

**Pražská vysoká škola psychosociálních studií**



**Porovnání počítačových a papírových verzí Montreálského  
kognitivního testu**

Ondřej Gabriel

**Bakalářská práce**

Studijní program: Psychologie

Vedoucí práce: doc. Ondřej Bezdíček, Ph.D.

**Praha 2022**

**Prague College of Psychosocial Studies**



**Comparing computerized and paper versions of the Montreal  
Cognitive Assessment**

Ondřej Gabriel

**Bachelor Thesis**

The Bachelor Thesis Work Supervisor: doc. Ondřej Bezdíček, Ph.D.

**Prague 2022**

## **Poděkování**

Děkuji panu doc. Ondřeji Bezdíčkovi, PhD. za odborné vedení mé bakalářské práce a jeho cenné komentáře a rady. Dále bych chtěl poděkovat všem probandům za účast ve studii. Děkuji Antonínovi Kabelkovi a Matěji Koudelkovi za spolupráci při vývoji aplikace. Speciální poděkování patří Bc. Kristýně Hurychové za její podporu a věcné připomínky. V neposlední řadě děkuji své rodině a blízkým za stálou podporu.

### **Prohlášení**

1. Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů.
2. Prohlašuji, že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.
3. Souhlasím s tím, aby práce byla zpřístupněna pro studijní a výzkumné účely.

V Praze dne

Podpis

## **Abstrakt**

Pro včasnou detekci kognitivního deficitu a neurodegenerativních onemocnění jsou důležitým nástrojem screeningové testy. Předmětem této bakalářské práce je vývoj české počítačové verze Montreálského kognitivního testu (MoCA) v jeho standardní i zkrácené variantě a ověření jejich konvergentní validity. Počítačová verze testů byla vyvinuta v programovacím jazyku Python a funguje jako webová aplikace. Proběhla dvě výzkumná šetření. V prvním šetření (n=16) byla ověřována konvergentní validita MoCA-CZ a e-MoCA-CZ. Distribuce celkových skóre se neukazovala signifikantně rozdílná (Wilcoxonův test  $p=0,509$ ). Korelace nebyla prokázána na 5% hladině spolehlivosti. V druhém šetření (n=18) byla ověřována konvergentní validita s-MoCA-CZ a s-MoCA-CZ(el). Distribuce celkových skóre se neukazovala signifikantně rozdílná (Wilcoxonův test  $p=0,084$ .) Byla prokázána středně silná kladná korelace ( $r=0,585$ ,  $\rho=0,478$ ). Verze s-MoCA-CZ(el) se ukazuje jako validní screeningový nástroj, e-MoCA-CZ vyžaduje další výzkum.

### **Klíčová slova:**

Montreálský kognitivní test, počítačová verze MoCA-CZ, s-MoCA-CZ(el), screeningové nástroje, neurodegenerativní onemocnění

## **Abstract**

Screening tests are an important tool for early detection of cognitive deficits and neurodegenerative diseases. The subject of this bachelor thesis is the development of the Czech computerized version of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) in its standard and abbreviated versions and the verification of their convergent validity. The computer version of the tests was developed in the Python programming language and works as a web application. Two research investigations were conducted. In the first investigation (n=16), the convergent validity of MoCA-CZ and e-MoCA-CZ was verified. The distribution of the total scores was not proven to be significantly different (Wilcoxon test  $p=0.509$ ). Correlation was not demonstrated at the 5% confidence level. In the second investigation (n=18), the convergent validity of s-MoCA-CZ and s-MoCA-CZ(el) was tested. The distribution of total scores did not show significant difference (Wilcoxon test  $p=0.084$ .) A moderate positive correlation was demonstrated ( $r=0.585$ ,  $\rho=0.478$ ). s-MoCA-CZ(el) appears to be a valid screening tool, e-MoCA-CZ requires further research.

## **Key words**

Montreal Cognitive Test, computerized version of MoCA-CZ, s-MoCA-CZ(el), screening tools, neurodegenerative diseases

# Obsah

Seznam použitých zkratk	9
Seznam tabulek	10
Seznam grafů	10
ÚVOD	11
TEORETICKÁ ČÁST	12
<b>1 Montreálský Kognitivní test (MoCA)</b>	12
1.1 Popis testu	12
1.2 Administrace a skórování	13
1.3 Porovnání standardní, zkrácené a počítačové verze MoCA testu	14
1.3.1 Standardní verze MoCA	14
1.3.2 Zkrácené verze MoCA testu (s-MoCA)	14
1.3.3 Počítačová verze MoCA testu (e-MoCA)	15
1.4 Zahraniční a české výzkumy	16
1.5 Porovnání MoCA s vybranými screeningovými testy	18
1.5.1 MMSE	18
1.5.2 Clock test	19
1.5.3 Addenbrookský kognitivní test (ACE-R)	19
<b>2 Kognitivní funkce</b>	21
2.1 Paměť	21
2.2 Exekutivní funkce	21
2.3 Řeč	22
2.4 Visuospeciální schopnosti	23
<b>3 Neurodegenerativní onemocnění</b>	24
3.1 Alzheimerova nemoc (AD)	24
3.1.1 Mírný kognitivní deficit u Alzheimerovy nemoci (MCI-AD)	25
3.1.2 Demence u Alzheimerovy nemoci	25
3.2 Parkinsonova nemoc (PD)	26
PRAKTICKÁ ČÁST	27
<b>4 Cíl výzkumu a výzkumné hypotézy</b>	27
4.1 Cíl výzkumu	27
4.2 Výzkumné hypotézy	27
<b>5 Vývoj počítačové verze pro MoCA-CZ a s-MoCA-CZ</b>	27

5.1	Cíl vývoje .....	28
5.2	Funkční požadavky na aplikaci .....	28
5.3	Průběh vývoje aplikace .....	29
5.3.1	e-MoCA-CZ verze 2.0.....	29
5.4	Struktura aplikace a průběh testu .....	30
<b>6</b>	<b>Metodologie.....</b>	<b>31</b>
6.1	Sběr dat.....	31
6.2	Demografické údaje .....	32
6.3	Metody statistické analýzy .....	33
<b>7</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>35</b>
7.1	Deskriptivní statistika.....	35
7.2	Normalita rozložení dat výběrového souboru .....	35
7.3	Inferenční statistika: ověření rozdílů opakovaných měření.....	41
<b>8</b>	<b>Diskuse .....</b>	<b>43</b>
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>47</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>48</b>



## Seznam použitých zkratek

AD = Alzheimer's Disease (Alzheimerova Nemoc)

ACE-R = Addenbrooke's Cognitive Examination-Revised (revidovaný Addenbrookský kognitivní test)

CAMCI = Computer Assesment of Mild Cognitive Impairment (počítačový test mírného kognitivního deficitu)

CDT = Clock Draw test

ČVUT = České vysoké učení technické

e-MoCA = Computerized verison of the Montreal Cognitive Assessment (počítačová verze Montreálského kognitivního testu)

e-MoCA-CZ = Czech Computerized verison of the Montreal Cognitive Assessment (česká počítačová verze Montreálského kognitivního testu)

MCI = Mild Cognitive Impairment (Mírná kognitivní porucha)

MCI-AD = Mild Cognitive Impairment Due To Alzheimer's Disease (Mírná kognitivní porucha v důsledku Alzheimerovy nemoci)

MMSE = Mini Mental State Exam (krátký test kognitivních funkcí)

MoCA = Montreal Cognitive Assessment (Montreálský kognitivní test)

MoCA-CZ = Czech version of the Montreal Cognitive Assessment (Česká verze Montreálského kognitivního testu)

NC = Normal Cognition (normální kognice)

PD = Parkinson's Disease

s-MoCA = Abbreviated version of the Montreal Cognitive Assessment (zkrácená verze Montreálského kognitivního testu)

s-MoCA-CZ = Czech version of the Montreal Cognitive Assessment (zkrácená česká verze Montreálského kognitivního testu)

## **Seznam tabulek**

Tabulka 1 Demografické údaje výběrového souboru

Tabulka 2 Schéma vyšetření

Tabulka 3 Deskriptivní statistika celkových výsledků testu

Tabulka 4 Normalita rozložení celkových výsledků testu

Tabulka 5 Wilcoxonův test

Tabulka 6 Pearsonova parciální korelace

Tabulka 7 Spearmanův korelační koeficient

## **Seznam grafů**

Graf 1 Distribuce celkových výsledků MoCA-CZ a e-MoCA-CZ

Graf 2 Distribuce celkových výsledků s-MoCA-CZ a s-MoCA-CZ(el)

Graf 3 Distribuce výsledků MoCA-CZ a e-MoCA-CZ oproti očekávanému normálnímu rozložení

Graf 4 Distribuce výsledků s-MoCA-CZ a s-MoCA-CZ(el) oproti očekávanému normálnímu rozložení

# ÚVOD

Neurodegenerativním onemocněním je v posledních letech věnováno mnoho pozornosti na poli psychologie i medicíny. Jejich prevalence stoupá společně se stárnutím populace. Neurodegenerativní onemocnění představují závažný společenský problém v ekonomickém i sociálním kontextu. Jsou z většiny progresivní a neléčitelná, je však možné zpomalit jejich průběh a oddálit nástup některých příznaků včasnou léčbou/intervencí. Tím lze nejen zvýšit kvalitu života pacienta, ale i prodloužit jeho sociální a ekonomickou samostatnost. Pro zpomalení průběhu je klíčová včasné detekce neurodegenerativního onemocnění. K tomuto účelu jsou užívána vyšetření neuropsychologickými bateriemi testů, aplikují se rovněž zobrazovací metody a vyšetření sledující biomarkery. Nejběžněji jsou však užívány screeningové zkoušky pro jejich časovou a ekonomickou nenáročnost.

MoCA je široce využívaným screeningovým nástrojem, vyvinul ho Z. Nasreddine v roce 2005, jeho administrace trvá 10-15 minut. Oproti ostatním screeningovým nástrojům (např. MMSE) je citlivější k detekci mírného kognitivního deficitu. Světová prevalence MCI u populace starší 60 let 16 % a 28 % pacientů s MCI progreduje do AD (Hu et al., 2017). Česká verze MoCA testu byla validována v roce 2018.

Práce je dělena na teoretickou a praktickou část. V první kapitole teoretické části je detailně představen MoCA test v jeho standardní a zkrácené podobě, jsou zde zmíněny české a zahraniční studie, které se MoCA testem zabývají. Dále je také pojednáno o počítačové verzi testu a jsou zde stručně představeny vybrané screeningové testy, které jsou uvedeny v kontext s testem MoCA. Pro úplnost kontextu jsou v druhé kapitole zmíněny kognitivní funkce a ve třetí kapitole neurodegenerativní onemocnění z hlediska jejich prevalence a symptomatologie.

Praktická část začíná uvedením cíle výzkumu, kterým je vývoj počítačové varianty pro MoCA-CZ a s-MoCA-CZ a jejich porovnání s papírovými verzemi. V úvodní kapitole jsou také uvedeny výzkumné hypotézy, a následně popsán proces vývoje počítačové formy testu. Následuje kapitola o sběru dat a metodách statistické analýzy. Praktickou část uzavírá kapitola o výsledcích, které jsou následně diskutovány v kapitole Diskuse.

# TEORETICKÁ ČÁST

## 1 Montreálský Kognitivní test (MoCA)

Montreálský Kognitivní test (MoCA) se řadí mezi screeningové metody v neuropsychologii. Screeningové metody poskytují v krátkém čase náhled a orientaci ohledně stavu a kognitivního výkonu pacienta. Bývají konstruovány jako zkrácené verze neuropsychologické baterie, či jako specifické komplexní nebo jednotlivé úkony. Výhodami screeningových zkoušek je jejich dostupnost, časová nenáročnost a flexibilita, tím pádem i možnost využití v klinické praxi. V případě zjišťování stádia mírné kognitivní poruchy (MCI) většina z nich není postačující z důvodu jejich nízké sensitivity (M. T. Nikolai et al., 2013; T. Nikolai & Vyhnálek, 2017).

MoCA byl vyvinut na základě klinické intuice jednoho z autorů za účelem screeningu nejčastěji postižených oblastí kognitivních funkcí u lidí s mírným kognitivním deficitem. Test byl vyvinut Nasreddinem et al. a po pětiletém období klinického užívání a interaktivních modifikací byl v roce 2005 publikován (2005). MoCA posuzuje kognitivní domény pozornosti, koncentrace, exekutivních funkcí, paměti, řeči, visuospeciálních dovedností, abstrakce, počítání a orientace v prostoru a čase. Je široce používán po celém světě a je přeložen do 56 jazyků a dialektů. Je vyvinuta i jeho zkrácená verze (s-MoCA), která zabere zhruba polovinu času. Existuje i verze MoCA-Basic (MoCA-B) pro populaci s nízkým vzděláním až negramotností. V posledních letech byly provedeny studie s počítačovými verzemi testů. Instrukce k testu jsou volně dostupné na oficiálních stránkách testu [www.mocatest.org](http://www.mocatest.org) (Julayanont & Nasreddine, 2017).

### 1.1 Popis testu

Současná standardní verze testu čítá jednu stranu s maximálním skórem 30 bodů, s hraničním skórem pohybujícím se napříč populacemi okolo hranice 26 bodů. Administrace standardního testu trvá přibližně 10–15 minut (Julayanont & Nasreddine, 2017).

Testování paměti spočívá ve vyvolání 5 slov z krátkodobé paměti po dvojitým vštípení s odstupem zhruba 5 minut. Visuospeciální schopnosti testuje pomocí kresby krychle a ciferníku hodin se zadaným časem. Hodnotí exekutivní funkce testem cesty, testem fonemické fluence

a abstrakcí ze dvou slov. Měří pozornost, koncentraci a pracovní paměť testem poklepu při vyslovení zadaného písmena, sériovým odečtem čísla 7 a opakováním číselné řady v původním pořadí a pozpátku. Hodnotí řeč v úloze pojmenování tří zvířat, opakování dvou syntakticky komplexních vět a zmíněným testem fluence. Nakonec hodnotí orientaci v čase a prostoru (Nasreddine et al., 2005). Nejčastější chyby dělají lidé ze zdravé populace v testu kreslení krychle, při oddáleném vybavení, nebo u opakování komplexních vět (Rossetti et al., 2011).

## 1.2 Administrace a skórování

První úloha je test cesty, testovaný dostane instrukci ke spojení čarou číslic a písmen, jak jdou postupně za sebou, provede-li cestu správně, získá 1 bod. Následně dostane instrukci k překreslení krychle do volného místa, za správné překreslení získá 1 bod. V další úloze je třeba nakreslit ciferník hodin se všemi číslicemi ukazující 11 hodin a 10 minut, maximálně je možné získat 3 body (1 bod za konturu, 1 bod za číslice, 1 bod za správný čas). Potom má testovaný pojmenovat 3 zvířata na obrázku, za každé správné pojmenování je udělen 1 bod (max 3). Následuje zadání testu paměti, kdy zadavatel přečte skupinu 5 slov a požádá testovaného o zopakování, tento proces ještě jednou zopakuje a upozorní, že na konci testu požádá testovaného o vybavení. Za každé správně vybavené slovo na konci testu lze získat 1 bod (max 5). Po zadání paměťové úlohy následuje test pozornosti, kdy zadavatel přečte řadu číslic, kterou je třeba zopakovat ve stejném znění (1 bod) a pokračuje řadou číslic, kterou je třeba zopakovat v opačném pořadí (1 bod). V další úloze je třeba poklepat na stůl při zaznění písmene A (max. 1 bod při 0-1 chybě). V následující úloze zadavatel požádá testovaného o odečet čísla 7 od čísla 100, dokud nezazní pokyn k zastavení. Celkově je provedeno 5 odečtů a maximálně jsou uděleny 3 body při 4 a více správných odečtech. Při testu řečových schopností je testovaný požádán o zopakování dvou syntakticky komplexních vět, za každou správně zopakovanou lze získat 1 bod. Následně je požádán, aby vyjmenovával slova začínající písmenem K, po minutě je zastaven a přesáhl-li hranici 11 slov včetně, je mu udělen 1 bod. Pak je testovanému vysvětleno na příkladu podobnosti mezi banánem a pomerančem (= ovoce) provedení abstrakce a následují dvě úlohy tohoto typu (za každou správnou abstrakci 1 bod). Poté je vysloven pokyn k vyvolání dříve zmiňovaných 5 slov z paměti. Test končí otázkami na datum, měsíc, rok, den, místo a město, kde se právě nachází (za každou správnou odpověď 1 bod, max 6). (Nasreddine, 2022; Nasreddine et al., 2005).

## **1.3 Porovnání standardní, zkrácené a počítačové verze MoCA testu**

### **1.3.1 Standardní verze MoCA**

Pro standardní verzi MoCA byla provedena validační studie. Vnitřní konzistence vyšla příznivě, Cronbachovo alfa pro standardizované položky byla 0,83. Analýza položek odhalila, že následující položky spolehlivě rozlišovaly všechny 3 skupiny participantů s mírným kognitivním deficitem/Alzheimerovou nemocí/normální kognicí (MCI/AD/NC): test cesty, kreslení krychle, kreslení hodin, pojmenování, opožděné vybavení, fonematická plynulost, abstrakce a orientace. Skupinu AD detekovaly úlohy opakování číselných řad, sériové kalkulace s číslem 7 a udržení pozornosti. Všechny položky rozlišovaly minimálně mezi 2 skupinami, většina z nich mezi všemi 3 skupinami (Nasreddine et al., 2005). Standardní MoCA test ve studii Liewa (2019) demonstroval úroveň sensitivity 84,4 % a specificity 76,4 % s optimální hodnotou hraničního skóru na úrovni <25 bodů při rozlišování MCI/demence. MoCA vykazovala vysokou test-retest reliabilitu a dobrou vnitřní konzistenci, obsahová validita byla stanovena významnou korelací mezi MoCA a MMSE skóry (Nasreddine et al., 2005).

### **1.3.2 Zkrácené verze MoCA testu (s-MoCA)**

I když se MoCA test ukazuje jako skvělý nástroj k detekci mírného kognitivního deficitu, díky jeho zvýšené sensitivitě oproti ostatním screeningovým testům (např. MMSE), stále není plošně používán při návštěvách praktického lékaře kvůli nedostatečným časovým možnostem poskytovatelů primární zdravotní péče. Proto byly vyvinuty zkrácené verze testu, ze kterých jsou vyjmuty úlohy, které nepřispívají k celkové citlivosti testu, čímž je administrace zkrácena zhruba na polovinu času (Horton et al., 2015). Ve studii Liewa (2019) bylo porovnáno 7 zkrácených verzí MoCA testu. Všechny 7 mělo přijatelnou výkonnost při rozlišování MCI/demence, pouze dvě z nich ve studii vykazovaly srovnatelnou výkonnost jako standardní MoCA. Autorem první varianty se srovnatelnou výkonností ke standardní verzi je (Roalf et al., 2016) a ve studii Liewa (2019) vykázal hodnotu 87,2 % sensitivity a 72,1 % specificity k detekci MCI/demence. Autorem druhé optimální varianty ve zmíněné studii je Wong et al. (2015) s úrovní sensitivity 84,4 % a specificity 73,0 %.

Systematická přehledová studie McDicken et al. (2019) identifikovala 13 různých variant s-MoCA (21 studií, n=6477) a v celé škále těchto testů našla vzorec vysoké sensitivity k testování kognitivního deficitu po prodělané cévní mozkové příhodě. Medián sensitivity hodnocených testů pro tento účel vyšel na 88 % a medián specificity na 70 %.

Česká verze s-MoCA-CZ čítá 8 položek, z nichž je 6 totožných s výše zmíněnou verzí s-MoCA-US Roalfo et al. (2016), což samo o sobě vypovídá o vysoké použitelnosti testu v praxi. V rámci českého vzorku byla konvergentní validita vysoká, protože korelace mezi MoCA-CZ a s-MoCA-CZ u zdravých jedinců (n=699) byla Pearsonovo  $r = 0.937$  (95% interval spolehlivosti [.925, .947];  $p < 0.001$ ). Robustní statistická data potvrzují, že s-MoCA-CZ ekvivalentně rozlišuje Parkinsonovu chorobu s MCI a Parkinsonovu chorobu s normální kognicí jako MoCA-CZ. Na rozdíl od MoCA-CZ je s-MoCA-CZ až dvojnásobně časově úspornější a šetří tím čas a úsilí administrátorů (Bezdíček et al., 2020).

### **1.3.3 Počítačová verze MoCA testu (e-MoCA)**

V posledních letech jsou vyvíjeny počítačové verze MoCA testu (e-MoCA), jež mají potenciál v klinické praxi zlepšit spolehlivost a účinnost kognitivního testování, ušetřit čas a zátěž zdravotního personálu. V neposlední řadě také napomoci integrovat výsledky do počítačových zdravotních záznamů. Způsob administrace však může ovlivnit výkonnost testu i výsledné skóry. (Berg et al., 2018).

První studie, které porovnává e-MoCA a MoCA v papírové podobě, byla provedena na vzorku n=42 klinické populace. Test měl podobu aplikace stažené v tabletu. Administrace a instrukce byly srovnatelné s papírovou verzí, včetně použití elektronické tužky v úlohách testu cesty, překreslení krychle a kreslení hodin. Participantům byla náhodně přiřazena jedna z verzí MoCA testu a po průměrně 14,1 dnech vyplnili druhou verzi. Průměrný skóre u MoCA byl 23,6 a v e-MoCA 23,6. 1,54 % mělo skóre ze dvou verzí s maximálním rozdílem 1 bodu a u 76 % vzorku to byly 2 body. Většina jedinců skórovala srovnatelně v obou verzích testu. Průměrný skóre v úlohách, které vyžadovaly přímé užití tabletu při odpovědi (test cesty, kreslení krychle, kreslení ciferníku hodin) se nelišil, což naznačuje zanedbatelný vliv použití tabletu při vyplňování testu (Berg et al., 2018).

V pozdější studii se Wallace et al. (2019) rozhodla zohlednit zkušenosti participantů s užíváním dotykových zařízení, neboť v předchozích studiích toto kritérium nebylo zohledněno.

Počet participantů byl  $n=40$ , obě verze vyplnili během jednoho sezení a bylo randomizováno, kterou verzi vyplní první, přičemž 20 jich vyplnilo první MoCA a 20 e-MoCA. Po administraci obou verzí testu byli participanté požádáni o vyplnění dotazníku preferencí vztahujícímu se k jednotlivým verzím MoCA testu. Pearsonova korelace mezi e-MoCA a MoCA byla statisticky významná ( $r=0,68$ ). Dále byla zjištěna jasná interakce mezi modalitou (počítačová/papírová) a pořadím, v jakém byly jednotlivé modalities prezentovány. Skupina, která vyplňovala test nejdříve na tabletu, vykazovala větší zlepšení při přechodu z e-MoCA na MoCA, než skupina vyplňující test nejdříve v papírové verzi. Nebyla zjištěna signifikantní korelace mezi preferencí modality a skórem v e-MoCA.

Využití počítačové verze v klinické praxi a výzkumu má potenciál zlepšit spolehlivost a účinnost tohoto zavedeného screeningového testu, nicméně je třeba dále zkoumat vliv zkušeností s užíváním elektronických zařízení (Berg et al., 2018; Wallace et al., 2019).

## 1.4 Zahraníční a české výzkumy

V přehledové studii, která zkoumala MoCA napříč kulturami O'Driscolla & Shaikha (2017) ( $n=19060$ ), byla zjištěna sensitivita k rozlišení MCI v rozmezí od 55 % do 96 % a specificita v rozsahu 19 % až 97 % v různých oblastech světa. Řada z nich nedosáhla dostatečné citlivosti, mnoho z nich však uvádělo přiměřené až vysoké hodnoty sensitivity a specificity. Ve studii byly zahrnuty Čína, Malajsie, Taiwan, Japonsko, Korea, Filipíny, Srí Lanka, Thajsko, Německo, Holandsko, Polsko, Portugalsko, Izrael, Turecko, Brazílie, Chile a Kolumbie. Nebyl zjištěn efekt vzdělání na výsledky v testu. Tento jev je připisován lišící se kvalitě vzdělání napříč regiony. Mnoho přeložených forem MoCA testu v různých regionech nebylo validováno a neexistují normativní studie, které by validovaly jejich použití u velkých populací (např. Afriky/Středního východu) (O'Driscoll & Shaikh, 2017).

V České republice proběhla normativní studie MoCA na vzorku  $n=540$  starých (60-74) a velmi starých lidí ( $\geq 75$ ), ze které vyplývají normativní data pro českou populaci. 50 % vzorku spadalo pod původně navrženou hodnotu hraničního skóru  $<26$  ze studie Nasreddine et al. (2005). Tento poměr je vyšší než očekávaná prevalence MCI a demence v populaci. Studie předpokládá zkreslení obtížnosti způsobené překladem. Česká verze testu je doslovným překladem původní verze, což zapříčiňuje vyšší náročnost paměťového testu. V anglické verzi paměťového subtestu je



součtem 7 souhlásek, zatímco v české verzi je jich 12 (Crocker & Algina, 2008 dle Kopecek et al., 2017). Autoři upozorňují, že je nutné testy i normativní data přizpůsobit dané kultuře. Dále byla zjištěna nízká korelace mezi výsledky MoCA a MMSE, což autoři připisují efektu stropu obou testů a vzorku vybranému ze zdravé populace. Výsledné skóry vyšly závislé na věku a vzdělání, nikoliv však na pohlaví. Normativní data odhalují konzistentní úpadek v kognitivním výkonu spojený s věkem, a poukazují na vzdělání jako na protektivní faktor (Kopecek et al., 2017).

V roce 2018 provedl Bartoš a Fayette validační studii MoCA testu pro MCI v důsledku AD (MCI - AD) pro starou českou populaci (n=1600). Porovnal 48 pacientů s MCI-AD s 1552 zdravými jedinci v pokročilém věku. Pacienti s MCI-AD skórovali signifikantně hůře než zdraví jedinci. Při zachování doporučené úrovně hraničního skóru pro diagnostiku kognitivního deficitu <26 vykazoval MoCA-CZ vysokou sensitivitu 94 %, ale nízkou specifitu 62 %. Po snížení hraničního skóru na úroveň  $\leq 24$  vykázal MoCA-CZ optimální sensitivitu 87 % pro MCI-AD a specifitu 72 %. Byl zaznamenán delší čas administrace (12-13 min) oproti studii původně publikované Nasreddinem et al. (2005) (10 min). Podle výsledných normativních dat lze jedince skórující mezi 25-30 body považovat za zdravé, v rozmezí 24-22 bodů leží šedá zóna poukazující na pásmo MCI, nebo ještě normální kognici, od 21 bodů lze s jistotou stanovit MCI a skór  $\leq 18$  ukazuje na pásmo demence (Bartoš & Fayette, 2018).

## 1.5 Porovnání MoCA s vybranými screeningovými testy

### 1.5.1 MMSE

Mini-Mental State Examination (MMSE) je nejrozšířenějším a nejpoužívanějším testem v klinické praxi, přestože se v poslední době ukazuje, že není citlivý k zachycení mírného kognitivního deficitu (Aggarwal & Kean, 2010; M. T. Nikolai et al., 2013; T. Nikolai & Vyhnálek, 2017). MMSE byl prvně publikován v roce 1975, v roce 2010 bylo publikováno druhé vydání a test je nyní adaptován do 11 jazyků. Administrace trvá přibližně 10 minut. Otázky a úkoly se zaměřují na oblasti základní orientace v čase a prostoru, paměť, počítání, motoriku a základní porozumění jazyku. V MMSE je možné dosáhnout maximálně 30 bodů. Rozpětí 25-30 bodů je obrazem normality, nízké skóry korelují s přítomností demence (Svoboda et al., 2013). Pro diagnostiku Alzheimerovy nemoci je nevhodný kvůli jeho nízké sensitivitě k detekci MCI, jež je zapříčiněna malým počtem úloh na paměť a exekutivní funkce. Dále je MMSE ovlivněn věkem, socioekonomickým statutem a dosaženým vzděláním (Aggarwal & Kean, 2010; T. Nikolai & Vyhnálek, 2017)

Ve srovnání s MMSE se MoCA ukazuje jako sensitivnější test screeningu MCI. Ze studie Aggarwal a Kean (n=50) vyplývá, že 20 % pacientů dosáhlo plného skóru v MMSE, zatímco u MoCA to bylo pouze 6 % vzorku. Zároveň u jejich vzorku došlo u 58 % pacientů po vyhodnocení MMSE k zařazení do skupiny s normální kognicí, zatímco při užití MoCA skórovali tito pacienti 25 bodů a méně, což ukazuje na přítomnost kognitivního deficitu (Aggarwal & Kean, 2010). Rovněž studie Nassredina et al. přináší zjištění, že při užití hraničního skóru 26 má MMSE 18 % sensitivitu pro detekci MCI, zatímco MoCA detekovala 98 % jedinců s MCI. V případě lehké formy AD je sensitivita MMSE na 78 %, zatímco MoCA detekovala 100 %, přičemž specifická obou testů byla vynikající.

### 1.5.2 Clock test

Clock-drawing test (CDT) je v klinické praxi často využívaná screeningová metoda (Svoboda et al., 2013). Dle Shulmana (2000) CDT splňuje stanovená kritéria pro kognitivní screeningový nástroj. Pro vyplnění testu je nutné použít širokou škálu kognitivních schopností, včetně exekutivních funkcí. Je rychlý, snadno proveditelný a skórovatelný, je výborně přijímán subjekty. Spolu s dalšími zdroji informací je CDT doplňkem široce používaného a validovaného testu MMSE. Měl by být užitečný při včasném odhalování demence a při sledování kognitivních změn (Shulman, 2000).

V pozdější přehledové studii Pinto a Peters (2009) tvrdí, že navzdory nesporným výhodám CDT (snadná administrace, vyhodnocení, dobrá korelace s dalšími běžně používanými screeningovými metodami jako je MMSE) má značná omezení, např. různé metody skórování a rozdílné výsledky dosažené různými výzkumníky. Dřívější studie, jež byly provedeny na pacientech s rozdílným zázemím, anamnézou a stupněm kognitivní dysfunkce, zjistily značné rozdíly v sensitivitě a specifitě CDT. Dalšími proměnnými, které mohou ovlivnit platnost testu, jsou jazyk, kultura a vzdělání pacientů (Pinto & Peters, 2009) Dle Nikolaie CDT vykazuje nízkou specificitu a sensitivitu pro diagnostiku MCI a jako samostatně používaný screeningový test při diagnostice Alzheimerovy nemoci je zcela nevhodný (Nikolai & Vyhnálek, 2017).

MoCA zařazuje CDT jako jednu ze svých úloh, což přispívá k jeho diagnostickým kvalitám. Dle Price et al. (2011) je důležité zmínit, že vyhodnocovatelé testu by měli být v metodě proškoleni, protože CDT je jednoduché nesprávně vyhodnotit. I když tvoří pouze jednu z úloh v MoCA, lze v ní získat až 3 body, což tvoří 10 % maximálního skóru u standardní veze a 18,75 % maximálního skóru u s-MoCA-CZ. Nesprávným vyhodnocením je tedy velmi snadné vytvořit falešné domnění o stavu pacienta.

### 1.5.3 Addenbrookský kognitivní test (ACE-R)

Test vychází z MMSE a je používám ke screeningu kognitivních poruch. Obsahuje 18 položek, přičemž většina je totožná s MMSE a 8 je jich odlišných. Výsledek se skládá z 5 podskórů pro jednotlivé oblasti: pozornost, paměť, slovní produkce, jazyk a zrakově prostorově schopnosti (Svoboda et al., 2013).

Tsoi et al. (2015) provedli meta analytickou studii, kde porovnali 149 studií a 49000 účastníků. Bylo identifikováno 11 screeningových testů. Nejpoužívanější byl MMSE. Mezi ostatními testy měly nejlepší diagnostické výsledky v detekci demence Mini-Cog a ACE-R, které byly srovnatelné s MMSE. ACE-R vykazuje sensitivitu 92 % a specifitu 89 %. Nejlepší alternativou pro detekce MCI je MoCA se sensitivitou 89 % a specificitou 75 %.

## 2 Kognitivní funkce

Neuropsychologické metody zjišťují kvalitu a poruchy kognitivních funkcí, mapují vztahy mezi změnami mozkového substrátu a změnami psychických funkcí. Měří severitu a rozsah případného kognitivního deficitu a rozlišují, zda jsou změny reverzibilní či ireverzibilní (Svoboda et al., 2013). Kognitivní funkce se testují celými neuropsychologickými testovými bateriemi. Screeningové testy z nich vycházejí. V následující kapitole budou stručně představeny kognitivní funkce, aby byl uveden kontext pro neurodegenerativní onemocnění a screeningové testy pro jejich včasné zachycení.

### 2.1 Paměť

Paměť je schopnost zaznamenávat životní zkušenosti, reflektovat svou existenci. Je základem schopnosti reflektovat zkušenosti a učit se (Plháková, 2003). Nelze si představit efektivní jednání bez nenarušené paměti. Podle teorie paměťových systémů rozlišujeme paměť explicitní a paměť implicitní (Bezdíček, 2017). Explicitní paměť lze vymezit jako druh paměti, který v paměťových testech aktivuje procesy vedoucí k vědomému vybavení určité události, oproti tomu implicitní paměť aktivuje v testové situaci procesy, které vedou k vybavení si informace nepřímým způsobem (Schachter & Graf, 1986 dle Bezdíček, 2017).

Dále lze procesy paměti dle modálního modelu Atkinsona a Shiffrina z roku 1968 dělit na sensorickou registraci podnětů příslušnými smyslovými okruhy, které v průběhu několika stovek milisekund umožní rozpoznat druhy vnímaných předmětů. Dále krátkodobé úložiště informací neboli pracovní paměť, která poskytuje možnost krátce uchovat a použít informace, zde za účasti pozornosti probíhají mentální operace, potažmo přesun informací do dlouhodobé paměti, nebo úplné vymizení. Poslední složkou popsanou tímto modelem je dlouhodobá paměť, která slouží k dlouhodobému uchování a následnému vybavení informací (Atkinson & Shiffrin, 1968).

### 2.2 Exekutivní funkce

Exekutivní funkce zahrnují kognitivní schopnosti vyššího řádu jako je pracovní paměť, inhibice, kognitivní flexibilita, plánování, myšlení a řešení problémů (Cristofori et al., 2019). Používáme je

kdykoliv se potřebujeme soustředit a nechceme, nebo nemůžeme se spoléhat na instinkty nebo intuici (Diamond, 2013). Jejich důležitou funkcí je schopnost seberegulace ať už ve smyslu sociálně psychologického fungování (Hofmann et al., 2012), či efektivního jednání.

Pozornost bývá řazena mezi exekutivní funkce a zároveň představuje nevyhnutelnou podmínku či předstupeň kognitivních funkcí (Obereignerů, 2017). Jako pozornost je chápána „schopnost vybírat určité informace pro následné podrobné zpracování a opomíjet jiné informace“ (Atkinson, 2012). Základním znakem pozornosti je její selektivita – výběrovost, tedy výběr a vnímání specifické části sensorického pole nebo činnosti (Atkinson, 2012; Plháková, 2003).

Inhibice zahrnuje upřednostnění toho, co je vhodné nebo potřebné a kontrolu emocí, impulsů a chování (Diamond, 2013). Myšlení a řešení problémů probíhá sekvenčně, nikoliv paralelně a je při něm používána pracovní paměť, přičemž je zpřístupněna i paměť dlouhodobá (Simon & Newell, 1971). Řešení problémů je proces, při kterém procházíme a hodnotíme detaily problému abychom došli k řešení. Plánování je vyšší kognitivní funkce, která zahrnuje procesy exekutivních funkcí ve formulaci, evaluaci a výběru kroků nutných k dosažení stanoveného cíle. Usuzování je jádrem procesů generalizace a abstrakce, které umožňují formování konceptů a kreativitu. Kognitivní flexibilita je charakteristickým znakem lidského myšlení, zprostředkovává možnost přizpůsobit se změnám prostředí, přicházet s novými nápady a umožňuje přechod mezi činnostmi (Cristofori et al., 2019).

## 2.3 Řeč

V užívání řeči lze rozlišit dvě její složky, produkci a porozumění. V procesu produkce lidé verbalizují své myšlenky, seřadí je do vět a v poslední řadě použijí svaly hlasového ústrojí k vytvoření zvuku. Při porozumění proces začíná u percepce zvuků, které jsou následně interpretovány jako slova, složeny do vět a z nich je vyvozen význam (Atkinson, 2012).

V produkci řeči je nutná součást plánování vyřčeného. Lidé plánují na úrovni jednotlivých slov i celých sousloví. Pro plánování řeči se aktivují složky krátkodobé i dlouhodobé paměti, pozornost i exekutivní funkce (Eysenck & Keane, 2020).

## 2.4 Visuospeciální schopnosti

Zrakově prostorové schopnosti je termín, který je používán k popisu způsobu, kterým lidé organizují a chápou informace z dvojrozměrných a trojrozměrných prostorů. Zahrnuje prostorovou paměť, mentální zobrazení, rotaci, percepci hloubky a vzdálenosti, navigaci v prostoru a visuospeciální konstrukci (Bigelow & Agrawal, 2015). Visuospeciální schopnosti jsou závislé na kapacitě pracovní paměti, specificky potom visuospeciálního náčrtníku dle modelu pracovní paměti Baddeleyho (Repovš & Baddeley, 2006). „Vizuoprostorový náčrtník umožňuje prchavé zobrazení našich představ, informace mohou tedy pocházet nejen aktuálně z okolí, ale také z dlouhodobé paměti“ (Obereignerů, 2017). Prostorová paměť je komplexní konstrukt, který zahrnuje informace o několika různých komponentech prostředí. Jsou to: geometrie, relativní pozice, vzdálenost, velikost, orientace a souřadnice (Iachini et al, 2009, dle Bigelow & Agrawal, 2015).

### 3 Neurodegenerativní onemocnění

Termín neurodegenerativní onemocnění se vztahuje k progresivním onemocněním spojeným se stárnutím, zapříčiněným degenerací centrálního nervového systému (Lynch et al., 2016). Projevují se symptomaticky v narušení kognitivních funkcí v různém rozsahu a variacích. Společným znakem napříč různými neurodegenerativními onemocněními je jejich neúprosná progresse až do úmrtí. Jsou ireversibilní a všechny dosud dostupné druhy léčby mohou pouze okrajově pomoci a zmírnit průběh. Hlavním rizikovým faktorem jejich výskytu je postupující věk. Různé klinické formy jsou provázeny degenerací specifických anatomických struktur. Ne všechny jejich formy se projevují poruchami kognice a demencí, přesto jsou to však jedny z nejčastějších symptomů (Lynch et al., 2016).

Tato kapitola se proto věnuje neurodegenerativním onemocněním z hlediska jejich symptomatologie, kterou zachytávají screeningové metody, o kterých je pojednáno v kapitole 1.5. Jsou zde popsána neurodegenerativní onemocnění a kognitivní poruchy s vysokou prevalencí v populaci. Vzhledem k relevanci následujícího textu jsou vybrána taková onemocnění u jejichž detekce se používá MoCA test.

#### 3.1 Alzheimerova nemoc (AD)

Světová zdravotnická organizace definuje AD jako neurodegenerativní chorobu s neznámou etiologií, charakteristickou svým progresivním narušením paměti a kognitivních funkcí. Spadá do ní 50 % až 75 % veškerých případů demence (World Health Organization, 1992). Z meta-analytické studie Niu et al. vyplývá, že prevalence AD v Evropě činí 5,05 %, přičemž u mužů činí 3,31 % a u žen je to 7,13 %. Incidence byla vysledována na 11,08 případů na 1000 osob za rok, pro muže činí 7,02 případů na 1000 osob za rok a pro ženy je to 13,25 případů na 1000 osob za rok (2017).

Kromě neuropatologických změn pozorovatelných zobrazovacími metodami a biomarkery se AD projevuje časnou poruchou učení a recentní paměti, potížemi při hledání slov, potížemi při orientaci v prostoru a čase, také jsou postiženy vizuokonstruktivní funkce. Rozlišují se tři stadia AD: preklinické stadium, stadium mírné kognitivní poruchy a stadium demence.



### **3.1.1 Mírný kognitivní deficit u Alzheimerovy nemoci (MCI-AD)**

V posledních dekádách je mírná kognitivní porucha dynamicky se rozvíjejícím konceptem. Popisuje oblast mezi normálním procesem stárnutí a rozvíjejícím se syndromem demence (Mariani et al., 2007; M. T. Nikolai et al., 2014) Podle meta-analytické studie Hu et al. je prevalence MCI u populace starší 60 let 16 % a 28 % pacientů s MCI progreduje do AD (2017). MCI můžeme rozdělit do 4 podskupin: Amnestické jednodoménové MCI (postihuje pouze paměť), neamnestické jednodoménové MCI (postihuje některou z nepaměťových složek kognitivních funkcí), amnestické vícedoménové MCI (spojené postižení paměti a některé z nepaměťových složek kognitivních funkcí) a neamnestické vícedoménové MCI (zasahuje více nepaměťových složek kognitivních funkcí). Diagnózu mírného kognitivního deficitu lze připsat, pakliže jsou splněny následující kritéria: Pacient si stěžuje na svou paměť, je schopen provádět běžné životní úkony a činnosti, disponuje normálními obecnými kognitivními funkcemi, má abnormální paměť vzhledem k věku a není dementní (Petersen et al., 1999 ).

Pouze některé typy MCI jsou projevem patologie AD. V současnosti je hlavním cílem screeningu MCI vybrat ty pacienty, kteří spadají do skupiny MCI-AD, protože u nich je nejvyšší riziko budoucího rozvoje demence při AD. Pro zařazení do skupiny MCI-AD je důležitý dominující paměťový deficit a kontinuálně se zhoršující stav zjištěný na základě opakovaného testování. Standardní neuropsychologické vyšetření není pro diagnostiku MCI-AD dostatečné, proto se užívají zobrazovací metody a biomarkery (Vyhnálek & Nikolai, 2017).

### **3.1.2 Demence u Alzheimerovy nemoci**

Stadium demence je posloupně poslední progresí AD a ovlivnění průběhu je v tomto stadiu terapeutickými intervencemi spíše nemožné (Vyhnálek & Nikolai, 2017). Meta-analytická studie Cao et al. (2020) přináší zjištění, že až 60 % případů demence je právě demence při AD. U demence při AD je postiženo myšlení, rozhodovací schopnosti, pacient ztrácí paměť a přestává být schopen plnit každodenní činnosti.

### 3.2 Parkinsonova nemoc (PD)

Parkinsonova nemoc je druhým nejrozšířenějším neurodegenerativním onemocněním, postihuje 2-3 % populace ve věku  $\geq 65$  let. Mezi hlavní symptomy rozvinuté PD patří třas končetin, postižena je však i paměť a kognitivní funkce, dále spánek a čich, mimo jiné jsou pacienti často depresivní. Jedna z metod včasné detekce PD je užití screeningových testů, které byly k tomuto účelu validovány (MoCA a MMSE) (Martinez-Horta & Kulisevsky, 2019; Poewe et al., 2017).

Demence při PD se projevuje dysexekutivním syndromem (apatie, narušené plánování, abstraktní myšlení a snížená mentální flexibilita), narušenou pozorností, visuospeciálními schopnostmi a mírně narušenou epizodickou pamětí. Řeč je relativně nenarušena (Hanagasi et al., 2017).

# PRAKTICKÁ ČÁST

## 4 Cíl výzkumu a výzkumné hypotézy

### 4.1 Cíl výzkumu

MoCA je prokazatelně funkční nástroj pro včasnou detekci neurodegenerativních onemocnění. Cílem této studie je vyvinout jeho počítačovou verzi a ověřit, jestli je stejně dobře použitelná jako standardní papírová podoba.

### 4.2 Výzkumné hypotézy

- 1.H<sub>0</sub>: Mezi celkovými skóry v MoCA-CZ a e-MoCA-CZ neexistuje statisticky signifikantní rozdíl.
- 2.H<sub>0</sub>: Mezi celkovými skóry v s-MoCA-CZ a s-MoCA-CZ(el) neexistuje statisticky signifikantní rozdíl.

## 5 Vývoj počítačové verze pro MoCA-CZ a s-MoCA-CZ

Užívat digitalizované screeningové testy může být ideální variantou pro poskytovatele primární zdravotní péče. Mají potenciál být časově i ekonomicky efektivnější než jejich papírové varianty díky nižším nárokům administrace na zdravotnický personál. Jejich nespornou výhodou je standardizovaná metoda administrace, sběru dat a možnost automatického skórování na základě naprogramovaného algoritmu (Snowdon et al., 2015).

Digitalizace testů umožňuje samostatné vyplnění testu, což je přínosné nejenom pro poskytovatele zdravotní péče, ale i pro samotné pacienty. Samostatná administrace má potenciál snižovat stres spojený s testováním kognitivních funkcí díky tomu, že pacienti při vyplňování nikdo nesleduje a nemusí se tedy cítit trapně nebo nervózně (Millett et al., 2018).

Doposud byl výzkum počítačových variant screeningových testů proveden u několika druhů těchto testů. Jsou to například Computer Assesment of Mild Cognitive Impairment (CAMCI) a MMSE. MoCA byla převedena do počítačové podoby v roce 2016 (Julayanont & Nasreddine,

2017), v roce 2017 provedl Berg et al. studii, kde porovnal počítačovou a papírovou verzi MoCA testu, výsledkem byla zjištěna adekvátní konvergentní validita mezi MoCA a e-MoCA (Berg et al., 2018). Výsledky studií u zmíněných testových baterií poukazují na užitečnost a použitelnost počítačového testování. Zároveň hovoří o potenciální překážce v jejich užívání, kterou může být nedostatečná zdatnost v užívání počítače, či zrakové, sluchové, řečové nebo motorické vady, které se u stárnoucí populace objevují (Berg et al., 2018; Julayanont & Nasreddine, 2017; Millett et al., 2018; Saxton et al., 2009; Snowden et al., 2015).

## **5.1 Cíl vývoje**

Cílem praktické části mé bakalářské práce bylo vyvinout takový nástroj který bude schopen sbírat data samostatně bez asistence zaškoleného profesionála, bude přehledný, příjemný při použití a bude stejně spolehlivý v měření jako jeho papírová varianta. Takový nástroj by v ideálním případě měl být plošně použitelný jako screeningový test kognitivního deficitu při primární ambulantní péči. Rozhodl jsem se do počítačové podoby konvertovat standardní i zkrácenou verzi MoCA-CZ. Dílčím cílem při vývoji tohoto nástroje bylo strukturovat program tak, že bude modulární, tzn. bude možné ho využít pro snadnou elektronizaci dalších screeningových nástrojů.

## **5.2 Funkční požadavky na aplikaci**

Požadavky jsou naznačeny již v kapitole cíle vývoje, jsou to:

- Možnost samostatného vyplnění testu
- Přehlednost
- Použitelnost na více zařízeních
- Spolehlivé ukládání sesbíraných dat
- Možnost kreslit, přehrávat/nahrávat zvuk, zadávat text
- Hodnocení testu

Verze 2.0 splňuje požadavek na samostatné vyplnění. Je přehledná, použitelná na více zařízeních nezávisle na operačním systému. Spolehlivě sbírá data a ukládá je – jejich získání z databáze je však v aktuální verzi 2.0 pracné. V aplikaci je možné kreslit, přehrává i nahrává zvuk a je do ní

možné zadávat text. Aplikace není schopná sama vyhodnotit test, vyhodnocení zůstává v rukou administrátora.

### **5.3 Průběh vývoje aplikace**

V roce 2019 mě spojil Ondřej Bezdíček s Matějem Koudelkou z ČVUT z katedry biomedicínského inženýrství, který měl jednu verzi aplikace (verze 1.0) doladit jako svůj bakalářský projekt. V průběhu roku jsme spolu projekt konzultovali a vznikla verze 1.1, která byla teoreticky použitelná ke sběru dat. Nesplňovala však veškeré požadavky pro praktickou využitelnost, tj. především možnost samostatného vyplnění testu dotazovaným, přehlednost a jednoduchost užití. Verze 1.1 byla koncipována jako aplikace na zařízení s operačním systémem Android, což přinášelo mnohé komplikace. Zobrazení aplikace fungovalo jenom na některých zařízeních. Problémy činila vyjíždějící systémová klávesnice. Spouštění a extrakce dat bylo komplikované a pracné. Navrhovaný způsob vyplnění vyžadoval neustálé předávání zařízení mezi testovaným a administrátorem. Chybělo funkční hlasové zadání pro některé úlohy. V tomto bodě naše spolupráce s panem Koudelkou skončila.

#### **5.3.1 e-MoCA-CZ verze 2.0**

Rozhodl jsem se poté projekt konzultovat s Antonínem Kabelkou, programátorem. Ten se ochotně nabídl, že se pokusí aplikaci přepracovat tak, aby vyhovovala výše zmíněným požadavkům, především možnosti vyplnit test samostatně. Začala vznikat verze 2.0. Opustili jsme operační systém Android a rozhodli se pro vytvoření webové aplikace, kterou bude možné použít na jakémkoliv zařízení. Pan Kabelka zvolil programovací jazyk python pro jeho výhody v práci s webovými databázemi. Společně jsme aplikaci testovali a vychytávali mouchy. Nahrál jsem hlasové zadání ke všem úlohám, které se spouští automaticky při přechodu na novou úlohu. Veškeré informace týkající se přesunu mezi úlohami, jsme umístili na obrazovku. Upravili jsme velikost textu, aby byl dobře čitelný. Tlačítka pro přechod byla popsána a zpřístupněna teprve po vyslechnutí si zadání a uplynutí kratšího časového intervalu, abychom zamezili náhodnému přeskočení úlohy bez možnosti vyplnění. K již vyplněným úlohám se nedalo vracet, jak tomu bylo teoreticky možné u verze 1.1. U úloh testu, které v papírové verzi spočívají v mluvení, zapíná

aplikace nahrávání zvuku, aby byla zachována co možná největší podobnost mezi verzemi. U úlohy vyjmenování slov začínajících písmenem K se automaticky spouští časomíra a po uplynutí jedné minuty je testovaný automaticky zastaven zazněním hesla stop. Ze stejného důvodu zachování podobnosti mezi verzemi jsem pro sběr dat použil notebook s dotykovou obrazovkou a v úlohách kreslení jsem dával na výběr mezi malováním prstem na obrazovku a užitím grafického tabletu dle preference. Rozhodli jsme se nepřidávat automatické vyhodnocení úloh, neboť pro mnohé úlohy (test hodin, kreslení krychle, test cesty, vyjmenování slov) by bylo nutné užít komplexních algoritmů, které nejsou běžně dostupné a je příliš náročné je samostatně vyvinout.

## **5.4 Struktura aplikace a průběh testu**

Aplikace se dělí na standardní a zkrácenou verzi MoCA testu. Po spuštění je možné vybrat mezi variantami. Následně rozhraní zobrazí pole pro vyplnění základních údajů testovaného tj. věk, jméno, pohlaví. Zařadili jsme i sebesuzovací škálu pro zručnost s počítačem. Po zadání údajů je možné přejít k vyplňování testu. Testovaný je mezi jednotlivými úlohami veden hlasovým zadáním, pokyny jsou jednotné s manuálem pro MoCA-CZ. Testovaný proklikává z úlohy na úlohu označenými tlačítky a při vyplňování úloh kreslení má na výběr z možnosti kreslit prstem na dotykovou obrazovku počítače nebo užití grafického tabletu se stylusem. Po vyplnění se zobrazí děkovací obrazovka. Průběh testu e-MoCA-CZ je zobrazen na screenshotech z aplikace (viz příloha 6). Zkrácená verze obsahuje identické úlohy jako standardní a ty jsou označeny speciálním popiskem (viz příloha 6).

## 6 Metodologie

Pro tuto práci byl zvolen kvantitativní typ výzkumu, je zaměřen na ověření validity nově vyvinutých počítačových verzí MoCA testu. Byl uskutečněn na nenáhodném výběrovém souboru zdravých osob, starších 18 let z české populace.

### 6.1 Sběr dat

Sběr dat probíhal mezi roky 2021 a 2022. K výběru vzorku byly použity nenáhodné techniky výběru, a to příležitostný výběr na základě časové a místní dostupnosti (Urbánek et al., 2011). Aby bylo zamezeno zařazení nevhodných probandů, byla aplikována anamnestická kritéria pro zařazení, a sice věk nad 18 let, absence jakéhokoliv neurodegenerativního, psychiatrického nebo neurologického onemocnění, absence úrazu hlavy s bezvědomím, historie zneužívání návykových látek a nekompenzované poruchy sluchu a zraku. Studie se celkově zúčastnilo 35 probandů, přičemž jeden byl vyřazen kvůli nedosaženému požadovanému věku.

Účastníkům byl na začátku stručně představen administrátor, testová metoda, studie a její cíl. Následně byli účastníci obeznámeni s předpokládanou dobou trvání testování a s jeho průběhem. Byl jim ústně vysvětlen informovaný souhlas, který všichni podepsali. Byli poučeni o anonymitě a možnosti odstoupit z výzkumu kdykoliv v jeho průběhu. Data v počítačové verzi se sbírala na lokálním, soukromém serveru a nebyla vystavena možnosti zneužití. Celkový průběh výzkumu probíhal v souladu s etickými standardy APA (American Psychological Association, 2022).

Doba vyplňování obou forem testů se pohybovala od 15 do 35 minut v závislosti na vyplňování zkrácených nebo standardních verzí. Mezi vyplněním jedné a druhé verze měli probandi 5 minut pauzu. Zadání pro veškeré měření proběhlo podle instrukcí z oficiálního manuálu pro MoCA-CZ. Při vyplňování počítačových verzí postupovali probandi dle instrukcí z aplikace, Administrátor byl přítomen, ale nevstupoval do samostatné práce s aplikací. Sbírala se data o zručnosti s počítačem, která nebyla použita při analýze.

Sesbíraná data byla převedena do tabulky v Microsoft-Excel pomocí hrubých skóru a byla podrobena analýze v programu SPSS-22.

## 6.2 Demografické údaje

Celkový soubor určený ke statistické analýze čítal 11 mužů (32 %) a 23 žen (68 %). Průměrný věk byl 30,05 let. S minimem 19 let a maximem 86 let. Průměrná doba vzdělání byla 17,67 roků. Pro větší relevanci jsou uvedeny i demografické údaje ke dvěma na sobě nezávisle testovaným souborům. Vzorek pro porovnání standardní verze MoCA-CZ a jeho počítačové podoby činil n=16. Probandi z tohoto vzorku dosahovali průměrného věku 34 let (medián=27), jejich průměrná délka vzdělání činila 18,8 roku (medián=19,5) a skládal se ze 75 % žen. Vzorek pro porovnání zkrácené verze s-MoCA-CZ testu a jeho počítačové podoby čítal n=18. Probandi toho vzorku dosahovali průměrného věku 26,5 (medián=23), jejich průměrná délka vzdělání činila 16,7 roků (medián=16) a skládal se z 61 % žen. Demografické charakteristiky souboru jsou pro přehlednost uvedeny v tab 1.

**Tabulka 1**

*Demografické údaje výběrového souboru*

		Celkový vzorek n=34	MoCA-CZ n=16	s-MoCA-CZ n=18
Věk	Průměr	30,05	34,00	26,5
	Medián	24,00	27,00	23,00
Vzdělání	Průměr	17,67	18,80	16,70
	Medián	16,50	19,50	16,00
Pohlaví	% Žen	68	75	61,00

*Pozn.* Česká verze Montreálského kognitivního testu (MoCA-CZ), Zkrácená česká verze Montreálského kognitivního testu (s-MoCA-CZ)



### 6.3 Metody statistické analýzy

Vzorku zdravé, dospělé populace byl administrován MoCA test v jeho standardní nebo zkrácené podobě. Probandi vyplnili vždy dvě formy testu (počítačovou a papírovou) podle jejich zařazení do skupiny. Každý z účastníků byl náhodně zařazen do jedné ze čtyř skupin, což určovalo pořadí vyplnění počítačové a papírové verze, a to v standardní, nebo zkrácené formě MoCA testu: první skupina vyplňovala první verzi testu MoCA-CZ, následně vyplnila verzi e-MoCA-CZ, druhá skupina vyplňovala první e-MoCA-CZ a poté MoCA-CZ, třetí skupina vyplňovala první verzi testu s-MoCA-CZ poté s-MoCA-CZ(el), čtvrtá skupina vyplnila první verzi testu s-MoCA-CZ(el) potom s-MoCA-CZ (znázorněno v tab. 2). Mezi jedním a druhým testem měli probandi 5 minut pauzu.

**Tabulka 2**

*Schéma vyšetření*

Skupina	1	2	3	4
První vyplněno	MoCA-CZ	e-MoCA-CZ	s-MoCA-CZ	s-MoCA-CZ(el)
Druhé vyplněno	e-MoCA-CZ	MoCA-CZ	s-MoCA-CZ(el)	s-MoCA-CZ

*Pozn.* Česká verze Montreálského kognitivního testu (MoCA-CZ), počítačová česká verze Montreálského kognitivního testu (e-MoCA-CZ), Zkrácená česká počítačová verze Montreálského kognitivního testu s-MoCA-CZ(el), Zkrácená česká verze Montreálského kognitivního testu (s-MoCA-CZ)

Cílem studie bylo zjistit, zda existují signifikantní rozdíly mezi celkovými hrubými skóry paralelních verzí MoCA testů u standardní i zkrácené varianty (MoCA-CZ/e-MoCA-CZ a s-MoCA-CZ/s-MoCA-CZ(el)). Hlavními testovými proměnnými jsou tedy celkové hrubé skóry v MoCA. Ke statistické analýze byly použity neparametrické metody inferenční statistiky pro dvakrát dvě závislá (opakovaná) měření (vždy počítačová vs. papírová standardní verze a totéž pro zkrácené), tj. byly testovány celkové hrubé skóry pro MoCA-CZ a e-MoCA-CZ, dále celkové hrubé skóry s-MoCA-CZ a s-MoCA-CZ(el). Skóry v jednotlivých úlohách mezi sebou nebyly porovnány, neboť při vizuální inspekci bylo zřejmé, že si v příslušných verzích odpovídají. Odlehle hodnoty nebyly vyřazeny ze statistické analýzy, jelikož nebyla přisouzeny chybě měření a proband,

který skóroval odlehle splňoval kritéria pro zařazení do studie. S ohledem na cíl studie byla sledována konvergentní validita MoCA-CZ a e-MoCA-CZ, dále s-MoCA-CZ a s-MoCA-CZ(e1). Hladina statistické významnosti byla zvolena na  $\alpha = 0,05$ . Analýza dat byla provedena v programu SPSS-22, R a Jamovi.

Vzhledem k testovaným hypotézám, zmíněným v kapitole 4.2, byla použita deskriptivní statistika a byla otestována normalita rozložení dat. V deskriptivní statistice byl sledován průměr celkového skóru, jeho medián, rozptyl, standardní směrodatná odchylka, interkvartilové rozpětí, minimum, maximum a variační rozpětí. K testu normality rozložení dat všech čtyř testových variant byl použit Shapirův-Wilkův test. Normalita dat byla vizualizována prostřednictvím Q-Q grafů a histogramů. Protože data nespĺňovala nároky na normální rozložení, pro další analýzu byl použit neparametrický Wilcoxonův test k ověření shody distribuce hrubých skóru v opakovaných měřeních různými verzemi MoCA testu (Mrkvička & Petrášková, 2006). Wilcoxonův test byl také zvolen kvůli očekávanému vlivu efektu stropu na výsledky korelačních analýz. Pro ověření konvergentní validity byla zjišťována korelace mezi celkovými výsledky testů v obou jeho verzích. Data jsou lineárně závislá, proto byl užit Pearsonův test parciální korelace. Vzorek však nenapĺňuje veškeré požadavky pro jeho užití (nemá normální rozložení a není dostatečně velký), proto byl použit v kombinaci se Spearmanovým korelačním testem. Velikost vzorku není ideální ani pro jeden ze zmíněných testů a výsledky tím mohou být ovlivněny.

## 7 Výsledky

### 7.1 Deskriptivní statistika

Obsahem této kapitoly jsou celkové výsledky dosažené při měření v jednotlivých verzích MoCA testu (MoCA-CZ, e-MoCA-CZ, s-MoCA-CZ a s-MoCA-CZ(el)). V tab. 3 je popsány celkové hrubé skóry a jejich parametry. Ve verzi MoCA-CZ a její počítačové variantě bylo možné získat maximálně 30 bodů, ve verzi s-MoCA-CZ a s-MoCA-CZ(el) je maximální skóre 16 bodů.

**Tabulka 3**

*Deskriptivní statistika celkových výsledků testů*

Verze testu	MoCA-CZ	E-MoCA-CZ	s-MoCA-CZ	s-MoCA-CZ(el)
Velikost vzorku	n=16	n=16	n=18	n=18
Průměr	29,12	28,63	15,67	15,28
Medián	30,00	29,50	16,00	16,00
Rozptyl	1,58	6,65	0,35	1,27
$\sigma$	1,26	2,58	0,59	1,13
q	2,00	1,00	1,00	1,00
Minimum	27,00	20,00	14,00	12,00
Maximum	30,00	30,00	16,00	16,00
Variační rozpětí	3,00	10,00	2,00	4,00

Pozn.  $\sigma$  = standardní směrodatná odchylka, q = interkvartilové rozpětí, Česká verze Montreálského kognitivního testu (MoCA-CZ), počítačová česká verze Montreálského kognitivního testu (e-MoCA-CZ), Zkrácená česká počítačová verze Montreálského kognitivního testu s-MoCA-CZ(el), Zkrácená česká verze Montreálského kognitivního testu (s-MoCA-CZ)

### 7.2 Normalita rozložení dat výběrového souboru

Pro testování normálního rozložení všech variant MoCA testu byl proveden Shapirův-Wilkův test normality. Jak je patrné z tab. 4, lze konstatovat, že data nemají normální rozložení. Pro

přehlednost je rozložení dat graficky znázorněno prostřednictvím Q-Q plotů a histogramů v grafech 1, 2, 3 a 4. Z vizuální analýzy rozdělení je patrné, že rozdělení skóre je zešikmené doleva. To je způsobeno tím, že testy mají maximální dosažitelnou bodovou hranici (MoCA-CZ 30, s-MoCA-CZ 16) a většina zdravé populace dosáhne vysokého skóre. Výsledky jsou ovlivněny odlehlými hodnotami, tedy probandy s výrazně odlišným skórem od zbytku měřeného vzorku.

#### Tabulka 4

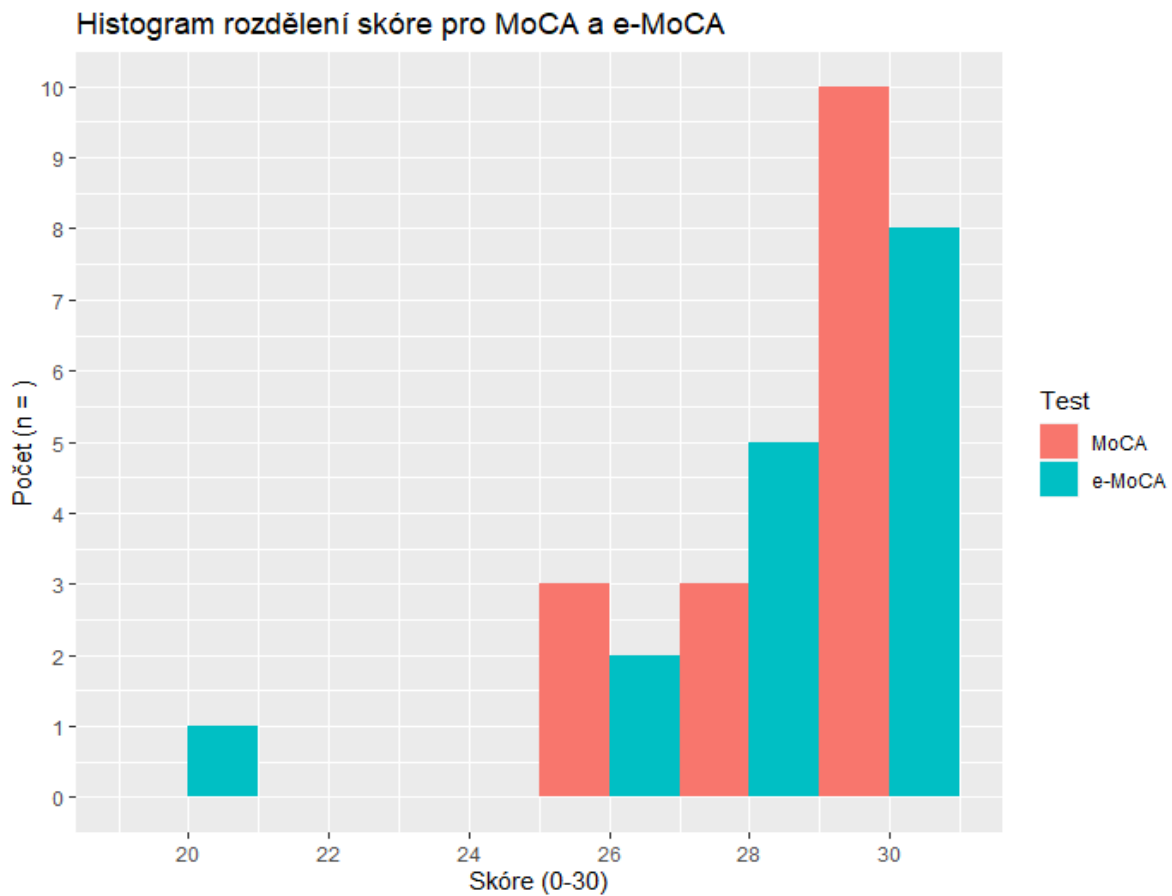
*Normalita rozložení celkových výsledků testů*

Forma testu	MoCA-CZ	E-MoCA-CZ	s-MoCA-CZ	s-MoCA-CZ(el)
	n=16	n=16	n=18	n=18
p-hodnota	0,001 *	0,001 *	0,001 *	0,001 *

*Pozn.* Česká verze Montreálského kognitivního testu (MoCA-CZ), počítačová česká verze Montreálského kognitivního testu (e-MoCA-CZ), Zkrácená česká počítačová verze Montreálského kognitivního testu s-MoCA-CZ(el), Zkrácená česká verze Montreálského kognitivního testu (s-MoCA-CZ) \*p<0,05

## Graf 1

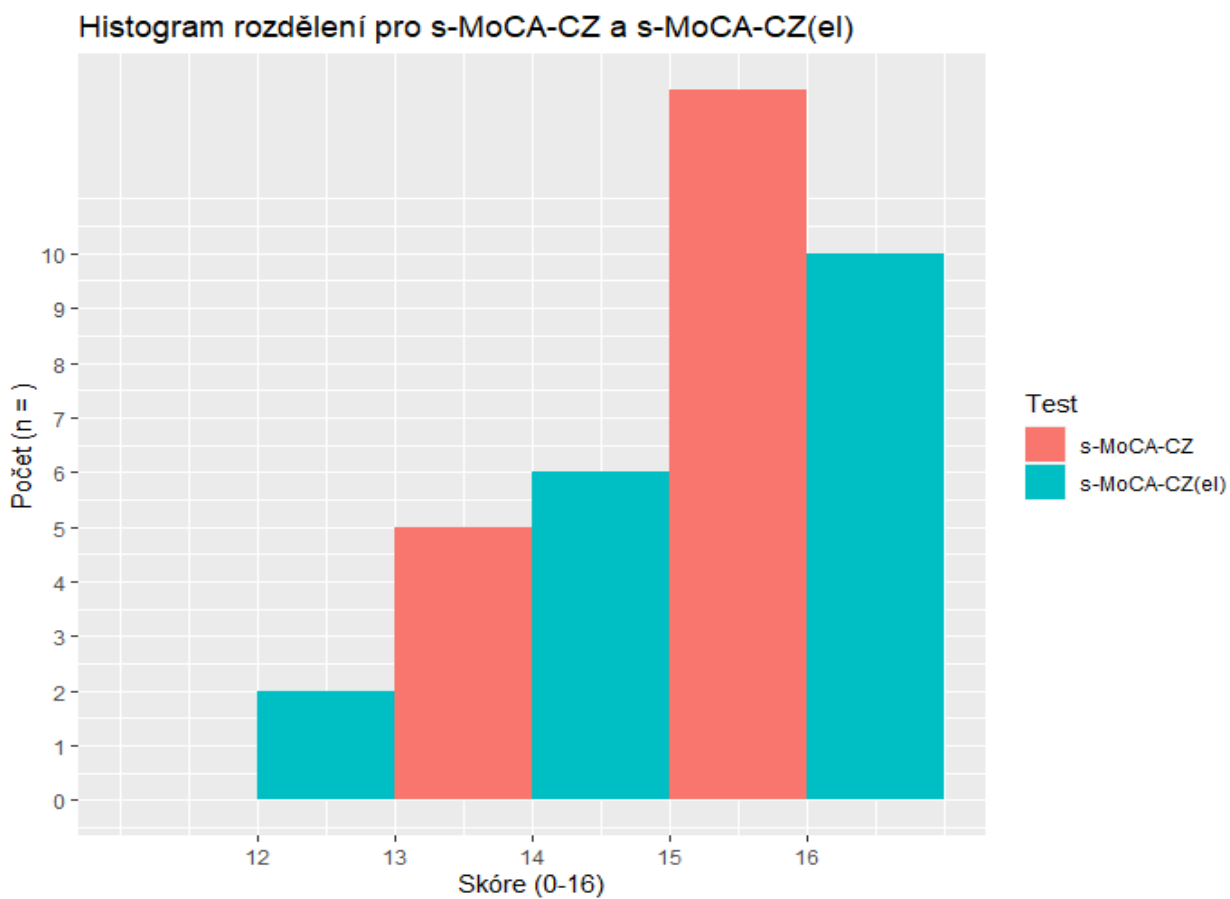
*Distribuce celkových výsledků MoCA-CZ a e-MoCA-CZ*



*Pozn.* MoCA=Montreálský kognitivní test, e-MoCA=počítačová verze Montreálského kognitivního testu

## Graf 2

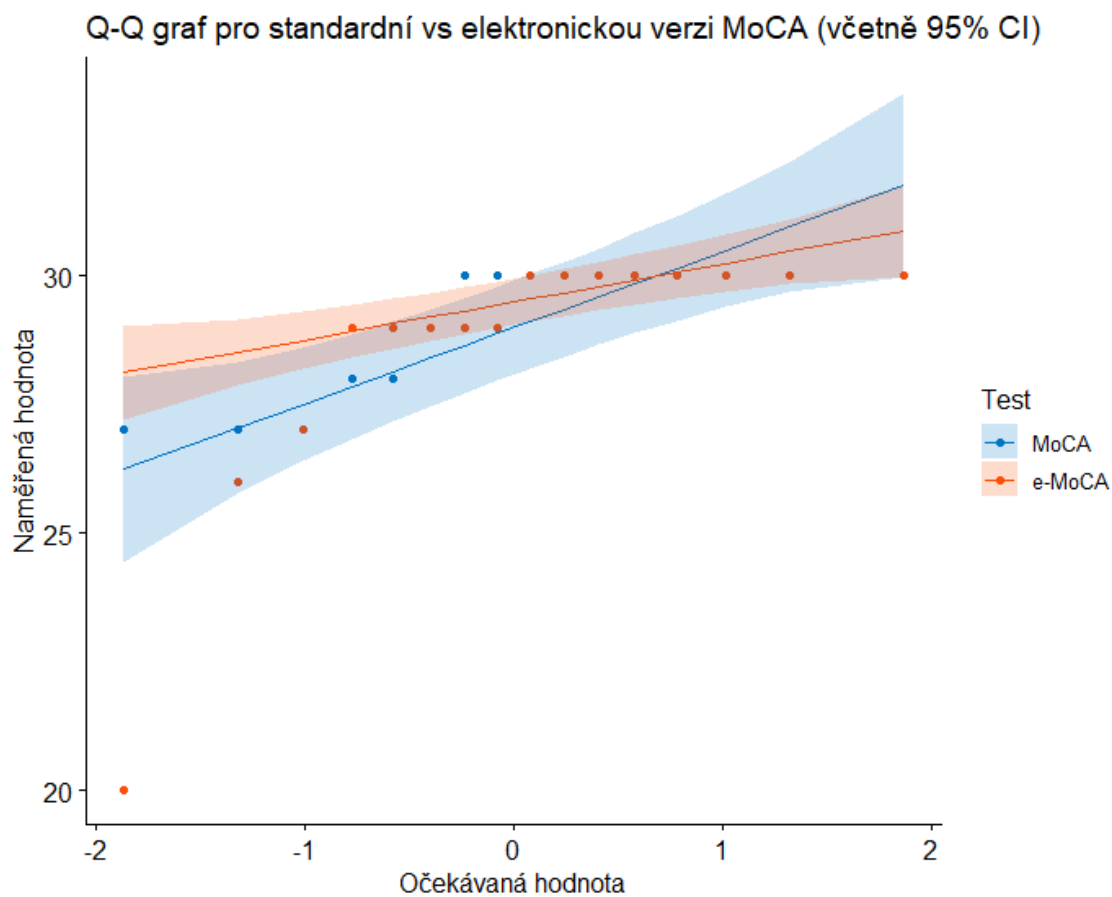
*Distribuce celkových výsledků s-MoCA-CZ a s-MoCA-CZ(el)*



*Pozn.* s-MoCA-CZ=česká verze Montreálského kognitivního testu, s-MoCA-CZ(el)= zkrácená česká počítačová verze Montreálského kognitivního testu

### Graf 3

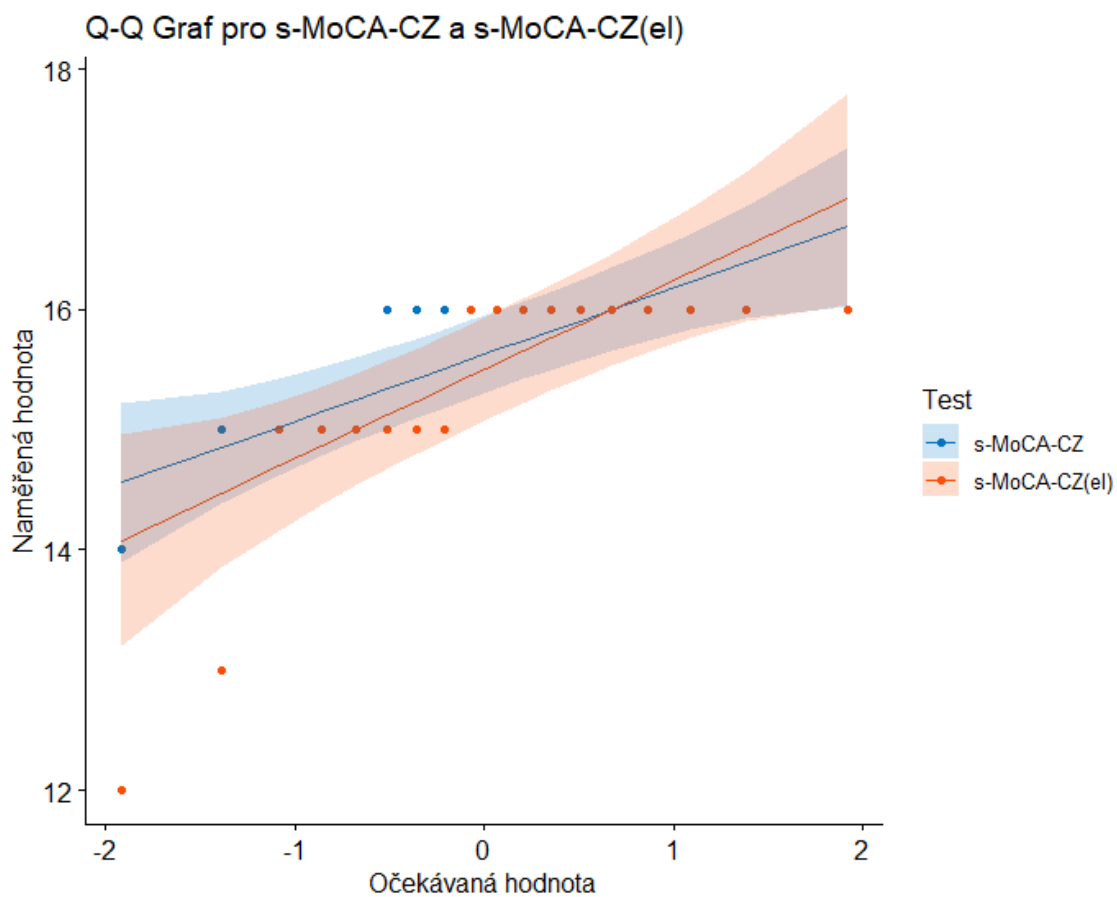
*Distribuce výsledků MoCA-CZ a e-MoCA-CZ oproti očekávanému normálnímu rozložení*



*Pozn.* MoCA=Montreálský kognitivní test, e-MoCA=počítačová verze Montreálského kognitivního testu

## Graf 4

*Distribuce výsledků s-MoCA-CZ a s-MoCA-CZ(el) oproti očekávanému normálnímu rozložení*



*Pozn.* s-MoCA-CZ=česká verzeMontreálského kognitivního testu, s-MoCA-CZ(el)= zkrácená česká počítačová verze Montreálského kognitivního testu



### 7.3 Inferenční statistika: ověření rozdílů opakovaných měření

Použitím Wilcoxonova testu nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v celkových dosažených skórech v MoCA-CZ a e-MoCA-CZ (viz. tab. 5). Nebyla zamítnuta nulová hypotéza, protože se nepodařilo prokázat na 5% hladině významnosti, že by standardní a počítačová verze testu měly rozdílná rozdělení celkových skóre. Rovněž v s-MoCA-CZ a s-MoCA-CZ(e) nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v celkových dosažených skórech a nebyla zamítnuta nulová hypotéza, protože se nepodařilo prokázat na 5% hladině významnosti, že by standardní a počítačová verze testu měly rozdílná rozdělení celkových skóre (viz. tab. 5).

#### Tabulka 5

*Wilcoxonův pořadový test*

Forma testu	Standardní	Zkrácená
p-hodnota	0,509	0,084
Z	-0,660	-1,725

Užitím Pearsonova testu byla prokázána střední kladná statisticky významná korelace ( $r=0,585$ ;  $p=0,011$ ) mezi s-MoCA-CZ a s-MoCA-CZ(e). U porovnávaných variant MoCA-CZ a e-MoCA-CZ se na 5% hladině významnosti nepovedlo prokázat závislost, což je možné přisoudit nedostatečné velikosti zkoumaného vzorku. Výsledky jsou uvedeny v tab. 6.

#### Tabulka 6

*Pearsonova korelace*

Forma testu	Standardní	Zkrácená
Pearsonův korelační koeficient r	0,324	0,585
p-hodnota	0,221	0,011*

\* $p<0,05$

Pro posouzení síly vztahu mezi verzemi testu MoCA-CZ a e-MoCA-CZ i s-MoCA-CZ a s-MoCA-CZ(el) byl použit Spearmanův korelační koeficient. Na základě výsledků lze usoudit, že mezi variantou S-MoCA-CZ a s-MoCA-CZ(el) existuje střední kladná statisticky významná korelace ( $\rho=0,478$ ). U porovnávaných variant MoCA-CZ a e-MoCA-CZ se na 5% hladině významnosti nepovedlo prokázat závislost, což je možné přisoudit nedostatečné velikosti zkoumaného vzorku. Výsledky jsou zavedeny v tab. 7.

### **Tabulka 7**

*Spearmanův korelační koeficient*

Forma testu	Standardní	Zkrácená
Spearmanovo $\rho$	0,162	0,478
p-hodnota	0,548	0,045*

\* $p<0,05$

## 8 Diskuse

Hlavním záměrem této práce bylo vyvinout české počítačové verze pro standardní a zkrácenou variantu MoCA testu a ověřit jejich validitu. Předpokládali jsme, že mezi počítačovými a papírovými verzemi MoCA testu nebudou žádné signifikantní rozdíly v celkových skórech a jednotlivých úlohách testu. Z. Nasreddine, autor MoCA testu, přičítá počítačové verzi možnost zlepšit efektivitu testování a vlastnosti které zpříjemní uživatelům použití (Julayanont & Nasreddine, 2017).

Tato studie se snaží odpovědět na tyto hypotézy:

1.H<sub>0</sub>: Mezi celkovými skóry v MoCA-CZ a e-MoCA-CZ neexistuje statisticky signifikantní rozdíl. K zodpovězení byl použit Wilcoxonův test, jehož výsledky ( $p=0,509$ ) prokazují, že mezi celkovými hrubými skóry v MoCA-CZ a e-MoCA-CZ není statisticky signifikantní rozdíl. Máme tedy evidenci, že nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu.

2.H<sub>0</sub>: Mezi celkovými skóry v s-MoCA-CZ a s-MoCA-CZ(el) neexistuje statisticky signifikantní rozdíl. Stejně jako u první hypotézy byl k ověření použit Wilcoxonův test. Výsledky ( $p=0,084$ ) i v tomto případě prokazují, že mezi celkovými hrubými skóry v s-MoCA-CZ a s-MoCA-CZ(el) není statisticky signifikantní rozdíl. Na základě této skutečnosti máme evidenci, že nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu.

Dále tato studie zjišťovala míru korelace celkových skóre mezi variantami testu MoCA-CZ a e-MoCA-CZ. K tomuto účelu byl použit Pearsonův test ( $r=0,324$ ,  $p=0,221$ ) v kombinaci s Spearmanovým testem ( $p=0,162$ ,  $p=0,548$ ), výsledky však nebyly průkazné na 5% hladině spolehlivosti. Tato skutečnost je přisouzena zejména velikosti vzorku ( $n=16$ ) a efektu stropu, který je způsobený měřením uskutečněným na zdravé populaci. Efekt stropu nastává, pakliže se skóry jedné proměnné (MoCA-CZ) blíží maximu, kterého mohou dosahovat, tím vzniká shluk hodnot blízko maxima (maximální skór 30 bodů). Představení jiné proměnné (e-MoCA-CZ) potom nemůže mít velký vliv na zvýšení skóru, neboť už není prostor pro zlepšení, navzdory tomu, že je to dle logiky test-retest předpokladatelné (Cramer & Howitt, 2004). Dále ovlivňuje výsledky i jeden případ měření, kdy byl testován proband ve výrazně vyšším věku, než zbytek vzorku a jeho celkové skóry se významně liší od zbytku skupiny. V počítačové variantě získal 20 bodů, jež mu

byla administrována jako první, zatímco v papírové podobě testu skóroval na úrovni 27 bodů, takto výrazný rozdíl skóre nebyl pozorován u žádného dalšího probanda (skórování zbytku skupiny se pohybovalo v rozmezí 26 – 30 bodů). Tento případ odpovídá zjištění studie Wallace et al., kdy modalita a pořadí vyplnění ovlivňuje výsledné skóry. Probandi se ve skóru výrazně zlepšují ze dvou důvodů - obeznámenost s testem (test-retestový efekt) a vyšší komfort při zacházení s papírovou formou (Wallace et al., 2019).

Korelace mezi s-MoCA-CZ a s-MoCA-CZ(el) je dle Pearsonova testu ( $r=0,585$ ,  $p=0,011$ ,  $p<0,05$ ), dle Spearmanova testu ( $\rho=0,478$ ,  $p=0,045$ ,  $p<0,05$ ). Dle obou testů je zde evidence, že mezi s-MoCA-CZ a s-MoCA-CZ(el) je středně silná kladná korelace. Vzhledem k tomu že zkrácená verze přímo vychází ze standardní verze, tzn. úlohy i skórování je stejné, lze předpokládat, že s reprezentativnějším vzorkem by byla prokázána korelace i u MoCA-CZ a e-MoCA-CZ.

Přínosem této práce je vývoj počítačové verze MoCA testu, a to ve standardní i zkrácené podobě a porovnání této nově vyvinuté verze s již užívanými formami testu. Plošný screening kognitivních poruch je v současnosti zásadní z důvodu stárnoucí populace a vysoké prevalence neurodegenerativních onemocnění. Jejich včasný záchyt umožňuje nejen zmírnění progresu onemocnění, čímž i zlepšení kvality života pacienta, ale i částečné řešení sociální a ekonomické zátěže společnosti v kontextu této problematiky. V praxi je žádoucí zavádět ekonomicky a časově úsporné nástroje. Jedním z nich je jednoznačně počítačová verze MoCA testu. V souladu s autory Berg et al. (2018) vnímáme díky technologickým pokrokům potenciál přínosu počítačové verze MoCA testu pro klinickou praxi (integrace výsledků do elektronických záznamů, standardní metoda zadání a vyhodnocení). V českém prostředí doposud neexistovala počítačová verze MoCA testu.

Vyvinuli jsme nástroj, který je efektivní, uživatelsky přívětivý a je schopný sbírat data samostatně (není třeba zaškoleného administrátora). Při jeho dalším rozvoji má potenciál být zaveden do ordinací praktických lékařů jako součást preventivních prohlídek starší populace. Podařilo se nám ověřit validitu u s-MoCA-CZ(el). U standardní verze se validita nepodařila potvrdit korelačními testy, Wilcoxonův test však vypovídá o významné podobnosti verzí, je tedy možné předpokládat, že s úpravou výzkumného vzorku bude validita ověřena.

Jako první zavedl a porovnal počítačovou a papírovou verzi MoCA (Berg et al., 2018). Porovnával hrubé skóry z obou variant. V této studii byla zjištěna silná korelace mezi počítačovou a papírovou variantou. V naší studii jsme zjistili středně silnou korelaci, a to pouze u zkrácené formy testu (s-MoCA-CZ(el)), u standardní délky testu (e-MoCA-CZ) nebyla korelace prokázána na 5% hladině spolehlivosti. Na rozdíl od studie Berg et al. (n=43) nebyl náš výzkum uskutečněn na klinické populaci. Probandi skórovali v obou studiích na rozdílných úrovních (v případě Berg et al. to bylo pod hodnotou 26 bodů, v naší studii se skóry pohybovali okolo maxima 30 bodů). ale rozdíly ve skórech naší studie byly u většiny probandů 2 body a méně, stejně jako ve zmíněné studii. Odlišné výsledky měření korelací přičítáme hlavně rozdílům ve velikosti a složení výzkumného vzorku.

Další studií, která srovnávala počítačovou a papírovou formu MoCA testu byla studie Wallace et al.(2019). Byly porovnávány hrubé skóry z obou variant a byla zohledněna zručnost s elektronickým zařízením. Ve výzkumném vzorku (n=40) byli zahrnuti probandi ve věku alespoň 65 let, kteří skórovali v MMSE alespoň 10/30 bodů a neměli v anamnéze žádné úrazy mozku. Byla zjištěna střední míra statisticky signifikantní korelace a byl pozorován vliv zručnosti s elektronickým zařízením na výsledný skór v e-MoCA.

V naší studii se postupovalo metodicky obdobně jako ve zmíněných studiích. Vybraný vzorek vyplnil počítačovou a papírovou formu testu, přičemž pořadí vyplnění bylo randomizováno a následně byly porovnány hrubé skóry. Na základě opakovaných měření byla zjišťována korelace variant a validita počítačové verze MoCA testu. U s-MoCA-CZ(el) byla zjištěna obdobná korelace jako ve studii Wallace et al. u e-MoCA-CZ, korelace nebyla prokázána na 5% hladině významnosti. Výzkumy však byly vedeny na rozdílných vzorcích.

Limity této práce jsou dvojí. Limitem statistických měření je malý počet měření, dále měření pouze na zdravé populaci a zahrnutí jednoho probanda, který se výrazně lišil věkem a skórováním. Nedostatkem vyvinuté počítačové verze je, že není schopná samostatně vyhodnotit výsledky testů a v aktuální verzi je získávání výsledků ze složek aplikace pracné. V aktuální verzi 2.0 se výsledky úloh ukládají do specifických složek a každá úloha je uložena zvlášť. Při vyhodnocení testu je tedy nutné otevřít složku každé z úloh a přepisovat hodnoty do excelové tabulky. Tento proces by výrazně urychlilo, kdyby aplikace ukládala záznam testu do jednoho souboru. Administrátor by měl takto data přehledně před sebou a vyhodnocení by bylo efektivnější.

I přes jistá omezení výzkumu přispívá práce k vývoji, validizaci a zavedení počítačové verze MoCA testu. V dalším výzkumu by bylo vhodné dále rozvíjet aplikaci (kolekce dat) a věnovat pozornost metodologickým nedostatkům, tj. výběru probandům ze starší a/nebo klinické populace a velikosti vzorku.

## ZÁVĚR

Screeningový test MoCA je citlivým, široce využívaným nástrojem pro detekci MCI a dalších kognitivních poruch. V českém prostředí nebyla doposud vyvinuta počítačová verze MoCA testu. Cílem této práce bylo vyvinout počítačovou verzi pro standardní i zkrácenou verzi MoCA-CZ a ověřit jejich validitu. Byla vyvinuta počítačová verze MoCA-CZ a s-MoCA-CZ, aby nástroj mohl být využíván v primární zdravotní péči s ohledem na jeho časovou i ekonomickou efektivitu.

Ačkoli je počet měření v této studii omezený, podařilo se prokázat validitu s-MoCA-CZ(e1). Byla nalezena středně silná korelace svědčící o uspokojivé konvergentní validitě. Validitu e-MoCA-CZ se prokázat nepodařilo, lze ji však předpokládat.

Aktuální verze počítačové formy MoCA testů je plně použitelná ke sběru dat a je uživatelsky přívětivá. Je možné u ní přidat funkce, které zjednoduší proces vyhodnocení dat administrátorem, dále by bylo užitečné sledovat zručnost s počítačem na upravené sebeposuzující škále.

Tato práce může sloužit jako základ pro další výzkum. Měření na zdravé populaci má své limity, a proto by bylo vhodné otestovat validitu obou verzí na větším vzorku klinické populace.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Aggarwal, A., & Kean, E. (2010). Comparison of the Folstein Mini Mental State Examination (MMSE) to the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) as a Cognitive Screening Tool in an Inpatient Rehabilitation Setting. *Neuroscience and Medicine*, 01(02), 39–42. <http://dx.doi.org/10.4236/nm.2010.12006>
- American Psychological Association. (2017, březem). Ethical Principles of Psychologists and Code of Conduct. <https://www.apa.org/ethics/code>
- Atkinson, R. (2012). *Psychologie Atkinsonové a Hilgarda* (3. vyd.). Portál.
- Atkinson, R., & Shiffrin, R. (1968). Human Memory: A proposed System and its control Processes. *Psychology of Learning and Motivation*, 1968(2), 89–195. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60422-3](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60422-3)
- Bartoš, A., & Fayette, D. (2018). Validation of the Czech Montreal Cognitive Assessment for Mild Cognitive Impairment due to Alzheimer Disease and Czech Norms in 1,552 Elderly Persons. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 46(5–6), 335–345. <https://doi.org/10.1159/000494489>
- Berg, J.-L., Durant, J., Léger, G. C., Cummings, J. L., Nasreddine, Z., & Miller, J. B. (2018). Comparing the Electronic and Standard Versions of the Montreal Cognitive Assessment in an Outpatient Memory Disorders Clinic: A Validation Study. *Journal of Alzheimer's Disease*, 62(1), 93–97. <https://doi.org/10.3233/JAD-170896>
- Bezdíček, O. (2017). Struktura a mechanismy paměti. In P. Kulišťák (Ed.), *Klinická neuropsychologie v praxi* (s. 119-142). Nakladatelství Karolinum.
- Bezdíček, O., Červenková, M., Moore, T. M., Štěpanková Georgi, H., Sulc, Z., Wolk, D. A., Weintraub, D. A., Moberg, P. J., Jech, R., Kopeček, M., & Roalf, D. R. (2020). Determining a Short Form Montreal Cognitive Assessment (s-MoCA) Czech Version: Validity in Mild Cognitive Impairment Parkinson's Disease and Cross-Cultural Comparison. *Assessment*, 27(8), 1960–1970. <https://doi.org/10.1177/1073191118778896>
- Bigelow, R. T., & Agrawal, Y. (2015). Vestibular involvement in cognition: Visuospatial ability, attention, executive function, and memory. *Journal of Vestibular Research*, 25(2), 73–89. <https://doi.org/10.3233/VES-150544>



- Cao, Q., Tan, C.-C., Xu, W., Hu, H., Cao, X.-P., Dong, Q., Tan, L., & Yu, J.-T. (2020). The Prevalence of Dementia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Alzheimer's Disease*, 73(3), 1157–1166. <https://doi.org/10.3233/JAD-191092>
- Cramer, D., & Howitt, D. (2004). *The SAGE Dictionary of Statistics a practical resource for students in the social sciences*. SAGE Publications.
- Cristofori, I., Cohen-Zimmerman, S., & Grafman, J. (2019). Executive functions. In M. D'Esposito, & J. Grafman (Eds.) *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 163, s. 197–219). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804281-6.00011-2>
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Eysenck, M. W., & Keane, M. T. (2020). *Cognitive Psychology: A students handbook* (9. vyd.). Routledge.
- Hanagasi, H. A., Tufekcioglu, Z., & Emre, M. (2017). Dementia in Parkinson's disease. *Journal of the Neurological Sciences*, 374, 26–31 <https://doi.org/10.1016/j.jns.2017.01.012>.
- Hofmann, W., Schmeichel, B. J., & Baddeley, A. D. (2012). Executive functions and self-regulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(3), 174–180. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.01.006>
- Horton, D. K., Hynan, L. S., Lacritz, L. H., Rossetti, H. C., Weiner, M. F., & Cullum, C. M. (2015). An Abbreviated Montreal Cognitive Assessment (MoCA) for Dementia Screening. *The Clinical Neuropsychologist*, 29(4), 413–425. <https://doi.org/10.1080/13854046.2015.1043349>
- Hu, C., Yu, D., Sun, X., Zhang, M., Wang, L., & Qin, H. (2017). The prevalence and progression of mild cognitive impairment among clinic and community populations: A systematic review and meta-analysis. *International Psychogeriatrics*, 29(10), 1595–1608. <https://doi.org/10.1017/S1041610217000473>
- Julayanont, P., & Nasreddine, Z. S. (2017). Montreal Cognitive Assessment (MoCA): Concept and Clinical Review. In A. J. Larner (Ed.), *Cognitive Screening Instruments* (s. 139–195). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-44775-9\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-44775-9_7)
- Kopeček, M., Štěpánková, H., Lukavský, J., Řípková, D., Nikolai, T., & Bezdíček, O. (2017). Montreal cognitive assessment (MoCA): Normative data for old and very old Czech

- adults. *Applied Neuropsychology: Adult*, 24(1), 23–29.  
<https://doi.org/10.1080/23279095.2015.1065261>
- Liew, T. M. (2019). The Optimal Short Version of Montreal Cognitive Assessment in Diagnosing Mild Cognitive Impairment and Dementia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 20(8), 1055.e1-1055.e8.  
<https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.02.004>
- Lynch, M. A., Hardiman, O., Elamin, M., Kirby, J., & Rowland, L. P. (2016). Common Themes in the Pathogenesis of Neurodegeneration. In *Neurodegenerative Disorders—A clinical guide* (2. vyd.). Springer.
- Mariani, E., Monastero, R., & Mecocci, P. (2007). Mild Cognitive Impairment: A Systematic Review. *Journal of Alzheimer's Disease*, 12(1), 23–35. <https://doi.org/10.3233/JAD-2007-12104>
- Martinez-Horta, S., & Kulisevsky, J. (2019). Mild cognitive impairment in Parkinson's disease. *Journal of Neural Transmission*, 126(7), 897–904. <https://doi.org/10.1007/s00702-019-02003-1>
- McDicken, J. A., Elliott, E., Blayney, G., Makin, S., Ali, M., Lerner, A. J., Quinn, T. J., & on behalf of the VISTA-Cognition Collaborators. (2019). Accuracy of the short-form Montreal Cognitive Assessment: Systematic review and validation. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 34(10), 1515–1525. <https://doi.org/10.1002/gps.5162>
- Millett, G., Naglie, G., Upshur, R., Jaakkimainen, L., Charles, J., & Tierney, M. C. (2018). Computerized Cognitive Testing in Primary Care: A Qualitative Study. *Alzheimer Disease & Associated Disorders*, 32(2), 114–119.  
<https://doi.org/10.1097/WAD.0000000000000219>
- Mrkvička, T., & Petrášková, V. (2006). *Uvod do statistiky*. Jihočeská univerzita.  
<https://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/m/petrasekstat.pdf>
- Nasreddine, Z. (2016). *Montrealský kognitivní test [manuál]* (O. Bezdíček, H. Štěpánková, & M. Kopeček, překl.). Dostupné z [www.mocatest.org](http://www.mocatest.org)
- Nasreddine, Z., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., Cummings, J. L., & Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A Brief Screening Tool For Mild Cognitive Impairment: MoCA: A Brief Screening Tool for

- MCI. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 695–699.  
<https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
- Nikolai, M. T., Štěpánová, H., & Bezdíček, O. (2014). Mírná kognitivní porucha a syndrom demence-Vyšetření kognitivních funkcí. *Medicína pro praxi* 11(6). 275-277.  
<https://www.solen.cz/pdfs/med/2014/06/08.pdf>
- Nikolai, M. T., Vyhnálek, M., Literáková, M. E., & Marková, H. (2013). Vyšetření kognitivních funkcí v časně diagnostice Alzheimerovy nemoci. *Neurologie pro praxi*. 14(6), (s. 297-301). <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2013/06/06.pdf>
- Nikolai, T., & Vyhnálek, M. (2017). Neuropsychologická diagnostika kognitivního deficitu u Alzheimerovi nemoci. In P. Kulišťák (Ed.), *Klinická neuropsychologie v praxi* (s. 487-499). Nakladatelství Karolinum.
- Niu, H., Álvarez-Álvarez, I., Guillén-Grima, F., & Aguinaga-Ontoso, I. (2017). Prevalence and incidence of Alzheimer's disease in Europe: A meta-analysis. *Neurología (English Edition)*, 32(8), 523–532. <https://doi.org/10.1016/j.nrleng.2016.02.009>
- Obereignerů, R. (2017). Exekutivní Funkce. In P. Kulišťák (Ed.), *Klinická neuropsychologie v praxi* (s. 174-204). Nakladatelství Karolinum.
- O'Driscoll, C., & Shaikh, M. (2017). Cross-Cultural Applicability of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA): A Systematic Review. *Journal of Alzheimer's Disease*, 58(3), 789–801. <https://doi.org/10.3233/JAD-161042>
- Petersen, R. C., Smith, G. E., Waring, S. C., Ivnik, R. J., Tangalos, E. G., & Kokmen, E. (1999). Mild Cognitive Impairment: Clinical Characterization and Outcome. *Archives of Neurology*, 56(3), 303. <https://doi.org/10.1001/archneur.56.3.303>
- Pinto, E., & Peters, R. (2009). Literature Review of the Clock Drawing Test as a Tool for Cognitive Screening. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 27(3), 201–213. <https://doi.org/10.1159/000203344>
- Plháková, A. (2003). *Učebnice obecné psychologie*. Academia.
- Poewe, W., Seppi, K., Tanner, C. M., Halliday, G. M., Brundin, P., Volkman, J., Schrag, A.-E., & Lang, A. E. (2017). Parkinson disease. *Nature Reviews Disease Primers*, 3(1), 17013. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.13>
- Price, C. C., Cunningham, H., Coronado, N., Freedland, A., Cosentino, S., Penney, D. L., Penisi, A., Bowers, D., Okun, M. S., & Libon, D. J. (2011). Clock Drawing in the Montreal

- Cognitive Assessment: Recommendations for Dementia Assessment. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 31(3), 179–187. <https://doi.org/10.1159/000324639>
- Repovš, G., & Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, 139(1), 5–21. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2005.12.061>
- Roalf, D. R., Moore, T. M., Wolk, D. A., Arnold, S. E., Mechanic-Hamilton, D., Rick, J., Kabadi, S., Ruparel, K., Chen-Plotkin, A. S., Chahine, L. M., Dahodwala, N. A., Duda, J. E., Weintraub, D. A., & Moberg, P. J. (2016). Defining and validating a short form Montreal Cognitive Assessment (s-MoCA) for use in neurodegenerative disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 87(12), 1303–1310. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2015-312723>
- Rossetti, H. C., Lacritz, L. H., Cullum, C. M., & Weiner, M. F. (2011). Normative data for the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) in a population-based sample. *Neurology*, 77(13), 1272–1275. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e318230208a>
- Saxton, J., Morrow, L., Eschman, A., Archer, G., Luther, J., & Zuccolotto, A. (2009). Computer Assessment of Mild Cognitive Impairment. *Postgraduate Medicine*, 121(2), 177–185. <https://doi.org/10.3810/pgm.2009.03.1990>
- Shulman, K. I. (2000). Clock-drawing: Is it the ideal cognitive screening test? *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 15(6), 548–561. [https://doi.org/10.1002/1099-1166\(200006\)15:6](https://doi.org/10.1002/1099-1166(200006)15:6)
- Simon, H. A., & Newell, A. (1971). Human problem solving: The state of the theory in 1970. *American Psychologist*, 26(2), 145–159. <https://doi.org/10.1037/h0030806>
- Snowdon, A., Hussein, A., Kent, R., Pino, L., & Hachinski, V. (2015). Comparison of an Electronic and Paper-based Montreal Cognitive Assessment Tool. *Alzheimer Disease & Associated Disorders*, 29(4), 325–329. <https://doi.org/10.1097/WAD.0000000000000069>
- Svoboda, M., Humpolíček, P., & Šnorek, V. (2013). *Psychodiagnostika dospělých*. Portál.
- Tsoi, K. K. F., Chan, J. Y. C., Hirai, H. W., Wong, S. Y. S., & Kwok, T. C. Y. (2015). Cognitive Tests to Detect Dementia: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Internal Medicine*, 175(9), 1450. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.2152>
- Urbánek, T., Denglerová, D., & Širmček, J. (2011). *Psychometrika: Měření v psychologii*. Portál.

- Vyhnálek, M., & Nikolai, T. (2017). Časná diagnostika Alzheimerovi nemoci - Neurobiologie, klinická a neuropsychologická manifestace. In P. Kulišťák (Ed.), *Klinická neuropsychologie v praxi* (s. 475-486). Nakladatelství Karolinum.
- Wallace, S. E., Donoso Brown, E. V., Simpson, R. C., D'Acunto, K., Kranjec, A., Rodgers, M., & Agostino, C. (2019). A Comparison of Electronic and Paper Versions of the Montreal Cognitive Assessment. *Alzheimer Disease & Associated Disorders*, 33(3), 272–278.  
<https://doi.org/10.1097/WAD.0000000000000333>
- Wong, A., Nyenhuis, D., Black, S. E., Law, L. S. N., Lo, E. S. K., Kwan, P. W. L., Au, L., Chan, A. Y. Y., Wong, L. K. S., Nasreddine, Z., & Mok, V. (2015). Montreal Cognitive Assessment 5-Minute Protocol Is a Brief, Valid, Reliable, and Feasible Cognitive Screen for Telephone Administration. *Stroke*, 46(4), 1059–1064.  
<https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.114.007253>
- World Health Organization. (1992). *The ICD-10 classification of mental and behavioural disorders: Clinical descriptions and diagnostic guidelines*.  
<https://apps.who.int/iris/han+dle/10665/37958>

## Seznam příloh

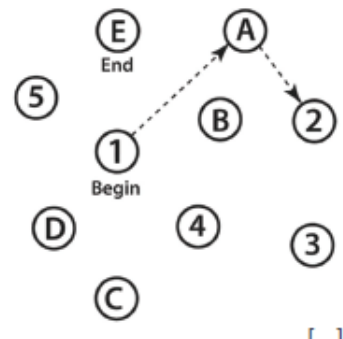
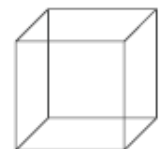

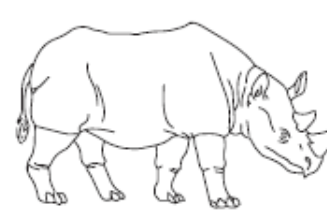
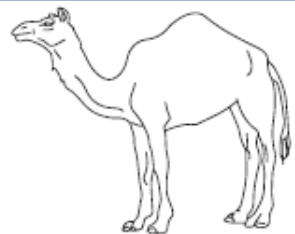
Příloha 1 - Montreálský kognitivní test-Anglická verze .....	ii
Příloha 2 - Montreálský kognitivní test-česká verze - .....	iii
Příloha 3 - Zkrácená česká verze Montreálského kognitivního testu.....	iV
Příloha 4 - Snímky obrazovky při vyplnění e-MoCA-CZ .....	V - XXiii

# Příloha 1 - Montréalský kognitivní test-Anglická verze

## MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA®) Version 8.1 English

Name:  
Education:  
Sex:

Date of birth:  
DATE:

VISUOSPATIAL/EXECUTIVE		Copy cube	Draw CLOCK ( Ten past eleven ) ( 3 points )	POINTS				
 <p style="text-align: right;">[ ]</p>	 <p style="text-align: center;">[ ]</p>	<p style="text-align: center;">[ ]    [ ]    [ ]</p> <p style="text-align: center;">Contour    Numbers    Hands</p>	<p>___/5</p>					
NAMING								
 <p style="text-align: center;">[ ]</p>	 <p style="text-align: center;">[ ]</p>	 <p style="text-align: center;">[ ]</p>	<p>___/3</p>					
MEMORY		FACE	VELVET	CHURCH	DAISY	RED	NO POINTS	
Read list of words, subject must repeat them. Do 2 trials, even if 1st trial is successful. Do a recall after 5 minutes.		1 <sup>ST</sup> TRIAL						
		2 <sup>ND</sup> TRIAL						
ATTENTION		Subject has to repeat them in the forward order. [ ] 2 1 8 5 4						
Read list of digits ( 1 digit/ sec. ).		Subject has to repeat them in the backward order. [ ] 7 4 2						___/2
Read list of letters. The subject must tap with his hand at each letter A. No points if ≥ 2 errors		[ ] F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B						___/1
Serial 7 subtraction starting at 100.		[ ] 93	[ ] 86	[ ] 79	[ ] 72	[ ] 65		
		4 or 5 correct subtractions: 3 pts, 2 or 3 correct: 2 pts, 1 correct: 1 pt, 0 correct: 0						___/3
LANGUAGE		Repeat: I only know that John is the one to help today. [ ]						___/2
		The cat always hid under the couch when dogs were in the room. [ ]						
Fluency: Name maximum number of words in one minute that begin with the letter F.		[ ] _____ (N ≥ 11 words)						___/1
ABSTRACTION		Similarity between e.g. orange - banana = fruit [ ] train - bicycle [ ] watch - ruler						___/2
DELAYED RECALL		FACE	VELVET	CHURCH	DAISY	RED	Points for UNCLUED recall only	
(MIS) Has to recall words WITH NO CLUE		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]		
Memory Index Score (MIS)							MIS = ___/15	
X3 Category cue								
X1 Multiple choice cue								
ORIENTATION		[ ] Date	[ ] Month	[ ] Year	[ ] Day	[ ] Place	[ ] City	
							___/6	
© Z. Nasreddine MD		www.mocatest.org			MIS: /15 (Normal ≥ 26/30) Add 1 point if ≤ 12 yr edu			
Administered by: _____		Training and Certification are required to ensure accuracy			TOTAL		___/30	

ADMINISTERED BY Gabriel, NOT MOCA CERTIFIED

## Příloha 2 - Montréalský kognitivní test-česká verze

### MONTREALSKÝ KOGNITIVNÍ TEST (Nasreddinův test)

(MOCA®) Verze 7.1 České

JMÉNO:

Vzdělání:

Pohlaví:

Datum narození:

DATUM:

PROSTOROVÁ ORIENTACE / ZRÚČNOST		Okopírujte krychli	Namalujte ciferník a označte 11 hodin 10 minut (3 body)	BODY			
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> kontura <input type="checkbox"/> číslice <input type="checkbox"/> ručičky	__/5			
POJMENOVÁNÍ ZVÍŘETE					__/3		
<b>PAMĚŤ</b>	Přečtěte řadu slov. Testovaný je musí opakovat. Zopakujte je ještě jednou. Po 5 minutách požádejte o opakování slov.	TVĚŘ	SAMET	KOSTEL	KOPRETINA	ČERVENÁ	Žádný bod
		1.pokus					
		2.pokus					
<b>POZORNOST</b>	Přečtěte řadu čísel (1 za vteřinu).	Testovaný je má zopakovat, jak šla za sebou.		[ ] 2 1 8 5 4		Testovaný je má zopakovat pozpátku.	
				[ ] 7 4 2		__/2	
	Čtete řadu písmen. Testovaný musí klepnout prstem pokaždé, když uslyší A. Při 2 a více chybách nedostane žádný bod.	[ ] F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B					
	Množina odečtů 7 od 100.	[ ] 93	[ ] 86	[ ] 79	[ ] 72	[ ] 65	__/3
		4-5 správných odečtů - 3 body		2-3 správné - 2 body		1 správný - 1 bod    0 správný - 0 bod	
<b>ŘEČ</b>	Opakujte po mně:	Pouze vím, že je to Jan, kdo má dnes pomáhat.		[ ]		__/2	
		Když jsou v místnosti psi, kočka se vždy schová pod gauč.		[ ]			
	Vybavování slov: Řekněte co nejvíce slov, která začínají písmenem K, během 1 minuty.	[ ] _____ (N ≥ 11 slov)					
<b>ABSTRAKCE</b>	Podobnost mezi např. banán-pomeranč = ovoce.	[ ] vlak - bicykl		[ ] hodinky - pravitka			
<b>POZDĚJŠÍ VYBAVENÍ SLOV</b>	Vybavení slov BEZ NÁPOVĚDY	TVĚŘ	SAMET	KOSTEL	KOPRETINA	ČERVENÁ	Body se udělí pouze BEZ NÁPOVĚDY
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
<b>Nepovinné</b>	Jedna nápověda						
	Více nápovědí						
<b>ORIENTACE</b>	[ ] datum	[ ] měsíc	[ ] rok	[ ] den	[ ] místo	[ ] město	__/6
© Z. Nasreddine MD		www.mocatest.org		NORMA ≥ 26/30		<b>CELKEM</b> /30	
Spravováno společností: _____						Přidej 1 bod všem, kteří nemají 12 leté školní vzdělání (včetně) _____	



### Příloha 3 - Zkrácená česká verze Montreálského kognitivního testu

**MONTREALSKÝ KOGNITIVNÍ TEST (MoCA)**  
Zkrácená standardní verze

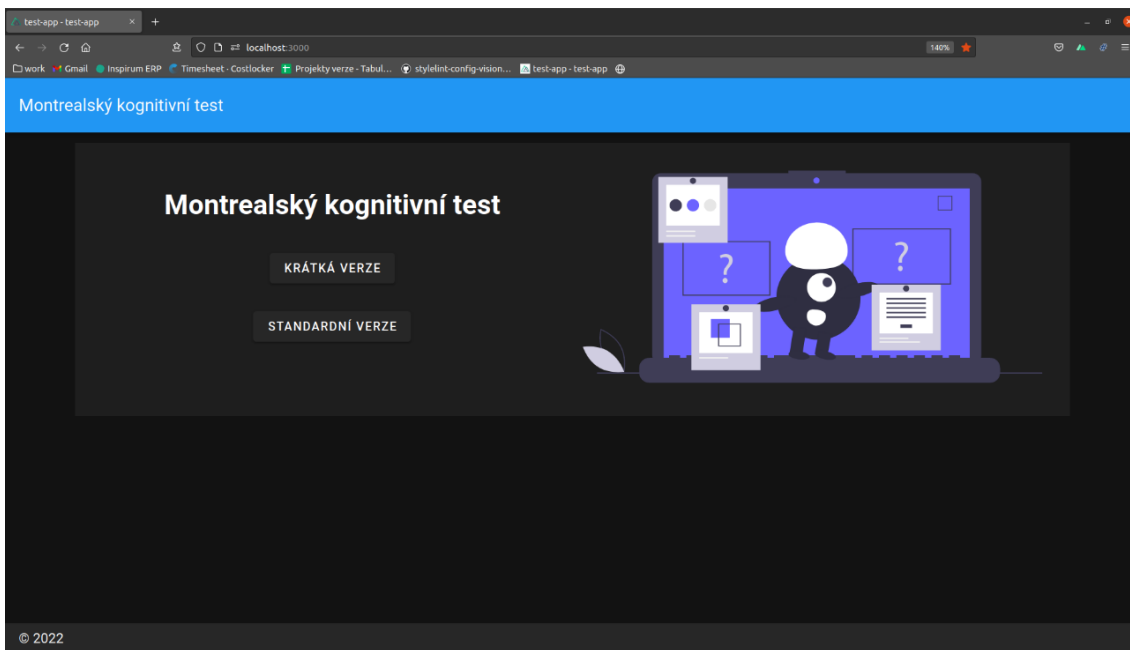
JMÉNO:  
Vzdělání (počet let):  
Pohlaví:

Datum narození:  
DATUM:

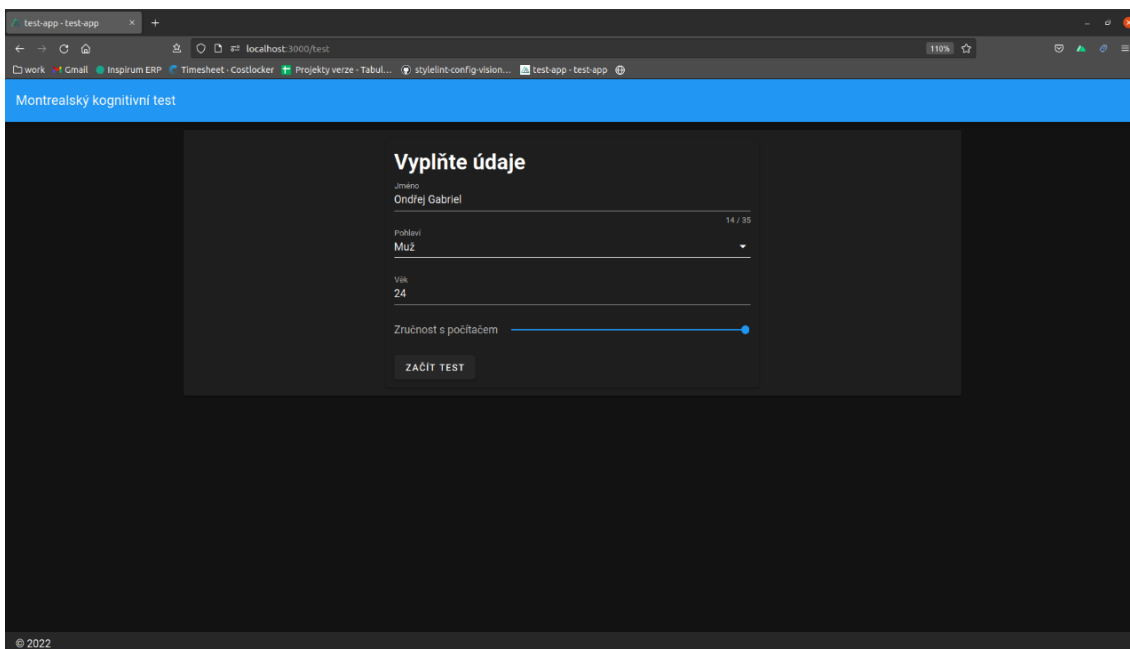
PAMĚŤ			tvář	samet	kostel	kopretina	červená	BODY
Přečtěte řadu slov (1/sekundu). Zopakujte co nejvíce slov nehladě na pořadí. Zopakujte je ještě jednou.		1. pokus						žádný bod
		2. pokus						
ZRAKOVĚ-KONSTRUKČNÍ SCHOPNOSTI / EXEKUTIVNÍ FUNKCE					Nakreslete ciferník se všemi čísly a označte 11 hodin 10 minut (3 body)			
					<input type="checkbox"/> kontura <input type="checkbox"/> číslice <input type="checkbox"/> ručičky    ___/4			
Spojte postupně střídavě čísla a písmena od začátku do konce.								
POZORNOST		Přečtěte řadu čísel (1/sekundu).    Testovaný je má zopakovat pozpátku		[ ] 7 4 2				___/1
Množina odečtů 7 od 100		[ ] 93	[ ] 86	[ ] 79	[ ] 72	[ ] 65		___/3
		4-5 správných odečtů = 3 body / 2-3 správné = 2 body / 1 správný = 1 bod / 0 správných = 0 bodů						
ŘEČ		Opakujte po mně: (přesně slovo od slova)    Když jsou v místnosti psi, kočka se vždy schová pod gauč.		[ ]				___/1
Vybavování slov.		Řekněte co nejvíce slov, která začínají písmenem K, během 1 minuty.		[ ] _____ (N ≥ 11 slov)				___/1
ABSTRAKCE		Podobnost např. mezi banánem-pomerančem = ovoce		[ ] hodinky-pravítko				___/1
ODDÁLENÉ VYBAVENÍ SLOV		Vybavení slov BEZ NÁPOVĚDY	tvář [ ]	samet [ ]	kostel [ ]	kopretina [ ]	červená [ ]	Body se udělí pouze BEZ NÁPOVĚDY
Nepovinné		Kategoriální nápověda						
		Nápověda výběrem						
<b>CELKEM</b>								___/16

## Příloha 4 – snímky z obrazovky při vyplnění e-MoCA-CZ

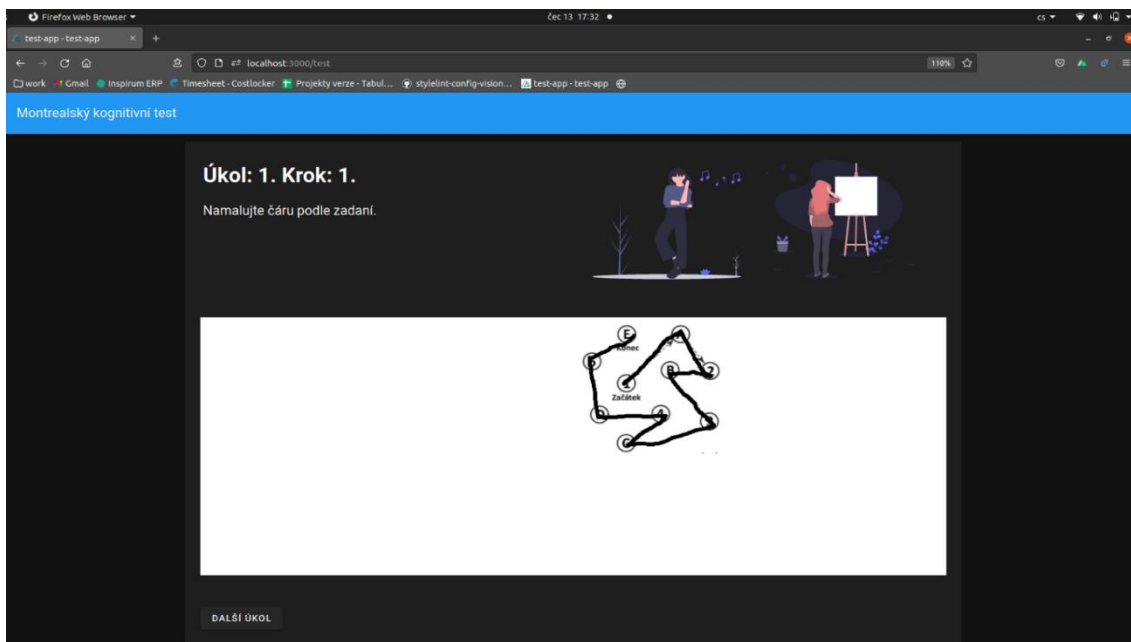
e-MoCA-CZ Úvodní strana aplikace – použito v obou verzích



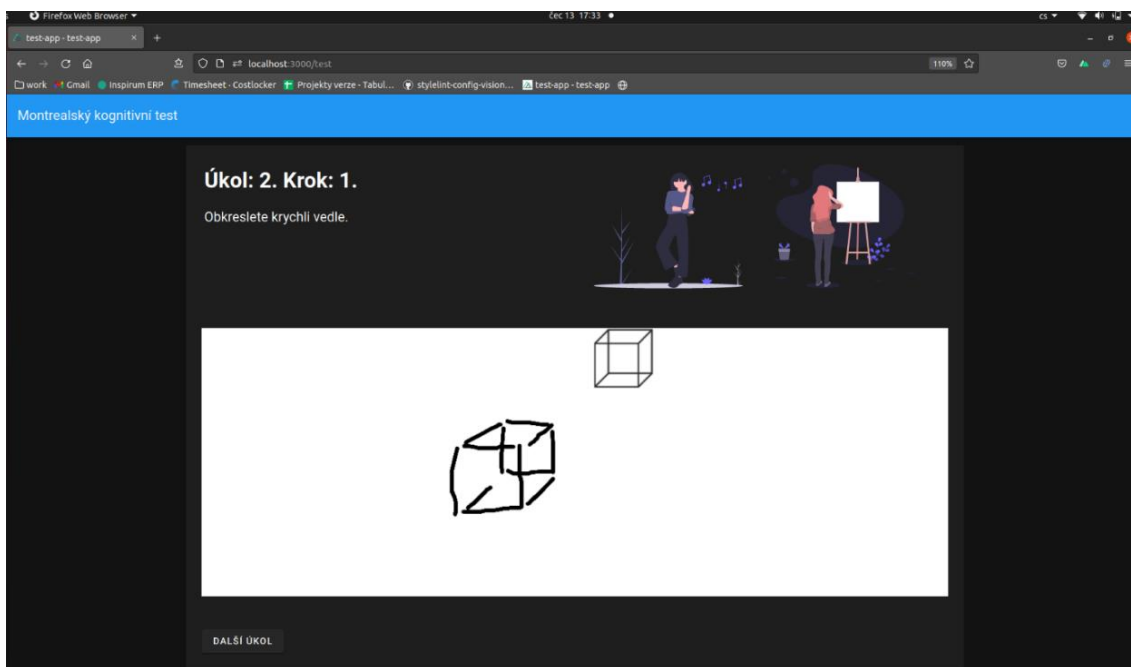
e-MoCA-CZ Strana pro vyplnění základních údajů – použito v obou verzích



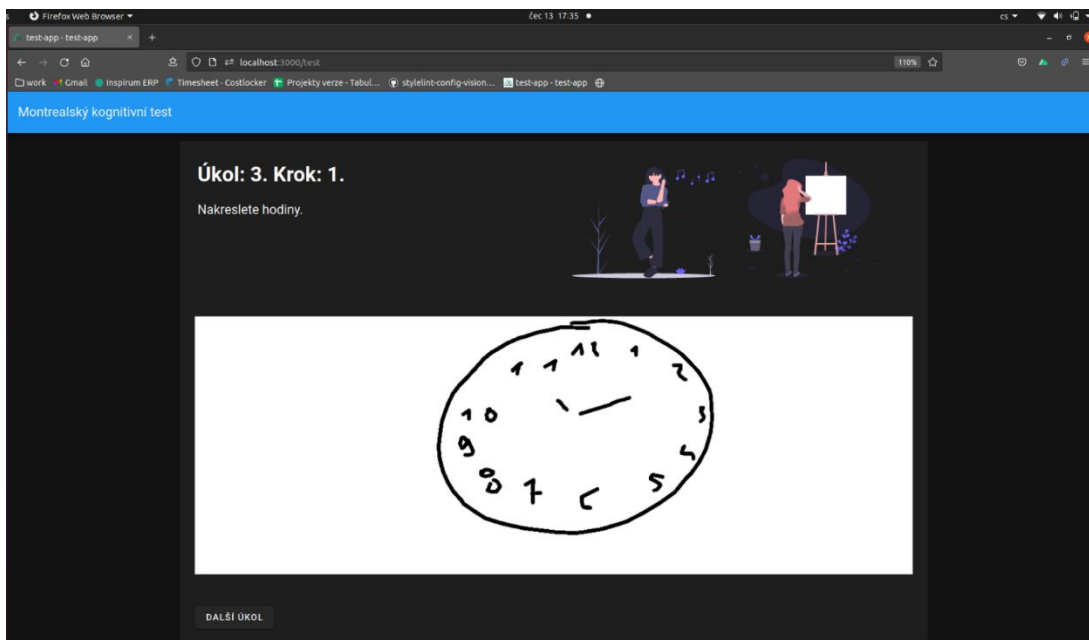
## e-MoCA-CZ Test cesty – použito v obou verzích



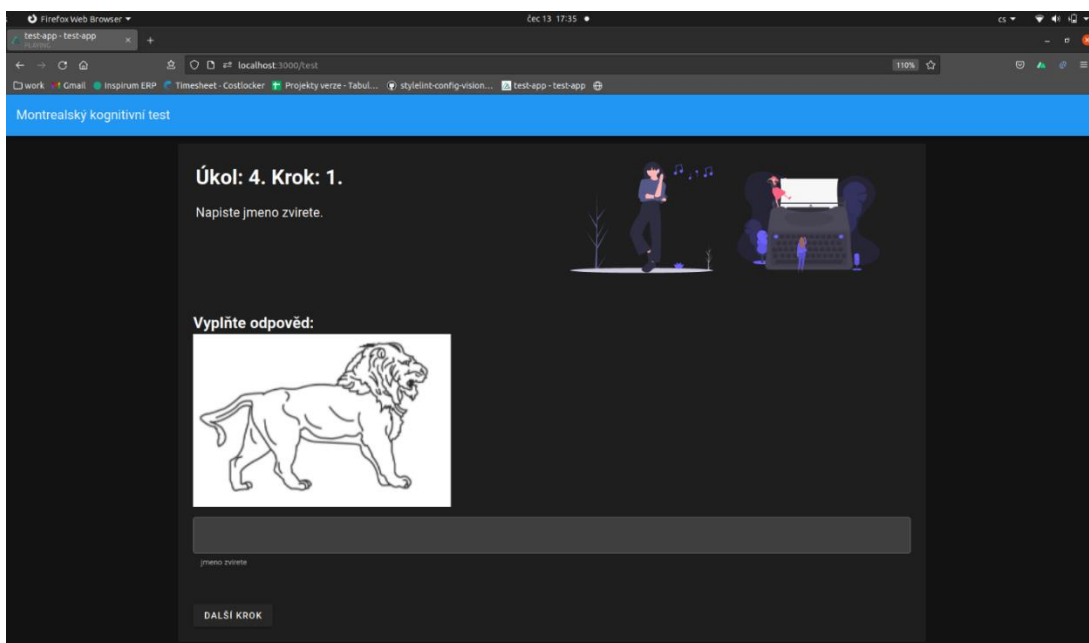
## e-MoCA-CZ Test kreslení krychle



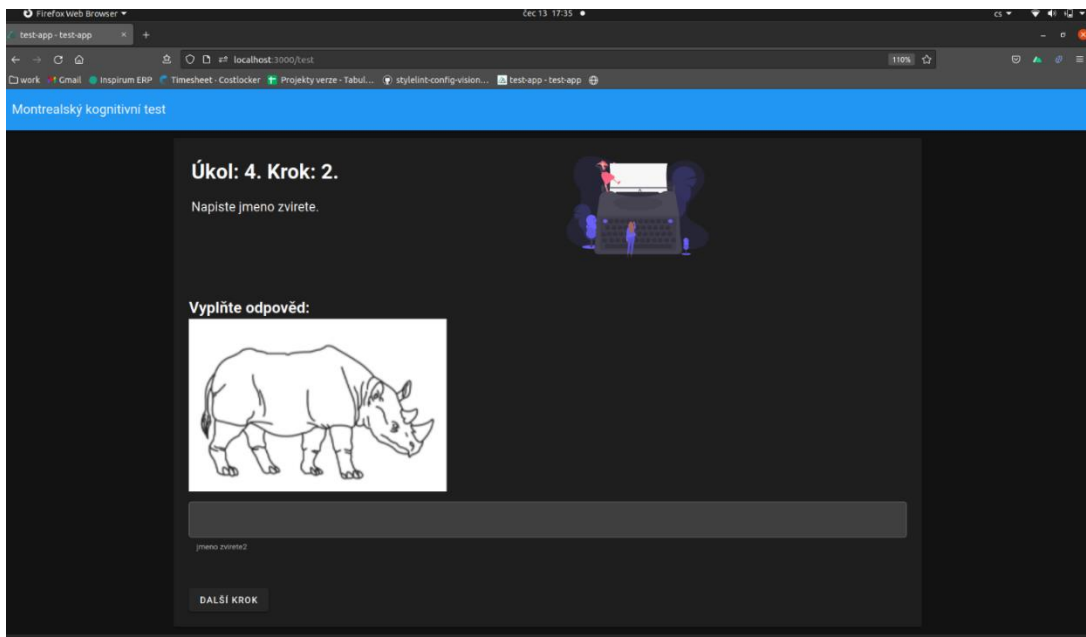
## e-MoCA-CZ Test hodin – použito v obou verzích



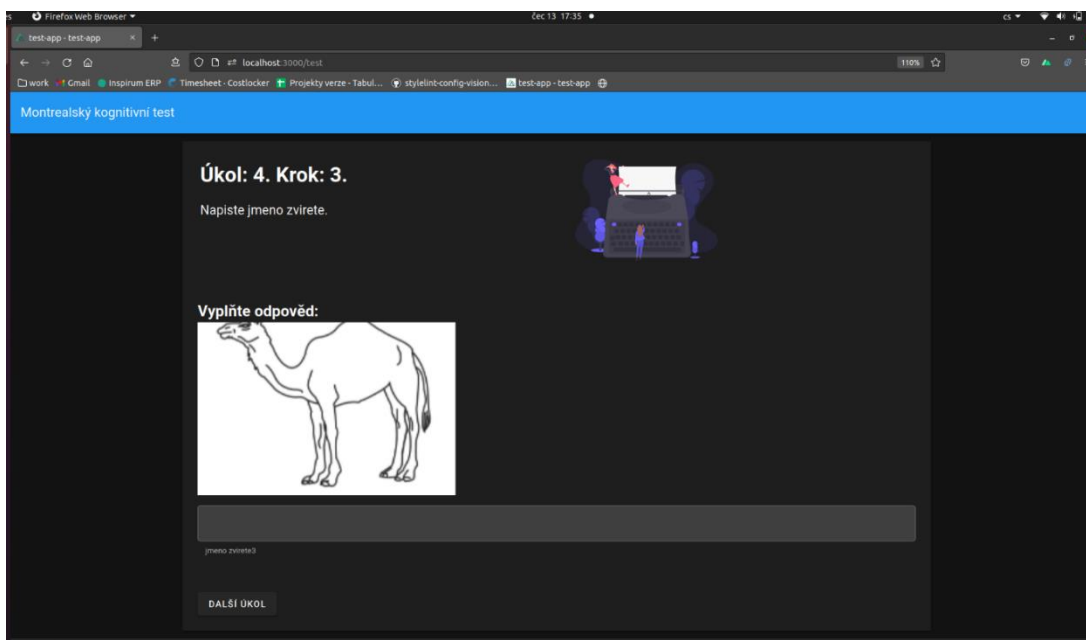
## e-MoCA-CZ Úloha pojmenování zvířat



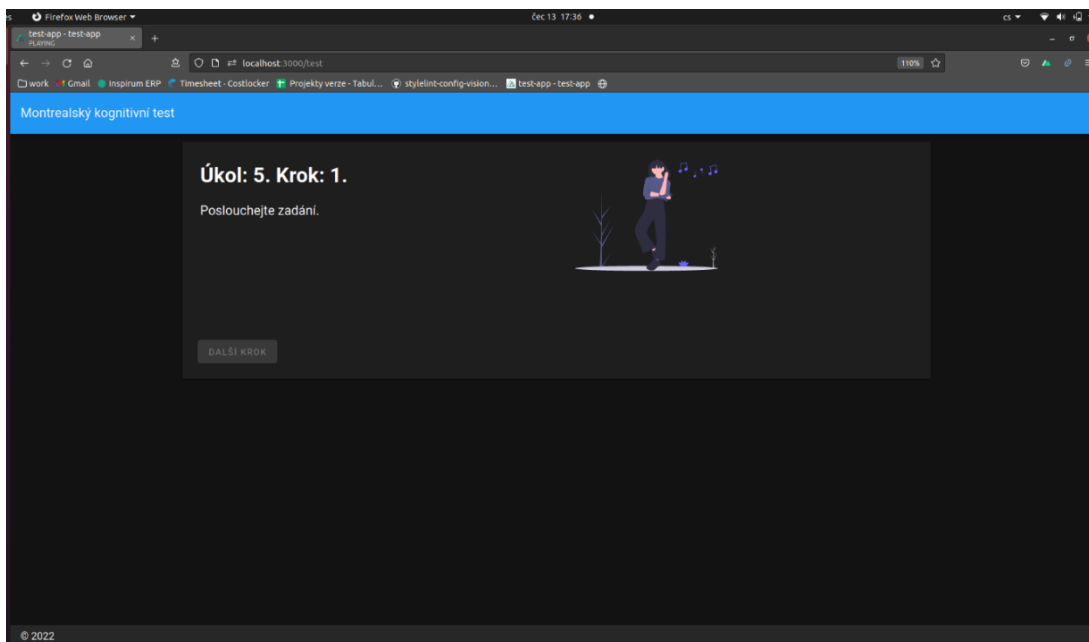
## e-MoCA-CZ Úloha pojmenování zvířat



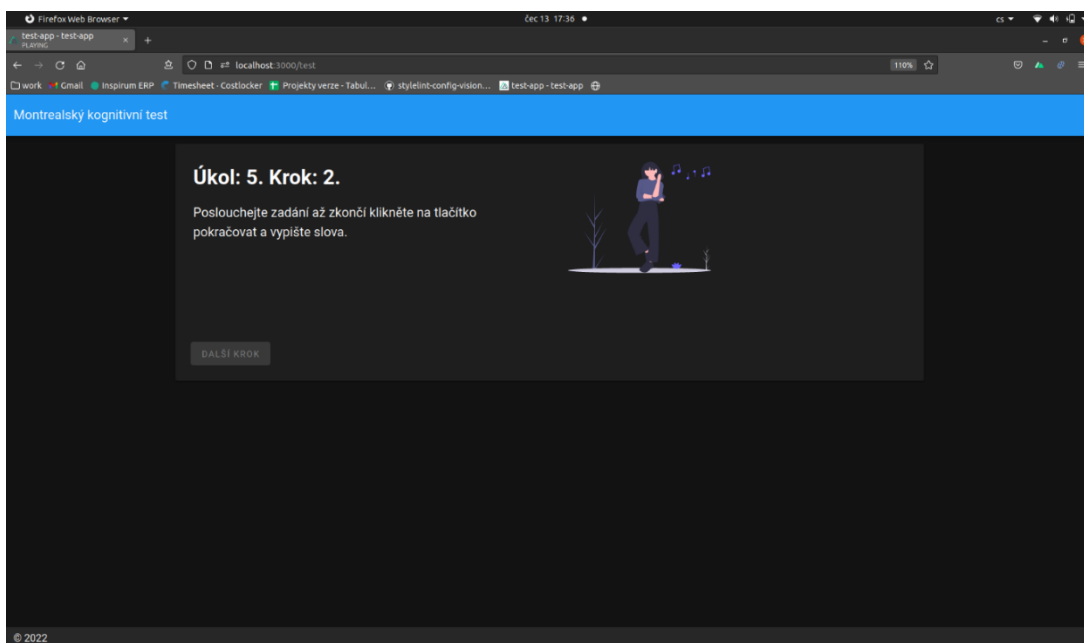
## e-MoCA-CZ Úloha pojmenování zvířat



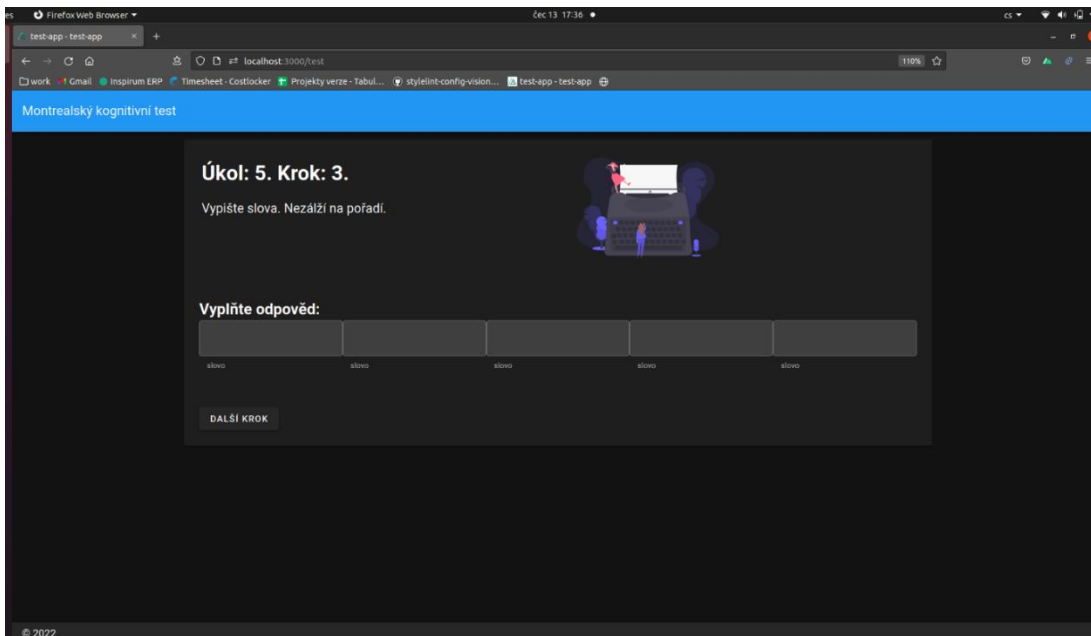
## e-MoCA-CZ Test paměti – použito v obou verzích



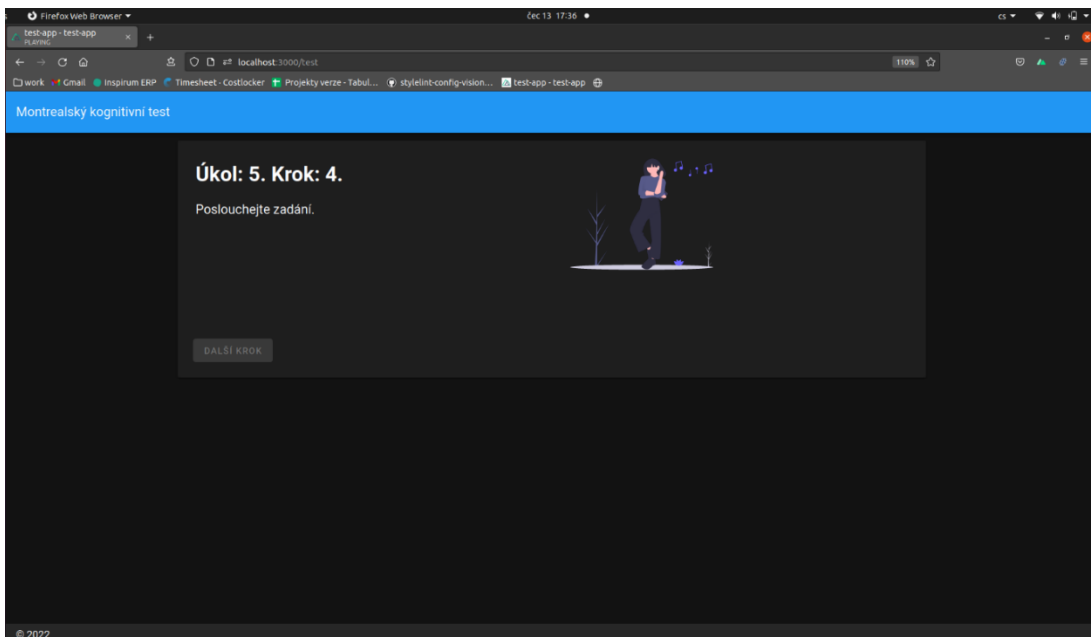
## e-MoCA-CZ Test paměti – použito v obou verzích



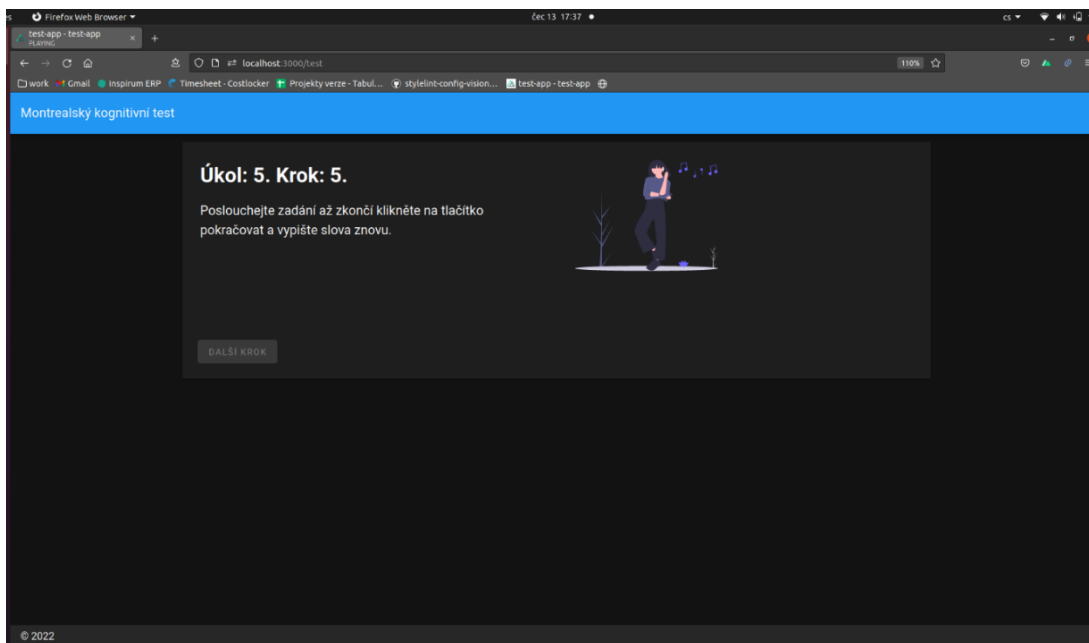
e-MoCA-CZ Test paměti – použito v obou verzích



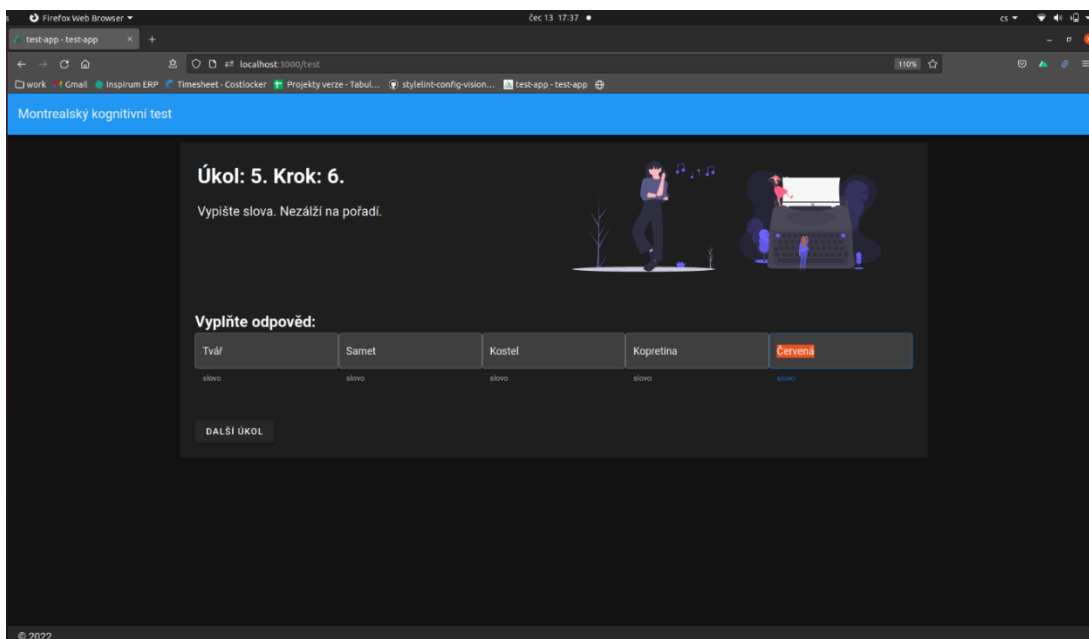
e-MoCA-CZ Test paměti – použito v obou verzích



## e-MoCA-CZ Test paměti – použito v obou verzích

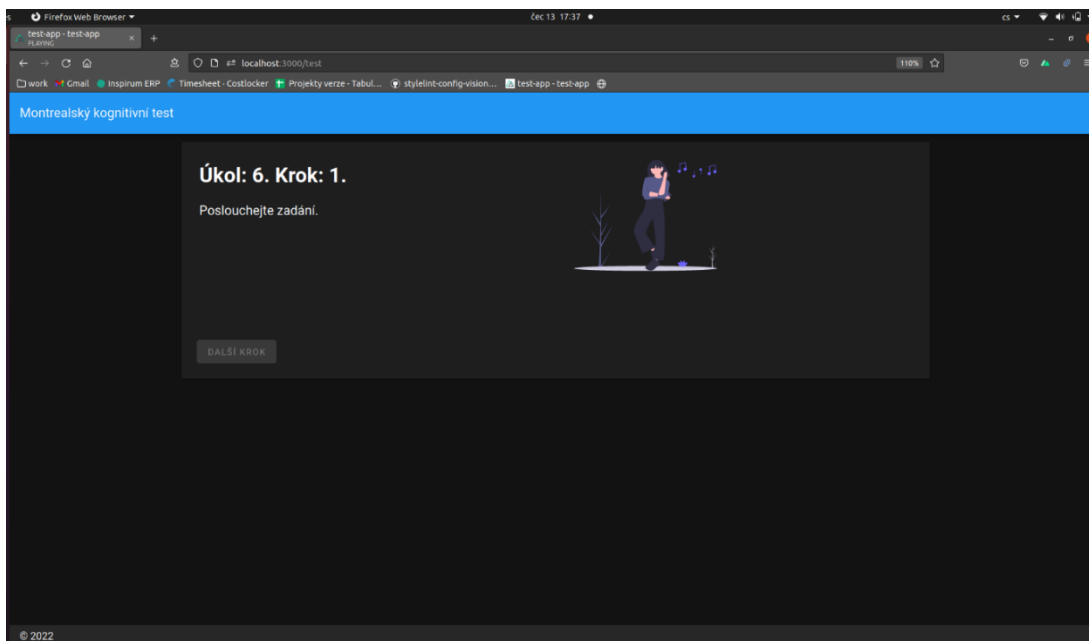


## e-MoCA-CZ Test paměti – použito v obou verzích

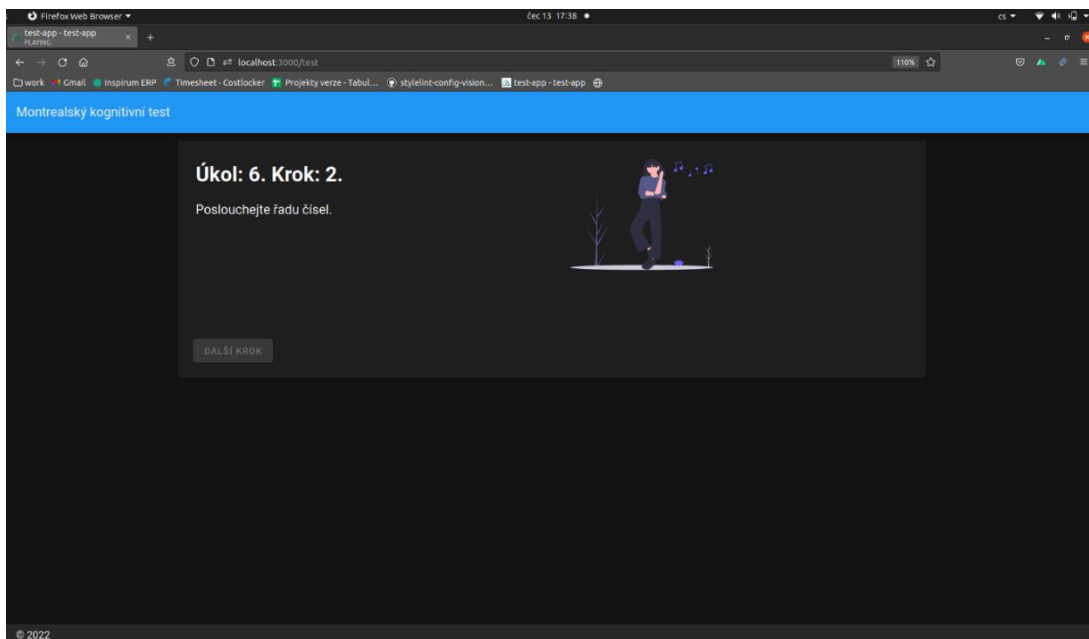




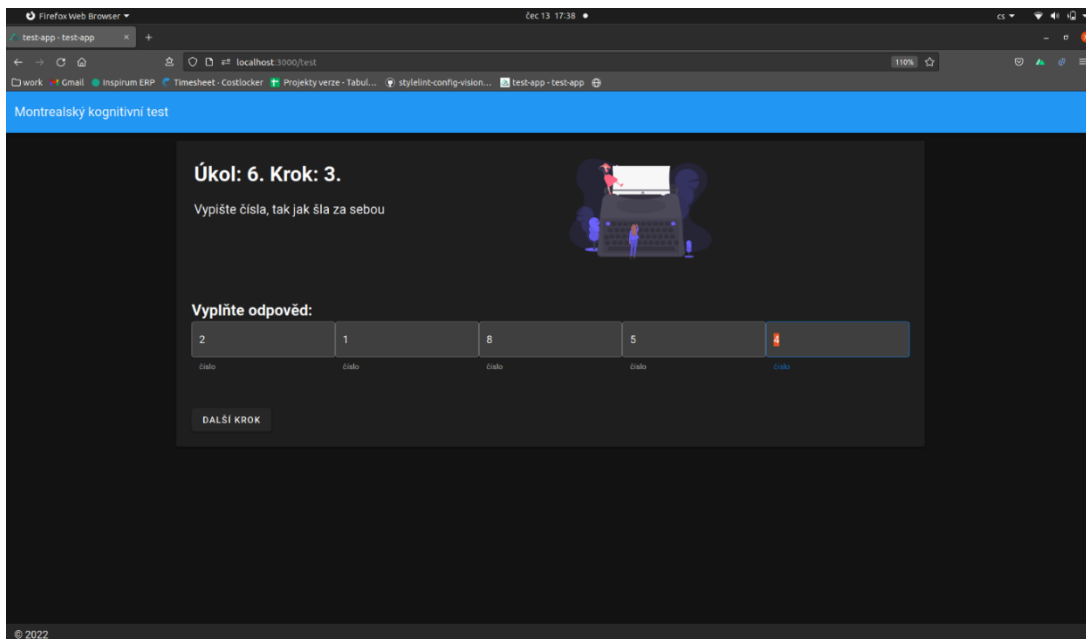
## e-MoCA-CZ Úloha opakování čísel



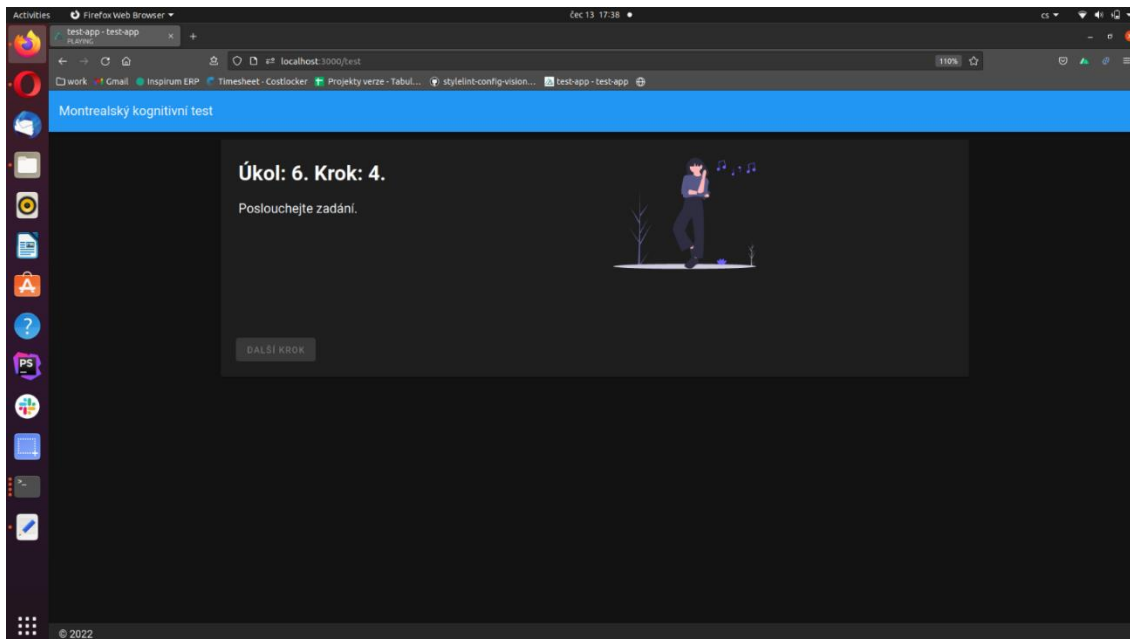
## e-MoCA-CZ Úloha opakování čísel



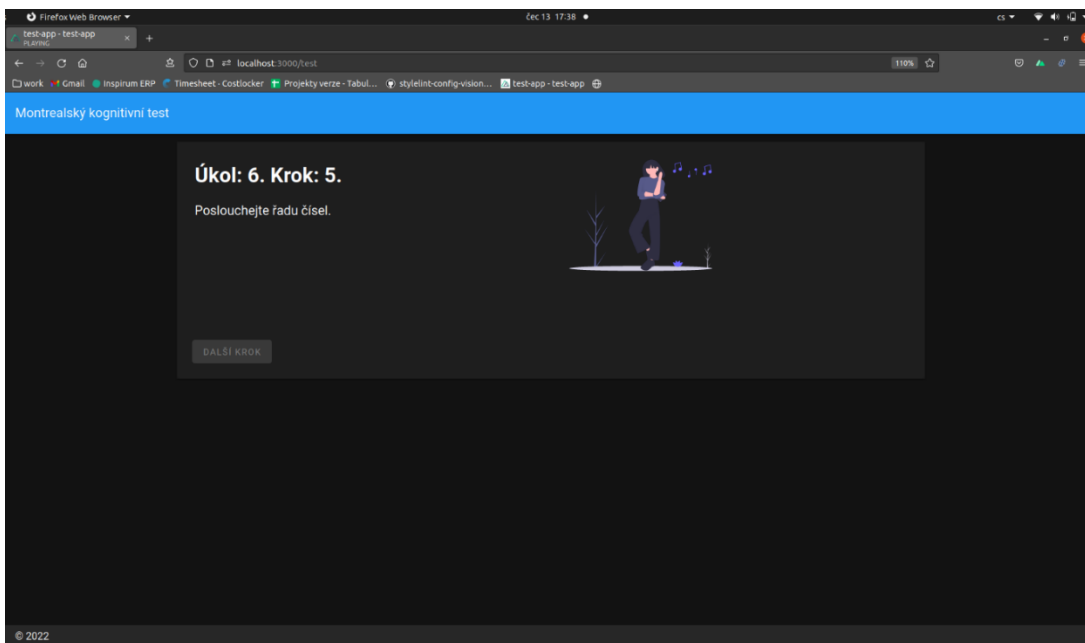
## e-MoCA-CZ Úloha opakování čísel



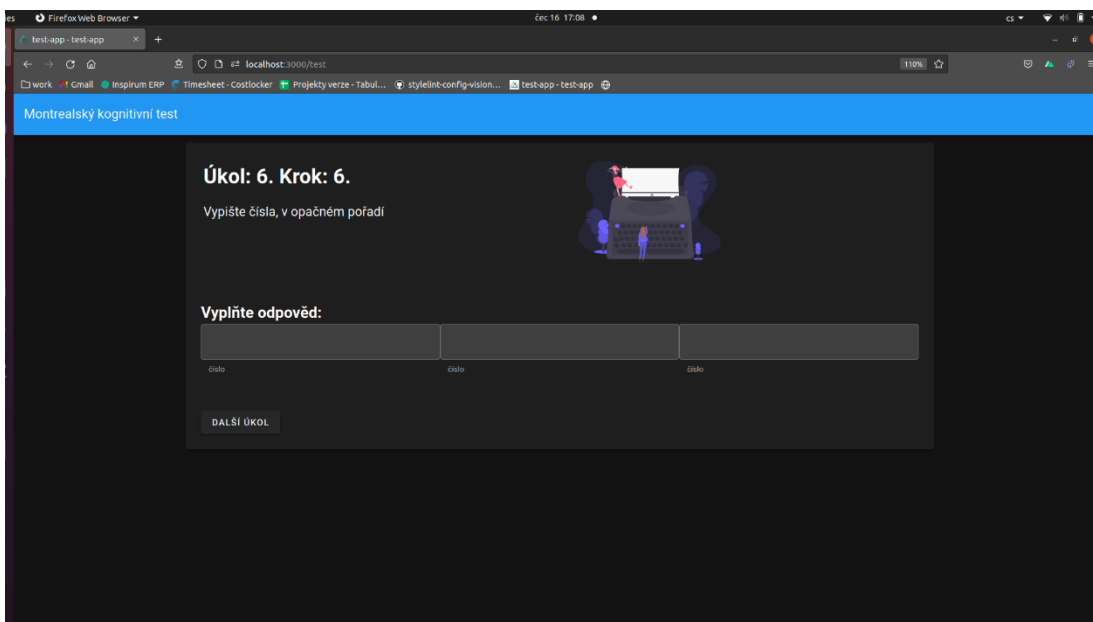
## e-MoCA-CZ Úloha opakování čísel – použito v obou verzích



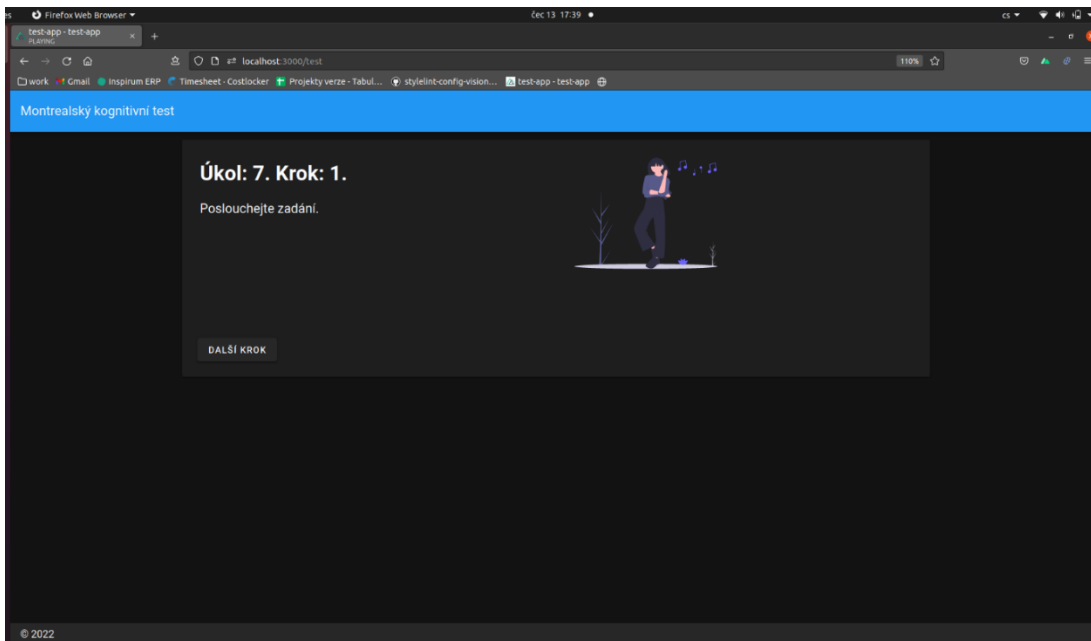
## e-MoCA-CZ Úloha opakování čísel – použito v obou verzích



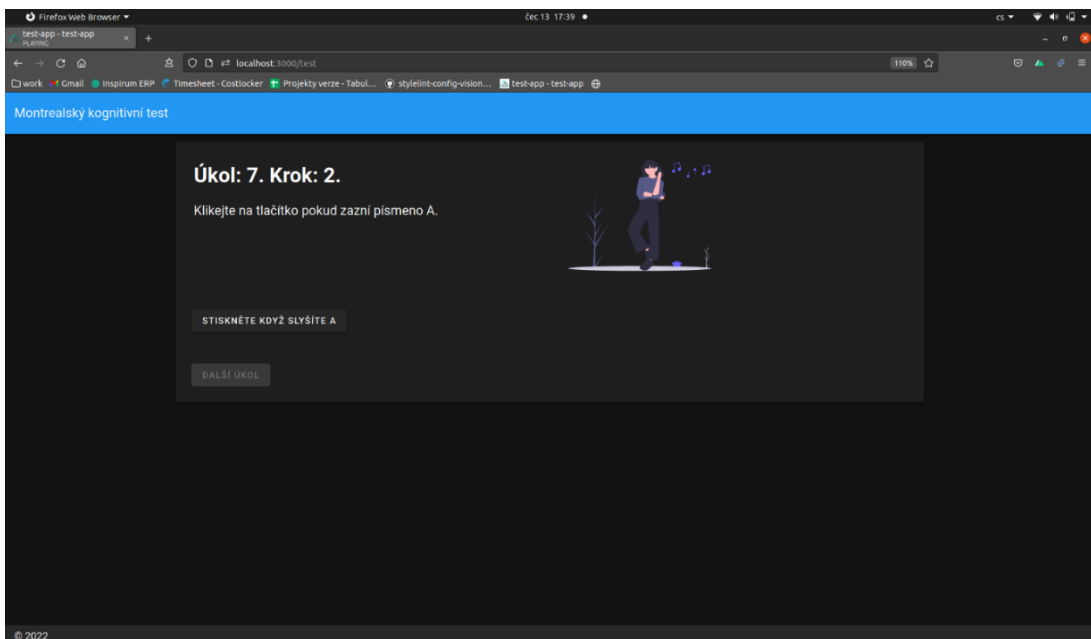
## e-MoCA-CZ Úloha opakování čísel – použito v obou verzích



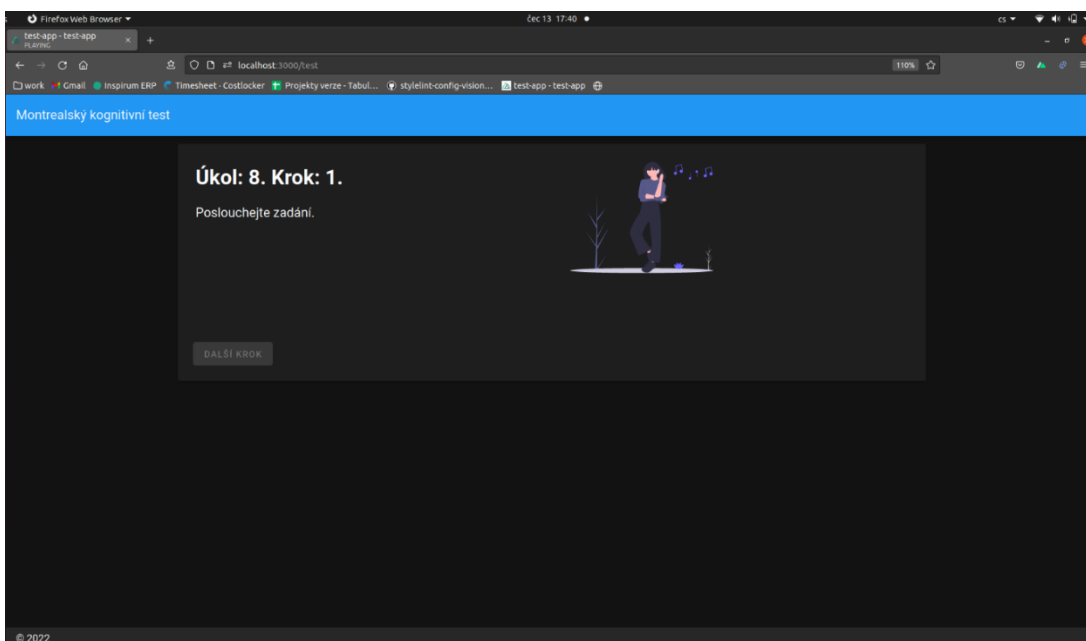
## e-MoCA-CZ Úloha klepnutí na písmeno A



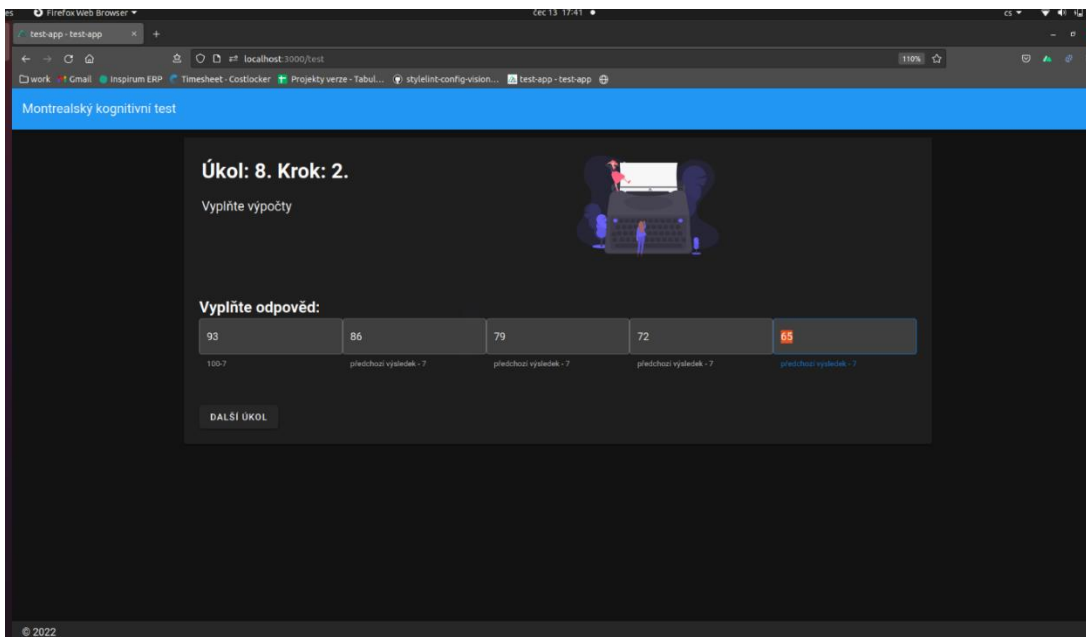
## e-MoCA-CZ Úloha klepnutí na písmeno A



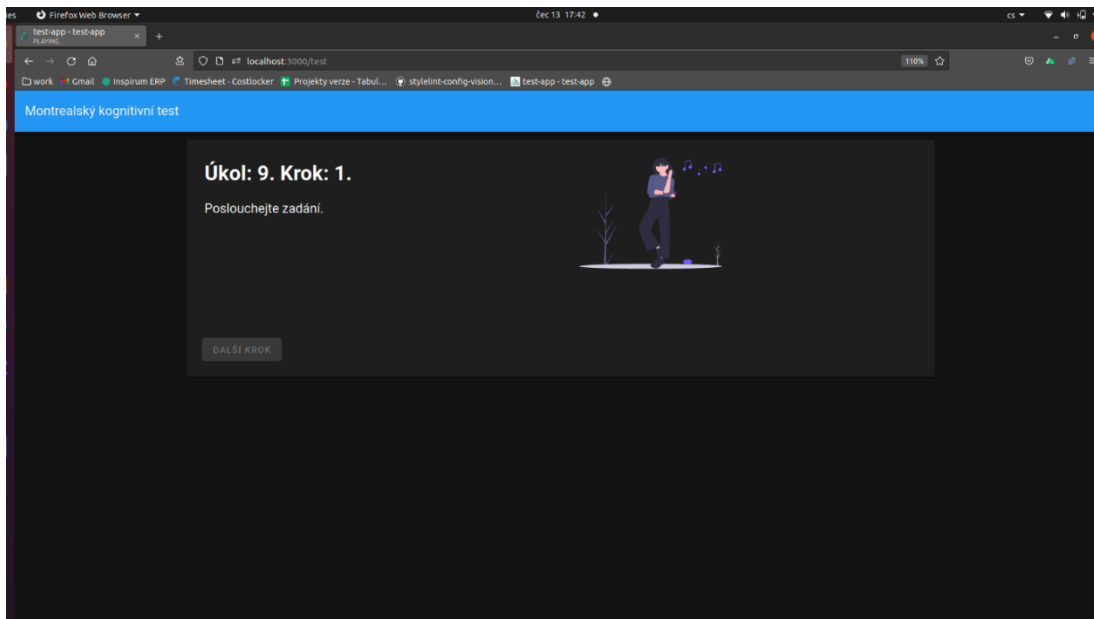
## e-MoCA-CZ Úloha odečtu čísla 7 – použito v obou verzích



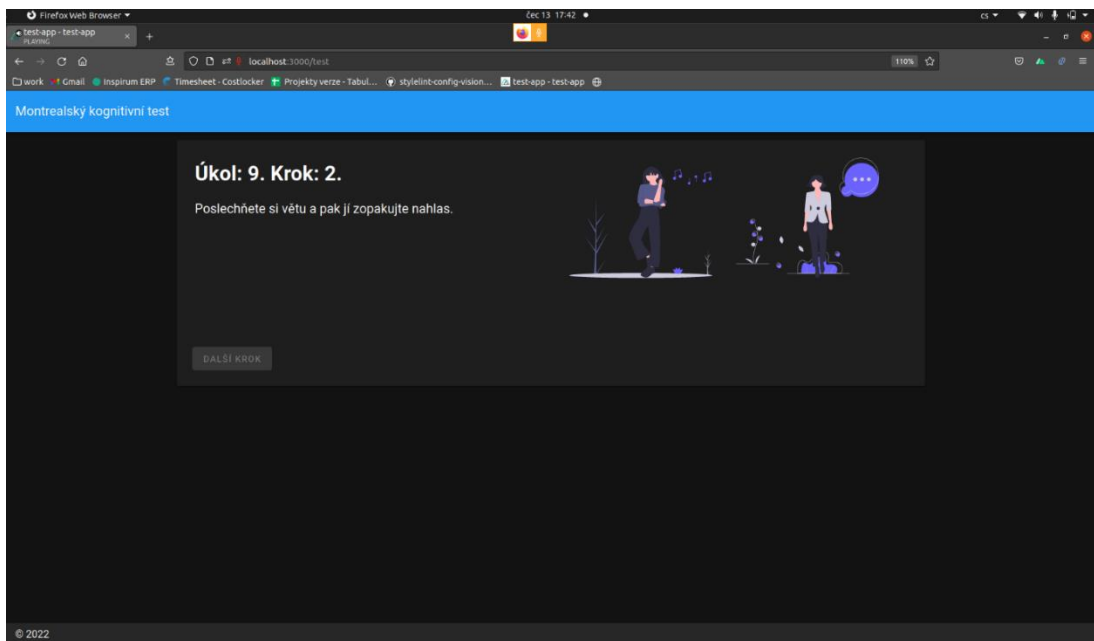
## e-MoCA-CZ Úloha odečtu čísla 7 – použito v obou verzích



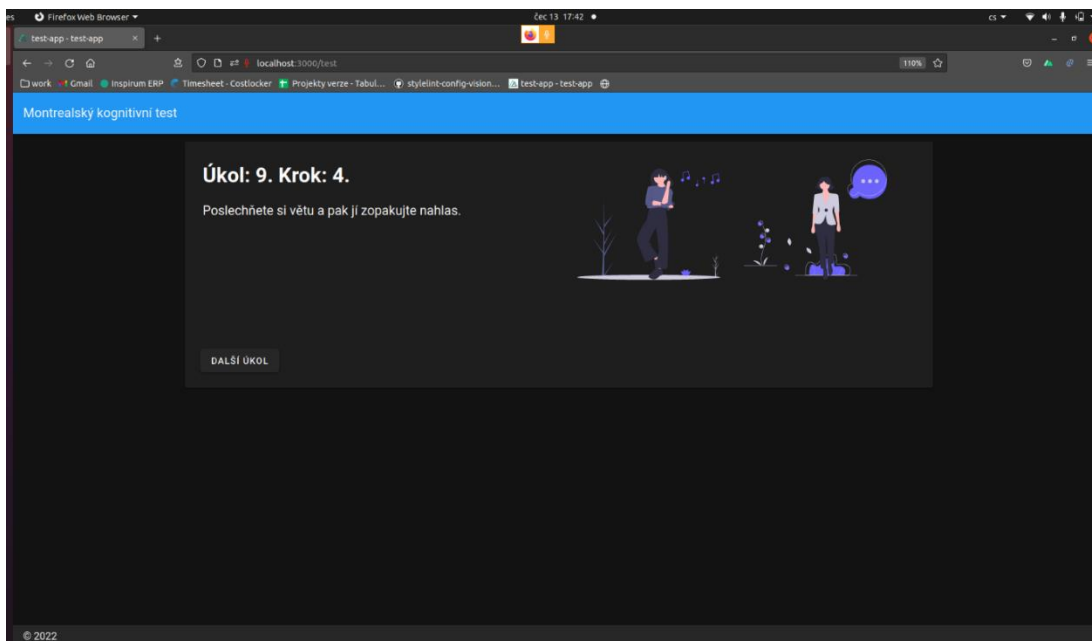
## e-MoCA-CZ Úloha opakování věty – použito v obou verzích



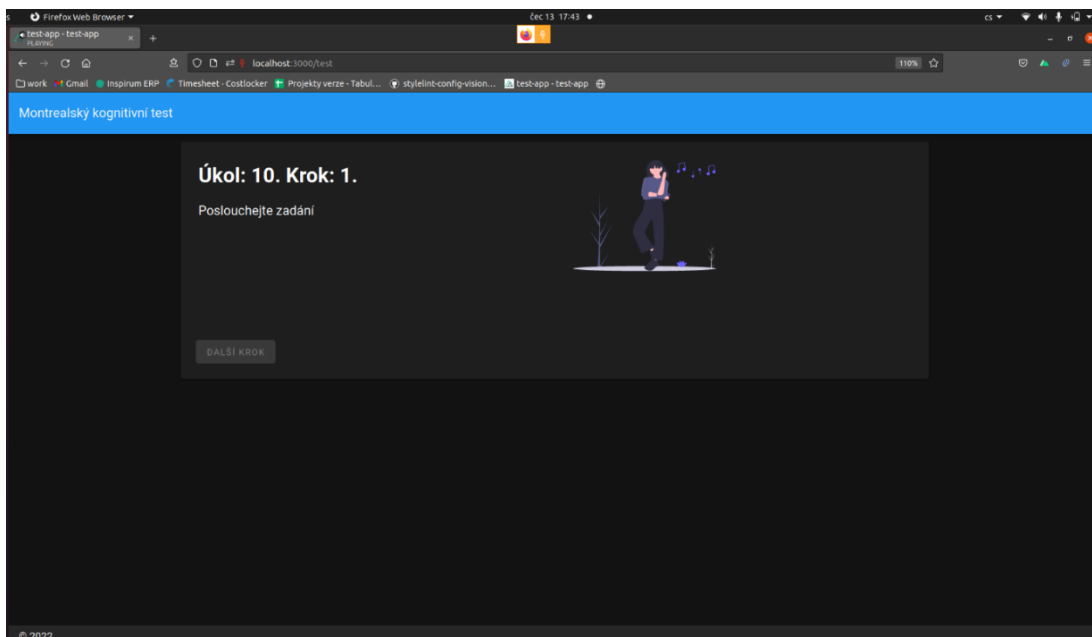
## e-MoCA-CZ Úloha opakování věty – použito v obou verzích



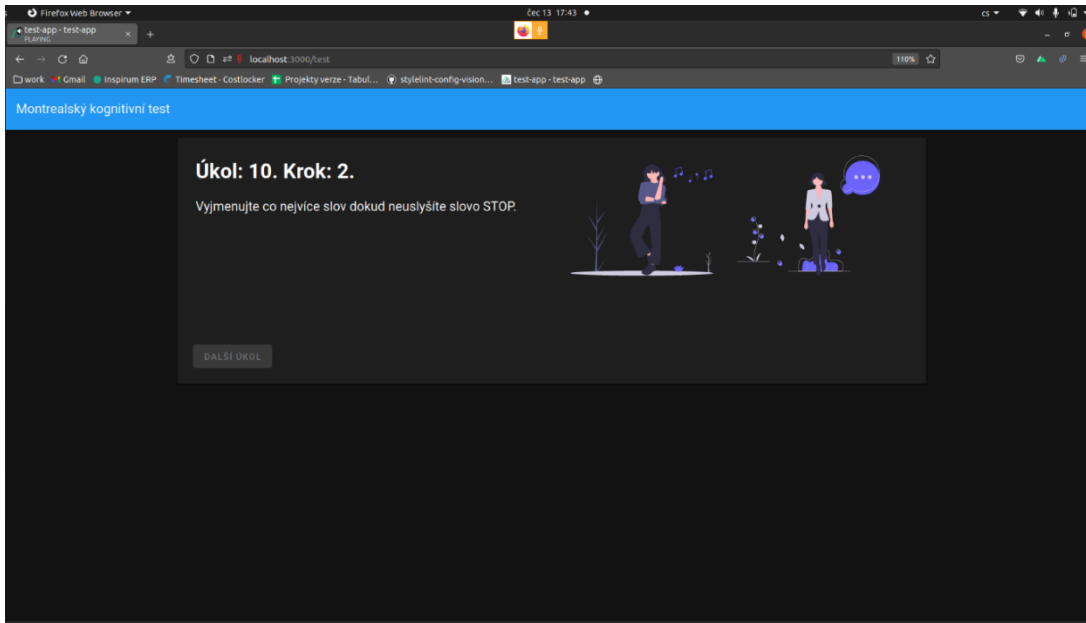
## e-MoCA-CZ Úloha opakování věty



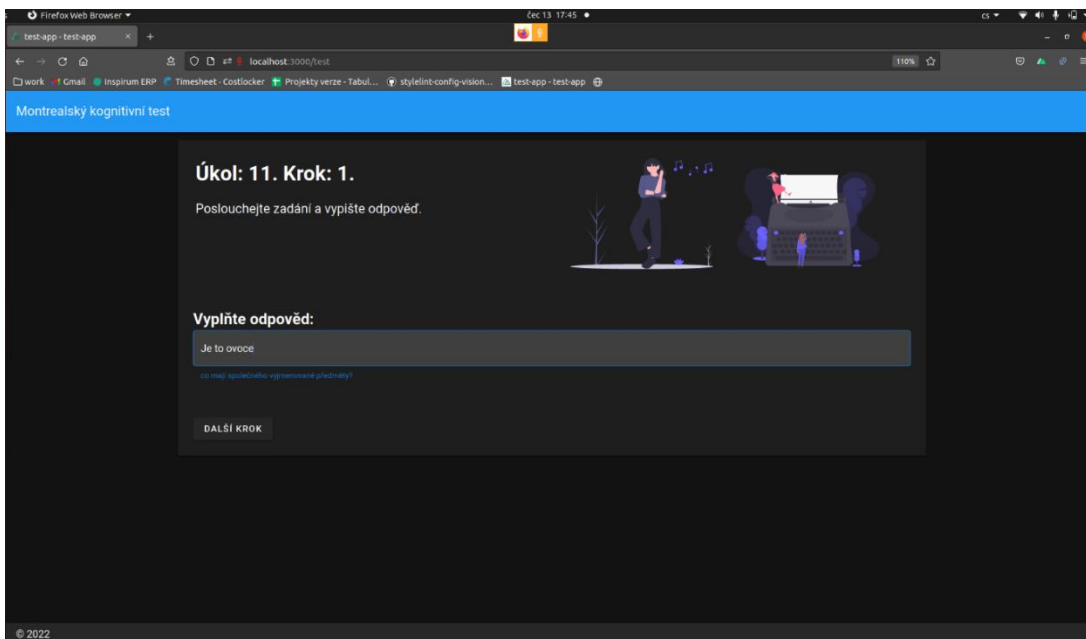
## e-MoCA-CZ Úloha vyjmenování slov na K



## e-MoCA-CZ Úloha vyjmenování slov na K

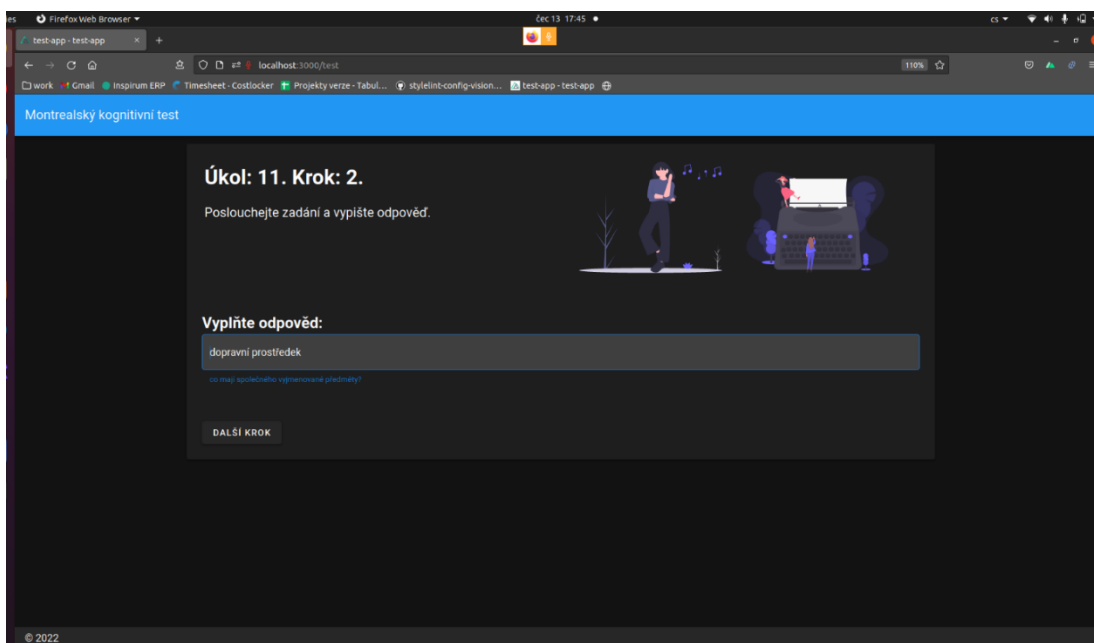


## e-MoCA-CZ Úloha abstrakce – použito v obou verzích

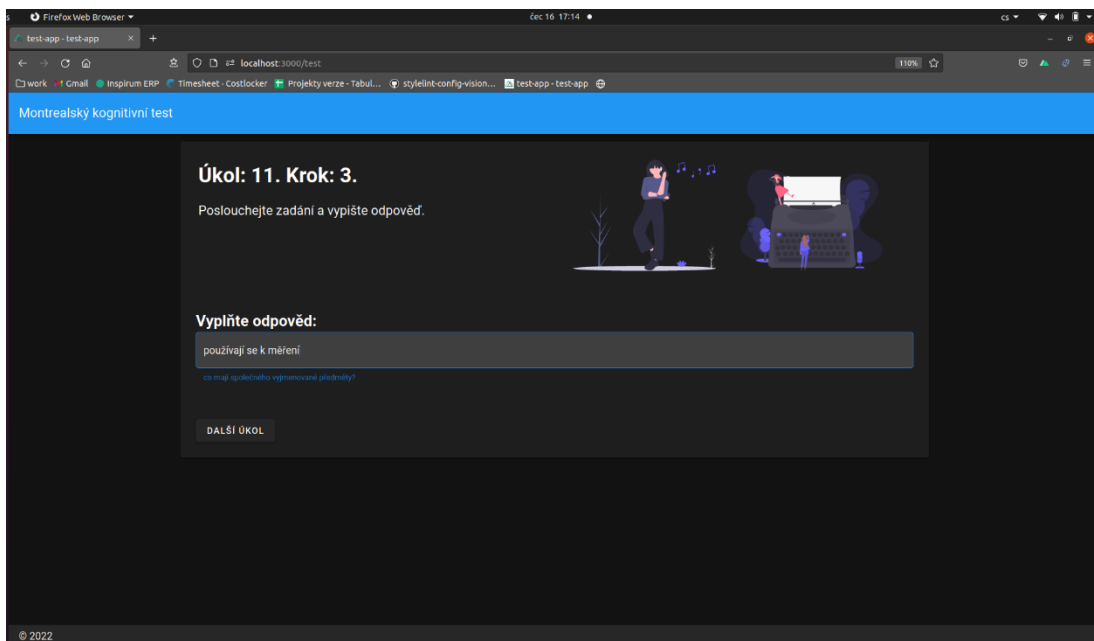




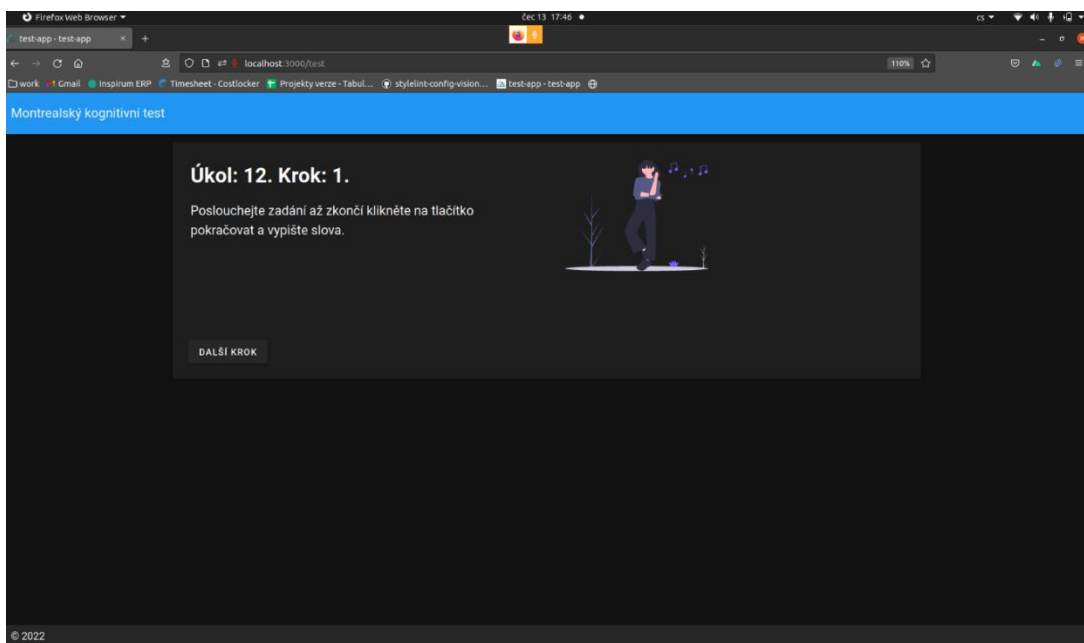
## e-MoCA-CZ Úloha abstrakce



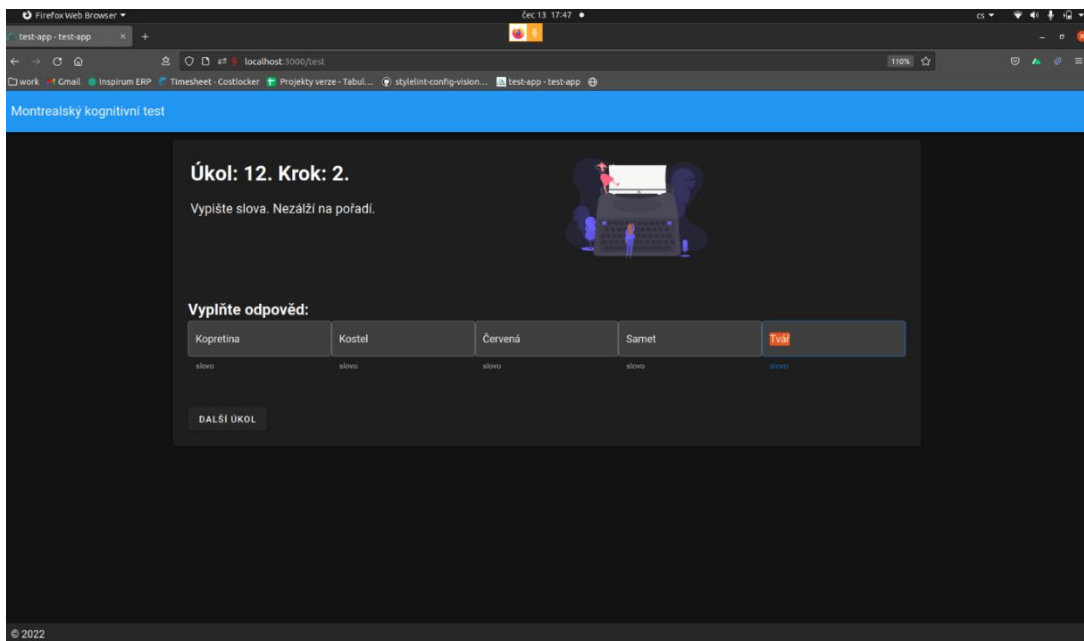
## e-MoCA-CZ Úloha abstrakce – použito v obou verzích



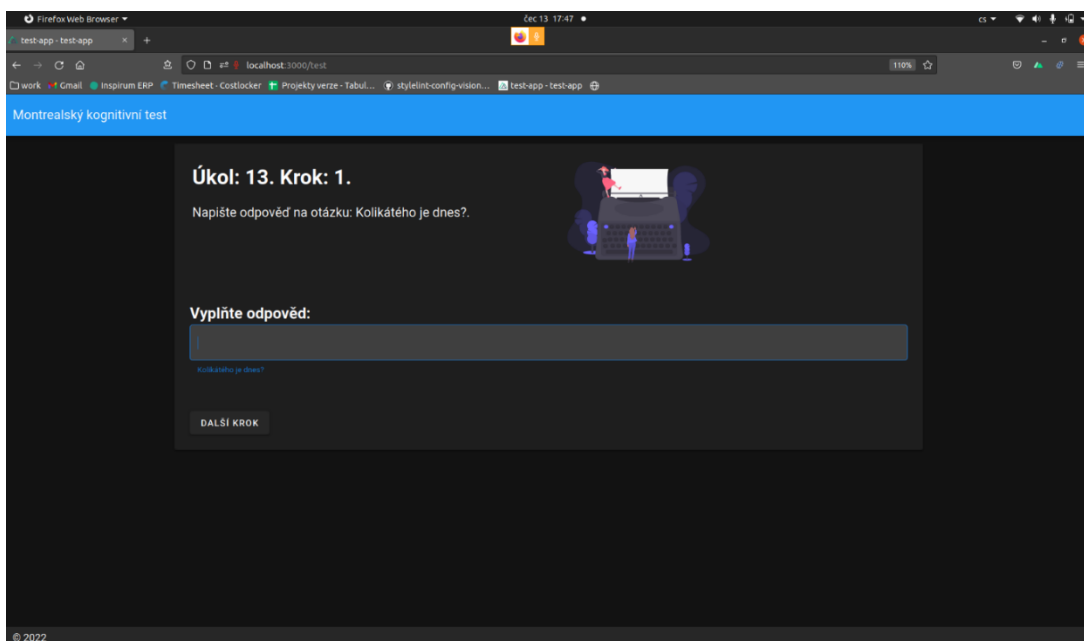
## e-MoCA-CZ Test paměti – použito v obou verzích



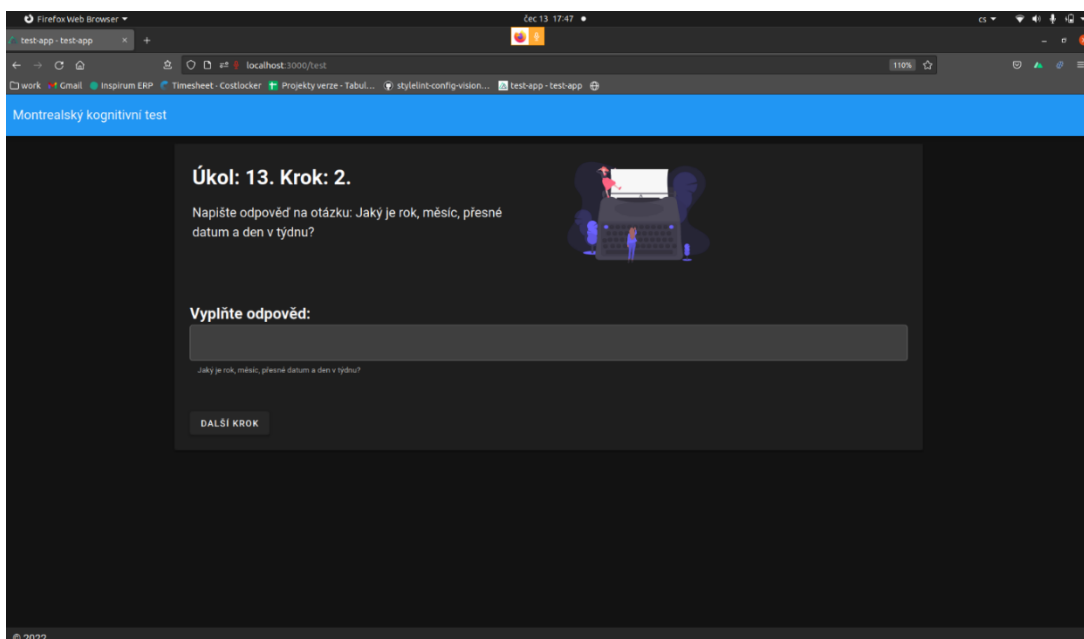
## e-MoCA-CZ Test paměti – použito v obou verzích



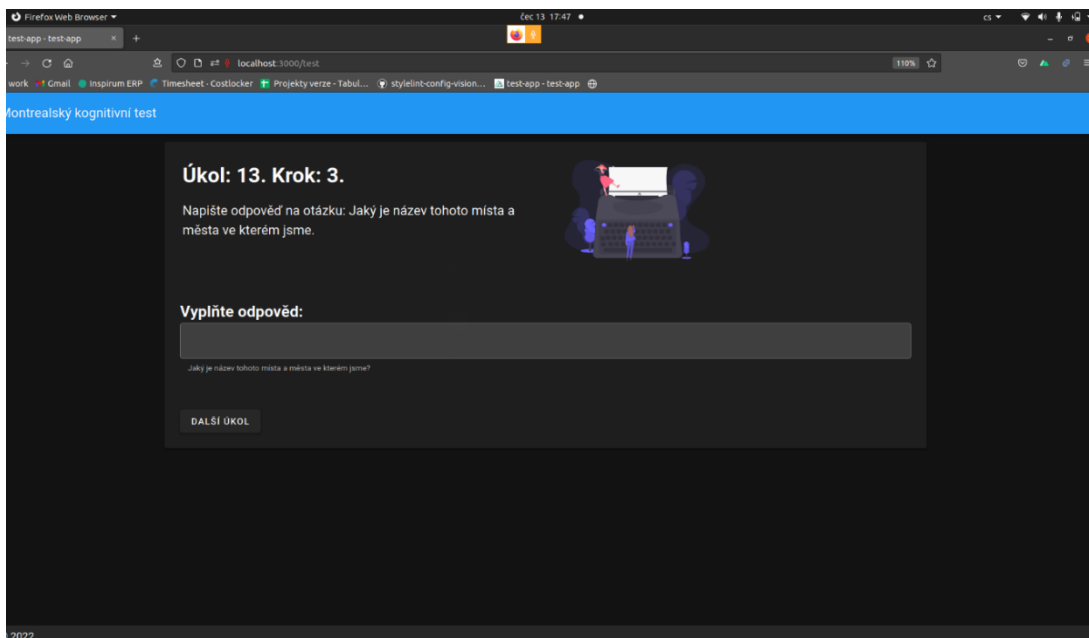
## e-MoCA-CZ Test orientace



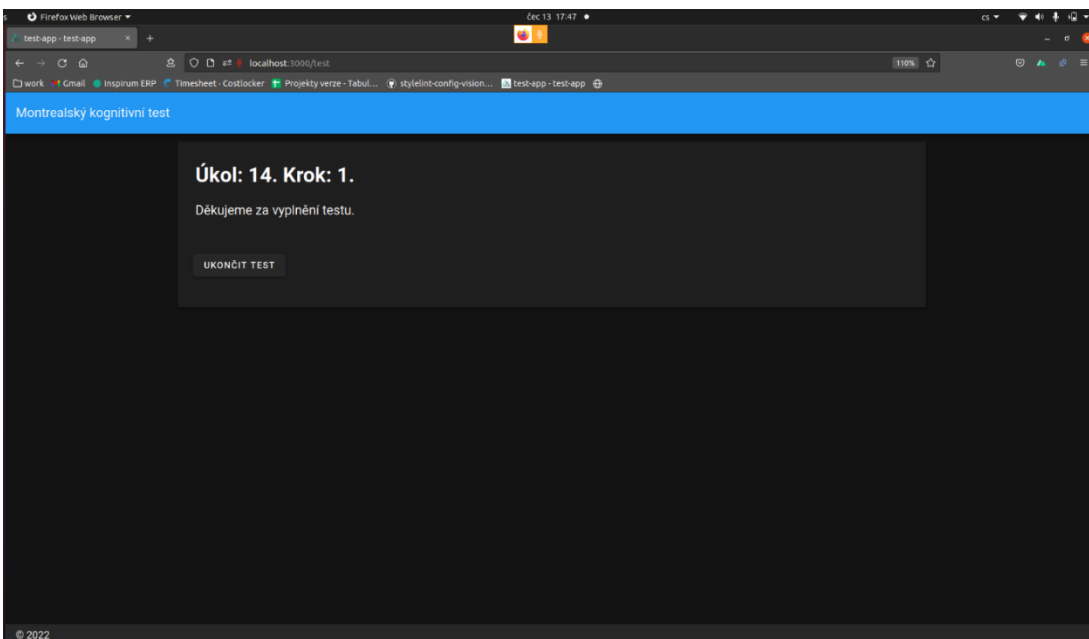
## e-MoCA-CZ Test orientace



## e-MoCA-CZ Test orientace



## e-MoCA-CZ Děkovací obrazovka



# BIBLIOGRAFICKÉ ÚDAJE

**Jméno a příjmení autora:** Ondřej Gabriel

**Studijní program:** Psychologie (Bc.)

**Studijní obor:** Psychologie – Jednooborové studium

**Název práce:** Porovnání počítačových a papírových verzí Montreálského kognitivního testu

**Vedoucí práce:** doc. Ondřej Bezdíček, Ph.D.

**Rok dokončení práce:** 2022

**Počty znaků hlavního textu práce (včetně literatury, bez příloh):**

**Přímé citace:**250

**Ostatní text:**76661

**Celkový počet znaků:** 76911

**Počet pramenů a literatury:** 54

**Názvy souborů:**

**Text práce ve formátu PDF:**

BP\_Ondrej\_Gabriel\_Porovnavni\_Pocitacovych\_a\_papirovych\_verzi\_Montrealskoho\_kognitivnih  
o\_testu

**Text práce ve formátu DOC nebo DOCX:**

BP\_Ondrej\_Gabriel\_Porovnavni\_Pocitacovych\_a\_papirovych\_verzi\_Montrealskoho\_kognitivnih  
o\_testu

**Další soubory:**

**Posudek vedoucího bakalářské práce  
na Pražské vysoké škole psychosociálních studií**

Jméno a příjmení studenta: Ondřej Gabriel  
Obor studia: psychologie (magisterské studium)  
Název práce: *Porovnání počítačových a papírových verzí Montreálského kognitivního testu*  
Vedoucí práce: doc. Mgr. Ondřej Bezdíček, Ph.D.

**Technické parametry práce:**

Počet stránek textu (bez příloh): 53 s

Počet stránek příloh: 23

Počet titulů v seznamu literatury: ca. 55

0**	1	2	3	4
-----	---	---	---	---

**Výběr tématu**

Závažnost tématu

	1			
--	---	--	--	--

Oborová přiléhavost tématu

	1			
--	---	--	--	--

Originalita tématu a jeho zpracování

	1			
--	---	--	--	--

**Formální zpracování**

Jazykové vyjádření (respektování pravopisné normy, stylistické vyjadřování, zvládnutí odborné terminologie)

		2		
--	--	---	--	--

Práce s odbornou literaturou a prameny (citace, parafráze, odkazy, dodržení norem pro citace, cizojazyčná literatura)

	1			
--	---	--	--	--

Formální zpracování (jasnost tématu, rozčlenění textu, průvodní aparát, poznámky, přílohy, grafická úprava)

		2		
--	--	---	--	--

**Metody práce**

Vhodnost a úroveň použitých metod

	1			
--	---	--	--	--

Využití výzkumných empirických metod

			3	
--	--	--	---	--

Využití praktických zkušeností

	1			
--	---	--	--	--

**Obsahová kritéria a přínos práce**

Přístup autora k řešené problematice (samostatnost, iniciativa, spolupráce s vedoucím práce)

		2		
--	--	---	--	--

Naplnění cílů práce

	1			
--	---	--	--	--

Vyváženost teoretické a praktické části v daném tématu

	1			
--	---	--	--	--

Návaznost kapitol a subkapitol

	1			
--	---	--	--	--

\*\* 0 – nehodnoceno; 1 – výborně; 2 – velmi dobře; 3 – dobře; 4 – neprospěl/a

Dosažené výsledky, odborný vklad, použitelnost výsledků v praxi

	1			
--	---	--	--	--

Vhodnost prezentace závěrů práce (publikace, referáty, apod.)

		2		
--	--	---	--	--

Otázky a náměty k diskusi při obhajobě:

1. Zkuste shrnout, v čem je elektronická verze MoCA obdobná a v čem jiná od verze papírové?
2. V čem obecně spočívá přínos elektronických verzí testů pro psychodiagnostiku?
3. Zkuste stručně vystihnout, proč je závěr, že nemůžete zamítnout nulovou hypotézu o neexistenci rozdílu v hrubých skórech MoCA a e-MoCA v této práci ve skutečnosti pozitivní?

Celkové hodnocení práce (klady, nedostatky):

Klady:

1. Ondřej Gabriel sám naprogramoval a vytvořil e-MoCA.
2. V práci postupoval samostatně.
3. e-MoCA je použitelný nástroj.

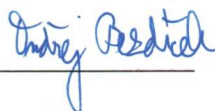
Zápory:

1. Autor nestihl konzultovat statistickou část a směšuje inferenční statistiku s korelační analýzou.
2. V abstraktu u korelačních koeficientů neuvádí p-hodnotu.
3. Wilcoxonův test jsem dosud neviděl nazývat „pořadový“.
4. Některé tab. (např. tab. 6) nejsou jasné, protože není jasné, které dvě proměnné označuje korelační koeficient.
5. V Diskusi by si zasloužilo mít méně statistického aparátu (zamítání hypotéz), ale autor by měl tyto technické aspekty přeložit do jazyka psychologie, např. že nasbíraná data prokázala, že obě verze se neliší a toto zhodnotit a interpretovat.

Doporučení k obhajobě: doporučuji\*

Navrhovaná klasifikace: velmi dobře

Datum, podpis: Ondřej Bezdíček, v Praze dne 11. září 2022



\* nehodící se, škrtněte



**Posudek oponenta bakalářské práce  
na Pražské vysoké škole psychosociálních studií**

Jméno a příjmení studenta/-tky: Ondřej Gabriel

Obor studia: Psychologie

Název práce: Porovnání počítačových a papírových verzí Montreálského kognitivního testu

Oponent práce: Mgr. Filip Havlík

**Technické parametry práce:**

Počet stránek textu (bez příloh): cca 42 ns

Počet stránek příloh: 22

Počet titulů v seznamu literatury: 54

0**	1	2	3	4
-----	---	---	---	---

**Výběr tématu**

Závažnost tématu

	x			
--	---	--	--	--

Oborová příslušnost tématu

	x			
--	---	--	--	--

Originalita tématu a jeho zpracování

	x			
--	---	--	--	--

**Formální zpracování**

Jazykové vyjádření

(respektování pravopisné normy, stylistické vyjadřování, zvládnutí odborné terminologie)

	x			
--	---	--	--	--

Práce s odbornou literaturou a prameny

(citace, parafráze, odkazy, dodržení norem pro citace, cizojazyčná literatura)

	x			
--	---	--	--	--

Formální zpracování

(jasnost tématu, rozčlenění textu, průvodní aparát, poznámky, přílohy, grafická úprava)

	x			
--	---	--	--	--

**Metody práce**

Vhodnost a úroveň použitých metod

	x			
--	---	--	--	--

Využití výzkumných empirických metod

	x			
--	---	--	--	--

Využití praktických zkušeností

x				
---	--	--	--	--

**Obsahová kritéria a přínos práce**

Přístup autora k řešení problematice

(samostatnost, iniciativa, spolupráce s vedoucím práce)

x				
---	--	--	--	--

Naplnění cílů práce

	x			
--	---	--	--	--

Vyváženost teoretické a praktické části v daném tématu

	x			
--	---	--	--	--

Návaznost kapitol a subkapitol

	x			
--	---	--	--	--

Dosažené výsledky, odborný vklad, použitelnost výsledků v praxi

	x			
--	---	--	--	--

Vhodnost prezentace závěrů práce

(publikace, referáty, apod.)

		x		
--	--	---	--	--

\* nehodící se škrtněte

\*\* 0 – nehodnoceno; 1 – výborně; 2 – velmi dobře; 3 – dobře; 4 – neprospěl/a



**Posudek oponenta bakalářské práce  
na Pražské vysoké škole psychosociálních studií**

Otázky a náměty k diskusi při obhajobě:

Byly metody administrovány doma, nebo jinde?

Jak si autor vysvětluje rozdíl v rozptylech v el. vs papírových verzích? A také to, že byl ve studii Wallace et al. (2019) rozdíl v test-retest efektu napříč verzemi?

Byly testované osoby limitovány časem v PC verzi?

Jak byly řešeny situace, kdy subjekt nerozuměl zadání (PC verze), pokud taková situace nastala?

Jaká data o zručnosti se sbírala, a proč nebyla analyzována?

Byla provedena nějaká pilotní studie debugingu programu?

Jak mohl ovlivnit výsledky nejednotný postup u úloh na kreslení (krychle, hodiny), kdy bylo možné kreslit prstem i perem.

Proč byl u vybavení si slov a opakování čísel zvolen formát vypisování oproti záznamu zvuku? Nenaznačuje se tím probandovi, kolik slov si měl vybavit?

Jak byla kontrolována nakreslená velikost krychle a hodin v PC verzi (např. u PD mikrografie)? Byl zvolen poměr k obrazovce, fixní velikost, nebo jiný způsob?

Jaké proměnné přesně program sbírá a je zahrnut reakční čas?

Bude aplikace dále rozvíjena a budou uložená data přístupná, např. přes SQL?

Plánuje autor aplikaci zpřístupnit veřejně, např. přes GitHub?

Celkové hodnocení práce:

P. Gabriel předkládá práci zabývající se elektronickou verzí screeningového testu MoCA a její validitou. V teoretické části autor velice dobře používá dostupnou literaturu a vystihuje podstatné informace, čímž pokládá základ pro svojí praktickou část. Kromě jednoho drobného opomenutí, čísla stránky u přímé citace (str. 23, odst. 1), nemám k této části žádné další poznámky. V praktické části oceňuji zejména velice dobře zvládnutý postup z hlediska metodologie (vývoj aplikace, randomizace atd.). Bohužel nemám k dispozici samotnou aplikaci pro zhodnocení její funkčnosti, nicméně, z prezentovaných informací autor odvedl nadstandardní práci (minimálně v kontextu psychologie). Drobnou výtku mám však k velikosti souboru a debugingu aplikace. Z textu není zřejmé, zda probíhal debugging. Pokud neprobíhal na nějakém alespoň menším vzorku osob, snižuje se tím validita výsledků o to více, vzhledem k již tak malému výzkumnému souboru. Některé informace ve výsledcích nejsou také na první pohled příliš srozumitelné. To se týká zejména tabulek. Např. informace z tab. 4-7 by bylo vhodnější uvést pouze v textu.

Celkově p. Gabriel odvedl i přes nižší počet subjektů limitující výsledky nadstandardní práci odpovídající i mnohem vyšším standardům.

\* nehodící se škrtněte

\*\* 0 – nehodnoceno; 1 – výborně; 2 – velmi dobře; 3 – dobře; 4 – neprospěl/a

**Posudek oponenta bakalářské práce  
na Pražské vysoké škole psychosociálních studií**

Doporučení do soutěže o nejlepší diplomovou práci:	nehodnoceno
Celkově získané body do soutěže:	30
Doporučení k obhajobě:	doporučuji
Navrhovaná klasifikace:	1

Datum, podpis:



\* nehodící se škrtněte

\*\* 0 – nehodnoceno; 1 – výborně; 2 – velmi dobře; 3 – dobře; 4 – neprospěl/a