road testu na skupinu „prošli a „neprošli“.

### **3.1 HODNOCENÍ ZPŮSOBILOSTI K ŘÍZENÍ U OSOB PO ZÍSKANÉM POŠKOZENÍ MOZKU**

Stejně jako v případě zdravých (resp. starších) dobrovolníků je současné poznání o řídičských schopnostech u lidí po získaném poškození mozku limitované nejen z důvodu nedostatku standardizovaných nástrojů, ale i nepřesně definovaných požadovaných výstupů.

Co přesně musí osoba po ZPM splňovat, abychom ji mohli prohlásit za schopnou vrátit se k řízení? Hodnocení řídičských schopností většinou probíhá se zaměřením na jednu či více následujících oblastí, které byly identifikovány jako relevantní pro řízení automobilu (Schultheis a Whipple, 2014):

- ❖ zrakové schopnosti (např. vizuální pole, citlivost na kontrast, vizuální pozornost)
- ❖ motorické schopnosti (např. síla, koordinace, reflexy)
- ❖ kognitivní schopnosti

Nejvíce studií se přirozeně zaměřuje na kognitivní deficity, které u osob s traumatickým poškozením mozku mohou vést k rizikovému řízení automobilu. V porovnání s kontrolní skupinou zdravých dobrovolníků bylo u skupin pacientů se ZPM například zjištěno narušení pozornosti (Beaulieu-Bonneau a kol., 2017; Cyr a kol., 2009), zpomalený reakční čas (Beaulieu-Bonneau a kol., 2017), narušení vizuoprostorových schopností (Mani, Asper a Khoo, 2018) nebo oslabené exekutivní schopnosti (Hargrave, Nupp a Erickson, 2012). Množství využitých hodnotících nástrojů je však velmi vysoké a záleží na typu konkrétní kognitivní funkce. Studie mapující úroveň pozornosti (Beaulieu-Bonneau a kol., 2017) např. využívala Test cesty, kterým sledovala narušení v rychlosti zpracování informací a udržení pozornosti. Mezi kontrolní skupinou a skupinou pacientů ale už nenachází rozdíl v úrovni selektivní pozornosti. Ortoleva a kol. ve svém systematickém review

(2012) přinášejí přehled nástrojů, které byly využity v rámci neuropsychologické části vyšetření. U pacientů ze ZPM upozorňují na časté narušení selektivní a rozdělené pozornosti, paměti a zpracování informací. Narušení pozornosti může při reálné jízdě vést k tomu, že se pacienti po ZPM nechají častěji vyrušit, mohou hůře rozpoznat potenciální riziko nebo vykonávat více činností najednou. Pomalejší zpracování informací může zase vést k pomalejším reakcím a rozhodování.

**Tabulka 1: Příklad jednotlivých domén hodnocení řídičských schopností dle Schultheis a Whipple (2014)**

KOGNITIVNÍ DOMÉNA	POPIS DOMÉNY	METODY, KTERÉ SE BĚŽNĚ VYUŽÍVAJÍ PRO HODNOCENÍ DANÉ DOMÉNY
POZORNOST	Rozdělená pozornost Zaměřená pozornost Reakční čas Selektivní pozornost Vizuální pozornost	subtest Opakování čísel z WAIS <sup>5</sup> Test cesty A (TMT A) Useful Field of View Test (UFOV)
VIZUÁLNĚ-PROSTOROVÉ SCHOPNOSTI	Percepce Prostorová percepce Vizuální řešení problémů	Rey-Osterriethova komplexní figura Ravenovy progresivní matrice subtest Kostky z WAIS
RYCHLOST ZPRACOVÁNÍ	Vizuální vyhledávání Rychlost zpracování informací	Test modalit čísel a symbolů Test cesty A a B (TMT A, B) Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT)
EXEKUTIVNÍ SCHOPNOSTI	Disinhibice Úsudek Rozhodování	Stroopův test Wisconsinský test třídění karet Hanojská věž subtest Porozumění z WAIS

Zdroj: Schultheis a Whipple (2014)

<sup>5</sup> Wechslerův test inteligence pro dospělé

## 4. POPIS VÝBĚRU VYUŽÍVANÝCH TESTŮ

V první části projektu byl proveden screening kognitivních testů, které se využívaly/využívají pro potřeby hodnocení řídičských schopností a) u zdravých řidičů, b) u osob se zdravotním omezením (např. osoby po ZMP) za účelem vybrání testů, které budou zařazeny do pilotní studie. Pozornost byla zaměřena i na skupiny testů, které se v zahraničních studiích osvědčily být dobrými prediktory výsledku on-road testu (viz kapitola 3). Z testů využívaných v českém prostředí se jednalo zejména o TMT B a Stroopův test).

Po doplnění o data z trenažéru mohou být výsledky z těchto testů využity pro nápomoc s rozhodováním, u kterých osob by bylo vhodné před návratem za volant absolvovat další řídičský/kognitivní trénink.

Na základě rešerše článků zabývajících se kognitivními schopnosti ve vztahu k řízení u ZPM byly pro hodnocení stanoveny tyto oblasti:

- ❖ **schopnost inhibice<sup>6</sup>**
- ❖ **úroveň pozornosti**
- ❖ **reakční čas**
- ❖ **vizuální vyhledávání**

Rešerše jednotlivých metod a článků, které se jim věnují, byla prováděna v českém i anglickém jazyce za použití klíčových slov jako:

*assessment; driver assessment; driving; driving skills; driving evaluation; cognition; cognitive functioning; cognitive skills; executive skills; fitness to drive; neuropsychology*

Během rešerše článků a dostupných nástrojů byla zohledněna především tato kritéria:

- ❖ **délka administrace**
- ❖ **proveditelnost**
- ❖ **způsob administrace**
- ❖ **využití v predikci výsledků on-road testu**
- ❖ **využití u osob se ZPM**

---

<sup>6</sup> schopnost potlačit, pozastavit nebo zastavit určitou reakci nebo chování

**Tabulka 2: Vstupní kritéria pro kognitivní testy**

KRITÉRIA	POPIS	OTÁZKA ZVAŽOVANÁ PŘI VÝBĚRU
ČASOVÁ NÁROČNOST	Administrace testu nebo jeho části nepřesáhne 10 minut.	Jak dlouho trvá administrace a dokončení testu?
PROVEDITELNOST	Administrace a skórování testu nejsou příliš obtížné.	Jakým způsobem je test administrován? Jakou instrukci zadáváme participantovi? Je využitelný i pro osoby se zdravotním omezením? Je k výpočtu závěrečného skóru nutné provádění komplexních výpočtů za pomoci kalkulačky?
ZPŮSOB ADMINISTRACE	Test může být administrován formou tužka-papír.	Vyžaduje test specializovaný software, nebo je možné ho administrovat formou tužka-papír? Vyžaduje administrace testu využití speciálních pomůcek?
DOSTUPNOST	Test musí být dostupný v českém jazyce.	Je test dostupný v českém jazyce? Může být zakoupen pro použití v ČR?
PREDIKCE ŘIDIČSKÝCH SCHOPNOSTÍ V ON-ROAD TESTU	Na základě předchozích studií se předpokládá, že výsledek v daném testu by mohl predikovat výsledek on-road testu.	Byl daný test využit jako prediktor on-road testu?
VYUŽITÍ U OSOB SE ZPM	Předpokládá se rozdíl ve výsledku testu mezi osobami po ZPM a zdravými dobrovolníky.	Byl daný test využit u osob po ZPM? Předpokládá se, že zachytí rozdíly mezi pacienty a zdravými kontrolami?

Zdroj: INESAN, 2020

Na základě těchto vstupních kritérií byly vybrány následující testy. Do tabulky jsou zahrnuty i testy, které nesplňují všechna vstupní kritéria (např. jejich administrace trvá o trochu déle než 10 minut), jelikož v této fázi ještě nebylo zřejmé, kolik testů bude využito a jak dlouho tedy bude celkové testování trvat.

**Tabulka 3: Výběr využitelných kognitivních testů**

METODA	TESTOVANÉ FUNKCE	ZAHRNUTÍ DO FINÁLNÍHO VÝBĚRU
STROOPŮV TEST WISCONSINSKÝ TEST TŘÍDĚNÍ KARET	inhibice, selektivní pozornost mentální flexibilita, udržení vhodné strategie	<b>ano</b> ne, z důvodu délky administrace, vysoké ceny a množství podnětových karet
BOURDONŮV TEST TEST D2	koncentrace pozornosti pracovní tempo, pozornost	ne, z důvodu délky administrace ne, test byl nahrazen subtestem Kódování, které kromě pracovního tempa a pozornosti hodnotí i vizuální vyhledávání
TEST CESTY A A B (TRAIL MAKING TEST -TMT)	pracovní paměť, zrakové vyhledávání, mentální flexibilita, zaměřená a rozdělená pozornost	<b>ano</b>
REY-OSTERRIETHOVA KOMPLEXNÍ FIGURA	vizuální paměť, percepce a konstrukční schopnosti	ne, z důvodu délky administrace a náročnějšího vyhodnocení
BENTONŮV VIZUÁLNĚ RETENČNÍ TEST	vizuální paměť, zraková percepce, vizuokonstrukční schopnosti	ne, z důvodu délky administrace
KÓDOVÁNÍ Z RBANS <sup>7</sup>	rychlost zpracování informací, vizuální vyhledávání	<b>ano</b>
RAVENOVY PROGRESIVNÍ MATRICE MONEY-ROAD MAP TEST MONTREALSKÝ KOGNITIVNÍ TEST	vnímání, pozornost rozlišování pravo/levo, mentální rotace screening kognitivních schopností	ne, z důvodu délky administrace <b>ano</b> ne, test může být prováděn případně spíše jako vstupní screening

Zdroj: INESAN, 2020

<sup>7</sup> Opakovatelná baterie pro hodnocení neuropsychologického stavu (RBANS)

## POPIS JEDNOTLIVÝCH TESTŮ

Do tabulky zahrnujeme všechny vybrané testy spolu s bližšími informacemi týkajícími se jejich administrace a hodnocení. Ke každému testu následně připojujeme krátký popis.

**Tabulka 4: Vybrané testy**

METODA	TESTOVANÁ FUNKCE	DÉLKA ADMINISTRACE	PROVEDITELNOST	POMŮCKY
STROOPŮV TEST	inhibice, selektivní pozornost	administrace 135s, vyhodnocení cca 2 minuty	administrace i skórování jsou nenáročná, pro vyhodnocení možné použít kalkulačku	podnětové tabule, záznamový list, stopky, tužka
KÓDOVÁNÍ Z RBANS	rychlost zpracování informací, vizuální vyhledávání	administrace 120s, vyhodnocení cca 1 min	administrace i skórování jsou nenáročná	záznamový list, stopky, tužka
TEST CESTY A, B	pracovní paměť, zrakové vyhledávání (A); mentální flexibilita, zaměřená a rozdělená pozornost (B)	bez časového limitu, běžně cca 3-5 minut i s vyhodnocením	administrace i skórování jsou nenáročná, nutné pouze celou dobu sledovat účastníka a upozornit na případnou chybu	záznamový list, stopky, tužka
MONEY-ROAD MAP TEST	rozlišování pravo/levo, mentální rotace	bez časového limitu, běžně cca 3 minuty administrace a 3 min vyhodnocení	administrace i skórování jsou nenáročná	záznamový list, stopky, tužka

Zdroj: INESAN, 2020

### 4.1 STROOPŮV TEST

#### PRINCIP METODY

Stroopův test (slov a barev) je určen především pro hodnocení kognitivního zpracování konfliktu, zaměřené pozornosti, selektivní pozornosti a rychlosti zpracování informace (Kulišťák, 2013). Nejčastěji je Stroopův test spojován s kognitivní interferencí, která se objevuje při reagování na inkongruentní podněty (v posledním subtestu význam prezentovaného slova interferuje s barvou jeho inkoustu a člověk při pojmenování barvy musí potlačit tendenci slovo číst - např. říct „modrá“, zatímco správná odpověď je červená. Test se skládá ze 3 subtestů – podnětových karet obsahujících každá 100 položek (5 sloupců po 20 položkách). První subtest „Slova“ (S) obsahuje názvy barev vytištěné černou barvou (např. „modrá“). Druhý subtest „Barvy“ (B) tvoří symboly vytištěné v těchto barvách („XXXX“), které má respondent za úkol pojmenovávat. Poslední, již zmíněný, subtest „Barevná slova“ (BS) tvoří názvy barev, které jsou napsány nekomplementární barvou (např. „červená“). V tomto subtestu má respondent za úkol pojmenovat barvu, kterou je dané slovo vytištěno. Jednotlivé subtesty jsou prezentovány postupně, aniž by testovaný věděl, jaký subtest bude následovat.

#### SKÓROVÁNÍ

Hrubé skóre je v každém subtestu tvořeno počtem slov přečtených v průběhu časového limitu 45 sekund. Výkon respondenta je poté na základě věku a vzdělání převeden na percentily, vážené skóre a T-skóre. Na základě hrubého skóre v subtestu S a B je spočítáno Očekávané skóre v subtestu Barevná slova (BS'):  $BS' = S * B / (S + B)$ . Na jeho základě získáváme po odečtení od reálného skóre v BS tzv. Interferenční skór (IF = BS – BS').

Interferenční skór je tím vyšší, čím úspěšnější byl respondent v potlačení prepotentní odpovědi (výkon respondenta v předcházejících subtestech S a B je zohledňován).

Stroopův test je relativně citlivý na následky poranění hlavy (Lezak a kol., 2004). To potvrzují autoři Ben-David a kol (2011), kteří u osob po traumatickém poškození mozku pozorují významně vyšší interferenci než u zdravých kontrol. Zhoršený výkon byl zaznamenán dále například u osob s ADHD (Lansbergen a Kenemans, van Engeland, 2007) nebo depresivní poruchou (Moritz et al., 2002).

## VZTAH K ŘÍZENÍ AUTOMOBILU

Na vztah výsledku Stroopova testu a počtu chyb během řízení na simulátoru se zaměřili Spengler a kol. (2014). Výsledky ukázaly vztah mezi celkovým skóre ve Stroopově testu a počtem chyb. Autoři předpokládají, že důvodem by mohla být oslabená inhibice, která vede k většímu množství impulzivních reakcí během jízdy. Collet a kol. (2005) zase nacházejí souvislost mezi výkonem ve Stroopově testu a reakci na neočekávatelnou situaci během řízení (nečekaný vjezd nafukovacího auta do vozovky). Osoby s nízkým skóre ve Stroopově testu byly zároveň ty, které reagovaly nejméně vhodně na neočekávatelnou situaci (např. brzděním bez současného točení volantem). Jackson a kol. (2013) ale naopak žádný vztah mezi řízením a výsledky Stroopova testu u skupiny spánkově deprimovaných a nedeprimovaných osob nenachází.

## 4.2 TEST CESTY

### PRINCIP METODY

Test cesty (TMT; Trail Making Test) je screeningový neuropsychologický test zaměřený na zjišťování škály kognitivních schopností jako je psychomotorické tempo, zrakové vyhledávání, zaměřená pozornost, flexibilita nebo motorické schopnosti. Druhá polovina testu (označovaná jako TMT-B) bývá navíc řazena mezi testy exekutivních funkcí, neboť souvisí hlavně se schopností soustředit se na dvě paralelní činnosti (spojování písmen a čísel). Část A tvoří 25 koleček s číslicí uprostřed (1-25), která má respondent za úkol co nejrychleji vyhledat a nepřerušovanou čarou pospojovat. Druhou část B tvoří kolečka s číslicemi od 1 do 13 a písmeny od A do L. V této části má respondent za úkol opět kolečka ve vzestupném pořadí pospojovat, ale zároveň střídat řadu čísel a písmen (1-A-2-B...). Každé části předchází zácvik s menším počtem koleček.

Kromě screeningu výše zmíněných kognitivních schopností může být Test cesty ukazatelem poškození mozku (Preiss a Panamá, 1995), dokáže dobře diferenciovat mezi kontrolní skupinou zdravých osob a pacienty

s Alzheimerovou nemocí nebo mírnou kognitivní poruchou (Bezdíček a kol., 2012). Zhoršený výkon v testu byl patrný také u osob po získaném poškození mozku (Lange a kol., 2005; Periañez a kol., 2007). Je také citlivý na aktuální stav jedince (např. deprese, úzkost, únava nebo vliv medikace) (Preiss a Panamá, 1995). Jedná se však stále o screeningovou metodu ověřující spíše ne/přítomnost neuropsychologické dysfunkce, nikoliv o metodu diferencující jednotlivé patologie (Bezdíček a kol., 2012 v Motýl, 2015).

## SKÓROVÁNÍ

Celkový skór tvoří dvě hodnoty – celkový čas v sekundách potřebný k dokončení úlohy v částech A i B (na případné chyby je respondent upozorněn už v průběhu úlohy, ty se pak projeví jako prodloužení celkového času). Nižší skóre v testu poukazuje na pomalejší psychomotorické tempo a problémy s vizuoprostorovým vyhledáváním, v části B pak s rozdělenou pozorností a mentální flexibilitou (Preiss a kol., 2012).

## VZTAH K ŘÍZENÍ AUTOMOBILU

Přestože existují studie zmiňující potenciál Testu cesty v predikci problémů s řízením u starších řidičů (Mathias a Lucas, 2009) nebo u řidičů s podezřením na demenci (Martin a kol., 2013), studie, které se zaměřují na hlubší analýzu výsledků, doporučují, aby byl test interpretován pouze v kontextu dalších neuropsychiatrických metod a reálné jízdy. Autoři Dobbs a Shergill (2013) nachází korelaci mezi celkovým skórem (časem nutným k dokončení úloh) a výsledkem jízdy, ale citlivost pro zachycení pacientů, jejichž schopnosti jsou pro řízení automobilu nedostatečné nebyla dostatečná, což potvrzují další studie (Vaucher a kol., 2014). Cut-off skóry běžně využívané ve výzkumu pro stanovení skupiny řidičů, kteří jsou potenciálně tzv. *unfit-to-drive* (nezpůsobilí řízení) jsou pro část A  $\geq 54$  sec, pro část B  $\geq 150$ , někdy 180 sekund.

## 4.3 SYMBOLY Z RBANS

### PRINCIP METODY

Subtest Kódování (symbolů) z baterie RBANS (Opakovatelná baterie pro hodnocení neuropsychologického stavu) je tvořen devíti páry číslice-symbol, za kterými následuje řada symbolů. Úkolem respondenta je v časovém limitu 90 sekund doplnit podle klíče co nejvíce odpovídajících číslíc. Test sleduje jednak psychomotorické tempo, rychlost zpracování informací a svou roli ve výkonu hrají i paměťové schopnosti (po určité době není potřeba detailně sledovat klíč nahoře na stránce).



## SKÓROVÁNÍ

Skór tvoří počet správně doplněných číslic za dobu 90 sekund.

### VZTAH K ŘÍZENÍ AUTOMOBILU

Vzhledem k zaměření na hodnocení rychlosti zpracování bývá tento subtest doporučován pro využití hodnocení řidičských schopností – schopnost rychle reagovat je důležitou součástí bezpečné jízdy, jelikož odráží i schopnost rychle brzdit a adaptovat se na novou situaci (Wolfe a Lehouček, 2016). Subtest Kódování symbolů byl použit např. ve studii (Nouchi a kol., 2019) zjišťující vliv 6týdenního kognitivního tréninku na řidičské schopnosti u 60 starších řidičů. U skupiny podstupující trénink došlo v porovnání s druhou skupinou (aktivní kontrolní skupina) ke zlepšení řidičských schopností, konkrétně v testu Kódování symbolů došlo také ke zlepšení výkonu.

## 4.4 MONEY-ROAD MAP TEST

### PRINCIP METODY

Test (Money, Alexander & Walker, 1965) hodnotí levo-pravou orientaci a schopnost mentální rotace v prostoru. Respondent dostane testový arch zobrazující mapu města, experimentátor sedí přímo naproti němu. Na archu jsou zobrazené dvě cesty (kratší zácvičná, delší testovací), které má respondent imaginárně projít a kterou ještě pro zvýraznění experimentátor obtáhne silnou tužkou. Experimentátor potom “prochází” celou cestu a na každé odbočce se respondentu ptá, zda by zahrnul vpravo nebo vlevo (je nutné provést mentální rotaci, jelikož ne všechny zatáčky jsou zobrazeny z pohledu respondenta a ten nesmí papír natáčet).

## SKÓROVÁNÍ

Výsledkem je buď celkový počet chyb (více než 10 chyb je považováno za známku deficitu v oblasti levo-pravé orientace), ale často se pracuje se třemi typy chyb podle typu nutné rotace: A (křížovatka, kterou respondent vidí ze své perspektivy, nemusí provádět mentální rotaci, pouze levo-pravou orientaci), B (vyžaduje rotaci 90°) a C (vyžaduje rotaci 180°).

### VZTAH K ŘÍZENÍ AUTOMOBILU

Test byl využit např. ve studii Mazer a kol. (1998), kdy Money-Road Map Test byl jedním z nástrojů, jehož výsledek (konkrétně čas nutný pro splnění testu) byl statisticky významně odlišný u skupiny osob, které neprošli on-road testem a u těch, kteří byli úspěšní.

#### 4.5 STAI X-1

Pro hodnocení aktuálního psychického stavu byl kromě výše zmíněných testů využit Spielbergův dotazník State-Trait Anxiety Inventory (STAI), konkrétně jeho první část (STAI X-1) zaměřená na hodnocení aktuální úzkosti (Spielberger a kol., 1983). Dotazník obsahuje 20 položek a výsledkem je souhrnný skór, který se pohybuje v rozmezí 20-80. Čím vyšší skór je, tím vyšší je předpokládaná míra úzkosti. Výroky, které respondent hodnotí na škále od 1 (velmi) do 4 (velmi) se ptají na míru souhlasu – např. „Cítím se dobře“, „Bojím se neúspěchu“ nebo „Jsem nervózní“. Kromě úzkosti dotazník sleduje obecné pocity vnitřního napětí.

## 5. VZTAH K ŘÍZENÍ NA AUTOMOBILOVÉM TRENAŽÉRU – PILOTNÍ DATA

### 5.1 PROCEDURA SBĚRU DAT

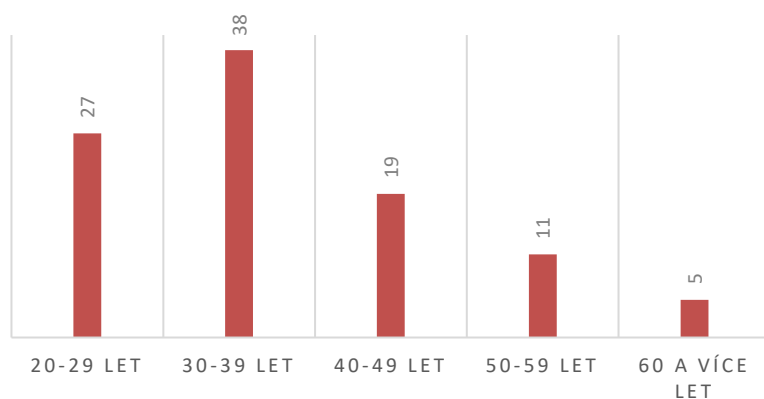
Testování na trenažéru probíhalo v prostorách Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT (15 měření) nebo ve společnosti INESAN (85 měření). Participantů nejprve podepsali informovaný souhlas, ve kterém byli seznámeni s průběhem testování i vylučovacími kritérii (např. fotosenzitivní epilepsie nebo jiná neurologická onemocnění). Po podepsání informovaného souhlasu byli požádáni o vyplnění dotazníku, který se dotazoval na základní demografické údaje (vzdělání, věk) a informace související s řízením (délka vlastnictví řidičského průkazu, průměrná frekvence řízení, subjektivní hodnocení řidičských schopností atd.). Nakonec vyplnili krátký dotazník sledující úroveň aktuální úzkosti. Poté jim byly nasazeny senzory pro měření variability srdečního rytmu (HRV) a akcelerometry sledující polohu rukou. Následovala řada úloh na trenažéru (seznámení se s řízením, jízda ve volné krajině, přednosti v jízdě). Celkem testování zabralo cca 90 minut. Po skončení jízdy na trenažéru byli ještě participantů požádáni o vyplnění dotazníku sledujícího výskyt nežádoucích příznaků spojených s pobytem ve virtuálním prostředí.

### 5.2 VÝZKUMNÝ SOUBOR

Benchmarkové testování zdravé populace reálně začalo na konci května 2020 a bylo realizováno do konce října 2020. Celkem bylo testováno 100 zdravých dobrovolníků. Průměrně testování trvalo 1,5 hodiny. U celkem 6 participantů nebylo možné testování dokončit z důvodu nevolnosti. V těchto případech naměřená data nebyla využita, aby nedošlo ke zkreslení výsledků testování.

Zkoumaný vzorek dobrovolníků tvořilo 60 % mužů a 40 % žen. Nejmladšímu testovanému bylo 20 let, nejstaršímu pak 74 let. Podrobnější popis věkového rozložení účastníků je patrný z grafu 1.

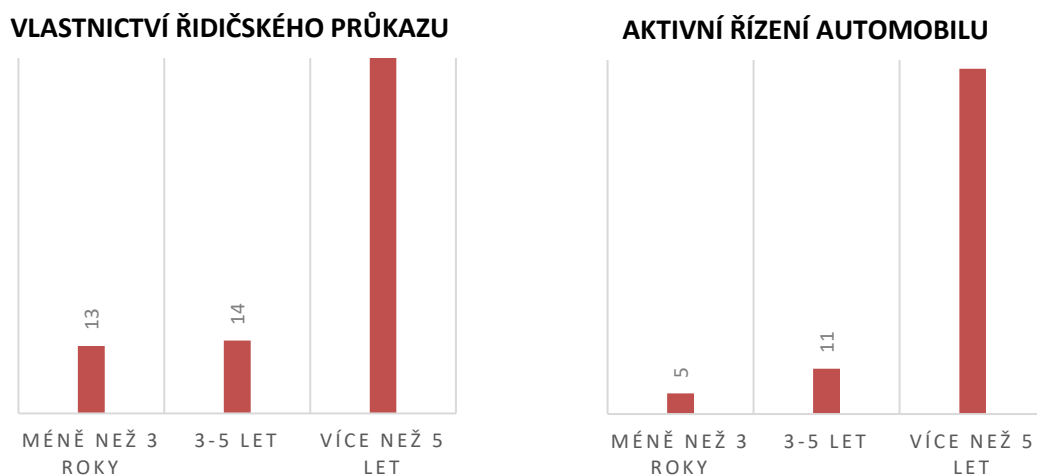
**Graf 1: Věkové složení zdravých participantů**



Pozn. Údaje jsou uvedeny v procentech.  
Zdroj: INESAN

U participantů bylo sledováno mimo jiné to, jak dlouho mají řidičský průkaz a jak dlouho aktivně řídí. Naprostá většina participantů má řidičský průkaz déle než 5 let a po tuto dobu i aktivně řídí (viz graf 2).

**Graf 2: Řidičské oprávnění participantů a aktivní řízení**



Pozn. Údaje jsou uvedeny v procentech.  
Zdroj: INESAN

## 5.3 TESTY VYUŽITÉ V PILOTNÍ STUDII

### 5.3.1 KOGNITIVNÍ TESTY

Pro pilotní analýzu byly využity následující proměnné:

- **Stroopův test** – hrubý skór v subtestu Barevná slova
- **Test cesty A, B** – čas v sekundách nutný pro dokončení úkolu pro každou část zvlášť
- **Kódování** – počet symbolů správně doplněných za dobu 90s
- **Money-Road Map Test** – počet chyb
- **STAI X-1** – skór označující míru aktuální úzkosti

### 5.3.2 ÚLOHY NA TRENAŽÉRU

V rámci pilotní studie byli participanté v každé ze základních úloh na trenažéru hodnoceni na škále 0-100 (100 odpovídá nejlepšímu možnému výsledku, založenému na tzv. ideální jízdě). Součástí jízdy na trenažéru byl i test pozornosti Go/No-go, který se neodehrával na vozovce, ale pouze na obrazovce počítače trenažéru. Participanté byli hodnoceni v následujících oblastech/úlohách:

- **Motorické ovládání vozidla** (zahrnuje např. rozsah točení volantem, sílu stisknutí brzdy, schopnost dosáhnout požadovanou rychlost atd.)

- **Go/No-go** (participant je instruován zmáčknout tlačítko na volantu, pokud se na obrazovce objeví písmeno P, pokud se objeví písmeno R, nedělá nic)
- **Neglect** (schopnost reagovat na stimuly zobrazující se v zorném poli během jízdy na dálnici)
- **Venkov** (v této úloze byla sledována zejména schopnost držet se ve svém jízdním pruhu a dodržovat dopravní předpisy)
- **Město** (v této úloze byla sledována zejména schopnost dávat přednost v jízdě v prostředí města)

## 5.4 STATISTICKÁ ANALÝZA A VÝSLEDKY

Pro pilotní analýzu dat byl použit statistický software JASP (verze 0.11.1, <https://jasp-stats.org>). Nejprve byla provedena základní deskriptivní analýza pro charakteristiku výzkumného vzorku 100 participantů s ohledem na hodnocení úzkosti a výsledky kognitivních testů (viz Tabulka 5). Pro zjištění korelací mezi proměnnými byl z důvodu nenormálního rozložení dat využit Spearmanův korelační koeficient ( $r_s$ ). Korelační koeficienty byly interpretovány s využitím cut-off hodnot 0,1; 0,3 a 0,5 odpovídající malým, středním a vysokým hodnotám efektu.

**Tabulka 5: Demografická data a výsledky administrovaných kognitivních testů.**

	STAI-X (20-80)	Stroop S (0-100)	Stroop B (0-100)	Stroop BS (0-100)	Symbols (0-133)	TMT A [s]	TMT B [s]	Money-Road [s]	Money-Road (0-32)
<b>Průměr</b>	33,6	87,4	73	46,8	77,4	28,2	69	76,5	28,9
<b>Standardní odchylka</b>	8,7	13,5	10,8	11,5	16,6	11,2	34,6	47,6	4,8
<b>Minimum</b>	16	51	50	22	35	14	20	23	13
<b>Maximum</b>	58	118	111	89	114	65	203	361	32

Vysvětlivky: STAI-X: Spielbergův dotazník úzkosti State-Trait Anxiety Inventory, Stroop S: skóre v subtestu Slova, Stroop B: skóre v subtestu Barvy, Stroop BS: skóre v subtestu Barevná slova, s: počet sekund ke splnění testu, TMT A: Test cesty část A, TMT B: Test cesty část B, SO: správné odpovědi

Zdroj: INESAN

Nejprve bylo pomocí T-testu pro nezávislé výběry ověřeno, že se výsledky ve vybraných proměnných neliší na základě pohlaví. Vztah mezi výsledky jednotlivých kognitivních testů (viz Tabulka 6) byl analyzován pomocí neparametrického Spearmanova korelačního testu. Podle očekávání nacházíme nejvyšší korelace mezi testy sledujícími reakční čas – např. pozitivní korelace 0,6 mezi testem Symboly a Barevnými slovy (BS) Stroopova testu ( $p = < .001$ ), negativní korelace -0,6 mezi Symboly a TMT A (časem, který respondentovi trvalo spojit políčka) ( $p = < .001$ ) a negativní korelace -0,5 mezi BS Stroopova testu a TMT B ( $p = < .001$ ). Nebyl nalezen žádný statisticky významný vztah mezi dotazníkem STAI-X a kognitivními proměnnými. Důvodem může být především to, že většina participantů naskórovala v kategorii „nízká úzkost“ (20-40 bodů) a žádný z nich nebyl

v oblasti vysoké úzkosti. Takto nízká pociťovaná úzkost nemusí mít přímý vliv na kognitivní schopnosti jako reakční čas nebo pozornost.

**Tabulka 6: Korelace mezi jednotlivými kognitivními testy**

		Stroop BS (HS)	Symboly (HS)	TMT A [s]	TMT B [s]	Money-Road (HS)
<b>Stroop BS (HS)</b>	Spearmanovo rho	-	-	-	-	-
<b>Symboly (HS)</b>	Spearmanovo rho	0.6***	-	-	-	-
<b>TMT A [s]</b>	Spearmanovo rho	-0.4***	-0.6***	-	-	-
<b>TMT B [s]</b>	Spearmanovo rho	-0.5***	-0.5***	0.5***	-	-
<b>Money-Road (HS)</b>	Spearmanovo rho	0.3*	0.2	-0.3**	-0.2	-

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$

Vysvětlivky: HS: hrubý skór

Zdroj: INESAN

Stejně jako v případě kognitivních testů byla provedena základní deskriptivní analýza výsledků úloh z trenažéru (viz Tabulka 7). Skóry v jednotlivých úlohách tvořených hodnotou od 0 do 100 byly tvořeny agregovanými daty, jelikož trenažér v jeden okamžik zaznamenává velké množství dat. Úloha neglect je např. tvořena nejen poměrem správných a nesprávných reakcí, ale také průměrným reakčním časem; skóre v úloze týkající se předností v jízdě ve městě je zase tvořeno nejen správností odboček, ale i rychlostí brždění před křižovatkou, nebo vzdáleností k jiným vozidlům. Pro analýzu vztahu mezi těmito úlohami a kognitivními testy byl použit neparametrický Spearmanův korelační test. Ten neprokázal žádný statisticky významný vztah mezi proměnnými.

**Tabulka 7: Výsledky úloh administrovaných na trenažéru**

	Ovládání vozidla (0-100)	Go/No-go (0-100)	Neglect (0-100)	Venkov (0-100)	Město (0-100)
<b>Průměr</b>	77,1	93,7	94	97	82,7
<b>Standardní odchylka</b>	29,6	14,7	14,4	8,9	18,5
<b>Minimum</b>	17	20	50	45	25
<b>Maximum</b>	100	100	100	100	100

Zdroj: INESAN

## 6. ZÁVĚR A DISKUZE

Na základě studia odborné literatury byla pro hodnocení úrovně kognitivních funkcí u zdravých dobrovolníků vybrána baterie kognitivních testů, které splňovaly následující kritéria: (a) jejich administrace není přehnaně časově náročná, (b) jejich administrace nevyžaduje dlouhý zácvk nebo speciální pomůcky, (c) jsou dostupné v českém jazyce a jsou využívány v psychologické praxi, (d) výhodou je, pokud byly ve studiích využity pro predikci výkonu v on-road testu, (e) předpokládá se u nich rozdíl ve výkonu mezi skupinou osob se ZPM a zdravých dobrovolníků. Cílem následné explorační analýzy bylo především prozkoumat vztah mezi výsledky z těchto testů a výkonu v pěti úlohách na automobilovém trenažéru. Pro účely pilotní studie byl každý participant v úlohách na trenažéru hodnocen pomocí agregovaných dat (ty zahrnovaly např. odchylku od ideální jízdy, počet chyb v dané úloze, rychlost jízdy atd.), které tvořily výsledné skóre 0-100.

Na získaných pilotních výsledcích z obou částí testování byla provedena deskriptivní a korelační analýza. Výsledky neprokázaly žádný statisticky významný vztah mezi výkonem v kognitivních testech a v úlohách na trenažéru. Vybrané testy tedy v naší studii nepredikují výkon na trenažéru. Jedním z důvodů může být například způsob agregace dat, kdy jednotlivá skóre nejsou dostatečně citlivá na to, aby odhalila drobné změny v jízdě u jednotlivých participantů. Například v úloze sledující přednosti v jízdě ve městě dosáhlo plného počtu bodů 42 % participantů, pod 50 bodů naopak jen 1 %. V budoucích analýzách by bylo vhodné se zaměřit na porovnání kognitivních funkcí s detailnějšími proměnnými z trenažéru, které dokážou lépe odrážet komplexní povahu řízení.

Dalším důvodem k nenalezení významného vztahu může být nepřítomnost experimentální skupiny (např. osob po ZPM) – u zdravých dobrovolníků může fungovat tzv. „efekt stropu“, kdy výsledky z kognitivních testů jsou v normálním pásmu a jízda pro ně zároveň není příliš náročná. Tento aspekt komentují i některé zahraniční studie, když zmiňují nepřítomnost ztížených podmínek během jízdy na trenažéru (např. špatné počasí nebo rizikové chování ostatních řidičů). Skupina zdravých dobrovolníků také mohla být ovlivněna povahou samotné studie – do studie se přihlásily ty osoby, které měly zájem vyzkoušet si jízdu na trenažéru (mají pozitivní vztah k moderním technologiím, věří svým řidičským schopnostem atd.). V samotném dotazníku 85 % respondentů hodnotilo své řidičské schopnosti v rozmezí výborné až dobré. Při náhodném výběru participantů do výzkumu by mohl být oslaben vliv těchto proměnných.

Po srovnání se skupinou osob se ZPM může být zjištěno, že tyto osoby budou mít oproti zdravé populaci snížené kognitivní schopnosti, ale otázkou stále zůstává, zda se tyto potenciální deficity projeví v řízení na trenažéru. Teprve toto zjištění napoví, zda prescreening kognitivními testy přidává hodnocení na trenažéru přidanou hodnotu. Cílem projektu však je spíše tvorba postupně se navyšující se obtížnosti jednotlivých

scénářů pro osoby se ZPM, které se právě díky jednodušší úrovni úloh mohou zkusit ověřit své řídičské schopnosti i v mírném provozu.



## 7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Anstey, K. J., Wood, J., Lord, S., & Walker, J. G. (2005). Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. *Clinical psychology review*, 25(1), 45-65.

Beaulieu-Bonneau, S., Fortier-Brochu, E., Ivers, H., & Morin, C. M. (2017). Attention following traumatic brain injury: neuropsychological and driving simulator data, and association with sleep, sleepiness, and fatigue. *Neuropsychological rehabilitation*, 27(2), 216-238.

Clarke, D. D., Ward, P., Bartle, C., & Truman, W. (2010). Older drivers' road traffic crashes in the UK. *Accident Analysis & Prevention*, 42(4), 1018-1024.

Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Academic press.

Collet, C., Petit, C., Priez, A., & Dittmar, A. (2005). Stroop color–word test, arousal, electrodermal activity and performance in a critical driving situation. *Biological psychology*, 69(2), 195-203.

Cyr, A. A., Stinchcombe, A., Gagnon, S., Marshall, S., Hing, M. M. S., & Finestone, H. (2009). Driving difficulties of brain-injured drivers in reaction to high-crash-risk simulated road events: A question of impaired divided attention?. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 31(4), 472-482.

Dobbs, B. M., & Shergill, S. S. (2013). How effective is the Trail Making Test (Parts A and B) in identifying cognitively impaired drivers?. *Age and ageing*, 42(5), 577-581.

Jackson, M. L., Croft, R. J., Kennedy, G. A., Owens, K., & Howard, M. E. (2013). Cognitive components of simulated driving performance: Sleep loss effects and predictors. *Accident Analysis & Prevention*, 50, 438-444.

Hakamies-Blomqvist, L., Sirén, A., & Davidse, R. (2004). *Older drivers-a review*. Statens väg-och transportforskningsinstitut., VTI rapport 497A.

Hargrave, D. D., Nupp, J. M., & Erickson, R. J. (2012). Two brief measures of executive function in the prediction of driving ability after acquired brain injury. *Neuropsychological rehabilitation*, 22(4), 489-500.

Jeter, K. (2016). *Examining the role of cognition in driving: Comparisons between driver groups and the development of the Maynooth On-Road Driving Assessment* (Doctoral dissertation, National University of Ireland Maynooth).

Hird, M. A., Egeto, P., Fischer, C. E., Naglie, G., & Schweizer, T. A. (2016). A systematic review and meta-analysis of on-road simulator and cognitive driving assessment in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Journal of Alzheimer's disease*, 53(2), 713-729.

Hoggarth, P. A., Innes, C. R., Dalrymple-Alford, J. C., & Jones, R. D. (2013). Predicting on-road assessment pass and fail outcomes in older drivers with cognitive impairment using a battery of computerized sensory-motor and cognitive tests. *Journal of the American Geriatrics Society*, 61(12), 2192-2198.

Klauer, S. G., Dingus, T. A., Neale, V. L., Sudweeks, J. D., & Ramsey, D. J. (2006). The impact of driver inattention on near-crash/crash risk: An analysis using the 100-car naturalistic driving study data.

Lacherez, P., Wood, J. M., Anstey, K. J., & Lord, S. R. (2014). Sensorimotor and postural control factors associated with driving safety in a community-dwelling older driver population. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 69(2), 240-244.

Lange, R. T., Iverson, G. L., Zakrzewski, M. J., Ethel-King, P. E., & Franzen, M. D. (2005). Interpreting the trail making test following traumatic brain injury: comparison of traditional time scores and derived indices. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 27(7), 897-906.

Lansbergen, M. M., Kenemans, J. L., & Van Engeland, H. (2007). Stroop interference and attention-deficit/hyperactivity disorder: a review and meta-analysis. *Neuropsychology*, 21(2), 251.

Lezak, M. D., Howieson, D. B., Loring, D. W., & Fischer, J. S. (2004). *Neuropsychological assessment*. Oxford University Press, USA.

Lee, S. S. Y., Wood, J. M., & Black, A. A. (2015). Blur, eye movements and performance on a driving visual recognition slide test. *Ophthalmic and physiological optics*, 35(5), 522-529.

Lundqvist, A. (2001). Neuropsychological aspects of driving characteristics. *Brain injury*, 15(11), 981-994.

Motýl, J. (2015). Recenze Testu cesty. *Testforum*, 6, 47-52.

Mani, R., Asper, L., & Khuu, S. K. (2018). Deficits in saccades and smooth-pursuit eye movements in adults with traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis. *Brain injury*, 32(11), 1315-1336.

Matěj, R., & Rusina, R. (2014). *Neurodegenerativní onemocnění*. Mladá fronta.

Mathias, J. L., & Lucas, L. K. (2009). Cognitive predictors of unsafe driving in older drivers: a meta-analysis. *International psychogeriatrics*, 21(4), 637.

Mayhew, D. R., Simpson, H. M., & Pak, A. (2003). Changes in collision rates among novice drivers during the first months of driving. *Accident Analysis & Prevention*, 35(5), 683-691.

Mazer, B. L., Korner-Bitensky, N. A., & Sofer, S. (1998). Predicting ability to drive after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 79(7), 743-750.

McKay, A., Liew, C., Schönberger, M., Ross, P., & Ponsford, J. (2016). Predictors of the on-road driving assessment after traumatic brain injury: comparing cognitive tests, injury factors, and demographics. *Journal of head trauma rehabilitation*, 31(6), E44-E52.

Moritz, S., Birkner, C., Kloss, M., Jahn, H., Hand, I., Haasen, C., & Krausz, M. (2002). Executive functioning in obsessive-compulsive disorder, unipolar depression, and schizophrenia. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 17(5), 477-483.

Nouchi, R., Kobayashi, A., Nouchi, H., & Kawashima, R. (2019). Newly developed tv-based cognitive training games improve car driving skills, cognitive functions, and mood in healthy older adults: Evidence from a randomized controlled trial. *Frontiers in aging neuroscience*, 11, 99.

Ortoleva, C., Brugger, C., Van der Linden, M., & Walder, B. (2012). Prediction of driving capacity after traumatic brain injury: a systematic review. *The Journal of head trauma rehabilitation*, 27(4), 302-313.

Ott, B. R., Davis, J. D., Papandonatos, G. D., Hewitt, S., Festa, E. K., Heindel, W. C., ... & Carr, D. B. (2013). Assessment of driving-related skills prediction of unsafe driving in older adults in the office setting. *Journal of the American Geriatrics Society*, 61(7), 1164-1169.

Owsley, C., Ball, K., McGwin Jr, G., Sloane, M. E., Roenker, D. L., White, M. F., & Overley, E. T. (1998). Visual processing impairment and risk of motor vehicle crash among older adults. *Jama*, 279(14), 1083-1088.

Periáñez, J. A., M. Rios-Lago, J. M. Rodríguez-Sánchez, D. Adrover-Roig, I. Sánchez-Cubillo, B. E. E. A. Crespo-Facorro, J. I. Quemada, and F. Barcelo. "Trail Making Test in traumatic brain injury, schizophrenia, and normal ageing: Sample comparisons and normative data." *Archives of clinical neuropsychology* 22, no. 4 (2007): 433-447.

Preiss, M., & Panamá, J. (1995). Screeningová zkouška organicity. *Československá psychologie*, 39(5), 444-448.

Preiss et al. (2012): Neuropsychologická baterie Psychiatrického centra Praha. Psychiatrické centrum Praha.

Radford, K. A., Lincoln, N. B., & Murray-Leslie, C. (2004). Validation of the stroke drivers screening assessment for people with traumatic brain injury. *Brain Injury*, 18(8), 775-786.

Schultheis, M. T., & Whipple, E. K. (2014). Driving after traumatic brain injury: evaluation and rehabilitation interventions. *Current physical medicine and rehabilitation reports*, 2(3), 176-183.

Smedslund, G., Giske, L., Fleischer, H., & Brurberg, K. G. (2015). *Screening tools for cognitive function and driving*. Knowledge Centre for the Health Services at The Norwegian Institute of Public Health (NIPH).

Sommer, M., Heidinger, C. H., Arendasy, M., Schauer, S., Schmitz-Gielsdorf, J., & Häusler, J. (2010). Cognitive and personality determinants of post-injury driving fitness. *Archives of clinical neuropsychology*, 25(2), 99-117.

Spengler, K., Babika, C., Sterk, V., Yassin, S., & Golden, C. (2014). Stroop test as a predictor of driving mistakes (A-65). *Archives of clinical neuropsychology*, 29(6), 527-527.

Spielberger, C. D., Gorsuch, R. L., Lushene, R., Vagg, P. R., & Jacobs, G. A. (1983). Manual for the state-trait anxiety scale. *Consulting Psychologists*.

Unsworth, C. A., Baker, A., Taitz, C., Chan, S. P., Pallant, J. F., Russell, K. J., & Odell, M. (2012). Development of a standardised Occupational Therapy–Driver Off-Road Assessment Battery to assess older and/or functionally impaired drivers. *Australian occupational therapy journal*, 59(1), 23-36.

Vaucher, P., Herzig, D., Cardoso, I., Herzog, M. H., Mangin, P., & Favrat, B. (2014). The trail making test as a screening instrument for driving performance in older drivers; a translational research. *BMC geriatrics*, 14(1), 123.

Wolfe, P. L., & Lehouckey, K. A. (2016). Neuropsychological assessment of driving capacity. *Archives of clinical neuropsychology*, 31(6), 517-529.

## O INSTITUTU EVALUACÍ A SOCIÁLNÍCH ANALÝZ

INESAN (Institut evaluací a sociálních analýz) je první soukromý vědecko-výzkumný institut v oboru společenských věd založený v ČR. Jde o nezávislý subjekt, který byl založen podle pravidel stanovených Evropskou unií (Rámec Společenství pro státní podporu výzkumu, vývoje a inovací, 2014/C/198/01). Institut je výzkumnou organizací dle zákona č. 130/2002 Sb., o podpoře výzkumu, experimentálního vývoje a inovací a je zapsán na Seznamu výzkumných organizací vedeném Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT). Cílem INESANu je provádět základní výzkum, aplikovaný výzkum nebo experimentální vývoj a šířit jejich výsledky prostřednictvím výuky, publikování nebo převodu technologií, přičemž veškerý zisk je zpětně investován do těchto činností.

Hlavními činnostmi, kterými se INESAN zabývá, jsou evaluace a sociální analýzy.

Evaluace jsou v INESANu chápány jako proces systematického sběru, zpracování a uspořádání informací, jehož cílem je racionální stanovení a objektivní měření hodnoty. Evaluace prováděné INESANem mají formu kontrolovaného šetření věcného základu (Merit) a přínosu (Worth) předmětu evaluace. Evaluace mohou zlepšit kvalitu a zvýšit účinnost prováděných programů či projektů, mohou optimalizovat proces jejich realizace a mohou přinést adekvátní a využitelnou zpětnou vazbu. V oblasti evaluací se INESAN specializuje na:

- metaevaluace (evaluace již provedených evaluací),
- evaluace intervenčních programů (hodnocení souboru opatření, jejichž cílem je změna či formování chování jednotlivců, společenských skupin či organizací).

Sociální analýzy jsou cílené na společenské problémy v rámci vytyčených prioritních tematických oblastí. INESANem prováděné analýzy obvykle zahrnují celý soubor vzájemně provázaných výzkumných aktivit; tím se sociální analýzy odlišují od běžných výzkumů. V rámci realizace sociálních analýz se pracovníci INESANu zaměřují na zkoumání vzájemné interakce vybraného problému a jeho společenského kontextu, což umožňuje analyzované problémy detailně popsat a vyhodnotit. V oblasti sociálních analýz je realizován zejména:

- primární a sekundární výzkum,
- syntetizující, komparativní a analytické studie,
- případové studie.

Mezi tematické okruhy, jejichž výzkumem se INESAN zabývá, patří eticky odpovědné chování, manažerská studia, ICT, životní prostředí a sociální témata.

Díky svému zázemí v oblasti metodologie aplikovaného společenskovedního výzkumu INESAN poskytuje také zpracování výzkumných šetření a metodologických analýz. INESAN rovněž poskytuje odborné služby při tvorbě metodických nástrojů pro evaluaci, realizuje samotná evaluační šetření, podílí se na přípravě zadávací dokumentace, poskytuje peer-review jednotlivých dokumentů vztahujících se k evaluaci a k metodologii společenskovedního výzkumu.

Publikace, expertízy, odborná stanoviska a posudky, které INESAN vydává, nejsou ovlivněny postoji donorů a zadavatelů, nýbrž obsahují nezávislý pohled expertů INESAN.



# TESTY KOGNITIVNÍCH FUNKCÍ NUTNÝCH PRO ŘÍZENÍ AUTOMOBILU

Souhrnná výzkumná zpráva projektu č. TJ02000036 „Zpátky za volant – Diagnostický a rehabilitační nástroj pro osoby po poškození mozku“ za rok 2020

**Institut evaluací a sociálních analýz**

Heřmanova 22, 170 00 Praha 7

Tel: +420 220 190 597

E-mail: [info@inesan.eu](mailto:info@inesan.eu)

Web: [www.inesan.eu](http://www.inesan.eu)

COPYRIGHT © INESAN 2020 Všechna práva vyhrazena.

Bez předchozího písemného souhlasu je zakázána jakákoli další publikace, přetištění nebo distribuce materiálu nebo části materiálu, a to včetně šíření prostřednictvím elektronické pošty, SMS zpráv nebo zahrnutí těchto materiálů nebo jejich části do jiných dokumentů.

